

Après la réunion du mois de juin 2010, j'ai téléchargé la version 'MMANA-GAL', et je l'ai tout de suite installée pour la tester.

Je me rend compte qu'en fait, cette version ne diffère d'aucun point avec la version « MMANA » présentée lors de la réunion. Il y a juste un icône « Outil » qui a été inséré dans la barre de sélection supérieure, mais il était accessible via les menus dans la version précédente.

Je me permet de mettre sur papier ce que l'on a vu à la réunion, et ajouter certaines choses, comme par exemple l'insertion de trappes dans les antennes.

### **1° - Téléchargement et installation de MMANA**

On peut télécharger MMANA-GAL à l'adresse suivante :

<http://mmhamsoft.amateur-radio.ca/pages/mmana-gal.php>

L'installation est simple : comme un logiciel traditionnel, il suffit d'indiquer le répertoire dans lequel on désire installer MMANA, et les quelques autres renseignements demandés.

Ce logiciel, relativement simple, tiens sur une clef USB, et ne nécessite pas l'installation de fichier dans les directory de Windows. Il est donc facilement transportable, et utilisable sur n'importe quel ordinateur.

MMANA est d'office en anglais, mais peut être mis en français très facilement : pour ce faire, ouvrir le fichier « .../Language/mmnlanguage.txt », et placer « francais.mmn » en tout premier lieu, en en-tête du fichier. Lancer MMANAGAL1\_2.exe, et vous voilà avec le programme en français.

### **2° - Définition d'une antenne.**

La définition d'un point dans l'espace est déterminé autour de trois axes : l'axe x, y et z. On détermine donc la position de départ en fonction de x, y et z, et la position d'arrivée également par les coordonnées x, y et z. La position est une position « relative », donc en référence à un point déterminé  $x=0$ ,  $y=0$  et  $z=0$ .

On donne donc une valeur à chacun des axes, qui devient donc une valeur relative par rapport à la position 0,0,0. Ces valeurs peuvent être négatives, on s'éloignera donc en valeur négative par rapport à 0,0,0.

L'utilisation de valeurs négatives permet de garder l'axe x, y, z au centre de l'antenne, mais n'est pas obligatoire. On pourrait placer une antenne complète dans les positifs.

**Axe des X** : définition d'un point vers la gauche (valeur négative) ou vers la droite (valeur positive) par rapport au point de référence 0,0,0.

**Axe des Y** : définition d'un point vers l'avant (valeur positive) ou l'arrière (valeur négative) par rapport au point de référence 0,0,0.

**Axe des Z** : définition d'un point en hauteur. Nous n'aurons pas de valeur négative pour cet axe (pas de fil dans le sol...)

Pour démarrer, je vais simuler tout simplement une antenne Lévy (No Comment...) de deux fois 20 mètres par exemple.

Caractéristiques : Lévy 2x20m en V inversé

Hauteur : centre à 15 mètres du sol ; extrémité des brins rayonnants à 5 mètres du sol

Pour garder l'axe au centre de l'antenne, la première valeur à donner est celle par rapport à x : -20m.

La valeur pour y restera à 0, car on reste dans le plan y, sans s'y éloigner.

Comme le bout du brin rayonnant, d'après notre définition, se trouve à 5 mètres du sol, la valeur pour z sera de 5m.

Ceci est donc la définition du point de départ : X1:-20, Y1:0, Z1:5.

Il faut maintenant le point d'arrivée : d'après notre définition toujours, on rejoint l'axe des x qui est au centre de l'antenne, et nous nous trouvons à 15 mètre du sol

On entrera donc les valeurs suivantes : X2:0, Y2:0, Z2:15.

No.	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)	R(mm)	Seg.
1	-20.0	0.0	5.0	0.0	0.0	15.0	0.8	-1
suivant								

Illustration 1: définition de la première partie de l'antenne

On peut, à tout moment, visualiser le travail en appuyant sur l'onglet « Vue », et si les valeurs rentrées sont correctes, on devrait voir se dessiner le fil.

Maintenant, pour faciliter l'alimentation de l'antenne, on va placer un petit bout de fil de 10 cm par exemple, sur lequel viendra se greffer l'alimentation.

On part du dernier point que l'on a rentré précédemment en X2, Y2 et Z2.

Les valeurs de la ligne suivantes, X1, Y1 et Z1 sont donc les valeurs 0, 0, 15.  
X2, Y2 et Z2 = 0.1, 0, 15

Ensuite, le second brin rayonnant partira des valeurs X2, Y2 et Z2 de la ligne précédente : 0.1, 0, 15 qui seront les valeurs X1, Y1 et Z1 de la ligne 3.

Les valeurs X2, Y2 et Z2 de la ligne 3 deviennent les valeurs finales de l'antenne : brin rayonnant à 5 mètre du sol, 20 mètres de longueur et reste dans le plan Y : X2:20.1, Y2:0, Z2:5 (X2 = 20.1, car le point de départ est X1=0.1 + 20m = 20.1m).

La figure suivante représente ce que nous obtenons :

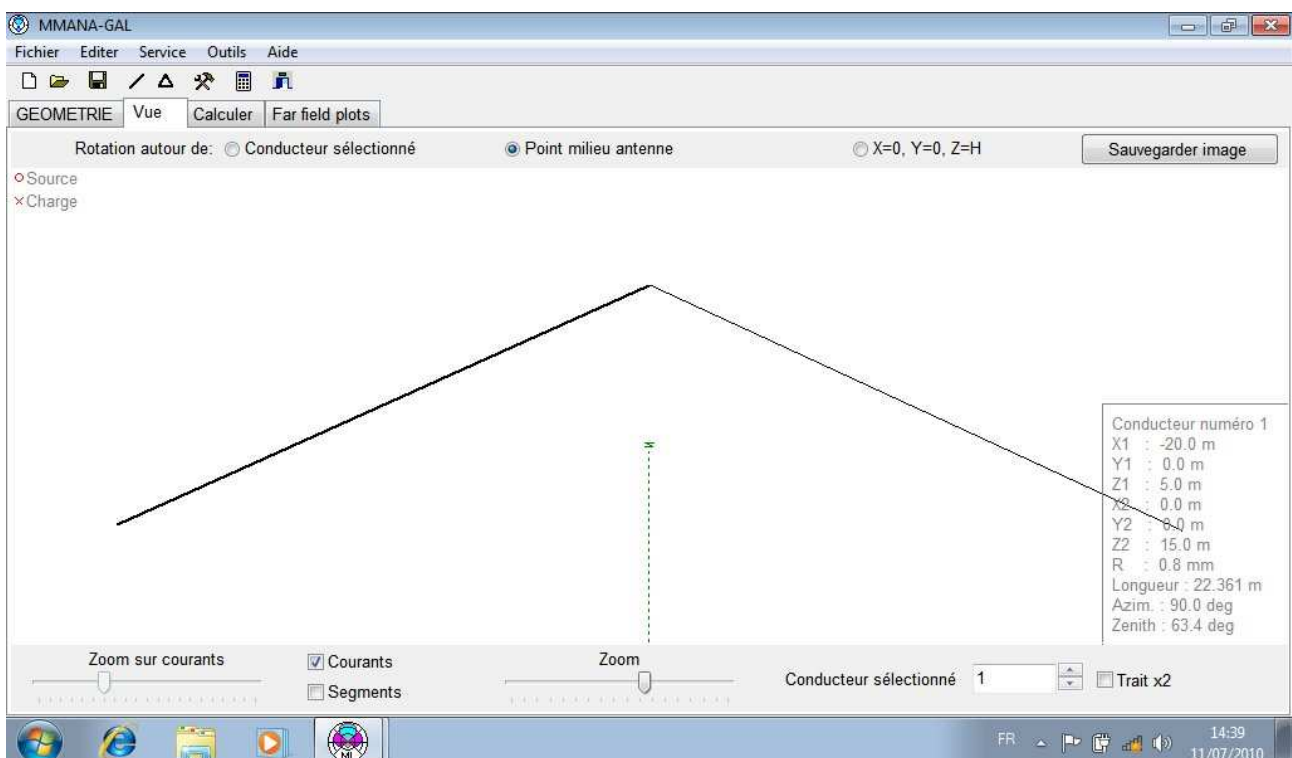


Illustration 2: l'antenne complète

On remarque dans la légende de droite sur l'illustration 2, que le brin sélectionné (conducteur 1) mesure en réalité 22,361 m et non 20 m : il est facile de comprendre que nous avons pris la distance X égale à 20m, et que donc l'hypoténuse du triangle rectangle formé par X=20m et Z=(15-5)m est égale à :  $\sqrt{20^2 + 10^2} = 22,361\text{m}$ . Nous verrons plus tard comment lui donner facilement la longueur désirée de 20m.

### **3° - Placement du point d'alimentation**

Il est tout à fait possible de placer plusieurs points d'alimentation, mais dans ce cas ci, nous n'en placerons qu'une seule.

Sélectionnons le fil numéro 2, qui est le conducteur de 10 cm placé au sommet de l'antenne.

Le curseur de la souris placé sur ce fil et le bouton droit enfoncé donne plusieurs choix :

- **Déplacer le centre ici** : l'axe Z sera déplacé là où se trouve le curseur.
- **Supprimer source** : supprime une source d'alimentation.
- **Déplacer ou ajouter source au** : permet l'ajout ou le déplacement d'une source d'alimentation.
- **Echange point de début et fin** : permet d'inverser le début et la fin de construction d'un élément.
- **Déplacer** : permet de déplacer suivant l'axe X, Y ou Z un seul point choisi sur le conducteur ou l'entier des points de l'antenne. Déplace donc l'antenne complète suivant un des axes et d'une valeur définie par l'utilisateur (par exemple, déplacer l'antenne de -5m suivant l'axe Z pour retrouver les extrémités des brins rayonnants au raz du sol)
- **définition des conducteurs** : permet de définir la longueur exacte d'un conducteur (voir plus loin)
- **amincir un ensemble de conducteurs** : permet de définir un conducteur ou ensemble de conducteurs en diamètre dégressif (voir plus loin)

On choisira 'Déplacer ou ajouter une source au', et l'option 'Centre du conducteur'.

Maintenant, la source est placée au centre du petit fil de 10 cm.

### **4° - Calcul des champs distants**

Maintenant que l'antenne est complètement configurée, on peut passer à la phase de calcul. Prendre l'onglet 'Calculer'.

Choisir la fréquence pour laquelle on désire le calcul. Ici, on prendra, pour l'exemple, 14,150 Mhz (c'est la fréquence proposée d'origine).

#### **Terre :**

On peut choisir trois types de surface de sol :

- Espace libre,
- Parfait,
- Réel.

En espace libre, on se trouve dans un espace dégagé de tout obstacle. La hauteur par rapport au sol n'a pas d'influence sur les calculs.

Le sol parfait permet d'effectuer les calculs avec un sol conducteur parfait. Par exemple, avec beaucoup de radial placé dans le sol de manière à obtenir un sol parfaitement conducteur.

L'option 'réel' permet de définir le sol, sa conductibilité et son diélectrique notamment. Les valeurs d'origine sont des valeurs moyenne, utilisable pour la plupart de nos antennes.

Comme notre antenne est installée à 15 mètres du sol et que les brins rayonnants retombes à 5 mètres, qu'elle est donc définie comme elle serait placée dans la réalité, nous ne rajouterons aucune hauteur supplémentaire.

Choisir donc l'option 'sol Parfait', et mettre 'Elargir (haut)' à 0m. 'Matériel' : câble (Cu), pour utiliser un câble de cuivre.

Une fois ces valeurs entrées, cliquer sur « Lancer ».

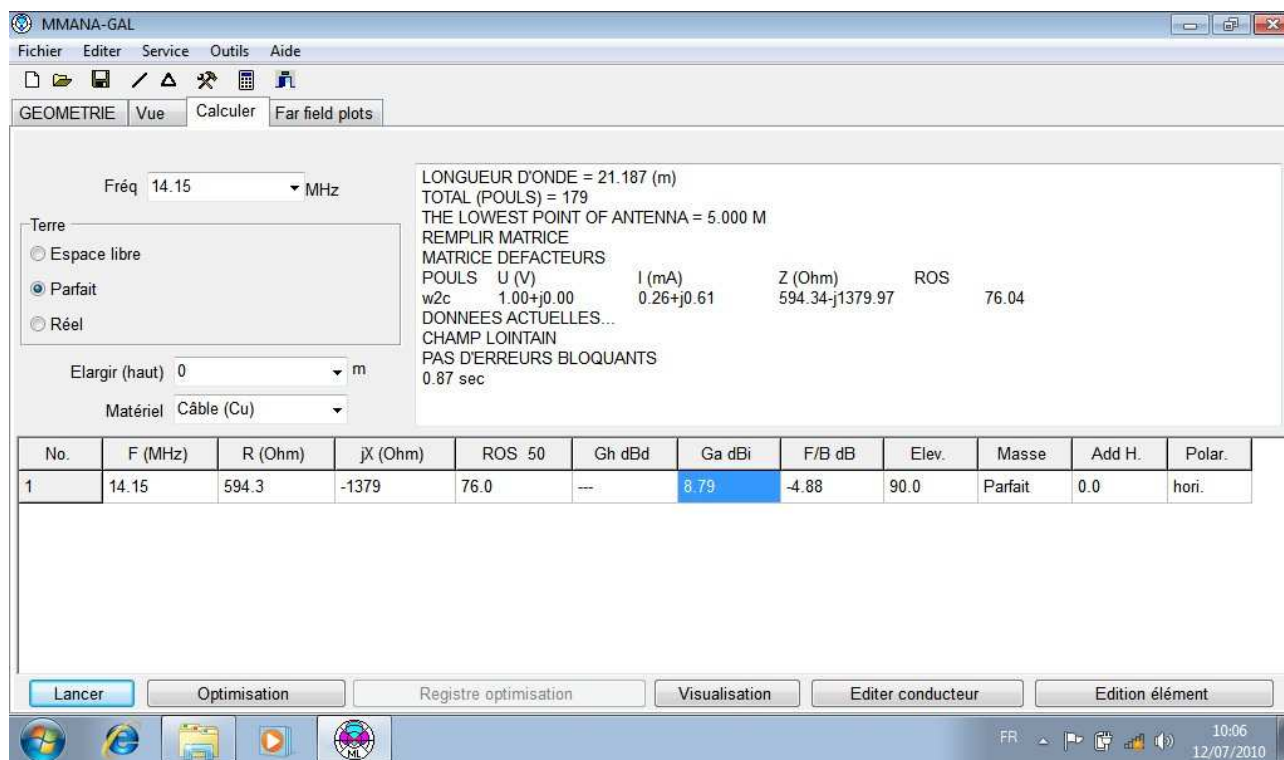


Illustration 3: calcul de l'antenne

## 5° - Interprétation des valeurs

- **F (Mhz)** : fréquence sur laquelle à été effectué les calculs.
- **R (Ohm)** : résistance Ohmique **au point d'alimentation** de l'antenne
- **jX (Ohm)** : partie complexe de l'impédance  $R \pm jX$  (voir rappel sur les complexes plus bas)
- **ROS 50** : ROS calculé au point d'alimentation avec un câble d'alimentation de 50 Ohms
- **Gh dBd** :  $G_a - 2,15 \text{ dB}$ . <sup>1</sup> N'est utile qu'en espace libre. N'apparaîtra pas si vous utilisez un sol, parfait ou réel.
- **Ga dBi** : Gain par rapport à une antenne isotrope.
- **F/B dB** : 'Rapport avant-arrière.' C'est en fait une comparaison avec la plus mauvaise des valeurs obtenue.
- **Elev.** : angle d'élévation par rapport au sol où le maximum de puissance est transmis.
- **Masse** : nature du sol utilisé lors de calculs
- **Add H.** : hauteur additionnelle, si spécifiée dans les calculs.
- **Polar.** : donne le type de polarisation de l'antenne en question.

Les calculs étant effectués, on peut maintenant visualiser la répartition des courants le long des conducteurs.

## 6° - représentation des courants

Pour visualiser la répartition des courants le long des conducteurs, repassez sur l'onglet 'Vue'.

<sup>1</sup> Le diagramme de rayonnement d'une antenne isotrope est une sphère, et son gain est l'unité (1 dB). Un dipôle demi-onde à un gain de **2,15 dBi**, donc par rapport à l'antenne isotrope.

○ Source  
× Charge

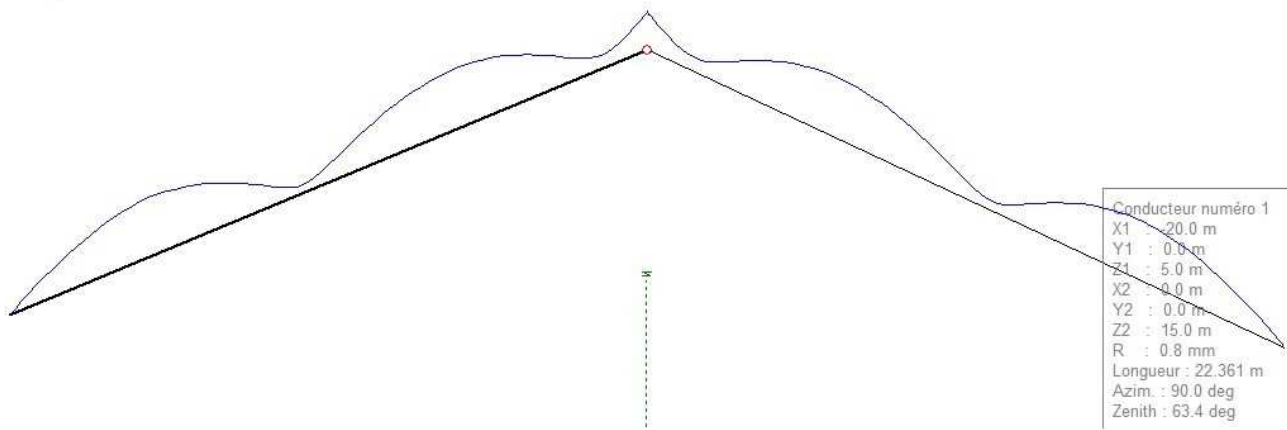


Illustration 4: répartition des courants le long des conducteurs

## 7° tracé des champs lointains

Pour visualiser le tracé du diagramme de rayonnement, cliquez sur l'onglet 'Far field plots'

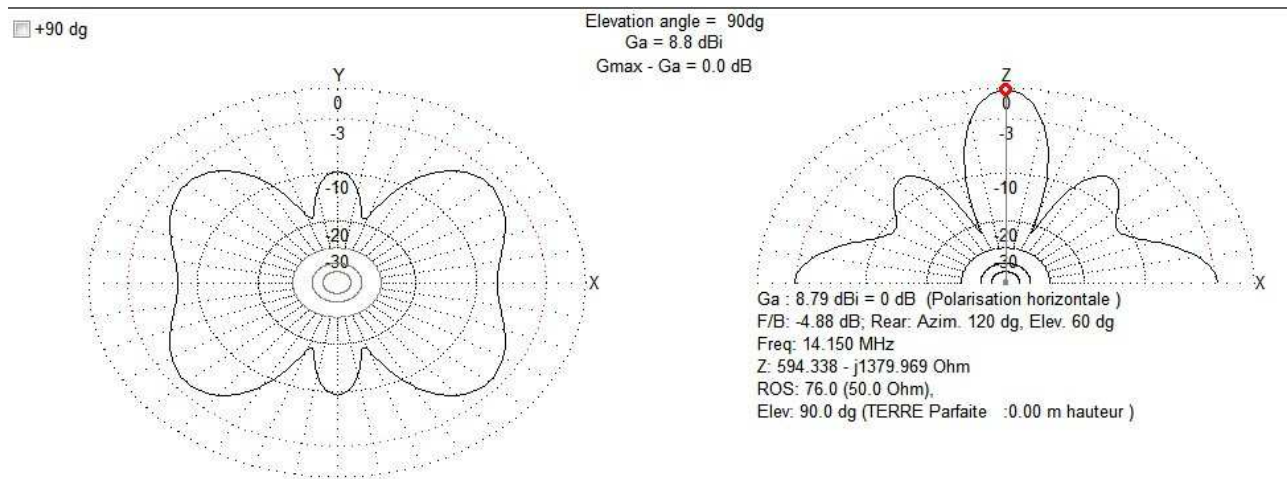


Illustration 5: tracé des champs lointains

On retrouve ici, dans la légende, tous les paramètres observés lors du calcul (point 5°).

L'angle d'élévation (Elévation angle = 90°) est en fait l'angle sous lequel le maximum de puissance est envoyé. Ici, en l'occurrence, à la verticale. Il s'agit de la valeur indiquée par le curseur lorsque l'on se déplace sur la courbe.

L'impédance vaut :  $Z = 594.338 - j1379.969 \text{ Ohm}$ . Il s'agit d'une impédance complexe, ici capacitive.

## 8° - Rappel sur les nombres complexes.

Un nombre complexe s'écrit sous la forme  $Z = R +/- jX$ , où :

- $Z$  = impédance complexe,
- $R$  = Résistance Ohmique (considérée pure),
- $X$  = partie représentant la valeur capacitive ou selfique de l'expression,
- $j$  = opérateur mathématique (ici,  $j$  représente le déphasage de 90°)

Dans un circuit purement résistif, la tension aux bornes de la résistance est en phase avec la tension d'alimentation. Il n'en est pas de même pour les circuit capacitifs ou inductifs.

## Etude vectorielle.

### Etude d'un circuit RL.

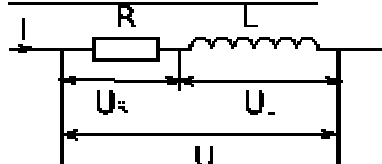


Illustration 6: circuit RL

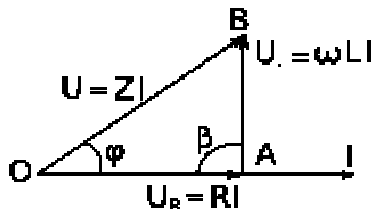


Illustration 7: représentation vectorielle

On en tire :  $U = I \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ .

L'angle  $\varphi$  se calcule comme suit :  $\tan(\varphi) = \frac{L \omega I}{R I} = \frac{L \omega}{R} = \frac{X}{R}$  en posant  $L \omega = X$ .

### Etude d'un circuit RC.

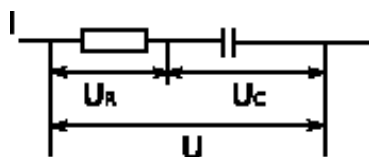


Illustration 8: Circuit RC

On sait que dans un circuit purement résistif, le courant est en phase avec la tension présente à ses bornes. Ici, I est en phase avec  $U_R$ .  
Par contre, dans un condensateur, on constate un déphasage de  $90^\circ$  du courant sur la tension.

Le vecteur  $OA = RI$  représente la tension aux bornes de la résistance.

Le vecteur  $AB = \frac{I}{\omega C}$ , déphasé de  $\beta = \frac{\pi}{2}$  ( $90^\circ$ ) en arrière sur le courant, représente la tension aux bornes du condensateur.

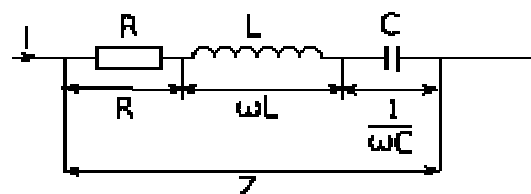
La différence de potentiel U est représentée par le vecteur OB.

On a :  $OB^2 = OA^2 + AB^2$ , et donc  $U^2 = (RI)^2 + \left(\frac{I}{\omega C}\right)^2 = R^2 I^2 + \frac{I^2}{\omega^2 C^2} = I^2 \left(R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}\right)$ .

On tire :  $U = I \sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}$

L'angle  $\varphi$  se calcule de la même manière :  $\tan(\varphi) = \frac{\frac{I}{\omega C}}{R I} = \frac{1}{\omega C R} = \frac{1}{\omega C R}$ .

### Etude d'un groupement RLC série.



Pour déterminer la valeur de l'impédance complexe, on peut utiliser la méthode vectorielle comme indiquée plus haut.



- R est en phase avec le courant,
- $\omega L$  déphasé de  $90^\circ$  sur le courant,
- et  $1/\omega C$  déphasé de  $90^\circ$  en arrière.

Les vecteurs :  $R + \omega L + 1/\omega C$ .

On obtient le vecteur Z représentant l'impédance totale de notre circuit RLC, et qui vaut donc :

$$Z^2 = R^2 + \omega^2 L^2 - \frac{1}{\omega^2 C^2} = R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2$$

Z vaut donc :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Cette impédance est déphasée d'un angle égale à :  $\tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$ .

Dans ce cas ci, le circuit est à caractère selfique, puisque l'on voit le vecteur Z déphasé « en avant » sur le vecteur R.

Si l'on vous donne une valeur quelconque d'impédance Z, sans autres artifices, il vous sera impossible de savoir si ce vecteur représente une valeurs selfique ou capacitive. Or, c'est bien ce que nous avons besoin pour connaître le type d'impédance à placer au bas de la ligne d'alimentation de l'antenne afin d'éliminer la partie de réactance présente.

C'est pourquoi, on utilise les nombres complexes, qui ne sont d'autre que la valeur de la partie résistive (R) et du déphasage de Z par rapport à R: +jX pour une self, et -jX pour une capacité. On sait alors tout de suite à quel type de déphasage de Z on possède.

Dans ce cas ci, nous aurions une représentation complexe du type  $Z = R + jX$ .

Donnons des valeurs : après calculs, on obtient une résistance de 50 Ohm (c'est bien ca !), une partie selfique ( $\omega L$ ) de 460 Ohm et une partie capacitive ( $1/\omega C$ ) de 280 Ohm. Nous aurons donc une impédance Z de :

$$Z = \sqrt{50^2 + (460 - 280)^2} = 186,815 \Omega$$

Notre impédance complexe vaudra donc :  $Z = 50 + j186,815 \Omega$ .

L'angle de déphasage vaut donc :  $\tan \varphi = \frac{460 - 280}{50} = 74,476^\circ$

**ON6GMT**