

METHODE POUR CONVERTIR LES VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AUX CHAMPS ELECTRIQUE ET MAGNETIQUES 50 HZ EN VALEURS MESURABLES

Isabelle MAGNE¹, François DESCHAMPS²

1 – EDF R&D
Avenue des Renardières – Écuellen 77818 Moret-sur-Loing
isabelle.magne@edf.fr
2 - RTE
Paris La Défense

Introduction

La Directive Européenne 2013/35/UE [1], dont l'objectif est de prévenir les risques pour les travailleurs dus à l'exposition aux champs électromagnétiques, définit des valeurs limites d'exposition (VLE) qui ne sont pas mesurables. En effet, ces VLE, comme les lignes directrices de l'ICNIRP [2] sur lesquelles elles sont fondées, sont définies à l'intérieur du corps humain, et ne peuvent donc être vérifiées que par des calculs électromagnétiques complexes. La Directive définit également des valeurs déclenchant l'action (VA) qui sont mesurables, mais prévoit la possibilité que le travailleur soit exposé au-dessus de ces VA, à condition que les VLE soient respectées. Afin de pouvoir facilement vérifier la conformité des situations de travail à cette VLE, il est nécessaire de les convertir en valeurs mesurables.

Méthode

Un certain nombre d'études calculant les phénomènes induits par les champs électromagnétiques dans le corps humain ont été publiées depuis les années 1980. Une revue de la littérature a été menée, en sélectionnant tous les articles pouvant être utilisés dans le contexte des lignes directrices publiées par l'ICNIRP en 2010, et qui sont la base scientifique de la directive, c'est-à-dire les articles utilisant des modèles de corps humain anatomiquement réalistes et présentant des résultats en termes de champ électrique induit. Seules les situations d'exposition à des champs uniformes ont été considérées, afin de garantir une approche conservatrice [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. La comparaison des résultats des différents articles nous a permis d'évaluer les composantes d'incertitudes de ces calculs. Les valeurs mesurables correspondant aux VLE sont alors dérivées à partir d'un calcul de référence, et en ajoutant les incertitudes quantifiées.

Résultats

Les principaux paramètres d'influence sont la méthode de calcul, la taille du maillage utilisé pour ce calcul, la conductivité des tissus, la morphologie du corps humain et le post-traitement des résultats. Suivant la méthode proposée, la VLE relative aux effets sensoriels correspond, à 50 Hz, à un champ magnétique de 2 mT et à un champ électrique de 35 kV/m. La VLE relative aux effets sur la santé correspond, à 50 Hz, à un champ magnétique de 7 mT et à un champ électrique de 35 kV/m.

Conclusion

La méthode proposée est basée sur une revue de la littérature scientifique concernant les calculs de couplage entre corps humain et champ électrique ou magnétique 50 Hz, et couvre donc un large ensemble des paramètres d'influence de ces calculs. Elle permet de dériver à partir des VLE, de manière conservatrice, des valeurs de champ électrique ou magnétique mesurables au poste de travail. Ces valeurs plus facilement utilisables pour mettre en place des actions de prévention.

Références

1. Parlement européen and Conseil de l'Union européenne, Directive 2013/35/UE du Parlement Européen et du Conseil du 26 juin 2013 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) (vingtième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) et abrogeant la directive 2004/40/CE. Journal officiel de l'Union européenne, 2013(L 179): p. 21.
2. ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Phys*, 2010. 99(6): p. 818-36.
3. Dimbylow, P., Development of the female voxel phantom, NAOMI, and its application to calculations of induced current densities and electric fields from applied low frequency magnetic and electric fields. *Phys Med Biol*, 2005. 50(6): p. 1047-70.
4. Hirata, A., et al., An electric field induced in the retina and brain at threshold magnetic flux density causing magnetophosphenes. *Phys Med Biol*, 2011. 56(13): p. 4091-101.
5. Kavet, R., et al., Evaluation of biological effects, dosimetric models, and exposure assessment related to ELF electric- and magnetic-field guidelines. *Appl Occup Environ Hyg*, 2001. 16(12): p. 1118-38.
6. Caputa, K., et al., Modelling fields induced in humans by 50/60 Hz magnetic fields: reliability of the results and effects of model variations. *Phys Med Biol*, 2002. 47(8): p. 1391-8.
7. Findlay, R.P., Modelling of Induced Electric Fields & Current Densities in Models of a Human from Exposure to Magnetic and Electric Fields – Preliminary Study - Priority 1- SPFD Numerical Method & MAXWEL Phantom. 2013, EMFcomp.
8. Bakker, J.F., et al., Children and adults exposed to low-frequency magnetic fields at the ICNIRP reference levels: theoretical assessment of the induced electric fields. *Phys Med Biol*, 2012. 57(7): p. 1815-29.
9. Tarao, H., et al., Numerical evaluation of currents induced in a worker by ELF non-uniform electric fields in high voltage substations and comparison with experimental results. *Bioelectromagnetics*, 2013. 34(1): p. 61-73.
10. Hirata, A., et al., Effect of the averaging volume and algorithm on the in situ electric field for uniform electric- and magnetic-field exposures. *Phys Med Biol*, 2010. 55(9): p. N243-52.