

EXEMPLE D'EFFET BIOPHYSIQUE DIRECT DANS LE DOMAINE DES EXTRÊMEMENT BASSES FREQUENCES : LA PERCEPTION DE MAGNETOPHOSPHENES

**Alexandre LEGROS^{1,2,3,4}, Julien MODOLO^{1,2,3}, Daniel GOULET⁵,
Michel PLANTE⁵, Martine SOUQUES⁶, François DESCHAMPS⁷,
Geneviève OSTIGUY⁵, Jacques LAMBROZO⁶, Alex W. THOMAS^{1,2,3}**

¹Human Threshold Research Group, Lawson Health Research Institute, London (ON)
Canada

²Department of Medical Biophysics, Western University, London (ON) Canada

³Department of Medical Imaging, Western University, London (ON) Canada

⁴School of Kinesiology, Western University, London (ON) Canada

⁵Hydro-Québec, Montréal (Qc) Canada

⁶Service des Etudes Médicales, EDF, Paris, France

⁷Service Environnement Réseaux, RTE, Paris, France

INTRODUCTION

L'ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) et l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) publie des recommandations internationales sur l'exposition humaine aux champs magnétiques (CM) d'extrêmement basse fréquence (EBF, < 300 Hz [1,2]). En ce qui concerne l'exposition aux fréquences utilisées pour le transport d'électricité, ces recommandations sont basées sur des extrapolations d'un effet biophysique direct : le seuil de perception des magnétosphènes chez l'humain, tel que rapporté par Lövsund [3]. Ce seuil de perception est rapporté comme étant le plus bas à 20 Hz (se manifestant à des densités de flux magnétique de 5 à 10 mT), et comme augmentant avec la fréquence du stimulus [3,6] ; toutefois, à 60 Hz, ce seuil n'a pas encore été testé expérimentalement chez l'humain [4,5]. Le projet actuel vise à caractériser le seuil de perception des magnétosphènes, ainsi que les réponses électroencéphalographiques associées (EEG), chez l'humain exposé à des CM de 50 et 60 Hz entre 0 et 50 mT.

METHODOLOGIE

Deux groupes de volontaires sains (tailles de groupes prévues : n = 30 à 60 Hz et 30 à 50 Hz) sont testés dans deux conditions d'exposition locale (globe oculaire et cortex occipital), et une condition d'exposition globale de la tête. Chacune des deux fréquences testées est délivrée dans 11 conditions de densité de flux magnétique (de 0 à 50 mT, incréments de 5 mT, 5 s chacune). Les conditions de densité de flux magnétique sont chacune répétées 5 fois (ordre aléatoire, séparées par 5 s sans exposition). Les volontaires sont assis, les yeux fermés, dans une pièce obscure, et doivent signaler la perception de magnétosphènes en appuyant sur un bouton-poussoir, pendant que l'activité électrique du cerveau (EEG) est enregistrée. Un système EEG complet ('cap' EEG, câbles et amplificateurs ; Neuroscan-Compumedics, Australie) compatible avec l'utilisation en milieu IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) est utilisé pour enregistrer l'activité EEG pendant les périodes d'exposition au CM. Notre hypothèse est que la perception des magnétosphènes est associée avec une diminution de la puissance spectrale de l'EEG dans la bande alpha (8-12 Hz) dans le cortex visuel. Ce protocole est approuvé par le Health Sciences Research Ethics Board de l'Université de Western (HSREB #18882).

RESULTATS

Des résultats préliminaires indiquent une perception de magnétosphères très nette, comme indiqué par les données de déclenchement du bouton-poussoir, pour des expositions rétiniennes (Fig. 1, à gauche) et globale (Fig. 1, à droite) à 50 et 60 Hz, mais pas dans le cas de l'exposition occipitale. Le seuil de détection est compris entre 10 et 30 mT, en fonction de la condition d'exposition à 50/60 Hz (exposition locale ou globale). Il est intéressant de noter que le seuil de densité de flux magnétique est plus faible à 50 Hz qu'à 60 Hz (Fig. 1). L'analyse statistique des résultats de perception subjective et de l'EEG correspondants seront présentés lors de la conférence.

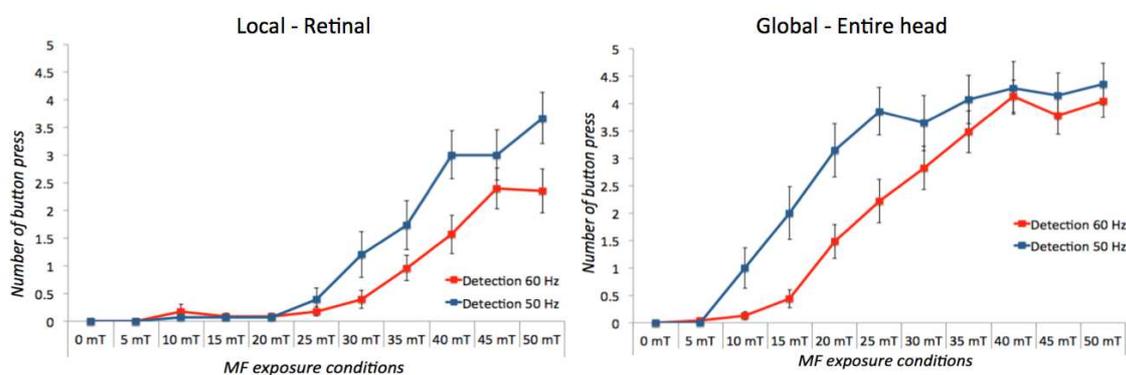


Figure 1: Figure de gauche (exposition locale) – Nombre moyen de déclenchements du bouton-poussoir dans le groupe exposé à 50 Hz (n=15) et dans le groupe exposé à 60 Hz (n=23) en fonction de la densité de flux magnétique. Figure de droite (exposition globale) - Nombre moyen de déclenchements du bouton-poussoir dans le groupe exposé à 50 Hz (n=15) et dans le groupe exposé à 60 Hz (n=23) en fonction de la densité de flux magnétique.

CONCLUSION

Les magnétosphères sont l'expression subjective, rapportée par les sujets, d'un effet biophysique direct, et l'EEG associé fournira une information objective en termes d'effets neurophysiologiques. Sur la base de nos résultats préliminaires, le seuil de détection semble se situer entre 10 et 15 mT à 50 Hz, et entre 25 et 30 mT à 60 Hz. Le fait que le seuil soit plus faible à 50 qu'à 60 Hz confirme une réponse différentielle en termes de fréquence, comme précédemment rapporté à des fréquences plus basses [3]. Les résultats EEG et ceux issus de l'exposition du cortex occipital seront présentés à la conférence. Ces résultats obtenus chez l'humain pendant exposition à des CM jusqu'à 50 mT fourniront des données solides pour les recommandations internationales d'exposition aux CM EBF, et offriront également des opportunités en termes de recherche plus appliquée.



REMERCIEMENTS

Ce travail est supporté par Hydro-Québec, Électricité de France, Réseau de Transport d'Électricité et les Instituts de Recherche en Santé du Canada.

REFERENCES

- [1] ICNIRP (2010). "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)." *Health Phys*, **99**(6): 818-836.
- [2] IEEE (2002). "C95.6 - IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields, 0-3 kHz." IEEE: New York.
- [3] Lovsund P., Oberg P.A., Nilsson S.E., Reuter T. (1980). "Magnetophosphenes: a quantitative analysis of thresholds." *Med Biol Eng Comput*, **18**(3): 326-334.
- [4] Kavet R., Bailey W.H., Bracken T.D. et al. (2008). "Recent advances in research relevant to electric and magnetic field exposure guidelines". *Bioelectromagnetics*, **29**(7):499-526.
- [5] Saunders R.D., Jefferys J.G. (2007). "A neurobiological basis for ELF guidelines." *Health Phys* **92**(6): 596-603.
- [6] Silny J. (1986). "The Influence of the Time-Varying Magnetic Field in the Human Organism." *Biological Effects of Static and Extremely Low Frequency Magnetic Fields*, Neuherberg, MMV Meizin Verlag München.