

L'EXPOSITION A UN CHAMP MAGNETIQUE DE 1000 μ T A 50 HZ PEUT-ELLE ETRE DETECTEE DANS LE TREMBLEMENT PHYSIOLOGIQUE HUMAIN ?

Legros Alexandre¹ et Beuter Anne²

¹ PhD, UPRES EA 2991, Laboratoire Efficience et Déficience Motrices
Université de Montpellier I - Neurochirurgie B
Hôpital Gui de Chauliac
80, rue Augustin Fliche
34295 Montpellier Cedex 5
Tel: 33 (0) 4 67 33 74 64 / 33 (0) 6 83 35 05 18 - Fax: 33 (0) 4 67 33 74 64
a.legros@univ-montp1.fr

² Professeur, Université Victor Segalen Bordeaux 2
Institut de Cognitique (Bât 2A)
146 Rue Léo Saignat
33076 Bordeaux Cedex
Tel: 33 5 57 57 17 00 - Fax: 33 5 57 57 46 07
beuter@scico.u-bordeaux2.fr

Introduction

L'évaluation des effets des champs magnétiques (CM) d'extrêmement basse fréquence (ELF, < 300 Hz) sur des paramètres neurophysiologiques humains tels que l'électroencéphalogramme (EEG) ou encore les potentiels évoqués cérébraux (Cook et al., 2004) est très difficile à réaliser durant l'exposition à cause de problèmes de contamination du signal. Aussi, certains auteurs ont contourné ce problème en évaluant indirectement ces effets, notamment grâce à l'analyse de variables comportementales telles que le temps de réaction (Podd et al., 1995 ; Whittington et al., 1996 ; Podd et al., 2002) ou la performance lors de la réalisation de tâches cognitives (Preece et al., 1998). D'autres auteurs se sont plutôt intéressés à l'évaluation de paramètres moteurs. En effet, Thomas et al., (2001) ont étudié les oscillations posturales de sujets humains durant l'exposition à un CM pulsé de 200 μ T. Ils ont montré que l'exposition avait pour conséquence une réduction des oscillations posturales dans le plan antéropostérieur. Le tremblement physiologique humain est un autre comportement moteur très sensible à de très petits changements physiologiques. Rapidement, il peut être défini comme un mouvement involontaire, irrégulier et continu d'une partie du corps. Il est admis que trois mécanismes principaux en sont à l'origine : la résonance mécanique du membre considéré, la boucle de rétroaction liée au réflexe d'étirement et un rôle de "pacemaker" joué par le système nerveux central. Dans cette perspective, le tremblement physiologique humain constitue un indicateur susceptible d'être sensible à l'exposition à un CM ELF de faible intensité. L'objectif principal de cette étude est de déterminer si un CM pouvant être rencontré par les travailleurs de sociétés d'électricité dans le cadre de leur travail (50 Hz, 1000 μ T) peut modifier les caractéristiques de leur tremblement physiologique.

Méthode

Vingt quatre hommes âgés entre 20 et 50 ans (37 ± 8) recrutés parmi le personnel de la société EDF ont complété l'expérimentation. Le système d'exposition a été développé par l'Institut de Recherche d'Hydro-Québec au Canada (Nguyen et al., 2004,) et génère un CM à 50 Hz de 1000 μ T centré au niveau de la tête des sujets (Figure 1a). Leurs tremblements postural (tremblement observé lors d'une tâche de maintien de la posture) et cinétique (tremblement observé lors d'une tâche de poursuite) ont été enregistrés à l'extrémité distale de l'index dominant grâce à un laser de la classe II (Micro laser sensor LM10, series ARN12, Matsushita Electronic Work, Ltd., Osaka, Japan) qui permettait l'échantillonnage des

données de déplacement vertical à 1000 Hz avec une résolution de 5 μm après filtrage des hautes fréquences (Figure 1b). Les sujets participaient à une session expérimentale unique comprenant quatre séquences de 14 minutes : (1) tremblement postural en condition d'exposition réelle, (2) tremblement postural en condition d'exposition sham (\approx placebo), (3) tremblement cinétique en condition d'exposition réelle, (4) tremblement cinétique en condition d'exposition sham (Figure 2). L'ordre des séquences était contrebalancé et la procédure était réalisée en double aveugle. Durant chaque séquence, le tremblement a été testé quatre fois en condition de CM "on" et quatre fois en condition de CM "off" (pendant les séquences sham, en condition "on" le CM n'était jamais présent). Douze indices évaluant les caractéristiques temporelles, fréquentielles et morphologiques du tremblement ont été calculés sur les séries temporelles obtenues. Deux rANOVAs ($p < .05$) ont été réalisées sur ces données.

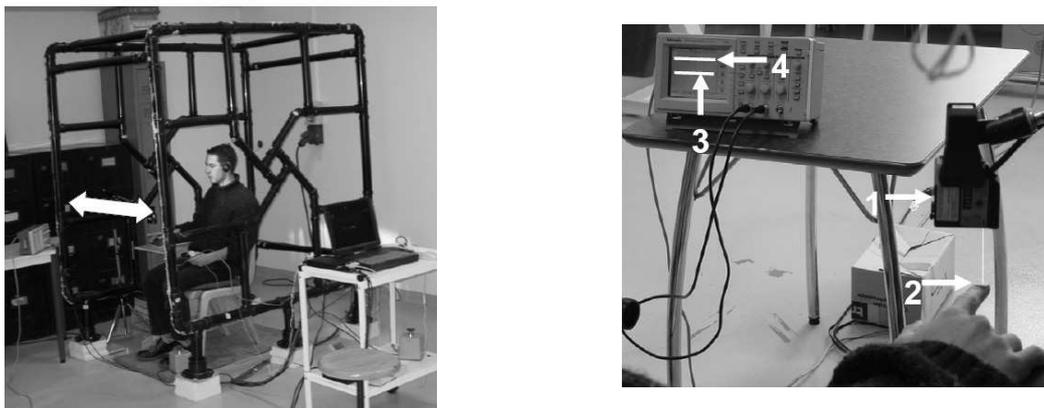


Figure 1 : a. Un sujet dans le dispositif expérimental. b. Le laser (1) pointe avec son faisceau une pastille de papier cartonné blanc ($<1\text{g}$) collé sur l'ongle de l'index (2). Sur un oscilloscope placé à environ 1 m devant les yeux du sujet, une ligne représente la position instantanée de l'index (3), et l'autre représente la ligne de référence utilisée lors de l'enregistrement du tremblement cinétique (4).

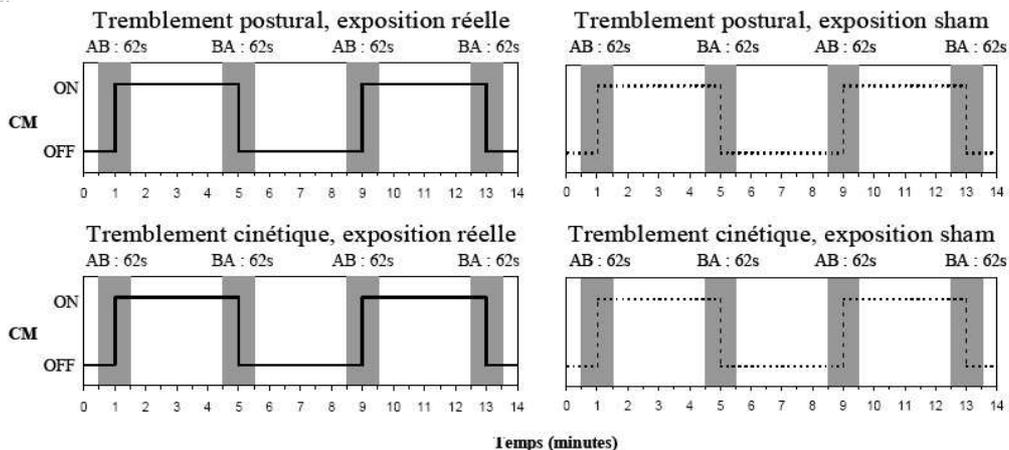


Figure 2 : Illustration des quatre séquences d'une session expérimentale. L'abscisse représente le temps en minutes, l'ordonnée représente la position du CM ("off" en bas et "on" en haut). Les lignes verticales grises représentent les enregistrements de 62 secondes et les lignes en forme d'ondes carrées représentent l'état du CM ("off" quand elles sont horizontales en positions basses, et "on" quand elles sont horizontales en positions hautes). Les lignes en pointillés signifie que le CM est en condition sham.

Résultats

Aucun effet du CM n'a été trouvé pour le tremblement cinétique. Concernant le tremblement postural, deux indices mettent en évidence des différences significatives entre les conditions

d'exposition réelle et sham : le coefficient d'aplatissement et la proportion de fréquence dans la bande 2-4 Hz (Figure 3a et b). Seule le coefficient d'aplatissement a mis en évidence une différence significative entre les conditions "on et "off" pendant une séquence d'exposition réelle (Figure 3c).

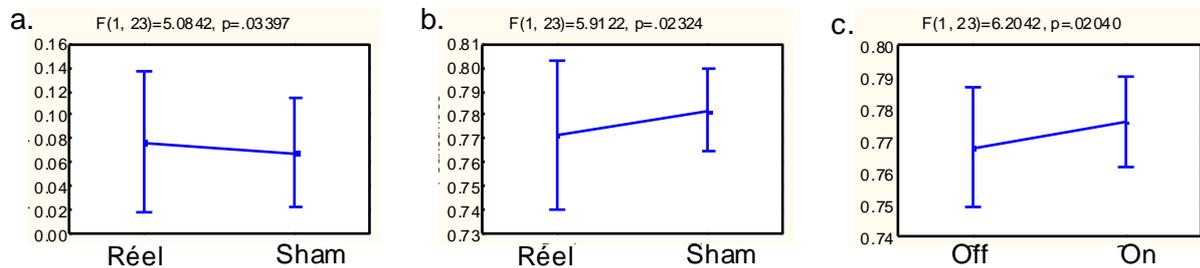


Figure 3 : **a.** Proportion de puissance dans la bande 2-4 Hz, effet condition d'exposition. **b.** Coefficient d'aplatissement, effet condition d'exposition. **c.** Coefficient d'aplatissement, effet CM. L'abscisse représente les deux modalités des facteurs et l'ordonnée représente les valeurs prises par les caractéristiques (les unités sont arbitraires quand rien n'est indiqué).

Discussion/conclusion

Les résultats concernant le coefficient d'aplatissement vont dans des directions opposées lors des comparaisons "off/on" et "réel/sham", ils ont une faible significativité statistique (autour de .02) et ils ont une faible puissance statistique (moins de .60). Par conséquent, ils n'ont pas été retenus comme effectifs. Cette étude n'établit pas clairement l'existence de modifications dans le tremblement physiologique humain durant l'exposition au CM. Par conséquent, l'exposition à un CM de 1000 μ T à 50 Hz ne peut pas être clairement détectée dans le tremblement physiologique humain. Cependant, nos résultats suggèrent la possibilité d'un effet retardé du CM sur la proportion de basses fréquences du tremblement postural. En définitive, même si ces résultats doivent être répliqués pour être validés, ils montrent un effet clairement non pathologiques du CM et devraient être pris en compte lors de l'établissement de nouvelles limites d'exposition.

Références

- Cook CM, Thomas AW, Prato FS. 2004. "Resting EEG is affected by exposure to a pulsed ELF magnetic field." *Bioelectromagnetics* 25(3): 196-203.
- Nguyen DH, Richard D, Plante M. 2004. Système de génération du champ magnétique et de commande des essais pour l'étude de l'effet des champs magnétiques sur le système nerveux central et périphérique par l'exploratoire des tremblements. Montréal, Hydro-Québec.
- Podd J, Abbott J, Kazantzis N, Rowland A. 2002. "Brief exposure to a 50 Hz, 100 microT magnetic field: effects on reaction time, accuracy, and recognition memory." *Bioelectromagnetics* 23(3): 189-95.
- Podd JV, Whittington CJ, Barnes GR, Page WH, Rapley BI. 1995. "Do ELF magnetic fields affect human reaction time?" *Bioelectromagnetics* 16(5): 317-23.
- Preece AW, Wesnes KA, Iwi GR. 1998. "The effect of a 50 Hz magnetic field on cognitive function in humans." *Int J Radiat Biol* 74(4): 463-70.
- Thomas AW, Drost DJ, Prato FS. 2001. "Human subjects exposed to a specific pulsed (200 microT) magnetic field: effects on normal standing balance." *Neurosci Lett* 297(2): 121-4.
- Whittington CJ, Podd JV, Rapley BR. 1996. "Acute effects of 50 Hz magnetic field exposure on human visual task and cardiovascular performance." *Bioelectromagnetics* 17(2): 131-7.