

Les Antennes – Relais de Téléphonie Mobile

Les antennes relais sont au cœur de la polémique sur la téléphonie mobile. Elles émettent en permanence à un niveau non négligeable pour une partie de la population et les plaintes et oppositions à leur sujet vont toujours croissant. Les relais qui fonctionnent en émission/réception sont le maillon indispensable entre les mobiles et le réseau. Le déploiement des sites relais a commencé dans les années 90. Il y a aujourd'hui plus de 65.000 stations en France. Elles sont répertoriées (ainsi que les mesures officielles) sur le site de l'anfr : <http://www.cartoradio.fr/> .

La couverture quasi-totale du territoire est due à l'exigence des utilisateurs d'avoir la ligne partout sur leur mobile et à une volonté politique forte de ne pas avoir de « fracture numérique ».

Elle se poursuit aujourd'hui pour faire face à l'augmentation du trafic et pour le déploiement de la 3G (UMTS). Ce sont donc les utilisateurs des téléphones mobiles qui construisent (symboliquement) les antennes-relais.

La **fréquence porteuse** est dans la gamme des **hyperfréquences** : **900** et **1800MHz** (GSM) ou **2100MHz** (UMTS). Chaque **station** se voit attribuer des plages de fréquences (**canaux**). Le GSM utilise le **TDMA (multiplexage)** qui permet **8** communications simultanées par canal. La fréquence de **pulsation** des données est de **217Hz** pour les mobiles et entre 217 et 1733Hz pour les relais selon le trafic. Chaque station couvre une zone (**cellule**) de plusieurs centaines de mètres (ville) ou plusieurs Km (campagne). Elle se compose généralement de **3 antennes** qui couvrent chacune **120°** . Les caractéristiques importantes des antennes sont leur **hauteur**, direction (**azimut**) et inclinaison (**tilt**) ainsi que leur **gain** et la **puissance** appliquée. Elles peuvent être **mono, bi ou tri-bandes** (900,1800,2100MHz). Les faisceaux d'émission des antennes sont comparables à ceux des phares. La puissance est maximale dans l'axe des antennes (verticalement et horizontalement) formant le lobe principal accompagné de lobes secondaires moins forts. Quelle est la **puissance** d'émission ? la puissance des amplificateurs est de l'ordre de **quelques dizaines de Watts**. Mais il faut prendre en compte la puissance rayonnée équivalente (**P.I.R.E. = Watts x Gain des antennes**), ce qui donne **plusieurs centaines de Watts** dans l'axe des antennes. Comme il y a souvent plusieurs stations par site on peut dépasser le **KiloWatt** . Sachant que les antennes sont souvent proches des habitations cela n'est pas anodin. Dans les zones d'ombre difficiles à couvrir on peut aussi trouver des **micro** ou **pico-cellules** de faible puissance. Chaque cellule a une **voie balise (BCCH)** qui émet en permanence à pleine puissance (identification et signalisation). Pour les canaux affectés au trafic on a généralement un mécanisme de contrôle de puissance (adaptation à la distance du mobile). Tout ceci explique le fait qu'on aie des variations importantes du rayonnement en fonction du trafic mais avec toujours un niveau minimal élevé à cause de la voie balise. Comment se fait le lien avec le téléphone mobile ? Dès lors qu'il est allumé, le mobile scrute en permanence les voies balises dont il apprécie la puissance pour changer de cellule le cas échéant (déplacement). Il opère alors un « **Location Update** » . Les mobiles disposent également du mécanisme de contrôle de puissance. Ils émettent à fond à la connexion puis réduisent la puissance par paliers jusqu'à obtenir le minimum nécessaire pour une bonne communication (en fonction de la distance et des obstacles).

Les circonstances dans lesquelles les mobiles émettent à fond (pendant quelques secondes) sont : mise en route et arrêt du mobile, location update (intervalle quelques heures en statique ou à chaque changement de cellule en mouvement), début et fin d'appel, réception d'un appel, envoi ou réception d'un SMS. Le plus critique est donc un mobile en mouvement (voiture, train) où les « location update » seront très fréquents (même hors communication) ! Pour mesurer le niveau des hyperfréquences on peut utiliser un « large bande » qui va couvrir un spectre assez large (par ex. 800-2500MHz) ou utiliser un analyseur de spectre qui donnera les niveaux par fréquences détectées. Les large bande sont accessibles aux particuliers (de 100€ à 2000€), les analyseurs réservés aux professionnels.

Mesures du Champ Electrique en Volts/mètre (V/m), ou la **Densité de Puissance en Watts/mètre carré (W/m²)** , plus significative. **Conversions** : $V/m = \sqrt{(W/m^2 \times 377)}$ - $W/m^2 = (V/m)^2 / 377$ - $1W/m^2 = 1000.000\mu W/m^2$.

Le niveau d'exposition à un endroit donné par rapport à une antenne dépend de : la puissance rayonnée, l'azimut, le tilt, la hauteur relative, la distance et les obstacles. La densité de puissance décroît avec le carré de la distance : On peut utiliser les formules suivantes : $V/m = \sqrt{(30 \times P.I.R.E.) / d}$ ou $W/m^2 = P.I.R.E. / (4 \times \Pi \times d^2)$ qui sont valables s'il n'y a pas d'obstacles entre l'antenne et le point de mesure. Voici un exemple réaliste de distance/niveau (distance en mètres / niveau en $\mu W/m^2$) : 50 / 10000 100 / 2500 200 / 625 400 / 156 800 / 39 1600 / 10

A l'intérieur des bâtiments l'atténuation peut être de 10, 100 voire 1000 fois suivant la nature des murs. Les fenêtres représentent les points faibles (aucune atténuation sauf si vitrage thermique et châssis métalliques). Si les obstacles atténuent généralement le signal, les surface métallisées réfléchissent (et donc entretiennent voire amplifient) les ondes. Ce point est déterminant en ville.

Voici quelques **repères** pour situer les niveaux d'exposition, **normes**, **recommandations** :

uW/m ²	V/m	Normes Officielles - Recommandations / Projets de Loi - Points de repères
4.500.000	41	ICNIRP - Norme officielle pour GSM900 (GSM1800 : 58V/m - UMTS : 61V/m)
100.000	6	Russie , Chine , Italie , Pologne , Hongrie , Bulgarie
24.000	3	Compatibilité CEM (Norme Européenne) - Belgique (Wallonie) - Italie (Tyrol Sud)
10.000	2	Charte (Paris) - Exemples de niveau à 50m d'une antenne relais mobile , 1,5m d'une base DECT , 1m d'une carte WiFi
1.000	0,6	Salzbourg 1998 - Proposition de loi (Déc. 2007) France - Revendication des Associations
100	0,2	Parlement Européen (STOA 2001) - SBM2003 (Biologie de l'habitat Allemagne) : anomalie extreme
20	0,09	Exemples de niveau à 1Km d'une antenne relais mobile ou une base DECT d'un voisin en zone pavillonnaire
10	0,06	Salzbourg 2002 : recommandation niveau extérieur - Exemple de niveau WiFi d'un voisin en appartement
4	0,04	Détérioration significative de la qualité du sommeil (Alpeter 1995 et Abelin 1998)
1	0,02	Salzbourg 2002 : recommandation niveau intérieur
0,1	0,006	SBM 2003 : faible anomalie (0,1 à 5uW/m ²) - exemple de niveau en pleine nature hors de vue des antennes relais
0,001	0,0006	Niveau approximatif requis pour le bon fonctionnement d'un mobile GSM (variable)
0,000001	0,00002	Niveau naturel pour la bande de fréquences de la téléphonie mobile (Dr Neitzke)

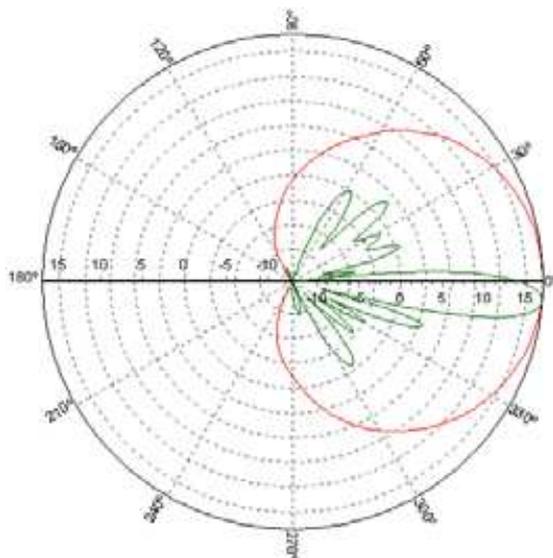
On notera que les normes sont à un niveau de l'ordre de 5000 fois plus élevées que la revendication à 0,6V/m (1000µW/m²) qui est elle-même déjà 1 milliard de fois plus élevée que le niveau naturel. Les normes ne tiennent compte que des effets thermiques à court terme. Les recherches et l'expérience des riverains montrent qu'il y a des effets sur la santé très en-dessous des normes et même dès 0,6V/m. Une révision des normes est donc indispensable. De plus la norme CEM à 3V/m devrait en principe être appliquée et rendre ainsi caduques les normes ICNIRP.

Vrai / Faux : Quelques affirmations qui reviennent souvent concernant le thème relais mobiles . Qu'en est-il ?

- *Nous sommes exposés depuis des décennies aux ondes Radio/TV sans effet sanitaire* : **Faux**. Il y a aussi des effets sanitaires mais beaucoup plus localisés. Les émetteurs de forte puissance (>1KW) sont très rares (seulement 1 ou 2 par département) alors que les antennes relais mobiles sont partout et on est toujours proche de l'une d'elles.
- *Le niveau des ondes FM domine les autres services (dont GSM)* : **Faux** . Il suffit de consulter les mesures officielles publiées sur cartoradio pour constater que les niveaux GSM/UMTS sont loin au-dessus des autres.
- *Il est impossible de fonctionner avec 0,6V/m* : **Faux** . Il y a de nombreux cas où cela fonctionne déjà surtout à la campagne. Il est possible de déplacer des relais mal placés et les sortir des agglomérations. En ville la forte densité des relais doit permettre une baisse des puissances. Quel serait l'impact dans un cas classique ? On trouve souvent des valeurs de l'ordre de 2V/m (10.000µW/m²) . Passer à 0,6V/m (1000µW/m²) reviendrait donc à diviser la densité de puissance en tout endroit couvert par ce relais par 10 ce qui ne pose pas de gros problèmes.
- *0,6V/m est insuffisant. Il faudrait descendre plus bas (0,2V/m par exemple)* : **Vrai** . 0,6V/m c'est insuffisant pour les personnes sensibles car des effets se font sentir à des niveaux bien plus bas. Mais c'est un premier pas. De plus une norme plus basse générerait des soucis de couverture du réseau pouvant entraîner la multiplication des relais ce qui irait à l'encontre du but recherché. En fait le principal problème du niveau de réseau nécessaire est l'exigence du public de pouvoir téléphoner de partout surtout dans les bâtiments avec une forte atténuation. Une levée ou un assouplissement de cette exigence permettrait de fonctionner avec des niveaux extrêmement bas et de protéger les lieux de repos comme les chambres à coucher (notamment des enfants) et les hôpitaux.
- *Diminuer le niveau d'émission des relais entraîne une augmentation du niveau émis par les mobiles* : **Faux**. Les mobiles émettent plus fort lorsque le relais est éloigné ou qu'il y a des obstacles importants. La diminution du niveau d'émission des relais ne change rien aux conditions d'émission mobiles vers relais.
- *Si on fixe une norme à 0,6V/m le principal problème viendra des mobiles* : **Vrai** . C'est peut-être déjà le cas et le deviendra avec certitude. Il est alors indispensable d'informer le public, changer les comportements et traiter le problème de la téléphonie passive par une réglementation dans les lieux publics à l'image du tabagisme passif, surtout et à commencer par les transports publics où la pollution est la plus conséquente (le seul fait d'avoir des portables allumés génère des « update location » fréquents dus au déplacement avec émission à pleine puissance).
- *En l'état actuel aucun effet sanitaire n'a été démontré* : **Faux** . Le rapport Bioinitiative qui a analysé plus de 1500 études a conclu à la nocivité de la téléphonie mobile avec les niveaux d'émission actuels. Aucun règne vivant n'échappe à l'influence des ondes type téléphonie mobile, jusqu'aux plantes (une récente étude effectuée par des chercheurs de Clermont-Ferrand démontre un effet de stress sur des plants de tomates)
- *Les effets des relais mobiles sur la santé sont psychosomatiques* : **Faux** . La plupart des personnes se plaignant de troubles n'étaient pas au courant de l'existence des antennes relais ou des risques afférents, ou n'avaient pas de préjugés . De plus l'argument ne tient pas pour les animaux et les plantes pour lesquels des effets sont avérés.
- *Sous les antennes les riverains sont protégés par un effet parapluie* : **Faux**. Le bâtiment sur lequel est installée l'antenne est exposé aux lobes secondaires et aux réflexions sur les structures voisines. L'effet parapluie se vérifie donc rarement (Dalle de toit isolante aux ondes et pas d'éléments réflecteurs dans le voisinage).

- *Il vaut mieux habiter à plus de 300m d'une station relais* : **Vrai**. Le niveau d'exposition devient supportable au-delà de cette distance. Toutefois c'est une valeur moyenne . On peut encore trouver des valeurs élevées au-delà ou des valeurs plus basses en-deçà selon la configuration. En ville avec un habitat très serré ce repère perd de sa valeur car les niveaux sont très variables, de plus la densité des relais y est très élevée.
- *Il vaudrait mieux avoir plus d'antennes avec un niveau d'émission plus faible* : **Cela dépend !** La multiplication des antennes avec un niveau d'émission plus bas permet de diminuer le niveau d'exposition maximal mais risque d'augmenter le niveau moyen ce qui serait préjudiciable. En fait il faut examiner au cas par cas les hypothèses en appliquant la règle d'atténuation du niveau avec la distance (diminution du niveau au carré de la distance). Dans tous les cas le principe ALARA devrait être appliqué (aussi faible que raisonnablement possible)
- *La mesure du niveau d'exposition est gratuite* : **Vrai** . Il suffit de faire une demande à la mairie ou à l'opérateur qui gère le site concerné. Le résultat des mesures sera restitué au demandeur et publié sur le site cartoradio.
- *Les résultats des mesures font l'objet d'une correction* : **Vrai**. Pour les ondes type téléphonie mobile dont le niveau est très variable on applique un correctif aux mesures réalisées en fonction de l'heure. Les chiffres publiés représentent donc un maximum théorique, pouvant être de l'ordre du double du niveau effectivement mesuré.

Annexes :



Exemple de diagramme de niveau / directivité d'une antenne GSM.

La courbe en rouge indique le gain de l'antenne sur le plan horizontal. Il est maximal dans l'axe de l'antenne et décroît progressivement lorsqu'on s'éloigne de l'axe. On obtient une couverture homogène de l'espace lorsqu'on dispose 3 antennes de ce type à 120° .

Le diagramme en vert indique le gain de l'antenne en fonction de l'angle par rapport à la perpendiculaire de l'antenne (diagramme vertical).

Les variations sont beaucoup plus importantes que sur le plan horizontal. Ce diagramme explique qu'on trouve un lobe primaire puissant dans l'axe de l'antenne accompagné de plusieurs lobes secondaires, moins puissants mais non négligeables à proximité. On en déduit également l'importance du tilt de l'antenne, de la distance et de la hauteur relative antenne / sujet exposé.

Les caractéristiques varient bien sur d'un modèle à l'autre mais le schéma général reste le même.

Liens intéressants sur le sujet :

Le dossier technique très complet de *Next-Up* : <http://www.next-up.org/main.php?param=antennelaistm#1>

Analyse du rapport Bioinitiative par *Robin des Toits* : http://www.robindestoits.org/Preuves-scientifiques-du-danger-pour-la-sante-de-la-telephonie-mobile-le-rapport-Bioinitiative-2007-_a78.html?PHPSESSID=8d746e82d3ea80c22b4589041f864c9a