
Couplage et échauffements de sondes de dispositif médical induits par radiofréquence de l'IRM

Julie Kabil^{*1,2}, Alexia Missoffe^{1,2}, Pierre-André Vuissoz^{1,2}, Cédric Pasquier^{1,2,3}, and Jacques Felblinger^{†1,2,4,5}

¹Laboratoire IADI, Nancy – Inserm – Nancy, France

²Université de Lorraine, Nancy – Université de Lorraine – Nancy, France

³Healtis – Healtis – Nancy, France

⁴CIC-IT – Inserm : CIT1433 – Nancy, France

⁵CHU de Nancy – CHU Nancy – Nancy, France

Résumé

Titre : Couplage et échauffements de sondes de dispositif médical induits par radiofréquence de l'IRM

Auteurs :

J. Kabil (1,2), A. Missoffe (1,2), P.A. Vuissoz (1,2), C. Pasquier (1,2,3), J. Felblinger (1,2,4,5)

1 Université de Lorraine, Laboratoire IADI/Nancy/France

2 INSERM, U947/Nancy/France

3 Healtis/Nancy/France

4 INSERM, CIT-1433/Nancy/France

5 CHU Nancy/Nancy/France

Introduction : L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est de nos jours une technique incontournable en raison de son excellente résolution et de son caractère non irradiant. S'il existe aujourd'hui des dispositifs implantables actifs (tels que les pacemakers) compatibles avec l'IRM ne présentant pas d'échauffements locaux dangereux en interagissant avec la radiofréquence émise par l'imageur, les cas de dispositifs multiples, tels que deux sondes côte à côte, ont été étudiés [1,2] mais ne sont pas assez connus pour permettre à des patients implantés ainsi de passer un examen IRM. Le travail présenté ici se propose donc d'étudier par simulation et par expérience les effets de couplages entre deux sondes et les échauffements résultants.

Matériel et méthodes : Un fantôme ASTM [3] à l'intérieur d'une antenne radiofréquence de type *birdcage* a été modélisé dans le logiciel CST Microwave Studio (CST GmbH, Darmstadt, Allemagne). Deux câbles métalliques simples isolés et dénudés sur 5 mm à une extrémité

*Intervenant

†Auteur correspondant: j.felblinger@chru-nancy.fr

ont été insérés dans le fantôme, écartés de 2.5 mm. L'un des câbles était également isolé à l'extrémité supérieure (dit " capped "), tandis que l'autre était dénudé des deux côtés (" uncapped "). Une simulation électromagnétique a été réalisée et ses résultats ont été utilisés pour lancer une simulation thermique. A partir de cette dernière, les variations en température au cours du temps au niveau des extrémités des câbles ont été recueillies. Le même procédé a été répété pour chacun des câbles seuls. Des expériences correspondantes ont été faites avec une machine IRM 1.5T Signa HDx (GE Healthcare Technologies, Milwaukee, WI), un fantôme rempli de gel ASTM et des câbles fabriqués de manière à correspondre à la simulation. La séquence utilisée était une séquence FSE destinée à générer de forts échauffements mesurés via des sondes de température optiques.

Résultats : Les données obtenues mettent en évidence un couplage entre les deux câbles : en effet, il est observé en simulation et en expérience que l'échauffement du câble " capped " diminue de plus de la moitié en présence du câble " uncapped ". On observe également que quand les câbles sont seuls, le câble " capped " chauffe davantage que le câble " uncapped ", mais qu'une fois côte à côte le plus fort échauffement est au niveau de l'extrémité du câble " uncapped " (voir les courbes en annexe).

Conclusion : Cette étude met en évidence l'existence d'un couplage entre deux câbles, tel qu'il peut se produire dans le cas de deux sondes d'implants actifs dans le corps d'un patient. Ce couplage pourrait s'expliquer par un modèle théorique de deux antennes longilignes soumises à la radiofréquence, incluant une inductance et une capacité mutuelles entre les câbles. De plus, des expérimentations sur sondes d'implant de type pacemaker pourraient permettre de conclure sur la présence de ce phénomène dans des cas plus concrets. A terme, la compréhension de ce type d'interaction pourra permettre une évolution dans la conception des dispositifs, pour que chaque patient puisse passer un examen IRM en toute sécurité quelle que soit la nature de son ou ses implants.

Références :

Langman et al, J Magn Reson Imaging. 2011

Mattei et al, Magn Reson Med. 2015

ASTM F2182-11a, www.astm.org. 2011

Les auteurs remercient la Région Lorraine et FEDER pour le soutien financier.

Mots-Clés: IRM, sécurité, implant, simulation, radiofréquence