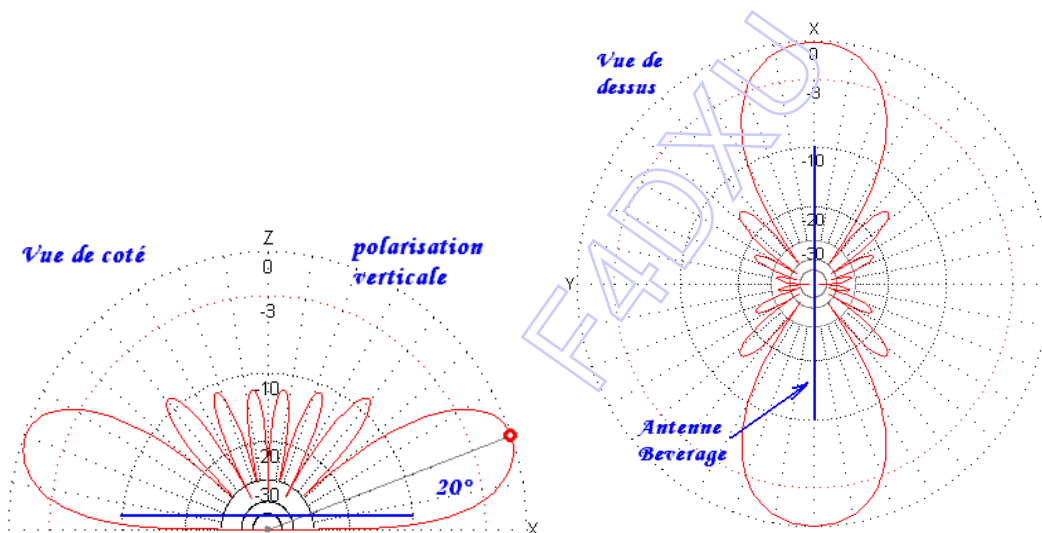


Antenne Beverage bifilaire (F4DXU)

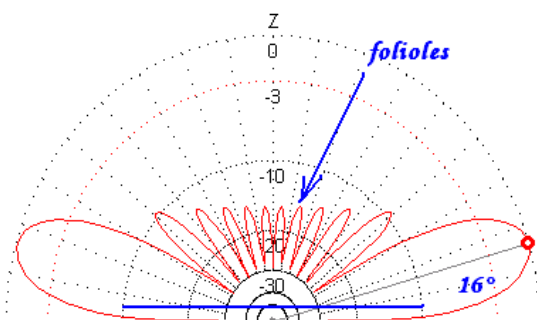
<http://pagesperso-orange.fr/F4DXU/>

La réception des bandes basses jusqu'à 10 MHz n'est pas toujours chose aisée compte tenu des niveaux de brouillages (parasites atmosphériques et industriels, stations proches, etc.). Il est donc souhaitable de pouvoir augmenter le rapport signal utile sur signal parasites ou local.

L'antenne Beverage mono fil (google est ton ami) est une bonne solution même si son gain peut-être négatif dans la plus part des cas. Elle doit, pour ce faire, avoir une directivité très marquée et un angle de tir bas sur l'horizon afin de favoriser les stations DX. Ces deux qualités sont directement liées à la longueur de l'aérien qui peut avoir plusieurs centaines de mètres de longueur, soit un multiple de la longueur d'onde la plus basse pour laquelle l'antenne a été calculée.

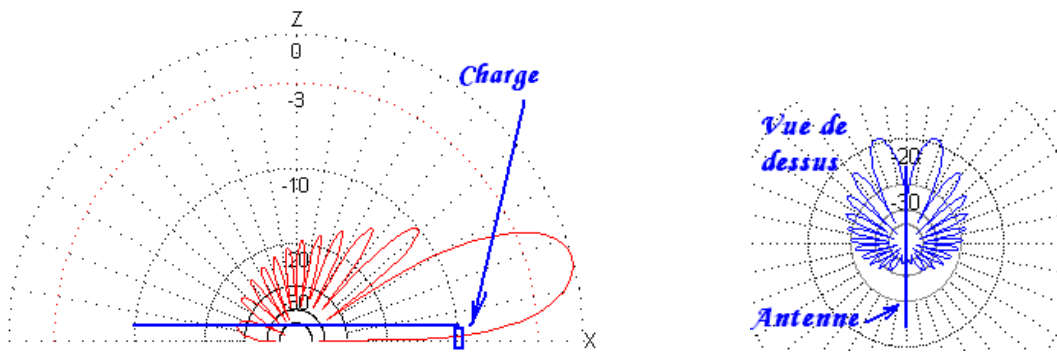


Sur les 2 diagrammes ci-dessus on peut noter une directivité déjà très marquée en polarisation verticale pour une Bev non chargée. L'antenne est bi-directive et ses lobes ont été calculés pour une longueur filaire de 4λ soit une longueur de 640m pour la « top band » ou 160m de longueur d'onde. On peut noter un angle relativement bas sur l'horizon.



Le diagramme ci-contre à été calculé pour une longueur d'antenne de 6λ et l'on peut remarquer que la directivité est un peu plus marquée et que l'angle de départ est passé de 20° à 16° .

Si l'antenne est correctement chargée à une extrémité il y a disparition d'un lobe de rayonnement, son diagramme de rayonnement devient alors unidirectionnel (diag. ci-dessous).



L'antenne Beverage présente aussi une polarisation horizontale (diag. Droite) dont la direction est perpendiculaire au fil mais les folioles ne présentent pas un grand intérêt car elles sont environ à -20 dB du lobe principal et dans un autre plan.

Il est évident que ces caractéristiques d'angle d'élévation et de directivité sont difficilement envisageables avec une antenne Yagi-Uda sur 160m à une altitude de 80m !

Le fonctionnement d'une Bèv. (antenne Beverage) mono fil est relativement simple si l'on considère l'aérien comme une ligne de transmission chargée à ses deux extrémités par des impédances qui lui conviennent (figure 1). Cette ligne de transmission est constituée par le fil lui-même et par le sol. Son impédance caractéristique n'est pas très bien définie à cause des imperfections du sol, de ses constantes électriques qui varient en fonction de la nature du sol et de son taux d'humidité, etc. On peut tout de même en avoir une bonne idée avec l'équation ci-dessous (équ. 1).

$$Z_0 = 138 \cdot \text{Log}\left(\frac{2h}{r}\right) \quad \text{équ. 1}$$

soit environ 550 ohms si le rayon (r) est de 0.5mm et la hauteur du fil par rapport au sol de 2 mètres. Etant donné que la ligne est correctement adaptée à ces 2 extrémités (R=Z0), elle à un fonctionnement en onde progressive. Prenons un cas simple d'une impulsion électromagnétique (rouge) qui arrive par la droite sur la figure 1, elle va se propager le long du fil et va dissiper son énergie dans RX qui représente l'impédance du récepteur. Le rapport de transformation N doit donc satisfaire l'équation suivante :

$$N = \sqrt{\frac{Z_0}{R_X}} \quad \text{équ. 2}$$

Une impulsion (bleue) qui arriverait en sens inverse dissiperait son énergie dans R et non dans le récepteur Rx, c'est ce qui explique qu'une Bèv. correctement chargée a une réception unidirectionnelle alors que si l'on déconnecte R elle devient bidirectionnelle. En effet, l'impulsion bleue sera réfléchi en bout de ligne (désadaptation) et reviendra vers RX.

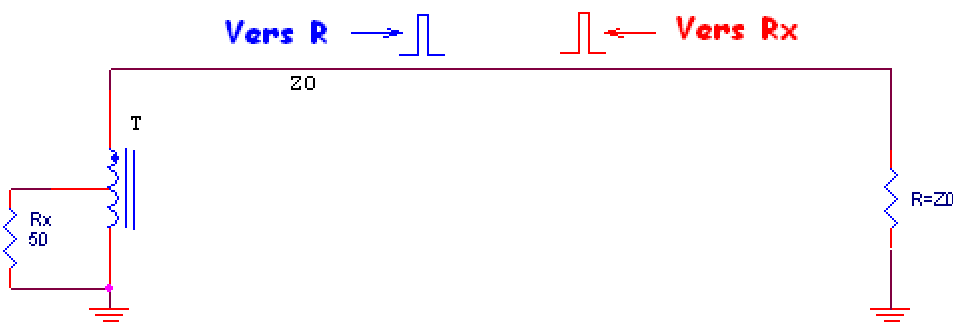


figure 1

Si l'on remplace R par un système identique à T et RX il est alors possible de différencier les 2 directions de propagation dans 2 récepteurs, un à chaque bout de l'antenne (figure 2). L'impulsion bleue se propage vers RX2 et la rouge vers RX1.

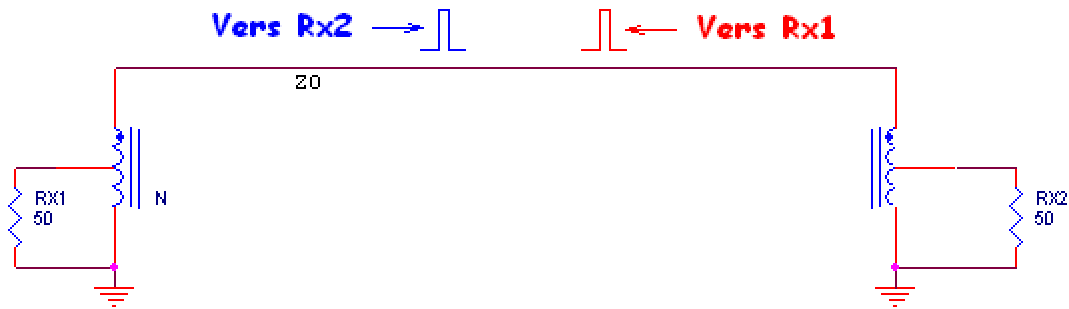


figure 2

On constate rapidement que la chose n'est pas pratique car cela nécessite l'emploi de 2 récepteurs qui seront espacés de plusieurs centaines de mètres ou d'un seul récepteur situé au centre avec un commutateur et des longueurs de câbles coaxial prohibitives. La solution consiste en l'emploi d'un deuxième fil d'antenne parallèle au premier ainsi que des systèmes de réflexion judicieusement positionnés.

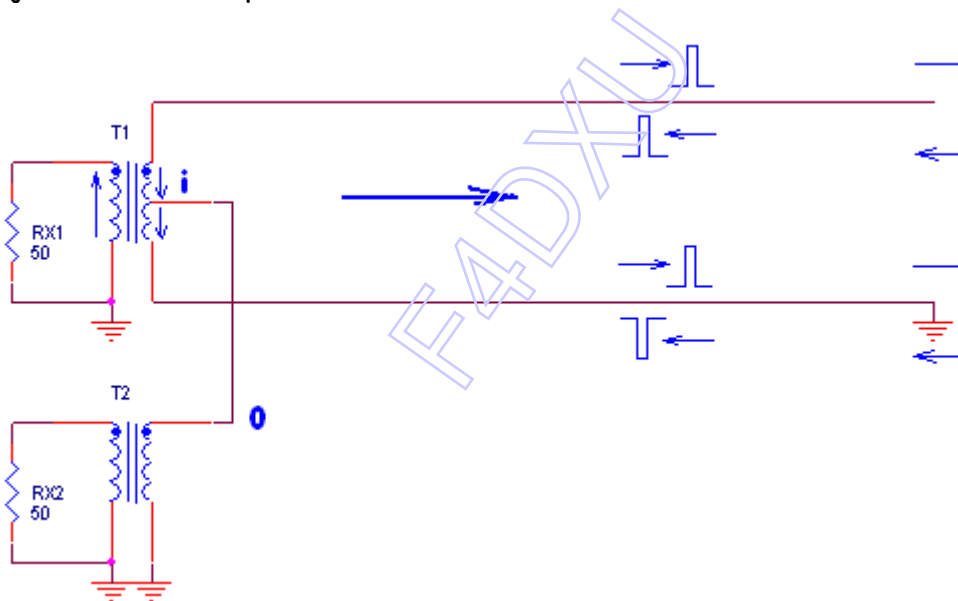


figure 3

La figure 3 ci-dessus montre comment les impulsions bleues se dirigent vers Rx1 alors que RX2 ne reçoit rien.

Le coefficient de réflexion ρ (équ. 3) vaut -1 pour un court-circuit en bout de ligne et +1 pour un circuit ouvert. Ceci explique l'inversion de polarité sur la figure 3.

$$\rho = \frac{Z_{bev} - Z_{charge}}{Z_{bev} + Z_{charge}} \quad \text{équ. 3}$$

Sur la figure 4 ci-dessous, on constate que la direction de propagation change, c'est maintenant RX2 qui reçoit le signal.

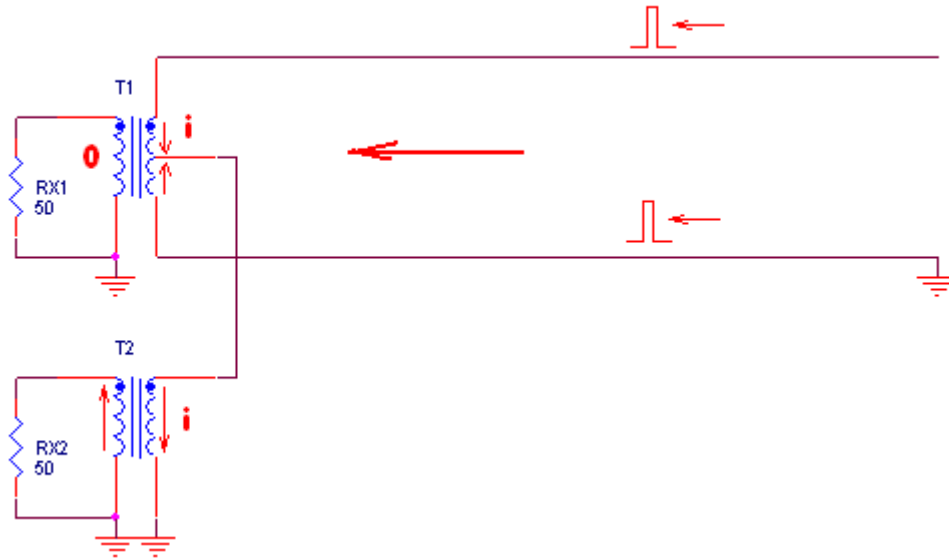


figure 4

Il ne reste plus qu'à déterminer l'impédance caractéristique des 2 fils entre eux ($Z_{bev/fils}$) et des 2 fils par rapport à la terre ($Z_{bev/terre}$) pour ensuite déterminer les rapports de transformation des transformateurs. Les références en la matière plus une bonne dose d'empirisme permettent d'apprécier ces impédances. La littérature nous dit :

$$Z_{bev/fils} = \frac{276}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \text{Log} \left(\frac{2E}{d} \right) \quad \text{et} \quad Z_{bev/terre} = \frac{276}{\epsilon_r} \cdot \text{Log} \left(\frac{E}{\frac{d}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{E}{2H} \right)^2}} \right) \quad \text{equ. 4 et 5}$$

Avec E l'écartement entre les fils, H la hauteur des fils par rapport à la terre et d le diamètre des fils.

Il est tout de même préférable de mesurer ces impédances avec un impédancemètre ou un pont de bruit en chargeant les fils avec des résistances variables. En effet, plusieurs paramètres concernant le sol vont mettre la théorie à rude épreuve. Il suffit ensuite de calculer les rapports de transformation des différents transformateurs.

$$N1 = \sqrt{\frac{Z_{bev/fils}}{RX1}} \quad \text{et} \quad N2 = \sqrt{\frac{Z_{bev/terre}}{RX2}} \quad \text{equ. 6}$$

Pour effectuer des réflexions en bout de ligne il existe une autre solution séduisante dont le brevet était détenu, à l'époque, par M. Harold Beverage en 1929. Il utilisait un transformateur câblé de manière très particulière et connecté aux bouts des lignes. Pour la ligne supérieure de la figure 5, les courants sont de même sens dans les enroulements primaires et secondaires de T3 et les flux magnétiques sont en opposition, la ligne est donc ouverte.

Pour la ligne inférieure de la figure 5, les courants sont de sens opposés et les flux magnétiques sont de même sens, donc cette ligne se referme à la masse par le secondaire de T3. On retrouve le fonctionnement de l'antenne de la figure 4.

Le calcul du rapport de transformation de T3 a pour expression :

$$N3 = \sqrt{\frac{Z_{bev/fils}}{Z_{bev/terre}}} \quad \text{equ. 7}$$

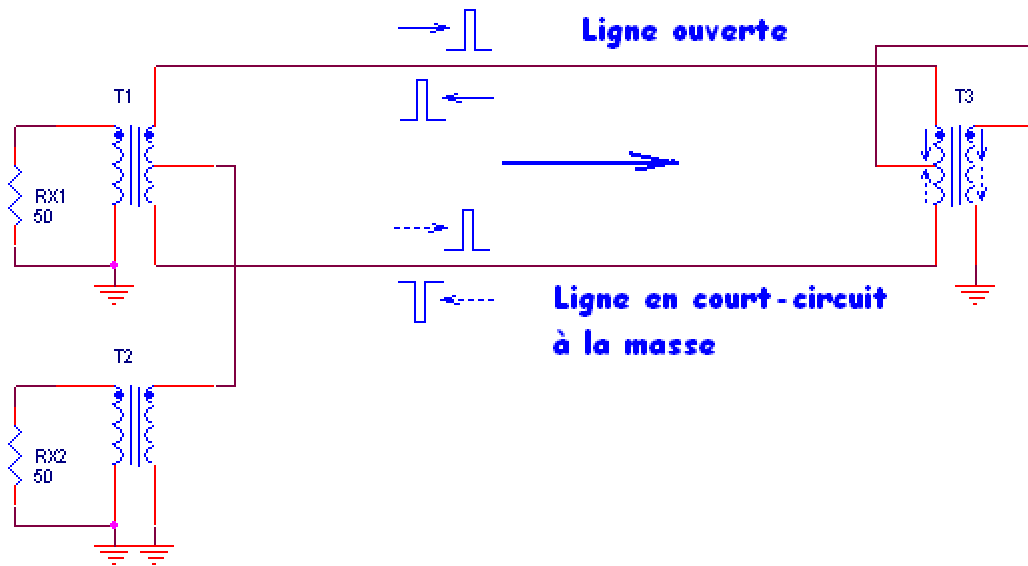


figure 5

Harold Beverage a obtenu le brevet de cette antenne, qui porte son nom, le 7 juin 1921. Par la suite il a apporté des modifications. Dans ces quelques lignes je me suis surtout efforcé de donner une explication simple (la mienne) du fonctionnement de ce type d'aérien, beaucoup de schémas existent, quand aux explications ...

Jean-Marc de F4DXU

Bibliographie : Les lignes de transmissions (Techniques de l'Ingénieur).
Internet

F4DXU