

## Risque lié à l'exposition aux champs électromagnétiques des travailleurs porteurs de dispositifs médicaux implantables actifs (implants cardiovasculaires)

Association Scientifique Flamande de la Médecine du Travail  
Avis scientifique du groupe de travail  
Coordinateur : Dr. Maurits De Ridder, UGent  
10 juin 2016

### Question

En tant qu'employeur, que dois-je faire face à un travailleur nouvellement porteur d'un pacemaker qui est exposé aux champs électromagnétiques sur son lieu de travail ? Comment puis-je m'assurer qu'il peut reprendre son travail ?

### Réponse

Comme dans de nombreuses autres situations, il est nécessaire de collecter des informations et de mettre en place une évaluation spécifique des risques. Généralement, cette analyse confirmera que le travailleur peut reprendre son travail. Si le travail ne peut pas être repris, l'analyse devra déterminer quelles tâches ne peuvent être réalisées et/ou quelles sont les restrictions (par exemple interdiction de pénétrer dans une zone spécifique). L'approche est discutée ci-dessous. Commençons par une étude de cas<sup>1</sup>.

### Etude de cas

M. P., la cinquantaine, est technicien de maintenance dans quatre unités de production hydroélectriques. Il bénéficie d'un défibrillateur automatique implantable (DAI) de marque Medtronic (modèle Marquis™) et il veut reprendre le travail. Son exposition professionnelle la plus élevée est rencontrée à proximité d'un poste 63 kV. Les mesures ont montré que l'intensité du champ électrique était toujours inférieure à 3 kV/m. Cette valeur est inférieure à la limite du grand public (5 kV/m). L'intensité du champ magnétique la plus élevée au niveau du DAI a été mesurée contre les câbles (650 µT). Cette valeur est supérieure à la limite du grand public (100 µT) et inférieure au niveau d'action pour les travailleurs (1000 µT).

Une évaluation du risque clinique du lieu de travail a été effectuée conformément à la procédure prévue dans la norme EN 50527. Aucun dysfonctionnement n'a été enregistré pour cet implant en mode bipolaire. L'interrogation finale de l'implant par télémétrie a permis de vérifier qu'aucun événement capable de leurrer les systèmes de détection n'avait été enregistré. L'analyse de ce poste de travail pour cet employé a démontré l'absence de risque de dysfonctionnement du DAI. Suite à cette étude personnalisée, l'agent a été déclaré apte et a pu reprendre son poste dans les usines hydroélectriques. Depuis, et avec un recul de quatre ans, aucun incident n'a été rapporté.

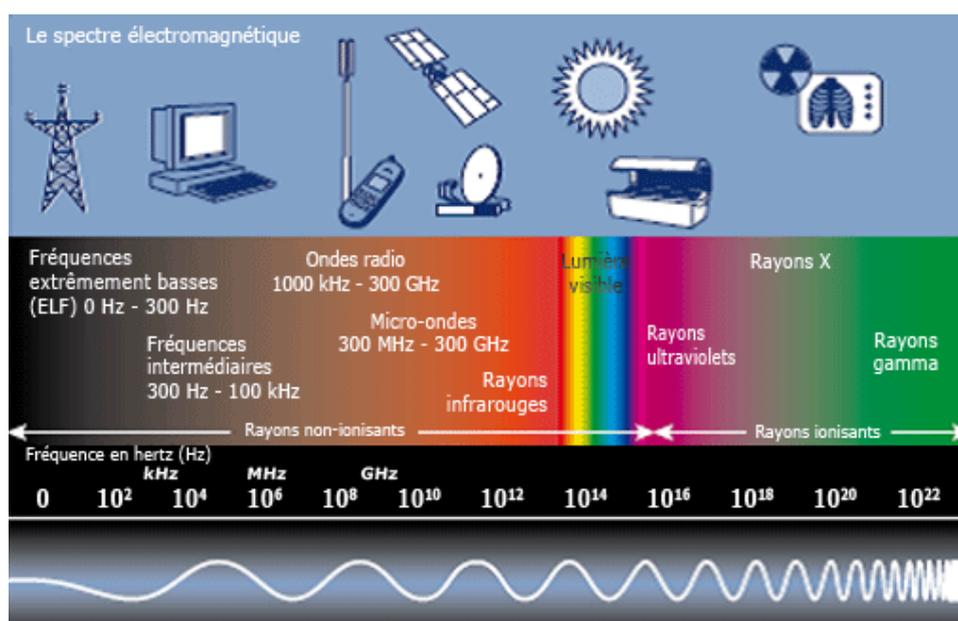
<sup>1</sup> D'autres études de cas sont discutées en fin de document.

## Avis scientifique

**Les champs électromagnétiques (CEM)** sont divisés en champs statiques, extrêmement basses fréquences (EBF 0-300 Hz), fréquences intermédiaires (300 Hz - 100 kHz) et fréquences radio (100 kHz - 100 GHz).

Dans notre environnement, chacun est en permanence exposé à différentes fréquences du spectre électromagnétique. Les champs électriques et magnétiques 50 Hz sont présents partout où il y a consommation d'électricité (logements, bureaux, commerces). Les fréquences intermédiaires sont utilisées entre autres dans la prévention du vol dans les magasins et bibliothèques. Enfin, si notre GSM fonctionne, si nous pouvons écouter la radio... c'est parce que des champs de la gamme des radiofréquences transmettent les informations.

Les niveaux d'exposition varient d'un endroit à l'autre et aussi dans le temps. A proximité immédiate de sources puissantes, les niveaux de champs peuvent être élevés.



Source : SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement

La protection du public fait l'objet de la Recommandation européenne 1999/519/CE relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) (1). Les normes des travailleurs (niveaux de référence et valeurs déclenchant l'action) sont reprises dans l'Arrêté Royal de 20 mai 2016 relatif à la protection de la santé et la sécurité des travailleurs contre les risques liés aux champs électromagnétiques sur le lieu de travail (Code sur le bien-être au travail) (2).

Les normes d'exposition des travailleurs ne protègent pas des interférences avec les pacemakers. Pour en tenir compte, l'Arrêté Royal de 20 mai 2016 a prévu les mesures à prendre pour les travailleurs porteurs de dispositifs médicaux implantables actifs sur base d'une évaluation individuelle des risques.

**Les dispositifs électroniques cardiovasculaires comme les stimulateurs cardiaques (pacemaker) et les défibrillateurs automatiques implantables (DAI)** sont depuis longtemps implantés chez les personnes souffrant de problèmes cardiaques. Les indications de ces dispositifs sont de plus en plus larges. Ces dispositifs sont également prescrits chez des personnes qui sont toujours professionnellement actives. Environ 10% des pacemakers cardiaques et 25% des DAI sont implantés chez des personnes de moins de 60 ans. Le nombre de travailleurs portant un pacemaker est en augmentation constante.

Comme les implants cardio-vasculaires sont des dispositifs électroniques, ils sont sensibles aux **interférences électromagnétiques (EMI)**. Il s'agit de perturbations du fonctionnement normal par un champ électromagnétique (CEM) généré par tout autre dispositif électronique ou électrique. En conséquence, le rythme cardiaque peut être perturbé. Une tachycardie ou une bradycardie (éventuellement avec syncope ou pré-syncope) peut survenir. Dans de rares cas, des effets négatifs graves peuvent se produire, allant jusqu'à l'arrêt du pacemaker ou à une décharge indésirable du DAI. Les fabricants prennent de nombreuses précautions afin d'éviter les EMI. A mesure que la technologie évolue, la sensibilité aux interférences diminue. Mais dans certaines situations, la proximité directe d'une source de champs élevés peut entraîner une interférence.

La **probabilité d'interférence** dépend des caractéristiques du dispositif médical implanté (type, conception, matériaux, blindage, programmation, caractéristiques du filtre, polarité du câble d'électrode, sensibilité de détection, site d'implantation), et des propriétés du champ électromagnétique ambiant (3).

Des **champs magnétiques statiques élevés** peuvent entraîner un déplacement et une rotation du matériel ferromagnétique. En conséquence, le tissu près duquel l'implant est placé (sous cutané, muscles) peut être endommagé.

Les **champs magnétiques de basses fréquences** peuvent induire un courant dans un matériau conducteur comme par exemple les fils de l'implant. Ce courant peut entraîner des perturbations du circuit électronique ou du système de détection rendant le dispositif temporairement indisponible. Les champs magnétiques jusqu'à environ 10 kHz peuvent générer une tension dans le circuit électrique entraînant un dysfonctionnement du dispositif, voire même des dommages aux composants électroniques. D'autres effets possibles sont la stimulation directe du muscle cardiaque et, dans le cas d'une boucle fermée, un échauffement des conducteurs pouvant entraîner des brûlures internes.

Si le travailleur est exposé à des **champs de radiofréquences**, les fils peuvent agir comme des antennes dans lesquelles les champs induisent une tension et donc interférer avec les capacités de détection du dispositif. Les champs de radiofréquences peuvent aussi entraîner l'échauffement des tissus, voire des brûlures internes par chauffage par induction de l'implant. Au-delà de 3 GHz les interférences ne sont pas possibles si la valeur limite d'exposition est satisfaite.

Des sources d'EMI peuvent être rencontrées dans la vie quotidienne (par exemple détecteurs de métaux, portiques antivols, aimants), les hôpitaux (par exemple IRM, électrochirurgie) et dans le milieu de travail.

Selon l'Arrêté Royal de du 20 mai 2016 relatif à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés aux champs électromagnétiques sur le lieu de travail (2), une évaluation individuelle du risque doit être réalisée afin de déterminer si des interférences sont possibles. Si tel est le cas, des mesures devront être prises afin de les éviter. L'analyse de risque et les mesures préventives prises doivent être correctement documentées et conservées sous une forme traçable appropriée.

Le travailleur concerné doit être correctement informé.

Lorsque les travailleurs porteurs d'un stimulateur cardiaque ou d'un DAI sont exposés pendant leur travail à des champs électromagnétiques inférieurs aux niveaux de référence de la Recommandation européenne du grand public (1), le risque d'EMI se présente seulement dans des cas très exceptionnels.

Dans l'environnement de travail, il est rare que l'intensité des champs électromagnétiques nécessite l'arrêt du travail presté par le travailleur avant l'implant du pacemaker ou du DAI. Cependant, il existe un certain nombre de situations **où le risque d'EMI est réel** et où l'analyse individuelle du risque devra être menée. Par exemple (4) :

### Communications sans fil

- Téléphones sans fil (y compris stations de base pour téléphones sans fil DECT) — utilisation
- Téléphones mobiles — utilisation
- Dispositifs de communication sans fil (par exemple, Wi-Fi ou Bluetooth), y compris les points d'accès WLAN — utilisation

### Bureau

- Équipements audiovisuels contenant des émetteurs de radiofréquences

### Infrastructure (bâtiments et terrains)

- Antennes de station de base, à l'intérieur de la zone d'exclusion désignée par l'opérateur
- Outils de jardin (électriques) — utilisation
- Matériel d'éclairage, commandé par radiofréquence ou micro-ondes

### Sécurité

- Systèmes de surveillance d'articles et RFID (identification par radiofréquences)
- Effaceurs de bandes ou de disques durs
- Détecteurs de métaux

### Alimentation électrique

- Circuit électrique dont les conducteurs sont proches les uns des autres et portant un courant net supérieur à 100 A — y compris câblage, dispositifs de commutation, transformateurs, etc. — exposition aux champs magnétiques
- Circuits électriques au sein d'une installation avec un courant de phase nominal supérieur à 100 A pour le circuit individuel — y compris câblage, dispositifs de commutation, transformateurs, etc. — exposition aux champs magnétiques
- Installations électriques avec un courant de phase nominal supérieur à 100 A — y compris câblage, dispositifs de commutation, transformateurs, etc. — exposition aux champs magnétiques
- Générateurs et générateurs de secours — travail sur les générateurs
- Inverseurs, y compris sur les systèmes photovoltaïques
- Conducteur nu aérien d'une tension nominale supérieure à 100 kV, ou ligne aérienne d'une tension supérieure à 150 kV (1), audessus du lieu de travail — exposition aux champs électriques
- Éoliennes — travail sur éoliennes

### Industrie légère

- Procédés de soudage à l'arc manuel (y compris soudage MIG, MAG, TIG), dans le respect des bonnes pratiques et sans porter le câble sur le corps
- Chargeurs de batteries industriels
- Chargeurs de batteries — gros chargeurs professionnels
- Équipement de traitement par effet de couronne
- Chauffage diélectrique
- Soudage diélectrique
- Équipement de peinture électrostatique
- Fours à résistance chauffante
- Pistolets à colle — utilisation
- Canons à chaleur — utilisation
- Chauffage par induction

- Systèmes de chauffage par induction automatisés, détection des défaillances et réparation nécessitant de s'approcher très près de la source de CEM
- Équipement de scellage par induction
- Soudure par induction
- Machines-outils (par exemple, foreuses sur pieds, broyeurs, tours, fraiseuses, scies)
- Inspection par particules magnétiques (détection de fissures)
- Magnétiseurs/Démagnétiseurs industriels (y compris effaceurs de bandes)
- Chauffage et séchage par micro-ondes, dans l'industrie du bois (séchage, mise en forme, collage du bois)
- Dispositif au plasma RF, y compris dépôt par le vide et pulvérisation
- Outils électriques, à main et portatifs (par exemple, foreuses, ponceuses, scies circulaires et meuleuses d'angle) — utilisation
- Systèmes de soudage automatisés, détection des défaillances et réparation et formation nécessitant de s'approcher très près de la source de CEM
- Soudage, résistance manuelle (soudage par points, soudage au galet)

#### Industrie lourde

- Électrolyse industrielle
- Fours, fusion à l'arc
- Fours, fusion par induction (fours de plus petite taille), possèdent normalement des champs accessibles plus élevés que les fours de plus grande taille

#### Construction

- Matériel de construction (par exemple, bétonnières, vibreurs, grues, etc.) — travail à proximité étroite
- Séchage par micro-ondes dans le secteur de la construction

#### Médical

- Équipement médical utilisant des CEM à des fins de diagnostic et de traitement (par exemple, diathermie à ondes courtes, stimulation magnétique transcrânienne)

#### Transports

- Véhicules et installations à moteur — travail à proximité du démarreur, de l'alternateur, de systèmes d'allumage
- Radars pour le contrôle du trafic aérien, l'armée, radars météo et longue portée
- Trains et trams à propulsion électrique

#### Divers

- Chargeurs de batteries, couplage inductif ou de proximité
- Systèmes et dispositifs de radiodiffusion (radio et télévision : LF, MF, HF, VHF, UHF)
- Équipements produisant des champs magnétiques statiques de plus de 0,5 millitesla, que ce soit par l'électricité ou par des aimants permanents (par exemple, mandrins, tables et transporteurs magnétiques, aimants de levage, ancrages, plaques signalétiques et badges magnétiques)
- Écouteurs produisant des champs magnétiques puissants
- Équipement de cuisine par induction, professionnel
- Radios bidirectionnelles (par exemple, walkie-talkie, radios de véhicules)
- Émetteurs alimentés par batteries

Le but de l'analyse individuelle (et des mesures éventuelles) est de permettre une reprise sereine du travail (avec des restrictions éventuelles : interdiction de pénétrer dans une zone spécifique).

## L'analyse individuelle du risque pour les travailleurs avec pacemaker ou DAI comporte les étapes suivantes :

### Étape 1 : Détermination des sources de CEM et de l'exposition maximale du travailleur

L'évaluation globale des risques liés aux CEM sur le lieu de travail peut donner une première idée de l'exposition du travailleur concerné. Conformément à la législation (2), l'employeur doit faire une évaluation de tous les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs suite à leur exposition aux CEM sur le lieu de travail. Il doit déterminer les sources de CEM et évaluer l'exposition sur base d'un guide des bonnes pratiques (Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en oeuvre de la directive 2013/35/UE Champs électromagnétiques - Volume 1 : Guide pratique, publié le 11/11/2015 par la Commission Européenne) (4) ou de bases de données. Si nécessaire, les niveaux de CEM auxquels les travailleurs sont exposés seront mesurés ou calculés. Cette analyse des risques doit être documentée.

Sur base de cette analyse des risques, la conclusion quant à l'absence de risque d'interférence peut s'appuyer sur la liste des lieux de travail conformes et sur les données de mesures.

Le tableau 1 de la norme NBN EN 50527-1 (5) et le tableau A.1 de la norme NBN EN 50527-2-1 (6) reprennent une liste des principaux équipements et matériels qui ne présentent aucun risque d'interférence électromagnétique avec les stimulateurs cardiaques. Dans le tableau 3.2 du Guide non contraignant de bonnes pratiques de la Commission européenne (4), on trouve une liste des activités, des équipements et des lieux de travail typiques, pour lesquelles une évaluation spécifique n'est pas requise. Si tous les équipements d'une société sont répertoriés dans ces listes et qu'aucun avertissement particulier n'a été signalé par le cardiologue (par exemple une sensibilité accrue du stimulateur cardiaque), on peut conclure à l'absence de risque.

En présence d'un équipement non répertorié, une évaluation des risques telle que décrite dans l'étape 2 devra être menée. Dans ce cas, il sera nécessaire d'obtenir des données d'exposition. Si l'analyse globale des risques montre que l'exposition ne dépasse jamais 0,5 mT pour le champ magnétique statique ou les niveaux de référence du grand public pour les autres fréquences (1), on peut conclure à l'absence de risque d'interférences électromagnétiques (si aucun avertissement quant à une augmentation de la sensibilité n'a été donné par le cardiologue). Des études de provocation récentes (7,8) ont démontré que les stimulateurs cardiaques et les défibrillateurs ne sont pas perturbés dans ces limites.

Dans les situations où les niveaux de référence du grand public risquent d'être dépassés, il s'agit d'obtenir les données nécessaires à l'étape 2. Il faut savoir pour quelle(s) fréquence(s) le dépassement est possible et quelles seraient les valeurs maximales d'exposition.

Si nécessaire, des mesures supplémentaires seront réalisées afin d'obtenir une image correcte de l'exposition du travailleur. Ces mesures doivent être réalisées à hauteur de la poitrine et les valeurs les plus élevées doivent être recherchées aux endroits où le travailleur est présent, ou pourrait l'être (pire situation). Ces données sont nécessaires pour compléter l'étape 2.

## Étape 2 : Détermination de l'immunité aux interférences électromagnétiques de l'implant

Lors de la mise sur le marché des stimulateurs cardiaques et défibrillateurs, les fabricants doivent faire passer des tests à leurs appareils afin de démontrer qu'ils répondent à la norme NBN EN 44 502 (9). Le fabricant a donc de nombreuses données sur les probabilités d'EMI. Le médecin du travail doit demander au cardiologue qui a placé le dispositif les informations qui lui permettront d'estimer le risque (comme la polarité des fils des électrodes, le mode de fonctionnement, la sensibilité programmée). Certaines informations sont disponibles dans le carnet du porteur de pacemaker. Les seuils d'immunité aux CEM à des fréquences spécifiques devraient être connus par le service technique du fabricant.

Si, sur base de la comparaison entre l'exposition maximale au travail (étape 1) et les valeurs de seuil d'immunité du stimulateur cardiaque ou du DAI, le médecin du travail ou le cardiologue peut garantir l'absence de risque d'interférences, le travailleur pourra reprendre le travail sans mesure supplémentaire.

Si l'absence de risque ne peut être garantie, l'évaluation individuelle du risque devra être affinée par des tests supplémentaires sur le lieu de travail.

## Étape 3 : Evaluation clinique des EMI sur le lieu de travail avec monitoring ECG et télémétrie

Si le risque éventuel d'EMI ne peut être écarté, des tests, tels que décrit dans la norme NBN EN 50 527 (5, 6) et par Souques et al (10), seront réalisés sur le lieu de travail. Les tests seront autorisés seulement si aucun dommage grave ne pourra être causé par les EMI au porteur du pacemaker, et avec son consentement. Des spécialistes (cardiologue et expert du fabricant) et des équipements permettant de déterminer en direct, sans fil et avec précision le rythme cardiaque (surveillance en temps réel des événements par télémétrie) sont requis sur le lieu de travail. Un défibrillateur externe doit également être disponible. La présence d'un expert qui a une bonne connaissance des intensités des CEM présents dans la société et qui peut effectuer des mesures de l'intensité des CEM au niveau du travailleur est également requise.

L'évaluation commence par les locaux où le champ magnétique est le moins important pour terminer dans ceux où il est le plus intense, sous surveillance continue du rythme cardiaque. Lorsque des interférences sont détectées, le travailleur doit retourner vers des zones où les champs sont moins intenses. Par la suite, les données stockées dans le dispositif permettront un contrôle supplémentaire. De cette manière, une zone de risque immédiat est délimitée. Un facteur de sécurité supplémentaire sera appliqué sur cette base afin de déterminer la zone interdite au porteur du pacemaker.

Si le cardiologue estime que cette procédure n'est pas acceptable, il ou elle devra proposer un test alternatif équivalent.

## Étape 4 : Répétition de l'analyse des risques

Les résultats de l'analyse des risques doivent être tenus à jour. En cas de changement dans la situation professionnelle, la question de la présence d'un risque devra être reposée. L'analyse devra être refaite lors de :

- changement des paramètres du pacemaker ou du DAI et lors du placement d'un nouveau dispositif ;
- augmentation de l'exposition ;
- suspicion d'interférences.

## Tests de provocation en laboratoire

Pour évaluer le risque d'interférence d'un pacemaker ou DAI en présence de champs électriques et magnétiques 50 Hz, des tests de provocation peuvent être réalisés en laboratoire. Le porteur du pacemaker est exposé, dans un environnement contrôlé, et en présence d'un ingénieur et d'un cardiologue, à des champs électriques et magnétiques 50 Hz d'intensités croissantes générés par une bobine de Helmholtz. Pendant le test, l'ECG et le fonctionnement du pacemaker sont enregistrés en continu. L'analyse est menée en se basant sur le pire scénario d'exposition (couplage maximal avec le corps) et les intensités maximales générées sont égales à 2,5 mT pour le champ magnétique et 30 kV/m pour le champ électrique. Les valeurs sont plus élevées que celles retenues dans l'Arrêté Royal de du 20 mai 2016 relatif à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés aux champs électromagnétiques sur le lieu de travail (2) pour les travailleurs (1 mT et 10 kV/m). De cette manière, on détermine le seuil d'interférence le plus bas.

Ces tests de provocation sont réalisés au "Research Center for Bioelectromagnetic Interaction" à Aix-la-Chapelle en Allemagne (7,8). De leur base de données (voir le tableau 1), on peut voir que lors d'une exposition aux valeurs déclenchant l'action (VA) basses (1 mT et 10 kV / m - les limites d'exposition qui ne peuvent pas, en principe, être dépassées sur le lieu de travail sans mesures de prévention) et à la sensibilité nominale du dispositif, 92% des pacemakers et 95% des DAI ne présentent aucune interférence.

Tableau 1 - Proportion d'implants perturbés

|                             | 2,5 mT et 30 kV/m |           | 1 mT et 10 kV/m |           |
|-----------------------------|-------------------|-----------|-----------------|-----------|
|                             | DAI               | Pacemaker | DAI             | Pacemaker |
| <b>Sensibilité maximale</b> | 41%               | 73%       | 6%              | 48%       |
| <b>Sensibilité nominale</b> | 19%               | 36%       | 5%              | 8%        |

La majorité des travailleurs peut donc reprendre son travail sans restriction. Les tests ont également révélé qu'aucune interférence ne se produit sous les limites d'exposition du grand public.

## Systèmes d'alerte

On peut trouver dans le commerce divers dispositifs qui émettent un avertissement sonore ou visuel lorsque des champs électromagnétiques susceptibles de provoquer des interférences sont présents. Ils sont destinés à aider les porteurs d'un pacemaker ou d'un DAI à éviter les zones à risque.

Par conséquent, ces dispositifs doivent mesurer en permanence l'ensemble du spectre électromagnétique (de 0 à 3 GHz). Il est peu vraisemblable que ces mesures complexes soient suffisamment précises et correctement réalisées (11). Etant donné que l'immunité des dispositifs peut varier considérablement selon le modèle (pacemakers en mode unipolaire ou bipolaire, DAI), il est à prévoir que, dans beaucoup de cas, l'avertissement retentira trop tôt, informant incorrectement les travailleurs.

## Seuils d'immunité connus

On peut trouver dans la littérature plusieurs études qui ont examiné les interférences entre les dispositifs implantables et différents appareils et installations. En pratique, la distance entre le pacemaker et la source de champ électromagnétique est le facteur déterminant dans la survenue ou non d'une interférence. Des distances de sécurité peuvent donc parfois être proposées. L'immunité des pacemakers et DAI s'étant améliorée au cours du temps, les résultats de certaines études pourraient ne plus être pertinents.

Quelques exemples :

Les extrêmement basses fréquences (50 Hz) ne perturbent normalement pas les pacemakers si l'exposition est inférieure aux niveaux de référence du grand public (100  $\mu$ T et 5 kV/m (1)). Sous les lignes à haute tension et à proximité des cabines, il peut y avoir un risque dans des cas très exceptionnels (400 kV, configuration unipolaire, mode sensible).

Les Wifi, les routeurs et les compteurs intelligents ne provoqueront généralement pas d'interférence, mais aux alentours des sources générant les champs les plus intenses, une distance de sécurité de 15 cm est suggérée. Les GSM ne comportent aucun risque à une distance de 15 cm du pacemaker. Dans les cuisines, le risque d'interférence est nul à une distance supérieure à 25 cm d'un four à induction.

Des interférences ont été signalées lors du passage sous les portiques de détection des métaux et antivol.

Pour les champs magnétiques statiques, l'Arrêté Royal de 20 mai 2016 relatif à la protection de la santé et la sécurité des travailleurs contre les risques liés aux champs électromagnétiques sur le lieu de travail (2) a spécifiquement prévu un niveau d'action de 0,5 mT pour les porteurs d'un DAI. Etant donné que les champs électriques statiques ne pénètrent pas dans le corps, ils n'entraînent pas de risque pour les implants.

## Etudes de cas

Description de l'analyse de risque de cinq travailleurs porteurs de DAI (repris et adapté de Souques et al. (10, 12) avec l'aimable autorisation du Dr Martine Souques, EDF, France).

### *Mr. P, 50 ans.*

Voir ci-dessus.

**Mr. B est pompier.** Depuis l'implantation de son DAI, le médecin du travail ne l'autorise plus à partir en mission sur le terrain. En effet, les véhicules utilisés par les pompiers ont des systèmes de télécommunication qui émettent des champs électromagnétiques dans la gamme des radiofréquences. Avec l'accord du cardiologue, une évaluation clinique du milieu de travail a été menée. Le fonctionnement du DAI a été testé avec les équipements de trois types de véhicules différents. Plusieurs sources ont été identifiées : des systèmes de communication fonctionnant dans la bande 380 - 400 MHz sous diverses puissances (2 W, 12 W et 24 W) et un groupe électrogène fournissant du courant 50 Hz. Un champ magnétique 50 Hz maximum de 5  $\mu$ T a été mesuré contre le groupe électrogène (valeur limite du public de 100  $\mu$ T). A l'intérieur du véhicule, le champ électrique mesuré dans la bande de fréquence 380 – 400 MHz était au maximum de 24 à 32 V/m au niveau du siège de la salle de transmission du véhicule avec trois émetteurs radio en émission à la puissance maximale (valeur limite du public de 28 V/m). Les valeurs étaient inférieures dans tous les autres endroits. Aucun dysfonctionnement n'a été enregistré au cours de la surveillance télémétrique réalisée en continu par le fabricant du DAI. Cependant, un pompier étant amené à intervenir partout, Mr. B pourrait rencontrer des niveaux de champs plus élevés dans certains milieux professionnels. Selon l'aire

d'intervention de ce pompier, il est nécessaire de recenser les industries susceptibles d'émettre de forts champs électromagnétiques pour affiner la décision prise par le médecin du travail.

**M. B., 29 ans**, est prestataire de service dans une centrale nucléaire où il est chargé de la maintenance des alarmes anti-incendie. Il bénéficie d'un DAI de la marque Saint-Jude. Il est préoccupé par les éventuels risques d'interférences. Le médecin du travail du site, en coordination avec le médecin du travail de l'entreprise sous-traitante, a proposé une étude de l'exposition aux champs magnétiques dans tout le périmètre de la centrale. Le cardiologue de M. B. n'étant pas d'accord pour exposer son patient à ces situations potentiellement dangereuses, la cartographie du champ magnétique du site a été réalisée avec un sujet témoin, non porteur d'implant, collègue de M. B., réalisant exactement les mêmes tâches. Le champ électrique est partout inférieur à 3 kV/m (en dessous de la limite du grand public). La plus haute valeur mesurée du champ magnétique était de 180  $\mu$ T. Cette étude a permis de délimiter une zone où le champ magnétique ne dépassait pas les valeurs rencontrées dans l'environnement habituel (une limite de 10  $\mu$ T a été choisie) et dans laquelle M. B. pouvait travailler sans problème. Une aptitude restreinte à cette zone a été donnée par le médecin du travail. Pour aller plus loin, il aurait été nécessaire de contrôler le DAI dans les zones où le champ était supérieur à 10  $\mu$ T. Cela n'a pas été réalisé car entre-temps M. B. a changé de lieu de travail.

**Mr. D, 33 ans** est porteur d'un DAI de marque Medtronic (modèle Maximo™). A l'occasion d'un changement de poste, il est amené à travailler dans un poste de transformation électrique 225 et 400 kV. Une journée de mesure a été organisée, en présence du travailleur, du médecin du travail et du fabricant. Le cardiologue qui devait être présent a eu un empêchement de dernière minute, mais le médecin du travail, apte à la réanimation cardiaque, a choisi de réaliser tout de même l'étude. L'exposition maximale mesurée a été de 12,2 kV/m et 76  $\mu$ T, sans perturbation du DAI. Suite à cette étude de risque particulier, l'agent a été déclaré apte.

**Mr. A** est chargé de relever les compteurs des clients industrielles d'un fournisseur d'électricité. Il a bénéficié d'un DAI à la suite d'un arrêt cardiaque. Dans un premier temps, le médecin du travail lui a donné une restriction d'aptitude : il ne devait pas s'approcher à moins de 50 cm des câbles électriques. Mais les postes étant des endroits exigus, il est de facto inapte à ce travail. Par conséquent, une évaluation individuelle des risques a été effectuée. Avec l'accord du cardiologue, les mesures ont été organisées. L'encadrement et le médecin du travail ont sélectionné cinq postes représentatifs de l'activité professionnelle en termes de charge en courant et du moment de la charge maximale. L'enregistrement des courants durant les trois semaines précédant les mesures a permis de confirmer que l'on était proche de la charge maximale le jour des mesures. Les valeurs moyennes de champs magnétiques allaient de 10 à 70  $\mu$ T au niveau du DAI, selon le poste. Des valeurs supérieures (jusque 840  $\mu$ T) ont été relevées au contact des conducteurs nus. La valeur la plus élevée relevée au niveau du boîtier du DAI était de 200  $\mu$ T lorsque Mr. A est allé le plus près possible de conducteurs BT (environ 70 A). A ce moment, la télémétrie a montré un léger bruitage du signal, mais ceci n'a pas été interprété comme un signal cardiaque. Aucun dysfonctionnement n'a été enregistré. De plus, le DAI de Mr. A est surveillé à distance par envoi au fabricant, chaque nuit, des événements enregistrés dans les 24h précédentes. Aucun dysfonctionnement n'a été signalé depuis son implantation. Dans ce cas, le médecin du travail a rendu sa décision en connaissance de cause et supprimé la restriction d'aptitude à 50 cm.

## Références

1. Recommandation du Conseil, du 12 juillet 1999, relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz). Journal officiel n° L 199 du 30/07/1999 p. 0059 - 0070.  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:31999H0519>
2. Arrêté Royal de 20 mai 2016 relatif à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés aux champs électromagnétiques sur le lieu de travail. Moniteur Belge du 10 juin 2016 p. 35273 – 92.
3. Beinart R, Nazarian S. Effects of external electrical and magnetic fields on pacemakers and defibrillators. *Circulation*. 2013;128:2799 - 809.
4. Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en oeuvre de la directive 2013/35/UE - « Champs électromagnétiques » - Volume 1 — Guide pratique (11/11/2015)  
<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=fr&pubId=7845&type=2&furtherPubs=yes>
5. NBN EN 50527 - 1. Procédure pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs porteurs de dispositifs médicaux implantables actifs aux champs électromagnétiques - Partie 1 : Généralités (janvier, 2010).  
<http://www.nbn.be/fr/catalogue/standard/nbn-en-50527-1>
6. NBN EN 50527 - 2 - 1. Procédure pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs porteurs de dispositifs médicaux implantables actifs aux champs électromagnétiques - Partie 2-1 : Spécification d'évaluation pour les travailleurs avec un simulateur cardiaque (août, 2011).  
<http://www.nbn.be/fr/catalogue/standard/nbn-en-50527-2-1>
7. Napp A, Stunder D, Maytin M, Kraus T, Marx N, Driessen S. Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? *European Heart Journal*, 2015;36(28):1798 - 804.
8. Napp A, Joosten S, Stunder D, Knackstedt C, Zink M, Bellmann B, Marx N, Schauerte P, Silny J. Electromagnetic interference with implantable cardioverter - defibrillators at power frequency: an in vivo study. *Circulation*. 2014;129(4):441 - 50.
9. NBN EN 44502. Dispositifs médicaux implantables actifs. Règles de sécurité.
10. Souques M, Magne I, Lambrozo J. Implantable cardioverter defibrillator and 50 - Hz electric and magnetic fields exposure in the workplace. *Int Arch Occup Environ Health* 2011; 84(1):1 - 6.
11. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetischer Felder. BGI/GUV - I 5111 (2012).  
<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-5111.pdf>.
12. Souques, M., Magne, I., Trigano, A., Frank, R., Héro, M., Schmitt, P., Nadi, M., Audran, F., Lambrozo, J. Implants cardiaques et exposition aux champs électromagnétiques 50 Hz en environnement professionnel. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 2008;69:547-552.