

## CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES, CARDIOSTIMULATEURS ET DÉFIBRILLATEURS CONTRIBUTIONS

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RADIOPROTECTION  
Section Rayonnements Non Ionisants

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CARDIOLOGIE  
Groupe Stimulation Cardiaque

### COMPTE-RENDU DE LA JOURNÉE

La section Rayonnements non ionisants de la Société française de radioprotection (SFRP) et le groupe de Stimulation cardiaque de la Société française de cardiologie (SFC) ont organisé une Journée scientifique : « Champs électromagnétiques, cardiosstimulateurs et défibrillateurs » le vendredi 25 octobre 2002 dans les locaux de l'Union Internationale des Chemins de Fer à Paris.

Cette journée avait pour objectifs de présenter l'état des connaissances scientifiques, normatives et médicales sur les différentes situations d'interactions entre les champs électromagnétiques (ELF et radiofréquences) et les stimulateurs et défibrillateurs cardiaques ; d'informer le monde médical en vue d'améliorer la communication sur le sujet ; de sensibiliser les industriels à la nécessité d'une bonne information et de contribuer à l'information des patients porteurs de ces systèmes.

#### Ouverture de la journée

La salle a regroupé plus d'une centaine de personnes, venant d'horizons différents : cardiologues, médecins du travail, représentants des fabricants d'implants, des « producteurs d'ondes », des ministères et agences gouvernementales, de la Communauté européenne.

Les interventions, variées et balayant tous les domaines du médical à la physique, étaient de grande qualité. Le Dr Anne Chérin a animé la journée et dirigé les débats au cours des trois sessions et de la table ronde en fin de journée.

En introduction, le Pr Jousset-Dubien, président de la section Rayonnements non ionisants de la SFRP a rappelé les objectifs de l'Association et le Pr Djiane, président du groupe de stimulation cardiaque de la SFC, a brossé les principaux points faisant l'objet de la journée. On retiendra de cette journée que dans la grande majorité des cas le niveau des champs magnétiques et électrique est très inférieur à celui susceptible d'affecter les implants.

Au cours de la première session, présidée par le Pr Jousset-Dubien, M. Guiguet, de l'ANFR (Agence Nationale des Fréquences) a présenté les sources électromagnétiques constituées par les différentes stations radioélectriques des divers services de radiocommunication dans l'environnement ainsi que les résultats d'une campagne de mesures des champs électromagnétiques au proche voisinage de stations de différents types. Le Dr Dodinot (Département de cardiologie, CHU Nancy) a ensuite fait l'historique des perturbations électromagnétiques des stimulateurs et défibrillateurs cardiaques implantables, ainsi que le point en 2002, quelles que soient les sources, nous donnant ainsi le point de vue des cliniciens. Le Pr Nadi (Université Henri Poincaré, Nancy) a présenté l'intérêt des études in vitro pour caractériser l'immunité des implants cardiaques, avec les résultats de ses travaux en basse fréquence (50 et 60 Hz) et avec les fréquences de l'induction (10 et 25 kHz). C'est le Pr Silny (Hôpital universitaire d'Aix-la-Chapelle, Allemagne) qui a clôt cette première session en présentant l'expérience allemande des interférences entre les stimulateurs cardiaques et les basses fréquences.

Au cours de la deuxième session, présidée par le Pr Djiane, le Dr Frank a présenté les résultats d'une étude chez des volontaires implantés avec un pacemaker récent, soumis à un champ de 50 ou 60 Hz, 50  $\mu$ T et lors de manipulations culinaires avec une plaque de cuisson à induction (20 à 50 kHz). Le Dr Trigano a étudié quant à lui les interférences entre les implants cardiaques (stimulateurs et défibrillateurs) et les radiofréquences, portiques antiviol et autres sources de radiofréquences, notamment en milieu médical. Il a ensuite redonné la parole au Dr Frank qui a évoqué, sans pouvoir les résoudre totalement, les questions liées à l'imagerie par résonance magnétique nucléaire chez les porteurs de stimulateurs et de défibrillateurs cardiaques implantés.

La dernière session, présidée par le Pr Miro, a été consacrée à la normalisation et aux problèmes rencontrés en milieu professionnel où les niveaux d'exposition sont plus élevés. M. Burais (CEGELY, Ecole Centrale de

Lyon) a présenté l'aspect normatif des sources externes de champs électromagnétiques et des exemples de modélisation des phénomènes liés à ces champs dans le corps humain. M. Andrivet (Syndicat professionnel des fabricants d'implants) a ensuite présenté les différentes normes relatives aux dispositifs médicaux implantables élaborées par les experts et mises en oeuvre par les constructeurs. Le Dr de Sèze de INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques) a évoqué pour finir différentes situations d'interférences possibles en milieu de travail : soudure, cuisson par induction, etc.

La journée s'est terminée par un débat entre la salle et les intervenants qui a permis à chacun de repartir avec une réponse adaptée à ses interrogations.

Les actes de cette journée seront publiés prochainement, disponibles auprès du Dr Souques (tél : 01 55 31 46 06, fax : 01 55 31 46 20, email : martine.souques@edfgdf.fr)

Martine Souques  
EDF GDF, Paris

---

Dernière mise à jour Novembre 2002 . Copyright © SFRP 2002-2003 - Tous droits réservés.  
SFRP - BP72 - 92263 Fontenay-aux-Roses Cedex - Tél: +33 1 58 35 72 85 - Fax: +33 1 58 35 83 59

## CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES, CARDIOSTIMULATEURS ET DÉFIBRILLATEURS RETOUR

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RADIOPROTECTION  
Section Rayonnements Non Ionisants

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CARDIOLOGIE  
Groupe Stimulation Cardiaque

### PRÉSENTATIONS

Présentation de la journée

J.C. GUIGUET  
Pdf (80Ko)

Niveaux d'exposition dans l'environnement

Jean-Claude GUIGUET  
Président du Conseil d'administration de l'Agence nationale des fréquences  
ANFR, 78, avenue du Général de Gaulle, BP 400, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France

B. DODINOT Pdf (80Ko)

Perturbations électromagnétiques des stimulateurs et défibrillateurs implantables – Aspects historiques  
Le point en 2002

Bernard DODINOT, Nicolas SADOUL, Hugues BLANGY  
Clinique Cardiologique, CHU Nancy Brabois, Av. de Bourgogne  
54110 Vandoeuvre Brabois, France

M. NADI Pdf (80Ko)

Intérêt des études in vitro de l'immunité des implants cardiaques en environnement électromagnétique basse fréquence

Mustapha NADI, Ahcène HEDJIEDJ, Laure JOLY\*, Pierre SCHMITT,  
Bernard DODINOT\*, Etienne ALIOT\*  
Laboratoire d'Instrumentation Electronique de Nancy  
Université Henri POINCARÉ-Nancy, Faculté des Sciences  
BP 239, 54506 Vandoeuvre les Nancy, France  
\*Service de Cardiologie-CHU de Nancy Brabois  
Av. de Bourgogne, 54110 Vandoeuvre Brabois, France

J. SILNY Pdf (85Ko)

Les interférences des implants électroniques avec les champs électromagnétiques de basses fréquences

Jiry SILNY  
Research Center for Bioelectromagnetic Interaction (femu)  
Aachen University, Allemagne

R. FRANK Pdf (90Ko)

Effets des champs magnétiques de 50, 60 Hz et de 20 à 50 kHz  
sur le fonctionnement des cardiostimulateurs implantés

Robert FRANK<sup>1</sup>, Martine SOUQUES<sup>2</sup>, Caroline HIMBERT<sup>1</sup>, Françoise HIDDEN-LUCET<sup>1</sup>, Jean Claude PETITOT<sup>1</sup>, Guy FONTAINE<sup>1</sup>, Jacques LAMBROZO<sup>2</sup>, Isabelle MAGNE<sup>3</sup>, Jean Marc BAILLY<sup>3</sup>  
(1) Institut de Cardiologie, Service de Rythmologie, Hôpital Pitié-Salpêtrière,  
52-56 bld Vincent Auriol, 75013 Paris, France  
(2) EDF-Gaz de France, Service des études médicales, 22-28 rue Joubert, 75009 Paris, France  
(3) EDF-Gaz de France, Division recherche-développement EDF, Les Renardières, Route de Sens, 77818 Moret sur Loing Cedex, France

J.A. TRIGANO Pdf (80Ko)

Interférences et stimulateurs/défibrillateurs cardiaques  
Résultats des études expérimentales in vivo en radiofréquences

J-Alexandre TRIGANO  
Service de Cardiologie, CHU Hôpital Nord  
Chemin des Bourrelys, 13915 Marseille Cedex, France

R. FRANK Pdf (80Ko)

IRM et stimulation cardiaque

Robert FRANK  
Institut de Cardiologie, Service de Rythmologie, Hôpital Pitié-Salpêtrière,  
52-56 bld Vincent Auriol, 75013 Paris, France

N. BURAIIS Pdf (80Ko)

Aspects normatifs des sources

Noël BURAIIS \* - Jean-Yves GASPARD \*\*

(\*) CEGELY – Ecole Centrale de Lyon, 69134 Ecully Cedex, France

(\*\*) MAGTECH – 64 Chemin des Mouilles, 69130 Ecully, France

P. ANDRIVET Pdf (110Ko)

Dispositifs médicaux implantables & compatibilité électromagnétique

Philippe ANDRIVET, Ingénieur, Docteur es Science.

Expert AFSSAPS & Commission UTE UF62

Directeur Scientifique – Société MEDTRONIC France

R. de SÈZE

En attente

Interférences CEM et implants en milieu professionnel

René de SÈZE - INERIS - DRC - Toxicologie

Parc ALATA, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte, France

---

Dernière mise à jour Novembre 2002 . Copyright © SFRP 2002-2003 - Tous droits réservés.

SFRP - BP72 - 92263 Fontenay-aux-Roses Cedex - Tél: +33 1 58 35 72 85 - Fax: +33 1 58 35 83 59

# **Niveaux d'exposition dans l'environnement**

**Jean-Claude GUIGUET**

**Président du Conseil d'administration de l'Agence nationale des fréquences  
ANFR, 78, avenue du Général de Gaulle, BP 400, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France**

## **Résumé**

Présentation des sources électromagnétiques constituées par les différentes stations radioélectriques des divers services de radiocommunication dans l'environnement. Résultats d'une campagne de mesures des champs électromagnétiques au proche voisinage de stations de différents types. Analyse par domaine de fréquences.

## **Abstract**

Presentation of electromagnetic sources constituted by various radio transmitters contributing to different radio communication services in the environment. Results of a measures campaign to assess the electromagnetic field in the close neighborhood of various stations. Analysis by frequency domains.

# **Perturbations électromagnétiques des stimulateurs et défibrillateurs implantables – Aspects historiques Le point en 2002**

**Bernard DODINOT, Nicolas SADOUL, Hugues BLANGY**  
**Clinique Cardiologique, CHU Nancy Brabois, Av. de Bourgogne**  
**54110 Vandoeuvre Brabois, France**

## **Résumé**

Nombreuses sont les sources d'interférence électromagnétiques pouvant altérer le fonctionnement des stimulateurs et défibrillateurs implantables. Ce risque est connu depuis l'apparition des stimulateurs incorporant un circuit de détection, il y a 40 ans. De multiples travaux passés en revue dans cette mise au point ont été publiés sur ce sujet. En pratique, le risque est minime et, moyennant quelques précautions de bon sens, il est possible de mener une vie strictement normale sans précautions particulières. Les mémoires diagnostiques très pointues incorporées dans les nouvelles prothèses permettent d'identifier les conflits asymptomatiques, de confirmer le mécanisme d'un réel problème et de prendre des initiatives (réglages, précautions) pour supprimer les risques.

## **Abstract**

Many are the electromagnetic sources of interference being able to deteriorate the operation of implanted pacemakers and defibrillators. This risk is known since the apparition of pacemakers incorporating a detection circuit, 40 years ago. Numerous works reviewed in this presentation was published on this subject. In practice, the risk is tiny and, with the help of some precautions of good sense, it is possible to carry out a strictly normal life without particular precautions. The very specialized diagnostic memories built-in in the new prostheses make it possible to identify the asymptomatic conflicts, to confirm the mechanism of a real problem and to take initiatives (adjustments, precautions) to remove the risks.

# **Intérêt des études in vitro de l'immunité des implants cardiaques en environnement électromagnétique basse fréquence**

**Mustapha NADI, Ahcène HEDJIEDJ, Laure JOLY\*, Pierre SCHMITT,  
Bernard DODINOT\*, Etienne ALIOT\***

**Laboratoire d'Instrumentation Electronique de Nancy  
Université Henri POINCARÉ-Nancy, Faculté des Sciences  
BP 239, 54506 Vandoeuvre les Nancy, France  
\*Service de Cardiologie-CHU de Nancy Brabois  
Av. de Bourgogne, 54110 Vandoeuvre Brabois, France**

## **Résumé**

L'objet de cet article est de montrer l'apport de l'approche expérimentale in vitro, basée sur les règles de base de la compatibilité électromagnétique (CEM), comme outil complémentaire aux études cliniques. Des résultats peuvent être obtenus par une approche expérimentale "in vitro" dans des fantômes électromagnétiques associés à un banc de test "type" de sorte à permettre une comparaison possible entre différentes études. Après avoir décrit le protocole développé pour les implants cardiaques (stimulateurs et défibrillateurs), des exemples de résultats partiels sont présentés à titre d'illustration.

## **Abstract**

The object of this article is to show the contribution of the in vitro experimental approach, based on the basic rules of electromagnetic compatibility (EMC), as a complementary tool to the clinical studies. Results can be obtained by an experimental approach "in vitro" with electromagnetic phantoms associated to a bench of "standard" test to allow a possible comparison between various studies. After describing the protocol developed for the cardiac implants (pacemakers and defibrillators), examples of partial results are presented by way of illustration.

# **The interference of electronic implants in low frequency electromagnetic fields**

**Jiry SILNY**

**Research Center for Bioelectromagnetic Interaction (femu)  
Aachen University, Allemagne**

## **Abstract**

Electronic implants such as cardiac pacemakers or nerve stimulators can be impaired in different ways by amplitude-modulated and even continuous electric or magnetic fields of strong field intensities. For the implant bearer, possible consequences of a temporary electromagnetic interference may range from a harmless impairment of his well-being to a perilous predicament. Electromagnetic interferences in all types of implants cannot be covered here due to their various locations in the body and their different sensing systems. Therefore, this presentation focuses exemplarily on the most frequently used implant, the cardiac pacemaker.

In case of an electromagnetic interference the cardiac pacemaker reacts by switching to inhibition mode or to fast asynchronous pacing. At a higher disturbance voltage on the input of the pacemaker, a regular asynchronous pacing is likely to arise. In particular, the first-named interference could be highly dangerous for the pacemaker patient. The interference threshold of cardiac pacemakers depends in a complex way on a number of different factors such as: electromagnetic immunity and adjustment of the pacemaker, the composition of the applied low-frequency fields (only electric or magnetic fields or combinations of both), their frequencies and modulations, the type of pacemaker system (bipolar, unipolar) and its location in the body, as well as the body size and orientation in the field, and last but not least, certain physiological conditions of the patient (e.g. inhalation, exhalation).

In extensive laboratory studies we have investigated the interference mechanisms in more than 100 cardiac pacemakers (older types as well as current models) and the resulting worst-case conditions for pacemaker patients in low-frequency electric and magnetic fields. The verification of these results in different practical everyday-life situations, e.g. in the fields of high-voltage overhead lines or those of electronic article surveillance systems is currently in progress.

In case of the vertically-oriented electric 50-Hz fields preliminary results show that per 1 kV/m unimpaird electrical field strength (rms) an interference voltage of about 400  $\mu\text{Vpp}$  as worst-case could occur at the input of a unipolar ventricularly controlled, left-pectorally implanted cardiac pacemaker. Thus, already a field strength above ca. 5 kV/m could cause an interference with an implanted pacemaker.

The magnetic fields induces an electric disturbance voltage at the input of the pacemaker. The body and the pacemaker system compose several induction loops, whose induced voltages rates add or subtract. The effective area of one representing inductive loop ranges from 100 to 221  $\text{cm}^2$ . For the unfavorable left-pectorally implantated and atrially-controlled pacemaker with a low interference threshold, the interference threshold ranges between 552 and 16  $\mu\text{T}$  (rms) for magnetic fields at frequencies between 10 and 250 Hz.

On this basis the occurrence of interferences with implanted peacemakers is possible in everyday-life situations. But experiments demonstrate a low probability of interference of cardiac pacemakers in practical situations. This apparent contradiction can be explained by a very small band of inhibition in most pacemakers and, in comparison with the worst-case, deviating conditions.

# **Les interférences des implants électroniques avec les champs électromagnétiques de basses fréquences**

## **Résumé**

Les implants électroniques comme les stimulateurs cardiaques ou les stimulateurs nerveux peuvent être altérés de différentes manières par des champs à amplitude modulée et même électriques ou magnétiques continus à de fortes intensités. Pour le porteur implanter, les conséquences possibles d'une interférence électromagnétique provisoire peuvent s'étendre d'un inoffensif affaiblissement de son bien-être à une situation périlleuse fâcheuse. Les interférences électromagnétiques dans tous les types d'implants ne peuvent pas être ici couvertes en raison de leurs diverses localisations dans le corps et de leurs différents systèmes de sensibilité. Par conséquent, cette présentation se concentre exclusivement sur l'implant le plus fréquemment utilisé, le stimulateur cardiaque.

En cas d'interférence électromagnétique le stimulateur cardiaque réagit par un passage en mode d'inhibition ou de stimulation asynchrone rapide. Avec une tension plus élevée de perturbation sur l'entrée du stimulateur, une stimulation asynchrone régulière est susceptible de surgir. Le premier mode d'interférence nommé pourrait être particulièrement dangereux pour le patient. Le seuil d'interférence des stimulateurs cardiaques dépend d'une manière complexe d'un certain nombre de différents facteurs comme : l'immunité électromagnétique, le réglage du stimulateur, la composition des champs de basse fréquence appliqués (seulement champs électriques ou magnétiques ou combinaisons des deux), leurs fréquences et modulations, le type de stimulateur (bipolaire, unipolaire) et sa localisation dans le corps, aussi bien que la taille du patient, l'orientation dans le champ, et enfin, certains états physiologiques (par exemple inhalation, expiration).

Dans de larges études en laboratoire nous avons étudié les mécanismes d'interférence avec les champs électriques et magnétiques de basse fréquence de plus de 100 stimulateurs cardiaques (des modèles anciens comme des modèles actuels) dans les conditions les plus mauvaises pour des patients implantés. La vérification de ces résultats dans différentes situations pratiques de la vie courante, par exemple dans les domaines des lignes aériennes à haute tension ou de des systèmes électroniques de surveillance est actuellement en cours.

Avec des champs électriques 50-Hz orientés verticalement les résultats préliminaires montrent que, pour un champ électrique de 1 kV/m (RMS), une tension d'interférence d'environ 400  $\mu$ Vpp dans le plus mauvais cas pourrait se produire à l'entrée d'un stimulateur cardiaque implanté du côté gauche, contrôlé de façon unipolaire par le ventricule. Ainsi, déjà un champ au-dessus de 5 kV/m pourrait entraîner une interférence avec un stimulateur implanté.

Les champs magnétiques induisent une tension électrique de perturbation à l'entrée du stimulateur. Le corps et le système de stimulation composent plusieurs boucles d'induction, qui induisent des tensions qui s'ajoutent ou se soustraient. Le secteur efficace d'une boucle inductive de représentative s'étend de 100 à 221 cm<sup>2</sup>. Pour le cas le plus défavorable : implantation à gauche et stimulateur commandé par l'oreillette avec un seuil bas d'interférence, les seuils d'interférences se situent entre 552 et 16  $\mu$ T (RMS) pour les champs magnétiques de fréquences entre 10 et 250 hertz.

Sur cette base, l'apparition d'interférences avec les stimulateurs implantés est possible dans des situations de la vie courante. Mais les expériences montrent une faible probabilité d'interférence des stimulateurs cardiaques dans des situations pratiques. Cette contradiction apparente peut être expliquée par une bande très petite d'inhibition dans la plupart des stimulateurs et, en comparaison des conditions les plus mauvaises dans les études.

# **Effets des champs magnétiques de 50, 60 Hz et de 20 à 50 kHz sur le fonctionnement des cardiostimulateurs implantés**

**Robert FRANK<sup>1</sup>, Martine SOUQUES<sup>2</sup>, Caroline HIMBERT<sup>1</sup>, Françoise HIDDEN-LUCET<sup>1</sup>, Jean Claude PETITOT<sup>1</sup>, Guy FONTAINE<sup>1</sup>, Jacques LAMBROZO<sup>2</sup>, Isabelle MAGNE<sup>3</sup>, Jean Marc BAILLY<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup> Institut de Cardiologie, Service de Rythmologie, Hôpital Pitié-Salpêtrière, 52-56 bld Vincent Auriol, 75013 Paris, France**

**<sup>2</sup> EDF-Gaz de France, Service des études médicales, 22-28 rue Joubert, 75009 Paris, France**

**<sup>3</sup> EDF-Gaz de France, Division recherche-développement EDF, Les Renardières, Route de Sens, 77818 Moret sur Loing Cedex, France**

## **Résumé**

Le comportement de stimulateurs cardiaques récents a été surveillé lors de leur exposition à des champs magnétiques 50 Hz et 60 Hz (fréquence des réseaux de distribution électrique), et 20 kHz à 50 kHz (fréquences de fonctionnement des plaques de cuisson à induction).

Soixante patients implantés en 1998 et 1999 avec des stimulateurs cardiaques double chambre, de 9 constructeurs différents, ont été inclus dans l'étude. L'ECG était enregistré en continu par télémetrie pendant toute la durée de l'exposition : (i) passage de face, de profil et station dans le système d'exposition 50/60 Hz, (ii) utilisation d'une plaque de cuisson à induction à faible et forte puissance, sur un ou deux foyers.

Les tests ont été réalisés avec deux réglages du stimulateur. Le premier est le réglage standard du stimulateur, dit « médicalement correct », choisi par le médecin pour chaque patient. Ensuite, les stimulateurs étaient reprogrammés en mode unipolaire avec une sensibilité auriculaire et ventriculaire la plus élevée possible, sans induire d'inhibition du stimulateur par les contractions musculaires lors des mouvements du patient. Entre chaque série d'exposition (50/60 Hz ou plaque à induction) la programmation du stimulateur était contrôlée. A la fin des tests, le stimulateur était reprogrammé dans son réglage standard. L'ECG était contrôlé par un cardiologue sans qu'il connaisse la présence ou non du champ magnétique.

Aucun stimulateur n'a été influencé par la présence du champ magnétique avec le réglage standard « médicalement correct ».

En réglage unipolaire à sensibilité maximale, une perturbation du stimulateur a été observée dans 10 cas : des modes de reversion transitoire prévus par le constructeur lors de la détection d'interférences ont été observés dans 6 cas ; une accélération transitoire due à la détection d'interférences par l'oreillette a été observée dans 3 cas ; une onde T a été détectée par la sonde ventriculaire dans un cas. Aucune inhibition ni déprogrammation n'a été observée. Un seul appareil (Biotronik) est sorti d'un programme spécial (recherche d'hystérésis) pendant les tests avec la plaque d'induction, tout en gardant les valeurs de son programme de base, sans que cet événement ait pu être répété.

Conclusion : les stimulateurs cardiaques actuels ne présentent pas de risques d'interférences notables avec les champs magnétiques 50 Hz et 60 Hz et les fréquences de fonctionnement des plaques de cuisson à induction. Ils ne sont pas sensibles avec un réglage médicalement correct. Les réglages avec une sensibilité élevée, inhabituelle, entraînent seulement un mode de reversion ou une accélération du rythme ventriculaire, de façon transitoire.

## **Abstract**

The effect of 50 Hz and 60 Hz (frequencies of current distribution) and 20 kHz to 50 kHz (frequencies of induction cooktop) magnetic interference on implanted pacemakers have been assessed with the present generation of device technology.

Sixty patients implanted in 1998 and 1999 with dual chamber pacemakers from 9 different manufacturers were monitored with telemetry while passing through, and standing between a system of two coils. They generated a 50 Hz or a 60 Hz magnetic field at 50  $\mu$ T. Then, patients used a cooktop at different power.

The recordings were made with the standard setting of « medically correct » sensing parameters chosen for the patients. Then pacemakers were reprogrammed to the unipolar mode, with the highest atrial (A) and ventricular (V) sensitivity that did not induce muscular inhibition while moving. Between each exposure (50 Hz, 60 Hz or 20 kHz to 50 kHz), the pacemaker programming was controlled. At the end of the tests, pacemakers will be reprogrammed with the standard setting. The medical observer being blind to the existence or not of the magnetic field.

No pacemaker was influenced by the vicinity of the magnetic field at medically correct settings.

At unipolar high sensitivity, no inhibition nor reprogramming was observed. Transient reversion to interference mode was observed in 6 cases, 3 transient acceleration due to atrial detection of the interference, and one T wave detection by the ventricular lead. All were observed with the 60 Hz, and only 3 with the 50 Hz magnetic field. One device (Biotronik) shifted out of its special program (hysteresis research) during the tests with the induction cooktop, but it maintained its standard program, and the event could not be repeated despite further testing.

Conclusion : actual pacemakers do not present any electromagnetic interference with 50 Hz and 60 Hz or induction cooktop frequency working. They are insensitive with medically correct settings. Unusual high sensitivity leads only to noise reversion mode, or transient ventricular tracking.

# **Interférences et stimulateurs/défibrillateurs cardiaques Résultats des études expérimentales in vivo en radiofréquences**

**J-Alexandre TRIGANO**  
**Service de Cardiologie, CHU Hôpital Nord**  
**Chemin des Bourrellys, 13915 Marseille Cedex, France**

## **Résumé**

La téléphonie cellulaire et les dispositifs de sécurité dans les lieux publics ont remis en cause la résistance des stimulateurs/défibrillateurs cardiaques aux interférences électromagnétiques. Les études expérimentales rapportent des résultats divergents et la rare documentation d'une interférence accidentelle en vie réelle est la seule expérience confondante. Dans la télécommunication, la puissance est variable. Dans les dispositifs de sécurité, les technologies sont multiples et inégalement dangereuses. La diversité des unités implantables crée un propre effet de modèle. Il est toujours difficile d'exprimer clairement le risque réel, mais hors exposition en milieu professionnel, les mesures d'éviction sont extrêmement simples.

## **Abstract**

Interference with cardiac pacemakers and defibrillators by cellular phone and electronic article surveillance systems is shown in experimental studies with disparate findings. Interaction occurrence in real life is a convincing but rare experience. Device model, distance, power output and technology of the source are different and sometimes uncontrollable factors. As a result it remains difficult to quantify the true incidence of interaction and associated health risk. Nevertheless, simple recommendations commonly help the patients prevent the interference.

# IRM et stimulation cardiaque

**Robert FRANK**

**Institut de Cardiologie, Service de Rythmologie, Hôpital Pitié-Salpêtrière,  
52-56 bld Vincent Auriol, 75013 Paris, France**

## **Résumé**

Les stimulateurs cardiaques sont insensibles par construction à des champs magnétiques inférieurs à 0,1 Tesla. L'imagerie par résonance magnétique utilise de puissants champs de 0,5 à 2 Tesla qui peuvent interférer avec les stimulateurs par plusieurs mécanismes :

- L'activation de l'interrupteur magnétique à lame souple peut mettre le stimulateur en mode asynchrone, et parfois le bloquer dans cette position. En l'absence d'activation de cet interrupteur, on peut observer des inhibitions de la stimulation.
- Les paramètres de programmation peuvent être modifiés.
- Enfin le champ magnétique pourrait générer des impulsions électriques dans les boucles que forment les sondes, suffisamment intenses pour stimuler le myocarde.

Cette multiplicité d'effets amène à éviter de placer un patient porteur d'un stimulateur dans l'enceinte d'une IRM.

Il n'y a par contre pas de risque de déplacement de l'appareil qui est dans un boîtier en métal non magnétique.

Cependant en cas de nécessité absolue, l'examen peut être fait, avec certaines précautions. On a pu constater l'absence d'interaction significative lorsque le thorax n'était pas placé dans le champ magnétique. On a montré que des intensités de 0,5 tesla n'ont que des effets transitoires, et qu'en programmant l'appareil en mode asynchrone on n'observait pas d'anomalies de stimulation pendant l'examen. Les seuils de stimulation et de détection, l'impédance des sondes ne sont pas modifiés. Le courant et l'impédance de la batterie peuvent légèrement se modifier, transitoirement. On pourrait alors soit arrêter par programmation le stimulateur pendant l'examen pour un patient non dépendant, pour éviter le passage en mode asynchrone, soit reprogrammer l'appareil en mode asynchrone plus rapide que le rythme spontané pendant l'examen. Cela ne doit se faire qu'avec une surveillance médicale constante et en monitorant le rythme cardiaque, par exemple avec moniteur compatible avec l'IRM.

## **Abstract**

Pacemakers are insensitive by construction to magnetic fields lower than 0,1 Tesla. The nuclear magnetic resonance uses powerful fields from 0,5 to 2 Tesla which can interfere with the pacemaker by several mechanisms:

- the activation of the magnetic flexible leaf switch can put the pacemaker into an asynchronous mode, and sometimes block it in this position. In the absence of activation of this switch, one can observe inhibitions of stimulation.
- the parameters of programming can be modified
- Finally the magnetic field could generate pulses in the loops made up by the probes, sufficiently intense to stimulate the myocardium.

This multiplicity of effects brings to avoid placing a patient with a pacemaker in the enclosure of a NMR apparatus.

There is on the other hand no risk of moving of the apparatus which is in a nonmagnetic metal case.

However in the event of peremptory necessity, the examination can be made, with some care. One could note the absence of significant interaction when the thorax was not placed in the magnetic field. It was also shown that intensities of 0,5 Tesla have only transitory effects, and that by programming the pacemaker into an asynchronous mode one did not observe anomalies of stimulation during the examination. The thresholds of stimulation and detection, the impedance of probes are not modified. The current and the impedance of the battery can slightly change, transitorily. One could then either stop by programming the pacemaker during the examination for nondependent patient, to avoid switch-over into an asynchronous mode, or to reprogram the apparatus into an asynchronous mode faster than the spontaneous rate during the examination. That should be done only with a constant medical supervision and by monitoring the rate of heartbeat, for example with monitor compatible with the NMR.

## **ASPECTS NORMATIFS DES SOURCES**

**Noël BURAI<sup>\*</sup> - Jean-Yves GASPARD<sup>\*\*</sup>**

**(\*) CEGELY – Ecole Centrale de Lyon, 69134 Ecully Cedex, France**

**(\*\*) MAGTECH – 64 Chemin des Mouilles, 69130 Ecully, France**

### **Résumé**

Le développement des sources électromagnétiques tant domestiques que professionnelles fait de l'étude de l'exposition humaine à ces champs un sujet d'actualité. Cette problématique « champs électromagnétique et santé » porte sur les éventuels effets dits "biologiques" ainsi que sur les possibilités de perturbations apportées au fonctionnement des implants médicaux. Bien que de nombreuses études n'aient toujours pas permis de conclure sur les effets à long terme, la normalisation internationale est en marche et pourrait à l'avenir rendre très difficile l'utilisation de l'électricité telle qu'elle existe actuellement. La modélisation des phénomènes dans le corps humain peut contribuer à une meilleure connaissance des interactions champ-homme ainsi qu'à l'élaboration de normes plus réalistes.

### **Abstract**

The human body is more and more exposed to the electromagnetic phenomena generated by all domestic and professional electric appliances. This problem "EMF and health" is devoted to the possible effects known as "biological" and the possibilities of disturbances of the medical implants. Although many studies still did not give conclusions on these long-term effects, international standardisation is in progress and could lead to a difficult use of electricity such that it currently exists. The modelling of the phenomena in the human body can contribute to a better knowledge of the interactions field-man and to the development of more realistic standards.

# **Dispositifs médicaux implantables & compatibilité électromagnétique**

**Philippe ANDRIVET, *Ingénieur, Docteur es Science.***  
**Expert AFSSAPS & Commission UTE UF62**  
**Directeur Scientifique – Société MEDTRONIC France**

## **Résumé**

L'association au vieillissement de la population des derniers progrès de la médecine et des technologies sont à l'origine du développement important du nombre de patients porteurs de dispositifs médicaux implantables actifs. Ces derniers doivent faire face au développement lui aussi important des sources émettrices d'ondes électromagnétiques afin de pouvoir cohabiter sans risque : c'est à ces fins que les normes relatives à cette compatibilité électromagnétique sont élaborées par les experts et mises en oeuvre par les constructeurs.

## **Abstract**

Continuing progress in medicine has led to a corresponding population growth among the elderly population resulting in an increase in the number of patients with active implanted medical devices. At the same time, there continues to be a proliferation of electromagnetic wave sources within our technological environment. The coexistence of implanted active medical devices and environmental electromagnetic waves requires particular attention in order to avoid electromagnetic interference. For this reason, experts are more and more involved in writing specific manufacturing standards.