

# Champs électromagnétiques (CEM)

## Messages clés

- Les radiofréquences (ondes émises entre autres par les téléphones mobiles et les antennes relais) et les champs extrêmement basses fréquences (lignes électriques, voies ferrées, etc.) font l'objet de nombreuses études et de controverses. Les niveaux d'exposition aux radiofréquences sont tous inférieurs aux valeurs limites d'exposition réglementaires.
- Les effets biologiques des CEM vont de la stimulation de tissus excitables (système nerveux et muscles) pour les plus basses fréquences, à l'échauffement des tissus pour des fréquences plus élevées
- Les Champs électromagnétiques extrêmement basse fréquence ou CEM-BF ont été classés en 2002 cancérogènes possibles pour l'homme par le CIRC (groupe 2B). Des études épidémiologiques sur les CEM-BF ont montré un lien statistiquement significatif entre les leucémies infantiles et une exposition résidentielle à des champs magnétiques supérieurs à 0,2 à 0,4 $\mu$ T. Néanmoins, aucun effet biologique ne permet à ce jour d'expliquer ce lien.
- En mai 2011, le CIRC a classé les radiofréquences ou RF comme cancérogènes possibles (groupe 2B) pour l'homme, sur la base d'un risque accru de gliome (monographie n°102). L'impact potentiel des RF sur la santé est l'un des thèmes prioritaires inscrits au programme de travail de l'Anses, qui a installé depuis 2011 un comité de dialogue « Radiofréquences et santé ».
- Le PNSE3 dédie plusieurs actions aux ondes électromagnétiques. En France, dans le cadre du dispositif national de surveillance et de mesure de l'exposition aux ondes radiofréquences, un dispositif géré par l'ANFR (Agence Nationale des Fréquences) permet à chacun de solliciter gratuitement une mesure de son exposition.

## PLAN

- [Généralités](#)
  - [Sources de champs électromagnétiques et types de champs](#)
  - [Effets biologiques des champs électromagnétiques](#)
- [Effets sanitaires des champs extrêmement basse fréquence](#)
- [Radiofréquences \(RF\) téléphonie mobile Antennes relais : Ce qu'il faut savoir](#)
  - [Recommandations pour limiter les expositions aux radiofréquences](#)
- [Evolutions récentes](#)

# Généralités

Ces vingt dernières années, le développement des technologies radiofréquences et des applications associées – c'est-à-dire utilisant des champs électromagnétiques dont la gamme de fréquences est comprise entre 10 kHz et 300 GHz – s'est fortement amplifié avec l'apparition de nouvelles fonctionnalités pour les communications mobiles, l'essor du Bluetooth, du Wi-Fi, des nouvelles générations de téléphonie mobile, etc. Les CEM suscitent de nombreuses interrogations et inquiétudes relatives à leurs impacts sur la santé, qui se focalisent en particulier sur les lignes à haute tension et les antennes relais des téléphones mobiles.

D'après l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP), la France comptait en 2018 75,6 millions de cartes SIM en service (hors MtoM). <https://www.arcep.fr/cartes-et-donnees/nos-publications-chiffrees/observatoire-des-marches-des-communications-electroniques-en-france/obs-marches-2018-prov.html>

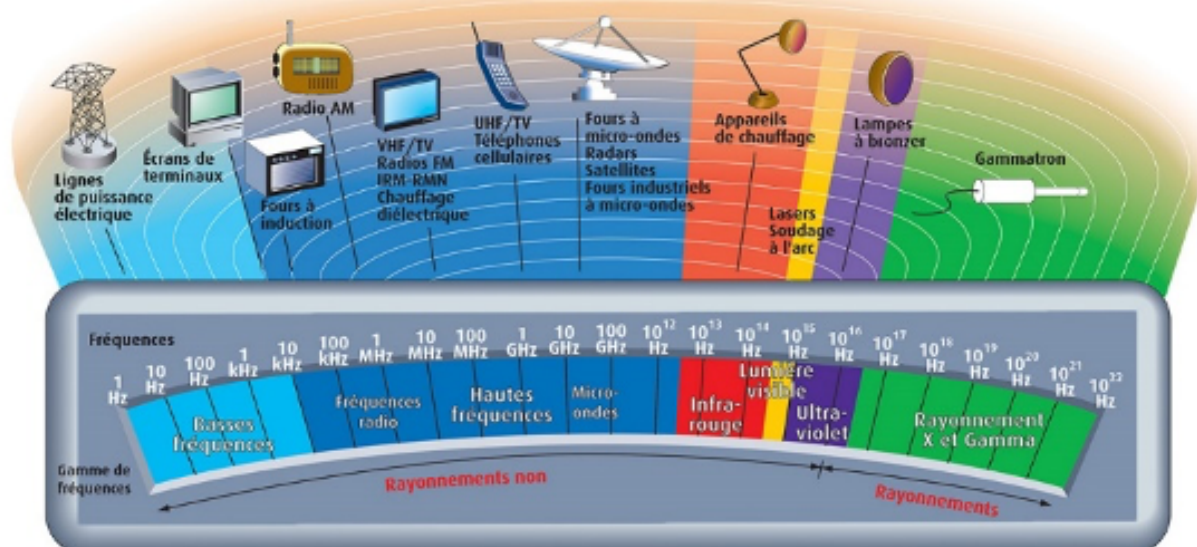
## Sources de champs électromagnétiques et types de champs

« Invisibles mais présents » dans notre environnement, certains champs magnétiques sont d'origine artificielle tandis que d'autres sont d'origine naturelle. Le spectre des ondes électromagnétiques se décompose en rayons ionisants et non-ionisants. Les plus énergétiques sont les rayonnements ionisants qui interagissent avec la matière en produisant des ionisations et peuvent causer des lésions cellulaires plus ou moins importantes. Les autres sont les rayonnements non-ionisants. Parmi les plus énergétiques figurent les rayons ultra-violet émis par le soleil, les lampes à bronzer. Viennent ensuite la lumière visible, les infra-rouges puis les radiofréquences (RF) (radars, fours à micro-ondes, téléphones cellulaires...).

## Gamme des fréquences

Les RF sont des rayonnements non-ionisants dont la fréquence est comprise entre 10 kHz et 300 GHz. Il s'agit d'une gamme de rayonnement non ionisant (rayonnement dont l'énergie est insuffisante pour provoquer une ionisation de l'atome). Les basses et extrêmement basses fréquences (EBF) couvrent la partie inférieure des basses fréquences, de 0 à 10 kHz.

Il existe divers rayonnements présents dans notre environnement. Ci-dessous, un tableau résumant la nature des rayonnements, leurs caractéristiques physiques ainsi que les applications pouvant s'y rapporter.



Spectre électromagnétique et émissions de quelques équipements électriques (Source INRS, 2017)

## Effets biologiques des champs électromagnétiques (CEM)

Les phénomènes biologiques engendrés par les CEM dépendent de l'interaction ondes/matière à la fréquence considérée. Certains effets sont bien établis

- jusqu'à la fréquence de 100 kHz, les CEM induisent des courants pouvant entraîner la stimulation de tissus excitables (système nerveux et muscles),
- au-dessus de 10 MHz, les CEM induisent dans les tissus un échauffement (effet thermique, par orientation des molécules d'eau),
- entre 100 kHz et 10 MHz, les deux phénomènes coexistent.

D'autres effets possibles des CEM font encore l'objet de débats scientifiques tels que la [génotoxicité](#), le risque de cancers, des effets sur la multiplication cellulaire, des modifications de la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique, des perturbations enzymatiques et hormonales.

Nature des rayonnements	Désignation et sigles		Longueur d'onde	Fréquence	Applications
Champs statiques	Champs électriques Champs magnétiques		∞	0 Hz	Champ magnétique terrestre
Rayonnements non ionisants	CEM d'extrêmement basse fréquence	ELF	> 30 km	0 – 10 Hz	Ondes du cerveau
	Radiofréquence	VLF	10 – 30 km	10 – 30 KHz	Signalisations des TGV Lignes électriques
		LF	1 – 10 km	30 – 300 KHz	Orages Communications maritimes
		MF	100 – 1000 m	300 – 3 MHz	Communication maritime et aéronautique
		HF	10 – 100 m	3 – 30 MHz	Radiodiffusion internationale Communications militaires
		VHF	1 – 10 m	30 – 300 MHz	Radiodiffusion IRM
Hyperfréquences	UHF	1dm – 1m	300 MHz – 3GHz	Radionavigation Téléphonie mobile	
Rayonnement ionisants	Rayons X, Gamma		< 1mm	> 300GHz	UV,Photothérapie, Radiothérapie nucléaire

## La norme NF C 18-510 définit les domaines de tension suivants en courant alternatif :

- très basse tension inférieure à 50 V
- basse tension entre 50 V et 1000 V
- haute tension au-dessus de 1 000 V
- haute tension A (HTA) concerne les tensions entre 1 000 V et 50 000 V
- haute tension B (HTB) concerne les tensions au-dessus de 50 000 V Les termes haute tension et très haute tension sont utilisés par le gestionnaire du transport d'électricité (RTE), pour désigner les lignes à 63 kV et 90 kV (haute tension) et à 225 kV et 400 kV (très haute tension).

## Effets sanitaires des champs électromagnétiques extrêmement basse fréquence

En 2002, le CIRC a classé les champs extrêmement basse fréquence, les CEM-EBF (50-60 Hz), cancérigènes possibles (groupe 2B), en raison d'observations épidémiologiques concordantes identifiant clairement l'association d'un plus grand nombre de cas de leucémies infantiles avec des champs électromagnétiques basses fréquences.

### Exposition en population générale

En 2019, l'Anses a publié une nouvelle expertise sur les effets sanitaires liés à l'exposition aux CEM-BF. Considérant l'ensemble des résultats, l'Anses réitère ses conclusions de 2010 sur l'association possible entre l'exposition aux CEM-BF et le risque à long terme de leucémie infantile. On rappelle l'étude Géocap, dont l'objectif était d'étudier l'influence de différentes expositions environnementales en France sur le risque de cancer de l'enfant. Cette étude a mis en évidence, chez les enfants âgés de moins de 5 ans, une association statistiquement significative entre le fait d'habiter à moins de 50 m de l'aplomb d'une ligne de transport d'électricité à très haute tension (supérieure à 225 kV) et le risque de développer une leucémie infantile (Sermage-Faure, 2013 ; Demoury, 2017). Les mécanismes d'action biologiques et les liens de causalité n'ont cependant pas pu être mis en évidence jusqu'à maintenant ([ANSES, 2019](#)).

Par précaution, l'Anses recommande de limiter le nombre de personnes sensibles (enfants, femmes enceintes, personnes malades...) exposées autour des lignes à haute tension ainsi que les expositions. À ce titre, elle recommande de ne pas installer ou aménager de nouveaux établissements accueillant des personnes sensibles (hôpitaux, écoles...) à proximité immédiate des lignes à très haute tension, ni d'implanter de nouvelles lignes au-dessus de tels établissements.

L'ensemble des données considérées ne permet pas de conclure à l'existence ou non d'un effet de l'exposition aux CEM-BF sur :

- les tumeurs du système nerveux central chez l'enfant (Kheifets L, 2010 ; Su L, 2018);
- le cancer du sein. Les EBF-CEM (champs électromagnétique extrêmement basse fréquence) pourraient être liés à un risque accru de cancer du sein en particulier chez les femmes pré ménopausées et les femmes ER+. Cependant, en raison des limites des études actuelles sur l'évaluation des expositions il est nécessaire d'améliorer les recherches épidémiologiques (Chen Q, 2013)
- les hémopathies malignes chez l'adulte (Zhang Y, 2016)
- les autres cancers de l'adulte (Carpenter DO, 2019)



## Exposition professionnelle

Les niveaux d'exposition des travailleurs aux CEM-BF sont très variables selon les postes occupés.

L'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS, 2018) et les Caisses d'assurance retraite et de santé au travail (Carsat) ont montré que certains professionnels sont exposés à des niveaux de champs très élevés, potentiellement supérieurs aux valeurs limites d'exposition (1 000  $\mu\text{T}$  à 50 Hz), lors de l'utilisation de certaines machines industrielles. L'Anses rappelle l'application de dispositions réglementaires en matière de santé au travail notamment la réduction des situations de surexposition, en adaptant les postes de travail. Enfin, l'Anses recommande que les constructeurs de machines industrielles émettant des CEM-BF mesurent l'exposition associée à l'utilisation de ces appareils et de l'indiquent sur la documentation technique fournie aux utilisateurs.

<http://www.inrs.fr/risques/champs-electromagnetiques/ce-qu-il-faut-retenir.html>

Ces niveaux d'exposition élevés rencontrés en milieu professionnel, ont mis en évidence la possibilité d'effets biologiques (stress oxydant, effets génotoxiques, effets sur la physiologie cellulaire). Néanmoins les études épidémiologiques recensées par l'Anses sont trop hétérogènes pour établir un lien entre l'exposition professionnelle et l'apparition de pathologies chroniques, en particulier maladies neurodégénératives et tumeurs du système nerveux. Une poursuite des recherches étudiant les risques éventuels de pathologies associées à l'exposition aux CEM-BF sont nécessaires.

Dans le cas d'exposition des femmes enceintes au travail, il a été démontré que la densité de courant induite chez le fœtus peut être supérieure aux valeurs limites recommandées pour la population générale. L'Anses recommande donc de mieux informer et sensibiliser les femmes sur les dispositions réglementaires d'aménagement de leur poste de travail lorsqu'elles sont enceintes, afin de limiter l'exposition du fœtus aux CEM-BF.



**Réglementation en milieu professionnel Champs électromagnétiques :**

<http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204204>



## Radiofréquences (RF) \_ téléphonie mobile\_ Antennes relais : Ce qu'il faut savoir

En 2011, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) de l'OMS a classé les champs électromagnétiques de radiofréquences comme peut-être cancérigènes pour l'homme (Groupe 2B) sur la base d'un risque accru de gliome, un type de cancer malin du cerveau<sup>1</sup>, associé à l'utilisation du téléphone sans fil. Les niveaux d'exposition aux RF sont tous inférieurs aux valeurs limites d'exposition réglementaires. Néanmoins, des interrogations subsistent sur les effets à long terme pour des utilisateurs intensifs de téléphones mobiles.

Il note aussi que des recherches complémentaires doivent être menées sur l'utilisation intensive à long terme du téléphone portable. L'absence de mesures individuelles des expositions et les difficultés méthodologiques des études disponibles plaident pour des conclusions prudentes.

[https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208\\_F.pdf](https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208_F.pdf)

En juillet 2018, l'Anses a publié une expertise relative à l'exposition des enfants aux RF et ses effets potentiels sur leur santé : Exposition des enfants aux radiofréquences : pour un usage modéré et encadré des technologies sans-fil <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2012SA0091Ra.pdf>

En novembre 2017, le ministère de la Transition écologique et solidaire a lancé une campagne d'information « téléphone mobile et santé » sur les 6 bons comportements pour réduire son exposition aux ondes

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/telephone-mobile-bons-comportements>

[https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/17233\\_afficheA3\\_telephones-mobiles-les-6-bons-comportements\\_web.pdf](https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/17233_afficheA3_telephones-mobiles-les-6-bons-comportements_web.pdf)



Source Ministère de la Transition écologique et solidaire (2017)

<https://www.anses.fr/fr/content/radiofr%C3%A9quences-t%C3%A9l%C3%A9phonie-mobile-et-technologies-sans-fil>

## Pour limiter les expositions aux radiofréquences, notamment des populations les plus vulnérables

- Pour les adultes utilisateurs intensifs de téléphone mobile (en mode conversation) : de recourir au kit mains-libres et de façon plus générale, pour tous les utilisateurs, de privilégier l'acquisition de téléphones affichant les DAS (Débit d'absorption spécifique) les plus faibles;
- Réduire l'exposition des enfants en incitant à un usage modéré du téléphone mobile;
- Poursuivre l'amélioration de la caractérisation de l'exposition du public dans les environnements extérieurs et intérieurs par la mise en œuvre de campagnes de mesures;
- Développer de nouvelles infrastructures de réseaux de téléphonie mobile fassent l'objet d'études préalables en matière de caractérisation des expositions et que les conséquences d'une éventuelle multiplication du nombre d'antennes-relais dans le but de réduire les niveaux d'exposition environnementaux fassent l'objet d'un examen approfondi ;
- Documenter les situations des installations existantes conduisant aux expositions les plus fortes du public et d'étudier dans quelle mesure ces expositions peuvent être techniquement réduites.
- Tous les dispositifs courants émetteurs de champs électromagnétiques destinés à être utilisés près du corps (téléphones DECT, tablettes tactiles, veille-bébé, etc.) doivent faire l'objet de l'affichage du niveau d'exposition maximal engendré (DAS par exemple), comme cela est déjà le cas pour les téléphones portables.

Vidéo du Ministère de la transition écologique et de la solidarité : 'Téléphones mobiles et santé : les 6 bons comportements

[https://www.youtube.com/watch?v=8oiaU2ThdRo&feature=emb\\_logoidéo](https://www.youtube.com/watch?v=8oiaU2ThdRo&feature=emb_logoidéo)

## Evolutions récentes

Le PNSE3 (2015-2019) dédie plusieurs actions aux ondes électromagnétiques.

- **Action n°76** : collecter et mettre à disposition du public des données liées à l'exposition aux ondes électromagnétiques radiofréquences
- **Action n°77** : identifier d'éventuels points atypiques dans le cadre de campagnes de mesures des ondes électromagnétiques (radiofréquences)
- **Action n°79** : faire réaliser et rendre accessibles au public les mesures représentatives des champs électromagnétiques (extrêmement basses fréquences) au droit des ouvrages de transport d'électricité
- **Action n°80** : produire un indicateur de l'exposition aux champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences liés à la proximité des lignes haute tension

En France, dans le cadre du dispositif national de surveillance et de mesure de l'exposition aux ondes radiofréquences, un dispositif géré par l'ANFR (Agence Nationale des Fréquences) permet à chacun de solliciter gratuitement une mesure de son exposition. Environ 2 500 mesures par an sont collectées et l'agence publie ces résultats sur un site Internet dédié. <https://www.cartoradio.fr/index.html#/>

**Auteur** : [Unité Cancer et Environnement](#)

**Relecture** : Dr Isabelle DELTOUR, Scientist, Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), Section of Environment Radiation

### Nos fiches sur ce thème

- [Cancer du cerveau](#)
- [Classification des substances cancérigènes par le CIRC](#)

## Pour aller plus loin

### Etudes et publications scientifiques

- [Koeman T, 2017 Occupational Exposure and Amyotrophic Lateral Sclerosis in a Prospective Cohort](#)
- [Carpenter DO, 2019 Extremely low frequency electromagnetic fields and cancer: How source of funding](#)
- [Chen Q, 2013 A meta-analysis on the relationship between exposure to ELF-EMFs and the risk of female](#)
- [CIRC 2002, Volume 80 : Non-ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-frequency \(ELF\) Elec](#)
- [CIRC, 2011 Communiqué de Presse n°208 LE CIRC CLASSE LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES DE RADIOFREQUENCE](#)
- [Demoury C, 2017 Residential Exposure to Natural Background Radiation and Risk of Childhood Acute Leu](#)
- [Feychting M, 2006 Electromagnetic Fields and Female Breast Cancer](#)
- [Huss A, 2018 Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and the risk of ALS: A](#)
- [Kheifets L, 2010 A pooled analysis of extremely low-frequency magnetic fields and childhood brain tu](#)
- [Padersen C, 2017 Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and risk for centr](#)
- [Peters 2019 Associations of Electric Shock and Extremely Low-Frequency Magnetic Field Exposure With](#)
- [Peters S, 2019 : Associations of Electric Shock and Extremely Low-Frequency Magnetic Field Exposure](#)
- [Sermage-Faure C, 2013 Childhood leukaemia close to high-voltage power lines--the Geocap study, 2002-](#)
- [Su L, 2018 Association between parental occupational exposure to extremely low frequency magnetic fi](#)
- [Zhang Y, 2016 Meta-analysis of extremely low frequency electromagnetic fields and cancer risk: a poo](#)

### Informations des publics

- [ARCEP, 2018 : Observatoire des marchés des communications électroniques en France, Année 2018 - Résum](#)
- [INRS, 2017 : Ce qu'il faut retenir Limiter les expositions professionnelles aux champs électromagnét](#)
- [Ministère de la transition écologique et solidaire : Affiche Téléphone mobile. Adopter les 6 bons co](#)
- [Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017 : Téléphone mobile : les 6 bons comportemen](#)
- [Vidéo 'Téléphones mobiles et santé : les 6 bons comportements](#)

### Rapports et textes officiels

- [Anses, 2016 Exposition aux radiofréquences et santé des enfants](#)
- [Anses, 2019 Effets sanitaires liés à l'exposition aux champs électromagnétiques basses fréquences](#)