



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

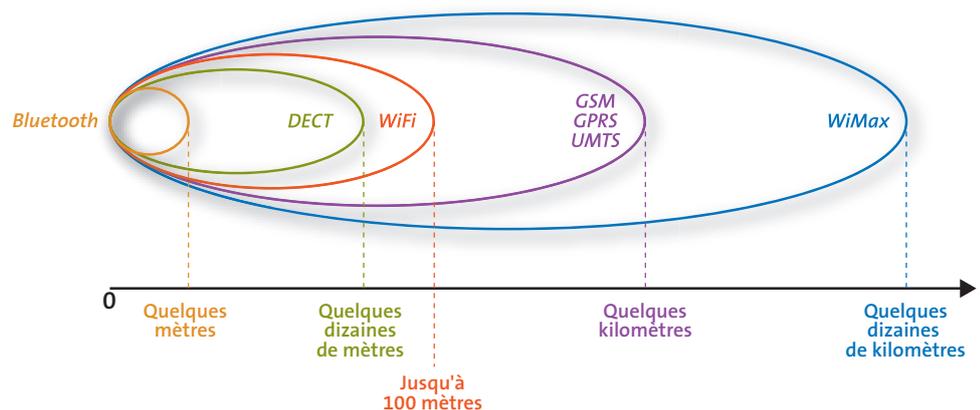


Figure 1. Dénomination et portée des différentes catégories de réseau sans fil.

de fréquences et portées de diffusion différentes selon leurs standards.

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

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	Réalisation de réseaux locaux sans fil à haut débit
	5,150 GHz	5,350 GHz		802.11.1 à	
	5,470 GHz	5,725 GHz		802.11.j	
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.

plusieurs puissances en fonction de la portée du signal (figure 3).

L'ETSI (**European Telecommunications 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 radiofréquence, 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 et de la sécurité au travail, le code du travail (articles R. 4453-1 à R. 4453-34) définit depuis le 1^{er} janvier 2017 les mesures de prévention à mettre en œuvre pour protéger les travailleurs exposés aux champs électromagnétiques, notamment contre leurs effets biophysiques directs et leurs effets indirects connus.

Des valeurs limites d'exposition sont définies. Certaines sont des valeurs limites d'exposition à ne pas dépasser (VLE) qui sont relatives, soit à des effets sensoriels, soit à des effets sur la santé, et varient en fonction de la fréquence des champs électromagnétiques. Les autres valeurs sont des valeurs déclenchant l'action (VA), liées aux effets biophysiques directs des champs électromagnétiques ou à certains effets indirects (voir ED 4204).

Fréquences en MHz	Intérieur	Extérieur
2 400 à 2 454	100 mW	100 mW
2 483,5	100 mW	100 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 des systèmes wifi et WiMax en France métropolitaine.

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 de dispositifs médicaux implantés ou non...), il est recommandé de respecter les valeurs données dans la recommandation pour le public 1999/99/CE traduite 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 de DAS (débit d'absorption spécifique) effectuées au contact d'un matériel dont la PIRE est de 100 mW ont donné (voir *Guide technique ANFR DR17*) des résultats inférieurs à 0,6 W/kg (à comparer à un DAS limite 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 effets des champs électromagnétiques sur l'homme.

Dans le cas des technologies blue-tooth, wifi et DECT, les faibles puissances mises en œuvre sont insuffisantes pour entraîner une augmentation significative de la température des tissus du corps humain.

À noter que certains dispositifs médicaux actifs (dispositifs portés) peuvent être perturbés par les champs électromagnétiques. À une distance supérieure à 0,5 m entre l'émetteur et le dispositif médical actif, aucun risque de perturbation n'est à craindre.

Nota : En 2011, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les champs

Standard	Intensité de champ électrique		Induction magnétique	
	E (V/m)		B (μT)	
	Public	Travailleurs	Public	Travailleurs
Bluetooth	61	140	0,20	0,45
DECT	58	130	0,20	0,44
Wifi	61	140	0,20	0,45
WiMax	61	140	0,20	0,45

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

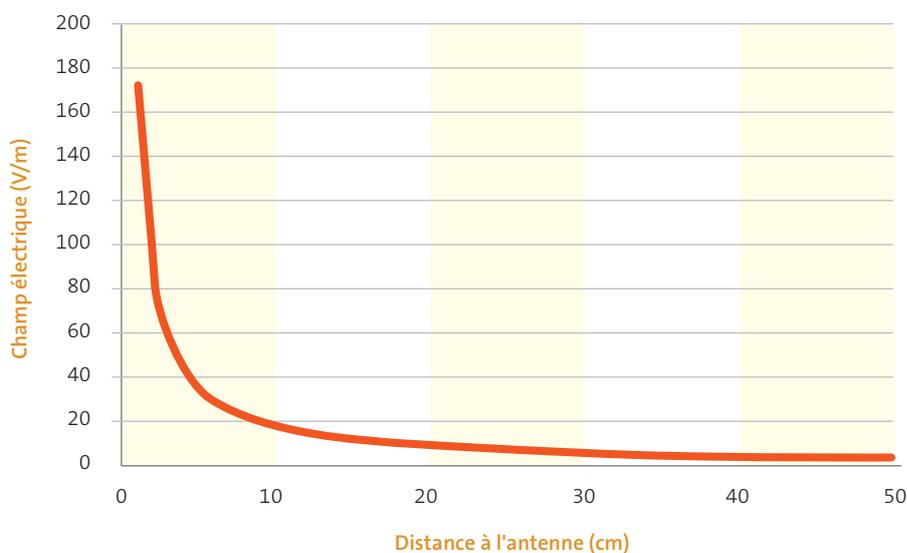


Figure 6. Wifi : décroissance théorique du champ électrique avec la distance pour une PIRE de 100 mW.

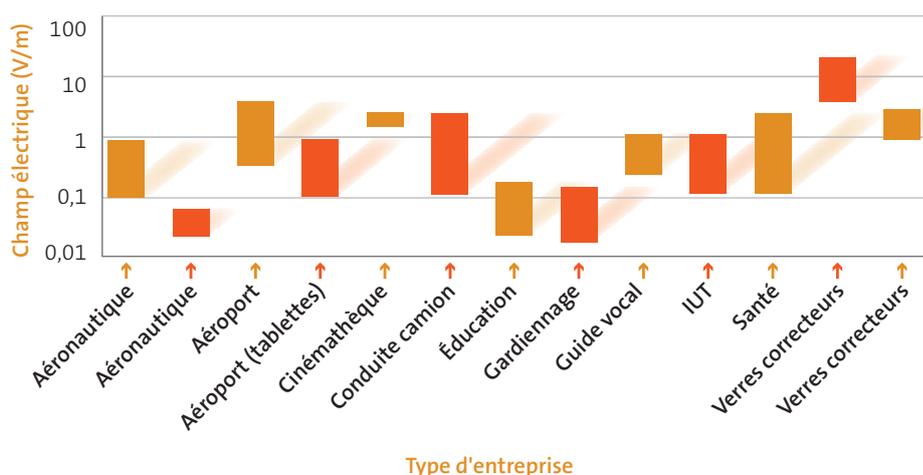


Figure 7. Exemples de valeurs maximales du champ électrique mesurées par les centres de mesures physiques ou l'INRS dans des environnements wifi.

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.

CONDUITE À TENIR

De façon générale, il apparaît nécessaire d'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 le plus haut possible (à une hauteur minimale de 2 m) et de préférence dans les lieux de passage plutôt qu'à proximité des postes de travail.

POUR EN SAVOIR PLUS

■ 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.

■ Articles R. 4453-1 et suivants du code du travail.

■ Guides non contraignants 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

www.ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=14741&langId=fr

■ 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.