

DEFINITION

CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES

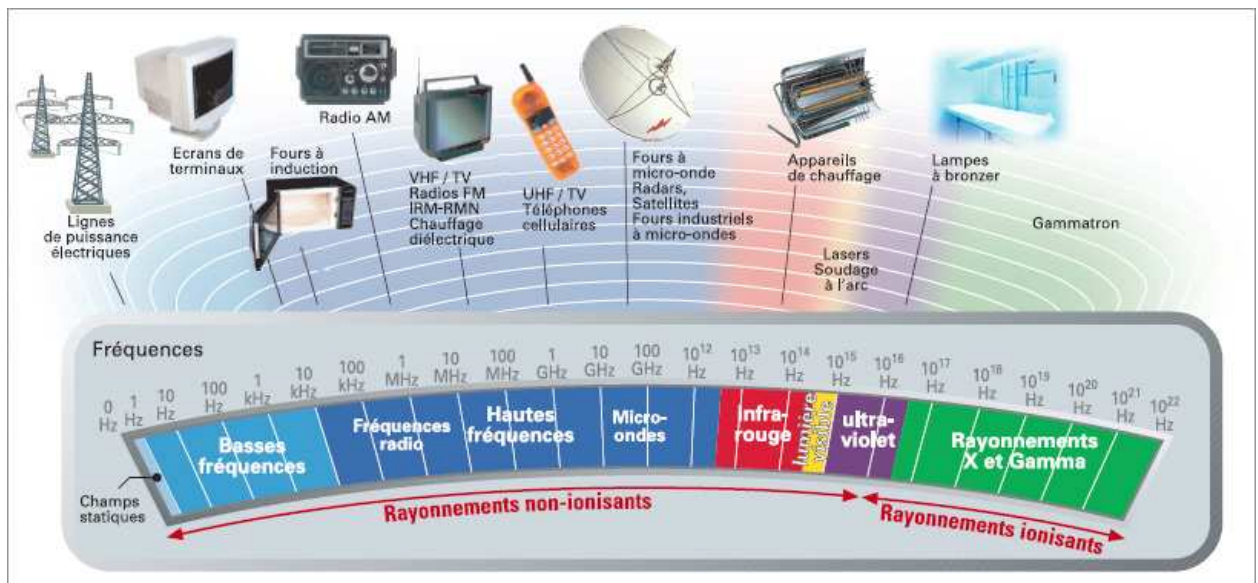
QU'EST CE QU'UN CHAMP ELECTROMAGNETIQUE ?

Un champ électromagnétique est le couplage d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Un champ électrique est produit par une différence de potentiel électrique (ddp) entre deux points : plus la ddp est élevée, plus le champ qui en résulte est intense. Ce champ électrique survient même s'il n'y a pas de circulation de courant. A l'inverse, le champ magnétique n'apparaît que lorsque le courant circule : plus l'intensité du courant est élevée, plus le champ magnétique est important.

Les champs électromagnétiques dont la fréquence se situe entre 0 et 300 GHz comportent trois types de champs :

- les champs statiques,
- les champs basses fréquences,
- les radiofréquences.

Le spectre des ondes électromagnétiques



Source : INRS

Utilisation du spectre des radiofréquences

Bande de fréquences	Services / Applications
0 Hz	Electricité statique
0 Hz – 9 kHz	Transport d'électricité, appareil électrodomestique - Lignes de distribution et transport d'électricité - Appareils électroménagers (écrans vidéo, plaques à induction culinaires), RFID
9 kHz – 30 MHz	Radiodiffusion Grandes Ondes, Ondes Moyennes et Ondes Courtes - Détecteurs de victimes d'avalanches - Trafic amateur - Systèmes de détection antivol (RFID) - lecteur de cartes sans contact (RFID) - Applications médicales*
30 MHz – 87,5 MHz	Télédiffusion analogique et numérique (bande I) - Réseaux professionnels (taxis, pompiers, gendarmerie nationale, réseaux radioélectriques indépendants...) - Radioamateurs - Microphones sans fil - Radiolocalisation aéronautique - Radars - Applications médicales*
87,5 – 108 MHz	Radiodiffusion en modulation de fréquences (bande FM)
108 – 136 MHz	Trafic aéronautique (balisage et bande « air »)
136 – 400 MHz	Télédiffusion analogique et numérique (bandes II et III) - Réseaux professionnels (police, pompier, SAMU...) - Fréquences réservées au vol libre (talkies walkies) - Trafic amateur (bande « des 2 mètres ») - Trafic maritime (bandes VHF marine) - Radiomessagerie ERMES
400 – 470 MHz	Balise ARGOS - Réseaux professionnels (gendarmerie, SNCF, EDF...) - Trafic amateur (bande « 432 ») - Télécommandes et télémessure médicale – Systèmes de commande (automobile [RFID] - Réseaux cellulaires TETRA et TETRAPOL - Applications médicales*)
470 – 860 MHz	Télédiffusion bandes IV et V (analogique et numérique)
860 – 880 MHz	Bande ISM (Industriel, Scientifique, Médical) : appareils à faible portée type alarmes, télécommandes, domotique, capteurs sans fil, RFID
880 – 960 MHz	Téléphonie mobile GSM 900 : voies montantes et voies descendantes
960 – 1710 MHz	Radiodiffusion numérique - Réseaux privés - Faisceaux Hertiens
1710 – 1880 MHz	Téléphonie mobile GSM 1800 : voies montantes et voies descendantes
1880 – 1900 MHz	Téléphones sans fil DECT
1920 – 2170 MHz	Téléphonie mobile UMTS
2400 – 2500 MHz	Bande ISM : réseaux Wi-Fi - Bluetooth - Four micro-onde
3400 – 3600 MHz	Boucle locale radio large bande de type WiMAX
>3600 MHz	Radars - Boucle locale radio - Stations terriennes – Faisceaux Hertiens

* Les applications médicales utilisant des champs électromagnétiques radiofréquences concernent les applications thermiques, l'imagerie et l'électrochirurgie.

LES CHAMPS STATIQUES

Les champs statiques d'origine naturelle.

L'homme est constamment exposé à des champs électriques et magnétiques statiques naturels d'une valeur d'environ 50 micro tesla (μT). Cependant, le champ électrique naturel varie beaucoup selon les conditions météorologiques : de quelques volts par mètre (V.m^{-1}) à plusieurs dizaines de milliers de V.m^{-1} par temps d'orage. Dans ces conditions, un courant électrique peut être créé et atteindre plusieurs centaines de milliers d'ampères durant un temps très court. C'est le cas de la foudre responsable d'accidents graves surtout dans certaines régions montagneuses particulièrement exposées comme le sud des Alpes. On dénombre chaque année une quinzaine d'accidents mortels, souvent collectifs, notamment chez des groupes de randonneurs. Ce nombre est en fait très mal estimé. La foudre est également responsable de blessures nombreuses laissant parfois des séquelles importantes (déficits neurologiques périphériques ou centraux, troubles psychiques, cardio-vasculaires, oculaires, auditifs).

Les champs statiques d'origine artificielle.

Pour la population générale, les plus fortes expositions sont celles des champs statiques artificiels lors d'exams d'imagerie médicale par résonance magnétique (IRM). Dans l'IRM la densité du flux magnétique est de l'ordre de 0,15 à 2T et la durée d'exposition, généralement inférieure à une demi-heure.

En l'état actuel des connaissances scientifiques rien n'indique que l'exposition transitoire à des flux magnétiques statiques, jusqu'à 2T, produise des effets nocifs sur les principaux paramètres de développement, de comportement et physiologiques des organismes supérieurs. Pour des applications de diagnostic médical, la tendance actuelle est à l'utilisation de champs plus intenses.

Des interactions peuvent exister entre les champs magnétiques et les appareils électroniques, notamment les dispositifs médicaux implantables actifs (stimulateurs cardiaques)¹⁻². Il est recommandé que les lieux où la densité du flux magnétique dépasse 0,5 mT soient indiqués par une signalisation appropriée.

LES CHAMPS BASSES FREQUENCES

Les champs basses fréquences (BF) sont ceux dont la fréquence est comprise entre quelques Hz (dès que la fréquence du champ électromagnétique est supérieure à 0, le champ n'est plus statique) et environ 10 kHz. Les extrêmement basses fréquences concernent les champs dont la fréquence est inférieure à 300 Hz. Le courant électrique domestique (fréquence 50 Hz en France) et de nombreux systèmes et appareils utilisés quotidiennement émettent des champs BF. Les sources d'exposition aux champs BF sont nombreuses :

- à l'extérieur : lignes de transports et de distribution d'électricité, transformateurs, câbles souterrains, voies ferrées, éclairage public, *etc.* ;
- à la maison : installations électriques, lampes, appareils électroménagers, *etc.* ;
- au bureau : photocopieurs, fax, écrans d'ordinateurs, *etc.*

¹ Irnich W, Batz L. *Assessment of threshold levels for static magnetic fields affecting implanted pacemakers*. Berlin, Federal Office of Health. Report n°Fo1-1040-523-EI15. 1989

² Barbaro V et coll. Evaluation of static magnetic field levels interfering with pacemakers. *Physica Medica*. 7, 73-76. 1991

LES RADIOFREQUENCES

Les champs électromagnétiques radiofréquences (RF) sont ceux dont la fréquence est comprise entre 10 kHz et 300 GHz. Ils ont pour principale origine les antennes de radio, de télévision, de radar et de communication mobile mais également les fours à micro-ondes.

Ces champs servent à transmettre des informations à distance par voie hertzienne. Ils sont à la base des télécommunications en général et notamment des systèmes radioélectriques sur toute la planète.

La partie du spectre des radiofréquences comprise entre 300 MHz et 300 GHz est également appelée hyperfréquence ou micro-onde. Cette distinction vient essentiellement des domaines d'applications : le terme radiofréquence est surtout utilisé par les électroniciens et électromagnéticiens, alors que le terme micro-onde vient plutôt de l'optique, où l'on parle surtout de longueur d'onde. Les fours à micro-ondes utilisent des fréquences de l'ordre de 2450 MHz (soit des longueurs d'onde de 12 cm environ).

Fonctionnement d'un téléphone mobile

Le téléphone convertit la voix en un signal électrique émis sous forme d'ondes RF qui se propagent par l'intermédiaire de l'antenne du téléphone jusqu'à une antenne relais (station de base). Le signal est ensuite transmis par le réseau (filaire, hertzien, satellite...) jusqu'au correspondant. Cependant, l'information à transmettre (voix, image, son, texte, etc.), une fois convertie en signal électrique, occupe un spectre de fréquences trop basses pour être directement émise au moyen d'une antenne. Une onde dite porteuse, de fréquence suffisamment élevée pour être efficacement rayonnée par une antenne est donc utilisée : elle est « marquée » par des techniques numériques complexes agissant sur sa fréquence, sa phase et / ou son amplitude. Ce marquage est appelé modulation. Ainsi la voie transformée par le téléphone se présente sous la forme d'une onde porteuse modulée. La démodulation désigne l'opération inverse de la modulation permettant de récupérer l'information contenue dans une porteuse modulée. Un téléphone portable est donc composé à la fois d'un modulateur associé au microphone et d'un démodulateur intervenant en amont du haut-parleur.

Chaque antenne relais couvre une portion de territoire constituant une cellule, d'où le nom de téléphonie cellulaire.

Les champs utilisés dans la téléphonie mobile sont standardisés selon différents systèmes en fonction des régions et des pays. En France, les 3 systèmes actuels sont le GSM 900 (fréquence porteuse entre 872 et 960 MHz), le GSM 1800 (fréquence porteuse de 1 710 à 1 875 MHz) et le système UMTS qui utilise une bande de fréquence située autour de 2 100 MHz.

La puissance moyenne d'émission des téléphones est limitée au maximum à 250 mW pour le GSM 900 et 125 mW pour le GSM 1800. Cette puissance est de plus régulée en fonction de la distance à l'antenne relais : elle est inversement proportionnelle à la qualité de la communication (250 mW au maximum à plusieurs km de l'antenne, 10 mW ou moins à proximité).

Lors de la connexion de l'utilisateur du mobile avec son correspondant, la puissance émise est ajustée à un niveau élevé permettant d'avoir une communication immédiate optimale, puis le contrôle de puissance la réduit par paliers en quelques secondes, jusqu'à se stabiliser au niveau minimum compatible avec une bonne qualité de la communication.

Le déplacement de l'utilisateur provoque la prise de relais successifs par plusieurs stations de base, chacune démarrant sa communication à un niveau élevé puis diminuant sa puissance. C'est donc lors de l'utilisation d'un mobile en situation de déplacement que l'exposition aux RF est la plus élevée ou bien lors d'une conversation dans un lieu de médiocre réception qui astreint l'antenne relais et le mobile à rester à des niveaux de puissance élevés.

La puissance d'émission d'un mobile est nettement inférieure à celle d'une station de base. Cependant le téléphone n'étant qu'à quelques millimètres de l'oreille, la puissance absorbée par l'organisme lors d'une conversation est beaucoup plus importante que celle due à une station de base, même la plus puissante.

Qu'est ce que le DAS (débit d'absorption spécifique) ?

Le débit d'absorption spécifique est une mesure de l'exposition de l'homme aux champs électromagnétiques radiofréquences. Il représente la quantité d'énergie absorbée par les tissus par seconde lors d'une exposition aux radiofréquences. Cette mesure est exprimée en Watts par kilogramme (W/kg).

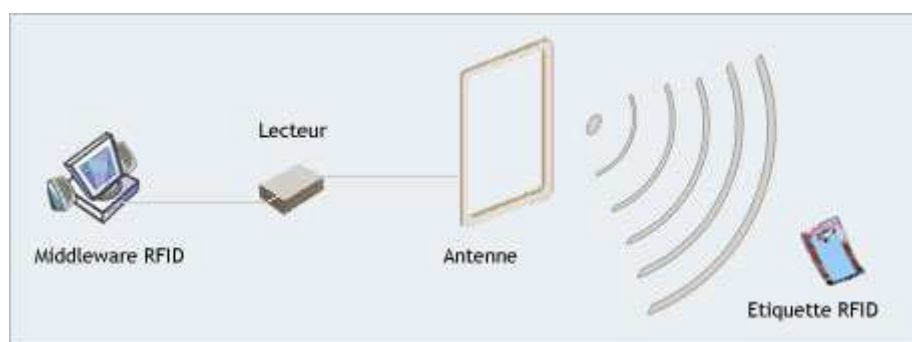
En France, deux arrêtés (du 8 octobre 2003) encadrent l'utilisation de cette mesure :

- l'un fixe les valeurs limites de DAS pour les équipements terminaux radioélectriques : pour les téléphone mobiles, le DAS local « tête et tronc » a été fixé à 2W/Kg ;
- l'autre prévoit l'information des utilisateurs : le DAS doit figurer de façon lisible et visible dans la notice d'emploi des équipements terminaux radioélectriques, et notamment des téléphones portables.

La mesure du DAS est une procédure très complexe, encadrée par des normes internationales, et nécessite des compétences et un matériel très performant. Le niveau maximum admissible en France pour le DAS d'un téléphone mobile de 2 W/kg correspond à un échauffement des tissus très faible (de l'ordre du dixième de degré Celsius) et il n'existe pas aujourd'hui de sonde de température assez sensible pour mesurer cet échauffement. La mesure du DAS se fait donc par le biais de l'acquisition de la répartition du champ électrique dans un mannequin qui possède des propriétés électromagnétiques semblables à celles du corps humain.

Les systèmes d'identification par radiofréquence (RFID)

Le terme « RFID » est un acronyme de *Radio Frequency Identification* que l'on peut traduire par : identification (à l'aide d'ondes) radiofréquences. Il désigne un vaste ensemble d'applications permettant l'identification au sens large d'« objets » au moyen d'une communication sans contact (« sans fil ») par ondes radiofréquences.



Aujourd'hui, ce moyen d'identification est en plein essor. Certaines applications bien maîtrisées sont déjà très répandues et concernent différents domaines allant de la télédétection (identification d'animaux, etc.) aux transactions de la vie courante (cartes bancaires, titres de transport en commun, etc.) et à la traçabilité des produits et des marchandises.

Quatre bandes de fréquences, correspondant à des applications spécifiques, sont principalement utilisées par les dispositifs RFID : elles vont de fréquences basses (125 kHz) aux hyperfréquences (5,8 GHz). Dans la majorité des cas, seuls les « interrogateurs »

possèdent un émetteur radiofréquence. Les étiquettes, alors dites « passives », utilisent l'énergie électromagnétique transmise par l'interrogateur pour réémettre l'information contenue dans leur puce.

Comment mesurer l'exposition des champs radiofréquences

Il faut noter que la mesure de champs RF est une procédure complexe. Elle est généralement réalisée par des organismes de contrôle technique accrédités dans un cadre normatif et réglementaire.

L'Agence nationale des fréquences (ANFR) recueille l'ensemble des mesures de champs électromagnétiques (près de 2 000 chaque année) réalisées par ces laboratoires et publie ces résultats sur Internet (www.cartoradio.fr). Ces mesures, le plus souvent réalisées à la demande de collectivités locales ou de particuliers vivant à proximité d'émetteurs de téléphonie mobile, permettent de caractériser l'exposition du public sur les lieux des mesures.

Du fait principalement de l'origine des mesures (demandes spécifiques), les données disponibles ne permettent pas de décrire l'exposition de la population. Cependant les résultats montrent que les valeurs mesurées sont très inférieures aux valeurs limites d'exposition du public fixées par décret pour chaque application : dans plus de 97% des cas, elles n'atteignent pas 10% des valeurs limites.