

## Les réseaux sans fil de proximité

### GÉNÉRALITÉS

Un réseau sans fil est un réseau dans lequel au moins deux terminaux (ordinateurs portables, tablettes numériques, téléphones, etc.) peuvent communiquer sans liaison filaire. Grâce aux réseaux sans fil, un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu. Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes électromagnétiques en lieu et place des câbles habituels. Ils ont des capacités de débits, bandes de fréquences et portées de diffusion différentes selon leurs standards.

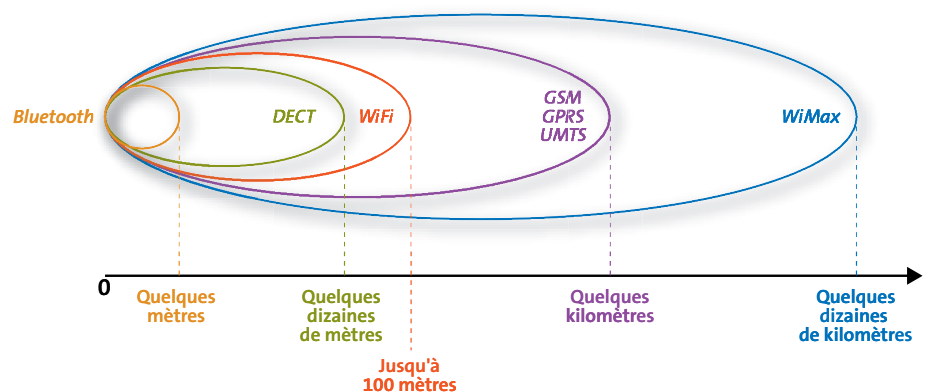


Figure 1. Dénomination et portée des différentes catégories de réseau sans fil.

On définit par « réseau sans fil de proximité » les réseaux de type bluetooth, DECT et wifi, principaux objectifs de cette fiche.

**Bluetooth** est une technologie de réseau personnel sans fil (noté WPAN pour *Wireless Personal Area Network*) de faible portée. L'objectif du bluetooth est de permettre de transmettre des données numérisées entre des équipements possédant un circuit radio de faible coût. Les interfaces bluetooth peuvent selon leur puissance être classées en trois classes différentes :

- classe 1 : portée jusqu'à 100 mètres ;
- classe 2 : portée entre 20 et 30 mètres ;
- classe 3 : portée jusqu'à 10 mètres.

Les téléphones mobiles et les smartphones sont généralement dotés d'interface bluetooth de classe 2.

**Digital Enhanced Cordless Telephone** abrégé en DECT (téléphone sans fil numérique amélioré) est une norme de téléphonie sans fil numérique destinée aux particuliers comme aux entreprises.

**Wifi** est une technologie qui permet de relier sans fil plusieurs appareils informatiques (ordinateur, routeur, décodeur Internet, etc.) au sein d'un réseau de communication. Elle permet donc à l'utilisateur d'équipements portables (PC, PDA, smartphone, notebook...) de se connecter à Internet, à la condition d'être dans une zone couverte par le Wifi.

**WiMax** (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) est un ensemble de normes techniques basées sur un standard radio qui permet la transmission de données Internet haut débit par voie hertzienne.

Pour mémoire, les réseaux **GSM 900** et **1800**, et **UMTS** permettent des communications entre abonnés des réseaux mobiles (GSM) et/ou abonnés du réseau filaire téléphonique commuté (RTC). La couverture du réseau est assurée par la multiplication des stations de base (*Base Transceiver Station* : BTS). Ce type de réseau est détaillé dans la fiche ED 4200.

## NORMES DE PUISSANCE

Les puissances maximales rayonnées par les équipements sans fil sont fixées par les normes ci-dessous.

Le standard bluetooth, décomposé en plusieurs normes (802.15.1 à 802.15.4), fixe plusieurs puissances en fonction de la portée du signal (*figure 3*).

L'ETSI (*European Telecommunications*

Classe	Puissance	Portée
1	100 mW	100 mètres
2	2,5 mW	10 à 20 mètres
3	1 mW	Quelques mètres

Figure 3. Classification bluetooth en fonction de la puissance et de la portée des dispositifs.

Standard	Fréquence minimale	Fréquence maximale	Débit	Norme	Utilisation
Bluetooth	2,4 GHz	2,48 GHz	1 Mbit/s	802.15	Liaisons périphériques informatiques
DECT	1 880 MHz	1 900 MHz	32 kbit/s	EN 300 175	Téléphonie sans fil d'intérieur
Wifi	2,4 GHz	2,483 GHz	Jusqu'à 54 Mbit/s	IEEE 802.11.1 à 802.11.j	Réalisation de réseaux locaux sans fil à haut débit
	5,150 GHz	5,350 GHz			
	5,470 GHz	5,725 GHz			
WiMax	2 GHz	11 GHz	De 4,5 à 22 Mbit/s	IEEE 802.16.a à 802.16.m	Permet de fournir un accès sans fil haut débit à Internet dans un rayon de plusieurs kilomètres. En Europe, la fréquence principale est de 3,5 GHz.

Figure 2. Caractéristiques principales des différents types de réseaux sans fil.

*Standards Institute*) définit la norme DECT sous la référence EN 300 175. Cette norme fixe la puissance émise « côté combiné » par un système DECT à 0,01 W. Côté station de base, l'émission est permanente (4 ms toutes les 100 ms), à une puissance de 0,01 à 0,12 W, même en dehors de toute communication.

Dans un système de communication radio-fréquence, la **puissance isotrope rayonnée équivalente** (PIRE) est définie dans la direction de l'antenne où la puissance émise est maximale (puissance qu'il faudrait appliquer à une antenne isotrope pour obtenir le même champ dans cette direction). Les valeurs maximales autorisées pour la PIRE dans les bandes de fréquences wifi et WiMax sont fixées par l'autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP). Elles sont variables en fonction du lieu (intérieur, extérieur) et de la fréquence.

## RÉGLEMENTATION SANITAIRE

En matière de protection de la santé au travail, la directive européenne 2004/40/CE fixe les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à la limitation de l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques. Elle définit en fonction de la fréquence des valeurs des grandeurs relatives aux champs électrique et/ou magnétique au-delà desquelles des actions de prévention sont à mettre en œuvre (valeur déclenchant l'action – VDA) (*voir ED 4204*). L'ensemble de ces valeurs est récapitulé dans le tableau de la *figure 5*. En ce qui concerne les personnes à risque particulier (femmes enceintes, porteurs d'implant...) ou souffrant d'intolérance environnementale idiopathique (personnes dites électrosensibles), il est recommandé de respecter les valeurs données dans la recommandation pour le public 1999/99/CE traduite

Fréquences en MHz	Intérieur	Extérieur
2 400 à 2 454	100 mW	100 mW
2 483,5	100 mW	10 mW
5 150 à 5 250	200 mW	
5 250 à 5 350	– 200 mW avec une régulation de puissance de l'émetteur – 100 mW sans régulation de puissance de l'émetteur	
5 470 à 5 725	– 1 W avec une régulation de puissance de l'émetteur – 500 mW sans régulation de puissance de l'émetteur	– 1 W avec une régulation de puissance de l'émetteur – 500 mW sans régulation de puissance de l'émetteur

Figure 4. Valeurs maximales autorisées pour la PIRE pour les systèmes wifi et WiMax en France, métropolitaine.

par le décret 2002-775 du 3 mai 2002 pour les émetteurs radioélectriques et de télécommunication.

## NIVEAUX D'EXPOSITION À PROXIMITÉ DES ANTENNES

La valeur du champ électromagnétique décroît rapidement lorsque la distance à l'antenne augmente, ce qui entraîne, au vu des faibles puissances en jeu, qu'au-delà de quelques mètres, la contribution des équipements devient négligeable en termes d'exposition. Au-delà de quelques centimètres, les formules de champ lointain s'appliquent. La *figure 6* montre, à titre d'exemple, la décroissance rapide du champ électrique, pour une antenne wifi dont la PIRE est égale à 100 mW.

Des mesures effectuées sur du matériel typique ont donné (voir *Guide technique ANFR DR17*) des valeurs de DAS (débit d'absorption spécifique) local ne dépassant pas 0,6 W/kg (antenne directionnelle pour une PIRE de 100 mW, mesure au contact), alors que la valeur limite du DAS est de 2 W/kg pour la tête et le tronc. Ces résultats tendent à montrer qu'aucun périmètre de sécurité n'est *a priori* nécessaire pour respecter la réglementation publique (et *a fortiori* professionnelle) en ce qui concerne les antennes utilisées pour les réseaux sans fil de proximité.

Les valeurs mesurées en situation réelle confirment les valeurs théoriques. La *figure 7* donne des exemples de la valeur du champ électrique mesurée à proximité d'antennes wifi. Les valeurs de champs les plus élevées ont été mesurées très près des antennes d'émission (10 à 20 cm).

## EFFETS SUR L'HOMME

On consultera la fiche INRS ED 4203 pour les généralités sur les effets des champs électromagnétiques sur l'homme.

En ce qui concerne l'exposition à un champ radiofréquence (RF), la puissance absorbée par les tissus biologiques par unité de temps peut entraîner une accumulation d'énergie se traduisant par une augmentation de la température (hyperthermie) du corps entier ou localisée. Dans le cas des technologies bluetooth, wifi et DECT, les faibles puissances mises en œuvre ne peuvent pas perturber les mécanismes de thermorégulation du corps humain.

**Note :** Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les champs RF comme peut-être cancérigènes pour l'homme (catégorie 2B) sur la base d'études épidémiologiques, mais aucun mécanisme biologique connu ne permet d'établir un lien de cause à effet.

Standard	Intensité de champ électrique		Intensité de champ magnétique		Induction magnétique		Densité de puissance équivalente onde plane	
	E (V/m)		H (A/m)		B (μT)		Seq (W/m²)	
	Public	Travailleurs	Public	Travailleurs	Public	Travailleurs	Public	Travailleurs
Bluetooth	61	137	0,16	0,36	0,20	0,45	10	50
DECT	58	127	0,16	0,35	0,20	0,44	9,5	47,5
Wifi	61	137	0,16	0,36	0,20	0,45	10	50
WiMax	61	137	0,16	0,36	0,20	0,45	10	50

Figure 5. Valeurs déclenchant l'action pour les travailleurs et niveaux de référence pour le public pour chaque catégorie de réseaux sans fil.

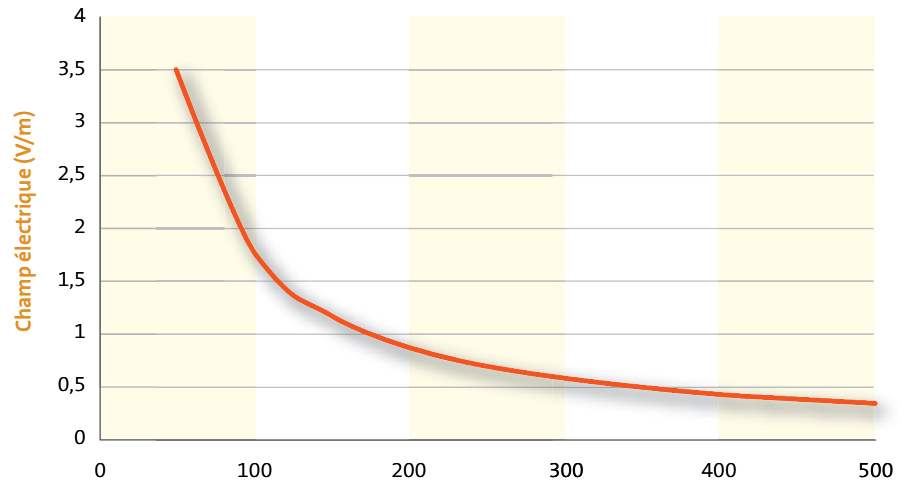


Figure 6. Wifi : décroissance théorique du champ électrique avec la distance pour une PIRE de 100 mW.

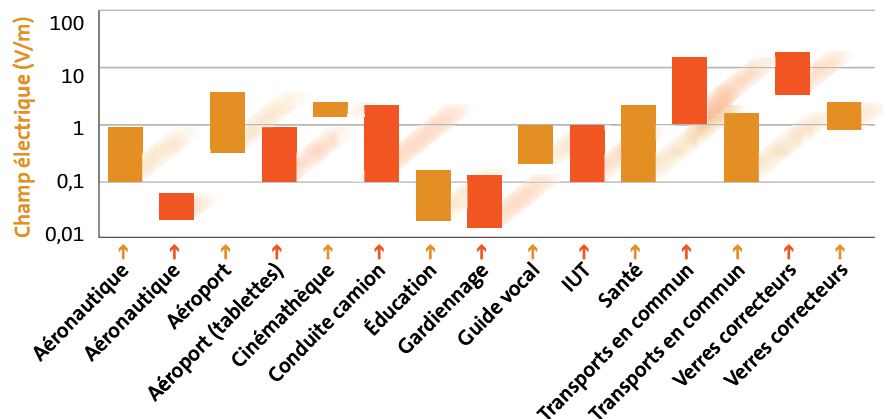


Figure 7. Exemples de valeurs maximales du champ électrique mesurées par les centres de mesures physiques ou l'INRS dans des environnements wifi.

## CONDUITE À TENIR

De façon générale, il apparaît nécessaire en présence d'un réseau sans fil de :

- collecter les données quant à ses caractéristiques (niveau de DAS) et vérifier le marquage CE ;
- préférer les équipements affichant les plus faibles DAS ;
- installer les bornes (wifi) et bases (DECT) de façon à éviter les expositions rapprochées et les contacts (par exemple dans un bureau, il est préférable d'installer la borne wifi à plus de 2,10 m en hauteur.

## POUR EN SAVOIR PLUS

■ *Lignes directrices relatives aux limites d'exposition aux champs magnétiques statiques*, INRS, PR 10 (traduction de « Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields » publié par l'ICNIRP). *Uniquement disponible en version pdf sur le site [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr).*

■ *Lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps (fréquences de 1 Hz à 100 kHz)*, INRS, PR 47 (traduction de « Guidelines for limiting exposure to time varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz) » publié par l'ICNIRP). *Uniquement disponible en version pdf sur le site [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr).*

■ *Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques. Champs alternatifs (de fréquence variable dans le temps, jusqu'à 300 GHz)*, INRS, ND 2143 (traduction d'un article paru dans la revue *Health Physics* 1998, 74, 4,

p. 494-522). *Uniquement disponible en version pdf sur le site [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr).*

■ *Fiches « Champs électromagnétiques » de l'INRS ED 4200 et suivantes, et particulièrement :*  
– *Généralités sur les rayonnements non ionisants jusqu'à 300 GHz*, ED 4201.  
– *Les effets des rayonnements non ionisants sur l'homme*, ED 4203.

■ *Directive 2004/40/CE du 29 avril 2004 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques physiques (champs électromagnétiques).*

■ *Recommandation 1999/519/CE : Recommandation du Conseil, du 12 juillet 1999, relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz)*, *Journal officiel* n° L 199 du 30/07/1999, p. 59-70.

■ *Site [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr).*

### Auteurs :

Groupe RNI Carsat/Cram/INRS

Ch. Bissériex, Carsat Auvergne

P. Laurent, Carsat Centre-Ouest

Ph. Cabaret, Carsat Languedoc-Roussillon

Ch. Bonnet, Carsat Centre

E. Marteau, Cram Île-de-France

G. Le Berre, Carsat Bretagne

S. Tirlémont, Carsat Nord-Picardie

M. Castro, Carsat Midi-Pyrénées

Y. Ganem et P. Moureaux, INRS Paris

A. Becker, Ph. Demaret, P. Donati, INRS Lorraine

### Contacts :

Ph. Demaret : INRS 03 83 50 85 32

Services Prévention des Carsat et Cram