

# LA POLLUTION ELECTROMAGNETIQUE

## SOMMAIRE

### 1. Qu'est-ce que la pollution électromagnétique ?

Les champs électriques

Les champs magnétiques

Les champs et ondes électromagnétiques

Les sources naturelles de champs électromagnétiques

Les sources artificielles de champs électromagnétiques

### 2. Comment puis-je être exposé(e) aux champs électriques et/ou magnétiques artificiels ?

### 3. Comment les champs électromagnétiques peuvent-ils affecter ma santé ?

Les mécanismes d'interaction

*Les champs ELF*

*Les radiofréquences et hyperfréquences*

*Les interactions indirectes*

Les effets physiologiques, les symptômes observés et les résultats d'études épidémiologiques chez l'homme

*Les effets observés des champs électriques ou magnétiques statiques*

*Les effets observés des champs électriques et magnétiques ELF (50 ou 60 Hz)*

*Les effets observés des champs de radiofréquences et hyperfréquences*

Les résultats des études in vitro, chez l'animal ou le végétal

*Pour l'exposition aux champs ELF*

*Pour l'exposition aux champs radio ou hyperfréquences*

Les risques indirects

Que penser de tous ces résultats ?

Les valeurs de référence fournies par les systèmes d'évaluation du risque

#### **4. Comment puis-je savoir si je suis exposé(e) de façon non négligeable aux champs électromagnétiques ?**

**Les appareils de détection et de mesure**

**Recenser les sources de pollution électromagnétique**

*Les appareils ménagers et installations électriques*

*Les téléphones, les stations de base et les antennes*

*Les lignes électriques extérieures et les transformateurs*

*Autres sources d'exposition extérieure*

#### **5. Comment puis-je réduire mon exposition aux champs électromagnétiques et au risque électrique ?**

**La protection contre les champs électriques et/ou magnétiques 50 Hz et les risques de choc électrique**

*Les lignes électriques*

*La construction et l'aménagement de la maison*

*Le mobilier et les matériels électriques*

**La protection contre les champs radio et hyperfréquences**

*Le téléphone mobile*

*Les autres sources*

#### **6. Quelles sont les réglementations concernant les champs électromagnétiques ?**

**La protection des personnes**

**La protection des appareils**

#### **7. Vous souhaitez des informations complémentaires ?**

#### **8. Bibliographie**

**Remarque :** l'utilisation de ce dossier est entièrement libre mais sous la responsabilité de ceux qui l'utilisent. Son auteure n'est responsable que de ce qui y est écrit, pas de l'utilisation ou des interprétations abusives qui pourraient en être faites. Il en découle que la présence de ce dossier, sous forme de lien, sur le site d'une association ou d'une société commerciale ne représente en rien une caution de notre part à leur action ou leurs matériels.

## 1. Qu'est-ce que la pollution électromagnétique ? [\[sommaire\]](#)

La pollution électromagnétique est constituée par les champs électriques et magnétiques qui sont présents dans notre environnement et qui ne sont pas d'origine naturelle.

Les rayonnements ionisants, qui sont une propagation de champs électromagnétiques de grande fréquence, ne sont généralement pas compris dans le terme "pollution électromagnétique" et ils ne seront pas traités dans ces pages.

### Les champs électriques :

- sont liés à la présence de charges électriques, mobiles ou pas. Ils peuvent aussi être induits par un champ magnétique variable
- produisent une force électrique qui a pour effet de mettre en mouvement toute particule chargée se trouvant dans le champ
- se mesurent en volt/mètre (V/m)
- augmentent d'intensité en fonction de la tension électrique qui les génère
- diminuent d'intensité en fonction de la distance à leur source, d'un facteur  $1/r$  à  $1/r^2$  suivant le type de source et son éloignement
- sont modifiés et atténués par tous les obstacles qu'ils rencontrent : le champ est concentré au sommet de l'obstacle; si l'obstacle est un être humain, le champ est donc concentré au niveau de la tête, si l'obstacle est un arbre, le champ est atténué à son pied

### Les champs magnétiques :

- sont produits par des champs électriques variables ou des courants électriques
- produisent une force magnétique qui ne peut affecter que des particules chargées en mouvement en modifiant leur trajectoire, sans changer la grandeur de leur vitesse
- se mesurent en ampère/mètre, mais on utilise plus généralement la densité de flux magnétique, ou induction magnétique, mesurée en tesla (T) ou en Gauss (G)  
 $1\text{mG} = 0.0001\text{mT} = 0,1 \mu\text{T}$        $1 \text{ T} = 1.000 \text{ mT} = 1.000.000 \mu\text{T}$
- sont proportionnels à l'intensité du courant qui les a induits, et donc à la consommation d'électricité des appareils électriques qui les génèrent
- diminuent d'intensité en fonction de la distance  $r$  à la source, d'un facteur qui va de  $1/r$  à  $1/r^3$  suivant le type de source

### Les champs et ondes électromagnétiques

Lorsque les champs électriques ou magnétiques sont uniformes ou qu'ils oscillent (on parle alors de champs alternatifs) mais avec une fréquence très basse, on peut les considérer séparément.

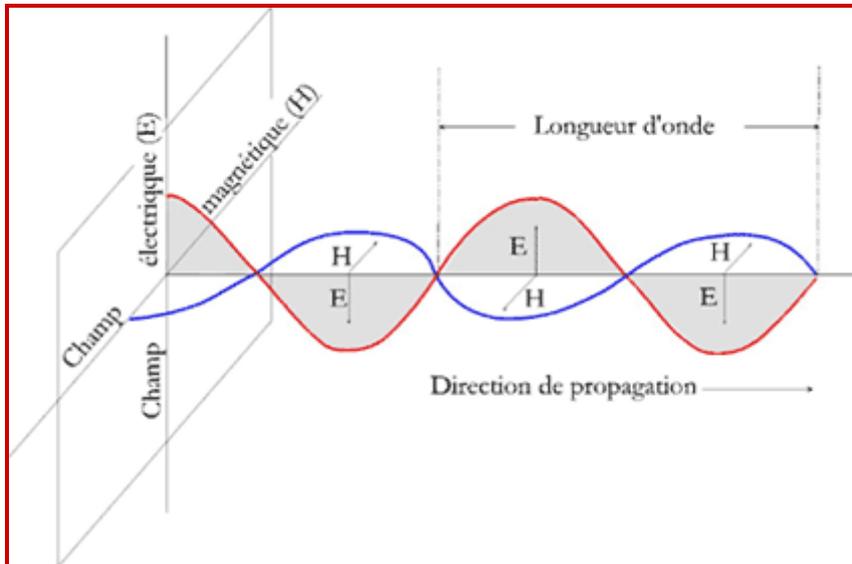
Mais s'ils varient dans le temps avec des fréquences non négligeables, ils deviennent indissociables et on parle alors de champs électromagnétiques : un champ électromagnétique est constitué d'un champ électrique sinusoïdal couplé à un champ magnétique également sinusoïdal.

Ce champ électromagnétique se propage dans l'environnement à la vitesse de la lumière, formant les ondes électromagnétiques.

La lumière du jour, ou lumière visible, est elle-même constituée d'ondes électromagnétiques de différentes fréquences.

Un champ électromagnétique produit une force électromagnétique qui s'exerce sur toute particule chargée. Cette force est la somme de la force électrique produite par le champ électrique et de la force magnétique produite par le champ magnétique.

Contrairement aux ondes sonores, qui ont besoin d'être supportées par un milieu matériel (l'air, par exemple), les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans le vide.



**Fig. 1 L'onde électromagnétique**

Source : [BBEMG](#), 2004

Les ondes électromagnétiques sont caractérisées par 3 paramètres, étroitement liés, qui permettent de les classer et qui déterminent aussi leur utilisation technologique et leur impact sur l'environnement :

- leur longueur d'onde, mesurée en mètres
- leur fréquence, mesurée en Hertz (Hz), qui est le nombre de longueurs d'onde compris dans 1 seconde
- l'énergie qu'elles transportent et qu'elles peuvent transmettre aux objets qu'elles rencontrent, mesurée en Joules (J) ou en électron-volts (eV)

Pour évaluer l'impact sur la santé on utilise plutôt le débit d'absorption spécifique (DAS en Watt/kg) ou la densité de puissance surfacique (flux énergétique reçu par unité de surface, en Watt/m<sup>2</sup>)

$$1 \text{ Watt (W)} = 1 \text{ Joule/seconde}$$

L'énergie transportée par une onde électromagnétique est d'autant plus grande que sa fréquence est grande, ou, ce qui revient au même, que sa longueur d'onde est petite.

***Remarque :** dans le langage courant, on utilise souvent le terme de champ électromagnétique pour parler indifféremment des champs électriques, magnétiques ou des ondes électromagnétiques.*

Pour en savoir plus → [Puissances – niveaux d'exposition - normes](#) (2009)

## Les sources naturelles de champs électromagnétiques

Les champs naturels, qui ne rentrent pas dans le cadre de la pollution électromagnétique, sont essentiellement des champs dits "continus" car ils n'oscillent pas de façon régulière et rapide avec le temps; ils peuvent néanmoins varier ponctuellement par modification du contexte qui les produit.

**Le champ électrique à la surface de la terre** est lié à la présence de charges électriques positives dans la haute atmosphère, d'où une différence de potentiel entre le sol et l'atmosphère de l'ordre de 100 à 150 V/m en général.

Sous un orage, le champ électrique s'inverse et peut atteindre 10 voire 20 kV/m (1kV/m = 1.000 V/m).

### Le champ magnétique terrestre

La composante interne est produite par les courants du magma en fusion dans le noyau de la terre et les courants électriques que cela génère; c'est lui qui oriente l'aiguille de la boussole; il est de l'ordre de 40  $\mu\text{T}$  ( $1\mu\text{T} = 10^{-6} \text{T}$ ) actuellement sous nos latitudes, mais il a beaucoup varié dans l'histoire de la Terre. La position géographique du pôle nord magnétique n'est d'ailleurs pas stable : elle se rapproche actuellement du pôle nord géographique à la vitesse de 40 km/an; de plus, elle varie dans la journée.

La composante externe provient de l'activité solaire, de l'activité atmosphérique, etc. Elle est aussi variable : cycles de l'activité solaire, cycle circadien, orages et autres modifications atmosphériques ionisation de l'air, etc.

Il existe aussi des **champs naturels alternatifs** mais leur intensité est très faible : à 50 Hz, champ électrique de l'ordre de 0,001 V/m et champ magnétique de 0.013 à 0.017  $\mu\text{T}$ ; il peut varier avec l'activité solaire jusqu'à atteindre 0,5  $\mu\text{T}$  lors d'[orages magnétiques](#); le soleil et les étoiles émettent des ondes électromagnétiques entre 100 kHz et 300 GHz dont la densité de puissance surfacique (flux énergétique reçu par unité de surface) est d'environ 10 pW/cm<sup>2</sup> ( $10^{-11} \text{W/cm}^2$ ). Ce rayonnement est très inférieur à celui produit par les sources artificielles.

**Les cellules vivantes**, et donc aussi notre corps et tous les êtres vivants, génèrent des courants électriques (mesurés, par exemple par l'électrocardiogramme ou l'électroencéphalogramme) et donc des champs électriques et magnétiques.

La différence de potentiel entre milieux intra et extra cellulaire est de l'ordre de 10 à 100 mV. L'influx nerveux est une inversion momentanée de cette tension qui se propage le long du neurone excité.

Le champ magnétique produit par les courants cellulaires est très faible, de l'ordre de 0,1 picoT à la surface du corps (1 pico T =  $10^{-6} \mu\text{T}$ ).

L'électrocardiogramme (ECG) mesure les courants électriques dans le cœur et le champ magnétique induit par ces courants est d'environ 0,0005 mG ( $5 \cdot 10^{-5} \mu\text{T}$ ).

Dans le cerveau, les courants électriques sont mesurés par l'électroencéphalogramme (EEG) et le champ magnétique induit est d'environ  $10^{-6} \text{mG}$  ( $10^{-7} \mu\text{T}$ ).

Pour en savoir plus sur l'intensité et l'origine des sources naturelles statiques et alternatives → [Inchem](#) (en anglais)



## 2. Comment puis-je être exposé(e) aux champs électriques et/ou magnétiques artificiels ? [\[sommaire\]](#)

L'exposition professionnelle aux champs statiques, ELF ou radio/hyperfréquences relève de la médecine du travail.

Pour en savoir plus sur les expositions professionnelles aux champs électromagnétiques → [INRS](#) : son excellent guide d'évaluation des risques ([ED6136](#) - 2013) et la [lettre d'information](#) d'octobre 2015 qui fait le point sur le sujet

La population générale peut être exposée :

- à un champ magnétique statique (non alternatif) lors d'une IRM
- aux champs ELF par les installations et appareils électriques, domestiques ou pas, et lors d'une IRM  
*A noter : le champ électrique autour du câble d'alimentation d'un appareil électrique ne disparaît que lorsque l'appareil est débranché ou que la prise est mise hors tension par un interrupteur qui coupe la phase. Il est en revanche toujours présent au niveau du câble situé derrière le mur.*
- aux radio et hyperfréquences par les écrans d'ordinateur, la Wifi et tout autre système existant ou à venir de communication sans fil entre périphériques, les dispositifs anti-vol et autres systèmes de sécurité, les fours à micro-ondes et les plaques de cuisson à induction, par les dispositifs de télémétrie, de radiobalises, de télécommande, lors d'une IRM, par les antennes de radio, de télévision, de radar, de téléphones mobiles et surtout par le téléphone mobile lui-même.

## 3. Comment les champs électromagnétiques peuvent-ils affecter ma santé ? [\[sommaire\]](#)

Un être vivant peut être considéré globalement comme un ensemble de processus électriques en interaction avec des mécanismes biochimiques. De plus, il est ouvert à son environnement et interagit sans cesse avec lui. C'est par le biais d'interactions avec nos processus électriques et biochimiques que les champs électromagnétiques peuvent interagir, en bien ou en mal, avec notre santé. La médecine utilise beaucoup ces possibles interactions à des visées diagnostiques ou thérapeutiques.

### Les mécanismes d'interaction

Les champs électriques et/ou magnétiques variables dans le temps interagissent avec le corps humain, on parle souvent de couplage, en générant des phénomènes dont l'intensité et la nature dépendent de la fréquence en cause.

#### *Les champs ELF*

Ils n'entraînent généralement qu'une absorption d'énergie négligeable et aucune élévation de température mesurable (celles-ci ne deviennent significatives qu'à partir de 100 kHz). Dans cette gamme de fréquence, il faut considérer séparément l'impact des champs électrique et magnétique.

Les champs électriques statiques ou de basse fréquence provoquent :

- **des courants électriques** de faible intensité : on a mesuré 16 microampères ( $\mu\text{A}$ ) pour un champ extérieur de 1 kV/m. A titre de comparaison, 1 kV/m est l'intensité du champ électrique qu'on peut trouver sous une ligne haute tension d'environ 100 kV et les courants induits par une lésion cellulaire sont de l'ordre de 10 à 30  $\mu\text{A}$ .  
La répartition de ces courants n'est pas uniforme dans le corps : ils sont plus intenses au niveau du cou et surtout de la cheville.
- **la polarisation** de certaines molécules qui deviennent ainsi des dipôles électriques
- **la réorientation des dipôles** électriques déjà présents dans les tissus

L'importance relative de ces 3 effets dépend des propriétés électriques du corps, conductivité électrique pour l'induction de courants et permittivité pour la polarisation. Ces paramètres varient suivant le type de tissu biologique et la fréquence du champ.

Les champs magnétiques statiques ou de basse fréquence créent :

- **des champs électriques** induits qui provoquent des courants électriques circulaires qu'on nomme les **courants de Foucault**.  
L'intensité des champs et la densité des courants induits sont proportionnels au rayon de la boucle de courant dans le corps, à la densité de flux magnétique B et à sa vitesse de variation, à la conductivité électrique des tissus concernés et à la forme des organes, celles-ci influençant aussi le trajet exact du courant induit
- **une réorientation des molécules "magnétiques"** comme par exemple les cristaux de magnétite contenus dans certaines cellules cérébrales voire les cristaux de calcite présents dans la glande pinéale qui secrète la mélatonine, ceci étant encore du domaine de la recherche et sujet à débat

### *Les radiofréquences et hyperfréquences*

Ces types de champs génèrent :

- **un champ induit** qui provoque l'oscillation et le déplacement des charges libres et la rotation des molécules polaires, et peut-être des molécules magnétiques, à la fréquence de l'onde électromagnétique
- **une absorption d'énergie** entraînant des effets thermiques par élévation de la température des tissus.

Le dépôt et la distribution d'énergie à l'intérieur du corps sont très inhomogènes dans les tissus, l'accumulation d'énergie est mesurée par le débit d'absorption spécifique, ou **DAS**. Celui-ci, en "champ lointain" c'est-à-dire au-delà de 10 longueurs d'onde de la source environ, est proportionnel au carré de l'intensité du champ électrique interne. En pratique, la valeur du DAS est estimée à partir des paramètres du champ incident (fréquence, intensité, polarisation, champ proche ou lointain), des caractéristiques du corps exposé (taille, géométrie, position par rapport au champ incident, propriétés diélectriques des tissus, d'où la difficulté d'extrapoler à l'homme les résultats des expérimentations animales), et des effets du sol et des autres objets réfléchissant près du corps exposé. On peut l'estimer pour le corps entier ou pour une partie du corps, on parle alors de DAS local.

Les DAS (corps entier ou locaux) dépendent fortement de la distance entre la source et le corps.

Pour certains appareils, téléphones mobiles par exemple, l'exposition du corps humain peut avoir lieu en "champ proche", où la relation entre fréquence et absorption d'énergie est très différente de celle en "champ lointain". L'exposition en "champ proche" peut entraîner un DAS local élevé.

Aux fréquences supérieures à 10 GHz, la profondeur de pénétration du champ dans les tissus est faible et l'énergie est absorbée essentiellement au niveau de la peau. Le DAS n'est plus approprié pour évaluer l'énergie absorbée, on lui préfère la densité de puissance incidente du champ, en Watt/m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>).

### ***Les interactions indirectes***

Les courants de contact résultent du contact du corps avec un objet se trouvant à un potentiel électrique différent, que ce soit le corps ou l'objet qui soit chargé par le champ électromagnétique. Ils dépendent de la fréquence du champ, de la dimension de l'objet, de la taille du sujet et de la surface de contact. Des décharges peuvent même se produire lorsqu'une personne et un objet conducteur exposé à un champ intense se rapprochent l'un de l'autre.

Les champs peuvent interagir avec un appareil médical porté ou implanté dans le corps et perturber son fonctionnement.

Pour en savoir plus sur les interactions entre champs électromagnétiques et corps humain → [Inchem](#) (en anglais)

Pour en savoir plus sur les interactions entre champs électromagnétiques et stimulateurs cardiaques → [Brochure de la Fondation Suisse de Cardiologie](#)

### **Les effets physiologiques, les symptômes observés et les résultats d'études épidémiologiques chez l'homme**

Un certain nombre de troubles non spécifiques, et plus ou moins bénins (fatigue, irritabilité, troubles de la concentration et de la mémoire, troubles du sommeil, troubles de l'appétit et de la digestion, maux de tête, vertiges; douleurs, anxiété, tendances dépressives voire suicidaires, réduction de la libido), ont été rapportés suite à l'exposition aux champs électromagnétiques - on parle parfois d'"hypersensibilité électromagnétique" ou d'électrosensibilité.

Cette relation est contestée car aucun mécanisme biologique actuellement connu ne peut expliquer ces symptômes... ce qui ne veut pas dire qu'ils n'existent pas.

On entre probablement ici dans le champ de la variabilité individuelle et biologique qui fait que les sujets ne réagissent pas tous de la même façon à leur environnement en général, aux champs électromagnétiques en particulier.

Pour en savoir plus → [Electromagnetic hypersensitivity](#) (OMS 2006, en anglais)  
[Electrosensibilité](#) (BBEMG, format pdf 2015)  
[Electrosensibilité](#) (BBEMG 2015)

Les effets plus spécifiques et plus facilement évaluable ont fait l'objet d'études et d'expérimentations dont nous rapportons ci-dessous les résultats.

### *Les effets observés des champs électriques ou magnétiques statiques*

Le seuil de perception se situe à environ 20 kV/m pour un champ électrique, celui de sensation désagréable vers 25 kV/m; ces seuils peuvent varier suivant les personnes.

Des "courants de décharge" sont observés pour des champs électriques de l'ordre de 500 à 1.200 kV/m.

Un syndrome de sensibilité particulière aux champs électriques a été décrit dans les pays nordique : il s'agit de signes généraux à type de rash cutané.

Des modifications de l'électrocardiogramme (ECG) peuvent apparaître lors d'expositions fortes de courte durée, telles qu'on peut en avoir lors d'une IRM : elles sont généralement bénignes pour des champs de l'ordre de 0,1 T, mais on peut aussi observer des troubles du rythme cardiaque pour des expositions dépassant 5 T.

Les expositions chroniques aux champs statiques artificiels ne concernent que certaines situations professionnelles → [INRS](#).

*Remarque : un individu se déplaçant dans un champ statique sera soumis à une modulation aléatoire de la valeur du champ en relation avec ses mouvements. Il sera donc en situation d'exposition à un champ variable dans le temps.*

### *Les effets observés des champs électriques et magnétiques ELF (50 ou 60 Hz)*

Le seuil de perception varie suivant les individus, la position relative des parties du corps et l'humidité. La plupart des gens peuvent percevoir des champs électriques 50/60 Hz à partir de 20 kV/m, mais seulement 5% peuvent percevoir des champs de 3 à 5 kV/m.

Une micro décharge au contact d'un objet métallique ou des picotements peuvent être ressentis quand les courants induits dépassent 1 mA.

Des contractions musculaires involontaires peuvent survenir pour des courants induits supérieurs à 6 à 9 mA.

Un syndrome neurovégétatif, décrit dans les pays de l'Est, pourrait être en relation avec les champs ELF mais l'association est difficile à prouver compte tenu du peu de spécificité des symptômes.

Une diminution du pic nocturne de mélatonine, sans effet clinique apparent, a été observée pour des expositions prolongées, alors que les études chez des volontaires en laboratoire (expositions courtes) n'avaient pas mis en évidence d'effets physiologiques ou psychologiques décelables pour des densités de flux comprises entre 2 et 5  $\mu\text{T}$  à 50 Hz (y compris sur les taux nocturnes de mélatonine chez l'homme). Par ailleurs, des sujets dormant sous des couvertures chauffantes (exposition à 6,6  $\mu\text{T}$ ) ont eu une baisse de la mélatonine urinaire.

Des modifications de l'électroencéphalogramme (EEG) ont été observées chez des sujets volontaires suite à une exposition de 9 kV/m et 20  $\mu\text{T}$ .

Des modifications de l'électrocardiogramme (ECG) à type d'irrégularités et de diminution du rythme cardiaque ont également été observées pour ces mêmes conditions d'exposition sur volontaires (9 kV/m et 20  $\mu$ T). Plus surprenant : cette réponse cardiaque n'a pas été observée pour des expositions plus forte (12 kV/m et 30  $\mu$ T) ou plus faible (6 kV/m et 10  $\mu$ T). Le risque de fibrillation ventriculaire n'apparaît, théoriquement, que pour des intensités de courants induits 100 fois supérieures à celle reçue lors d'une IRM, mais suivant la surface exposée et la durée de l'examen, il convient d'être prudent.

Des magnétosphènes (sensations lumineuses survenant en l'absence de toute stimulation lumineuse de l'œil) réversibles peuvent survenir lors d'une IRM, pour des valeurs d'exposition inférieures à 5 mT de champ magnétique variable (20 à 50 Hz).

Certaines études suggèrent une relation possible entre exposition forte aux champs électromagnétiques ELF (expositions professionnelles, utilisation de couvertures électriques) et troubles de la reproduction (troubles de la fertilité, avortements spontanés ou effets tératogènes), mais dans l'ensemble et pour l'instant, les preuves épidémiologiques manquent.

Une étude finlandaise, sur 12.063 personnes, évoque un risque de dépression 4,7 fois plus élevé chez les personnes vivant à moins de 100 m d'une ligne à haute tension.

Plusieurs études suédoises suggèrent une relation entre exposition aux champs ELF et maladie d'Alzheimer, avec une relation dose-effet. Une relation est aussi évoquée avec la sclérose latérale amyotrophique.

Quelques études parues sur ce sujet :

[Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields.](#) (2003)

[Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease.](#) (2003)

[Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis](#) (2008)

[Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: longitudinal study of the Swiss population](#) (2009)

[Human disease resulting from exposure to electromagnetic fields](#) (2013)

En ce qui concerne les pathologies cancéreuses, de nombreuses études ont été publiées avec des résultats contradictoires et des méthodologies pas toujours irréprochables.

Il en ressort, pour l'instant, une augmentation possible du risque de leucémie (surtout chez l'enfant), du risque de tumeur cérébrale, de cancer du poumon, de mélanome, de cancer du pancréas.

Aucune étude, à ce jour, ne rapporte un risque accru de cancer pour des expositions à des champs inférieurs à 0,1  $\mu$ T.

Récemment, en 2007, une étude australienne portant sur environ 1500 personnes rapporte une élévation significative du risque de leucémie chez l'adulte ayant vécu les 15 premières années de sa vie à moins de 300 m d'une ligne HT (OR = 3,23 [1,26; 8,29]). Si on restreint l'analyse aux seules proliférations lymphocytaires le risque semble encore plus net (OR = 6,18 [1,27; 27,9]).

*Remarque : plusieurs études rapportent l'apparition d'un phénomène uniquement pour un niveau d'intensité et/ou pour une fréquence donnée; on nomme ce phénomène "effet fenêtre". Cette observation complique beaucoup l'interprétation des résultats des études.*

En 2002, le département de la santé de l'état de Californie a fait une [évaluation des risques](#) liés aux champs ELF. Les conclusions du rapport sont les suivantes :

- augmentation du risque de leucémie de l'enfant (à partir de 0,1  $\mu\text{T}$ ) et de l'adulte (à partir de 0,2  $\mu\text{T}$ )
- augmentation probable du risque de cancer du cerveau, de fausses couches (à partir de 0,07  $\mu\text{T}$  en moyenne ou de pics de 1,6  $\mu\text{T}$ ), de sclérose latérale amyotrophique (à partir de 20 ans d'exposition)
- augmentation possible du risque d'infarctus (à partir de 5 ans d'exposition)

En 2007, le BioInitiative Working Group, un groupe de travail transversal réunissant des scientifiques et/ou universitaires de différentes disciplines, a rendu public son rapport. Celui-ci a été réactualisé en 2012.

Pour en savoir plus →

[Télécharger le rapport 2012 en entier](#) (en anglais)

[Conclusions du rapport 2012](#) (en anglais)

Traduction française du [résumé](#) du rapport 2007 par le Criirem

Celui-ci retient comme possiblement accrus par l'exposition de longue durée aux champs ELF : les risques de leucémie de l'enfant, de cancer du cerveau, du sein, troubles de l'immunité et surtout de maladie d'Alzheimer ("strong evidence")

Toujours en 2007, l'OMS ([Aide mémoire n°322](#)) évalue le nombre de cas de leucémie infantile due aux champs ELF (pour une exposition supérieure à 0,3  $\mu\text{T}$ ) à 100 à 2.000 cas/an dans le monde, soit 0,2 à 4,95 % de l'incidence annuelle totale de cette maladie.

En 2010 une [synthèse](#) (en anglais) des études publiées entre 1979 et 2008 conclut à la nécessité de revoir les limites d'exposition pour le public.

En mars 2010 l'Afsset (maintenant fondue dans l'ANSES) a publié un [avis](#) sur les effets sanitaires des champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences où elle recommande "la création de zones d'exclusion de nouvelles constructions d'établissements recevant du public (hôpitaux, écoles, etc.) qui accueillent des personnes sensibles (femmes enceintes et enfants) d'au minimum de 100m de part et d'autres des lignes de transport d'électricité à très hautes tensions" et la même exclusion de tels établissements autour des nouvelles installations de lignes haute tension. "Cette zone peut être réduite en cas d'enfouissement de la ligne" ce qui peut étonner car cet avis reconnaît également "la réduction limitée des champs magnétiques émis par les lignes de transport d'électricité très haute tension souterraines par rapport aux lignes aériennes."

Par ailleurs, les experts de l'Afsset partagent les conclusions du consensus international (OMS, 2007) qui considère que les preuves scientifiques d'un possible effet sanitaire à long terme sont insuffisantes pour justifier une modification des valeurs limites d'exposition actuelles. "...une logique très particulière.

En 2013, l'ANSES réalise une synthèse qui recommande de " renforcer la recherche sur les causes possibles des leucémies infantiles" et de " ne pas installer ou aménager de nouveaux établissements accueillant des enfants (écoles, crèches...) à proximité immédiate des lignes à très haute tension, et de ne pas implanter de nouvelles lignes au-dessus de tels établissements".

### *Les effets observés des champs de radiofréquences et hyperfréquences*

Comme pour les champs ELF, les études et observations sont contradictoires.

Une étude épidémiologique effectuée par l'armée de l'air française a montré que 60 % des personnes exposées aux radiofréquences et hyperfréquences ne présentaient aucun signe clinique ou seulement des signes subjectifs mineurs, 30% présentaient un syndrome neurovégétatif et 10 % des signes cliniques authentifiés. Il en ressort qu'il existe une sensibilité individuelle à ces ondes électromagnétiques.

Diverses études sur volontaires sains utilisant un téléphone mobile rapportent des altérations de certaines **secrétions hormonales** : mélatonine, TSH (hormone de régulation des hormones thyroïdiennes) ou des modifications du **sommeil** et de l'EEG.

Une [revue de la littérature italienne](#) conclut que les champs émis par les mobiles peuvent modifier l'excitabilité corticale.

*Remarque : comme pour les champs ELF, plusieurs études rapportent un "[effet fenêtre](#)".*

Plusieurs études rapportent une altération de l'audition chez les utilisateurs "intensifs" de mobile (au moins 1 à 2 heures par jour). Ces résultats sont néanmoins à confirmer en raison du petit nombre de sujets de ces études et de l'absence d'ajustement sur l'usage du téléphone classique.

Certains riverains d'antennes relais ou utilisateurs de Wifi rapportent des symptômes divers et variables en lien avec ces dispositifs.

Une [étude expérimentale hollandaise](#) (en anglais) sur 2 groupes de 36 sujets rapporte quelques modifications psycho-cognitives de faible intensité, mais néanmoins statistiquement significatives, lors d'une exposition de 45 minutes mimant l'exposition liée à des antennes relais. Les champs appliqués sont de 0,7 V/m en GSM 900 ou 1.800 MHz et 1 V/m en UMTS. Les résultats aux tests diffèrent suivant que les sujets avaient déjà préalablement manifesté des plaintes concernant ce type d'exposition. Ils sont plus nets et cohérents avec l'UMTS qu'avec le GSM.

Une [étude anglaise](#) (en anglais), rapporte une augmentation du nombre de leucémie chez l'adulte dans les 2 km autour d'un émetteur de TV-FM. Le risque diminue avec la distance à l'antenne. L'intensité des champs mesurés dans cette zone varie énormément, probablement en raison de réflexions sur les reliefs ou les bâtiments; au maximum on a mesuré 2,2 V/m pour la TV et 4,6 V/m pour la FM. Une même diminution du risque avec la distance est retrouvée pour le mélanome et le cancer de la vessie.

Suite à ces résultats inquiétants, une [autre étude](#) a été menée par la même équipe sur l'ensemble des émetteurs de Grande-Bretagne. Elle n'a pas retrouvé d'augmentation du risque

dans un rayon de 2 km autour des antennes (il semble même qu'il y ait une légère diminution du risque (non statistiquement significative) dans ce périmètre. Par contre, elle a retrouvé la diminution du risque avec la distance au-delà des 2 km pour certains émetteurs et pas d'autres. Les résultats contradictoires de ces 2 études doivent amener à réfléchir sur l'existence de facteurs locaux qui pourraient amplifier ou, au contraire, minimiser le risque lié à l'exposition aux radiofréquences. La valeur du champ, telle que mesurée actuellement, n'est probablement pas le seul critère pertinent pour évaluer les risques.

En 2010 une [synthèse](#) des études publiées entre 1979 et 2008 rapporte également une relation entre émetteurs radio et leucémie de l'enfant.

Une étude autrichienne ([texte intégral en allemand, résumé en anglais](#)) rapporte, elle aussi, une augmentation nette et significative du nombre de cancers autour d'un émetteur de téléphonie mobile.

*A noter : cet émetteur est implanté très près des habitations et à faible hauteur (8 mètres). Par ailleurs il émet selon la norme NMT, en 450 MHz, qui a quasiment disparu aujourd'hui*

Le plus inquiétant, à ce jour, est l'augmentation du risque de certaines **tumeurs** qui pourraient être liée à l'utilisation sur une longue période du téléphone mobile :

- en 2003, une [étude suédoise](#) à la méthodologie irréprochable rapporte un risque accru
  - **de neurinome de l'acoustique** une tumeur rare de la gaine du nerf cochléo-vestibulaire qui reste généralement bénigne mais peut provoquer des compressions cérébrales dangereuses
  - **d'astrocytome**, autre tumeur cérébrale susceptible de se Cancériser
- en 2004, une [revue de la littérature](#) faite par des Suédois synthétise les résultats de 9 études épidémiologiques et conclut que l'utilisation du téléphone mobile pendant une durée assez longue augmente le risque de neurinome de l'acoustique et de mélanome uvéal (tumeur maligne de l'œil)
- en 2006, une [autre enquête suédoise](#) sur les tumeurs cérébrales confirme les résultats de l'étude de 2003 ci-dessus et rapporte une augmentation du risque d'astrocytome dit "de haut grade" (tumeur maligne) avec l'utilisation du téléphone mobile ou sans fil. Le risque augmente avec le nombre d'heures cumulées passées au téléphone, et le temps de latence depuis le début de l'utilisation du téléphone
- en 2008, une [étude israélienne](#) observe une relation dose-réponse statistiquement significative entre le nombre d'appels, ou la durée totale passée avec le téléphone mobile à l'oreille, et le risque de tumeur ipsilatérale (du même côté que le téléphone) de la parotide chez les utilisateurs réguliers en zone à risque de champs plus élevés (zone rurale, par exemple).

Afin de faire le point, le programme [INTERPHONE](#), piloté par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), a été lancé en 2000. Il avait pour objectif d'étudier le risque de tumeur consécutif à une exposition au rayonnement des téléphones mobiles. Les études devaient être concentrées sur les risques de tumeur du cerveau, de la tête et du cou, les leucémies et lymphomes.

Interphone a rendu ses [conclusions](#) sur le risque de cancer du cerveau en mai 2010, avec plusieurs années de retard sur le calendrier prévu : elles suggèrent une augmentation de risque de gliome pour les utilisateurs ayant les plus hauts temps cumulés d'utilisation (1/2h par jour; les experts reconnaissent que l'utilisation habituelle en 2010 est bien supérieure) mais se

refuse à conclure à une quelconque interprétation causales en raison de biais et d'erreurs...auxquels on pourrait peut-être rajouter le fait qu'une partie non négligeable du financement provenait des industriels de la téléphonie mobile.

Plusieurs études réalisées dans le cadre d'Interphone ont été publiées :

- une étude suédoise qui conclut à un risque accru de neurinome de l'acoustique pour des durées d'utilisation supérieures à 10 ans  
[Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma](#). (2004)
- une étude danoise qui réfute ce risque...mais qui n'a inclut que 2 sujets avec une durée d'utilisation du mobile supérieure à 10 ans  
[Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma](#) (2004)
- une étude allemande qui observe un risque significativement augmenté de gliome de haut grade chez les femmes utilisatrices régulières de mobile avec une légère tendance à l'augmentation avec le nombre d'années d'utilisation  
[Cellular phones, cordless phones, and the risks of glioma and meningioma](#) (2006)
- une étude anglaise à la méthodologie contestable qui conclut qu'un usage peu intensif du téléphone mobile n'augmente pas le risqué de gliome  
[Mobile phone use and risk of glioma in adults: case-control study](#) (2006)

En mars 2009, l'étude internationale [Mobi-kids](#) (en anglais) a été lancée. C'est une étude cas-témoins portant sur 2.000 patients âgés de 10 à 24 ans, qui s'intéresse aux relations entre tumeurs cérébrales chez l'enfant et facteurs environnementaux dont l'utilisation du mobile. L'étude devait durer 5 ans. Aucune conclusion n'a encore été publiée en 2014.

Pour en savoir plus sur l'étude française → [Mobi-kids France](#)

Le CIRC a depuis poursuivi l'étude et pratiqué une revue complète du potentiel cancérigène des téléphones mobiles qui s'est achevée en 2011. Il en est ressorti un classement dans la catégorie 2B, c'est-à-dire "cancérigène possible pour l'homme", des radiofréquences associées à l'utilisation du téléphone mobile en raison du risque accru de gliome et de neurinome de l'acoustique. Cette classification a été relayée par l'[OMS](#).

Depuis, une [étude](#) prospective anglaise portant sur presque 800.000 femmes rapporte une augmentation du risque de neurinome de l'acoustique corrélée à un usage de plus de 10 ans du téléphone mobile (RR = 2.46). Le risque augmente avec la durée d'utilisation. Elle ne trouve pas de corrélation avec le gliome ou le méningiome.

Une autre [étude](#) (Cerenat) portant sur 1350 personnes, publiée en 2013, rapporte une augmentation du risque de certaines tumeurs cérébrales pour les plus "gros" utilisateurs (environ 15 heures par mois pendant plusieurs années).

En France, plusieurs rapports ou avis sur la téléphonie mobile ont déjà été remis, à sa demande, au Ministère de la Santé :

- le rapport [Zmirou](#), remis en 2001 : il ne conclut pas en ce qui concerne les effets non thermiques (non dus à l'échauffement des tissus) des ondes électromagnétiques et préconise d'appliquer le "principe de précaution" en attendant les résultats des recherches en cours.
- le rapport d'experts mandatés par l'AFSSET, remis en mars 2003 et ayant donné lieu à un 1<sup>er</sup> avis de l'AFSSET en avril 2003 :

En ce qui concerne les stations de base : "L'AFSSET constate que l'analyse globale des données scientifiques actuelles sur l'exposition aux ondes des stations relais ne révèle aucun risque pour la santé lié aux stations de base de la téléphonie mobile. Dans cette perspective, les recommandations relèvent du principe d'attention afin de prendre en compte les préoccupations du public vis-à-vis de l'implantation des stations de base macrocellulaires."

En ce qui concerne les téléphones mobiles : " L'AFSSET prend en considération la possibilité d'effets sanitaires insuffisamment compris associés à l'exposition aux champs des téléphones mobiles. Pour cette raison, elle recommande l'application du principe de précaution.

- le 2<sup>ème</sup> avis de l'AFSSET, en juin 2005, ne modifie pas le 1<sup>er</sup> en ce qui concerne les stations de base, mais reconnaît un doute sérieux sur une relation entre neurinome de l'acoustique et utilisation d'un téléphone mobile analogique. Ce 2<sup>ème</sup> avis s'accompagne également de recommandations.
- Le [3<sup>ème</sup> rapport](#), paru en octobre 2009, conclut ainsi sur les effets sanitaires : "L'actualisation de cette expertise collective a reposé sur l'analyse d'un très grand nombre d'études, dont la majorité a été publiée au cours des cinq dernières années. La validité de ces études a été analysée et n'est pas toujours acquise. Les données issues de la recherche expérimentale disponibles n'indiquent pas d'effets sanitaires à court terme ni à long terme de l'exposition aux radiofréquences. Les données épidémiologiques n'indiquent pas non plus d'effets à court terme de l'exposition aux radiofréquences. Des interrogations demeurent pour les effets à long terme, même si aucun mécanisme biologique analysé ne plaide actuellement en faveur de cette hypothèse". Il fait un grand nombre de recommandations, essentiellement pour améliorer les connaissances sur le sujet.
- En octobre 2013, l'ANSES publie un [avis](#) qui actualise son évaluation des risques liés aux champs électromagnétiques : "Cette actualisation ne met pas en évidence d'effet sanitaire avéré et ne conduit pas à proposer de nouvelles valeurs limites d'exposition de la population. Elle pointe toutefois, avec des niveaux de preuve limités, différents effets biologiques chez l'Homme ou chez l'animal. Par ailleurs, certaines publications évoquent une possible augmentation du risque de tumeur cérébrale, sur le long terme, pour les utilisateurs intensifs de téléphones mobiles. Compte tenu de ces éléments, dans un contexte de développement rapide des technologies et des usages, l'Anses recommande de limiter les expositions de la population aux radiofréquences – en particulier des téléphones mobiles -, notamment pour les enfants et les utilisateurs intensifs, et de maîtriser l'exposition générale résultant des antennes-relais. Elle va par ailleurs approfondir le travail concernant les électro-sensibles, en examinant plus spécifiquement toutes les données disponibles en France et à l'international sur ce sujet qui mérite une attention particulière".

Rapports et avis sont disponibles sur le site de l'[ANSES](#) (qui regroupe depuis 2010 plusieurs agences dont l'ancienne Afsset) et/ou sur le site du Ministère de la Santé ([Portail radiofréquences-santé-environnement](#)).

En 2007, le [BioInitiative Working Group](#), un groupe de travail transversal réunissant des scientifiques et/ou universitaires de différentes disciplines, a rendu public son rapport sur l'impact sur la santé des champs électromagnétiques. Celui-ci retenait déjà comme possiblement accrus les risques de neurinome de l'acoustique et de tumeur maligne du cerveau par l'exposition longue (plus de 10 ans) aux champs RF. Cette évaluation a été actualisée et enrichie en 2012.

Pour en savoir plus → [Rapport 2012 en entier](#) (en anglais)  
[Conclusions du rapport 2012](#) (en anglais)  
Traduction française du [résumé](#) du rapport 2007 par le Criirem

*A noter : le recrutement d'une étude prospective a été lancé en avril 2010. Cette étude nommée COSMOS a pour objectif de suivre pendant 20 à 30 ans environ 250.000 européens afin de déterminer les conséquences sanitaires de l'utilisation du téléphone mobile. Ce type d'étude, si sa méthodologie est correcte, est le seul à pouvoir apporter enfin des réponses aux incertitudes actuelles.*

Pour en savoir plus → [le site de Cosmos](#) (en anglais)

### **Les résultats des études in vitro et chez l'animal ou le végétal**

Ce type d'étude est intéressant pour comprendre les effets observés, chercher les mécanismes d'action et éventuellement orienter les enquêtes épidémiologiques vers la recherche d'effets particuliers, mais en aucun cas **on ne peut extrapoler leurs résultats à l'homme**, et tout particulièrement dans le domaine des champs électromagnétique ou le rapport entre fréquence d'exposition et taille ou forme du sujet exposé est si important.

#### ***Pour l'exposition aux champs ELF***

Les observations les plus remarquables sont :

- la perturbation des **flux calciques transmembranaires**, particulièrement dans les neurones. Cet effet est retrouvé seulement pour certaines fréquences (16 Hz et ses [harmoniques](#)) : c'est "l'effet fenêtre" et on le retrouve aussi avec les champs hyperfréquences modulés en ELF pour les mêmes fenêtres de fréquence de modulation (voir plus bas)
- des interactions avec la **membrane cellulaire** et des modifications de plusieurs fonctions du métabolisme cellulaire
- une altération du nombre ou de l'efficacité des **cellules immunitaires**
- des modifications plus ou moins transitoires au niveau du métabolisme et de la sécrétions des **hormones ou des neurotransmetteurs** (mélatonine, sérotonine, dopamine) sans troubles cliniques nettement associés.

*A noter : une altération de la synthèse nocturne de mélatonine a été obtenue chez le rat pour des expositions à des champs électriques inférieurs à 10 kV/m, ce qui correspond à des densités de courant induit inférieures à 2 mA/m<sup>2</sup>... 2mA/m<sup>2</sup> est la valeur choisie comme restriction de base (valeur à ne pas dépasser) par la législation en vigueur actuellement. Le moins que l'on puisse dire, c'est que la marge de sécurité est faible...*

Aucune étude pour l'instant n'a pu mettre en évidence d'effet mutagène ni d'altérations chromosomique, ce qui exclurait que les champs ELF puissent initier un développement tumoral; néanmoins, chez le rat, des densités de flux magnétique entre 0,01 et 30 mT ont un effet de promotion (qui favorise le développement) du cancer mammaire qui pourrait s'expliquer par une suppression de la sécrétion de mélatonine

### *Pour l'exposition aux champs radio ou hyperfréquences*

Les études ont rapporté de multiples observations, à plusieurs niveaux d'organisation.

#### *Au niveau cellulaire :*

- modifications de plusieurs fonctions du métabolisme cellulaire et des échanges hydriques et ioniques; en particulier, on observe une **augmentation du flux de sortie cellulaire du Ca<sup>++</sup>** mais uniquement pour certains types cellulaires (neuroblastes, par exemple) et seulement si les ondes électromagnétiques sont modulées (modulation : opération par laquelle certaines caractéristiques d'une onde, appelée onde porteuse, sont modifiées ou varient en fonction des caractéristiques d'un signal ou d'une autre onde, appelée onde modulante) en 16 Hz ou ses harmoniques  
Cet effet serait dû à une modification de la liaison calmoduline-Ca<sup>++</sup> qui induirait une variation du Ca<sup>++</sup> libre intracellulaire et donc de la conductance de la membrane.

*Remarque : les fenêtres de fréquences de modulation qui sont actives sont les mêmes que celles qui sont actives parmi les champs ELF (voir ci-dessus).*

- augmentation de la "**heat shock protein**" hsp-27 dans des cellules endothéliales humaines exposées 1 heure à un signal GSM de 900 MHz à 2W/kg; certains auteurs pensent que l'activation chronique de ces protéines de choc pourrait intervenir dans une éventuelle relation entre utilisation des mobiles et cancer
- ruptures de brin d'ADN dans certains tissus : rapportée par quelques études sur le rat, cette possibilité reste néanmoins très controversée
- augmentation in vitro de la croissance des tumeurs par un effet de **co-promotion**
- une [étude suédoise](#) chez le rat ne retrouve pas ces ruptures d'ADN mais observe une modification de l'expression de certains gènes impliqués dans divers processus tels que synthèse de neuromédiateurs ou de mélatonine, détoxification de carcinogènes ou autres xénobiotiques, plasticité des neurones et des cellules gliales, ... au total 12 gènes biologiquement importants sont très significativement affectés. Peut-être un début d'explication de certaines observations épidémiologiques encore controversées... à suivre

#### *Au niveau des organes :*

- **vasodilatation** locorégionale
- apparition d'une **cataracte** pour une exposition aiguë supérieure à 150 mW/cm<sup>2</sup> ou des expositions moins intenses mais répétée
- modifications de la fonction reproductrice

## Au niveau de l'organisme et de ses mécanismes de régulations ou de défense :

- stimulation du système immunocompétent
- perturbations neurologiques, endocriniennes, modifications de l'activité des récepteurs à certains neurotransmetteurs
- modifications de l'effet pharmacologique de certains médicaments
- chez des souris, l'exposition pendant une période allant jusqu'à 18 mois, à des champs de 900 MHz pulsés à 217 Hz a entraîné un doublement de l'incidence du lymphome; dans cette étude, le DAS variait dans des limites très inférieures aux valeurs du métabolisme de repos de ces souris, un mécanisme non thermique doit donc être envisagé
- modifications des réponses physiologiques semblables à celles d'un stress faible (ACTH, corticostérone,...).  
Dans ce cadre, une étude française sur des plants de tomate ont montré qu'une exposition pendant 10' à 5 V/m et 900 MHz provoque une rapide (5-10') et transitoire (30-60') modification de la quantité d'ARN messenger de gènes impliqués dans la réponse au stress (LebZIP1 et calmoduline. Ces intéressants résultats suggèrent que exposition aux radiofréquences et troubles physiologiques pourraient bien être reliés par la gestion des flux de calcium, comme le suggérait les résultats obtenus au in vitro au niveau cellulaire (voir ci-dessus).
- troubles du sommeil, de la régulation thermique et de l'appétit chez des rats exposés à 1 V/m, d'après une étude de l'INERIS (PériTox 2013).

## Les risques indirects

Les perturbations du fonctionnement de systèmes électriques sont surtout le fait des radio- et hyper-fréquences, et donc, à ce jour, essentiellement liées à la très grande diffusion du téléphone mobile. Elles peuvent concerner :

- stimulateurs cardiaques
- prothèses auditives
- équipements thérapeutiques à faible distance (moins de 20 cm): respirateurs, pompes à médicaments, appareils de dialyse, fauteuils roulants électriques, ...
- systèmes de sécurité : véhicules, alarmes,...

Déplacement de matériels thérapeutiques de petite taille : les champs magnétiques statiques intenses peuvent provoquer des accidents graves via des dispositifs tels que clip vasculaire, agrafes intracrânielles et digestives, prothèses ferromagnétiques odontologiques mobiles. Ce type de champ peut se rencontrer lors d'une IRM.

Par ailleurs, ces matériels peuvent aussi concentrer l'énergie des radio- ou hyper-fréquence et provoquer des brûlures dans les tissus environnants.

Les courants de contact et échauffements sont le plus souvent en relation avec les champs ELF parfois intenses sous les lignes HT, mais ils peuvent aussi survenir avec les micro-ondes en milieu professionnel (maintenance des antennes). Les objets métalliques qui s'y trouvent (clôture, étendoir à linge, tuteur, portique, fils de fer divers, voiture, etc.) peuvent se charger s'ils ne sont pas reliés à la terre; on peut alors subir des chocs électriques si on touche ces objets. L'impact sur la personne peut aller, de la stimulation neuromusculaire à de graves brûlures, l'incapacité de lâcher l'objet, voire une fibrillation ventriculaire; il dépend de l'intensité du courant et de sa fréquence.

## Que penser de tous ces résultats ?

Au total, beaucoup d'expérimentations, peu d'études épidémiologiques avec des effectifs et une durée d'observation suffisants, des résultats controversés, parfois contradictoires...

Actuellement, seules certaines nuisances comme les courants induits dans le corps humain par les basses fréquences, les réactions humaines liées aux courants de contact et les effets thermiques dans les tissus provoqués par les hautes fréquences sont unanimement reconnues.

Néanmoins, quelques arguments doivent amener à rester prudent en ce qui concerne les effets controversés :

- les études qui les mettent en évidence utilisent souvent des expositions faibles et des durées d'exposition longues, alors que les études qui les réfutent utilisent, au contraire, des expositions élevées et des expositions courtes. Il n'est pas anormal que des études n'ayant ni les mêmes objectifs, ni les mêmes méthodologies rapportent des résultats différents, mais il se trouve que ce sont les expositions faibles sur une longue durée qui concernent la population générale et donc celles qu'il faut considérer avec le plus d'attention
- un "effet fenêtre" est souvent rapporté, ce qui peut rendre très délicat l'évaluation de l'exposition et la recherche d'une relation dose-effet. L'absence d'une telle relation, souvent avancée pour réfuter l'existence d'un effet néfaste, doit donc être considérée prudemment
- l'évaluation de l'exposition individuelle aux champs électromagnétiques est très difficile, d'où un risque important de biais dans les protocoles d'étude
- les effets à long terme d'une perturbation légère mais chronique des mécanismes de défense ou de régulation neurohormonale sont très mal connus
- la susceptibilité individuelle, comme dans toute pollution, semble jouer un rôle important dans l'impact des champs électromagnétiques sur la santé

D'autre part, il ne faut jamais perdre de vue que les intérêts économiques ou sociétaux en jeu, de même que la "relation" individuelle que chacun entretient avec les objets qui sont présents dans sa vie, choisis ou imposés, sont des éléments importants de subjectivité qui peuvent venir "polluer" l'analyse rationnelle des risques, soit pour les minimiser, soit pour les surévaluer.

Au total, des études complémentaires sont nécessaires pour évaluer précisément le risque sanitaire à long terme de l'exposition aux champs électromagnétiques. Certaines sont en cours mais ne donneront de résultats que dans plusieurs années, comme, par exemple, une étude prospective européenne sur l'utilisation du mobile.

L'OMS effectue actuellement une évaluation sur les risques sanitaires et environnementaux liés aux champs électriques et magnétiques. La publication du rapport final, initialement prévue pour 2007, puis 2012, est toujours attendue à ce jour.

Pour en savoir plus →

[EMF Project](#)  
[Les publications](#)  
[Les rapport d'avancement](#)

L'Académie américaine de médecine environnementale, a pour sa part, publié en 2012 une [synthèse](#) (en anglais) qui prend acte des effets potentiels des champs électromagnétiques sur la santé et en appelle à la prudence et à plus de recherche sur ce sujet.

En attendant, le "principe de précaution" tellement à la mode (à juste titre) s'impose et peut se résumer de la façon suivante : **toute pollution électromagnétique inutile doit être supprimée**. Il ne reste plus qu'à définir ce qui est inutile et pour qui...

### **Les valeurs de référence fournies par les systèmes d'[évaluation du risque](#)**

En 2001, le [CIRC](#) a classé les champs magnétiques ELF (les champs 50-60 Hz) dans la catégorie 2B, c'est-à-dire "cancérogène possible pour l'homme", en raison du risque accru de leucémie chez l'enfant à partir de 0,4  $\mu\text{T}$ .

En 2011, le même organisme a classé également les champs RF associés à l'utilisation du téléphone mobile dans la catégorie 2B en raison du risque accru de gliome et de neurinome de l'acoustique. Cette classification a été relayée par l'[OMS](#) qui a également produit en octobre 2014 l'[aide-mémoire n° 193](#), en attendant une évaluation complète des risques liés aux RF qui devrait paraître en 2016.

Les valeurs limites recommandées par l'[OMS](#) pour un courant alternatif de 50 Hz sont, pour la population générale :

- 100  $\mu\text{T}$  pour la densité de flux magnétique (500  $\mu\text{T}$  pour les travailleurs)
- 5.000 V/m pour le champ électrique (10.000 V/m pour les travailleurs)

Ces valeurs limites ne sont basées que sur les effets avérés des champs électromagnétiques, elles ne tiennent donc pas compte des problématiques actuellement débattues comme l'éventuel risque cancérigène à long terme des expositions de faible intensité, ni des résultats obtenus exclusivement à partir d'expérimentations in vitro ou animales.

Le président du Conseil National américain de Protection contre les Radiations ([NCRP](#)) propose, dans son rapport préliminaire du 13/06/1995, une réduction progressive de l'exposition de la population générale aux champs ELF pour aboutir, au bout de 10 ans, à des [valeurs limites](#) de 10 V/m de champ électrique et 0,2  $\mu\text{T}$  d'induction magnétique. Pour les expositions professionnelles, il propose une valeur limite de 10  $\mu\text{T}$  et 1 kV/m moyennée sur 1 heure.

Ces recommandations font preuve d'une prudence qui, loin d'être outrancière, nous semble parfaitement pertinente.

Espérons que la prochaine expertise de l'OMS rejoindra l'approche du NCRP qui s'inscrit plus dans l'application du principe de précaution, et ce d'autant plus que les réglementations s'appuient généralement sur les recommandations de l'OMS.

En 2007, le BioInitiative Working Group, un groupe de travail transversal réunissant des scientifiques et/ou universitaires de différentes disciplines, a rendu public son rapport. Celui-ci conclut qu'il est justifié de réviser à la baisse la réglementation actuellement en vigueur et de proposer de nouvelles valeurs limites : 0,1 à 0,2  $\mu\text{T}$  pour les champs ELF suivant les emplacements et le type d'habitat et 0,1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  (0,6 V/m) en extérieur pour l'exposition cumulée aux champs RF.

Pour en savoir plus →

[Rapport 2012 en entier](#) (en anglais)

[Conclusions du rapport 2012](#) (en anglais)

Traduction française du [résumé](#) du rapport 2007 par le Criirem

**Remarque :** un rapport du [Copil](#), remis au gouvernement en août 2013, conclut que pour abaisser l'exposition aux champs RF en-dessous de 0,6 V/m tout en maintenant une couverture "satisfaisante", il faudrait tripler le nombre d'antennes relais.

L'organisme européen SCENIHR (Comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux), quant à lui, a publié en mars 2015 son [avis](#) sur les effets de l'exposition aux champs électromagnétiques. Cette revue de la littérature porte sur un choix d'études parues depuis 2008 et peut se résumer de la façon suivante : "circulez, il n'y a rien à voir"...

**NB :** plusieurs associations relèvent que la composition du comité d'experts en charge de ce rapport fait craindre l'existence de conflits d'intérêts.

**A noter :** En juin 2015, l'ANSES a lancé une consultation publique sur un rapport non définitif portant sur l'évaluation des risques sanitaires pour les enfants liés à leur exposition aux radiofréquences. Cette consultation sera close le 20 juillet 2015.

Pour accéder à la consultation publique → [ANSES](#)

#### 4. Comment puis-je savoir si je suis exposé(e) de façon non négligeable aux champs électromagnétiques ? [\[sommaire\]](#)

Pour évaluer quantitativement et précisément votre exposition, il faut faire appel à un professionnel.

En ce qui concerne les mesures des champs émis par les antennes, il existe des laboratoires accrédités → [liste des laboratoires accrédités](#) (cocher "Mesures de champs électromagnétiques in situ" dans "Electricité").

Suite au Grenelle des ondes qui s'est tenu en mai 2009, une campagne de tests du seuil de 0,6 V/m va être lancée dans plusieurs agglomérations françaises. Brest Métropole Océane (BMO) s'était portée candidate pour cette expérimentation. Les résultats des mesures et modélisations de l'exposition sont résumés dans le tableau ci-dessous.

	50% (médiane)	90%	99%	99.9%	100% (Max)	Nombre de points de calcul
Rural relief faible	0,03 V/m	0,2 V/m	0,5 V/m	0,8 V/m	5,1 V/m	135 671 318
Rural zone montagneuse	0,1 V/m	0,7 V/m	2,2 V/m	4,0 V/m	6,5 V/m	64 689 859
Périurbain peu dense	0,1 V/m	0,4 V/m	1,2 V/m	2,0 V/m	6,5 V/m	67 359 580
Urbain moderne dense	0,2 V/m	2,4 V/m	3,0 V/m	3,4 V/m	27,7 V/m	38 061 243
Centre ville ancien dense	0,2 V/m	1,0 V/m	2,3 V/m	4,0 V/m	30,5 V/m	17 128 230
Haute densité	0,2 V/m	1,0 V/m	2,4 V/m	4,3 V/m	15,4 V/m	3 972 820
Total	0,1 V/m	0,7 V/m	2,7 V/m	3,5 V/m	30,5 V/m	326 883 050

Le tableau se lit de la manière suivante : par exemple, 99% des niveaux d'exposition dans les villes correspondant à l'environnement "Périurbain peu dense" sont inférieurs à 1,2 V/m.

Pour en savoir plus → [Rapport de synthèse des expérimentations du COPIC](#)

Depuis janvier 2014, chaque usager peut demander à l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR) la réalisation gratuite de mesures de radiofréquences en complétant un [formulaire](#) qui doit être impérativement signé par un organisme agréé.

Pour en savoir plus → [Notice explicative](#)  
[Décret 2013-1162](#) et [Arrêté du 14 décembre 2013](#)

Sur la ville de Brest, le service de Santé Publique, propose, en collaboration avec notre service au CHRU et sur prescription médicale, une évaluation métrologique de l'habitation qui comprend, entre autres, des mesures de champs électromagnétiques (50 Hz et radiofréquences).

Par ailleurs, on trouve sur le Net de nombreux cabinets de consultants qui peuvent effectuer des mesures au domicile des particuliers, moyennant paiement. Ils ne sont généralement pas accrédités, leurs mesures ne sont donc pas opposables en justice.

Il est conseillé de demander un devis, ne serait-ce que parce que certains consentent des tarifs adaptés aux personnes à faibles revenus.

A titre indicatif en Bretagne :

- [Laurent Maugis](#) propose une étude des champs ELF et radiofréquences (tarif sur devis)
- [Claude Bossard](#), auteur du guide "Guide pratique de l'électricité biocompatible" propose une étude des champs ELF et radiofréquences pour 180 à 280 E + frais de déplacement (tarif 2013).
- [Jean-Marie Lions](#), propose différents types d'étude, de 50 à 270 E + frais de déplacement (tarif 2013)
- [Edouard Azais](#) propose un bilan conseil de l'habitat ou du terrain à bâtir pour 140 à 220 E suivant surface + frais de déplacement (tarif 2010)
- [GéoBreizh](#) propose des bilans de l'habitat (tarif sur devis).

*NB : les tarifs sont donnés à titre indicatif et ne sont pas régulièrement réactualisés*

Si d'autres cabinets de mesures à prix accessibles aux particuliers ou petites collectivités veulent bien se faire connaître, nous nous ferons un plaisir de les mentionner ici tout en dégageant totalement notre responsabilité quant à la qualité des prestations proposées.

La plupart du temps, en population générale et en l'absence de signes d'électrosensibilité, une évaluation qualitative ou approximativement quantitative est très suffisante.

### **Les appareils de détection et de mesure**

Certains sont accessibles à moins de 300 E, somme déjà importante pour un particulier, mais raisonnable dans le cadre d'un achat collectif ou d'une collectivité locale.

Quelques exemples à titre indicatif :

- le "Magnetic alert" est un détecteur de dépassement de seuil de champ magnétique. Le seuil est de 0,4  $\mu$ T pour le modèle en 50 Hz, et de 0,025  $\mu$ T pour le modèle en 20.000 Hz adapté aux champs de haute fréquence émis par les écrans cathodiques.  
60 E pour le modèle 50 Hz (55 E pour le modèle 20.000 Hz) + frais de port sur le site [Medieco](#) (prix 10/2014)
- le HF-32D et le HF-35C (identique au 32-D mais avec une meilleure résolution : mesures à partir 0,1 au lieu de 1  $\mu$ W/m<sup>2</sup>) sont des analyseurs de champs radio et hyperfréquence (800 à 2.500 MHz),  
respectivement aux alentours de 200 E et 300,00 E + frais de port (prix 10/2014) chez [Gigahertz Solutions](#), [Conrad France](#), [Etudes et Vie](#) ou [Electromagnétique](#)

- le ME3030B est un analyseur de champs électriques et magnétiques ELF aux alentours de 130 E chez [Gigahertz Solutions](#), [Conrad France](#), [Etudes et Vie](#) ou [Electromagnétique](#) (prix 10/2014)
- les appareils de la [gamme Cornet](#) (recommandé par [electrosmog.info](#) 2009) mesurent les champs radio et hyperfréquences entre 70 et 250 E environ (prix 2014) suivant modèles, chez [Selectronic](#) et [Geotellurique](#)
- l'ESI23 (16 Hz à 3 GHz) et l'ESI24 (16 Hz à 8 GHz) évaluent de façon semi-quantitative (lecture colorimétrique) à la fois les champs 50 Hz et les radiofréquences pour environ 170 E et 240 E respectivement (prix 2014) chez [Geotellurique](#), [Electromagnetic](#)

Pour les professionnels, les collectivités locales ou les très motivés, il existe des appareils plus performants mais aussi plus chers :

- le HF38B est un mesureur/analyseur de hautes fréquences aux alentours de 500 E chez [Electromagnétique](#), [Gigahertz](#), [Conrad](#), [Etudes et Vie](#) (prix 10/2014)
- chez Satimo (les contacter pour les tarifs) le dosimètre individuel [EME SPY 200](#), qui se porte à la ceinture et permet d'enregistrer l'exposition personnelle en continu sur différentes bandes de fréquences : de 88 MHz à 5.850 MHz, avec une sensibilité de 0.005 à 0.01 V/m suivant les plages de fréquences.

Cette liste est fournie à titre indicatif, elle n'est ni exhaustive ni en aucun cas un gage de qualité des appareils et des mesures qui sont sous la responsabilité de leurs distributeurs. On peut néanmoins conseiller de préférer des appareils ayant la marque CE ou répondant à une norme de qualité.

Les témoignages et tests d'utilisateurs de ces appareils sont les bienvenus pour nous aider à affiner ce paragraphe.

*A noter : le très intéressant test de matériels du site [electrosmog.info](#) qui permet d'y voir plus clair dans la jungle des appareils → [electrosmog.info](#) et son dossier [Appareils de mesure des CEM](#). Malheureusement, ce site n'est plus mis à jour depuis 2010.*

### **Recenser les sources de pollution électromagnétique**

En connaissant leur existence et leur intensité on peut évaluer grossièrement son exposition. L'exposition aux champs électromagnétiques dans la maison peut provenir de :

- l'extérieur de la maison : lignes et transformateurs électriques, antennes de radio ou de télévision, stations-relais des téléphones mobiles, radars, trains et trams à traction électrique, systèmes de sécurité (antivols, détecteurs de métaux, etc.), éclairage public
- l'intérieur de la maison : appareils électroménagers, ordinateurs, radios et télévisions, téléphones mobiles ou sans fil qui, ensemble, produisent un champ magnétique de fond d'environ 0,01 à 0,2  $\mu$ T

*A noter : dans un immeuble, les pollutions électromagnétiques peuvent venir des étages ou appartements voisins.*

### *Les appareils ménagers et installations électriques*

L'intensité des champs auxquels vous pouvez être exposé dépend beaucoup du type d'appareillage, du modèle utilisé, et de la distance à laquelle vous vous situez.

Différents organismes, certains institutionnels, d'autres pas, fournissent des valeurs de champ électromagnétique mesuré à proximité des appareillages ou installations électriques de notre environnement quotidien.

Les valeurs recensées dans le tableau ci-après proviennent de l' [OMS](#), l'[INRS](#), l'[OFSP](#), [JM Danze](#) (consultant en biophysique), deux entreprises de conseil et d'expertise, [Bioelectric](#), [Elegdan](#), et de revues d'électronique.

Vous pourrez aussi trouver sur le site de l'Agence National des Fréquences ([ANFR](#)) une évaluation de l'exposition liée à certains appareils électriques domestiques.

La plupart des champs mesurés sont de fréquence 50 Hz Certains appareils, néanmoins, produisent aussi des champs dans les radio/hyper fréquences.

Ces mesures sont ponctuelles, données à titre indicatif, et ne signifient pas que tous les appareils d'une catégorie donnée fourniraient les mêmes valeurs.

<b>Appareil ou installation électrique</b> (par ordre alphabétique)	<b>Champ électrique à 30 cm en Volt/mètre (V/m)</b>	<b>Champ magnétique à 3 cm en microtesla (μT)</b>	<b>Champ magnétique à 30 cm en microtesla (μT)</b>	<b>Champ magnétique à 1 m en microtesla (μT)</b>	<b>Source</b>
<i>Si les distances de mesure sont différentes de celles de l'en-tête du tableau, elles sont précisées</i>					
<b>Air conditionné</b>			0,3 à 2	0,1 à 0,6 (à 60 cm)	Bioelectric
<b>Ampoule électrique</b>	5				OMS
<b>Aspirateur</b>	50	200 à 800	2 à 20	2 0,1 à 1 (à 1,20m)	INRS OMS, Bioelectric
<b>Bluetooth - clés USB - périphériques</b>	0,5 à 6 V/m à 20 cm 0,5 V/m à 0,5 m				OFSP Revue
<b>Brosse à dents</b>		60			Elegdan
<b>Broyeur de déchets</b>		250	2	0,1	INRS
<b>Câble électrique</b>	5 à 30 cm 150 à 5 cm				Bioelectric
<b>Chaîne Hi-Fi</b>			0,1 à 0,3	0 à 60 cm	Bioelectric
<b>Chaudière à</b>				0,8	Bioelectric

Appareil ou installation électrique (par ordre alphabétique)	Champ électrique à 30 cm en Volt/mètre (V/m)	Champ magnétique à 3 cm en microtesla ( $\mu\text{T}$ )	Champ magnétique à 30 cm en microtesla ( $\mu\text{T}$ )	Champ magnétique à 1 m en microtesla ( $\mu\text{T}$ )	Source
<b>fuel</b>					
<b>Chauffage au sol</b>			2,6 à 25 cm	3,5 à 60 cm	Bioelectric Danze
<b>Clavier et souris sans fil</b>	25 à 30 V/m à 1 cm				Revue
<b>Compteur électrique</b>			4 à 5 (à 50 cm)		Danze
<b>Convecteur 2.000 W</b>			0,15 à 50 cm		Danze
<b>Couverture chauffante</b>	100 à 1.200 200 à 250	0,3 à 10	15 à 25		Bioelectric INRS
<b>Ecran d'ordinateur</b>	1 à 10		0,7		OMS Elegdan
	NB : Les champs sont beaucoup plus importants à l'arrière et beaucoup moins importants avec les écrans LCD				
<b>Fer à repasser</b>	120 60	8 à 30	0,12 à 0,3 0,06 à 0,7	0,01 à 0,03	OMS INRS
Appareil ou installation électrique (par ordre alphabétique)	Champ électrique à 30 cm en Volt/mètre (V/m)	Champ magnétique à 3 cm en microtesla ( $\mu\text{T}$ )	Champ magnétique à 30 cm en microtesla ( $\mu\text{T}$ )	Champ magnétique à 1 m en microtesla ( $\mu\text{T}$ )	Source
<b>Four à micro-ondes</b>		73 à 230 200	4 à 8 8	0,25 à 0,6 0,6	OMS INRS Bioelectric
	NB : un four à micro-ondes mal blindé peut aussi rayonner de façon importante dans les hyperfréquences : de l'ordre de 17 V/m, pour un appareil neuf, à 40 V/m, pour un appareil usagé, d'après une étude suisse (mesures à 5 cm de l'appareil; d'après le <a href="#">CCHST</a> , les niveaux de fuite moyens sont d'environ 27 V/m à 5 cm				
<b>Four électrique</b>	8	1 à 50	0,15 à 0,5	0,01 à 0,04 0	OMS INRS
<b>Friteuse</b>		8	0,15	0,01	INRS
<b>Grille-pain</b>	80	18	1 à 2 à 15 cm 0,7	0 à 60 cm 0,01	OMS Bioelectric INRS
<b>Halogène basse tension</b>	200 V/m à 5 cm	10 à 5 cm	2 (Elegdan) Parfois > 10 à 20 cm (Danze)		Bioelectric Danze Elegdan
<b>Interphone pour bébé</b>	1 à 9 V/m à 20 cm				OFSP

Appareil ou installation électrique (par ordre alphabétique)	Champ électrique à 30 cm en Volt/mètre (V/m)	Champ magnétique à 3 cm en microtesla ( $\mu$ T)	Champ magnétique à 30 cm en microtesla ( $\mu$ T)	Champ magnétique à 1 m en microtesla ( $\mu$ T)	Source
<b>Ionisateur d'air</b>				0,15 à 1,20 m	Bioelectric
<b>Lave-linge</b>		0,8 à 50	0,15 à 3	0,01 à 0,15	OMS
<b>Lave-vaisselle</b>		3,5 à 20	0,6 à 3	0,07 à 0,3	OMS
<b>Lit à eau</b>		0,9			Danze
<b>Lustre métallique au plafond</b>	30 dans la pièce au-dessus				Danze
<b>Machine à café</b>	60	0,7 à 1 (à 15 cm) 25	0,15	0,01	OMS Bioelectric INRS
<b>Mixeur</b>	100	130	10 à 60 (à 15 cm) 2	0,1 à 1 (à 60 cm) 0,12	OMS Bioelectric INRS
<b>Ordinateur</b>	50 à 300	0,5 à 30	< 0,01		OMS Bioelectric
	NB : l'ordinateur peut aussi être un indicateur du champ magnétique ambiant : à partir de 1 ou 2 $\mu$ T, son fonctionnement peut être perturbé				
<b>Ouvre-bouteille électrique</b>		2.000	30	1	INRS
<b>Perceuse</b>		800	3,5	0,2	INRS
<b>Percolateur</b>		0,2			Elegdan
<b>Photocopieur</b>		18 à 15 cm		0,4 à 1,20 m	Bioelectric
<b>Plaques à induction</b>	1 à 3		130 à 2.300		INRS
	NB : les champs émis au niveau de la plaque sont de 25 à 50 kHz				
<b>Plaques électriques chauffantes</b>		200	4	0,1	INRS
<b>Radiateur portable</b>		180	5	0,25	INRS
<b>Radiateur électrique</b>			2 à 4	0,4 à 0,8 (à 60 cm)	Bioelectric
<b>Radio portable</b>		16 à 56	1	< 0,01	OMS
<b>Rasoir électrique</b>	40	15 à 1.500	0,08 à 9	0,01 à 0,03	OMS INRS
<b>Récepteur stéréo</b>	180				OMS

Appareil ou installation électrique (par ordre alphabétique)	Champ électrique à 30 cm en Volt/mètre (V/m)	Champ magnétique à 3 cm en microtesla (μT)	Champ magnétique à 30 cm en microtesla (μT)	Champ magnétique à 1 m en microtesla (μT)	Source
Réfrigérateur	120 60	0,5 à 1,7	0,01 à 0,25	< 0,01	OMS INRS
Réveil analogique	50 à 100		1,5 à 3	0,2 à 0,5 (à 60 cm)	Bioelectric
Réveil digital		15	0,1 à 0,8	0,1 à 1,20 m	Bioelectric
Robots	50	700	0,6 à 10	0,25	INRS
Scie sauteuse ou circulaire		1.000	25	1	INRS
Sèche-cheveux	80 40	6 à 2.000	0,01 à 7	0,01 à 0,03	OMS INRS
Sèche-linge		8	0,3	0,06	INRS
Téléviseur couleur	150 30	2,5 à 50	0,04 à 2	0,01 à 0,15	OMS Bioelectric INRS
Tube fluorescent		40 à 400 200	0,5 à 2 4	0,02 à 0,25 0,3	OMS INRS
Luminaire fluo	Les culots des lampes fluocompactes émettent dans les hyperfréquences : 2 à 180 V/m à 20 cm; < 0,2 V/m à 1 m				Arca Iberica et Criirem
Ventilateur		30	0,3 à 5 4	0 à 0,6 (à 60 cm) 0,35	Bioelectric INRS
Wi-Fi (routeur)	1,2 V/m à 1 m				Revue
WLAN	1 à 10 V/m à 10 cm				OFSP

**Tableau 1 : mesures de champs électrique ou magnétique à proximité des appareils électroménagers**

### *Les téléphones, les stations de base et les antennes*

Les anciens téléphones sans fil (technique CT-1 ou CT-2) produisent des champs faibles. Les modèles DECT en produisent beaucoup plus, surtout au niveau de la station de base : l'[OFSP](#) a mesuré à 20cm de la station de base 1 V/m en l'absence de communication, 5 à 6 V/m lors de 6 conversations simultanées.

**A noter :** les DECT de 2<sup>ème</sup> génération (Eco-Dect) sont moins émissifs (ils ne rayonnent pas en permanence)

En savoir plus sur le DECT → [Wikipedia](#)

L'utilisation d'un téléphone mobile, génère des champs beaucoup plus intenses que ceux présents normalement dans l'environnement.

D'après une modélisation complexe, l'énergie absorbée lors de son utilisation ne dépasse pas les valeurs recommandées actuellement. Mais n'oublions pas que ces valeurs recommandées ne reposent que sur les effets thermiques connus.

La puissance du champ émis par le téléphone mobile est d'autant plus faible que celui-ci est utilisé près de la station de base, qu'il n'y a pas d'obstacle entre celle-ci et l'utilisateur, et que l'utilisateur reste immobile → plus le nombre de barrettes affichées sur l'écran est grand, meilleure est la réception, plus faible est l'intensité du champ propagé.

En savoir plus sur les téléphones mobiles → [electrosmog.info](http://electrosmog.info)

L'exposition du public par les stations de base des téléphones mobiles est généralement très faible en intensité, beaucoup plus faible que celle liée à l'usage du téléphone lui-même. Mais l'exposition liée aux antennes est continue alors que celle liée à l'usage du téléphone est ponctuelle.

L'exposition liée aux antennes de radiotélévision est du même ordre, voire supérieure car ces antennes sont beaucoup plus puissantes, mais aussi plus élevées et moins nombreuses.

*A noter : la structure des bâtiments et leur organisation spatiale modifient l'exposition → pour connaître précisément votre exposition, il faut une mesure sur site*

L'Agence Nationale des Fréquences ([ANFR](http://ANFR)) rassemble dans une base de données l'ensemble des mesures effectuées par les laboratoires accrédités. Elle présente régulièrement un panorama du rayonnement électromagnétique en France et met toutes ces informations à disposition du public sur son site internet.

Si vous voulez connaître les implantations de stations radioélectriques près de chez vous et les résultats des mesures de champs (s'il y en a eu) → [cartoradio](http://cartoradio)

Pour en savoir plus sur le fonctionnement des antennes → [Bioelectric](http://Bioelectric) et le rapport du groupe d'experts sur "[les téléphones mobiles, les stations de base et la santé](http://les_telephones_mobiles_les_stations_de_base_et_la_sante)" (rapport Zmirou 2001)

Par ailleurs, un "Guide des bonnes pratiques entre maires et opérateurs" a été édité en 2004. Il a été actualisé en décembre 2007 en "[Guide des relations entre opérateurs et communes](http://Guide_des_relations_entre_operateurs_et_communes)". Afin de tenir compte des évolutions, une [note](http://note) a été éditée en 2013 par l'Association des Maires de France (AMF). Elle sera régulièrement mise à jour.

Ce guide prévoyait que toute personne pouvait faire réaliser une mesure de champs électromagnétiques, sur demande écrite aux opérateurs et à la charge de ceux-ci.

Depuis janvier 2014, chaque usager peut demander à l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR) la réalisation gratuite de mesures de radiofréquences en complétant un [formulaire](http://formulaire) qui doit être impérativement signé par un organisme agréé.

Pour en savoir plus → [Notice explicative](http://Notice_explicative)  
[Décret 2013-1162](http://Decret_2013-1162) et [Arrêté du 14 décembre 2013](http://Arrêté_du_14_décembre_2013)

Par ailleurs, les habitants de Brest peuvent, sur ordonnance médicale, obtenir des mesures à leur domicile en s'adressant au Service de Santé Publique de la ville ou en [nous contactant](http://nous_contactant).

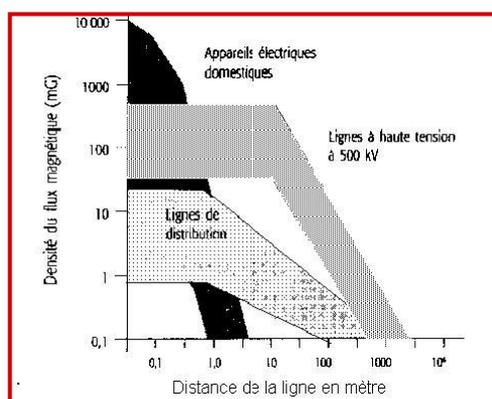
## Les lignes électriques extérieures et les transformateurs

Il y a plusieurs types de lignes électriques :

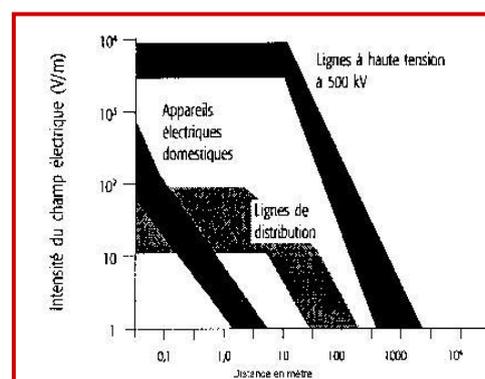
- les lignes à "très haute tension" (THT) : 400 kV à partir des centrales électriques, puis 225 kV vers les zones d'utilisation
- les lignes à haute tension (HT) : 90 kV et 63 kV desservent la grande industrie, la SNCF et les centres de distribution EDF-GDF
- les lignes à moyenne tension (MT) de 15 kV et 20 kV desservent les petites agglomérations, les grandes surfaces, les moyennes industries
- les lignes à basse tension (BT) de 200 V et 380 V alimentent les foyers

L'intensité de l'exposition aux champs électriques et magnétiques varie avec :

- le voltage : le champ électrique augmente avec le voltage
- l'ampérage : le champ magnétique augmente avec l'ampérage et celui-ci, contrairement au voltage, varie avec la demande en courant
- la distance à la ligne : champs électrique et magnétique diminuent avec la distance
- la configuration de la ligne



[Agrandir l'image](#)



[Agrandir l'image](#)

**Fig. 3a et 3b Champs électriques et magnétiques sous les lignes électriques**

Source : Bioelectric – [Explication sur les champs électromagnétiques](#)

Remarques : Les lignes THT peuvent produire de l'**ozone** à partir de l'oxygène de l'air.

Pour en savoir plus sur la toxicité de l'ozone → [Pollution atmosphérique](#)

### Autres sources d'exposition extérieure

Passer une **IRM** entraîne une exposition qui peut être très importante : champ magnétique statique de 0,1 à 3 T, champ radiofréquence et champ magnétique variable, impulsionnel à très basse fréquence, dont l'intensité dépend de l'appareil.

Le personnel travaillant à proximité de ces appareils est exposé à des intensités beaucoup plus faibles.

**L'éclairage public** sur les façades d'immeuble peut produire des champs magnétiques supérieurs à 0,25  $\mu$ T dans les pièces attenantes.

Sous les **portiques de sécurité** des aéroports, l'exposition peut également être importante, de l'ordre de 100  $\mu$ T.

Dans les trams et trains grandes lignes, on a mesuré plusieurs dizaines à centaines de  $\mu$ T et 300 V/m au niveau du plancher, avec une diminution rapide avec la distance au plancher et donc une exposition beaucoup plus faible au niveau du buste des passagers.

Pour en savoir plus sur ces sources de champs électromagnétiques → [Inchem](#) (en anglais)

## 5. Comment puis-je réduire mon exposition aux champs électromagnétiques et au risque électrique ? [\[sommaire\]](#)

### La protection contre les champs électriques et/ou magnétiques 50 Hz et les risques de choc électrique

Les champs électromagnétiques 50 Hz moyennement intenses ne posent pas de problèmes s'ils sont produits par des appareillages qui fonctionnent peu de temps et/ou rarement, alors que des champs électromagnétiques beaucoup moins intenses peuvent entraîner une gêne, voire des symptômes, chez les sujets sensibles, s'ils sont produits en permanence, par des appareils à proximité des lieux de repos ou de stationnement prolongé des personnes. C'est donc tout particulièrement ce type d'exposition qu'il faut s'efforcer de diminuer.

#### *Les lignes électriques*

L'**enfouissement** des lignes protège surtout du champ électrique et des risques de choc électrique, beaucoup moins du champ magnétique.

*A noter : l'enfouissement peut masquer des sources d'exposition non négligeables → on peut avoir des champs magnétiques importants et ignorés au rez-de-chaussée d'immeubles construits près d'une ligne enterrée.*

Les **obstacles interposés** entre la ligne et la maison (construction, haie d'arbre, clôture reliée à la terre,..) protègent partiellement celle-ci des champs électriques.

Les matériaux de construction traditionnels diminuent de 90% le champ électrique.

Mais, comme pour l'enfouissement, ces dispositions ne protègent pas ou peu des champs magnétiques.

L'**éloignement** reste donc la meilleure protection car l'intensité des champs électriques et magnétiques diminue rapidement avec la distance. Etant donné que l'intensité des champs varie aussi en fonction de la configuration de la ligne, il est difficile de fixer une distance de sécurité précise. Là encore, seule une mesure sur site peut renseigner avec précision sur l'intensité de l'exposition liée à une ligne.

Néanmoins, on peut considérer que des distances de 10 à 100 m, pour une ligne de distribution, et de 100 m à 1 km, pour une ligne HT, constituent des fourchettes pertinentes.

## La construction et l'aménagement de la maison

Il est essentiel d'avoir une installation électrique **reliée efficacement à la terre**. La mise à la terre doit se faire de préférence à distance de la maison et dans une zone maintenue humide. Ce n'est généralement pas le cas des maisons anciennes.

En l'absence de prise de terre il est conseillé de rénover entièrement l'installation. On peut alors en profiter, comme lors d'une installation neuve, pour s'inspirer des conseils ci-dessous, suivant ses possibilités et ses moyens :

- encastrer les  **fils dans la maçonnerie**  et proscrire les câbles courant sous baguette sur le mur. En effet, les matériaux de construction tendent à diminuer le champ électrique, à l'exception du bois qui le propage d'autant plus qu'il est plus humide (le bois très sec est un bon isolant), des panneaux composites et du métal.

Champ électrique	< 10 V/m	< 50 V/m	>50 V/m
<b>MATERIAU</b>			
Béton		35 V/m	
Parpaing		28 V/m	
Plaques de plâtre			160 V/m
Briques		20 V/m	
Terre crue	1 V/m		
Ossature bois			120 V/m
Câblerie sous baguette			250 V/m
Câble VMVB	2 V/m		
I.A.C au tableau électrique	1 V/m		
Phase blindé+ placo + écolabel CEM	8 V/m		

**Tableau 2 : champ électrique mesuré à 10 cm du mur contenant l'installation électrique en fonction des matériaux de construction et du type de câble**

Source : [Mesures techniques pour une réduction des champs électromagnétiques dans les logements](#)

- prévoir **un fil de terre dans chaque gaine** de câblage, même si elle aboutit à un interrupteur; celui-ci permet de collecter et de neutraliser les charges électriques du câblage.
- prévoir **suffisamment de prises** pour ne pas avoir, par la suite, besoin de faire courir des fils ou des rallonges sur le sol les murs.

- utiliser des  **fils blindés**  qui réduisent les champs électriques (environ 0,5 à 1,5 E le mètre suivant diamètre, prix 2014). Les  **fils VMVB**  réduisent aussi les champs magnétiques mais ils sont plus chers (2 à 6 E le mètre, prix 2014). Utiliser ce type de câbles au moins pour les câbles d'installation à fort ampérage, ou déployés sur une grande surface (par exemple radiateurs électriques, planchers et plafonds chauffants...si on ne peut vraiment pas choisir un autre mode de chauffage), pour les fils qui courent derrière une cloison en bois ou Placoplatre, ou dans les maisons à ossature bois.
- éviter le  **chauffage électrique**  par le sol ou le plafond
- éviter de prévoir l'installation d'une structure générant des champs importants (radiateurs électriques, particulièrement ceux par accumulation qui fonctionnent surtout la nuit, compteur, etc.)  **près d'un lit ou autre lieu de repos** .

***Remarque :** "près" n'est pas seulement à côté mais peut très bien être au-dessus ou au-dessous*

Certains préconisent de placer, dans le tableau électrique, un  **interrupteur automatique de champs**  (IAC ou biorupteur) qui va couper l'alimentation électrique des chambres dès qu'il n'y a plus de consommation, donc pendant la nuit. Ceci exclut l'utilisation de radios-réveils ou d'appareils en veille mais permet de supprimer les champs électromagnétiques pendant le sommeil. Ils coûtent 100 à 200 E suivant les modèles (prix 2014).

Ceci dit, il est encore plus simple et moins coûteux de veiller à ce qu'il n'y ait pas d'appareils électriques sous tension à proximité du lit...

### ***Le mobilier et les matériels électriques***

Quelques mesures simples permettent de diminuer l'exposition domestique :

- réduire l'utilisation des appareils électriques à ce qui est réellement nécessaire ou ce qui apporte un avantage net en termes de confort et de bien-être de vie
- tous les appareils électriques et mobiliers métalliques qui peuvent l'être doivent être  **raccordés à la terre** , en particulier les appareils ménagers et les luminaires, surtout s'ils ont une importante carcasse métallique. Il en va de même pour toutes les structures métalliques extérieures (clôtures, portiques, etc.)
- éviter les  **halogènes**  à basse tension (préférer ceux en 220 V) et raccorder les parties métalliques à la terre
- attention aux ionisateurs ou purificateurs d'air qui sont souvent très polluants car dotés de moteurs de mauvaise qualité...et pour tout dire, pas vraiment utiles dans une maison correctement ventilée
- ne pas utiliser de  **couvertures chauffantes**  pendant la nuit
- **laisser un espace**  d'au moins 2 m entre un appareil non relié à la terre (télévision, Hi-fi) ou un appareil électrique à fort ampérage (comme un radiateur) et un lit, un fauteuil, un parc pour enfant ou tout autre mobilier où des personnes sont susceptibles de stationner longtemps
- lorsqu'on n'est pas sûr que les interrupteurs coupent la phase, les remplacer par des  **interrupteurs bipolaires**  (disponibles dans tous les magasins de bricolage), tout particulièrement pour les appareillages associés aux lieux de repos comme les lits et fauteuils à commande électrique, les lampes de chevet
- **débrancher la prise**  des appareils électriques lorsqu'on ne s'en sert plus car couper l'alimentation avec un interrupteur ne suffit pas toujours, sauf si c'est un interrupteur bipolaire ou si l'on est sûr que l'interrupteur coupe la phase

- éviter de laisser courir sur le sol, surtout s'il est en bois, des fils de **rallonge** ou d'y poser des blocs multiprises
- **sur la table de nuit**, éviter les lampes de chevet sans interrupteur bipolaire, les radios-réveils, les réveils à affichage digital; préférer un réveil à pile ou mécanique... ça existe encore !
- éviter les câblages électriques à la tête du lit
- **ne pas stationner** longuement près d'un appareillage en fonctionnement susceptible de générer de forts champs électriques et/ou magnétiques (voir tableau 1), en particulier derrière ou sur les côtés d'un écran de télévision ou d'ordinateur, particulièrement s'il est cathodique
- préférer les **écrans à cristaux liquides** (LCD) aux écrans cathodiques qui, de toute façon, vont se faire de plus en plus rares

## La protection contre les champs radio et hyperfréquences

### *Le téléphone mobile*

C'est aujourd'hui la principale source d'exposition à ce type de fréquences.

Il est d'autant plus important d'apprendre à se servir intelligemment de son mobile que les champs émis le sont tout près de la tête.

Là aussi, quelques "bonnes habitudes" peuvent grandement minimiser son exposition et celles des autres :

- acheter des mobiles à DAS faible, de préférence, même si ce seul critère est un peu réducteur : le site allemand [handywerte.de](http://handywerte.de) met en ligne des résultats de mesures de DAS (ou SAR) de différents mobiles (il est inutile de savoir lire l'allemand juste pour lire le DAS !)
- ne s'en servir que **quand les conditions sont bonnes**, car la densité de puissance augmente quand la qualité de la réception diminue. La réception est de mauvaise qualité quand :
  - il pleut, il neige, il y a du brouillard
  - dans tous les véhicules (voiture, train, etc.). Qui plus est, une partie des ondes rebondit sur les parois, bombardant d'autant plus les passagers. Si on ne peut se passer de téléphoner en voiture, préférer un téléphone "mains libres" avec une antenne extérieure
  - dans les lieux souterrains
  - plus on est loin de la station relais
  - dans les bâtiments en béton armé
- éviter d'utiliser le mobile lorsqu'on est en mouvement (en marchant, dans une voiture qui roule, etc.)
- l'éteindre dès que l'on pénètre dans un **lieu public** pour éviter des inconvénients à d'éventuelles personnes porteuses de stimulateurs cardiaques
- éviter de porter le téléphone sur soi, particulièrement à proximité du cœur et des organes génitaux, le transporter plutôt dans un sac. Chez les femmes enceintes, les sujets jeunes et les porteurs d'implant actifs (pacemaker, etc.) cette précaution est impérative.
- éviter de le porter à la taille pendant une **grossesse** car, en veille, il fait régulièrement le point avec le relais le plus proche
- éviter une utilisation fréquente et de longue durée : impératif chez les **enfants**

- pendant la communication, **éloigner l'appareil de la tête** de quelques cm car la densité de puissance diminue très vite avec la distance
- éviter de le tenir près du visage, et particulièrement près des yeux
- ne pas laisser son mobile en veille près du lit pendant la nuit
- l'utilisation des oreillettes "acoustiques", dites aussi stéthoscopiques", diminue beaucoup l'exposition cérébrale.

Par contre, en ce qui concerne les oreillettes classiques (à fil) on ne peut les recommander a priori pour l'usage d'un téléphone GSM : on a mesuré jusqu'à 10 V/m à la sortie de certaines de ces oreillettes. Même réserves pour l'oreillette bluetooth.

Pour en savoir plus → [electrosmog.info](http://electrosmog.info)

### *Les autres sources*

Lors de l'achat d'un **four à micro-ondes**, vérifier qu'il est bien certifié NF; bien entretenir les joints et le système de fermeture du four; on trouve des conseils pour l'achat et l'utilisation de ce type d'appareil le site de la Commission de Sécurité des Consommateurs ([CSC](#)).

Ne pas stationner de façon prolongée à moins d'1,5 m d'un four à micro ondes en fonctionnement (à respecter ++ pour les femmes enceintes et les enfants dont le ventre et la tête, respectivement, se trouvent au niveau du four).

Pour les **alarmes**, choisir plutôt des détecteurs par ultrasons; on peut aussi s'en passer...

Ne pas s'aventurer dans les périmètres interdits autour des **antennes**.

**Attention à l'arnaque** : on trouve sur internet de nombreux sites qui commercialisent des appareillages soi-disant anti-ondes. Certains peuvent d'ailleurs utiliser un lien vers ce dossier comme argument de vente. Il va sans dire que nous ne cautionnons en rien ces produits et encore moins leurs revendeurs.

Pour vous aider à vous y retrouver dans cette jungle, le site [electrosmog.info](http://electrosmog.info) a mis en ligne plusieurs documents utiles :

- [protections contre les radiofréquences](#)
- [lampes fluocompactes et champs électromagnétiques](#)
- [protections HF pour les appareils domestiques](#)
- [évaluations de l'ANSES](#) (2013)

## **6. Quelles sont les réglementations concernant les champs électromagnétiques ?** [\[sommaire\]](#)

### **La protection des personnes**

On peut trouver toute **la législation** sur le site de l'Agence Nationale des Fréquences ([ANFR](#))

En avril 1999, la [directive 1999/5/CE](#) concernant les équipements hertziens et terminaux de télécommunications stipule dans son article 3 que "la protection de la santé et de la sécurité de l'utilisateur et de toute autre personne" est une exigence essentielle applicable à tous les appareils. Ces exigences ont été transposées dans la législation française par le [décret n° 2003-961](#) du 8 octobre 2003.

En juillet 1999, une [recommandation européenne](#) (n° 1999/519/CE/12.07.99) relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques a été adoptée. Elle est fondée sur les recommandations de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements non ionisants (ICNIRP) et s'inspire des orientations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Elle fixe des valeurs limites nommées "**restrictions de base**" pour les paramètres actifs au niveau des tissus. Celles-ci doivent être toujours respectées. Elles s'appliquent à :

- **la densité de courant** (J) qui est définie comme le courant traversant une unité de surface perpendiculaire au flux de courant dans un volume conducteur tel que le corps humain ou une partie du corps, exprimée en ampères par m<sup>2</sup> (A/m<sup>2</sup>)
- **le débit d'absorption spécifique** (DAS), moyenné sur l'ensemble du corps ou sur une partie quelconque du corps, qui est défini comme le débit avec lequel l'énergie est absorbée par unité de masse du tissu ou du corps, il est exprimé en watts par kilogramme (W/kg).
- **la densité de puissance** (S) qui est la grandeur appropriée utilisée pour des hyperfréquences lorsque la profondeur de pénétration dans le corps est faible. Il s'agit du quotient de la puissance rayonnée incidente perpendiculaire à une surface par l'aire de cette surface; elle est exprimée en watts par m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>) et c'est la seule qu'on peut mesurer facilement chez les sujets exposés

Cette recommandation européenne fixe aussi des "**niveaux de référence**" pour des paramètres mesurables dans l'environnement, donc plus facilement accessibles, qui, s'ils sont tous respectés, impliquent que les restrictions de base le sont aussi. Du moins l'espère-t-on...

Si un niveau de référence n'est pas respecté, cela n'implique pas forcément que la restriction de base ne l'est pas mais il faut alors le vérifier.

Les niveaux de référence retenus pour la population générale par cette recommandation sont les valeurs recommandées par l'OMS et l'ICNIRP :

- pour un courant alternatif de 50 Hz :
  - 100 µT pour la densité de flux magnétique
  - 5.000 volt/mètre (V/m) pour le champ électrique
- pour les radiofréquences :
  - densité de puissance : 4,5 et 9 W/m<sup>2</sup> à 900 MHz et 1.800 MHz respectivement
  - DAS des téléphones mobiles : 0,08 W/kg pour le corps entier, 4 W/kg pour le DAS localisé aux membres, 2 W/kg pour le DAS localisé à la tête
  - champ électrique : 41 V/m et 58 V/m à 900 et 1.800 MHz respectivement

Ces valeurs permettent théoriquement de respecter la restriction de base pour la densité de courant fixée à 2 mA/m<sup>2</sup>.

Le décret [2002-775](#) du 3 mai 2002 (JO du 5 mai 2002) et l'[arrêté du 8 octobre 2003](#) transposent cette recommandation dans le droit français.

Un [deuxième arrêté du 8 octobre 2003](#) impose aux vendeurs de mobile de spécifier de façon claire le DAS local (au niveau de la tête) de l'appareil.

Par ailleurs, la [circulaire du 16 octobre 2001](#) relative à l'implantation des **antennes relais** de radiotéléphonie mobile est parue au [JO du 23 octobre 2001](#). Elle s'appuie sur le rapport [Zmirou](#) et fixe les limites d'implantation de ces antennes pour que les restrictions de base définies dans la recommandation et le décret ci-dessus soient respectées et stipule que :

- "il appartient donc aux opérateurs exploitants de réseaux de mettre en place les mesures nécessaires pour éviter toute exposition prolongée des personnes dépassant les niveaux de référence."
- "certains bâtiments, considérés comme sensibles et situés à moins de 100 mètres d'une station de base macro cellulaire, ne doivent pas être atteints directement par le faisceau de l'antenne".
- certaines décisions locales d'éloigner les antennes de 300 m de toute habitation ne sont pas pertinentes car elles aboutissent à une augmentation de l'exposition des utilisateurs de téléphones mobiles sans vraiment beaucoup diminuer celle des populations autour des antennes

En mars 2005, le [rapport du Conseil supérieur d'Hygiène Publique de France](#) ne préconise rien d'autre, ou presque, que la conformité à la recommandation européenne de 1999 et une évaluation de l'exposition de la population aux champs magnétiques ELF, ainsi qu'une information du public sur ces mêmes champs.

Plusieurs [propositions de loi](#) ont été déposées à l'Assemblée Nationale depuis 2005. La [proposition 1822](#), enregistrée le 8 juillet 2009, préconisait, entre autres, de fixer à 0,6 V/m le niveau maximal d'exposition de la population aux champs électromagnétiques. Elle n'a pas été reprise.

En décembre 2013, le [décret 2013-1162](#) et l'arrêté du [14 décembre 2013](#) pris en application de ce décret, encadrent les demandes des usagers de mesures de champs électromagnétiques (dans les radiofréquences) et confie leur gestion à l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR).

En janvier 2014, a été adoptée une proposition de loi visant à limiter l'exposition aux champs électromagnétiques. Cette loi donne un certain cadre à la vente et la publicité des tablettes et mobiles pour les plus jeunes, améliore la concertation et l'information du public lors de l'implantation d'équipements radioélectriques et interdit les boîtiers Wifi dans les crèches et garderies, mais pas dans les écoles maternelles.

En janvier 2015 a été adoptée la [loi n° 2015-136](#) du 9 février 2015 relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et à la concertation en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques. Ce texte interdit la Wifi dans les garderies au niveau des espaces où évoluent les enfants de moins de 3 ans. Il exige aussi, dans les écoles primaires, que le Wifi soit désactivé lorsqu'il n'est pas utilisé pour les activités pédagogiques.

### La législation actuelle appelle quelques remarques :

- la recommandation européenne date de 1999...  
Sa révision est en cours et devrait s'appuyer sur la nouvelle synthèse de l'OMS.
- ces valeurs limites ne sont basées que sur les effets avérés et connus des champs électromagnétiques, à savoir les effets à court terme, liés aux courants induits et aux effets thermiques, elles ne tiennent donc pas compte des problématiques, encore débattues aujourd'hui, comme l'éventuel risque cancérigène à long terme ou les perturbations neurohormonales qui pourraient être induites par des expositions de faible intensité. Elles ne tiennent pas non plus compte des résultats obtenus exclusivement à partir d'expérimentations in vitro, en particulier de [l'effet fenêtre](#) ou de la possibilité de création de "points chauds" (concentration d'énergie) au niveau de zones sensibles
- les niveaux de référence ne sont pas applicables aux utilisateurs de téléphone mobile dont l'exposition est très localisée; ceux-ci doivent se référer uniquement à la restriction de base localisée à la tête
- les précautions concernant les lieux situés à moins de 100 mètres d'une station de base ne sont peut-être pas très pertinentes si l'on en croit les mesures de l'[ANFR](#) autour des antennes GSM situées en milieu sans obstacles qui indiquent un maximum de champ à 300 mètres et des valeurs de champ qui restent, jusqu'à 700 ou 800m de l'antenne, équivalentes ou supérieures à celles trouvées à moins de 100 mètres de l'antenne. Il faut dire à la décharge des experts du rapport Zmirou, que ces mesures ont été effectuées sur leur recommandation et donc après que leur travail ne soit rendu.
- Le respect des niveaux de référence ne permet pas d'éviter toutes les perturbations au niveau des implants médicaux actifs (stimulateurs cardiaques, par exemple) ou passifs ferromagnétiques (prothèses métalliques, clips, etc.), et pour cause → [la protection des appareils](#).

### La protection des travailleurs

La directive européenne [2004/40/CE](#) dont la transposition devait intervenir au plus tard en 2008, puis en 2012, a finalement été abrogée en juin 2013 pour être remplacée par la [directive 2013/35](#) qui doit entrer en application dans tous les états membres au plus tard le 01/07/2016. Elle fixe dans ses annexes les "valeurs basses déclenchant l'action" suivantes (entre autres) :

- 1.000  $\mu$ T d'induction magnétique pour des champs 50 Hz
- 10.000 V/m de champ électrique pour des champs 50 Hz
- 90 et 128 V/m de champ électrique pour des fréquences de 900 MHz et 1.800 MHz respectivement, 140 V/m pour les fréquences supérieures à 2 Ghz  
0,4 W/kg, 20 W/kg et 10 W/kg pour le DAS respectivement au niveau du corps entier, localisé dans les membres et localisé à la tête

Des "valeurs hautes déclenchant l'action", plus élevées que les précédentes, sont applicables si des mesures de précaution sont prises.

Cette directive appelle les mêmes remarques que la recommandation pour la population générale.

Pour un décryptage de la directive → [Hygiène et sécurité du travail n° 235](#) (06/2014)

Les législations sur les champs électromagnétiques varient suivant les pays. Elles sont toutes recensées, y compris la législation française sur le site de l'International EMF Project de l'OMS.

En savoir plus sur les législations des autres pays → [EMF Project](#) (en anglais)

## La protection des appareils

Elle est régie par les textes traitant de :

- la compatibilité électromagnétique (CEM) : aptitude d'un appareil à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même de perturbations électromagnétiques gênant le fonctionnement des appareils situés dans son environnement
- l'immunité : aptitude d'un appareil à fonctionner de façon satisfaisante en présence d'une perturbation électromagnétique

La [directive 2004/108/CE](#) du 15 décembre 2004, qui abroge et remplace la directive 89/336/CE, fixe les exigences essentielles que doivent remplir les appareils mis en vente. Le [décret n° 2003-961](#) du 8 octobre 2003 relatif à l'évaluation de la conformité des équipements terminaux de télécommunications et des équipements radioélectriques et à leurs conditions de mise en service et d'utilisation et modifiant le code des postes et télécommunications transpose, entre autres, la [directive 99/05/CE](#) du 9 mars 1999 dite "R&TTE"

Ces deux directives donnent un cadre législatif qualitatif que l'on peut résumer ainsi : les appareils mis en vente doivent :

- fonctionner correctement dans l'environnement électromagnétique "normal"
- ne doivent pas générer des perturbations électromagnétiques susceptibles de perturber le fonctionnement des appareils électriques alentours

La norme EN 61000-4-3 fixe les valeurs minimales de l'immunité applicable aux appareils mis sur le marché : 3 V/m pour des appareils fonctionnant en secteur résidentiel et 10 V/m en secteur industriel.

D'autres normes → [ANFR](#)

Les normes concernant les dispositifs médicaux → [normes harmonisées européennes](#)

En savoir plus sur compatibilité et immunité électromagnétique → [INRS](#) (2000)

## Encore quelques remarques...

On peut s'étonner de la contradiction manifeste entre cette norme, fixant l'immunité minimale à 3 V/m, et le décret 2002-775, fixant à 40-60 V/m le niveau maximum d'exposition du public aux champs électromagnétiques pour les fréquences utilisées en téléphonie mobile.

Certes, on n'a pas, pour l'instant, constaté de problèmes majeurs dans le fonctionnement des appareils de notre environnement quotidien, et ce pour deux raisons :

- la plupart des appareils ont une immunité supérieure au minimum légal
- le niveau de champ électrique ambiant est généralement inférieur au maximum légal, et pour cause, puisque celui-ci est très élevé

Mais on navigue ici dans un "flou artistique" qui pourrait bien, un jour, accoucher d'un gros pépin, comme par exemple le dysfonctionnement dramatique d'un appareillage médical installé à domicile.

Autre question soulevée par cette contradiction : nos cerveaux et nos systèmes de régulation neurohormonale seraient-ils moins fragiles ou moins précieux que nos appareils électriques ?

## **7. Vous souhaitez des informations complémentaires ?**

[\[sommaire\]](#)

[Contactez-nous](#)

## **8. Autres liens et bibliographie**

[\[sommaire\]](#)

[Portail radiofréquences-santé-environnement](#) du Ministère de la Santé

["Les champs électromagnétiques"](#) dossier INRS 2009

["Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques"](#) ND 2143-182-01 - INRS 2001

["Champs électriques champs magnétiques, ondes électromagnétiques. Guide à l'usage du médecin du travail et du préventeur"](#) ED 785 INRS

[Fondation Santé et Radiofréquences](#)

Santé Canada :

- [Champs électriques et magnétiques de fréquence extrêmement basse](#)
- [Sécurité des cellulaires et stations de base](#)
- [Sécurité de la technologie Wifi](#)

[Rayonnements non ionisants](#) CUSSTR 2009

[Que sont les champs électromagnétiques](#) OMS 2011

["Le guide de l'habitat sain"](#) Drs Suzanne et Pierre Déoux – Medieco 2<sup>ème</sup> Editions 2004

["Nos maisons nous empoisonnent"](#) George Méar – Editions Terre Vivante 2003

["Guide de l'électricité biocompatible"](#) Claude Bossard – Ed. Des dessins et des mots 2007

[Fiche éco-construction](#) Bruxelles Environnement 2007

### **Les associations militantes (par ordre alphabétique)**

[CRIIREM](#) Centre de Recherche et d'Information Indépendantes sur les Rayonnements Electromagnétiques

[Next-up](#)

[P.R.I.A.R.Te.M.](#) Pour une Réglementation des Implantations d'Antennes Relais de Téléphonie Mobile

[Robin des Toits](#) Association nationale pour la sécurité sanitaire dans les techniques sans fil