

Ondes Pulsées - Mise en évidence

Ce document, sans aucune prétention technique, est un essai de mise en évidence basique des ondes pulsées. Le but est de montrer les ondes pulsées typiques connues actuellement et d'expliquer comment les visualiser. On reproche souvent aux dispositifs de communication sans fils actuels (GSM, DECT, WiFi, Radar, ...) le caractère pulsé des ondes hyperfréquences utilisées (d'ailleurs parfois nié par les opérateurs). Qu'en est-il ? On connaissait les émissions analogiques (radio) continues, modulées en amplitude (AM) ou fréquence (FM). On entend par ondes pulsées des émissions par saccades, avec des montées en niveau et retombées brutales (mode tout ou rien), caractérisées par la durée des émissions et la durée de l'intervalle entre deux émissions. Lorsque l'intervalle entre deux émissions est fixe on a une pulsation périodique, créant un effet stroboscopique. On connaît les effets gênants, voire dangereux (crises d'épilepsie) des émissions stroboscopiques lumineuses. On peut alors se poser des questions sur d'éventuels effets indésirables sur l'organisme des ondes pulsées. Les pulsations sont de basses fréquences (quelques Hz à quelques KHz). Cependant il s'agit bien de pulsations basses fréquences d'une porteuse en hyperfréquences, et non de champs électromagnétiques basses fréquences, même si, nous le verrons plus loin, on a aussi des champs électromagnétiques BF à proximité des dispositifs émetteurs.

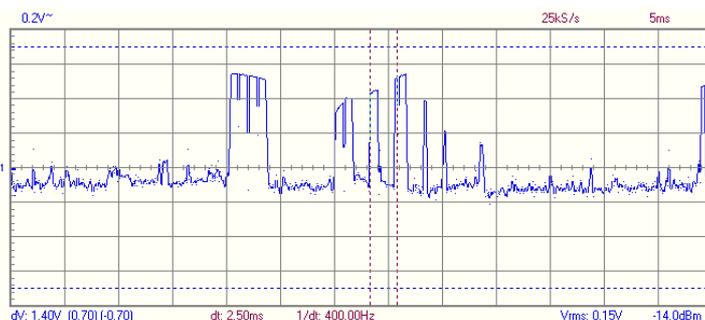
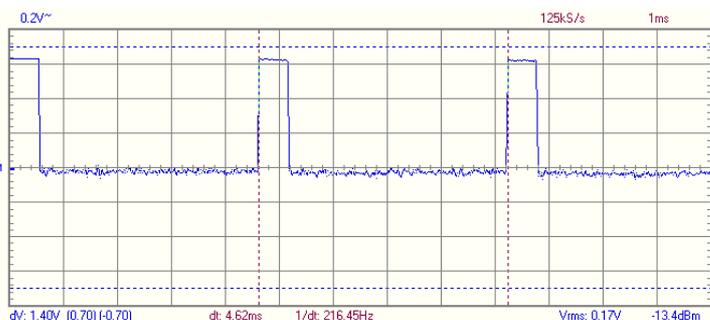
Exemple d'émission analogique : ancien téléphone sans fil type CT1

Ces téléphones étaient moins puissants que les DECT et ne rayonnaient que lors des conversations :
A gauche en cours de conversation, hors modulation (silence) : le signal ondule gentiment.
A droite en présence de modulation (paroles, bruit...) : le signal est modulé mais continu (non pulsé)



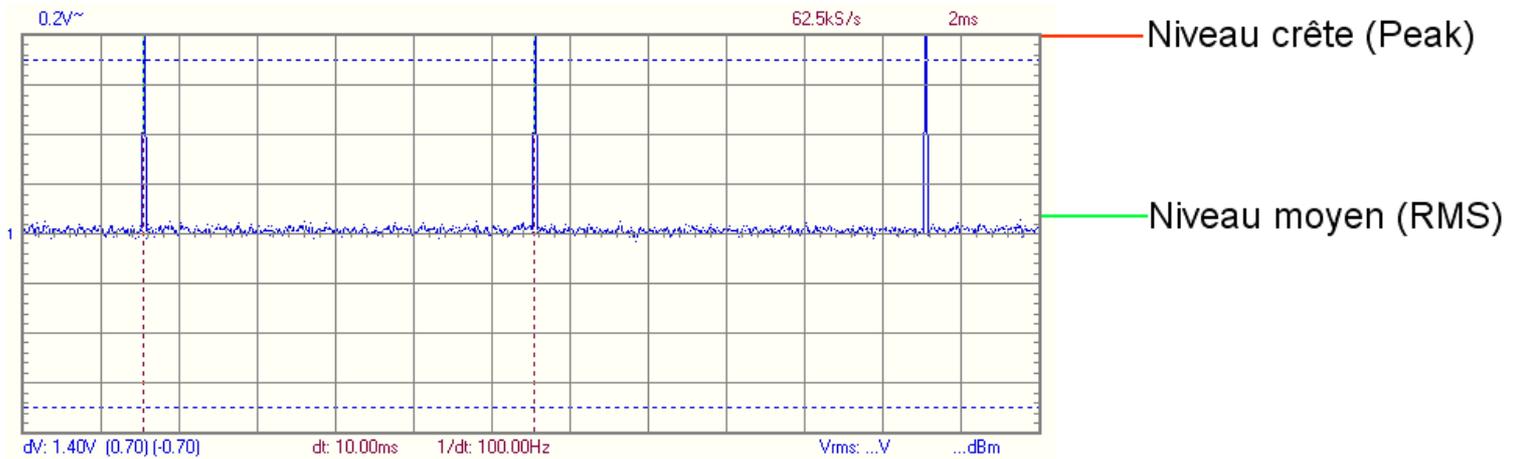
Exemples d'émissions hyperfréquences pulsées

A gauche le signal pulsé périodique (216Hz) d'un téléphone mobile GSM
A droite le signal pulsé de l'interface wifi d'un PC en activité, avec une périodicité plus aléatoire.



Incidences sur la technique de mesure :

Pour les ondes fortement pulsées comme les DECT (ci-dessous) on constate à la mesure du champ électrique que le niveau en mode Crête (Peak) est infiniment plus élevé et significatif sur le plan nocivité que le niveau moyen (RMS). Pour les DECT par exemple le rapport Peak/RMS est de l'ordre de 50 contre 2 environ pour une antenne-relais GSM. C'est pourquoi il est important d'effectuer les mesures des hyperfréquences pulsées en mode Peak sinon on passe à coté des sources de nuisances de premier plan. A noter que certains anciens appareils ne savent pas mesurer en Peak ! (Par exemple les Polluomètres, Trifield et autres vieux modèles américains). D'autres ont du mal (Spectran) ... Les Gigahertz Solutions, Tes et Cornet mesurent en mode Peak. Les Gigahertz et Tes peuvent aussi mesurer en RMS.



Comment mettre en évidence les pulsations ?

Un professionnel pourra caler son analyseur de spectre sur le canal qu'il souhaite étudier, et injecter le signal de sortie vers un oscilloscope par exemple pour analyser le canal sélectionné.

Pour un amateur équipé en large-bande c'est un peu moins facile mais tout à fait réalisable. Il faut soit un appareil équipé d'une sortie AC (les chanceux disposant d'un Gigahertz HF58/59 par exemple) ou modifier un appareil de mesures, même bas de gamme mais équipé d'un bon détecteur HF.

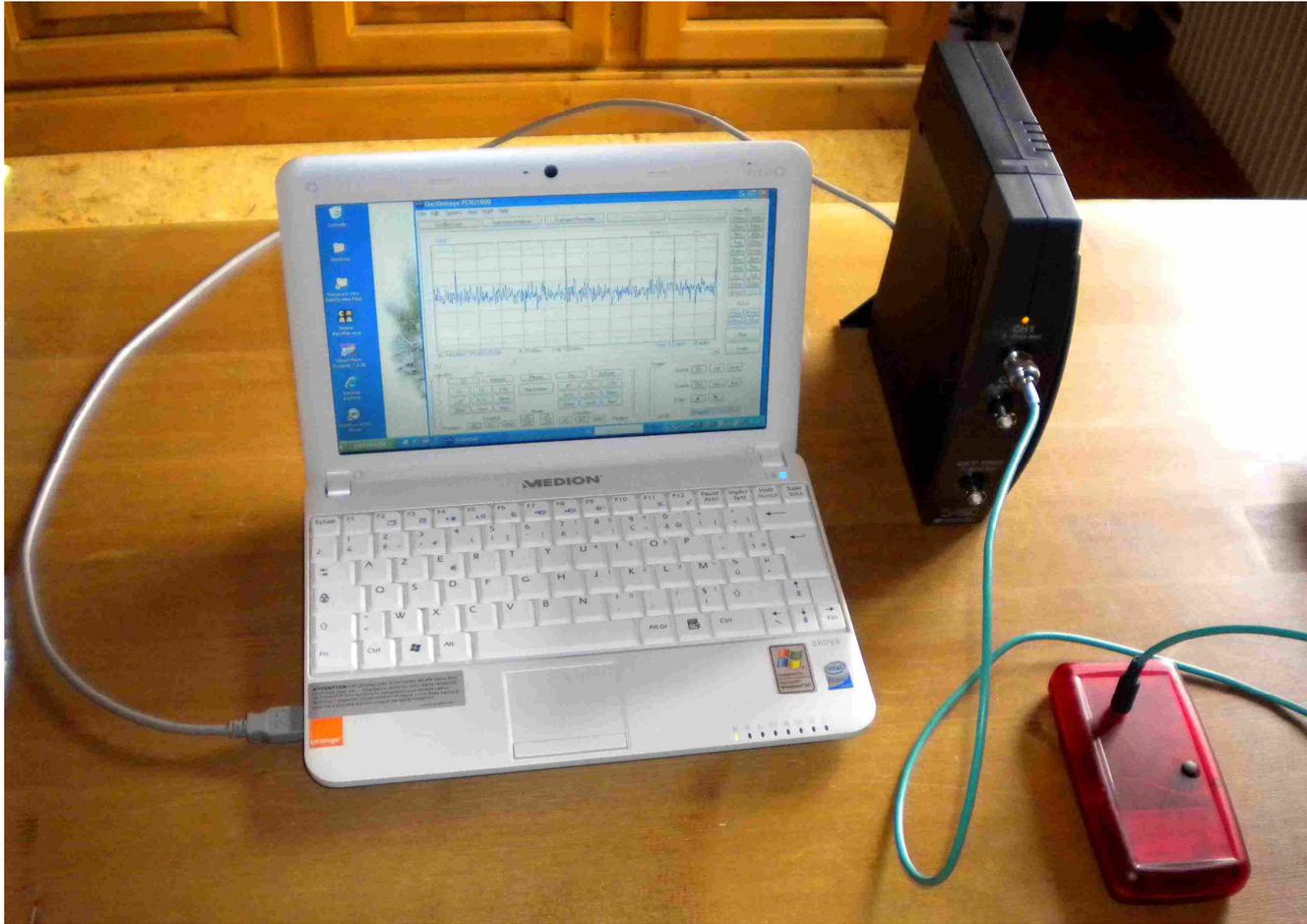
Bien sur comme on est en large bande on va capter tous les signaux dans la bande de fréquences couverte.

On pourra donc visualiser surtout l'émission dominante (la plus forte en niveau). A noter que le fait de rechercher différentes orientations de la sonde pourra masquer ou mettre en lumière certaines émissions.

Ceux qui ont la chance d'avoir un filtre (Gigahertz ou Rom par exemple) pourront sélectionner un type d'émission donné (GSM, DECT, ...)

Ci-dessous le montage utilisé pour les tests ne comporte que du matériel basique :

- Le détecteur Electromog d'Elektor, très moyen pour les mesures mais avec un bon détecteur HF : l'AD8313. Une prise de sortie reliée à la sortie du module AD8313 permet d'analyser le signal sur oscilloscope.
- L'oscilloscope numérique Vellemann PCSU1000 reçoit le signal et est relié à un PC.



Détail de la prise effectuée en sortie du détecteur HF AD8313 (le module HF et l'antenne sont à gauche) :



La sortie AC ainsi constituée permettra de visualiser sur l'oscilloscope l'évolution du niveau de champ électrique dans le temps et donc de mettre en évidence facilement les ondes pulsées.

Téléphones sans fils type DECT

Les bases des DECT émettent en permanence (sauf éco-dect) et à fond.

La fréquence porteuse se situe entre 1880 et 1900MHz et la puissance (PIRE) est limitée à 250mW.

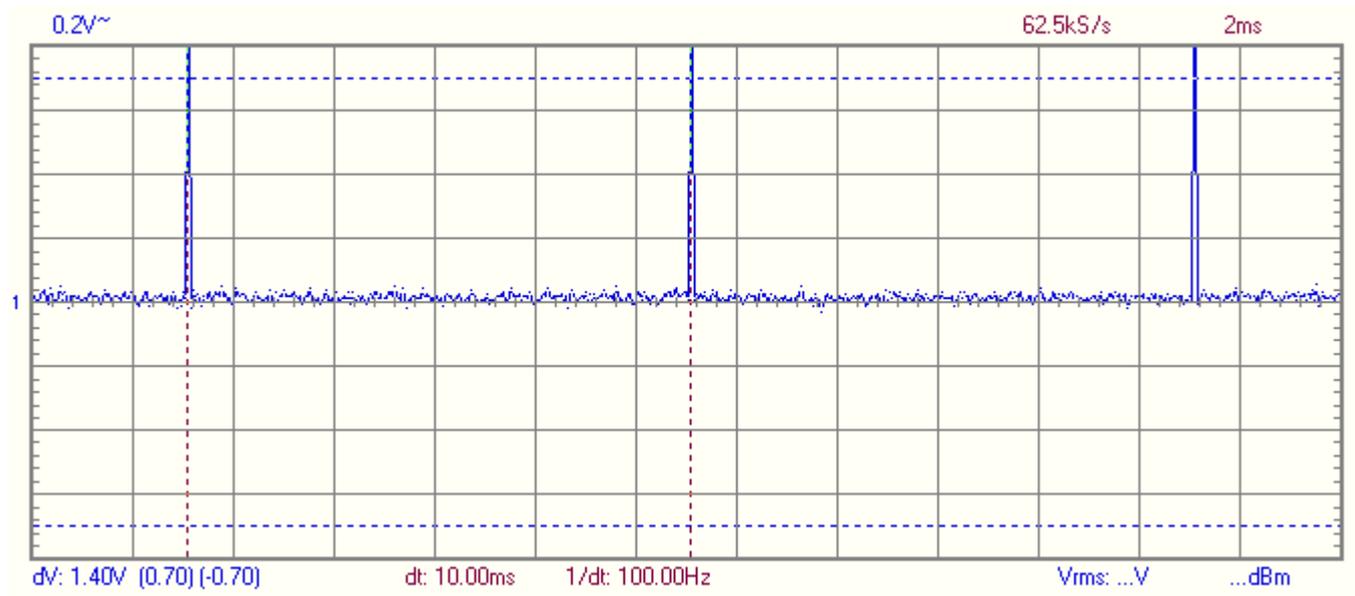
C'est la première source d'hyperfréquences (mesuré en mode Crête) dans nos logements.

Base DECT à proximité

La fréquence des pulsations est fixe (100Hz). Les émissions sont brèves mais puissantes, d'où l'importance de mesurer ces émissions en mode Peak (puissance des impulsions) et non en mode RMS (valeur moyenne qui est ici très basse car le rapport silences/émissions est très élevé).

L'effet stroboscopique est ici typique avec une fréquence (100Hz) qui « tape sur les nerfs ».

A noter qu'il s'agit de la même fréquence que les résidus du 50Hz (230V) redressé



Ensemble DECT en cours de conversation

La durée des impulsions est plus longue et, sur le modèle testé, la fréquence passe à 200Hz.

(probablement utilisation de 2 canaux symétriques base-combiné)



Téléphones Mobiles type GSM

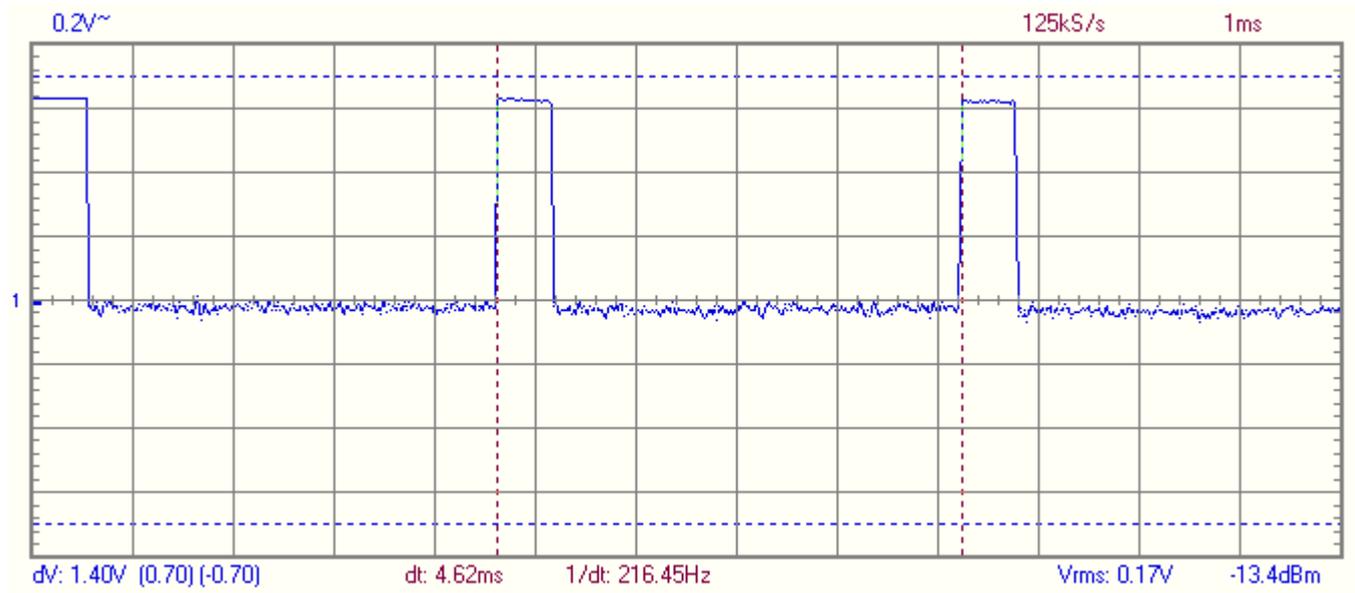
Les téléphones mobiles type GSM émettent dans les bandes 900 et 1800MHz, avec une puissance maxi de 2W. La puissance est régulée en cours de conversation. Hélas les GSM émettent quelques secondes à pleine puissance dans les circonstances : mise en route/arrêt, réception/émission d'un message/appel, changement de relais, c'est-à-dire souvent, voire très (trop) souvent lorsqu'on se déplace (transports) !

Mobile GSM à proximité

A la connexion ou en communication on retrouve la même forme du signal.

La durée d'émission est plus longue que la base DECT.

La fréquence des pulsations est fixe et se situe entre 216 et 217Hz



Champ magnétique BF pulsé à proximité immédiate

A noter qu'à proximité immédiate du mobile on peut mesurer un champ magnétique BF de même fréquence (216Hz). Celui-ci s'atténue assez rapidement en s'éloignant, d'où l'intérêt d'utiliser le mobile en mode mains-libres ou avec un kit oreillettes pour éviter ce champ magnétique pulsé.



Antennes Relais GSM

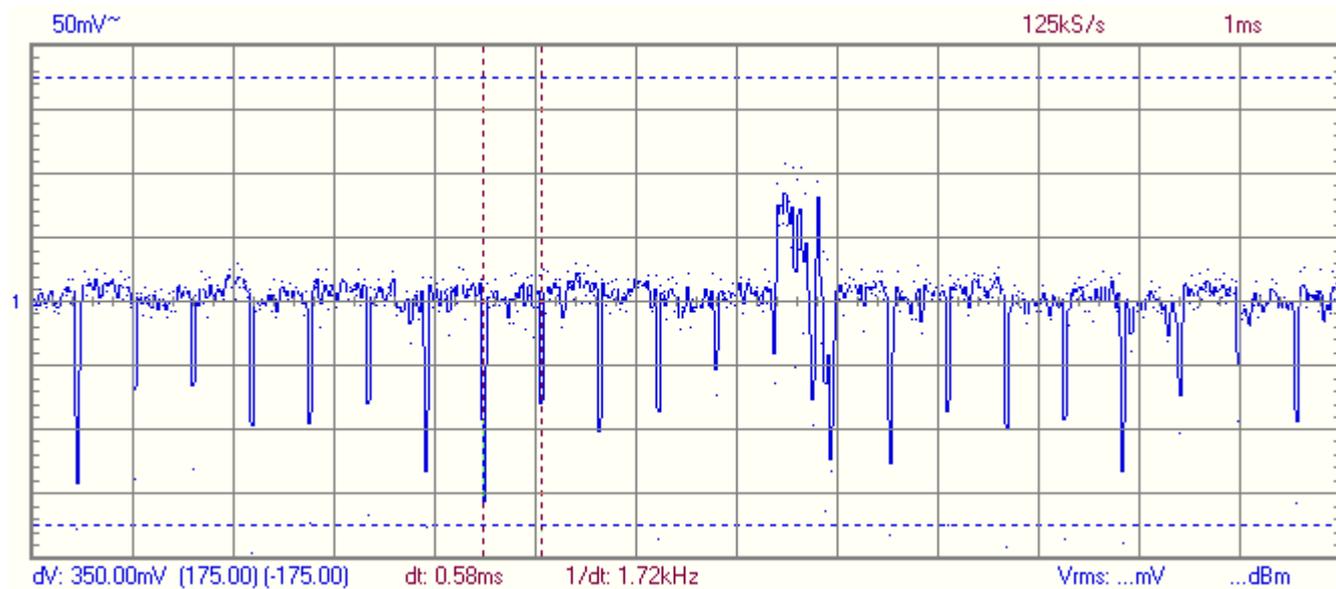
Proximité d'un site relais équipé GSM900/1800/UMTS avec GSM 900 prépondérant

En orientant bien la sonde, on retrouve facilement la fréquence de 1,72KHz correspondant à $8 \times 216\text{Hz}$.

Ceci correspond à la voie balise (BCCH) qui émet à fond en permanence.

Les autres voies émettent moins fort, à niveau et fréquence variable ($n \times 216\text{Hz}$) en fonction du trafic (multiplexage). Il n'est pas possible de les visualiser avec un large bande.

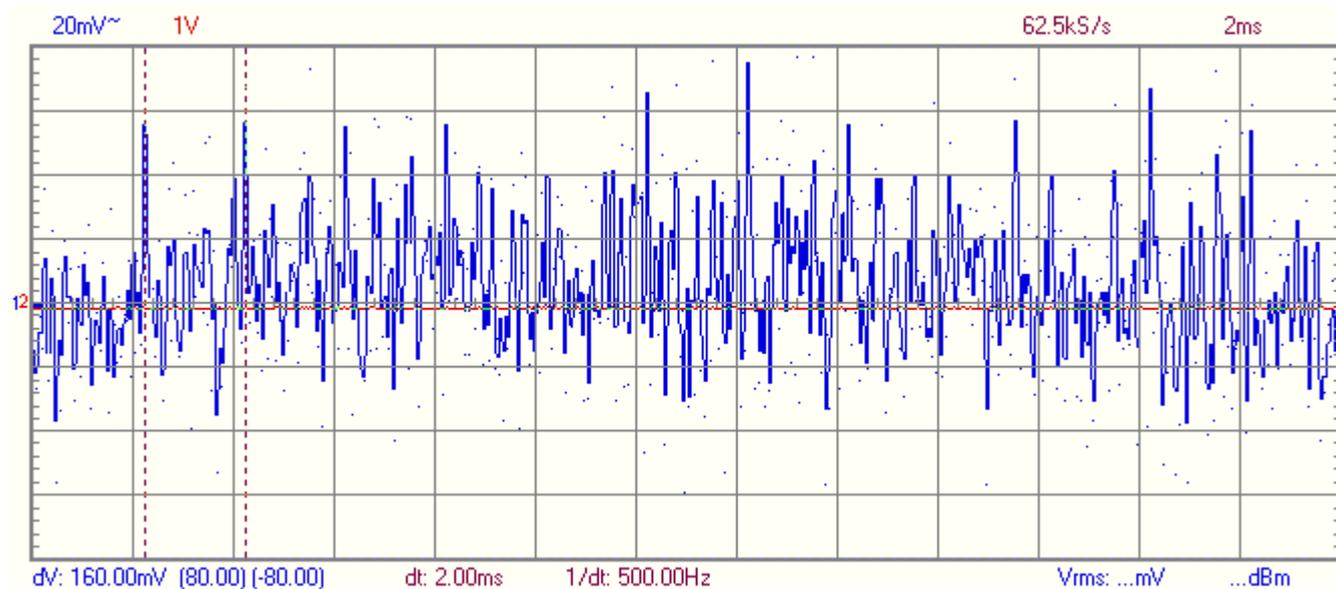
Ici, contrairement aux mobiles GSM, l'émission est quasi continue, les pointes vers le bas signifiant un bref arrêt de l'émission.



WiMax

A proximité d'un émetteur WiMax (signal prédominant)

On arrive à mettre en évidence une fréquence de 500Hz mais sans aucune certitude que cela corresponde bien à du WiMax ! En effet la sonde utilisée n'est garantie que jusqu'à 2,5GHz alors qu'on est à 3,4GHz pour le WiMax.

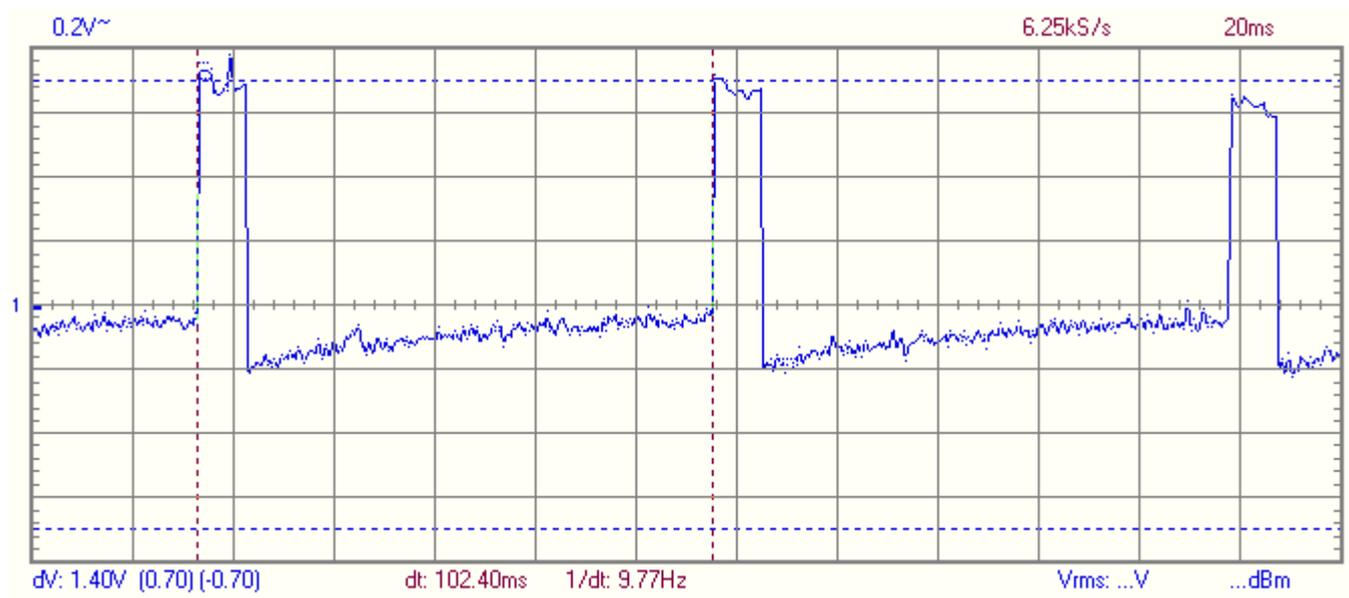


WiFi

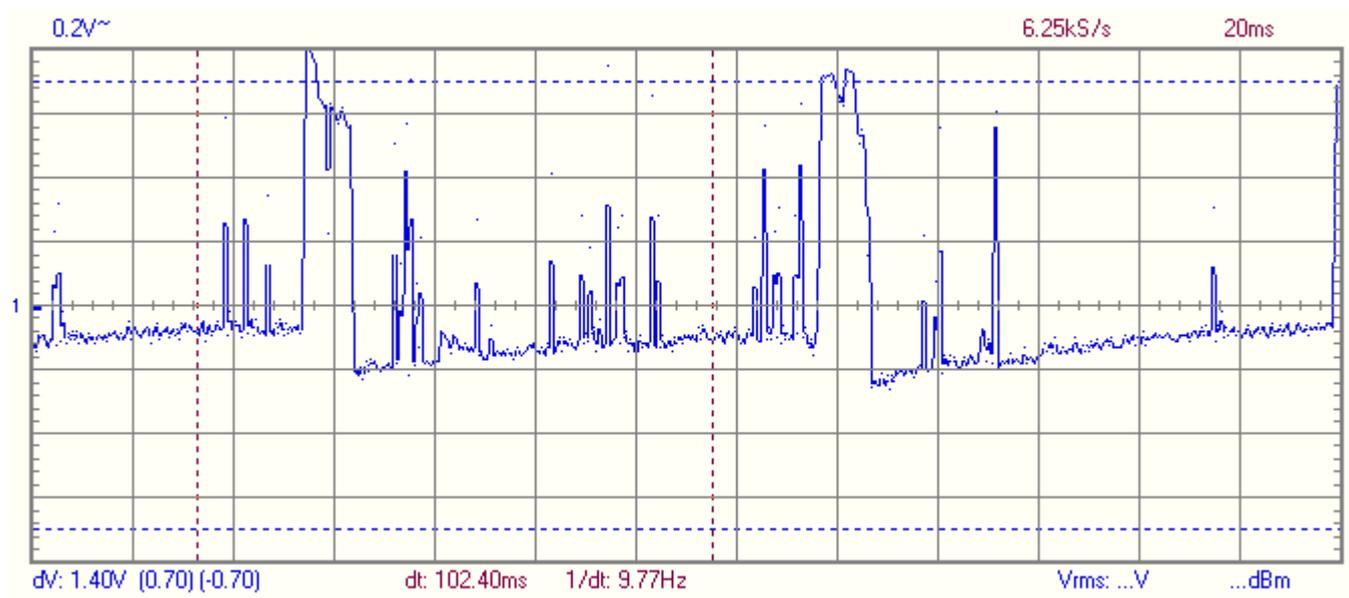
Le wifi émet généralement sur la bande critique des 2400MHz (utilisée par les fours à micro-ondes !). Les molécules d'eau (dont nous sommes majoritairement composés) sont les plus sensibles à cette fréquence. La puissance est limitée à 100mW. La box émet en permanence un signal pulsé à 10Hz environ, devenant plus complexe en cours d'activité. La carte wifi des PC émet en activité, en fonction des données à transférer.

Proximité d'une FreeBox

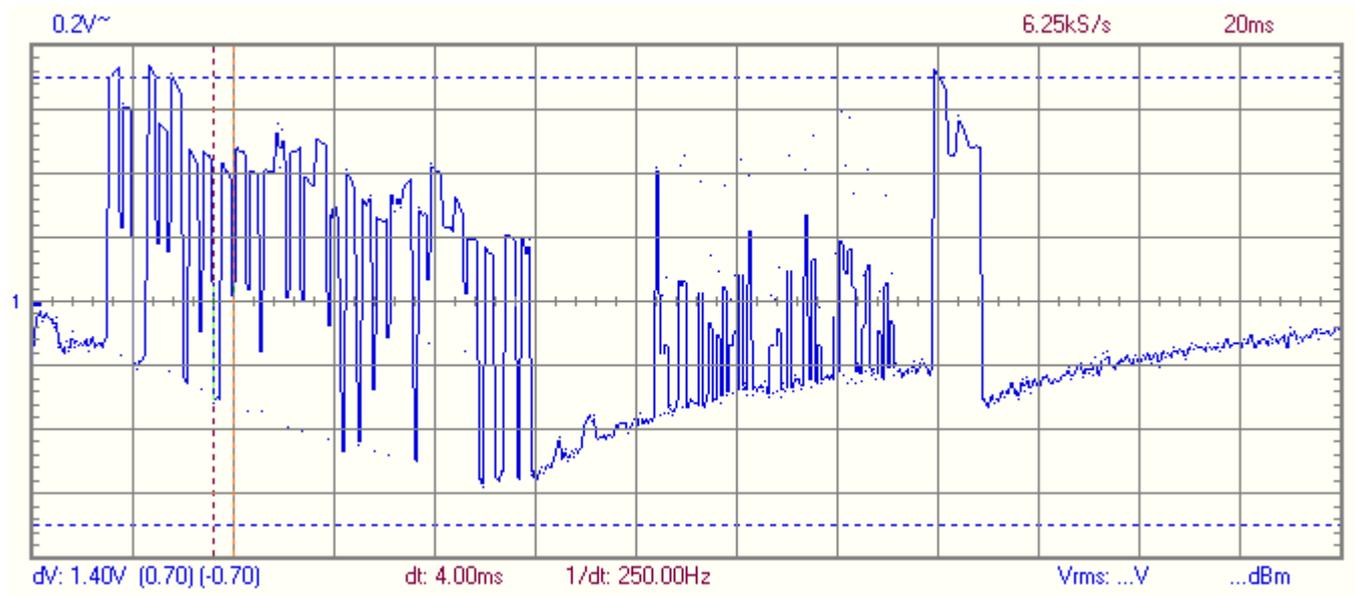
La fréquence de pulsation est d'environ 10Hz. On se situe ici dans la zone des fréquences de fonctionnement du cerveau, pouvant peut-être expliquer (en plus de la porteuse) les perturbations particulières générées par le WiFi ?



Proximité d'une freebox en cours d'activité

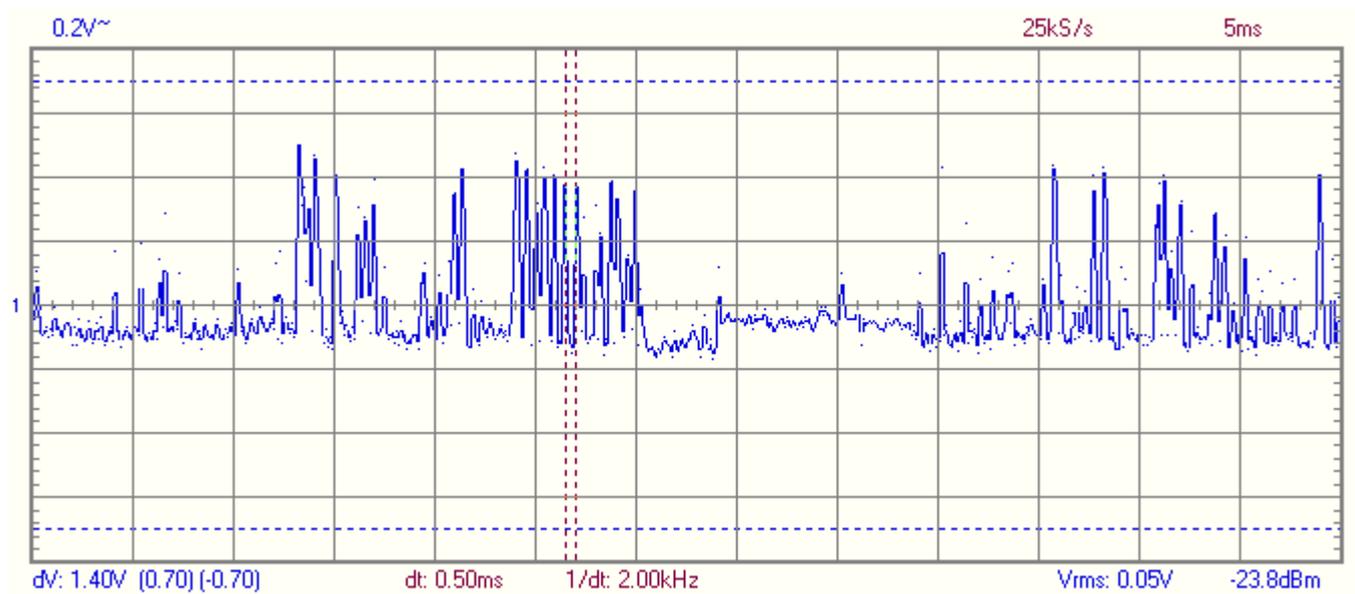


Proximité d'une freebox (activité soutenue)



Interface WiFi sur un PC

Dans le premier cas on voit de nombreuses impulsions courtes, dans le deuxième elles sont moins fréquentes mais plus longues. Le comportement varie en fonction du type d'activité, transfert, performances,...



Les Smartphones fonctionnant en 3G (UMTS)

L'UMTS fonctionne dans la bande 2000/2100MHz. En principe il n'est pas pulsé, même si cela fait parfois débat. Pour les mobiles utilisant la 3G, une différence intéressante par rapport aux mobiles GSM est la façon de gérer le réglage automatique du niveau de puissance d'émission. En effet l'ajustement se fait par le bas et non plus par le haut. Fini donc les fréquentes bouffées d'émissions à fond !

Test d'un Iphone

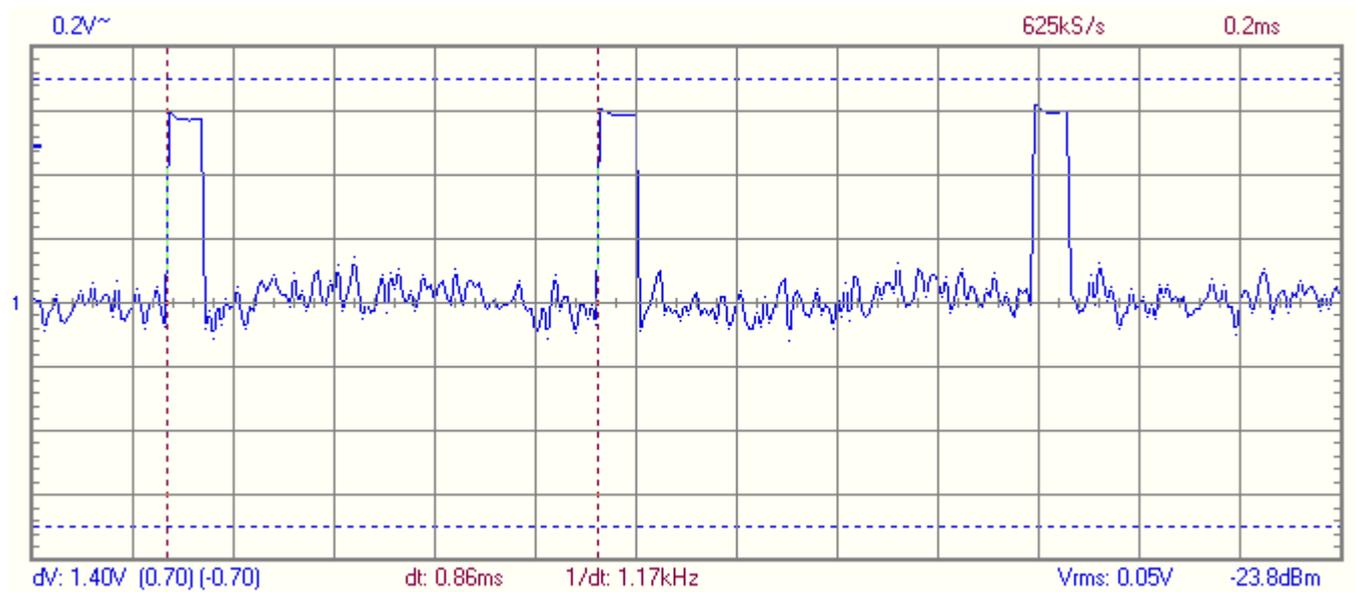
Les conditions de réception étant très bonnes, le niveau d'émission de l'Iphone était très bas, se confondant pratiquement avec le niveau de bruit ambiant. Pas de pics de niveau comme sur les GSM. Nous n'avons pas pu mettre en évidence un signal pulsé, du fait que le niveau d'émission était bas, mais aussi sans doute puisqu'il ne devait pas y en avoir en principe. A suivre ...

Radars

Les radars ont la double caractéristique d'être fortement pulsés et d'avoir un faisceau directif et tournant. Le cycle de rotation dure quelques secondes et l'exposition est maximale une fraction de seconde. La puissance d'émission et la fréquence sont très variables.

Proximité d'un radar d'aéroport (environ 2700MHz)

La fréquence de pulsation est ici de 1,17KHz environ.



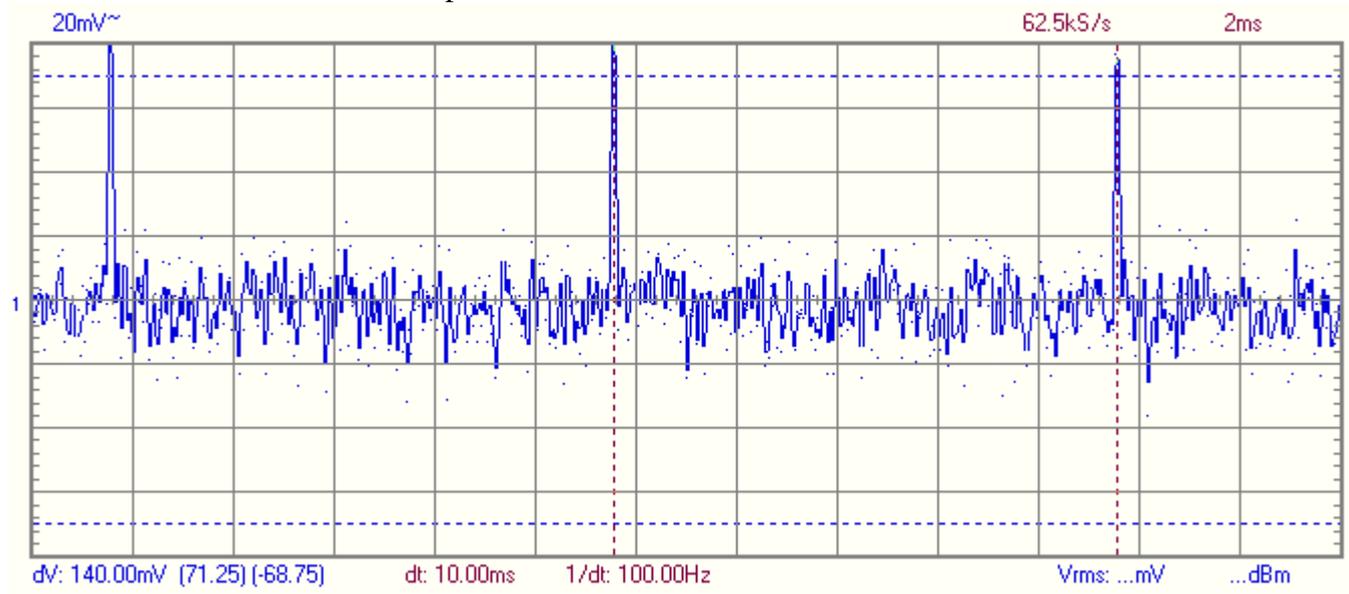
A l'abri chez soi ?

On peut se croire à l'abri chez soi lorsque le niveau de champs électriques est très bas.

Par exemple ici, en intérieur, on est à moins de $1\mu\text{W}/\text{m}^2$ ($0,02\text{V}/\text{m}$)

Pourtant, une orientation bien précise de la sonde met en lumière un signal DECT bien marqué.

Bien sur le niveau est bas mais la pulsation est encore nette.



Conclusion :

Nous sommes soumis en permanence à des champs électromagnétiques ou ondes pulsées, de type et fréquences très variées. Certaines fréquences sont omniprésentes (10,50,100,216Hz par exemple). Quelles conséquences ?

Il serait utile qu'ingénieurs, chercheurs et thérapeutes se mettent autour d'une table pour étudier l'influence sur la santé des champs pulsés (fréquences porteuses, pulsations, forme des signaux, etc...) et trouver les techniques les moins pénalisantes pour le règne vivant. A titre d'illustration, voir les 2 graphiques ci-dessous :

Ondes qui soignent, ondes qui rendent malades ?

Il existe des appareils qui soignent par les champs magnétiques pulsés. Bien sur le traitement doit être adapté à la maladie avec une durée et une fréquence d'application bien précis (posologie). Tout remède hors contexte devient un poison. Ci-dessous à gauche un appareil de traitement réglé sur 100Hz, à droite la pulsation 100Hz d'un DECT. Sans en tirer de conclusions hâtives on peut toutefois s'interroger... La similitude est troublante.

