

Les notes de l'OPECST

Numéro 3 - Mars 2009

Champs électromagnétiques (CEM) et santé

Notre environnement quotidien est soumis aux rayonnements de différents CEM, qui émanent – entre autres – du champ magnétique terrestre ou des multiples applications de l'électricité. Pour autant, les interprétations sur leurs effets éventuels pour la santé des populations suscitent de vives controverses. La présente note s'inscrit dans le cadre des travaux que l'OPECST consacre aux CEM. Ainsi, M. Daniel Raoul a-t-il organisé, le 29 janvier 2009 au Sénat, une audition publique sur les effets sur la santé et l'environnement des champs magnétiques produits par les lignes à haute et à très haute tension. Puis, le 4 février 2009, l'OPECST a décidé de poursuivre l'étude confiée à M. Alain Gest sur les conséquences éventuelles sur la santé de la téléphonie mobile.

DÉFINITION ET CARACTÉRISTIQUES DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Une *onde électromagnétique* transmet de l'énergie sous la forme d'un *champ électrique* et d'un *champ magnétique*.

L'*intensité* du champ électrique est mesurée en Volt par mètre (V/m) et celle du champ magnétique en ampère par mètre (A/m) ou en tesla (T).

L'onde électromagnétique se propage dans le vide à la vitesse de 300 000 km/s. Elle est caractérisée par sa *fréquence* et sa *longueur*. La fréquence exprimée en Hertz (Hz) représente le nombre d'oscillations par seconde en un point donné. La fréquence a pour objet de permettre le classement des ondes dans le spectre électromagnétique et de déterminer leurs applications technologiques. La longueur, définie par la distance entre deux oscillations, est mesurée en mètre. Elle est inversement proportionnelle à la fréquence.

Il existe des *champs électromagnétiques d'origine naturelle*, comme le rayonnement solaire et stellaire (dont la lumière visible), la foudre ou ceux émanant des molécules et des cellules vivantes. Le champ magnétique terrestre est un champ statique, dont la fréquence est de 0Hz.

Fréquence	Gamme	Exemples d'applications
0Hz	Champs statiques	Aimants, IRM
3-300Hz	Extrêmement basses fréquences (ELF)	Réseau électrique et électroménager
300 Hz à 30 kHz	Fréquences intermédiaires	Ecrans video, chauffage par induction
30 kHz à 300 GHz	Radiofréquences	Radiodiffusion, télédiffusion, téléphone mobile, four à micro-ondes, radars, communications par satellites
300 THz à 385 THz	Infrarouge	Détecteurs anti-vol, Télécommandes
385 THz à 750 THz	Visible	Soleil, lasers
750 THz à 3 PHz	Ultraviolet	Soleil, photothérapie
3 PHz à 30 PHz	Rayons X	Radiologie
Au-delà de 30 PHz	Rayons gamma	Physique nucléaire

Signification des préfixes utilisés : k=kilo= 10^3 , M=Méga= 10^6 , G=Giga= 10^9 , T=Téra= 10^{12} , P=Péta= 10^{15}

Source : Fondation Santé et radiofréquences

Les **champs électromagnétiques artificiels** résultant de l'activité humaine ont eu tendance à se multiplier du fait des progrès technologiques : lignes à haute tension, appareils électroménagers et électroniques grand public (fours à micro-ondes, plaques à induction, tubes cathodiques, téléviseurs, ordinateurs), radars, dispositifs médicaux (radiographie, IRM, médecine nucléaire), réseaux de télécommunication (téléphonie mobile, antennes-relais), réseaux informatiques et téléphonie sans fil.

Ces sources artificielles constituent pour certains des facteurs de **pollution électromagnétique**.

Comme le montre le tableau suivant, l'intensité des CEM varie selon leur nature, le lieu et la distance séparant les personnes de la source d'exposition.

Champs électriques	
Dans le corps humain (cerveau)	5mVolts/m
Dans le corps humain (coeur)	Jusqu'à 50 mV/m
Habitation (sauf près des appareils ménagers)	Jusqu'à 20 V/m
Dans un wagon de train électrique	Jusqu'à 300 V/m
A proximité des lignes HT	20 V/m
Ecrans ordinateurs (à 5 cm)	De 1 à 10 V/m
Champ en atmosphère calme	De 100 à 200 V/m
Moquettes (à 5 mm, en atmosphère sèche)	De 200 V/m à 20 kV/m
Champ pendant un orage	Jusqu'à 100 kV/m
Emissions radio FM	
À quelques mètres d'une antenne d'émetteur FM	Qq dizaines de V/m
Emissions GSM	
À 1 cm d'une antenne de téléphone mobile	90 V/m
A 1 m d'une antenne de station de base	50 V/m
A plus de 5 m d'une antenne de station de base	De 0,01 à qq V/m
Champs magnétiques	
Dans les appartements :	
A distance d'appareillage	0,002 microTesla
À 1 m des appareils ménagers	Jusqu'à 200 microT
A l'aplomb d'une ligne haute tension	20 microT
Dans une rame de métro	30 microT
Champ terrestre (géomagnétique)	Entre 30 et 70 microT
Dans un wagon de train électrique	50 microT
Détecteurs de métaux (aéroports)	Jusqu'à 100 microT
Emissions GSM	
A proximité d'une station de base	Jusqu'à 0,03 microT
A proximité de l'antenne du mobile	0,3 microT

Source: Rapport Lorrain-Raoul, l'Incidence éventuelle de la téléphonie mobile sur la santé, 2002, p.11

Une étude conjointe de l'AFSSET (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail) et de l'École

supérieure d'électricité, publiée en mai 2008, confirme également que l'exposition d'une population aux CEM de basse fréquence (50 Hz, qui est la fréquence du réseau électrique) est susceptible de varier. Effectuée dans la commune de Champlan (Essonne), cette étude concernant 17 volontaires dotés d'une sonde individuelle durant 24 heures, révèle que cette exposition est de l'ordre de 1 à 2 microtesla pour une personne vivant durant 24 heures sous les lignes à haute tension, à 0,03 microtesla en moyenne sur 24 heures pour une personne résidant à plus de cent mètres des mêmes lignes. Cette distance est celle à partir de laquelle l'influence des champs ne se fait plus sentir. Certains appareils électroménagers, tels que le micro-ondes ou le sèche-cheveux produisent des champs beaucoup plus élevés, allant de 5 à 20 microtesla, mais l'exposition est, par définition, brève. Les valeurs mises en évidence par cette étude restent très inférieures aux limites légales fixées à 100 microtesla.

CONSÉQUENCES ÉVENTUELLES POUR LA SANTÉ DE L'EXPOSITION AUX CEM

CEM et Cancer

– L'exposition aux lignes à haute tension :

Certaines études épidémiologiques montrent une association entre un risque accru de leucémies infantiles et l'exposition aux champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences, (champs ELF)¹ notamment à un niveau supérieur à 0,4 microtesla. Toutefois,



ces études font l'objet de discussions par les scientifiques, essentiellement en raison des biais potentiels introduits par l'absence de

¹ ELF: Extremely low frequencies: fréquences extrêmement basses

mesure de champs électromagnétiques et de l'exposition de la population à ces champs.

L'étude de DRAPER publiée en juin 2005, visant à comparer des cas malades à des témoins sains, a été effectuée sur la base de 29 000 enfants de moins de 15 ans entre 1962 et 1965. Les résultats font apparaître un risque d'une forme rare de leucémie plus élevé pour ceux habitant entre 100 et 600 mètres alors que



le champ est quasiment nul et paradoxalement aucune augmentation de risque entre 0 et 100 mètres et interrogent les scientifiques sur la fiabilité de cette étude.

Par ailleurs, aucun mécanisme biologique expliquant des effets cumulés ou à long terme

des champs électro-magnétiques n'a été mis en évidence chez l'animal.

C'est pourquoi, le CIRC (Centre international) de recherche sur le cancer, considère à l'heure actuelle, qu'il n'existe pas de preuves convaincantes de risque sanitaire pour des expositions de longue durée à de faibles niveaux de champs, ni de lien de causalité entre la proximité des lignes à haute tension et l'apparition de leucémies. Toutefois le CIRC a classé en 2002, les ondes électromagnétiques - d'extrêmement basses fréquences - dans la catégorie B des cancérigènes possibles pour l'homme, comme le café.

Pour ces raisons, l'OMS a estimé en 2007, que les éléments de preuve n'étaient pas suffisamment solides pour être considérés comme établissant un lien de causalité, mais l'étaient suffisamment pour rester préoccupants.

L'exposition aux radiofréquences

Les études épidémiologiques qui ont examiné les effets des radiofréquences des téléphones portables se sont principalement intéressées aux cancers qui se déclarent dans la tête : gliomes (tumeur du tissu cérébral), neurinomes de l'acoustique (tumeur bénigne du nerf acoustique), méningiomes (tumeur bénigne située au niveau de la méninge dure-mère) ou tumeur de la glande parotide (située entre l'oreille et la mâchoire).

Une étude faisant partie de l'étude internationale Interphone¹ suggère la possibilité d'un risque accru de gliomes en cas d'usage intensif du téléphone portable durant plus de dix

ans. Ce résultat est toutefois controversé, car il pourrait être artificiellement dû au découpage de la population étudiée en sous-groupes ou à des biais de mémorisation.

Les études en laboratoire effectuées sur les animaux visent à examiner la capacité des champs de radiofréquences à provoquer le cancer, à aggraver les effets des substances cancérigènes ou à accélérer le développement de tumeurs.

Les études en laboratoire sur les cultures cellulaires se sont intéressées aux effets possibles des radiofréquences sur l'ADN, le cycle cellulaire, la prolifération et la différenciation cellulaires.

- L'électro-hypersensibilité :

Certaines personnes exposées aux champs électromagnétiques, en particulier ceux émanant des lignes à haute tension, des antennes-relais, et des réseaux locaux sans fil - Wifi² par exemple - se plaignent notamment de fatigue, de troubles du sommeil ou encore de maux de tête.

La question est posée de savoir si ces symptômes ne sont pas de nature subjective.



LA RÉGLEMENTATION DE LA PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION AUX CEM

La protection des personnes

Une recommandation 1999/59/CE du 12 juillet 1999 du Conseil de l'Union européenne a proposé des valeurs limites d'exposition pour le public. Couvrant toute la gamme des rayonnements non ionisants (de 0 à 300 GHz), cette recommandation se fonde sur les évaluations de risque publiées sous l'égide de l'OMS et de l'ICNIRP³.

¹ Interphone est une étude dirigée et coordonnée par le CIRC. Conduite dans 13 pays - dont la France - elle a examiné 6600 patients, en vue de déterminer si l'utilisation de téléphones portables augmente le risque de cancer.

² Wifi (Wireless Fidelity): technique de réseau informatique sans fil mise en place pour fonctionner en réseau interne. C'est aussi un moyen d'accès à haut débit à internet.

³ Commission internationale sur la protection contre les rayonnements non ionisants

Elle a fixé l'intensité :

- ✓ Pour un courant alternatif de 50 Hz, à 5000 V/m pour le champ électrique (10 000 V/m pour les travailleurs); et à 100 microtesla pour le champ magnétique.
- ✓ Pour les radiofréquences à 41 V/m pour le GSM 900, 58 V/m pour le GSM 1800 et 61 V/m pour l'UMTS (2110-2170 MHz).

Ces valeurs limites sont basées sur les seuls effets *avérés et connus* des CEM et ne peuvent donc prendre en compte des risques non démontrés ni mesurés à ce jour.

Elles ont été fixées à des niveaux 50 fois plus faibles que ceux ayant entraîné des effets sanitaires les plus mineurs observables chez l'animal, pour introduire un élément de sécurité supplémentaire.

La France a repris les recommandations du Conseil en ce qui concerne les valeurs limites applicables aux fréquences extrêmement basses et aux antennes relais alors que ces dispositions ont été appliquées de façon disparate au sein de l'Union européenne.

La directive 2004/40/CE définit les valeurs limites régissant la *protection des travailleurs*.

Reprenant des recommandations de l'ICNIRP, elle vise à une harmonisation de la protection en milieu professionnel contre les effets des radiations non ionisantes.

Fixée initialement au 30 avril 2008, la date limite de transposition a été repoussée au 30 avril 2012. Ce report a pour objectif, selon la Commission, de préparer une modification substantielle de la directive, en vue de garantir que les limites d'exposition ne seront pas préjudiciables à la pratique de l'imagerie par résonance magnétique (IRM), tout en assurant une protection appropriée du personnel.

La protection des équipements

En vue de permettre aux différents équipements électriques et électroniques de cohabiter, la législation communautaire a défini des normes destinées à assurer la *compatibilité électromagnétique* de ces équipements. Cette notion désigne l'aptitude d'un équipement à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante sans produire lui-même des *perturbations électromagnétiques* pour cet environnement, c'est-à-dire sans troubler le fonctionnement d'un

équipement ni affecter défavorablement la matière vivante ou inerte.

Il s'agit corrélativement de préserver *l'immunité électromagnétique* des équipements, à savoir leur aptitude à fonctionner en présence de perturbations électromagnétiques.

La réglementation applicable en la matière résulte de la directive 2004/108/CE, entrée en vigueur le 20 juillet 2007.

Elle prévoit que les équipements doivent être conçus et fabriqués, de façon à garantir :

- que les perturbations électromagnétiques ne dépassent pas le niveau au-delà duquel des équipements hertziens et de télécommunications ne peuvent pas fonctionner comme prévu ;
- qu'ils possèdent un niveau d'immunité aux perturbations électromagnétiques qui leur permette de fonctionner sans dégradation inacceptable dans le cadre de l'utilisation prévue.

La directive 2004/108/CE remplace ainsi la directive 89/336/CEE, dans le cadre de laquelle le CENELEC (Comité européen de normalisation électronique) avait fixé à 3V/m le niveau d'immunité pour tout matériel électrique – à l'exception des appareils médicaux vitaux et d'autres systèmes sensibles.



Chambre réverbérante qui permet de tester l'immunité électromagnétique de composants dans le cadre des tests de compatibilité électromagnétique
Source : CNRS