

Le transfert d'énergie à distance

Caractérisation des expositions induites par les futurs systèmes de transfert d'énergie sans fil

Maxim ZHADOBOV

Mots-clés : exposition, technologie, transfert énergie, mobilité, interaction, modélisation, corps humain

Les acteurs majeurs de l'industrie électronique investissent massivement dans le transfert d'énergie sans fil (WPT³⁴). Cette technologie est déjà déployée pour de petits appareils électroniques nomades comme des smartphones ou les brosses à dents électriques. Dans un futur proche, elle pourrait remplacer les fils d'alimentation de divers appareils électriques de manière à permettre une utilisation plus flexible (ex. télévision sans fil, appareils électroménagers). De même, elle permettrait la recharge de dispositifs implantés dans le corps. Il existe aussi des versions de dispositifs WPT mettant en jeu de fortes puissances, utilisables sur des véhicules électriques, qui pourraient être rechargés sans contact au garage voire alimentés par la chaussée. En résumé, de multiples appareils de notre quotidien pourraient exploiter cette technologie considérée comme le dernier chaînon manquant pour la « mobilité totale ».

Pour ces applications, les systèmes WPT sont constitués d'un émetteur de puissance et d'un récepteur. La puissance transmise peut être significative (de quelques watts à quelques kilowatts pour les véhicules). La question qui se pose est l'exposition aux champs électromagnétiques des personnes à proximité de ces systèmes WPT et les éventuels effets biologiques de ce champ. Or, pour cette bande de fréquences, la littérature scientifique sur les interactions onde-vivant est extrêmement restreinte, comparée à celle disponible pour les basses fréquences ou celles de la téléphonie mobile. Les limites d'exposition définies par l'ICNIRP³⁵ pour cette bande sont fixées à la fois en termes de débit d'absorption spécifique (DAS) et de densité de courant :

- Au-dessus de 100 kHz, les valeurs limites grand public sont de 0,08 W/kg pour le DAS corps entier ;
- Jusqu'à 10 MHz, une limite supplémentaire s'applique en termes de densité de courant (J) pour éviter des effets sur le système nerveux.

Reste à savoir comment se situent les futurs dispositifs WPT par rapport à ces valeurs limites. C'est un enjeu important, compte-tenu du déploiement massif envisagé pour ces systèmes, avec des niveaux de puissance relativement élevés. Or, actuellement, il n'existe qu'un faible nombre d'études dosimétriques dans la bande de fréquences comprise entre quelques MHz et quelques dizaines de MHz.

“ Dans un futur proche, le transfert d'énergie sans fil (WPT) pourrait remplacer les fils d'alimentation de divers appareils électriques de manière à permettre une « mobilité totale ».

Le projet de recherche : Expo-WPT

Le projet Expo-WPT a pour objectif principal la caractérisation numérique et expérimentale des expositions induites par les systèmes WPT émergents dans les environnements professionnels, personnels et domestiques.

IETR, UMR CNRS 6164, Équipe WAVES « Ondes Electromagnétiques en Milieux Complexes », Université Rennes 1

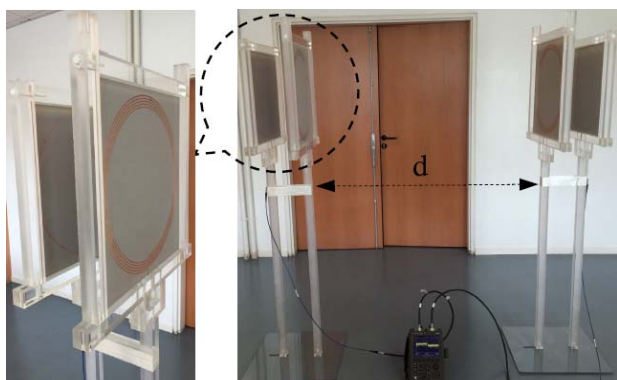
³⁴ De l'anglais, "Wireless Power Transfer" (transfert d'énergie sans fil).

³⁵ International Commission on Non-Ionizing Radiation protection : <http://www.icnirp.org/>

Méthodologie

Cette étude présente deux volets :

- Une étude de dosimétrie numérique afin de quantifier les niveaux d'exposition induits dans le corps humain pour des scénarios d'exposition typiques. Un code numérique permet de résoudre les équations de propagation du champ dans le corps. Une résolution spatiale de 2 mm a été choisie, qui apporte à la fois une précision acceptable et un temps de calcul raisonnable³⁶. Deux dispositifs WPT sont considérés : un système simple, qui consiste en une boucle de 15 cm, placé près de l'appareil à recharger et un système dit résonnant, qui peut être placé plus loin de l'appareil à recharger (un mètre). Dans la modélisation, le corps est placé dans différentes positions compatibles par exemple devant un mur dans lequel est intégrée une boucle d'un dispositif résonant.
- La mise au point d'un dispositif expérimental permettant de simuler les expositions. Il est composé d'une part, d'un ensemble de boucles de courant fonctionnant comme un système WPT résonant et d'autre part, d'une sphère simulant un corps. À terme, cette sphère sera remplacée par un mannequin plus réaliste rempli par un milieu simulant les propriétés électriques des tissus. Des sondes permettront de mesurer la température et le champ à l'intérieur du mannequin. À noter que ce dernier point nécessite des développements spécifiques, notamment pour trouver le matériau qui aurait les bonnes propriétés.



Système WPT développé et fabriqué pour le projet

Premiers résultats

Une analyse dosimétrique numérique a été réalisée pour identifier les grandeurs dosimétriques les plus « critiques » (c'est-à-dire celles qui se rapprochent le plus des valeurs limites pour un courant ou une puissance donnée). Aux fréquences voisines de 10 MHz les premiers résultats démontrent que, dans certains cas, la limite en termes de densité de courant peut être atteinte plus rapidement que pour le DAS.

Publications issues de ce projet

M. Koohestani, M. Zhadobov, M. Ettore. Design methodology of a printed WPT system for HF-band mid-range applications considering human safety regulations. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 65(1), pp. 270 – 279, Jan. 2017.

Les partenaires :

Maxim Zhadobov* (équipe WAVES), **Mauro Ettore**** (équipe BEAMS) et **Ronan Sauleau**

*Équipe « Electromagnetic waves in complex media » (WAVES)

**Équipe « BEam Antennas up to Mm and Sub-mm waves » (BEAMS)

IETR, UMR CNRS 6164

Yves Le Dréan et Yann Le Page

IRSET, Inserm U1085, Équipe « Transcription, Environnement et cancer » (TrEC), Université de Rennes 1

Durée : 39 mois

Financement : 189 k€

Contact : maxim.zhadobov@univ-rennes1.fr

³⁶ La durée typique d'une simulation avec ce degré de complexité est de quelques jours à quelques semaines.