



ANTENNES RELAIS - FICHE TECHNIQUE

Quel est le fonctionnement ?

ASPECTS TECHNIQUES

Les diverses générations de téléphonie mobile en service

Type	Fréquences porteuses	Débit	Pulsé
2G	900, 1800 MHz	9,6 Kbit/s	216 Hz
2,5G (GPRS)	900, 1800 MHz	40Kbit/s à 171Kbit/s	216 Hz
EDGE (évolution GPRS)	900, 1800 MHz	248 Kbit/s	216 Hz
3G (UMTS)	900, 2100 MHz	1,9 MBit/s	Oui (variable)
4G LTE)	800, 1800, 2600 MHz	150 Mbit/s	Oui (variable)
4G+	800, 1800, 2600 MHz	1 Gbit/s	Oui (variable)
5G	700 MHz (5G bas débit) 3,5 Ghz, 26 GHz	10 à 100 GBit/s	Oui (variable)

Les valeurs pulsées concernent les téléphones portables (pour les antennes, les pulses dépendent du nombre d'utilisateurs et du débit). Les antennes relais envoient la 3G en pulsée, mais celle ci n'est pas pulsée sur les téléphones.

- L'élévation de la fréquence porteuse permet de transporter une plus grande quantité de données, mais la distance de transmission s'atténue (de quelques dizaines de km en 2G à seulement 100m en 5G), d'où la nécessité de coupler avec la fibre optique, ou d'émettre en bas débit 700 MHz en zone rurale.
- Une fréquence porteuse pulsée émet les données par paquets (ce qui accroît le volume de données), mais ces impulsions courtes à haute intensité ont des conséquences sanitaires.

L'installation et les équipements

La Station de base (BTS) recouvre l'ensemble des équipements nécessaires au fonctionnement d'un système émetteur/récepteur de téléphonie mobile

- Elle est constitué par un **mât** supportant les antennes d'un opérateur, mais qui peut ultérieurement recevoir les équipements d'autres opérateurs (mutualisation) ;
- La plupart des antennes qui sont installées actuellement sont de type « panneau » et intègrent les technologies 2, 3, 4 et souvent 5G ;
- Une antenne de station radiodiffusion hertzienne émet uniformément dans toutes les directions, elle est dite « isotrope » ;
- Une antenne de téléphonie mobile 2, 3 et 4G est directionnelle. Le faisceau est émis avec le plus de puissance dans une direction donnée (lobe principal).

Pour optimiser la connectivité, l'émission à une fréquence donnée se fait avec 3 antennes (parfois 2) orientées en général à 120° l'une de l'autre : l'angle d'émission, rapporté au Nord magnétique (0°) s'appelle « **l'azimut** ». Presque toujours, les fréquences 2, 3 et 4G d'un même mât ont les faisceaux orientés dans la même direction, d'où un cumul du rayonnement électromagnétique.

- Les faisceaux sont inclinés, par rapport à l'horizontale, d'une valeur qui dépend de la zone d'incidence visée : lorsque les faisceaux arrivent au sol vers des zones habitées, le rayonnement se fait plus intense. L'angle d'inclinaison s'appelle « **tilt** » ;

- La portée d'une antenne, à une fréquence donnée, est fonction de sa **puissance d'émission**, qui est configurable et modifiable à distance. Elle permet de calculer la **valeur d'exposition au champ électromagnétique** selon la distance (cette valeur décroît avec le carré de la distance) ;
- **La technologie des antennes 5G, dite à faisceau orientable, utilise un balayage complet du faisceau dans l'espace de son champ d'action sur une durée de 20 millisecondes, donc 50 fois par seconde (MIMO).**

Pour les plus courageux, l'Annexe (en page 4) donne les éléments et formules de calcul pour trouver ces valeurs selon les caractéristiques techniques que l'on trouve dans le Dossier d'Information Mairie.

La **Baie** (armoie métallique) renferme les alimentations et unités de commande des antennes.

Elles sont alimentées par le réseau 220V d'EDF, transformé en 48V via un transformateur.

La partie électronique comporte des sélecteurs de fréquences, amplificateurs des signaux émis/reçus, et un réglage de la puissance d'émission.

Ces éléments sont commandés à distance depuis le Contrôleur de Station de Base (BSC) relié à la Station de Base par un protocole de liaison « Abis », qui s'établit souvent par l'intermédiaire d'un **Faisceau Hertzien (FH)** : il est constitué par 2 antennes très directionnelles, en visibilité entre le BST et le BSC, avec une fréquence porteuse très élevée (plusieurs dizaines de GHz).

Les caractéristiques techniques que l'on trouve dans les DIM transmis par les opérateurs, sont souvent identiques et standard, ce qui donne approximativement, et de manière récurrente, les estimations suivantes :

Les puissances cumulées émises dans une direction donnée varient de 1000 (3G) à 3000 Watts (4G), d'où des valeurs d'exposition de:

- 1,5 à 3 V/m à 100 m

- 0,5 à 1 V/m à 300 m

Il faut se situer à 600m pour descendre en dessous de 0,6 V/m.

Attention, les valeurs calculées ici sont des valeurs « PIC » instantanées (tenant compte des effets biologiques) alors que l'ANFR mesure des valeurs « RMS » (valeur moyenne efficace sur une durée de 6mn) nettement inférieures, et ne tenant compte que des effets thermiques.

La Résolution 1815 du Conseil de l'Europe (27 mai 2011), qui prend en compte les effets biologiques, préconise des valeurs < 0,6V/m, pour des durées < 4h, et < 0,2V/m en permanence.

Par comparaison, les seuils officiels de valeurs limites d'exposition (qui ne tiennent compte que de l'effet thermique) sont compris entre 41 V/m et 61 V/m selon les fréquences, ce qui est énorme.

La puissance d'émission des antennes 5G est en moyenne 2 à 20 fois supérieure à celle des antennes 4G, et les DIM peuvent indiquer des puissances de ces antennes pouvant atteindre plusieurs dizaines de milliers de Watts.

Vouloir limiter la croissance du nombre d'antennes relais dans notre environnement doit passer nécessairement par la limitation drastique du volume de nos données mobiles.

Voir cette fiche RDT :

https://www.robindestoits.org/SMARTPHONES-CONSEILS-POUR-UN-USAGE-RAISONNE_a2856.html

Nous ne capitulons pas, mais nous pensons que le pouvoir est maintenant entre les mains des consommateurs de technologies sans fil, à qui nous conseillons de réserver l'usage du mobile à la téléphonie vocale.

https://www.robindestoits.org/POLLUTION-ELECTROMAGNETIQUE-LIMITER-SON-EXPOSITION_a2661.html

ANNEXE : CALCUL DES 3 VALEURS CARACTÉRISTIQUES D'UNE ANTENNE RELAIS

Conversion de la puissance de l'antenne en Watts

Les Dossiers d'Information Mairie expriment la puissance en dBW (décibels Watts).
dB représente un gain en amplification.

La puissance exprimée est la PIRE (Puissance Rayonnée Isotrope Équivalente)

Plus rarement, il peut s'agir de la PAR (Puissance Apparente Rayonnée), que l'on peut convertir en PIRE par la formule: $PAR = PIRE + 2,15 \text{ dBW}$

La formule de passage des dBW aux Watts est : $P_{(W)} = 1W \times 10^{(P \text{ dBW}) / 10}$

Littéralement: P (W)= 1W x 10 puissance (P dBW/10)

P en dBW se situe souvent dans la fourchette 25-35 dBW, dont voici l'abaque de correspondance :

10 dBW	40 dBm	10 W
20 dBW	50 dBm	100 W
30 dBW	60 dBm	1 kW
40 dBW	70 dBm	10 kW

Les valeurs autres que les dizaines peuvent s'obtenir approximativement par extrapolation.

Si plusieurs antennes émettent, à différentes fréquences, dans une même direction, leurs puissances en Watt s'additionnent algébriquement, en dBW vectoriellement.

$P_{\text{totale}} = \text{Racine}(P1 \text{ carré} + P2 \text{ carré} \dots)$

Calcul du Champ Électromagnétique selon la distance

La valeur de l'exposition au rayonnement électromagnétique, émis par une source, est inversement proportionnelle à la distance entre le point de mesure (ou de calcul) et de la source.

Aux fréquences de la téléphonie mobile, les champs électrique et magnétique se confondent pour donner le champ électromagnétique, qui peut s'exprimer en V/m (Volts par mètre).

Sa formule est : $[\text{Racine carrée de } (30 \times \text{PIRE en Watts})] / \text{distance (en mètres)}$

Exemple : si le PIRE d'une antenne 4G est de 33 dBW, ce qui correspond à environ 2000 W, pour une habitation située à une distance de 100m, on peut calculer ainsi le champ électrique :

Champ électrique (en V/m) = $[\text{Racine carrée de } (30 \times 2000)] / 100 = 2,44 \text{ V/m}$

Calcul de la distance à laquelle le faisceau arrivera sur la cible (sol ou bâtiment)

$L = (H1 - H2) / \text{Tangente Phi}$

H1 est la hauteur de l'antenne par rapport au sol

H2 est la hauteur de la cible (donc 0 pour le sol)

Phi est l'angle d'inclinaison (TILT) du faisceau (négatif vers le bas, positif vers le haut)

Par exemple, pour un tilt de 3° vers le bas, les antennes étant à 16m de hauteur, le faisceau arrivera au niveau du sol à 320m du mât, et son incidence y sera maximale.

On peut ainsi vérifier si, pour un logement donné, le faisceau sera incident ou non.

Tableau de conversion (pour des tilts usuels de 0 à 6°)

Angle	0	1	2	3	4	5	6
Tangente	0	0,017	0,035	0,052	0,070	0,087	0,105