

7.3. Propagation par ondes de sol

Lorsqu'on examine la formation des ondes pour une antenne verticale, on distingue des lignes de force du champ électrique (fig. a), celles-ci se referment sur la terre, et des lignes de forces du champ magnétiques (fig b) qui sont concentriques à l'antenne.

Ces deux composantes donnent lieu au champ électromagnétique qui se propage en suivant le sol. Ce type de propagation est donc lié à la présence du sol, et à ses caractéristiques (conductivité et coefficient de perméabilité).

La propagation par onde de sol est produite par des antennes verticales et donc en polarisation verticale, elle n'existe pratiquement pas des antennes à polarisation horizontale.

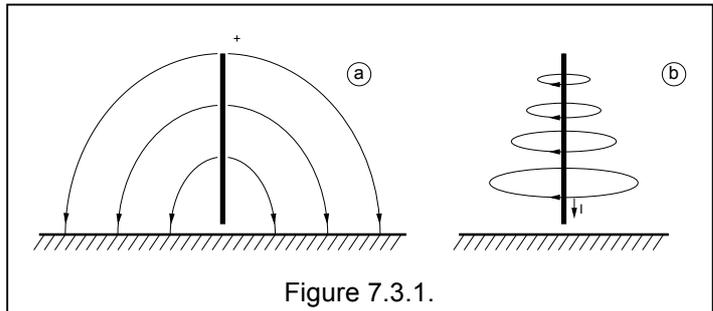


Figure 7.3.1.

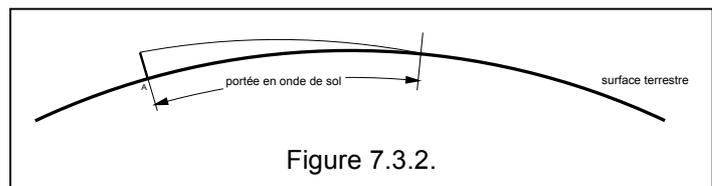


Figure 7.3.2.

La propagation par onde de sol est essentiellement utilisée en radiodiffusion, pour les OL et les OM. Elle est également utilisée en HF pour des liaisons mobiles où l'antenne la plus appropriée pour être montée sur un véhicule est une antenne verticale ("fouet").

En espace libre, le champ est égal à

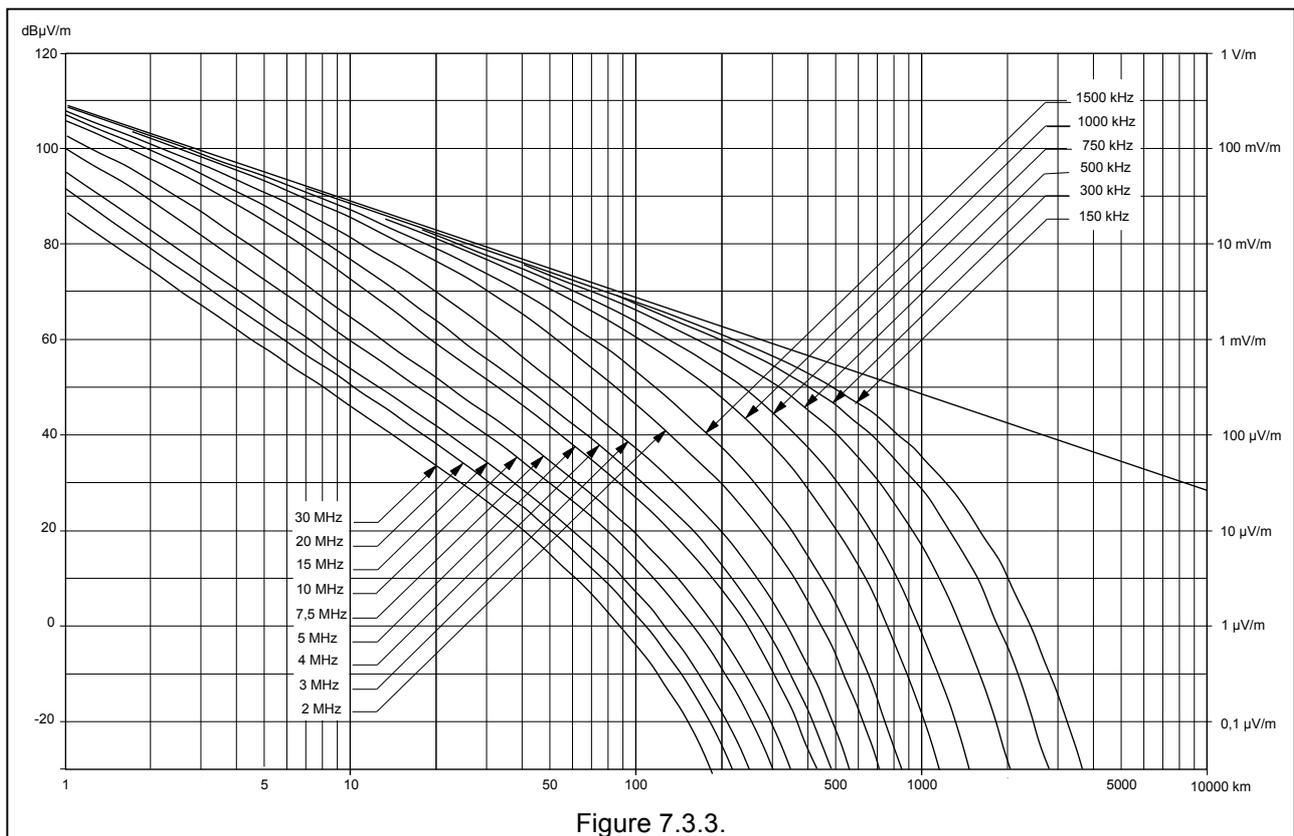
$$E_{(mV/m)} = 173 \sqrt{P_e(kW)} (1/d_{(km)})$$

Mais le long de la surface terrestre, le champ diminue plus rapidement. La distance moyenne que l'onde de sol parcourt avant de s'évanouir dépend donc non seulement des caractéristiques du sol, mais aussi de la fréquence.

La propagation par onde de sol est fortement influencée par la conductivité. Plus la conductivité est grande, plus grand sera le champ électrique. Le champ au dessus de la mer est donc beaucoup plus important que le champ au dessus d'un sol rocailleux.

Il existe des courbes qui donnent le champ en fonction de la distance⁶. Nous avons retenu comme exemple, celle qui donne la propagation pour une bonne conductibilité du sol (conductivité = $\sigma = 20$ mS/m , constante diélectrique $\epsilon = 40$).

⁶ Recommandation ITU-R P.368-7



Il est important de remarquer que ces courbes donnent des valeurs de champs électriques et sont normalisées pour un émetteur de 1 kW. Un émetteur dont la puissance serait "x" dB au dessus de 1 kW donnera un champ "x" dB au dessus de la valeur du champ exprimée en dBµV/m.

En modulation d'amplitude, le champ électrique minimum nécessaire pour obtenir un rapport S/B de 26 dB avec une profondeur de modulation de 30 % est de

- 66 dBµV/m pour les bandes kilométriques (OL),
- 60 dBµV/m pour les bandes hectométriques (OM),
- et 40 dBµV/m pour les bandes décamétriques (OC) et pour les modulations DBL et BLU ⁷.

Ce type de propagation est fortement utilisé pour la radiodiffusion en ondes moyennes par exemple, pour les liaisons entre les navires, pour les liaisons entre véhicules (militaires, par exemple), mais n'est pas utilisé par les radioamateurs pour faire du "DX", la propagation par onde de sol permet tout au plus de faire des contacts "locaux" et essentiellement dans les bandes basses (40, 80 et 160 m).

⁷ Recommandation ITU-R BS.703

Applications:

1. Pour la radiodiffusion sur 620 kHz, on souhaite un niveau de 60 dB μ V/m. Quelle est la puissance de l'émetteur afin de couvrir un rayon de 200 km.

Solution

A l'intersection de la courbe 600 kHz et de 200 km on peut lire un champ de 58 dB μ V/m.

Comme il nous faut 60 dB μ V/m, il faudra donc 2 dB de plus que la puissance de référence (1 kW) soit 1,584 kW

2. Quelle est la portée d'une station de radioamateur en SSB, pour une puissance de 100 W et pour les différentes bandes radioamateurs?

Solution

Le champ minimum pour les OC est de 40 dB μ V/m. A l'intersection de chaque bande de fréquence et de 40 dB μ V/m, on peut lire le résultat

| | |
|---------|-------|
| 3,5 MHz | 75 km |
| 7 MHz | 38 km |
| 14 MHz | 22 km |
| 21 MHz | 18 km |
| 28 MHz | 15 km |

On peut considérer que ces distances sont des valeurs moyennes de la portée par onde de sol pour des stations de radioamateur et, pour rappel, les ondes de sol ne sont produites qu'avec des antennes verticale !