HAL
open science

Effets des RF sur le système nerveux central : sommeil, EEG, vascularisation, cognition

René de Seze, Brahim Selmaoui, Rania Ghosn, György Thuróczy, Anne-Sophie Villegier

To cite this version:

René de Seze, Brahim Selmaoui, Rania Ghosn, György Thuróczy, Anne-Sophie Villegier. Effets des RF sur le système nerveux central : sommeil, EEG, vascularisation, cognition. Journées Scientifiques URSI-France JS'12 "Champs électromagnétiques : de la dosimétrie à la santé humaine", Apr 2012, Paris, France. pp.139-142. ineris-00973654

HAL Id: ineris-00973654

https://ineris.hal.science/ineris-00973654v1

Submitted on 4 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Effets des RF sur le système nerveux central : sommeil, EEG, vascularisation, cognition

Effects of RF on the central nervous system: sleep, EEG, vascularisation, cognition

R. de Seze, B. Selmaoui, R. Ghosn, G. Thuróczy et A.-S. Villégier

PériTox EA 4285 - UMI 01 - 1 INERIS Parc ALATA BP2, 60550 Verneuil-en-Halatte, France 2) UPJV UFR de Médecine, 3, rue des Louvels, 80036 Amiens, France, rene.de-seze@ineris.fr

Mots-clefs: RF, système nerveux central, EEG, vascularisation, cognition
Key words : RF, central nervous system, EEG, vascularisation, cognition

Résumé
La plupart des études cliniques avec des champs RF ont étudié les effets d'expositions caractéristiques des téléphones portables, habituellement au niveau de la tête, sur un certain nombre de paramètres physiologiques comprenant le sommeil, l'activité électrique du cerveau, la cognition, la vascularisation cérébrale et plus généralement les systèmes cardiovasculaire et endocrinien. La majorité des études ont été effectuées chez des adultes en bonne santé. Il apparaît maintenant important d'étudier les effets des champs RF chez les enfants et les adolescents, étant donné la connaissance croissante d'une maturation continue du cerveau jusqu'à un stade avancé de l'adolescence, et quelques études récentes ont été effectuées avec des écoliers. Plusieurs études ont également porté sur des adultes qui déclarent être « électrosensibles ».

1. Études de l'EEG

Si les études de l'EEG pendant l'éveil paraissent trop fluctuantes et non concluantes, il apparaît maintenant de façon récurrente et avec une évidence croissante un effet sur l'EEG pendant le sommeil. Plusieurs études, même si ce n'est pas le cas pour toutes, ont montré des effets sur la puissance spectrale de l'EEG dans les bandes alpha ou bêta lors d'une exposition pendant le sommeil. Une diminution publiée du délai d'endormissement n'a pas été reproduite par la suite [1,2,3]. D'autres études ont porté sur une exposition de 30 minutes avant l'endormissement et ont fourni des résultats variables, rapportant plusieurs fois une augmentation de puissance dans les bandes alpha et bêta [4,5,6,7]. Dans une étude, ceci n'a été observé qu'après une exposition à un signal modulé et pas à un signal continu [8], alors qu'une autre étude a montré une augmentation dose-dépendante de la puissance des alpha et des bêta [9]. Quelques études ont aussi indiqué une augmentation du délai d'endormissement, mais pas d'effet sur l'architecture du sommeil [10]. Une des études les plus récentes a suggéré que les fréquences de modulation sont cruciales pour les effets induits : la modulation à 8 et 217 Hz, présente dans les modes écoute et parole, aurait des effets, une modulation additionnelle à 2 Hz, seulement présente dans le mode écoute, inhiberait ces effets [11]. Ceci n'est pas confirmé par les résultats d'autres études. L'exposition à un signal de type GSM peut produire des effets mineurs sur l'activité cérébrale pendant le sommeil, mais il faut noter qu'il n'a jamais été montré que de telles modifications constituent un risque pour la santé.

2. Effets sur la vascularisation

Quelques modifications du flux sanguin cérébral régional (rCBF) ont été publiées pendant et après une exposition RF, mais les données disponibles sont équivoques [8,12,13,14,15,16]. Ces changements du rCBF ne constituent pas en soi une altération de la santé. Par ailleurs, il n'y a pas d'indication claire qu'une exposition RF du type téléphone portable ait un effet sur la fréquence cardiaque au repos ou sur la tension artérielle. Cependant, des variations faibles mais contradictoires [17,18,19,20,21] ont été rapportées sur la variabilité de la fréquence cardiaque dans deux études [6,22].

3. Effets sur les fonctions cognitives

Les principaux effets constatés sur les fonctions cognitives sont une diminution des temps de réaction à certains tests de choix [23,24,25,26,27], pas toujours reproductibles [28,29,30,31,32,33,34] ; moins d'erreurs sur certains tests de mémoire [35,36], pas toujours reproductibles non plus [37,38], voir parfois avec des performances moindres sur d'autres tests [35,39] ; des performances améliorées sur un test d'attention et un test de rapidité d'exécution [40]. Une

étude originale, la seule chez des volontaires avec une exposition répétée pendant un mois, n'a pas montré d'effet cumulatif persistant sur une batterie de tests cognitifs [41].
En résumé, quand des effets ont été trouvés, le plus souvent avec de faibles échantillons, ils sont de faible amplitude et l'exposition semble généralement améliorer les performances. De plus, il n'a pas été possible d'en déduire une relation dose-réponse. Il n'a pas été montré non plus de sensibilité particulière chez les enfants ni chez les personnes électrosensibles en comparaison aux adultes sains. L'ensemble des études sur les fonctions auditive et vestibulaire ne montrent pas d'effet d'une exposition à court terme aux signaux de téléphone portable.

4. Effets sur les hormones

Les effets les plus consistants d'une exposition aiguë sur les sujets humains sont les réponses thermorégulatrices liées à l'échauffement induit par les RF, dont les plus immédiates sont la vasodilatation cutanée et l'évaporation par la sueur. Une étude a montré une diminution du taux de mélatonine salivaire le lendemain matin d'une exposition aiguë répétée la veille au soir [42], mais aucun effet cumulatif n'a été observé lors d'expositions répétées pendant un mois sur les taux sanguins de mélatonine [43] ou d'hormones hypophysaires [44,45].

5. Conclusions

Les études de provocation en double aveugle ne suggèrent pas de relation de cause à effet entre les symptômes rapportés et l'exposition aux champs EM, et reflètent plutôt l'attente consciente de tels effets.
Les faibles modifications de l'activité électrique du cerveau et possiblement de la vascularisation cérébrale n'ont pas en soi de signification fonctionnelle et peuvent n'en avoir aucune. En dépit d'un grand nombre d'études, et bien que l'utilisation d'une grande variété de techniques d'évaluation des fonctions cognitives rende difficile une comparaison directe des résultats de ces différentes études, aucun effet consistant n'a été trouvé sur les fonctions cognitives.
Un avantage des études de laboratoire avec des volontaires humains est que les résultats indiquent la réponse probable d'autres personnes exposées dans les conditions semblables ; les inconvénients incluent la durée souvent courte de la recherche, du petit nombre et d'une plus grande hétérogénéité de volontaires comparés aux études animales.
Une conséquence est la puissance souvent faible pour détecter un effet. En outre, les sujets sont habituellement choisis en bonne santé et peu susceptibles de refléter la gamme des réponses rencontrées dans l'ensemble de la population. Par exemple, les personnes très jeunes et les personnes âgées, ou les personnes bénéficiant d'un traitement pharmaceutique, ont rarement fait l'objet d'études expérimentales. Néanmoins, dans ce contexte limité, les études avec des volontaires apportent une contribution utile à l'étude des effets physiologiques de l'exposition chez les personnes normales en bonne santé.

Références bibliographiques

[1] Mann K., Röschke J.1996. Effects of Pulsed High-Frequency Electromagnetic Fields on Human Sleep, Neuropsychobiology, Vol. 33:41-47.
[2] Wagner P, Röschke J, Mann K, Hiller W, Frank C. 1998. Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: A polysomnographic study using standardized conditions. Bioelectromagnetics 19:199–202.
[3] Wagner P, Röschke J, Mann K, Fell J, HillerW, Frank C, Gro¨zinger M. 2000. Human sleep EEG under the influence of pulsed radio frequency electromagnetic fields. Results from polysomnographies using submaximal high power flux densities. Neuropsychobiology 42:207–212.
[4] Borbély AA, Huber R, Graf T, Fuchs B, Gallmann E, Achermann P. 1999. Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram. Neurosci Lett 275:207–210.
[5] Huber R, Graf T, Cote KA, Wittmann L, Gallmann E, Matter D, Schuderer J, Kuster N, Borbely AA, Achermann P. 2000. Exposure to pulsed high-frequency electromagnetic field during waking affects human sleep EEG. Neuroreport 11: 3321–3325.
[6] Huber R., Schuderer J., Graf T., Borbély A. A., Kuster N., Achermann P. 2003. Radio Frequency Electromagnetic Field Exposure In Humans: Estimation of Sar Distribution in The Brain, Effects On Sleep and Heart Rate, Bioelectromagnetics, Vol. 24:262-276.
[7] Lowden A., Akerstedt T., Wiholm C., Hillert L., Arnetz B., Kuster N. 2011. Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms, Bioelectromagnetics, Vol. 32:4-14
[8] Huber R, TreyerV, Borbély AA, Schuderer J, Gottselig JM, Landolt HP, Werth E, Berthold T, Kuster N, Buck A, Achermann P. 2002. Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. J Sleep Res 11:289–295.
[9] Regel SJ, Gottselig JM, Schuderer J, Tinguely G, Retey JV, Kuster N, Landolt H-P, Achermann P. 2007. Pulsed radio frequency radiation affects cognitive performance and the waking electroencephalogram. Neuroreport 18:803–807.
[10] Loughran SP, Wood AW, Barton JM, Croft RJ, Thompson B, Stough C. 2005. The effect of electromagnetic fields emitted by mobile phones on human sleep. Neuroreport 16:1973–1976.
[11] Hung C-S, Anderson C, Horne JA, McEvoy P. 2007. Mobile phone 'talk-mode' signal delays EEG-determined sleep onset. Neurosci Lett 421:82–86.
[12] Haarala C, Aalto S, Hautzel H, Julkunen L, Rinne JO, Laine M, Krause B, Hamalainen H. 2003. Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: A PET study. Neuroreport 14:2019–2023.

[13] Huber R., Treyer V., Schuderer J., Kuster N., Achermann P., et al.2005. Exposure to Pulse-Modulated Radio Frequency Electromagnetic Fields Affects Regional Cerebral Blood Flow. Eur J Neurosci., Vol. 21:1000-1006
[14] Aalto S, Haarala C, Bru¨ck A, Sipila¨ H, Ha¨ma¨la¨inen H. 2006. Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. J Cereb Blood Flow Metab 26:885–890.
[15] Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, Vaska P, Fowler JS, Telang F, Alexoff D, Logan J, Wong C. 2011. Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. JAMA 305:808–813.
[16] Kwon MS, Hamalainen H. 2011. Effects of mobile phone electromagnetic fields: Critical evaluation of behavioral and neurophysiological studies. Bioelectromagnetics 32:253–272.
[17] Braune S., Wrocklage C., Raczek J., Gailus T., Lucking C. H.1998. Resting Blood Pressure Increase during Exposure to a Radio-Frequency Electromagnetic Field. Lancet, Vol. 351:1857-1858.
[18] Braune S., Riedel A., Schulte-Monting J., Raczek J. 2002. Influence of a Radiofrequency Electromagnetic Field on Cardiovascular and Hormonal Parameters of the Autonomic Nervous System in Healthy Individuals. Radiat. Res., Vol. 158:352-356.
[19] Tahvanainen K, Nino J, Halonen P, Kuusela T, Alanko T, Laitinen T, La¨nsimies E, Hietanen M, Lindholm H. 2007. Effects of cellular phone use on ear canal temperature measured by NTC thermistors. Clin Physiol Funct Imaging 27:162–172.
[20] Nam K. C., Kim S. W., Kim S. C., Kim D. W. 2006. Effects of RF Exposure of Teenagers and Adults by Cdma Cellular Phones. Bioelectromagnetics, Vol. 27:509-514.
[21] Barker A. T., Jackson P. R., Parry H., Coulton L. A., Cook G. G., Wood S. M. 2007. The Effect of GSM and Tetra Mobile Handset Signals on Blood Pressure, Catechol Levels, And Heart Rate Variability. Bioelectromagnetics, Vol. 28:433-438.
[22] Parazzini M., Ravazzani P., Tognola G., Thuroczy G., Mainardi L. T., et al. 2007. Electromagnetic Fields Produced by Gsm Cellular Phones and Heart Rate Variability. Bioelectromagnetics, Vol. 28:122-129.
[23] Preece AW, Iwi G, Davies-Smith A, Wesnes K, Butler S, Lim E, Varey A. 1999. Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. Int J Radiat Biol 75:447–456.
[24] Koivisto M, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Ha¨ma¨la¨inen H. 2000. The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory. Neuroreport 11:1641–1643.
[25] Koivisto M, Revonsuo A, Krause C, Haarala C, Sillanmaki L, Laine M, Hamalainen H. 2000. Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans. Neuroreport 11:413–415.
[26] Curcio G, Ferrara M, De Gennaro L, Cristiani R, D'Inzeo G, Bertini M. 2004. Time-course of electromagnetic field effects on human performance and tympanic temperature. Neuroreport 15:161–164.
[27] Regel SJ, Gottselig JM, Schuderer J, Tinguely G, Re´tey JV, Kuster N, Landolt H-P, Achermann P. 2007. Pulsed radio frequency radiation affects cognitive performance and the waking electroencephalogram. Neuroreport 18:803–807.
[28] Haarala C, Bjornberg L, Ek M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hamalainen H. 2003. Effect of a 902MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study. Bioelectromagnetics 24:283–288.
[29] Haarala C, Ek M, Bjo¨rnberg L, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hamalainen H. 2004. 902 MHz mobile phone does not affect short term memory in humans. Bioelectromagnetics 25:452–456.
[30] Keetley V, Wood AW, Spong J, Stough C. 2006. Neuropsychological sequelae of digital mobile phone exposure in humans. Neuropsychologia 44:1843–1848.
[31] Eliyahu I, Luria R, Hareuveny R, Margaliot M, Meiran N, Shani G. 2006. Effects of radiofrequency radiation emitted by cellular telephones on the cognitive functions of humans. Bioelectromagnetics 27:119–126.
[32] Terao Y, Okano T, Furubayashi T, Ugawa Y. 2006. Effects of thirtyminute mobile phone use on visuo-motor reaction time. Clin Neurophysiol 117:2504–2511.
[33] Haarala C, Takio F, Rintee T, Laine M, Koivisto M, Revonsuo A, Hamalainen H. 2007. Pulsed and continuous wave mobile phone exposure over left versus right hemisphere: Effects on human cognitive function. Bioelectromagnetics 28:289–295.
[34] Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, Landolt H-P, Achermann P. 2007. Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: Dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance. J Sleep Res 16:253–258.
[35] Lass, J., Tuulik, V., Ferenets, R., Riisalo, R., and Hinrikus, H. 2002. Effects of 7 Hz-modulated 450 MHz electromagnetic radiation on human performance in visual memory tasks. *Int. J. Radiat. Biol.* 78:937–944.
[36] Maier R, Greter S-E, Maier N. 2004. Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes—A pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration. Acta Neurol Scand 110:46–52.
[37] Russo, R., Fox, E., Cinel, C., Boldini, A., Defeyter, M. A., Mirshekar-Syahkal, D., and Mehta, A. 2006. Does acute exposure to mobile phones affect human attention? *Bioelectromagnetics* 27:215–220.
[38] Cinel, C., Boldini, A., Russo, R., and Fox, E. 2007. Effects of mobile phone electromagnetic fields on an auditory order threshold task. *Bioelectromagnetics* 28:493–496.
[39] Smythe, J. W., and Costall, B. 2003. Mobile phone use facilitates memory in male, but not female, subjects. *Neuroreport* 14:243–246.
[40] Edelstyn, N., and Oldershaw, A. 2002. The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention. *Neuroreport* 13:119–121.

[41] Besset, A., Espa, F., Dauvilliers, Y., Billiard, M., and de Seze, R. 2005. No effect on cognitive function from daily mobile phone use. *Bioelectromagnetics* 26:102–108.
[42] Jarupat S., Kawabata A., Tokura H. and Borkiewixz A. 2003. Effects of the 1900MHz electromagnetic field emitted from cellular phone on nocturnal melatonin secretion, Journal of Physiol Anthropol 22, 61-63.
[43] de Seze R., Ayoub J., Peray P., Miro L., Touitou Y. 1999. Evaluation in Humans of the Effects of Radiocellular Telephones on The Circadian Patterns of Melatonin Secretion, a Chronological Rhythm Marker. J Pineal Res, Vol. 27:237-242.
[44] de Seze R., Fabbro-Peray P., Miro L. 1998. Gsm Radiocellular Telephones Do Not Disturb the Secretion of Antepituitary Hormones in Humans. Bioelectromagnetics, Vol. 19:271-278.
[45] Djeridane Y., Touitou Y., de Seze R. 2008. Influence of Electromagnetic Fields Emitted by Gsm 900 Cellular Telephones on The Circadian Patterns of Gonadal, Adrenal, And Pituitary Hormones in Men. Radiation Research, Vol. 169:337-343.