

# Champs magnétiques, champs électromagnétiques et santé

Isabelle Lagroye<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IMS  
351 cours de la Libération  
33400 Talence  
France

isabelle.lagroye@ims-bordeaux.fr

**À ce jour, il n'y a pas de relation établie entre l'exposition environnementale aux champs magnétiques 50 Hz ou aux champs électromagnétiques radiofréquences et des pathologies telles que le cancer, les maladies neurodégénératives ou l'intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques, couramment appelée électro-hypersensibilité (EHS).**

## Contexte

Le transport et la distribution de l'électricité, les plaques à induction, les systèmes antivols et les communications sans fil sont des sources d'exposition aux champs magnétiques et électromagnétiques qui sont des agents physiques non-ionisants du spectre électromagnétique. Ces sources émettent sur une gamme de fréquences très large, des fréquences extrêmement basses (50 Hz pour le courant électrique) aux radiofréquences (de 400 MHz à 3 GHz), en passant par les fréquences intermédiaires (dans la gamme des kHz). Le développement de ces technologies, fulgurant pour les communications sans fil, a suscité des craintes dans la population avec une perception aggravée du risque par la particularité de ces champs d'être invisibles et imperceptibles et par le caractère imposé et subi de ces sources d'exposition, exception faite du téléphone mobile (mais les antennes n'y échappent pas).

Les effets possibles sur la santé des champs magnétiques 50 Hz et champs radiofréquences de l'environnement sont recherchés depuis plusieurs décennies et l'évaluation du risque a donné lieu à une classification en tant que « cancérigènes possibles pour l'homme, 2B » par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) respectivement pour la leucémie de l'enfant (2002) et le gliome (2011). Cette classification, qui indique que la relation de causalité entre l'exposition aux champs et les cancers mentionnés n'est pas établie, reste incomprise par la majorité du public et aggrave la perception du risque lié aux champs magnétiques et électromagnétiques.

## État des connaissances et actualité scientifique en 2015

### 1. Champs magnétiques 50 Hz

Concernant les champs magnétiques 50 Hz, depuis les années 1980, des études épidémiologiques ont soulevé la question d'une possible relation entre des expositions environnementales fortes, mais rarement rencontrées dans l'environnement quotidien ( $> 0,3-0,4 \mu T^1$  en moyenne sur 24 heures), et la leucémie de l'enfant [1, 2]. Leitgeb [3] a analysé les odds ratios<sup>2</sup> (OR) de toutes les études épidémiologiques publiées sur le thème des champs magnétiques 50 Hz et la leucémie de l'enfant entre 1970 et 2015, soit 48 études et 1 500 OR. La conclusion de cette étude est que l'exposition aux champs magnétiques 50 Hz n'augmente pas le risque de leucémie de l'enfant. Par ailleurs, les conclusions du projet européen Arimmora (*Advanced Research on Interaction Mechanisms of electroMagnetic exposures with Organisms for Risk Assessment*) ont été rendues publiques [4]. Ce projet avait pour but de « déterminer les mécanismes biophysiques sous-jacents et de clarifier un lien de causalité possible entre l'exposition aux champs magnétiques de très basse fréquence et le cancer, en particulier la leucémie infantile. » Il conclut qu'aucune avancée dans la compréhension des mécanismes qui pourraient intervenir n'a été obtenue.

1 Unité d'exposition au champ magnétique, le Tesla. Ici  $\mu T$  = micro Tesla.

2 Il donne une idée du risque de maladie chez les personnes exposées par rapport aux personnes non-exposées au facteur étudié, ici les champs magnétiques.

Par ailleurs, une étude épidémiologique avait suggéré un risque augmenté de développer une démence et notamment une maladie d'Alzheimer (MA), chez les personnes vivant en maison de retraite à moins de 50 m d'une ligne haute tension depuis plus de 10 ans [5], non confirmé par une seconde étude publiée quatre ans plus tard [6]. L'Office fédéral allemand pour la protection contre les radiations (BfS) a financé une étude expérimentale sur des modèles de souris développant deux maladies neurodégénératives, la MA et la sclérose latérale amyotrophique (SLA).

Les résultats montrent que les souris exposées en continu (16 mois pour MA et 10-12 mois pour SLA) à 1 mT (milli Tesla) développent les symptômes caractéristiques de ces maladies de façon similaire aux animaux non-exposés [7]. Cette étude est particulièrement intéressante pour les expositions professionnelles aux champs magnétiques 50 Hz (1 mT correspond à la limite d'exposition pour les professionnels) et s'avère rassurante pour des expositions à des niveaux plus faibles.

L'effet nocebo, défini comme « *l'augmentation des symptômes rapportés après l'exposition à un traitement inerte* », est également décrit dans le domaine environnemental. Une étude s'est intéressée à l'effet nocebo en lien avec l'installation d'une ligne à haute tension en Hollande [8]. Un questionnaire a été réalisé auprès des riverains sur leur santé et leur croyance concernant les effets délétères des lignes à haute tension (parmi plusieurs facteurs environnementaux), avant et après la mise en fonctionnement de la ligne. Différentes distances du lieu de résidence par rapport à la ligne ont été considérées : moins de 300 m (n = 229), de 300 à 500 m (n = 489) et de 500 à 2 000 m (n = 536, groupe contrôle). Des symptômes cognitifs (difficulté de concentration par exemple) et somatiques (maux de tête, mal au dos par exemple) ont été évalués. Les résultats montrent une augmentation des symptômes chez les plus proches riverains par rapport aux contrôles, qui est corrélée significativement avec la croyance en des effets sanitaires des lignes à haute tension. Les auteurs concluent qu'avant même sa mise en fonctionnement, une nouvelle ligne à haute tension a un impact négatif sur la perception de leur santé par les riverains.

## 2. Champs des radiofréquences

À ce jour, le seul effet biologique reproductible des champs radiofréquences pulsés de la téléphonie mobile

(type GSM<sup>3</sup>) est une modification de l'électro-encéphalogramme (EEG) du sommeil, en particulier dans la gamme de fréquences 11-16 Hz correspondant aux fuseaux de sommeil, caractéristiques de la phase de sommeil léger (pour revue [9]). Pour autant, des variations existent entre les différentes études concernant notamment les fréquences affectées, la cinétique de l'effet ou le sens de la modification (généralement un renforcement spectral).

Afin de déterminer la variabilité interindividuelle et la stabilité intra-individuelle de la réponse EEG à un signal pulsé à 2 Hz, 20 sujets sains masculins (23,3 ± 0,5 ans) ont été exposés à un signal de fréquence 900 MHz modulé à 2 Hz, sur deux nuits à deux semaines d'intervalle, pendant 30 minutes et leur EEG a été enregistré. Il s'agit d'une étude croisée randomisée, en double aveugle<sup>4</sup> [10].

Dans cette étude, ce n'est pas la bande alpha qui était modifiée mais la bande delta-thêta (1-8 Hz). Les résultats montrent qu'il est difficile de prédire l'effet exact d'un signal pulsé sur l'EEG du sommeil et que peu de conséquences biologiques sont à attendre. Il est important de noter que tous les sujets de l'étude ont démontré une bonne qualité de sommeil.

L'intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques (IEI-CEM), encore appelée électro-hypersensibilité (EHS), est fréquemment évoquée par les médias et les nombreuses associations qui existent en France et en Europe. Les personnes se déclarant EHS souffrent de divers symptômes subjectifs (irritation de la peau, maux de tête, difficulté de concentration, épistaxis<sup>5</sup>, etc.) et adoptent diverses mesures censées les protéger contre les ondes. Décrite initialement avec les installations à 50 Hz, l'IEI-CEM concerne aujourd'hui quasiment exclusivement les radiofréquences (RF). Un groupe de recherche a combiné et complété deux études précédemment publiées en évaluant le bien-être chez des personnes se déclarant EHS et exposées à des RF [11]. La première étude utilisait un protocole de provocation ouvert (15 minutes d'exposition [12]), tandis que la seconde utilisait un protocole de provocation en double aveugle (50 minutes d'exposition, [13]) sur des sujets exposés à une station de base émettant en GSM ou UMTS. La majorité des sujets de chaque

3 Le signal GSM est pulsé à 217 Hz.

4 Ni les personnes testées, ni les expérimentateurs ne savent quand l'exposition est réelle ou simulée.

5 Saignement de nez.

étude ont réalisé le test complémentaire à celui initialement réalisé, portant à 88 et 101 le nombre de sujets EHS, respectivement en test de provocation ouvert et en test en double aveugle. Le score de bien-être a été évalué au moyen de l'échelle visuelle analogue et de la déclaration des symptômes ressentis. Le but était de pouvoir augmenter la puissance statistique qui permettrait de détecter un effet, même faible, de l'exposition RF chez les personnes se déclarant EHS en comparaison avec les sujets contrôles ne rapportant aucun effet en lien avec l'exposition aux RF. Les résultats indiquent que le score de bien-être des personnes se déclarant EHS est diminué seulement lorsque les sujets sont conscients d'être exposés aux RF. Les auteurs concluent que l'effet nocebo est une hypothèse plausible pour expliquer les résultats de la plus grande étude de provocation réalisée jusqu'à présent.

Pour finir, un récent phénomène mérite d'être cité : il s'agit de journaux scientifiques prétendument à comité de lecture (*predatory journals*) et qui permettent une publication rapide d'articles moyennant le paiement des coûts de publication. Ces journaux ont généralement un titre proche de celui de journaux scientifiques à comité de lecture réputés. Les articles publiés dans ces journaux sont généralement de qualité médiocre mais le public ne peut pas faire la différence avec des articles véritablement soumis à comité de lecture. Ceci ajoute encore à une perception du risque biaisée.

### *Actualités réglementaires et législatives*

La loi 2015-136 « relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et une meilleure concertation en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques », dite Loi Abeille, a été publiée en janvier 2015. Les principales mesures

concernent les enfants avec l'interdiction de la publicité à destination des moins de 15 ans pour les téléphones mobiles et l'interdiction du wi-fi dans les crèches (enfants de moins de 3 ans). Si certaines expertises scientifiques ont suggéré que le principe de précaution soit de mise pour l'utilisation du téléphone portable par les jeunes, aucune en revanche n'a identifié l'exposition aux ondes wi-fi comme un facteur de risque. Cependant, la Loi Abeille a été perçue par la majorité du public comme une « *preuve de la dangerosité des ondes électromagnétiques et du wi-fi* » avec pour effet indirect mais réel d'augmenter l'inquiétude de la population.

### *Perspectives et questions*

La recherche sur les effets biologiques et sanitaires des champs magnétiques et électromagnétiques de l'environnement souffre toujours de résultats controversés.

Cette recherche à l'interface avec la physique est souvent mal appréhendée et des biais sont possibles en particulier avec les radiofréquences pour lesquelles des échauffements excessifs des cellules ou des tissus peuvent être obtenus par méconnaissance des lois physiques d'électromagnétisme.

L'intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétiques fait actuellement l'objet d'une recherche importante en France, financée par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (**Anses**). Il est important de comprendre la genèse des symptômes, en particulier les processus aboutissant à l'effet nocebo qui émerge comme une explication plausible, pour améliorer le vécu de ces personnes et éviter leur isolement social.

**Déclaration de lien d'intérêt** en rapport avec le texte publié : Aucun

**Références**

1. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979;109(3):273-84.
2. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation. Part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 2002;80:1-395.
3. Leitgeb N. Childhood leukemia not linked with ELF magnetic fields. *Journal of Electromagnetic Analysis and Applications* 2015;7:245-8.
4. *Final Report Summary - ARIMMORA (Advanced Research on Interaction Mechanisms of electroMagnetic exposures with Organisms for Risk Assessment)*. 2015. [http://cordis.europa.eu/result/rcn/171258\\_en.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/171258_en.html)
5. Huss A, Spoerri A, Egger M, Rösli M; the Swiss National Cohort Study. Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: longitudinal study of the Swiss population. *Am J Epidemiol* 2009 169 (2):167-75.
6. Frei P, Poulsen AH, Pedersen C, et al. Residential distance to high-voltage power lines and risk of neurodegenerative diseases: a Danish population-based case-control study. *Am J Epidemiol* 2013 177 (9):970-8.
7. Liebl MP, Windschmitt J, Besemer AS, et al. Low-frequency magnetic fields do not aggravate disease in mouse models of Alzheimer's disease and amyotrophic lateral sclerosis. *Sci Rep* 2015;5:8585.
8. Porsius J, Claassen L, Smid T, Woudenberg F, Petrie KJ, Timmermans
9. DRM. Symptom reporting after the introduction of a new high-voltage power line: a prospective field study. *Environ Res* 2015;138:112-7.
10. Kwon MS, Hämäläinen H. Effects of mobile phone electromagnetic fields: critical evaluation of behavioral and neurophysiological studies. *Bioelectromagnetics* 2011;32(4):253-72.
11. Lustenberger C, Murbach M, Tüshaus L, et al. Inter-individual and intra-individual variation of the effects of pulsed RF EMF exposure on the human sleep EEG. *Bioelectromagnetics* 2015;36(3):169-77.
12. Eltiti S, Wallace D, Russo R, Fox E. Aggregated data from two double-blind base station provocation studies comparing individuals with idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields and controls. *Bioelectromagnetics* 2015;36(2):96-107.
13. Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, et al. Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls. *Bioelectromagnetics* 2009;30(7):556-63.
14. Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A, et al. Do TETRA (Airwave) base station signals have a short-term impact on health and well-being? A randomized double-blind provocation study. *Environ Health Perspect* 2010;118(6):735-41.