

Radio mobile ... on line

Radio Mobile est un très bel outil de prévision de couverture mis à disposition gratuitement par Roger Coudé VE2DBE¹.

Mais ...

C'est un outil de **prévision** c'est-à-dire que ce n'est pas la réalité physique, ce n'est pas la couverture vraie, mais quelque chose qui permet d'avoir une "idée" sur ce que pourrait être la couverture.

C'est un outil basé sur un **modèle de propagation** développé par **Longley et Rice** dans les années 1968. Il est valable de 20 MHz à quelques GHz. Les formules existent sur Internet, on peut donc les reprendre et les recopier dans un programme (software) et l'adapter à ses besoins (à ses goûts) personnels.

Le modèle Longley-Rice est basé sur un terrain irrégulier, c'est-à-dire le terrain réel avec son relief. Or, fort heureusement, la NASA met gratuitement à disposition une base de données des altitudes relevées lors de la Space Shuttle Radar Terrain Mapping Mission (SRTM). Ces données sont prises toutes les secondes d'arc de latitude et/ou de longitude, ce qui représente grosso modo une distance de l'ordre de 30 m. Cela peut être suffisant pour les besoins radioamateurs.

Le modèle Longley-Rice a été développé pour la radiodiffusion (FM et TV) et puis il a aussi utilisé pour la radiotéléphonie mobile (police, ambulance, pompiers, taxis ...) et aujourd'hui on l'utilise aussi dans un concept plus large des télécoms mobiles. Ces dernières années aussi, on a également utilisé le concept de "*mobile or portable outdoor*" où on est à l'extérieur, en voiture ou à pied avec une radio mobile ou portable, et le concept de "*mobile or portable indoor*", où on est à l'intérieur avec ces radios portables. On estime généralement que l'atténuation supplémentaire lorsqu'on est derrière la fenêtre est pratiquement nulle, par contre lorsqu'on est à l'intérieur du bâtiment (derrière les murs) l'atténuation est de l'ordre de 10 à 16 dB.

Lorsqu'on est en portable, il apparaît un autre phénomène appelé "**body-loss**", en effet le corps humain constitué en grande partie d'eau agit comme un absorbeur d'ondes électromagnétiques.

À côté du modèle de Longley-Rice, il existe une série d'autres modèles. À commencer par le très simple calcul de l'horizon radioélectrique² qui donne une "idée", mais sans tenir compte du terrain. Sans entrer dans les détails, on peut citer le modèle CCIR-370 (développé en 1951) revu et corrigé par ITU-R P.1546 (à partir de 2001).

Il y a le bilan d'une liaison par faisceau hertzien, complété par les calculs de Fresnel, et par le modèle Fresnel-Deygout, etc ... Il a aussi le modèle d'Egli et le modèle d'Hata-Okumura. Tous ces modèles sont valables dans les bandes VHF-UHF. Tous ces modèles ont des limites dans le schéma

¹ <http://www.cplus.org/rmw/>

² donné par la relation $d \text{ (km)} = 4,2 \left(\sqrt{h_1 \text{ (m)}} + \sqrt{h_2 \text{ (m)}} \right)$ et tenant compte de la réfraction "normale".

de modélisation. Mais tous ces modèles donnent des **résultats différents**. Ces différences sont parfois minimes, mais elles sont parfois aussi non négligeables. Le modèle Longley-Rice n'est donc pas "la vérité", mais "**une des vérités**".

Les professionnels de la radiodiffusion en Amérique du Nord utilisent souvent Longley-Rice, les européens plutôt ITU-R P.1546 et couplé à la méthode Fresnel-Deygout.

À côté du programme de Roger Coudé VE3DBE, il existe d'autres logiciels de prévision **professionnels**³ ... plus complets, plus exacts, plus performants, mais dont les prix commencent à partir de 100.000 euros. Radio Mobile de Roger Coudé VE2DBE convient pour les besoins "radioamateurs" et donne déjà une bonne idée de la couverture **s'il est bien utilisé et si on comprend ce que l'on fait.**

De fait aussi, même s'il est très mal utilisé, Radio Mobile permet de comparer des sites. Donc même si deux couvertures sont totalement fausses, le site qui donne la plus grande couverture donnera aussi la meilleure couverture en réalité.

Au fait Roger Coudé VE2DBE a mis deux outils gratuitement à disposition des radioamateurs:

- un programme assez complet.
- un programme en ligne, une version simplifiée que beaucoup de radioamateurs utilisent.

Le programme Radio Mobile **complet** nécessite de bonnes bases de la théorie de la propagation et en particulier du modèle Longley-Rice. C'est déjà un programme pour les spécialistes⁴. Un excellent document de 350 pages a été réalisé par Ian Brown, G3TVU⁵. Le site de PE1MEW donne également des informations intéressantes.

Le programme Radio Mobile **en ligne** est beaucoup plus simple, et le danger est de donner un outil à des apprentis sorciers incapables d'interprétations ou de discernements.

Nous allons d'abord nous focaliser ici sur ce programme en ligne et essayer d'analyser les différentes erreurs.

La **hauteur d'antenne** est la hauteur du bas de l'antenne par rapport au sol moyen. Généralement la hauteur de l'antenne est exagérée. Le programme de VE2DBE tient compte de l'altitude correcte donnée par le SRTM et pour autant que les coordonnées soient correctes.

La hauteur de l'antenne du mobile est de 1.5 m.

Les **gains d'antennes** sont en dBi, donc un dipôle à un gain de 2,15 dBi. Mais les gains d'antennes sont très souvent surévalués. La plupart des caractéristiques "commerciales" donnent des gains surestimés. Mais le but du fabricant d'antennes n'est pas d'être sérieux, mais de vendre⁶.

³ Par exemple <http://www.lstelcom.com/fr/> ou <http://www.atdi.us.com/ICStelecom.php> ou ...

⁴ Certains radioamateurs ont du mal avec la loi d'Ohm et la loi de Kirchhoff, les calculs de champs et les prévisions de propagation vont bien au-delà ...

⁵ http://www.g3tvu.co.uk/Radio_Mobile.htm

⁶ Depuis plus de 30 ans l'ARRL a interdit aux annonceurs du magazine QST de publier de gains d'antennes, précisément à cause de cette lutte entre les différentes marques qui exagèrent dans leur publicité.

Les gains annoncés par des marques comme PROCOM sont probablement plus près de la vérité.

Pour les **mobiles**, il y a encore un autre problème dans l'appréciation du gain et c'est celui des **antennes à base magnétique**. Dans une antenne à base magnétique, la tresse du câble coaxial n'aboutit à aucun conducteur électrique dans la base de l'antenne. Mais le courant passe par capacité entre un anneau à la base de l'antenne à base magnétique et la carrosserie du véhicule. Le diélectrique de cette capacité est constitué par le caoutchouc de protection et les couches de peinture. Selon les diamètres, les épaisseurs de diélectriques et les modèles d'antennes, cette capacité est de l'ordre de 36 à 200 pF. Et puis lorsque le courant aura traversé cette capacité, il trouve un plan de masse en acier, or l'acier n'est certainement pas le meilleur matériau conducteur. On peut facilement enlever 2 à 3 dB à tous les gains annoncés par les constructeurs. Mais, répétons-le, le but du fabricant d'antennes n'est pas d'être sérieux, mais de vendre.

Pour les stations **portables**, des petits bouts d'antennes de 4 cm ne peuvent pas avoir le même gain qu'un quart d'onde. Elles ne peuvent pas non plus avoir un gain de 0 dB. On peut facilement enlever 6 dB à 10 dB tous les gains annoncés par les constructeurs.

Il n'est évidemment pas impossible de faire une prévision de couverture pour des stations **fixes**, il suffit de mettre une hauteur d'antenne de 10 m par exemple et un gain d'antenne raisonnable et une perte dans les feeders raisonnable.

Les cartes de prévisions pour une station mobile, une station portable, ou une station fixe seront différentes, voire fort différentes ! Il est par conséquent **indispensable** d'indiquer si la carte a été faite pour une station de réception **fixe , mobile, portable ou portable intérieur**. Sinon la prévision n'a pas de sens.

Les pertes en ligne côté TX ne posent généralement pas de problème. À défaut, on peut commencer une modélisation avec du RG213 pour lequel on a 8 dB/100 m à 145 MHz et 15 dB/100 m à 435 MHz. Comme la station centrale est généralement un relai, il faut aussi tenir compte des pertes dans les duplexeurs, qui s'élèvent généralement à 1,5 dB. Il faut ajouter les pertes dans les connecteurs et on peut compter environ 0,05 dB par paire de connecteurs mâle/femelle.

Pour les pertes en ligne côté RX, le câble est généralement plus fin et plus court, on peut considérer par exemple du RG58 pour lequel on a 18 dB/100 m à 145 MHz et 32 dB/100 m à 435 MHz. Du câble "low-loss" est généralement un leurre.

Le seuil de réception est un des paramètres importants, c'est lui qui va finalement permettre de dire "couvert ou non couvert". Le seuil de réception de 0,5 μ V correspond à -113 dBm ou un signal entre S4 et S5 c'est la couleur jaune. Et Radio Mobile prend aussi une valeur de 10 dB au-dessus, soit 1,5 μ V ce qui correspond à -103 dBm ou un signal entre S7 et S8 et la couleur verte.

Trois niveaux de couleurs (transparent, jaune, vert) cela donne une idée, mais pas une idée très fine des niveaux reçus (signal fort, signal moyen, pas couvert) .

Pour rappel S9 c'est 5 μ V à l'entrée du récepteur (théoriquement sur 50 ohms) soit -93 dBm.

Pour information, l'UIT considère souvent un champ de référence pour ses calculs de radiocommunication mobiles. Un champ de référence est celui qui correspond à une réception

"confortable". Ces champs sont de 20 dB μ V/m en VHF et 30 dB μ V/m en UHF. Avec une antenne d'un gain de 2.15 dBi (un dipôle standard) cela correspond à une puissance de -98 dBm ou 2,8 μ V à l'entrée du récepteur, dans un cas comme dans l'autre.

Il y a la **fiabilité requise**. En fait le modèle Longley-Rice est un modèle statistique. Ce qui veut dire que, par exemple, si on prend un espace de terrain de 100 m x 100 m et qu'on divise cet espace en morceau de 1 m x 1 m, nous aurons des valeurs de champs électriques (et donc de niveau reçu) qui varient. Lorsqu'on parle de fiabilité de 70 %, cela signifie que sur 70 % de ces carrés de 1 m x 1 m on aura un champ électrique (et donc un niveau reçu) supérieur ou égal à cette valeur, et par conséquent cela signifie que sur 30 % de ces carrés de 1 m x 1 m on aura un champ électrique (et donc un niveau reçu) inférieur à cette valeur. Dans la pratique, il suffit de se déplacer d'un mètre pour avoir "un meilleur signal". Dans la pratique, si le niveau est élevé, cela n'a aucune importance. Dans la pratique cela devient plus ennuyeux si on est en bord de couverture.

Il faut donc bien retenir que le champ électrique (et donc le niveau reçu) n'est pas constant, mais variable en fonction du temps et de l'emplacement, et que pour les besoins de prévisions et de calculs on a adopté des **modèles de répartitions statistiques**⁷.

Le modèle Longley-Rice tient aussi compte de l'indice de réfraction de l'atmosphère. Cet indice est fort différent selon qu'on se trouve dans la zone tempérée ou dans la zone équatoriale⁸. Il pourrait même être différent entre l'Amérique du Nord (VE2DBE est au Canada, il a écrit son programme pour le Canada et les États-Unis) et l'Europe centrale. Il pourrait donc y avoir là une erreur que l'on ne puisse pas paramétrer dans la version "on line".

D'une manière générale **le programme on-line de VE2DBE est beaucoup trop optimiste**.

Une des façons de compenser cet optimisme est de mettre un facteur de fiabilité plus important. J'ai constaté qu'avec 85 à 90 % de fiabilité on était plus proche de la réalité.

Radio mobile ne tient pas compte de l'**environnement**. Car en plus du relief, les conditions de propagation ne sont pas les mêmes selon qu'on est dans un environnement de grandes prairies, de petits sous-bois, de forêts denses, d'un habitat rural aéré, d'un habitat citadin dense ou d'un centre-ville très densément bâti.

Il y a parfois aussi dans les couvertures faites par Radio Mobile on line des "artéfacts", c'est-à-dire des défauts, des coupures de couvertures ou des variations importantes qui apparaissent à 90° ou multiples. Il n'y a pour l'instant pas d'explications sur ces défauts de calculs.

Comment vérifier si le programme on-line de VE2DBE est fiable ou non ? Personnellement j'ai observé les petites taches jaunes en bordure de couverture. Celles qui mesurent à peu près 1 km et je suis allé sur place. Pour autant que les paramètres aient été convenablement limités à des valeurs réalistes et que la fiabilité a été limitée à 85 %, ces zones existent réellement et elles ont, à peu près, la taille donnée sur la carte. J'ai fait cela pour des dizaines de points. C'est la raison pour

⁷ On retient souvent la répartition log-normale pour le champ électrique, mais d'autres modèles sont parfois retenus. Voir Recommandation ITU-R P. 1057.

⁸ L'indice de réfraction varie en fonction de l'humidité relative, la température, la pression, etc ... il varie donc dans l'espace (d'une région du monde à l'autre) et dans le temps (d'un jour à l'autre de l'année). On se base généralement sur des "moyennes". Voir Recommandation ITU-R P.453.

laquelle je pense que le programme on-line de VE2DBE est fiable à condition de donner des valeurs réelles et d'augmenter la fiabilité à 85% au moins.

Dans les environnements radioamateur, les liaisons sont bidirectionnelles. Il semble que Radio Mobile on line tienne compte des deux directions (du relai au mobile et du mobile au relai), mais nulle part on ne spécifie la valeur de la puissance du mobile. Radio Mobile considère que la puissance du relai est probablement la même que celle du mobile. En tous cas cela ne semble être indiqué nulle part.

Pierre Cornélis, ON7PC
