

7.6. Propagation en VHF-UHF

Dans le passé, tous les radioamateurs débutaient par l'écoute du décimétrique. Cette tradition s'estompa en 1975 avec l'apparition des premières licences ON1, et se marqua encore plus fort avec l'apparition des ON2. Avec l'apparition des transceivers portables, le phénomène se marqua encore plus fort...

Ainsi et maintenant, tous les débutants commencent par la découverte des VHF et plus spécifiquement par l'emploi des stations répétitrices. Les stations relais sont sans conteste d'une très grande utilité pour les stations portables et mobiles, **mais la bande 144-146 MHz est bien plus riche que cela** et permet, si on exploite les modes de propagation, d'établir des communications à très grande distance. Il en est de même pour les bandes 6 m, 70 cm et 23 cm.

Nous voulons montrer ici comment utiliser **la bande 2 m pour faire du vrai DX et du beau DX**, comment exploiter ces modes de propagations, et ne pas se cantonner au seul trafic local en FM. Avec les informations qui suivront vous pourrez contacter régulièrement des stations à 200 km, et lorsque vous aurez acquis un peu d'expérience vous pourrez vous mettre en chasse de stations encore beaucoup plus éloignées. Bien sûr, au passage, nous mentionnerons les informations spécifiques aux bandes 6 m, 70 cm et 23 cm.

La connaissance des phénomènes de propagation est vitale pour faire du DX, c'est précisément ce sujet qui sera abordé dans le présent paragraphe.

Remarquons que si en HF il y a presque tout le temps des conditions de propagation permettant de faire du DX, les conditions en VHF-UHF sont beaucoup plus rares. D'où l'importance de bien comprendre les mécanismes afin de les mettre à profit.

7.6.1. La propagation dans l'espace libre

La première approche est purement théorique, en effet on considère une antenne qui émet une onde dans le vide (ou dans l'air à condition que la composition de cet air soit homogène ...).

On peut calculer la puissance reçue, celle-ci vaut $P_r = P_e G A_e / 4 \pi d^2$ mais comme pour les antennes isotropes on a

- $G =$ gain de l'antenne = 1, et,
- $A_e =$ surface équivalente de l'antenne de réception = $\lambda^2 / 4 \pi$

on en déduit que $P_r / P_e = (\lambda / 4 \pi d)^2$ avec $d =$ distance et $\lambda =$ longueur d'onde. Il est important de remarquer que la puissance diminue en fonction inverse du carré de la distance. Si la distance d double, alors la puissance est divisée par 4 !

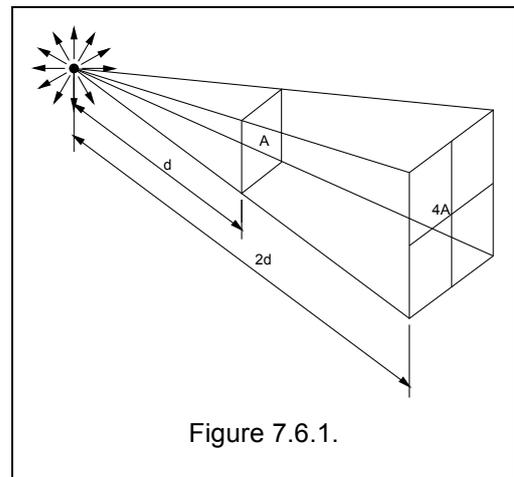


Figure 7.6.1.

Cette relation permet de calculer l'atténuation de l'onde en espace libre c-à-d, $a_f = 10 \log (16 \pi^2 d^2) / (\lambda^2)$ qui retravaillé donne

$$a_f = 32,5 + 20 \log d_{(km)} + 20 \log f_{(MHz)}$$

où a_f est l'atténuation en espace libre (le "f" de "free space") exprimé en dB, d la distance en km et f la fréquence en MHz¹⁶. Attention : Il existe une formule similaire avec des miles et une autre avec des GHz, dans ces cas la constante (32,5) est différente.

Cette formule est très importante pour le calcul des liaisons par faisceau hertzien.

¹⁶ Il existe une formule similaire avec des miles : $a_f = 36,6 + 20 \log d_{(miles)} + 20 \log f_{(MHz)}$

7.6.2. La propagation en visibilité directe

Une première approche en VHF-UHF est de se limiter à la **portée géométrique** ou à la portée radio encore appelé "line of sight" en anglais. La portée géométrique vaut

$$D = \sqrt{2R} (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

(ceci est la solution d'un triangle rectangle voir ci-contre) ou encore

$$D_{(km)} = 3,56 (\sqrt{h_{1(m)}} + \sqrt{h_{2(m)}})$$

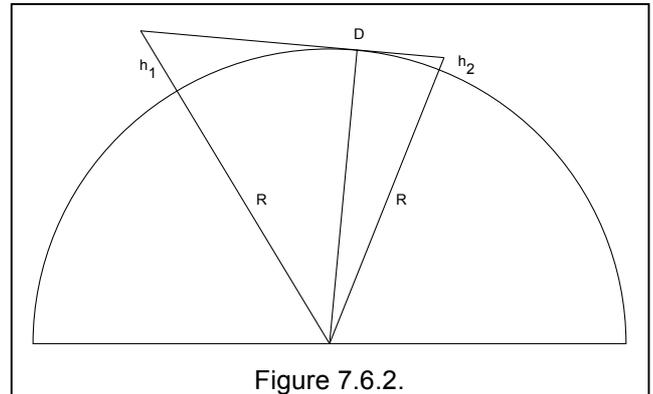


Figure 7.6.2.

Mais, l'atmosphère réfracte légèrement les ondes et celles-ci vont donc légèrement plus loin que la portée géométrique, c'est ce que l'on appelle l' **horizon radioélectrique**.

En temps normal, et pour nos contrées, avec la réfraction normale de l'atmosphère, les ondes vont environ 20% plus loin que la portée optique. Tout se passe comme si le rayon de la terre valait 4/3 du rayon réel¹⁷. La relation ci-dessus devient alors :

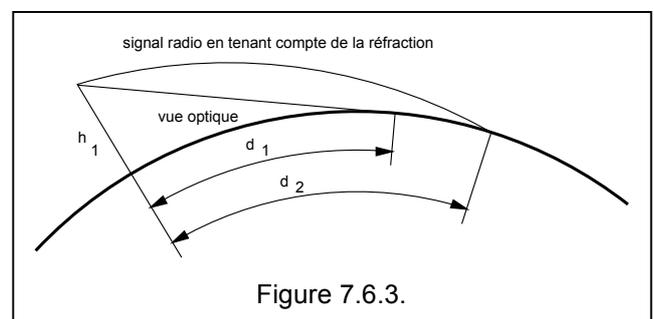


Figure 7.6.3.

$$D_{(km)} = 4,2 (\sqrt{h_{1(m)}} + \sqrt{h_{2(m)}})$$

Un petit exemple: Vous avez un mât de 24 m, et votre correspondant est en voiture (soit une hauteur d'antenne de 2m), la portée géométrique sera de $D = 3,56 (\sqrt{24} + \sqrt{2}) = 3,56 \times (4,89 + 1,41) = 3,56 \times 6,30 = 22,42$ km tandis que la portée radio serait de $4,2 \times 6,3 = 26,46$ km. Bien sûr il faut encore tenir compte des obstacles, des bâtiments, des bois et des forêts, du relief, ... Mais quoi qu'il en soit cette portée est prise comme point de départ pour l'implantation des stations VHF-UHF professionnelles : imaginez que vous deviez installer une antenne pour un service de police et que la couverture doit être de 15 km, vous pouvez, avec les formules ci-dessus, calculer la hauteur théorique de l'antenne d'émission pour pouvoir contacter toutes les voitures dans ce rayon de 15 km.

Pour compléter notre exemple, nous pourrions calculer quelle est l'atténuation sur une distance de 25 km à 145 MHz ? On reprend la formule $a_t = 32,5 + 20 \log d + 20 \log f = 32,5 + 20 \log 25 + 20 \log 145 = 32,5 + 27,95 + 43,22 = 103,67$ dB. Si l'émetteur est de 10 Watts par exemple, on peut calculer le niveau reçu : 10 Watts = 10.000 mW = +40 dBm auxquels il faut soustraire les pertes dans les câbles (à l'émission et à la réception) et ajouter les gains des antennes (à l'émission et à la réception), et retrancher l'atténuation de trajet. Supposons que les pertes dans les câbles soient compensées par les gains des antennes, on arrive donc à un niveau de réception de $+40 \text{ dBm} - 103,67 \text{ dB} = -63,67 \text{ dB}$ sachant que S9 correspond à -93 dBm, le signal est donc encore très fort (S9 + 30 dB !). Ce qui veut dire que tant que l'on est dans la zone de portée radio, on n'a pas besoin de beaucoup de puissance, s'il n'y a pas d'obstacle bien sûr !

De cette formule d'atténuation on peut aussi déduire que si on utilise les UHF au lieu de la VHF, donc le 435 MHz au lieu du 145 MHz, il y aura une atténuation supplémentaire de 9,5 dB ($20 \log 435/145 = 20 \log 3 = 9,5 \text{ dB}$!). Et si on monte encore plus haut en fréquence c.-à-d. que l'on utilise une fréquence de 1296 MHz, l'atténuation supplémentaire par rapport au 145 MHz sera de 19 dB ($20 \log 1296/145 = 20 \log 9 = 19 \text{ dB}$!).

Retenons donc que, grosso modo, si on passe de 145 MHz à 435 MHz on a une atténuation de trajet de 10 dB en plus et lorsqu'on passe de 145 MHz à 1295 MHz, on a une atténuation de trajet de 20 dB en plus.

¹⁷ Comme le rayon de la terre est égal à 6371 km, les 4/3 correspondent à 8495 km.