

ANTENNE LÉVY

INFLUENCE DE LA LONGUEUR ET DE L'IMPÉDANCE CARACTÉRISTIQUE DE SA LIGNE BIFILAIRE SUR LA BOITE D'ACCORD

Un grand nombre d'O.M, utilisateurs d'une antenne Lévy, connaissent le rôle de la longueur de la ligne d'alimentation du dipôle (twin-lead ou échelle), sur la fréquence de résonance d'une antenne Lévy, mais pensent souvent que l'influence de la ligne bifilaire s'arrête là !

Celle-ci intervient aussi par son impédance caractéristique, ce qui peut poser des problèmes, mais, heureusement, la boîte d'accord est là pour limiter les dégâts, quand elle le peut !

Il est intéressant, surtout pour ceux qui hésitent à réaliser une véritable boîte d'accord et préféreraient la solution commerciale (coupleur + balun), de voir un peu ce qui se passe, entre le centre du dipôle et la SO 239 du TX.

Nous n'envisagerons, dans cet exposé, que des situations simples et élémentaires, car un traitement général de ce problème demande une parfaite maîtrise de l'abaque de Smith et des opérations sur les nombres complexes (= imaginaires, pour les O.M de ma génération !).

gauche vers la droite, les valeurs des résistances qui composent ces impédances.

L'axe vertical (des ordonnées) indique, de bas en haut, les valeurs des **réactances**, **négatives** (indiquées par -j) en dessous de l'axe des résistances, **positives** (indiquées par +j) au-dessus de cet axe.

Il y a **résonance**, lorsque la **réactance est nulle**, chaque fois que la courbe coupe l'axe des abscisses :

- en **(a)**, la résonance fondamentale **demi-onde**. L'impédance est ramenée à une résistance faible, qui évolue, suivant la hauteur du dipôle au-dessus au sol, aux alentours de 60 ohms,
- en **(c)**, la résonance **onde entière** qui présente une résistance très élevée, de 1 ou plusieurs kilohms, suivant le diamètre du fil,
- en **(e)**, la résonance **3 demi-ondes**, avec une résistance autour d'une centaine d'ohms,
- en **(g)**, la résonance **2 ondes**, avec une résistance assez élevée, qui dépend surtout du diamètre du fil.

Les résonances multiples d'une onde entière, comme celles en **(c)** et en **(g)**, étaient jadis appelées **antirésonances**, ce qui permettait de les différencier aisément des autres.

ON CONSTATE pour les RÉSISTANCES :

- 1)- que la résistance la plus faible que l'on puisse mesurer au centre du dipôle est celle de la **demi-onde**,
- 2)- que la résistance la plus élevée que l'on puisse mesurer au centre du dipôle est celle de **l'onde entière**,

Quelle est l'impédance au centre d'un dipôle, en fonction de la fréquence du courant que le TX lui envoie ?

La figure n°1 montre la variation de l'impédance au centre d'un dipôle (ou doublet), lorsque varie la fréquence du courant RF qui l'alimente.

L'axe horizontal (des abscisses) porte, de la

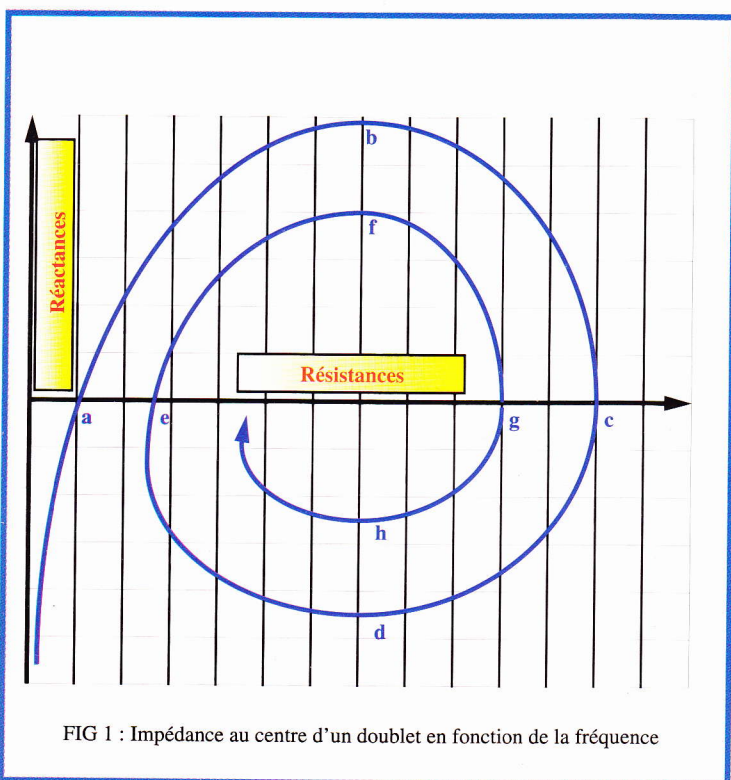
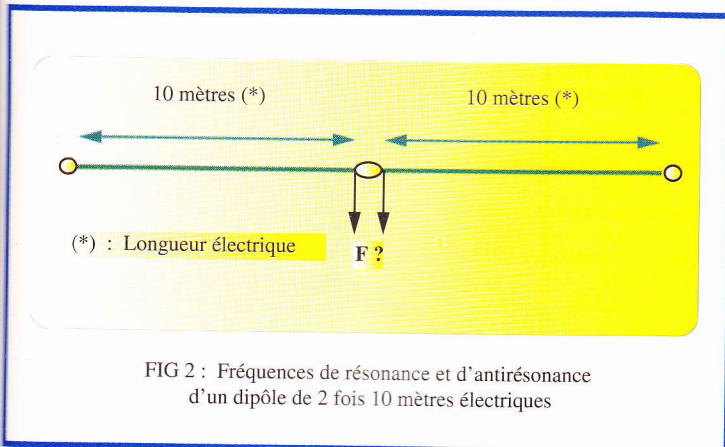


FIG 1 : Impédance au centre d'un doublet en fonction de la fréquence



3)- que, au fur et à mesure que la fréquence augmente, les résistances des multiples impairs de la demi-onde **augmentent** :

$$R(e) > R(a)$$

4)- que, au contraire, les résistances des multiples de l'onde entière **diminuent** :

$$R(g) < R(c)$$

5)- que les résonances et les antirésonances tendent vers une même résistance, appelée **impédance caractéristique du dipôle** et située dans une zone centrale du dessin.

6)- que les valeurs des résistances des résonances demi-onde et 3 demi-ondes permettent une alimentation directe par des câbles coaxiaux 50 ou 72 ohms.



ON CONSTATE pour les RÉSISTANCES :

1)- que la réactance **maximale**, en (b), est située entre la résonance demi-onde et l'antirésonance onde entière. Elle est **positive**.

2)- que la réactance **minimale**, en (d), est située entre l'antirésonance onde entière et la résonance 3 demi-ondes. Elle est **négative**.

Longueurs d'onde physique et électrique

La **longueur d'onde électrique** $Lé$ dépend uniquement de la fréquence F . On a la relation:

$$Lé = 300 \div F$$

avec $Lé$, en mètres, et F , en mégahertz

La **longueur d'onde physique** L dépend de $Lé$ et des caractéristiques de la ligne qui conduit le courant RF. Ces caractéristiques déterminent k , généralement appelé :

- **coefficient de vélocité**, pour une ligne,

- **facteur de raccourcissement**, pour un dipôle.

Le facteur k est **toujours inférieur à 1**, car un courant est toujours moins vélocité que l'onde qu'il génère. On a :

$$L = Lé \times k$$

Fréquences de résonance d'une antenne

La **figure n° 2** propose un cas que l'on peut quantifier facilement :

Le dipôle mesure 2 x 10 mètres

électriques, soit **20 mètres électriques**, pour la **totalité du brin rayonnant**. Il peut résonner :

- en (a), en demi-onde, donc sur une longueur d'onde de :

$20 \times 2 =$ **40 mètres**, sur la fréquence de $300 \div 40 =$ **7,5 mégahertz**

- en (c), en onde entière, donc sur une longueur d'onde de :

20 mètres, sur la fréquence de $300 \div 20 =$ **15 mégahertz**

- en (e), en 3 demi-ondes, donc sur une longueur d'onde de :

$20 \div 1,5 =$ **13,33 mètres**, sur la fréquence de $300 \div 13,33 =$ **22,5 mégahertz**

- en (g), en 2 ondes, donc sur une longueur d'onde de :

$20 \div 2 =$ **10 mètres**, sur la fréquence de $300 \div 10 =$ **30 mégahertz**

Pour juger du rôle de la ligne bifilaire, considérons le cas de la vibration (a), en **demi-onde**, sur la bande des **40 mètres**.

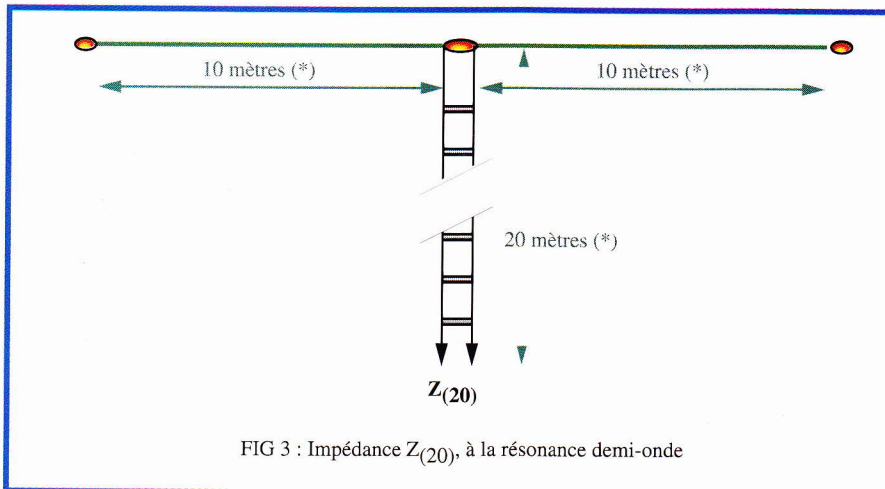
La hauteur du dipôle au-dessus du sol fait que l'impédance en son centre ait une **résistance** de **60 ohms** (sa réactance est **nulle**, puisqu'il est en résonance).

1er cas : La ligne mesure 20 mètres électriques (Figure n° 3)

Cette ligne représente la **moitié** des 40 m de la longueur d'onde, c'est **une ligne demi-onde**.

Rappel de quelques valeurs standard de k

Conducteur	Fil	Coaxial émission	Twin-lead homogène	Twin-lead à fenêtres
k	0,97	0,66	0,80	0,94



Propriété d'une ligne demi-onde:

Elle reproduit, à une de ses extrémités, l'impédance présente à son autre extrémité, quelle que soit son impédance caractéristique.



2ème cas : La ligne mesure 10 mètres électriques (Figure n°4)

Cette ligne représente le quart des 40 m de la longueur d'onde, c'est une ligne quart d'onde.

Propriété d'une ligne quart d'onde :

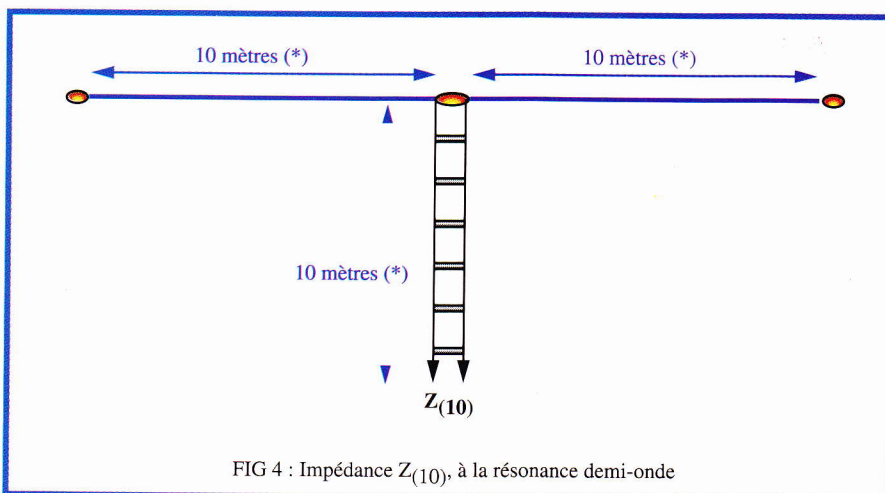
Soit R_1 et R_2 , les résistances présentes aux extrémités et Z_0 , son impédance caractéristique.

Ces 3 paramètres sont liés par la formule :

$$R_1 \times R_2 = (Z_0)^2$$

On obtient :

Centre du dipôle \iff (Ligne demi-onde) \iff Boîte d'accord, en $Z_{(20)}$
60 ohms 60 ohms



Choisissons du twin-lead à fenêtres, pour lequel $Z_0 = 450$ ohms.

$$R_2 = (Z_0)^2 \div R_1$$

$$Z_{(10)} = (450)^2 \div 60 = 3\,375 \text{ ohms}$$

EN CONCLUSION

La ligne bifilaire intervient, dans un antenne Lévy, par sa LONGUEUR et son IMPÉDANCE CARACTÉRISTIQUE

Transformation par une longueur quelconque

Une ligne de longueur quelconque transforme une **résistance complexe**, c'est-à-dire composée d'une résistance **et d'une réactance** (Figure n° 5).

Ce cercle fait partie d'un abaque de Smith, dans lequel ont été introduites les données suivantes:

Longueur d'onde électrique = 40 mètres

Résistance au centre d'une Lévy 3 demi-ondes = 100 ohms

Ligne en twin-lead d'une impédance caractéristique = 300 ohms

Les longueurs de la ligne sont données en fractions de longueur d'onde

En fonction de la localisation des points, de (a) centre du dipôle, voici un résumé chiffré de la situation exposée dans l'encadré ci-dessus :

Points du cercle	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Longueur ligne	n fois 20 m	1,67 m	3,33 m	5 m	6,67 m	8,33 m
Impédance en ohms	100 + j 0	105 + j 72	126 + j 150	180 + j 240	300 + j 360	585 + j 390

Points du cercle	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)
Longueur ligne	10 m	11,67 m	13,33 m	15 m	6,67 m	18,33 m
Impédance en ohms	900 + j 0	585 - j 390	300 - j 360	180 - j 240	126 - j 150	105 - j 72

On remarque :

1)- qu'un tour de l'abaque de Smith correspond à une demi-onde,

2)- qu'aux 100 ohms présents au centre du dipôle, la ligne ajoute des réactances :

- positives pendant le premier quart d'onde, de (a), (b), (c), ... à (g),

- négatives pendant le second, de (g), (h), (i), ... à (a).

3)- que la réactance disparaît tous les quarts d'onde, où l'on lit : "+j 0"

4)- qu'à l'entrée de la boîte d'accord, à la base de la ligne, les limites de la résistance sont R1 = 100 ohms et R2 = 900 ohms.

On y retrouve la relation :

$$R1 \times R2 = (Z_0)^2$$

$$100 \times 900 = (300)^2$$

$$90\ 000 = 90\ 000$$

5)- que, dans le cas d'un montage [Coupleur + Balun 1/4], le coupleur devra pouvoir couvrir une plage de résistances, s'étendant de :

$$\begin{aligned} &100 \div 4 = 25 \text{ ohms} \\ &\text{à } 900 \div 4 = 225 \text{ ohms} \end{aligned}$$

Ces 225 ohms sont souvent hors de portée de certains coupleurs automatiques.

Pierre Villemagne F9HJ

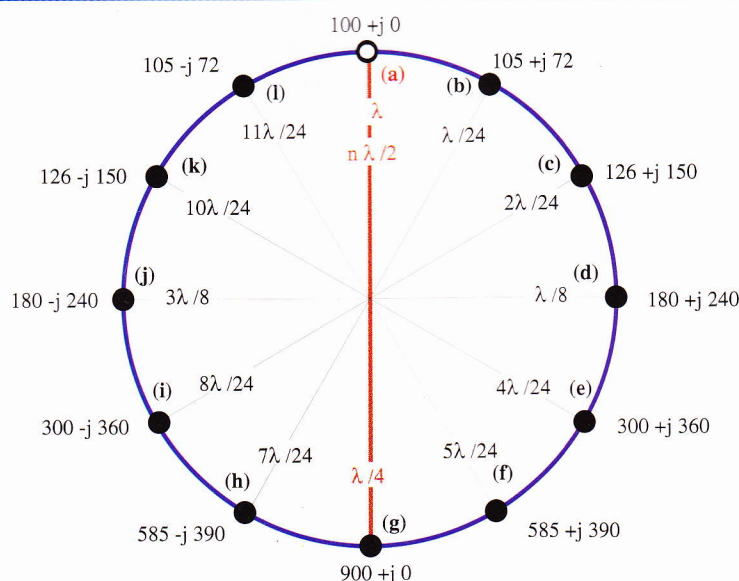


FIG 5 : Transformation d'une impédance de 100 ohms, par une longueur de twin-lead

Cette rubrique est assortie d'un courrier technique.

Je réponds directement à toute question technique, la concernant .

Joindre pour cela, une enveloppe affranchie à votre adresse.

Bien préciser :

" carnet
du radioamateur "

puisqu'il existe également, dans cette revue, un Courrier Technique CB.