

Faut-il avoir peur des champs magnétiques liés à l'électricité ?

par Martine Souques - SPS n° 285, avril-juin 2009



Martine Souques est médecin de santé publique et épidémiologiste, en charge de l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux liés aux champs électriques et magnétiques 50 Hz au Service des Études Médicales d'EDF. Elle est également Présidente de la section Rayonnements non ionisants de la Société Française de Radioprotection.

L'électricité fait partie de la vie de tous les jours, c'est une évidence telle qu'on ne se rend plus compte de la prouesse technologique qui fait que dès que l'on appuie sur un interrupteur, la lumière s'allume, l'appareil fonctionne... Ce que l'on voit en revanche, ce sont les lignes à haute tension, mal bien nécessaire à notre confort de vie moderne. Qui dit électricité dit champ électrique et champ magnétique et depuis les années 70, la question d'une possible nocivité du champ magnétique lié à l'électricité a été posée dans la communauté scientifique. Dès 1996, l'OMS (Organisation mondiale de la santé) s'est occupée de la question, en créant un projet de recherche international, dont le point d'orgue, pour les fréquences liées à l'électricité, a été en 2007 la publication d'un important travail de revue scientifique [1]. D'autres experts ont travaillé sous l'égide de l'ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection) dont le dernier rapport [2] a été publié en 2003.

En France, le réseau électrique opère à la fréquence de 50 Hz et tous les appareils électriques directement branchés sur une prise fonctionnent avec un courant de même fréquence. Le champ électrique, mesuré en volt par mètre (V/m) est lié à une différence de potentiel entre 2 conducteurs. On pourrait donc théoriquement mesurer un champ électrique 50 Hz à côté de tout appareil branché, mais du fait de l'isolation électrique des conducteurs, ce champ est annulé. Les principales sources de champ électrique 50 Hz sont les lignes à haute tension.

Le champ magnétique, mesuré en tesla ou plutôt en micro tesla (μT), est lié à la circulation d'un courant. Si un appareil électrique est en fonctionnement, on peut mesurer autour un champ magnétique 50 Hz (voir tableau).

	Valeur maximale	Valeur moyenne
Réfrigérateur	0,3 μ T à 30 cm	0,3 μ T à 30 cm
Chaîne Hi-fi	1 μ T à 30 cm	1 μ T à 30 cm
Ordinateur	1,4 μ T à 30 cm	1,4 μ T à 30 cm
Télévision	2 μ T à 30 cm	2 μ T à 30 cm
Couverture chauffante	3,6 μ T au contact	3,6 μ T au contact
Radio réveil	1 à 10 μ T au contact	1 à 10 μ T au contact
Fer à souder	100 μ T au contact	100 μ T au contact
Rasoir	500 μ T au contact	500 μ T au contact

Valeurs de champ magnétique 50 Hz dans l'environnement résidentiel : la valeur maximale est égale à la valeur moyenne car l'appareil fonctionne toujours à la même puissance, en 220 V, donc avec la même intensité de courant ($P = U \cdot I$)

	Valeur maximale	Valeur moyenne
Ligne 400 000 volts	30 μ T sous la ligne 12 μ T à 30 m 1,2 μ T à 100 m	6 μ T sous la ligne 1,6 μ T à 30 m 0,16 μ T à 100 m
Ligne 225 000 volts	20 μ T sous la ligne 3 μ T à 30 m 0,3 μ T à 100 m	4,3 μ T sous la ligne 0,6 μ T à 30 m 0,06 μ T à 100 m
Ligne 63/90 000 volts	10 μ T sous la ligne 1 μ T à 30 m 0,1 μ T à 100 m	2,1 μ T sous la ligne 0,1 μ T à 30 m 0,01 μ T à 100 m
Ligne 230 volts (basse tension)	0,4 μ T sous la ligne	

Valeurs maximale et moyenne de champ magnétique 50 Hz à proximité des lignes électriques : la valeur maximale est celle mesurée moins de 5 % du temps. Elle est différente de la valeur moyenne car la demande en courant varie sans arrêt au cours de la journée, au cours de l'année.

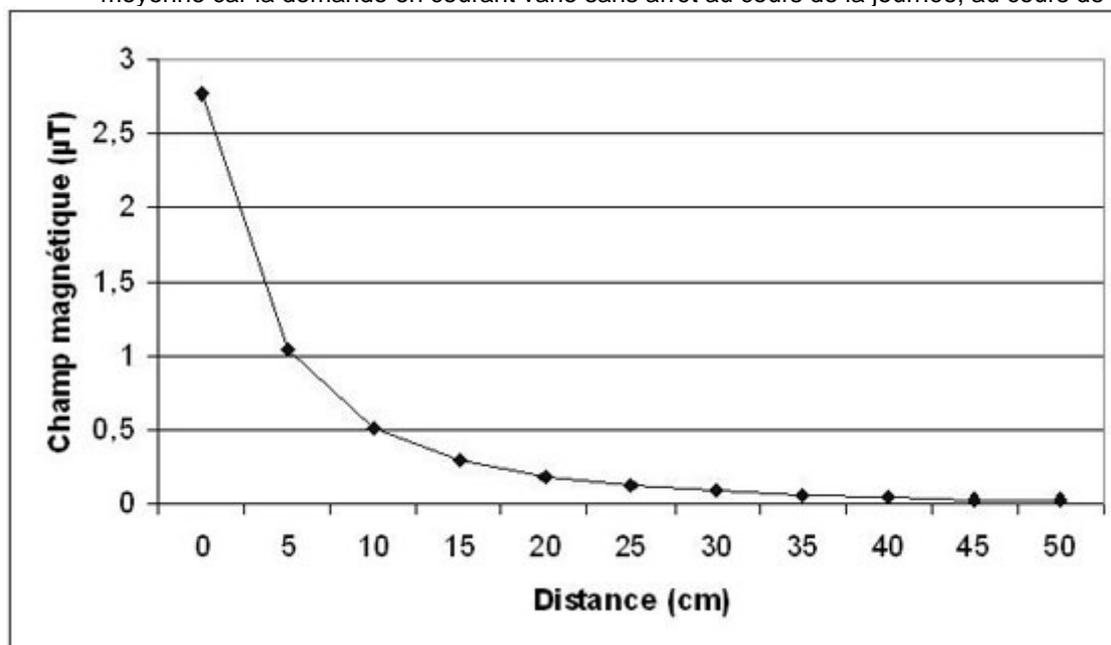


Figure 1 : courbe de décroissance du champ magnétique avec la distance – exemple d'un radio réveil.

Le groupe d'experts de l'OMS mentionné plus haut, après avoir revu et analysé l'ensemble des études épidémiologiques et expérimentales publiées, a conclu qu'il n'existe pas de problèmes de santé liés aux champs électriques 50 Hz aux intensités généralement rencontrées par le grand public [3].

Effets de l'exposition à un champ magnétique 50 Hz

Concernant les expositions aiguës (courtes), des effets sur le fonctionnement du système nerveux peuvent se produire, pour des valeurs de l'ordre de 5 000 à 10 000 μT à 50 Hz (bien supérieures à ce que l'on peut rencontrer dans l'environnement). En dessous, il n'existe pas d'effet biologique établi. Les limites d'exposition recommandées par l'ICNIRP [4] et reprises par le Conseil de l'Europe dans une recommandation de juillet 1999 pour le public [5] et dans une directive d'avril 2004 pour les travailleurs [6] (voir tableau) protègent de ces effets sur le système nerveux.

Population	Texte législatif et date d'application	Champ électrique (limites mesurables)	Champ magnétique (limites mesurables)
Public	Recommandation 1999/519/CE	5 kV/m	100 μT
Travailleurs	Directive 2004/40/CE Applicable au 30 avril 2012	10 kV/m	500 μT

Limites d'exposition en champ 50 Hz

Dans le cas des expositions prolongées, la plupart des recherches scientifiques ont porté sur le risque de leucémie de l'enfant, mais de nombreuses autres pathologies ont également été abordées. Les premières études épidémiologiques ont été publiées dans les années 70 : à la demande d'EDF, la consommation sanitaire (nombre de consultations, d'hospitalisations, de médicaments achetés, etc.) de la population des agents de l'entreprise et de leur famille vivant à proximité des lignes de transport a été analysée en 1971, sans révéler de surconsommation de cette population par rapport à la population générale [7]. C'est une publication de 1979 qui va lancer le débat [8], encore ouvert aujourd'hui : les résultats de cette étude suggèrent que les enfants vivant à proximité de lignes électriques présentent un risque accru de cancer et de leucémie. Cette étude va initier un effort de recherche international sans précédent en santé environnementale. En effet, la question posée est inquiétante puisqu'il s'agit d'une exposition invisible et d'une maladie qui touche les jeunes enfants. Les compagnies d'électricité comme les agences gouvernementales se sont donné les moyens de répondre à la question posée en finançant et en développant des programmes de recherche conduits par des scientifiques, qui se sont engagés à publier leurs résultats en toute indépendance vis-à-vis de leurs bailleurs de fond. Ainsi, début 2009, plus de 250 études épidémiologiques, chez l'adulte ou chez l'enfant, et plusieurs milliers d'études expérimentales ont déjà été publiées. Ces études ont fait l'objet d'expertises collectives pluridisciplinaires et régulièrement révisées notamment aux États-Unis, en France, en Grande-Bretagne, en Suède, au Canada mais aussi par des organismes internationaux tels que l'ICNIRP, le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) à Lyon et l'OMS à Genève (voir encadré sur les références des expertises collectives).

En 2002, le CIRC [9] a classé les champs magnétiques – pour l'exposition résidentielle des enfants et le risque de leucémie – dans la catégorie 2B, « peut être cancérigène », au même titre que le café ou les fumées de soudure. Ceci signifie que le classement n'est, dans l'ordre des preuves de cancérigénicité, ni dans la catégorie 1 (« cancérigène avéré »), comme le tabac ou l'alcool, ni dans la catégorie 2A (« cancérigène probable ») comme le trichloréthylène ou les fumées des moteurs

diesel, mais à un niveau inférieur : c'est possible mais pas prouvé ! (voir encadré). En fait, les experts du CIRC ont jugé que les preuves scientifiques (pour conclure à la cancérogénicité) fournies par les études épidémiologiques étaient limitées et celles apportées par les études animales insuffisantes. Cette classification est basée sur des analyses groupées d'études épidémiologiques, montrant un phénomène régulier de multiplication par deux du nombre de leucémies infantiles associées à une exposition moyenne à un champ supérieur à 0,4 μ T par 24 h. Cette classification n'a pas été remise en cause par les experts de l'OMS en 2007 suite à un nouvel examen des données scientifiques publiées.

Toutefois, les éléments épidémiologiques perdent de leur force à cause de problèmes méthodologiques.

La classification du CIRC

Le CIRC a pour vocation d'identifier les causes des cancers, d'élucider les mécanismes de cancérogénèse et de développer des stratégies scientifiques pour contrôler le développement de la maladie cancéreuse. Le CIRC édite des documents de référence, appelés « monographies », sur l'évaluation des risques de cancer pour l'homme. Depuis le lancement de la collection en 1972, cette série a permis de faire le point sur 935 agents (fin 2008).

En plus de ces travaux d'expertise, le CIRC a pour vocation de classer, de façon qualitative uniquement, selon une échelle prédéfinie (« cancérogène », « probablement cancérogène », « peut-être cancérogène », « inclassable » ou « non cancérogène »), le caractère cancérogène d'un produit. Ce classement est fait en fonction des connaissances du moment, et est susceptible d'être revu par la suite. Pour arriver à ce classement, on passe les données publiées au crible d'une grille « d'indications de cancérogénicité », dites « suffisantes », « limitées », « insuffisantes » ou suggérant « l'absence de cancérogénicité ».

Lorsqu'il y a clairement une relation de cause à effet entre l'exposition à un produit et une maladie, on dit que les indications de cancérogénicité sont **suffisantes**. Quand une association statistique a été établie, et qu'une interprétation causale en est concevable, mais que des biais ou des facteurs de confusions sont possibles, les indications sont **limitées**. À partir du moment où les études réalisées ne sont pas d'une qualité, d'une concordance ou d'une puissance statistique suffisantes pour permettre de conclure, ou quand aucune donnée sur le cancer chez l'homme n'est disponible, les indications sont **insuffisantes**. Enfin, il y a des indications d'une absence de cancérogénicité lorsqu'on dispose d'un nombre d'études suffisantes, couvrant la totalité des niveaux d'exposition et dont les résultats, concordants, ne font pas ressortir d'association positive entre l'exposition et le cancer étudié – et ce, quel que soit le niveau d'exposition examiné. Il y a alors **absence de preuve**.

Classification	Indications	Exemples
1 : Cancérogènes pour l'homme	Suffisantes chez l'homme	Dont le tabac, l'amiante, l'arsenic, l'alcool, les œstrogènes
2A : Probablement cancérogènes pour l'homme	Limitées chez l'homme et suffisantes chez l'animal <i>ou (dans certains cas) :</i> Insuffisantes chez l'homme et suffisantes chez l'animal, avec un mécanisme biologique plausible chez l'homme	Dont le trichloréthylène, les fumées des moteurs diesel
2B : Peut-être cancérogènes pour l'homme	Limitées chez l'homme et insuffisantes chez l'animal <i>ou :</i> Insuffisantes chez l'homme et suffisantes chez l'animal <i>ou (dans certains cas) :</i> Insuffisantes chez l'homme et limitées chez l'animal avec des éléments forts venant des tests in vitro	Dont le café, les légumes au vinaigre, la fougère arborescente, le nickel, les champs magnétiques extrêmement basse fréquence
3 : Inclassables quant à leur cancérogénicité pour l'Homme	Insuffisantes chez l'homme et insuffisantes ou limitées chez l'animal <i>ou :</i> Ne rentrent dans aucune autre catégorie	Dont le dioxyde de soufre, les fibres acryliques, le thé
4 : Probablement non cancérogène	Suggérant l'absence d'effet chez l'homme et l'animal <i>ou :</i> Suggérant absence d'effet chez l'animal avec des éléments forts venant des tests in vitro	Caprolactame (<i>seul produit de cette catégorie</i>)

- ▶ De nombreux biais existent notamment dans la sélection des sujets et leur taux de participation, ou dans l'évaluation de l'exposition. Tantôt il s'agit d'un calcul du champ magnétique dû à la proximité d'une ligne haute tension par rapport à l'habitation, tantôt il s'agit d'une mesure ponctuelle dans l'habitation, tantôt il s'agit d'une mesure de 24 h dans la chambre à coucher. Rares sont les études où l'exposition personnelle [10] a été mesurée. De plus, toute personne résidant à distance d'une ligne haute tension a été considérée comme non exposée, ce qui n'est pas certain. Une grande partie des expositions est due aux transports motorisés (voitures trains, etc.) et aux petits appareils électriques proches du corps (par exemple, une lampe halogène sur la table de travail où l'enfant fait ses devoirs).
- ▶ En outre, il n'existe aucun mécanisme biophysique démontré qui laisserait à penser que les expositions à faible intensité jouent un rôle dans le développement d'un cancer. Ainsi, s'il y avait des effets des expositions à ces champs de faible intensité, ce devrait être par le biais d'un mécanisme biologique jusqu'ici inconnu.
- ▶ De plus, la majorité des études animales sont négatives, en particulier celles conduites sur la vie entière de rats ou de souris, exposés à plusieurs milliers de μT [11]1.

Ainsi, « *tout bien considéré, les éléments de preuve en rapport avec la leucémie infantile ne sont pas suffisamment probants pour établir une relation de cause à effet entre l'exposition au champ magnétique 50 Hz et la leucémie de l'enfant* » [12].

L'OMS a regardé également les autres pathologies étudiées : les autres cancers de l'enfant (dont les tumeurs du cerveau), les cancers de l'adulte (en particulier les cancers du sein), les troubles de l'humeur (dépressions, suicides), les maladies cardiovasculaires, les malformations congénitales, les fausses couches spontanées, etc. Aucune de ces pathologies ne peut être reliée à une exposition au champ magnétique de 50 Hz. L'avis de l'OMS a été publié sous la forme d'un aide-mémoire, consultable en ligne [13].

En conclusion

Au total, la question des effets éventuels de l'exposition au champ magnétique de 50 Hz a fait l'objet d'un effort de recherche international majeur. Au terme de 40 années de recherches, la conjonction des études épidémiologiques et biologiques a permis de réduire les incertitudes et d'évaluer le plus précisément possible les risques éventuels. Pour ce qui est des expositions aiguës (expositions courtes), les limites recommandées sont largement en dessous des seuils d'effets possibles et apportent donc un niveau élevé de protection, tant du public que des travailleurs. Vis-à-vis des effets éventuels à long terme il est acquis que l'essentiel des expositions résidentielles des enfants comme des adultes ne conduisent pas à un risque sanitaire.

Une interrogation subsiste pour les expositions résidentielles très élevées (et inhabituelles) chez les enfants, supérieures à 0,4 μ T en moyenne sur 24 heures. Cependant, étant donné la faiblesse des éléments établissant un lien entre l'exposition au champ magnétique 50 Hz et la leucémie de l'enfant, aucune relation de cause à effet n'a pu être établie. Les avantages que l'on pourrait tirer d'une diminution de l'exposition pour la santé sont difficiles à établir. Pour l'OMS, des politiques basées sur l'adoption de limites d'exposition arbitrairement faibles ne sont pas justifiées.

L'« hypersensibilité électromagnétique »

Une mention spéciale doit être accordée à « l'hypersensibilité électromagnétique » (HSEM) ou « électrohypersensibilité » (EHS). L'OMS s'est penchée sur la question [14]. L'HSEM est caractérisée par divers symptômes que les individus attribuent à l'exposition aux champs électromagnétiques. C'est un syndrome défini par l'individu lui-même et non pas par le médecin. Les personnes souffrant d'HSEM ont des symptômes que l'on retrouve dans la population générale, mais ils les ressentent plus souvent. Parmi les plus fréquemment présentés, on trouve des symptômes dermatologiques (rougeurs, picotements et sensations de brûlure) et des symptômes neurasthéniques et végétatifs (fatigue, lassitude, difficultés de concentration, étourdissements, nausées, palpitations cardiaques et troubles digestifs).

Un certain nombre d'études ont été publiées dans lesquelles on exposait des individus présentant une HSEM à des champs similaires à ceux auxquels ils

attribuaient leurs symptômes. L'objectif de ces études était de provoquer l'apparition de ces symptômes en conditions contrôlées de laboratoire. Les études menées en double aveugle – c'est-à-dire que ni la personne volontaire, ni le médecin examinateur ne sait si le champ est présent ou non – ont montré que les symptômes n'étaient pas corrélés à la présence du champ. De plus, ni les personnes se plaignant d'HSEM, ni celles ne s'en plaignant pas, ne sont capables de détecter la présence du champ magnétique.

Ainsi, les preuves scientifiques ne permettent pas de soutenir l'hypothèse que les champs électromagnétiques jouent un rôle dans les plaintes associées à l'HSEM. Ce qui est certain, c'est que, quelle qu'en soit la cause, la HSEM peut être un problème handicapant pour l'individu touché, problème qui doit être pris en charge et traité.

Expertises collectives : quelques références

Europe : Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health. Bruxelles : European Commission ; 2007.

France : Conseil supérieur d'hygiène publique de France. Avis relatif aux champs magnétiques d'extrêmement basse fréquence. Paris : Conseil supérieur d'hygiène publique de France ; 2005. <http://www.sante.gouv.fr/htm/dossie...>

Grande Bretagne : NRPB. ELF electromagnetic fields and the risk of cancer. Report of an Advisory Group on Non-ionising radiation. Doc NRPB. 2001 ;12 :1. <http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFil...>

Grande Bretagne : Stakeholder Advisory Group on ELF EMFs (SAGE). Precautionary approaches to ELF EMFs. Stakeholder Advisory Group on ELF EMFs. First Interim Assessment, Power Lines and Property, Wiring in Homes, and Electrical Equipment in Homes. Avril 2007. <http://www.hpa.org.uk/webw/HPAweb&a...>

Suède : pas disponible en anglais <http://www.stralsakerhetsmyndighete...>

Canada : Exposition aux champs électromagnétiques : mise à jour des risques pour la santé et pertinence de la mise en œuvre du principe de précaution. Institut national de santé publique du Québec. Décembre 2006. <http://www.inspq.qc.ca/pdf/publicat...>

ICNIRP : International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys. 1998 ; 74 :494-522. <http://www.icnirp.de/documents/emfg...>

CIRC : Monographie vol 80, Non-Ionizing Radiation, Part 1 : Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. 2002. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monog...>

OMS : World health organization, Geneva. Extremely low frequency fields, Environmental health criteria 238. <http://www.who.int/mediacentre/fact...>



[15] et reprises dans la législation européenne, reposent sur des modélisations simples, voire simplistes. Elles ont été calculées à une époque où les modèles de corps humain, comme le Visible Human®, n'existaient pas.

	Définition	Valeur limite	Unité
Recommandation pour l'exposition du public	Champ électrique Champ magnétique	5 000 V/m 100 μ T	Volts par mètre micro Tesla
Directive pour l'exposition des travailleurs	Champ électrique Champ magnétique	10 000 V/m 500 μ T	Volts par mètre micro Tesla

Recommandations de l'ICNIRP et Réglementation européenne à 50 Hz

La réglementation en France dans le domaine électrique est publiée dans l'arrêté technique du 17 mai 2001 qui reprend les limites de 5 000 V/m et de 100 μ T pour tous les nouveaux ouvrages.

M.S.

)]

[1] *Environmental Health Criteria Monograph* n° 238, en ligne sur le site de l'OMS.

[2] Bernhardt JH, Matthes R, McKinlay A, Vecchia P, Veyret B. « Exposure to static and low frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (0-100 kHz) – Review of the scientific evidence and health consequence ». ICNIRP 2003.

[3] La partie « résumé et recommandations » de l'étude est disponible en langue française : <http://www.who.int/peh-emf/publicat...>

[4] ICNIRP : Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants. L'ICNIRP est une organisation non gouvernementale émanant de l'Association inter-nationale de radioprotection (IRPA), officiellement reconnue par l'OMS et l'Organisation internationale du Travail (OIT) dans le domaine des rayonnements non ionisants (RNI). Elle émet des avis et des recommandations d'ordre scientifique au sujet de la protection contre l'exposition aux RNI, formule en toute indépendance et sur la base des données scientifiques, des principes généraux et des limites d'exposition aux RNI de portée internationale. <http://www.icnirp.org/>.

[5] Conseil des Communautés européennes. Recommandation 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999 relative à la limitation du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz). *Journal officiel des Communautés européennes*. 1999 ;L199(30 juillet 1999) :59-70.

[6] Conseil des Communautés européennes. Directive 2004/40/CE du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relative à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) (dix-huitième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE). *Journal officiel des Communautés européennes*. 2004 ;L159(30 avril 2004) :1-26.

[7] Strumza MV. « Influence sur la santé humaine de la proximité des conducteurs d'électricité à haute tension ». *Arch Mal Prof*, 1970, 31(6) :269-76.

[8] Wertheimer N, Leeper E. « Electrical wiring configurations and childhood cancer ». *Am J Epidemiol*. 1979, 109(3) :273-84.

[9] Le CIRC fait partie de l'Organisation mondiale de la santé, qui est une institution spécialisée des Nations Unies. Le CIRC coordonne et réalise des travaux de recherche sur les causes du cancer chez l'homme et sur les mécanismes de la cancérogenèse, et élabore des stratégies scientifiques de lutte contre le cancer. Il participe à des recherches épidémiologiques et de laboratoire, et diffuse des informations scientifiques au moyen de publications, de réunions, de cours et de bourses.<http://www.iarc.fr/>.

[10] Mesurée par le port d'un appareil enregistrant le champ magnétique pendant 24 heures par exemple.

[11] Mandeville R, Franco E, SidracGhali S, et al. « Evaluation of the potential promoting effect of 60 Hz magnetic fields on N-ethyl-N-nitrosourea induced neurogenic tumors in female F344 rats ». *Bioelectromagnetics*. 2000 ;21 :84-93. Mandeville R, Franco E, Sidrac-Ghali S, et al. « Evaluation of the potential carcinogenicity of 60 Hz linear sinusoidal continuous-wave magnetic fields in Fischer F344 rats ». *Faseb J*. 1997 ;11 :1127-1136. Yasui M, Kikuchi T, Ogawa M, Otaka Y, Tsuchitani M, Iwata H. « Carcinogenicity test of 50 Hz sinusoidal magnetic fields in rats ». *Bioelectromagnetics*, 1997 ; 18 :531-540. Harris AW, Basten A, GebSKI V, et al. « A test of lymphoma induction by long-term exposure of E mu-Pim1 transgenic mice to 50 Hz magnetic fields ». *Radiat Res*. 1998 ; 149 :300-307. McCormick DL, Boorman GA, Findlay JC, et al. « Chronic toxicity oncogenicity evaluation of 60 Hz (Power frequency) magnetic fields in B6C3F(1) mice ». *Toxicol Pathol*. 1999 ;27 :279-285. McCormick DL, Ryan BM, Findlay JC, et al. « Exposure to 60 Hz magnetic fields and risk of lymphoma in PIM transgenic and TSG-p53 (p53 knockout) mice ». *Carcinogenesis*, 1998 ;19 : 1649-1653.

[12] <http://www.who.int/mediacentre/fact...>

[13] Ibid.

[14] <http://www.who.int/mediacentre/fact...>

[15] [(La définition des recommandations d'exposition aux champs basses fréquences)]

Dans le domaine des extrêmement basses fréquences, comme c'est le cas du courant électrique qui est à la fréquence de 50 Hz en Europe (60 Hz aux États-Unis), les seuls effets biologiques démontrés résultent des courants induits dans le corps, mesurés en milliampère par mètre carré (mA/m²). C'est cet effet qui est pris en compte pour l'établissement des recommandations d'exposition, sous forme de restrictions de base à ne pas dépasser. Ces recommandations sont de 2 mA/m² pour le public et de 10 mA/m² pour les travailleurs.

En pratique, la mesure en mA/m² ne peut être réalisée directement, et les champs électrique et magnétique correspondant à ces valeurs s'obtiennent par des calculs, en intégrant de nombreux facteurs de sécurité pour tenir compte des incertitudes quant à la conductivité des tissus humains et les différentes formes et tailles du corps humain. La formule de calcul intègre la fréquence. Ainsi, les limites sont différentes pour le courant à 50 Hz (100 µT pour le public par exemple) et pour le courant à 60 Hz (83 µT pour le public).

Aujourd'hui, les valeurs mesurables en champ électrique et en champ magnétique, calculées par l'ICNIRP [International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection. Pour l'Europe, c'est l'ICNIRP qui définit les restrictions de base servant à établir des recommandations et des directives européennes, elles-mêmes reprises dans chaque pays pour l'élaboration de décrets visant à appliquer la réglementation de façon pratique.