



Fiche champs électromagnétiques | ED 4200

## Les réseaux de télécommunication mobile

Les réseaux de télécommunication mobile font partie intégrante de notre environnement. Ils offrent la possibilité d'établir des communications vocales ou de transmettre des données en toute mobilité. Cette fiche traite de l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques générés par les réseaux de téléphonie mobile et d'accès mobile à internet ainsi que les équipements de radio mobiles à usage professionnel dits PMR (*voir encadré*).

### La téléphonie mobile et l'accès mobile à internet

La téléphonie mobile et l'accès mobile à internet mettent principalement en œuvre des antennes-relais (stations de base) et des antennes de type faisceaux hertziens, ainsi que des terminaux (téléphones mobiles, tablettes, montres...).

Il existe actuellement plusieurs types de réseaux :

- le réseau GSM<sup>1</sup> ou 2G ;
- le réseau UMTS<sup>2</sup> ou 3G ;
- le réseau LTE<sup>3</sup> ou 4G ;
- le réseau 5G NR<sup>4</sup> ou 5G.

1. Global System for Mobile communication.

2. Universal Mobile Telecommunications System.

Ces réseaux reposent actuellement sur des bandes de fréquences allant de 700 MHz à 3,5 GHz (*voir tableau 1*). Une nouvelle bande fréquence à 26 GHz devrait être mise en œuvre dans le cadre de la poursuite du déploiement de la 5G.

#### Les antennes-relais de téléphonie mobile

Elles émettent de façon continue. Elles ont une puissance et une portée variable selon l'étendue et les caractéristiques de la zone géographique qu'elles desservent.

Des classes d'antennes-relais ont été standardisées par des organismes internationaux :

3. Long Term Evolution.

4. New Radio.

- les antennes « macro » longue portée dont la puissance injectée est supérieure à 6,3 W. On les retrouve sur des points hauts, tels que les toits d'immeubles, les pylônes ou les châteaux d'eau ;
- les antennes « micro » moyenne portée dont la puissance injectée est comprise entre 250 mW et 6,3 W. Elles sont utilisées en intérieur ou en extérieur. On les retrouve par exemple sur du mobilier urbain ;
- les antennes « pico » de portée locale dont la puissance injectée est comprise entre 100 mW et 250 mW. Elles sont utilisées par exemple comme répéteur à l'intérieur de certaines entreprises ;
- les antennes « femto » de portée résidentielle dont la puissance injectée est inférieure à 100 mW. On les retrouve principalement chez les particuliers.

| Fréquence | 700 MHz   | 800 MHz | 900 MHz  | 1 800 MHz | 2 100 MHz   | 2 600 MHz | 3,5 GHz     |
|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 5G        | 5G NR 700 | -       | -        | -         | 5G NR 2 100 | -         | 5G NR 3 500 |
| 4G        | LTE 700   | LTE 800 | -        | LTE 1 800 | LTE 2 100   | LTE 2 600 | -           |
| 3G        | -         | -       | UMTS 900 | -         | UMTS 2 100  | -         | -           |
| 2G        | -         | -       | GSM 900  | GSM 1 800 | -           | -         | -           |

■ Tableau 1. Répartition des bandes de fréquences pour chaque type de réseau



■ Figure 1. Exemples d'implantation d'antennes-relais

### Les antennes de type faisceaux hertziens (FH)

Ce sont des antennes très directives qui émettent de façon continue. Les fréquences utilisées varient de 1,3 GHz à 86 GHz.

Les faisceaux hertziens permettent d'établir une liaison point à point sur de longues distances (plusieurs dizaines de km). Ils sont majoritairement utili-

sés par les opérateurs de téléphonie mobile afin de relier les antennes-relais et le cœur de réseau.

Ils présentent l'avantage d'éviter l'installation d'une liaison filaire ou optique lorsque celle-ci s'avère difficile ou trop coûteuse.

La puissance d'émission des antennes est généralement comprise entre 100 mW et 1 W.

### Les téléphones mobiles

Ils émettent avec des puissances variables en fonction du type de réseau et du niveau de réception du signal émis depuis l'antenne-relais. La puissance d'émission instantanée maximale de l'antenne d'un téléphone mobile est de 2 W.

## ■ Les réseaux PMR (*Professional Mobile Radio*)

Les réseaux PMR sont des réseaux indépendants distincts des réseaux mobiles classiques ouverts au public (réseaux 2G à 5G). Ils sont mis en œuvre pour répondre à des besoins professionnels et leur couverture est le plus souvent locale ou régionale. Ils reposent sur différentes technologies telles que Tetra pour les entreprises, Tetrapol pour les forces de sécurité, ou encore PMR446 pour les particuliers et les professionnels. La communication peut être établie directement entre deux terminaux ou par le biais de stations selon l'étendue de la zone de couverture. Les bandes de fréquences utilisées sont multiples (de 29,7 MHz à 925 MHz), mais les plus courantes sont comprises entre 380 MHz et 470 MHz (bandes 400 MHz). Des exemples de périmètres de sécurité pour certaines

stations PMR fonctionnant dans les bandes 400 MHz sont données dans le guide ANFR DR 17. Pour toute autre configuration, la détermination du périmètre de sécurité autour des stations est réalisée au cas par cas. Les terminaux portables PMR tels que les talkies-walkies sont des équipements permettant de communiquer au sein d'un réseau PMR. Les niveaux de champs électromagnétiques émis par les terminaux dépendent de la puissance d'émission. Ces terminaux ne présentent pas de risque pour les travailleurs mais sont susceptibles d'entraîner des dysfonctionnements sur les dispositifs médicaux implantés actifs (DMIA). Ainsi, une évaluation des risques approfondie doit être réalisée en ce qui concerne les travailleurs porteurs de DMIA.

Certains modèles sont capables de communiquer sur l'ensemble des bandes existantes.

### La distance : un facteur important pour le niveau d'exposition

Le niveau d'exposition aux radiofréquences dépend principalement de la puissance de l'émetteur et de la distance entre l'émetteur et la personne.

## Les risques pour la santé

**Rappel** : Les radiofréquences sont des rayonnements non ionisants.

Les ondes radiofréquences pénètrent plus ou moins profondément à l'intérieur du corps et y transfèrent de l'énergie. L'absorption de cette énergie par le corps provoque un échauffement. Le système de thermorégulation du corps humain a pour objectif de maintenir la température centrale à un niveau constant. **Au-delà d'un seuil qui dépend de la fréquence d'émission de la source, les mécanismes**

**de thermorégulation peuvent être débordés. Une élévation de température non maîtrisée peut alors entraîner des effets néfastes pour la santé.**

Les limites d'exposition aux champs électromagnétiques ont été définies pour protéger le public et les travailleurs contre ce type d'effets.

Les travaux de recherche sur d'éventuels effets non thermiques liés aux radiofréquences sont nombreux. Cependant, **il n'est pas possible à l'heure actuelle de conclure sur la réalité d'un risque sanitaire autre que celui lié aux effets thermiques.**

*Remarque* : En 2011, le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) a classé les champs électromagnétiques radiofréquences comme « peut-être cancérigènes pour l'homme » (groupe 2B). Ce classement a été établi sur la base d'un potentiel risque accru de gliomes (types de cancer du cerveau) pour les utilisateurs les plus intensifs de téléphone mobile. À noter toutefois qu'aucune autre étude n'a permis à ce jour de confirmer un lien de causalité.

Les **dispositifs médicaux implantés actifs (DMIA)** tels que les stimulateurs cardiaques et les défibrillateurs **peuvent être perturbés par les ondes radiofréquences.**

Les **dispositifs médicaux implantés passifs en matériaux conducteurs** (broches, stents, prothèses...) **ne devraient pas présenter de risque d'échauffement** dès lors que le niveau d'exposition reste inférieur aux valeurs limites d'exposition pour le public.

## La réglementation et les niveaux d'exposition

La réglementation relative à la protection du public contre les champs électromagnétiques radiofréquences repose sur le décret 2002-775 du 3 mai 2002. Ce décret prévoit notamment que les exploitants de réseaux de radiocommunication veillent à ce que le niveau d'exposition du public aux champs électromagnétiques soit inférieur aux valeurs limites d'exposition du public.

La prévention des risques liés à l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques repose quant à elle sur les dispositions prévues aux articles R. 4453-1 et suivants du Code du travail.

La protection du public et des travailleurs s'appuie sur un système comportant deux jeux de valeurs :

## 5G et effets sanitaires éventuels associés

### Bandes de fréquences utilisées avant le déploiement de la 5G (700 MHz-2 600 MHz)

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses) considère que les résultats de ses expertises précédentes concernant les effets sanitaires de l'exposition aux radiofréquences dans la bande 700-2 600 MHz sont pertinents pour la 5G. Elle précise que, par ailleurs, les niveaux d'exposition dans l'environnement seront vraisemblablement comparables entre la 5G et les précédentes technologies de téléphonie mobile. À ce jour, les données disponibles ne permettent donc pas de conclure quant à l'existence d'effets sanitaires associés à des fréquences déjà utilisées par les technologies mobiles actuelles.

### Bande de fréquences 5G de 3,5 GHz

La littérature scientifique ne fournit pas suffisamment d'études pour les fréquences proches de 3,5 GHz. Il ne paraît pas possible, à l'heure actuelle, d'extrapoler les résultats d'études scientifiques obtenus pour des fréquences différentes. Cependant, l'Anses note qu'il n'est pas attendu d'effets biologiques, physiologiques

ou sanitaire des signaux 3,5 GHz qui différeraient grandement de ceux observés précédemment à des fréquences proches. Ainsi, elle considère qu'il est peu vraisemblable, à ce stade, que le déploiement de la 5G dans la bande de fréquences autour de 3,5 GHz constitue un nouveau risque pour la santé.

### Bande de fréquence 5G de 26 GHz

La bande 26 GHz se différencie de la bande 3,5 GHz par une profondeur de pénétration des ondes plus courte (de l'ordre du millimètre), ce qui conduit à une exposition des couches superficielles de la peau ou de l'œil.

Aucune donnée d'exposition dans la bande de fréquences spécifique autour de 26 GHz n'est aujourd'hui disponible. En effet, le déploiement d'applications 5G dans cette bande est encore à l'état de projet.

Ainsi, il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de conclure à l'existence ou non d'effets sanitaires liés à l'exposition aux champs électromagnétiques dans la bande de fréquences autour de 26 GHz.

| Fréquence   | 700 MHz     | 800 MHz     | 900 MHz    | 1 800 MHz    | 2 100 MHz  | 2 600 MHz | 3 500 MHz |
|---|-------------|-------------|------------|--------------|------------|-----------|-----------|
| <b>Restrictions de base pour le public (valeurs limites d'exposition pour les travailleurs)</b> |             |             |            |              |            |           |           |
| DAS corps entier (W/kg)   | 0,08 (0,4)  |             |            |              |            |           |           |
| DAS tête et tronc (W/kg)  | 2 (10)      |             |            |              |            |           |           |
| DAS membres (W/kg)  | 4 (20)      |             |            |              |            |           |           |
| <b>Niveaux de référence pour le public (valeurs déclenchant l'action pour les travailleurs)</b> |             |             |            |              |            |           |           |
| Champ E (V/m)   | 36,4 (79,4) | 38,9 (84,8) | 41,3 (90)  | 58,4 (127,3) | 61 (140)   |           |           |
| Champ H (µT)  | 0,12 (0,26) | 0,13 (0,28) | 0,14 (0,3) | 0,2 (0,42)   | 0,2 (0,45) |           |           |
| Densité de puissance (W/m <sup>2</sup> )  | 3,5         | 4           | 4,5        | 9            | 10         |           |           |

■ Tableau 2. Valeurs de référence pour le public et les travailleurs

• **des restrictions de base pour le public et des valeurs limites d'exposition (VLE) pour les travailleurs :** elles correspondent à des grandeurs internes à l'organisme et s'expriment en débit d'absorption spécifique dans les tissus (DAS) ; le DAS s'exprime en watt par kilogramme (W/kg) ;

• **des niveaux de référence pour le public et des valeurs déclenchant l'action (VA) pour les travailleurs :** elles correspondent à des grandeurs externes à l'organisme et s'expriment en champ magnétique (tesla), en champ électrique (V/m) et en densité de puissance (W/m<sup>2</sup>) ; les intensités de champs mesurés ou calculés dans l'environnement sont directement comparables à ces valeurs ; leur non-dépassement permet de garantir le respect des restrictions de base et des VLE.

L'ensemble de ces valeurs, pour le public (et les travailleurs), est récapitulé dans le tableau 2.

## Les moyens de prévention

### Pour limiter l'exposition due au champ électromagnétique

#### Équipement radioélectrique mobile

La réglementation française<sup>5</sup> impose le respect des valeurs limites d'exposition du public pour la mise en service d'équipements radioélectriques.

Ces valeurs limites d'exposition s'expriment en débit d'absorption spécifique (DAS). Le DAS maximal autorisé est de 2 W/kg pour la tête et le tronc et de 4 W/kg pour les membres. Ces exigences concernent les équipements radioélectriques répondant à deux critères :

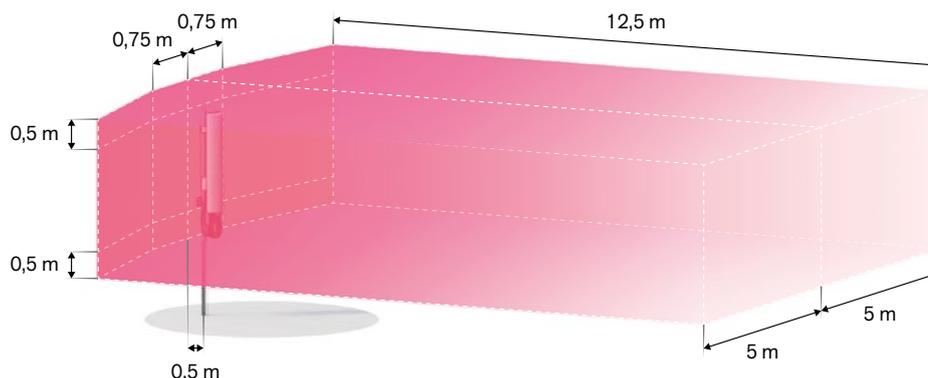
- une puissance supérieure à 20 mW ;
- une utilisation raisonnablement prévisible à une distance inférieure ou égale à 20 cm de la tête ou d'une autre partie du corps.

Bien que le respect des valeurs limites d'exposition permette de garantir l'absence

d'apparition d'effets avérés sur la santé, il est recommandé de réduire autant que possible son exposition en mettant en œuvre les préconisations suivantes :

- privilégier l'utilisation d'un équipement radioélectrique ayant un DAS le plus faible possible ;
- utiliser un équipement radioélectrique mobile dans les zones bénéficiant d'une bonne réception, et éviter l'intérieur d'un véhicule (effet cage de Faraday) ;
- éviter d'utiliser un équipement radioélectrique mobile dans les transports car la mise en relation avec différentes stations de base peut élever sa puissance au niveau maximum pour les rechercher ;
- limiter les durées de communications vocales et privilégier les messages par texte, pour réduire l'exposition de la tête. À défaut, utiliser un kit mains libres ou le haut-parleur ;
- pour les porteurs de dispositifs médicaux actifs implantés, laisser l'équipement à une distance d'au moins 15 cm de celui-ci.

5. Arrêté du 8 octobre 2003 fixant des spécifications techniques applicables aux équipements radioélectriques.



■ Figure 2. Exemple de périmètre de sécurité pour une antenne panneau quadri-bande 900/1800/2100/2600 de macro-cellule sur terrasse

**Remarque :** Les dispositifs antiondes pour les téléphones mobiles tels que les patches sont des gadgets inutiles.

### Antennes-relais de téléphonie mobile

Un périmètre de sécurité est défini comme un volume au sein duquel les valeurs limites d'exposition pour le public sont dépassées ou susceptibles d'être dépassées (voir figure 2 page précédente). La délimitation de ce périmètre de sécurité incombe à l'opérateur. Ses dimensions dépendent essentiellement du type d'antenne (longue portée, courte portée...), de la zone dans laquelle elle est implantée (rurale ou urbaine), ainsi que du nombre de bandes qu'elle supporte (bi-bande, tri-bande, quadri-bande...).

Dans le cas d'une antenne longue portée de type macro, le périmètre de sécurité s'étend dans la plupart des cas de 5,5 à 17,5 m en face de l'antenne et de 3 à 6,5 m sur ses côtés, en fonction de ses caractéristiques (puissance, technologies supportées). Pour les petites antennes de moyenne portée de type micro, les distances de sécurité sont de l'ordre de quelques dizaines de centimètres autour des antennes. Enfin, certaines antennes ne nécessitent pas de périmètres de sécurité du fait de leur faible puissance, comme les petites cellules de type pico ou femto ou encore les antennes des réseaux locaux de type wifi par exemple (voir brochure INRS ED 4207, Les réseaux sans fil de proximité).

Pour toute antenne installée à une hauteur inférieure à 2,50 m d'une zone accessible, le périmètre de sécurité doit être matérialisé au sol à l'aide d'éléments de signalisation tels que pictogrammes, chaînettes en plastique et écriteaux d'avertissement (voir figures 3, 4 et 5).

Des dimensions de périmètres de sécurité pour les configurations les plus courantes sont données dans le guide technique ANFR/DR 17.

Toutes les interventions sur les immeubles supportant une antenne-relais et pour lesquelles il est nécessaire de pénétrer à l'intérieur de la zone de sécurité (exemple d'une nacelle élévatrice devant une antenne) doivent



Figure 3. Matérialisation du périmètre de sécurité

impérativement être réalisées après arrêt, par l'opérateur de téléphonie, du fonctionnement de l'antenne concernée. C'est le propriétaire ou le gestionnaire de l'immeuble, coordonnant les travaux, qui doit prendre contact avec le ou les opérateurs de téléphonie, en concertation avec les entreprises intervenantes.

Les travailleurs à risques particuliers (porteurs de dispositifs médicaux implantés, femmes enceintes) ne doivent absolument pas pénétrer dans le périmètre de sécurité.

### Antennes de type faisceaux hertziens

Les faisceaux hertziens sont constitués d'antennes très directives. En l'absence de données concernant les caractéristiques d'émission, il est fortement déconseillé de stationner devant ces antennes quelle que soit la distance (voir figure 6). De plus, tout obstacle placé devant l'antenne peut interrompre la transmission des communications.



Figure 6. Interdiction de stationner devant une antenne de faisceaux hertziens



Figure 4. Champs électromagnétiques



Figure 5. Accès interdit aux porteurs de dispositifs médicaux implantés actifs

## Identifier les sites radioélectriques

Un site radioélectrique est un site hébergeant un ou plusieurs équipements fixes permettant d'assurer un service de radiocommunication dans une zone donnée de couverture.

L'ensemble des sites radioélectriques de France est répertorié par l'Agence nationale des fréquences (ANFR) sur le site [www.cartoradio.fr](http://www.cartoradio.fr). Cartoradio permet notamment d'identifier sur une carte virtuelle l'emplacement de ces sites et leur configuration. Ces infor-

mations peuvent servir à estimer les dimensions des périmètres de sécurité avant d'intervenir. Lorsque des mesurages ont été réalisés, les résultats obtenus à des emplacements donnés sont également accessibles.

## Pour limiter les autres risques

Le risque prépondérant lié au téléphone mobile reste la distraction qu'il génère lors de son utilisation. Ce risque est particulièrement important lors de la conduite d'un véhicule. En effet, télé-

phoner en conduisant détourne l'attention de l'utilisateur et multiplie par trois le risque d'accident. D'autre part, les conversations téléphoniques au volant sont responsables d'un accident corporel sur dix et lire un message en conduisant multiplie par au moins 23 le risque d'accident<sup>6</sup>.

Il ne faut pas utiliser de téléphone mobile « standard » dans une zone à risque d'explosion (dite « zone Atex »).

6. Source : [securite-routiere.gouv.fr](http://securite-routiere.gouv.fr).

## Pour en savoir plus

### Documents INRS disponibles sur [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

- Fiches de la collection « Champs électromagnétiques », ED 4200 et suivantes.
- Outil Oseray (outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques).

### Autres documents

- Articles R. 4453-1 à R. 4453-34 du Code du travail : « Prévention des risques d'exposition aux champs électromagnétiques ».
- *Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques »* (volume 1 : Guide pratique ; volume 2 : Étude de cas ; volume 3 : Guide à l'intention des PME). Disponibles sur [www.ec.europa.eu/social](http://www.ec.europa.eu/social).
- Rapport d'expertise collective de l'Anses, *Radiofréquences et santé*.
- Rapport d'expertise collective de l'Anses, *Téléphones mobiles portés près du corps et santé*.
- Rapport d'expertise collective de l'Anses, *Exposition de la population aux champs électromagnétiques liée au déploiement de la technologie de communication « 5G » et effets sanitaires associés*.

Fiche INRS élaborée par Romain Mouillseaux et le groupe RNI Carsat/Cramif/INRS



Institut national de recherche et de sécurité  
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles  
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • 01 40 44 30 00 • [info@inrs.fr](mailto:info@inrs.fr)

## Édition INRS ED 4200

3<sup>e</sup> édition | avril 2023 | ISBN 978-2-7389-2826-9 | uniquement pour le web  
Mise en page : Valérie Causse | Schémas : Jean-André Deledda

L'INRS est financé par la Sécurité sociale  
Assurance maladie - Risques professionnels