

Environnement électromagnétique résidentiel

Domaine des Radiofréquences



14 Jan. 2008

Alain Azoulay / Thierry Letertre (Supélec) – Eric Fournier (ANFR)

Journée CNFRS/URSI - CEM 08 - 20 mai 2008 - Paris

Plan de l'exposé

- 1. Introduction**
- 2. Environnement résidentiel**
- 3. Compatibilité électromagnétique**
- 4. Conclusion**
- 5. Bibliographie**
- 6. Glossaire**

1. INTRODUCTION

Depuis 20 ans, la technologie électronique a évolué avec plusieurs objectifs:

Numérisation des données

Economies d'énergie

Miniaturisation

Dans le domaine des radiofréquences

Mobilité

Efficacité spectrale

Besoin de « faire disparaître les fils »

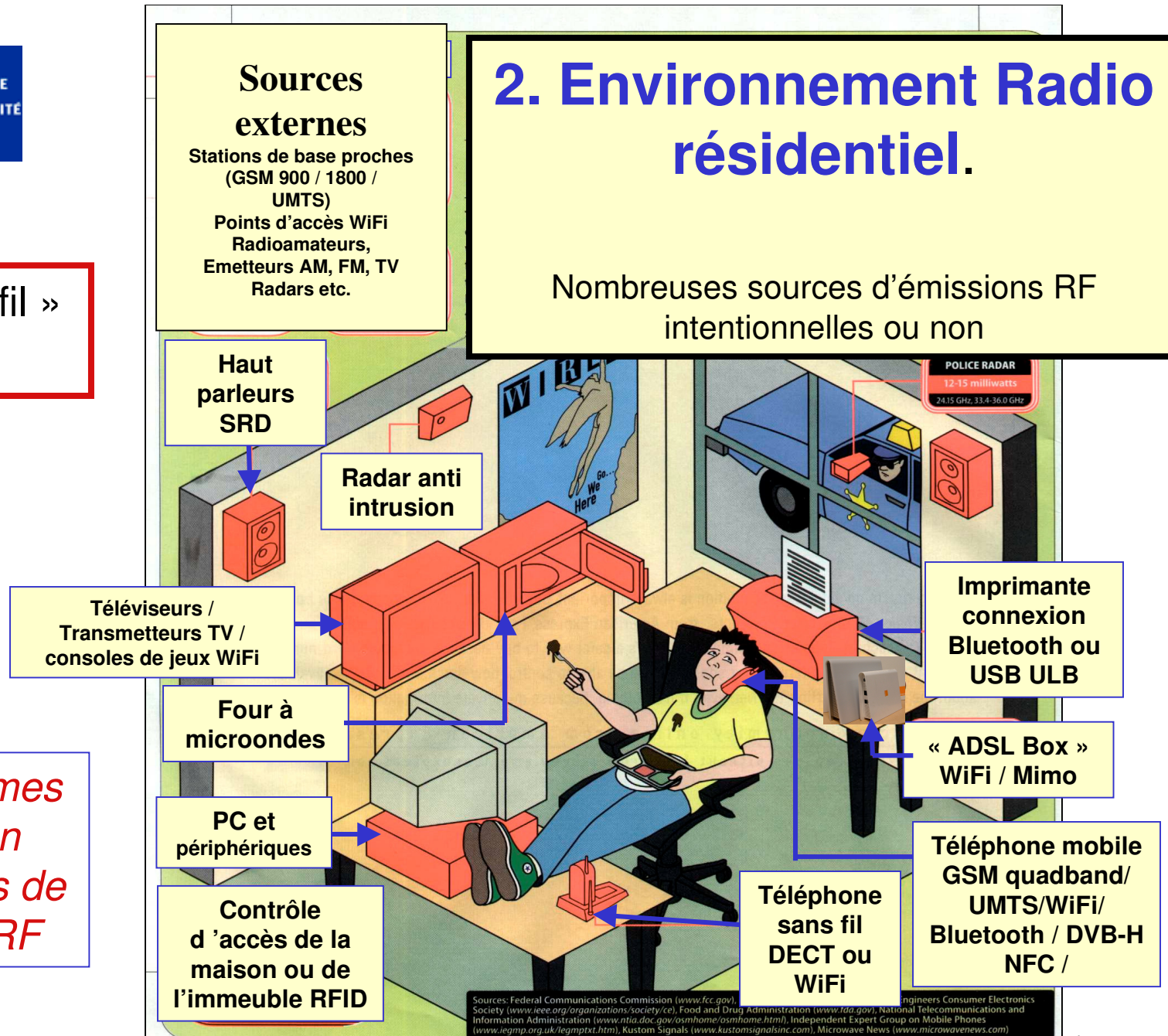
Toujours plus de fonctionnalités, de services
et de *débits croissants*

Le « Sans fil » est partout

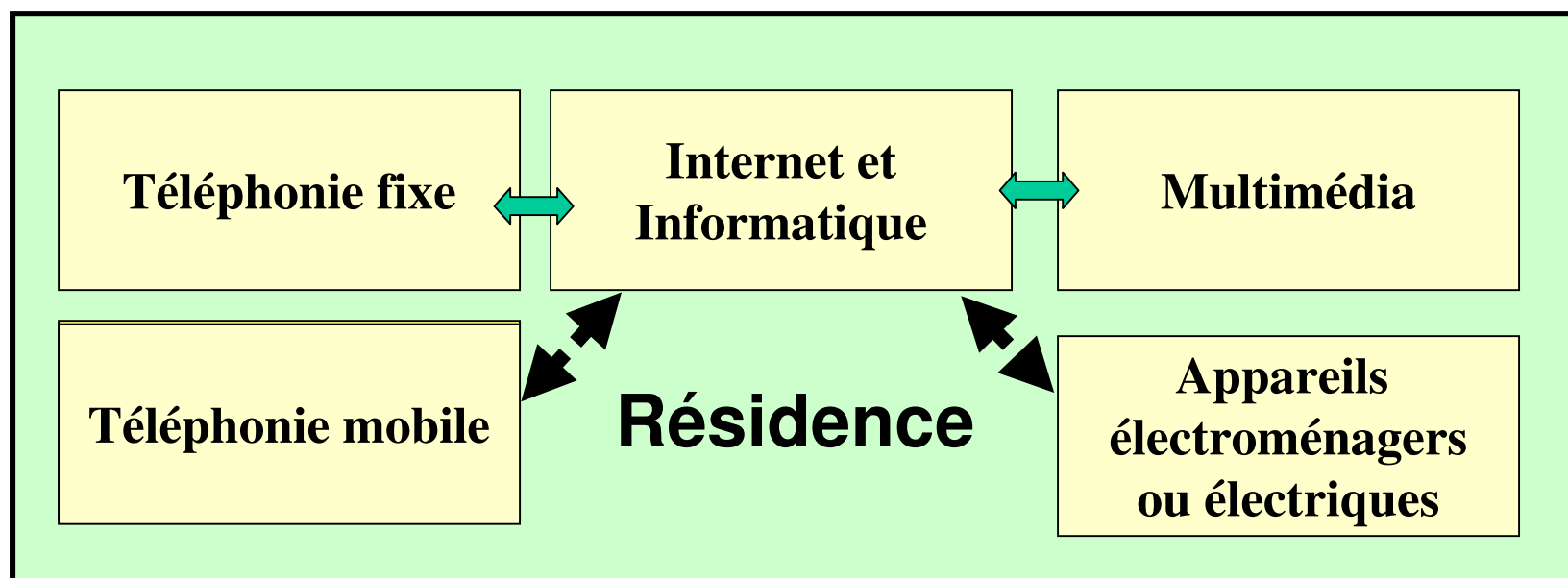
Nous sommes déjà bien environnés de signaux RF

2. Environnement Radio résidentiel.

Nombreuses sources d'émissions RF intentionnelles ou non



Environnement RF résidentiel interne



Multimédia



Téléviseur

Internet / Informatique



WiFi

PLC / CPL

Téléphonie fixe Téléphonie IP

DECT
Wi-Fi (Fring)
autres ?

Téléphonie mobile

GSM / GPRS

EDGE

3G/HSPA

Bluetooth

WiFi

TMP (DVB-H?)

GPS / A-GPS

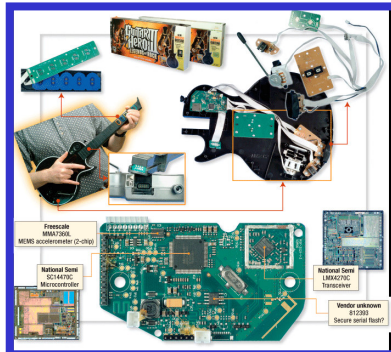
NFC (?)

Appareils électroménagers et annexes

- Fours micro-ondes (ISM)
- Plaques à induction
- Lampes basse consommation
- Ballasts tubes fluo
- Variateurs lampes halogènes
- Alimentations à découpage (PC portables, chargeurs de batteries en tous genres etc.)
- Appareils électroménagers divers

- Systèmes de contrôle d'accès (RFID)
- Télécommandes RF (ex:portes de garage etc.) (SRD)

Jeux Video (sans fil)



Transmetteur A/V



Gamme de fréquences:
Image et son : 2,4 GHz

WiFi

Téléphonie mobile

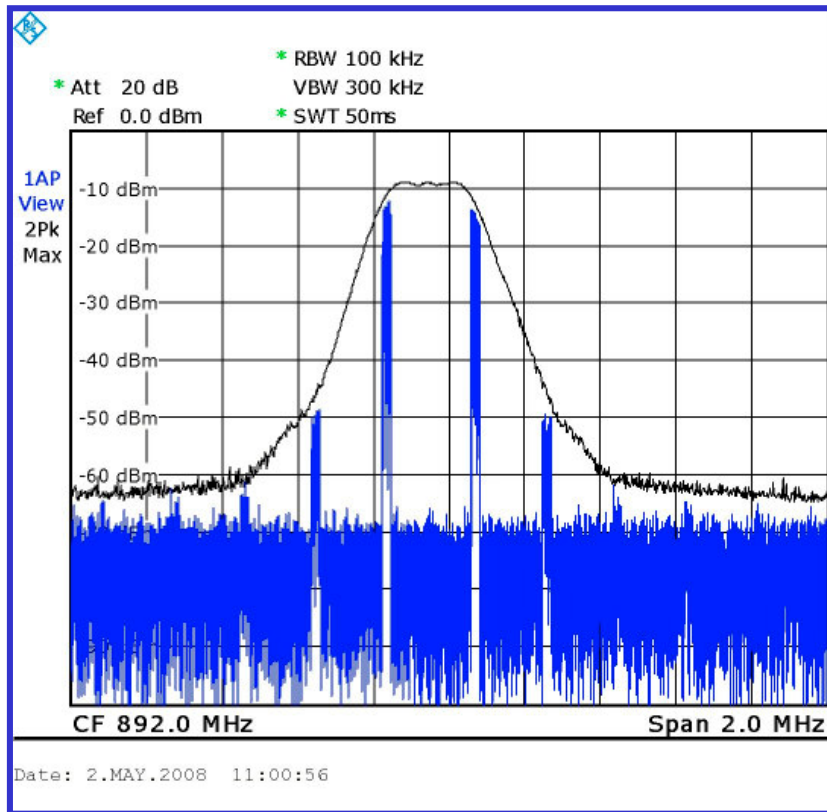
Bandes de fréquences GSM / UMTS

Systeme	Liaison montante	Liaison descendante
GSM 900	880 à 915 MHz	925 à 960 MHz
GSM 1800	1710 à 1785 MHz	1805 à 1880 MHz
GSM R (UIC)	876 à 880 MHz	921 à 925 MHz
UMTS FDD	1920 à 1980 MHz	2110 à 2170 MHz
GSM 850 (*)	824 à 849 MHz	869 à 894 MHz
GSM 1900 (*)	1850 à 1910 MHz	1930 à 1990 MHz
<i>UMTS TDD</i>	<i>1900 - 1920 / 2010 - 2025 MHz</i>	

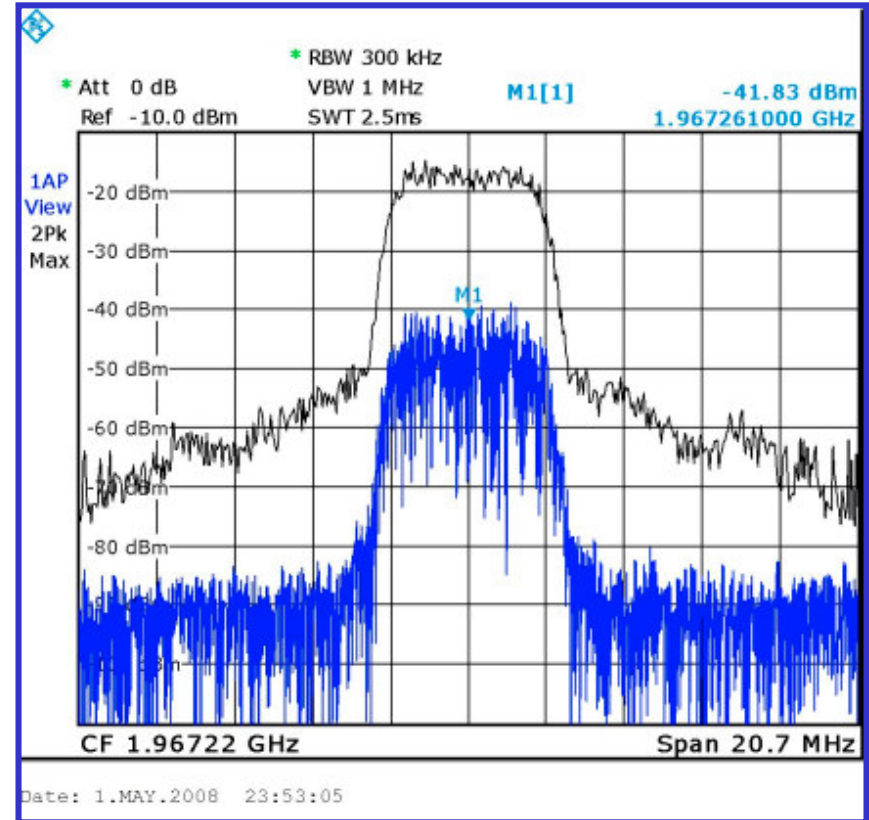
(*) GSM en Amérique

GSM-R (UIC) : utilisé par SNCF

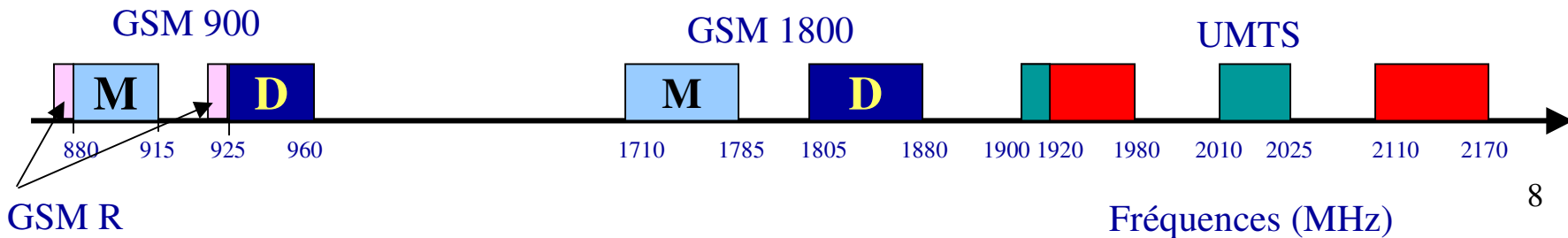
Spectres GSM et UMTS



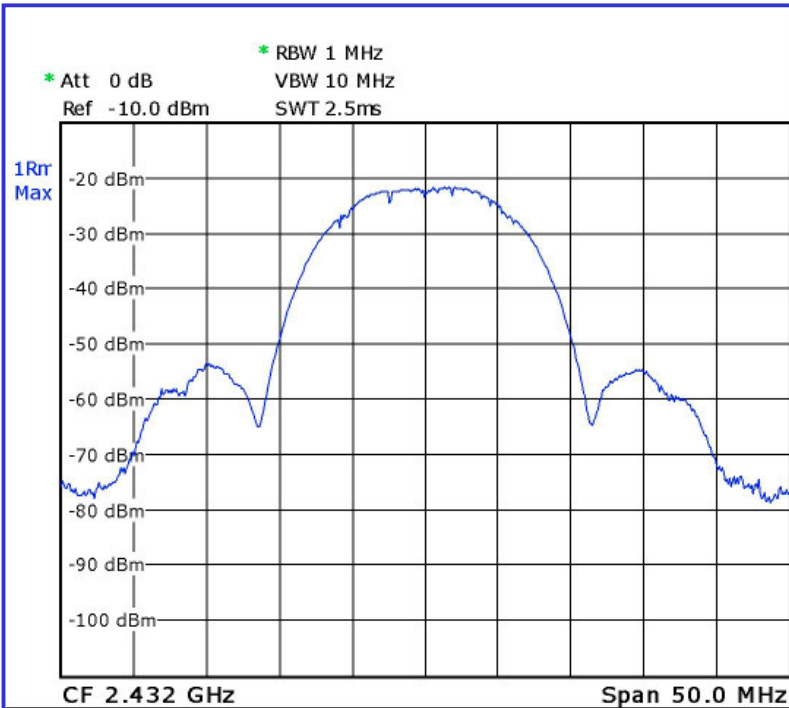
Spectre d'émission d'un téléphone mobile GSM



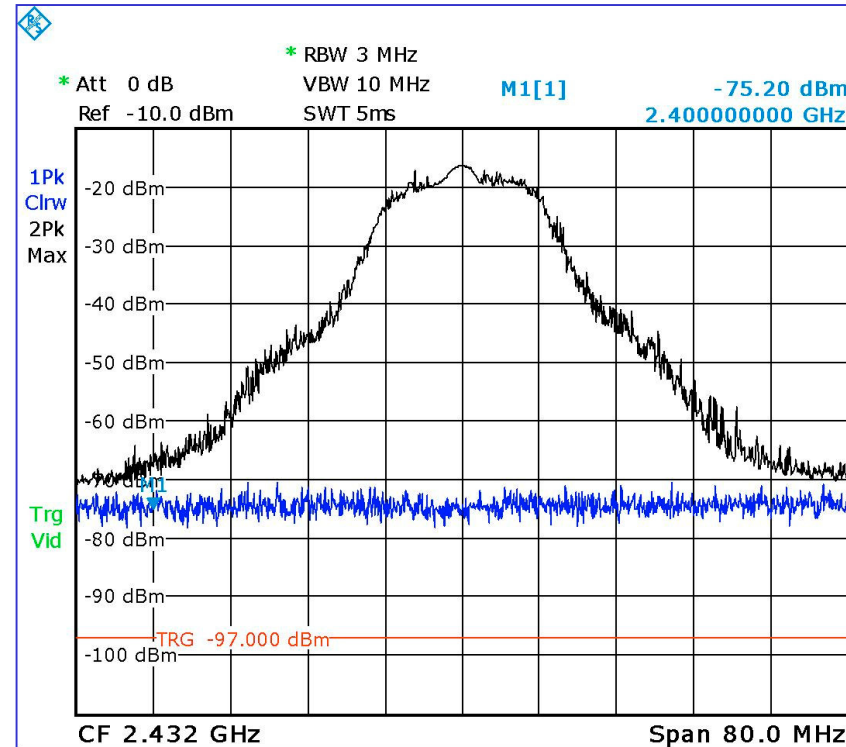
Spectre d'émission d'un téléphone mobile UMTS



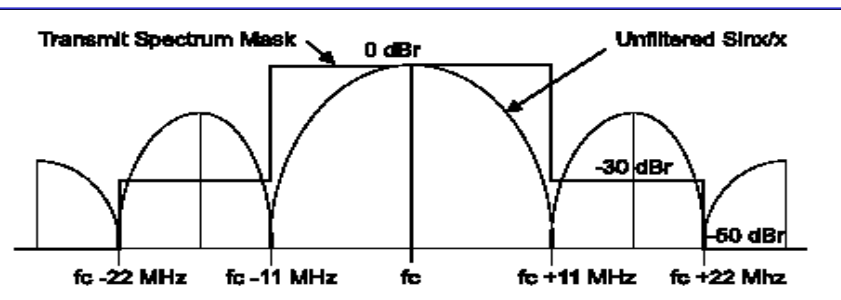
WiFi (IEEE 802.11b / g / a / n)



Enveloppe du spectre d'émission d'un point d'accès WiFi Canal 5 / Mode B



Enveloppe du spectre d'émission d'un point d'accès WiFi Canal 5 / Mode G



Numéro du canal	Fréquence Américaine (FCC) (GHz)	Fréquence Européenne (CEPT) (GHz)	Fréquence JAPON (GHz)
1	2,412	2,412	2,412
2	2,417	2,417	2,417
3	2,422	2,422	2,422
4	2,427	2,427	2,427
5	2,432	2,432	2,432
6	2,437	2,437	2,437
7	2,442	2,442	2,442
8	2,447	2,447	2,447
9	2,452	2,452	2,452
10	2,457	2,457	2,457
11	2,462	2,462	2,462
12	Interdit	2,467	2,467
13	Interdit	2,472	2,472
14	Interdit	Interdit	2,484

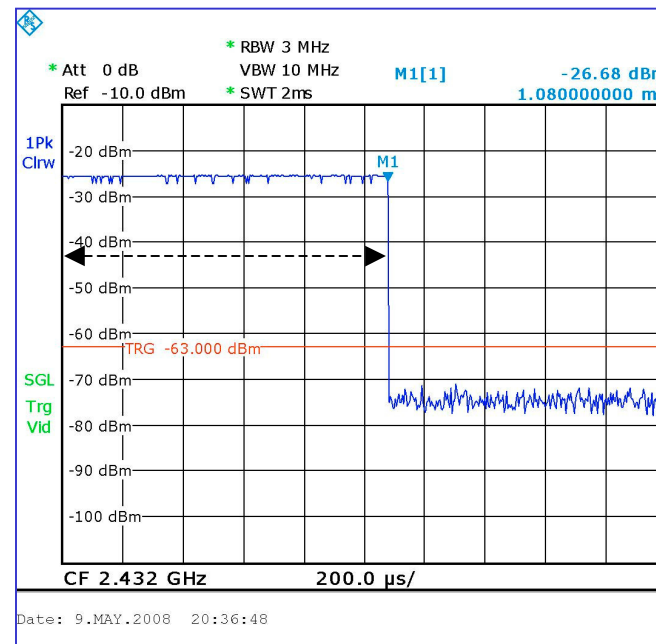
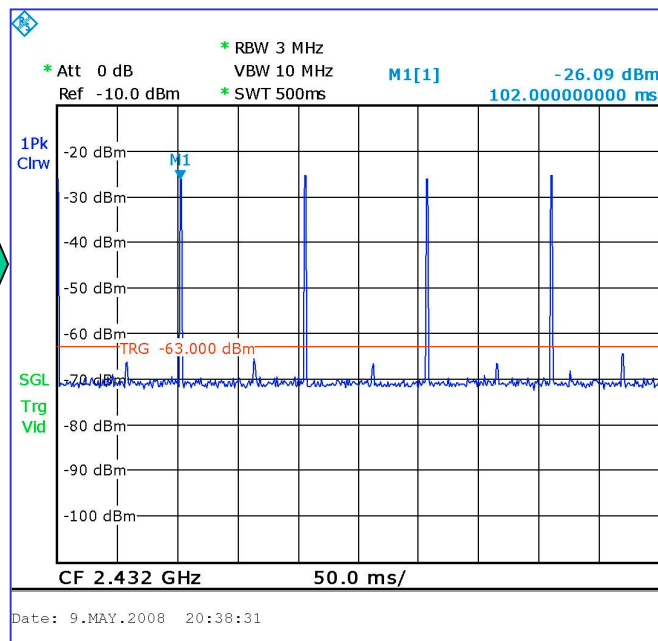
Canalisation de la bande WiFi à 2,45 GHz

Canalisation de la bande WiFi5 à 5 GHz

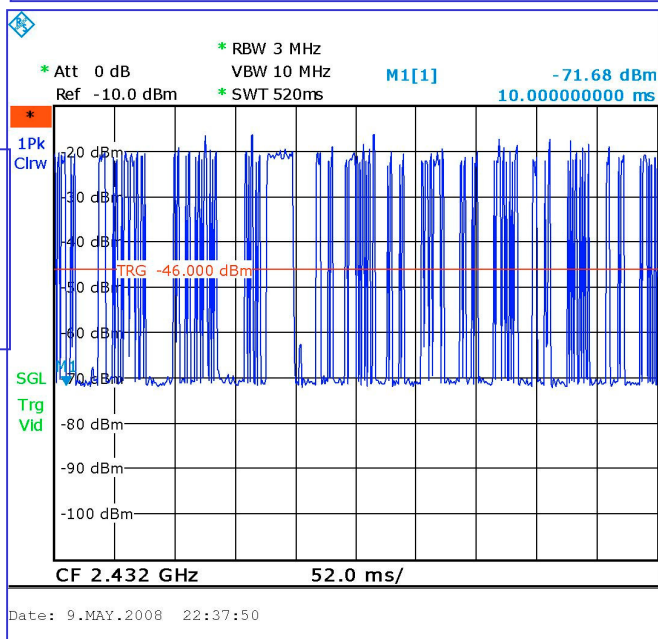
channel	frequency (MHz)	United States	Europe	Japan		Singapore	Taiwan
		20 MHz	20 MHz	20 MHz	10 MHz	20 MHz	20 MHz
7	5035	No	No	No	Yes	No	No
8	5040	No	No	Yes	Yes	No	No
9	5045	No	No	No	Yes	No	No
11	5055	No	No	No	Yes	No	No
12	5060	No	No	Yes	No	No	No
16	5080	No	No	Yes	No	No	No
34	5170	No	No	Yes	No	No	No
36	5180	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
38	5190	No	No	Yes	No	No	No
40	5200	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
42	5210	No	No	Yes	No	No	No
44	5220	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
46	5230	No	No	Yes	No	No	No
48	5240	Yes	Yes	No	No	No	No
52	5260	Yes	Yes	No	No	No	No
56	5280	Yes	Yes	No	No	No	No
60	5300	Yes	Yes	No	No	No	No
64	5320	Yes	Yes	No	No	No	No
100	5600	No	Yes	No	No	No	No
104	5620	No	Yes	No	No	No	No
108	5640	No	Yes	No	No	No	No
112	5660	No	Yes	No	No	No	No
116	5680	No	Yes	No	No	No	No
120	5600	No	Yes	No	No	No	No
124	5620	No	Yes	Yes	No	No	No
128	5640	No	Yes	Yes	No	No	No
132	5660	No	Yes	Yes	No	No	No
136	5680	No	Yes	No	No	No	No
140	5700	No	Yes	Yes	No	No	No

WiFi dans le domaine temporel

Emission de balises
par le point d'accès
(pas de trafic)



Transfert de données
par le point d'accès
(vers un PC portable
distant)

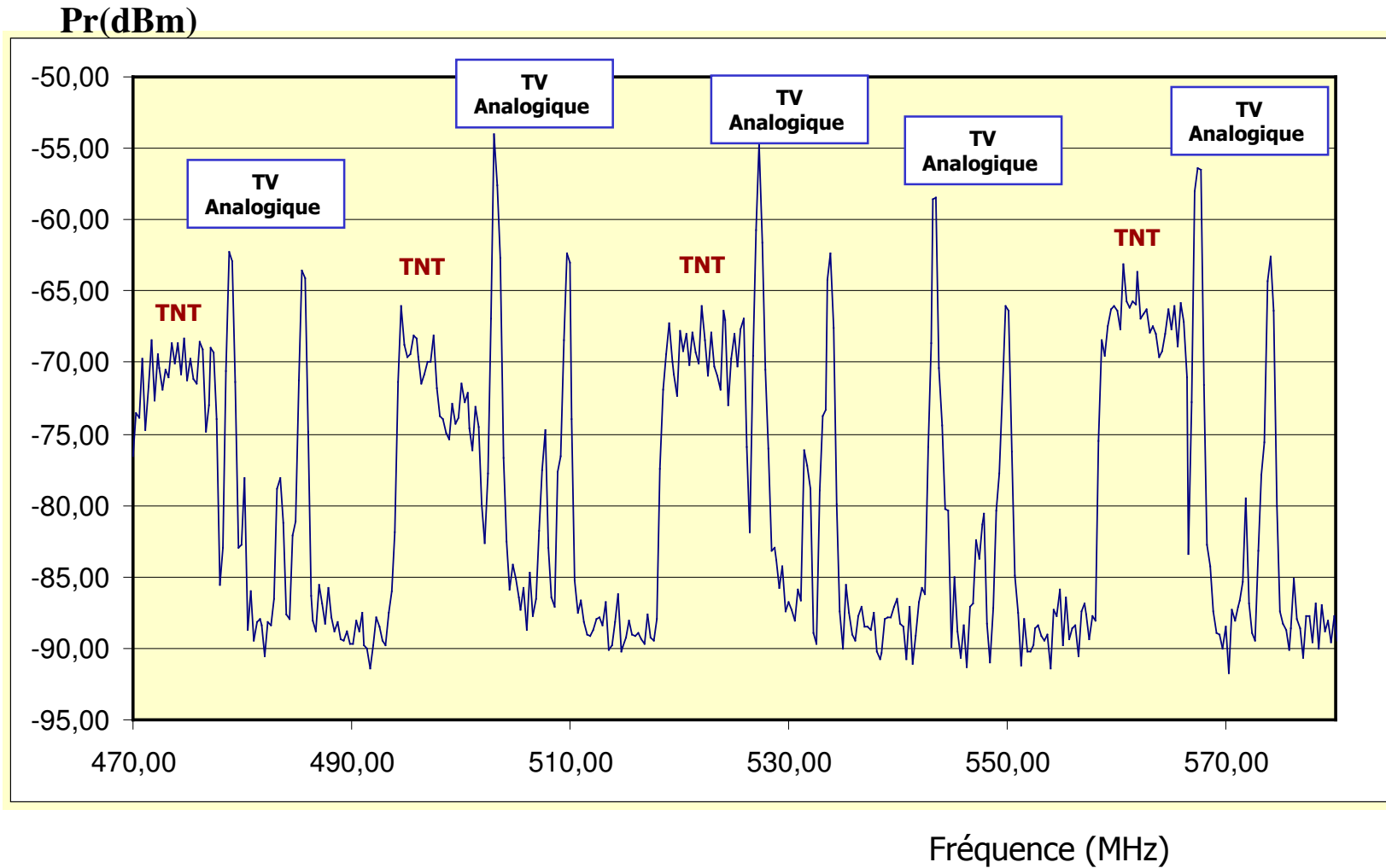


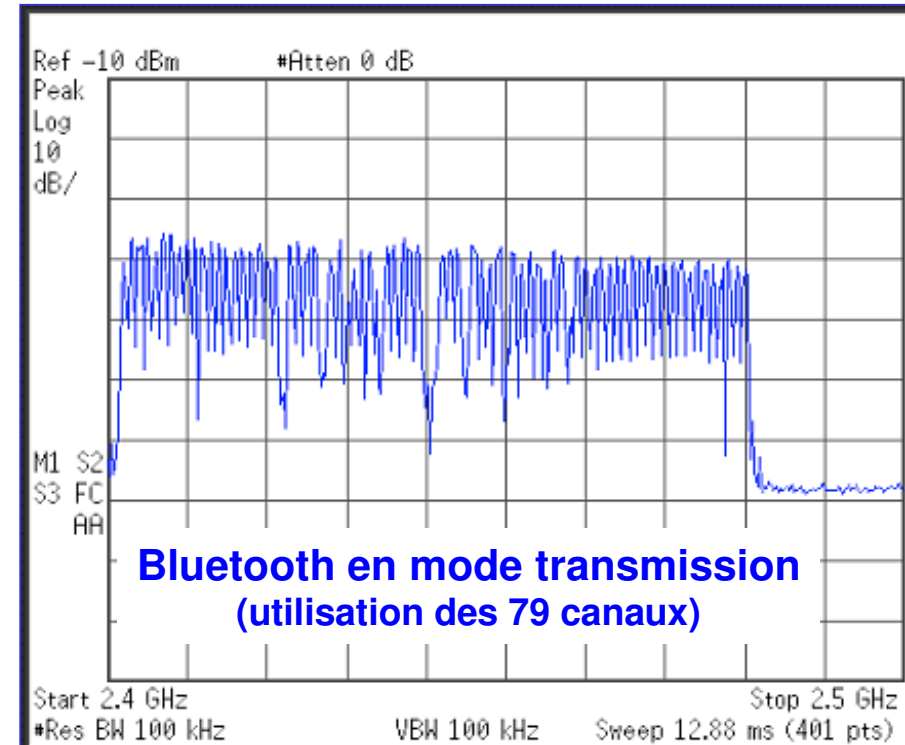
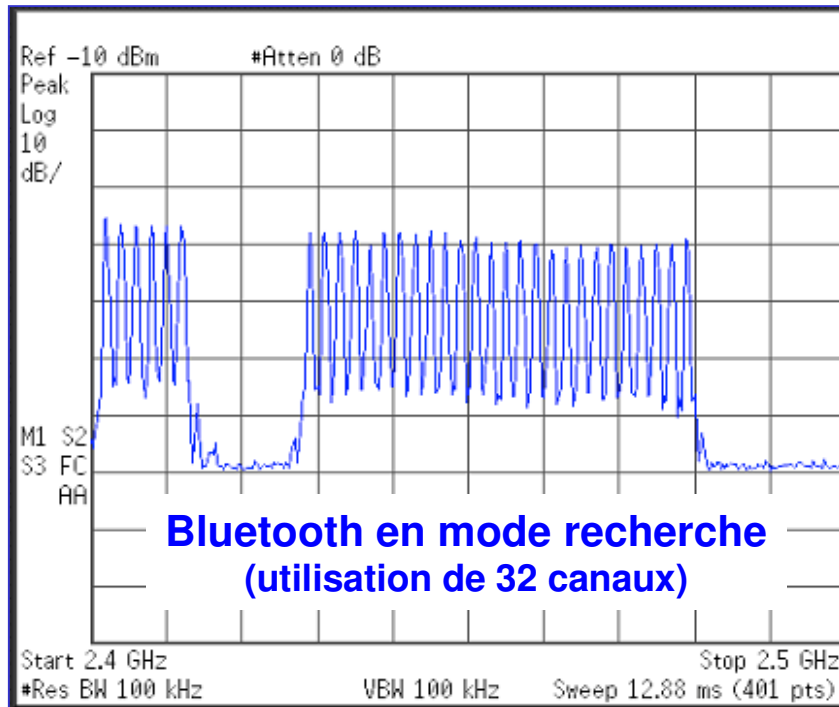
Identification d'une impulsion
de balise émise par le point d'accès

Les technologies « sans-fil » actuelles

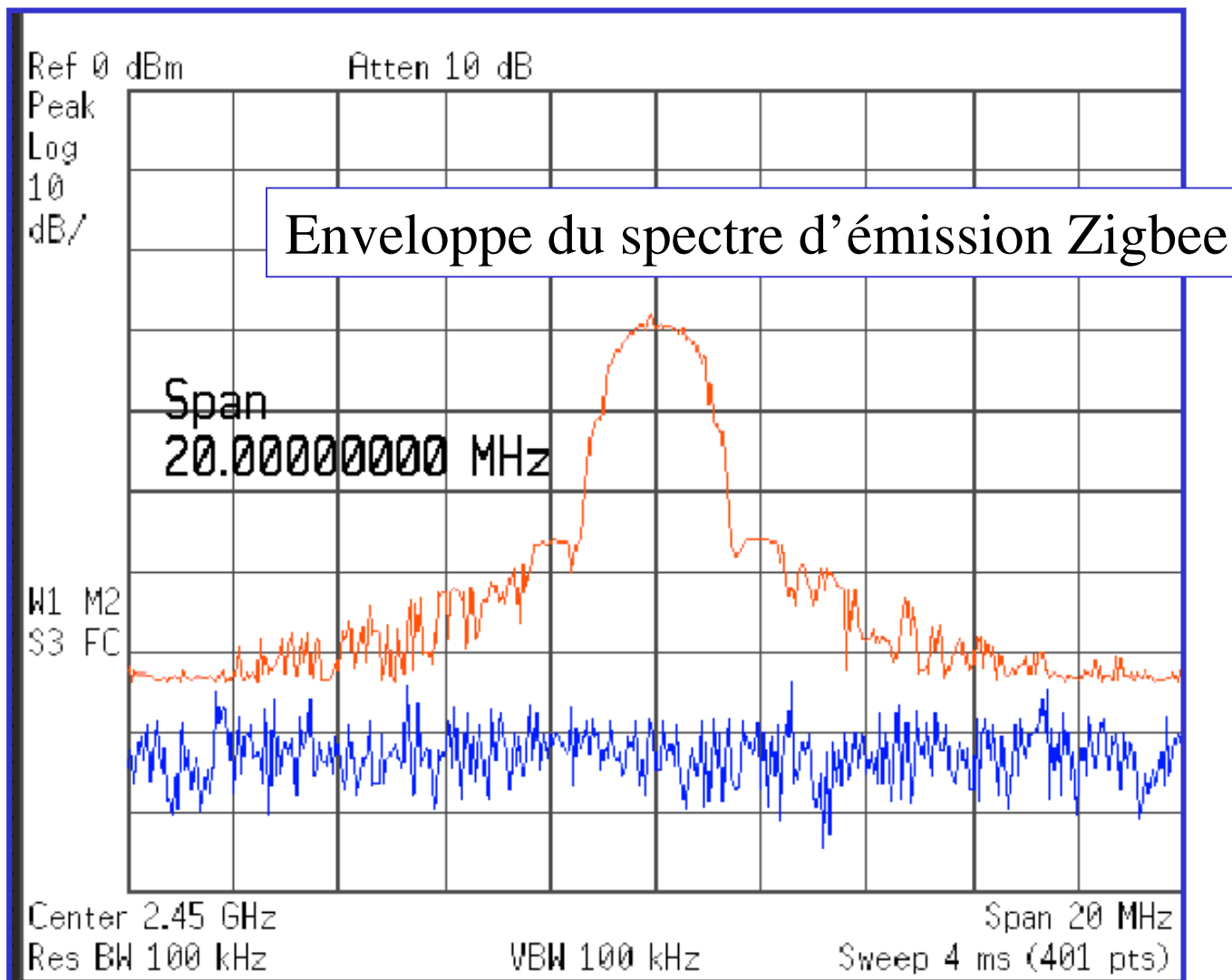
- DVB (Digital Video Broadcasting) : Télévision Numérique de Terre
- Wifi : IEEE 802.11 b, g, a, (réseaux locaux radio)
- Les normes réseaux métropolitains (IEEE 802.16)
 - Wimax, (WiMax technologie radio de type cellulaire point à multipoint pour des usages fixes ou mobiles pouvant offrir des débits de plusieurs dizaines de Mbps dans des réseaux de types métropolitains (MAN)).
- Normes de télécommunications
 - **DECT (téléphonie résidentielle)**
 - **GSM / GPRS / EDGE (téléphonie mobile 2 G)**
 - **UMTS / HSPA (high speed packet access) (3G....)**
- RFID (Radio frequency identification)
- SRD (Short range devices)
 - Bluetooth: IEEE 802.15.1,
 - Zigbee: IEEE 802.15.4

Spectre TV mesuré entre 470 et 580 MHz





Une seule porteuse saute de fréquence en fréquence à la fois selon une séquence de saut particulière



3. Les problèmes de Compatibilité

- entre **systèmes radioélectriques**

*(Récepteurs perturbés de plusieurs façons par des émetteurs:
brouillages cocanal, brouillages par les rayonnements hors bande ou
non essentiels, brouillage par blocage ou désensibilisation)*

- entre **un émetteur radio** et un **équipement électronique**

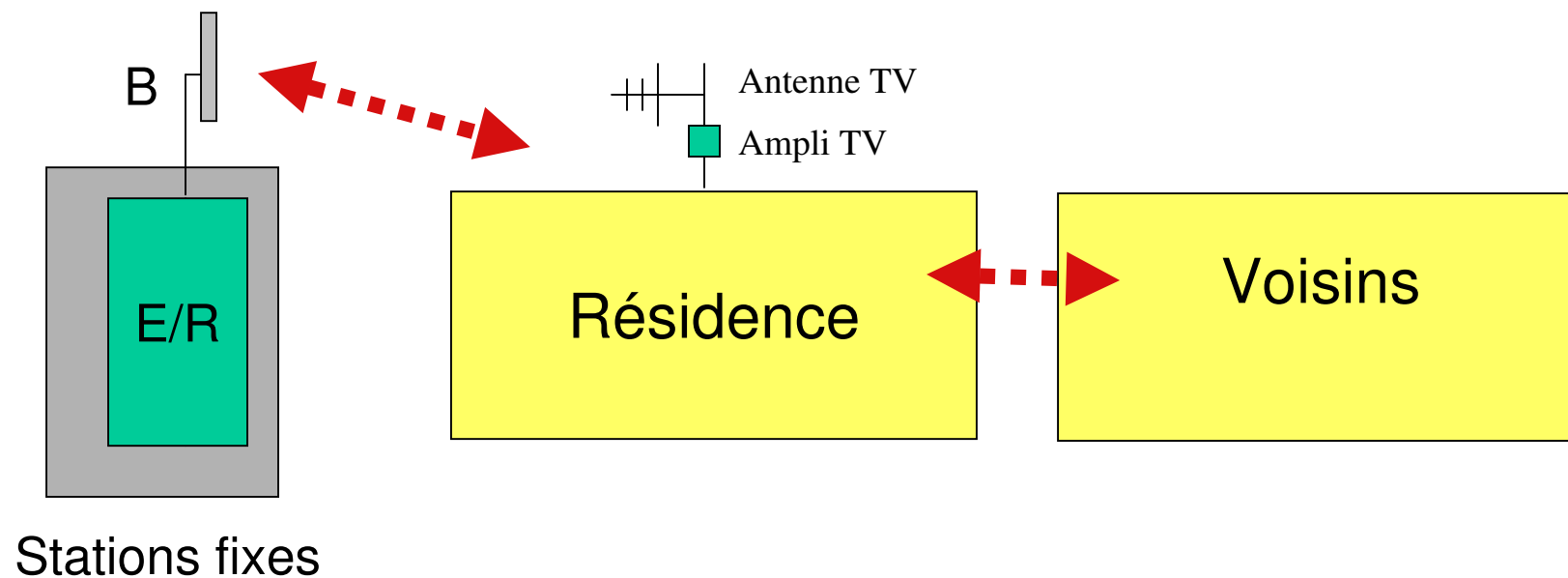
- entre un **équipement électronique** et un **récepteur radio**

Malgré de nombreuses normes fonctionnelles et de CEM (ETSI, CISPR, CEI etc.), des recommandations pour la protection EM, il y a encore des cas de brouillages.

Conséquences sur la compatibilité électromagnétique

- Multiplication des émetteurs RF (généralement à faible puissance, mais ..)
- Multiplication des récepteurs radio
- Nouvelles sources de parasites non intentionnels (malgré la normalisation)
- Existence de bande de fréquences avec multiples cohabitations en particulier dans les bandes ISM mais surtout:
 - Bande 2,4 - 2,483 GHz
 - Bande autour de 868 MHz
 - Bande autour de 433 MHz

Environnement résidentiel externe



Compatibilité électromagnétique externe à la résidence

En ville, l'engouement pour le Wi-Fi provoque des interférences

LE MONDE | 10.04.08 | 16h16 • Mis à jour le 10.04.08 | 16h16

Consultez les dossiers, l'analyse approfondie des grands sujets d'actualité.
Abonnez-vous au Monde.fr : 6€ par mois + 30 jours offerts

T+ Le Wi-Fi est partout. Cette technologie permet de raccorder par les ondes ordinateurs, imprimantes, et presque tout autre appareil électronique. Si personne ne peut encore affirmer que les ondes émises par le Wi-Fi sont nocives pour la santé, une chose est certaine : c'est le Wi-Fi qui est aujourd'hui malade. "Il est victime de son succès", résume Yves Nouailhetas, responsable en France de Devolo, une société qui développe et commercialise des solutions de transfert de données.

Lexique

Wi-Fi : contraction de "Wireless Fidelity" (fidélité sans fil), ce terme est utilisé pour décrire une technique qui permet de créer un réseau sans fil, via les ondes, entre plusieurs appareils électroniques. Il est devenu aussi un moyen de se connecter à l'Internet sans branchement.

CPL : le courant porteur en ligne (CPL) est un moyen de transférer des informations numériques en passant par les lignes électriques traditionnelles.


Actuellement, la plupart des appareils dotés d'une connexion Wi-Fi fonctionnent sur une douzaine de canaux. Or, "la bande de fréquence utilisée est hyper-saturée dans les grandes villes", observe Laurent Masia, directeur marketing chez Netgear, fabricant d'équipements de réseau. "Au fur et à mesure que le nombre de canaux utilisés augmente, cela crée une sorte de bruit de plus en plus important, qui perturbe l'émission et la réception", explique M. Nouailhetas. "Cette saturation nous conduit, parfois, à modifier le canal des bornes que nous avons installées pour maintenir la qualité du service", constate Joe Brunoli, vice-président de free-

[\[-\] fermer](#)

nds parcs d'accès Wi-Fi gratuits dans le monde. Les rtantes que les ondes Wi-Fi sont sensibles à mé, des téléphones sans fil...

es données entre deux appareils est susceptible d'être peuvent se produire. Les conséquences ne sont pas trop ernet mais elles sont plus gênantes quand on regarde une

Liste des réseaux détectés

Nom du réseau (SSID)	Adresse MAC Routeur/AP (BSSID)	Niveau de signal	Canal RF
 radiocem2	00-1B-11-6A-A4-A1	37%	5
Livebox-3440	00-1C-26-D0-9E-CC	0%	1
NUMERICABLE-parraud	00-1E-8C-8E-D9-FA	0%	6

CEM à 433 MHz

Que se passe-t-il rue Yves Collet? Depuis deux ans, des automobilistes, persuadés que le phénomène n'arrive qu'à eux, se retrouvent étrangement bloqués le long du cimetière de Saint-Martin. Sur une portion de 200 mètres, de mystérieuses ondes perturbent les riverains...

Ondes de la rue Yves-Collet : l'antenne de téléphonie en cause ?

Le phénomène des interférences de la rue Yves-Collet (lire notre édition d'hier) fait réagir. Les victimes ont été nombreuses à nous faire part de leurs mésaventures, en s'apercevant qu'elles n'étaient pas les seules à rester plantées sur le bord de la chaussée. L'électronique des véhicules déraille sur une portion de rue de

200 m au moins. Les riverains, déjà coutumiers du problème depuis deux ans, (réceptions radio perturbées, appareils électroniques défaillants) pointent du doigt le relais téléphonique situé sur le toit de l'Espace Jaurès. Et si effectivement l'opérateur utilisant l'antenne était la cause de leurs sou-

cis ? D'autres sources d'interférences sont-elles à mettre, en évidence ? La municipalité, estime que ce problème « relève de la compétence de l'Etat ». Quant à la préfecture, il n'y a pas, selon elle, « de problème de santé publique identifié, seulement un problème d'ordre technique ». Mais que sait-on finalement de

l'influence de ces ondes qui nous entourent ? Pendant que les usagers se plaignent, les dépanneurs se frottent les mains et profitent de l'aubaine. En cas de mise en cause de ce relais téléphonique, ne pourrait-on pas alors retourner la facture vers cet opérateur ?

Thomas Dao

Le mystère des ondes de la rue Yves-Collet

Que se passe-t-il rue Yves Collet? Depuis deux ans, des automobilistes, persuadés que le phénomène n'arrive qu'à eux, se retrouvent étrangement bloqués le long du cimetière de Saint-Martin. Sur une portion de 200 mètres, de mystérieuses ondes perturbent les riverains...

Et encore une voiture restée bloquée, en face du numéro 56 de la rue Yves-Collet. Au spectacle, les salariés de l'enseigne Orthopédie Le Roy sont habitués au phénomène : « Tous les jours, des automobilistes viennent nous demander s'ils peuvent utiliser notre téléphone pour un dépannage. En particulier nos clients qui s'arrêtent au pied du magasin et qui ne peuvent plus repartir ».

L'électronique ne répond plus

Dominique Jaouen en a fait les frais, hier. Vers midi, il gare son véhicule, rassemble ses papiers et se prépare pour un rendez-vous. Il ferme sa voiture et revient une heure plus tard. Surprise. Sa clé électronique ne semble plus répondre. Impossible d'ouvrir le véhicule. C'est la deuxième fois qu'il se retrouve au bord du trottoir. Et au même endroit en plus. « Saleté de voiture, avec son électronique à la c...! », pense-t-il.

Résigné, il fait alors appel à une agence de dépannage, qui arrive une heure plus tard. Le professionnel, sourire en coin, n'est pas étonné outre mesure. « Ah oui, l'endroit est connu par le métier. On y vient régulièrement dépanner une voiture. Il suffit de l'emporter un peu plus loin pour que l'électronique se remette à fonctionner ». D'autres ondes semblent venir perturber celles utilisées en électronique automobile. Un réseau de fré-



● Dominique Jaouen, dont le véhicule a été victime d'ondes mystérieuses, a dû faire appel à la dépanneuse. A en croire riverains et garagistes, nombreuses sont les voitures restées plantées sur le bord de la chaussée.

quence 433 mégahertz, en particulier.

Pour Dominique Jaouen, la chance n'est pas au rendez-vous. Il faudra amener son engin jusqu'au garage, car plus rien ne fonctionne. « J'ai perdu quatre heures et 75 € de manutention. Heureusement, tout est pris en charge par l'assureur ».

Quelle est la source ?

Serait-ce un coup monté par les garagistes? Dans l'heure, pas moins de trois conducteurs, clé en main, se retrouvent hébétés face à leurs véhicules. Une conductrice

fait remarquer : « Je viens de Quimper, et j'ai connu cet étrange phénomène de bug électronique près du nouveau théâtre, allée de Locmaria. Il y aurait une interférence avec la fréquence émettrice de la gendarmerie ». Il faut donc évidemment chercher ailleurs pour trouver l'origine des ondes mystérieuses.

D'après les riverains, il n'y a pas que les voitures qui en seraient victimes. Jusque dans le quartier de Saint-Michel les ondes radio sont également perturbées. Au cabinet « d'amincissement scientifique », ce sont les appareils électroniques

qui dérangent.

Un relais téléphonique

Où est le coupable alors ? Les familles du quartier pointent du doigt de mauvaises vibrations qui émaneraient du relais téléphonique placé au sommet du centre commercial « Espace Jaurès ». Obtenir une explication du phénomène serait intéressant, des fois que l'antenne ait une influence plus gênante encore... D'ici là, soyons prudents et gardons ces bonnes vieilles clés de voiture à usage manuel en poche.

Thomas Dao

Autre exemple : Brouillage interne à la résidence

Dans la bande 2,4 GHz, cohabitation difficile / impossible entre une liaison WiFi, un transmetteur TV à 2,4 GHz et le four à micro-ondes.



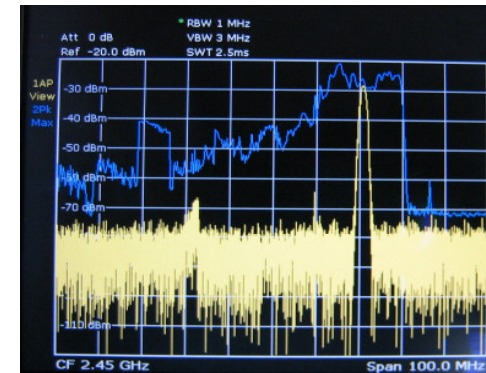
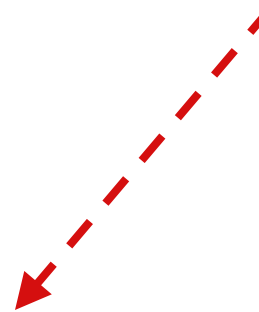
Transmetteur TV
(2462 MHz)



four à micro-ondes



PC portable WiFi
(Canal 11)



APPAREILS DE FAIBLE PORTÉE NON SPÉCIFIQUES

Cette catégorie d'équipements recouvre diverses applications sans fil, notamment de télécommande, télécontrôle, télémesure, transmission d'alarmes, de données, et éventuellement de voix et de vidéo.

L'utilisation d'appareils de faible portée non spécifiques ne nécessite pas d'autorisation individuelle.

Conditions techniques d'utilisation

Bande de fréquences	Puissance/Niveau max	Canalisation	Coefficient d'utilisation	Observations
6 765 - 6 795 kHz	42 dBμA/m à 10m			
13,553 - 13,567 MHz	42 dBμA/m à 10m			
26,957 - 27,283 MHz	10 mW p.a.r. ou 42 dBμA/m à 10m			
30,875 MHz, 30,9 MHz, 30,95 MHz	10 mW p.a.r.	12,5 kHz		Attention ! Ces canaux ne sont plus utilisables depuis le 31 décembre 2007
40,66 - 40,7 MHz	10 mW p.a.r.			
71,325 MHz, 71,375 MHz, 71,775 MHz	10 mW p.a.r.	12,5 kHz		Attention ! Ces canaux ne sont plus utilisables depuis le 31 décembre 2007
152,575 MHz, 152,5875 MHz, 152,65 MHz	10 mW p.a.r.	12,5 kHz		Ces canaux ne seront plus utilisables après le 30 juin 2010
407,7 MHz, 407,9 MHz, 407,925 MHz	10 mW p.a.r.	12,5 kHz		Attention ! Ces canaux ne sont plus utilisables depuis le 31 décembre 2007
433,05 - 434,79 MHz	10 mW p.a.r.	12,5 kHz	jusqu'à 10%	
446,05 MHz, 446,1 MHz, 446,5 MHz	10 mW p.a.r.			Attention ! Ces canaux ne sont plus utilisables depuis le 31 décembre 2007
868 - 868,6 MHz	25 mW p.a.r.			
868,7 - 869,2 MHz	25 mW p.a.r.			
869,3 - 869,4 MHz	10 mW p.a.r.	25 kHz		
869,4 - 869,65 MHz	500 mW p.a.r.	25 kHz ou toute la bande pour un canal de transmission de données haut débit		
869,7 - 870 MHz	5 mW p.a.r.			
2 400 - 2 483,5 MHz	10 mW p.i.r.e.			
5 725 - 5 875 MHz	25 mW p.i.r.e.			

Extrait du site ARCEP

Bandes I.S.M

Fréquence minimum	Fréquence maximum	Fréquence centrale
6765 kHz	6795 kHz	6780 kHz
13533 kHz	13567 kHz	13560 kHz
26957 kHz	27283 kHz	27120 kHz
40,66 MHz	40,70 MHz	40,68 MHz
433,05 MHz	434,79 MHz	433,92 MHz
2400 MHz	2500 MHz	2450 MHz
5725 MHz	5875 MHz	5800 MHz
24 GHz	24,25 GHz	24,125 GHz
61 GHz	61,5 GHz	61,25 GHz
122 GHz	123 GHz	122,5 GHz
244 GHz	246 GHz	245 GHz

Bandes de fréquences ISM (pas de limitation de rayonnement en dehors de la sécurité des personnes)

Techniques de réduction des risques de brouillages

- **Au niveau des systèmes radioélectriques**
- Techniques *d'étalement de spectre*
 - Saut de fréquence (Bluetooth, GSM)
 - Codage à séquence directe (DSSS) (IEEE 802.11b)
 - Codage individuel / accès (W-CDMA)
 - Multi porteuses (OFDM)
 - Ultra large bande (UWB ou ULB)
- Limitation des rayonnements non désirés
(hors bande + non essentiels)

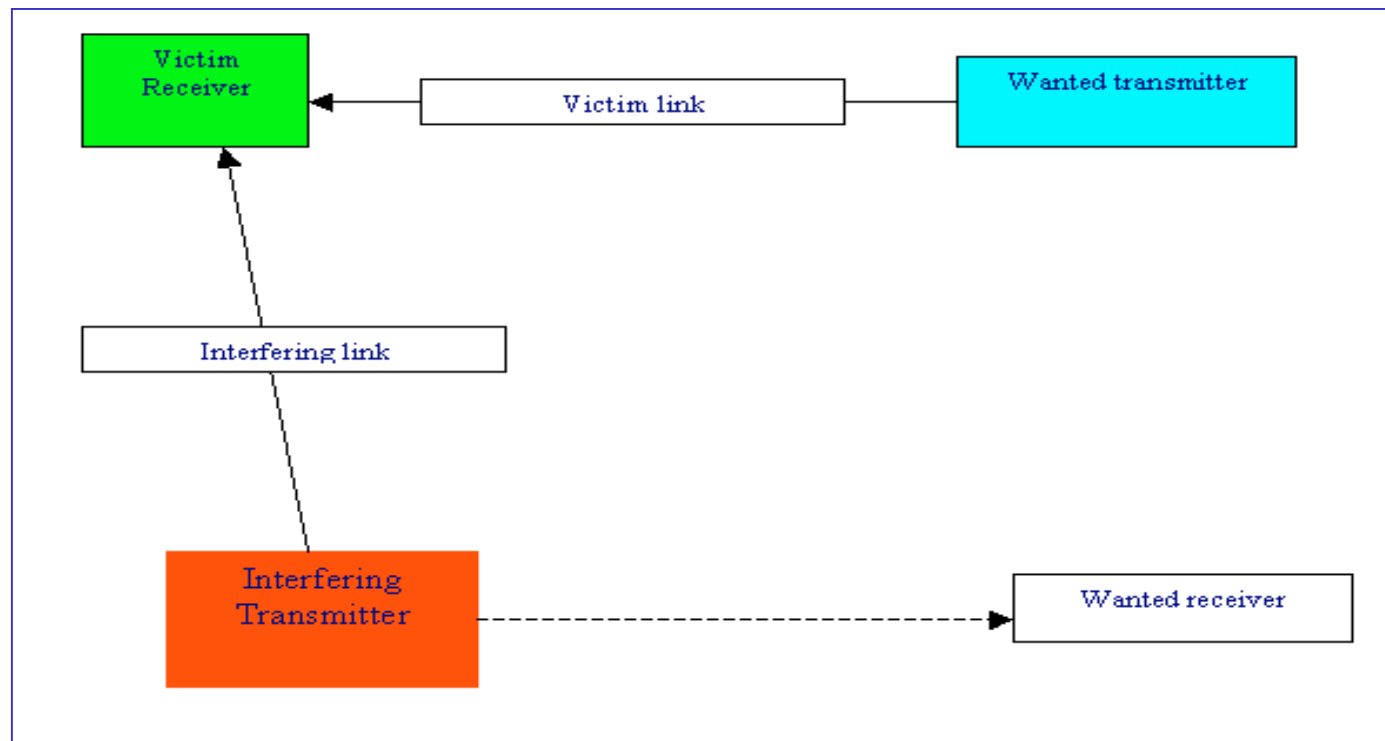
Dans le cas de partage de fréquence par des systèmes radio:

- Technique d'écoute du canal avant émission
 - LBT (Listen before talk)
 - DFS (dynamic frequency selection),
 - DAA (detect and avoid)
- et
- Protocoles de type d'évitement des collisions
(Carrier-Sense Multiple Access / Collision Avoidance)
(CSMA/CA)

- Nombreuses études / simulations de compatibilité conduites par la CEPT

Ex: Rapport ECC 037 - *COMPATIBILITY OF PLANNED SRD APPLICATIONS WITH CURRENTLY EXISTING RADIOCOMMUNICATION APPLICATIONS IN THE FREQUENCY BAND 863 – 870 MHZ*

- Utilisation du logiciel SEAMCAT (www.ero.dk)



Critères pour les études de brouillage

- **EN TERME DE PROBABILITES, ON DOIT OBTENIR UNE QUALITE DE RECEPTION**

Caractérisée par:

- **un TAUX D'ERREURS (BER, FER) acceptable en présence d'un BROUILLEUR**
- **un RAPPORT C/I permettant une transmission correcte pendant un pourcentage de temps suffisamment faible**
- **Pour les réseaux locaux radio , avant rupture de la liaison, on trouvera une diminution du débit de transmission**

Les technologies émergentes (domaine grand public)

Ultra Wide Band: IEEE802.15.3a,

SRD Technologie de remplacement de câble (Wireless USB, wireless 1394)

Objectifs : 110 Mbit/s à 10 m jusqu'à 480 Mbit/s à 2 m

En Europe, norme **ETSI EN 302 065 v1.1.1 (UWB Communications)**

Broadband Wireless Access (correspond à Wimax): Rapport ETSI TR 102742 pour la bande 3,5 GHz.

EDGE évolution : Débit plus important par modification de la modulation et implémentation de turbo-codes

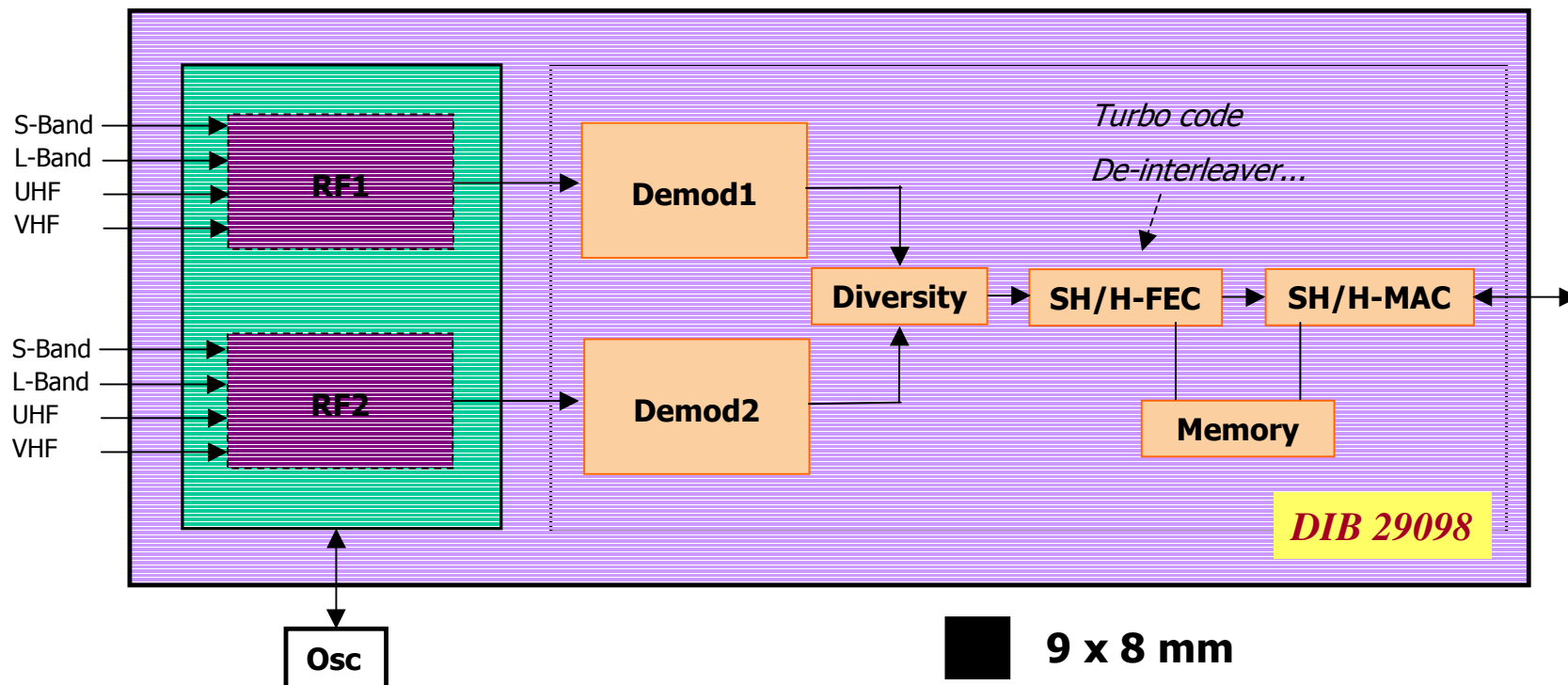
DVB-H : Adaptation de la TNT au téléphone mobile (TV sur mobile en diffusion).

LTE: Long Term evolution (évolution de la 3G/HSPA) vers des débits élevés

SRD hyperfréquences : 60 GHz – Courte portée , très hauts débits (plusieurs Gigabit/s) - ***Wireless high-definition multimedia interface (HDMI)***.

Radio logicielle / Radio cognitive / Radio flexible

Optimisation de l'utilisation de la radio, en fonction de l'environnement (question: critères de choix du service, la CEM, la QoS, le coût etc.. ?)



Exemple de préfiguration de « radio flexible » avec diversité
 pour réception DVB / DMB multi-services
DibCom DVB-SH/H Full Diversity Receiver

4. CONCLUSION

- Le « Wireless » se généralise avec des techniques très diverses de modulations, d'accès et de protection contre les interférences. La technique OFDM/OFDMA semble gagner du terrain
- La protection contre les brouillages s'améliore mais le grand nombre de systèmes partageant les mêmes bandes de fréquence pourrait en limiter les usages
- On doit rester vigilant au sujet de la compatibilité électromagnétique tant au plan des systèmes radio que des dispositifs électroniques en général. L'environnement change, les normes de CEM sur les dispositifs électroniques devraient évoluer.
- La radio s'infiltré partout mais il reste le problème de l'énergie
Quid de l'énergie sans fil ? **Witricity**
Le MIT a repris de vieilles recettes pour les adapter au monde moderne.



**Manip. de couplage résonant
à 10 MHz
Faisabilité OK
Applications ?
CEM ?
Exposition des personnes ?**

Transport d'électricité sans fil ?

**Recharges de batteries
sans contact
(powermat)**



5. Bibliographie

[1]. Directive 1999/5/CE du parlement européen et du conseil du 9 mars 1999 concernant les équipements hertziens et les équipements terminaux de télécommunications et la reconnaissance mutuelle de leur conformité

[2]. ANFR – Tableau National de répartition des bandes de fréquences (TNRBF).

[3]. ERC Recommendation 70-03 relating to the use of short range devices (SRD). February 2008.

[4] Norme 3GPP TS 45.005 V7.12.0 (2007-11)- 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Radio transmission and reception (Release 7)

[5] European Commission - Radios Spectrum Committee - ETSI Report to RSC#21 RSCOM07 - 73 (Avancement des travaux de l'ETSI en octobre 2007)

[5]. Health Physics - April 2008 - Vol.94 , N°4 - ICNIRP statement on EMF new technologies.

<http://www.anfr.fr>

<http://www.espectre.arcep.fr:8080/index.php>

<http://www.etsi.org>

<http://www.ero.dk>

6. GLOSSAIRE

Quelques explications....

GSM : *Global system for Mobile communications (2G)*
GPRS: *General Packet Radio Service (2,5 G)*
EDGE : *Enhanced data for GSM Evolution*
3G/HSPA : *High Speed Packet Access (3G)*
DECT: *Digital Enhanced Cordless Telephone*
WiFi : *Wireless Fidelity*
TMP : *Télévision Mobile Personnelle*
DVB-H: *Digital Video Broadcasting Handheld*
GPS : *Global Positioning System*
NFC : *Near Field communications*
RFID: *Radio Frequency Identification*
LTE: *Long Term evolution (évolution de la 3G)*
UMTS: *Universal Mobile Telecommunication System*
WLAN: *Wireless local area network*
WIMAX: *Worldwide Interoperability for Microwave Access*
OFDM: *Orthogonal Frequency Division Multiplex*

Merci de votre attention



Désolé si j'ai été un peu long



Des questions ?