



## TP 02 : Antennes Filaires à rayonnement omnidirectionnel « Dipôle demie onde »

### 1. Objectif du TP

L'objectif de ce TP est de concevoir et simuler à l'aide du logiciel CST Microwave des antennes filaires de type dipôle demi-onde pour visualiser ses différentes caractéristiques et performances de l'antenne dipôle tel que : paramètre  $S_{11}$ , TOS, diagramme de rayonnement (directivité, gain) etc...

### 2. Partie théorique

#### 2.1. Définition

Le dipôle de Hertz est une antenne de référence largement utilisée en radiocommunication. Il est de conception simple de longueur très petite par rapport à la longueur d'onde du lien établie. Le dipôle est alimenté en son milieu par un courant variable sinusoïdal qui circule dans le même sens dans les deux brins pour créer deux pôles. Ainsi, les champs électromagnétiques créés par les deux brins s'additionnent. Le dipôle le plus connu est le dipôle demi-onde alimenté par un câble coaxial d'une impédance caractéristique de 73 Ohms (Figure 1).



Figure 1 : Dipôle demi onde.

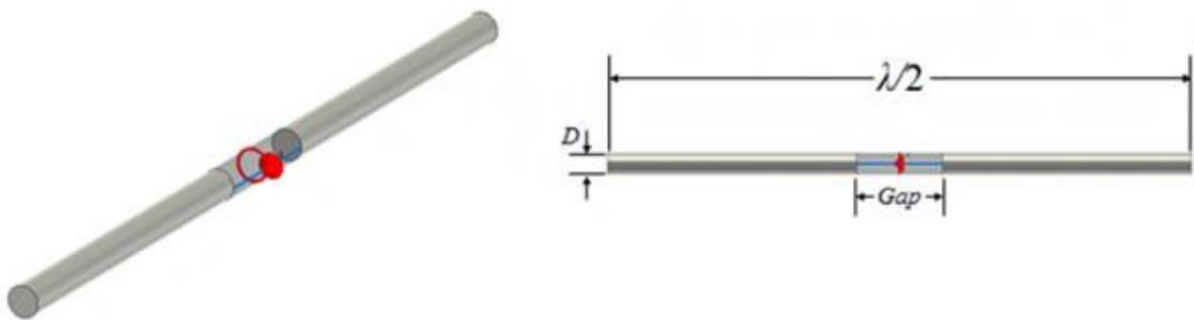
#### 2.2. Domaines d'application

Ce type d'antenne est simple à construire et relativement peu coûteux, ce qui le rend populaire pour une variété d'applications, notamment :

- ✓ Radiodiffusion : Les antennes dipôle demi-onde sont utilisées pour diffuser des signaux radio AM et FM.
- ✓ Télécommunications : Les antennes dipôle demi-onde sont utilisées pour les communications mobiles, telles que les réseaux cellulaires et le Wi-Fi.
- ✓ Applications scientifiques : Les antennes dipôle demi-onde sont utilisées dans la radioastronomie et le radar.

### 3. Conception et simulation de l'antenne

L'antenne dipôle demi-onde, constituée de 2 brins métallique d'environ  $\lambda/4$  et de diamètre  $d$ , a une longueur totale voisine de  $L \approx \lambda/2$ , le métal est un conducteur électrique parfait PEC (Perfect Electric Conductor).




**Figure 2** : Antenne dipôle sous CST

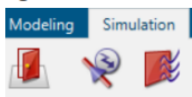
#### 3.1. Conception logicielle

En utilisant le logiciel CST, réalisez l'antenne dipôle de la figure 2 à la fréquence 9.4 GHz.

- L'élément rayonnant est constitué de deux brins métalliques, la longueur des deux brins est égale  $L$ , où  $\lambda_0$  est la longueur d'onde dans le vide à la fréquence de fonctionnement  $f_0$  :  $\lambda_0 = c_0 f_0$ .
- Le Diamètre des brins est fixé à une valeur paramétrique noté  $d \ll \lambda$ . Les 2 brins sont alignés le long de l'axe Z.

L'espacement entre les deux brins (Gap=G) est supposé négligeable devant la longueur d'onde.

L'antenne est alimentée par une source (discret port ) avec une impédance  $Z_{in}=Z$ .



Le diamètre du dipôle est donné par : 0.6mm

La distance entre les deux brins(Gap) :  $\lambda_0 / 200$

### 3.2. Les étapes de modélisation et de simulation :

1. Démarrer l'outil de simulation CST MW Studio, New Project From Template > MW & RF/Optical > Antennas > Next
2. Wire > Selection de Solveur recommandé Time Domain > Unit (mm, GHz, Ohm...) > Next
3. Définir la bande de simulation par la définition de la fmin ,fmax > Next > Finish.
4. Sauvegarder le Projet sous le nom « Dipole\_DemiOnde\_Nom.cst ».
5. Commencer à introduire les paramètres du tableau dans : Parameter list.

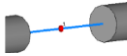
6. Crée deux cylindres pleins



7. Faire une copie symétrique du premier cylindre à l'aide modeling > Transforme



8. Sélectionner les deux centres de cylindres par l'outil Pick Circle Center et crée un port

(discret Port). 

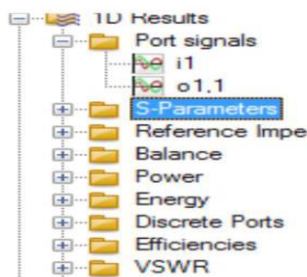
9. Sauvegarder votre Project
10. Lancer la simulation, dans l'onglet Simulation > setup Solver>START.

### 3.3. Analyse des Résultats

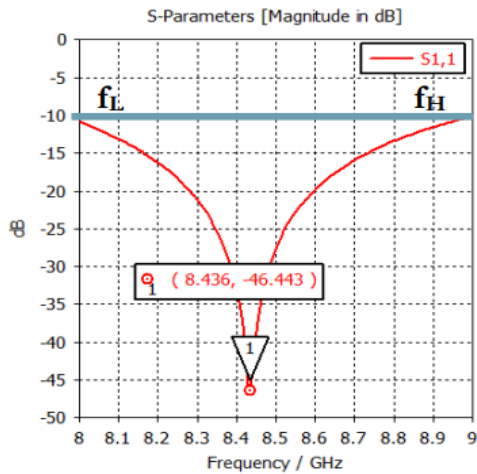
#### 3.3.1. Paramètre d'adaptation

##### Mesurer des paramètres caractéristiques

1. Sur la barre située à gauche « 1D Results », Mesurer le coefficient de réflexion S11 et le TOS (VSWR) de l'antenne dipôle ? Est ce qu'il y a une adaptation à la fréquence de résonance 2.5 GHz



2. La bande passante pour les antennes est définie à -10 dB, (Fixer deux autres marqueurs pour cela à l'intersection entre -10dB et S11)  $Bp = f_H - f_L$



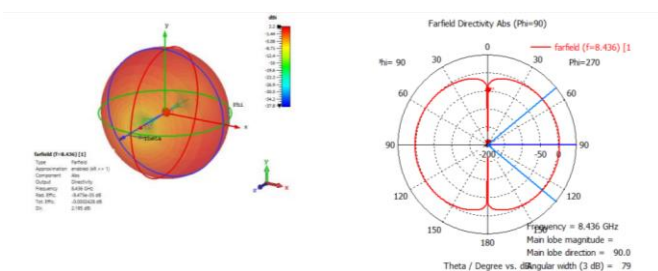
3. Définition des paramètres du rayonnement à cette fréquence de résonance (f) dans Simulation > Field Monitor

- Diagrammes de rayonnement (Farfield),
- Champ électrique E-Field.
- Champ magnétique et Courant surfacique (H-Field & Surface Current).

Relancer la simulation et écraser les anciens résultats.

Les résultats de simulation 2D/3D farfield result sont ajoutés dans le Navigation tree

4. Basculer l'affichage en coordonnées Cartésiennes, Mesurer graphiquement la valeur de l'angle d'ouverture à -3dB pour le gain réalisé (Realized Gain) lignes bleus auto générer.



Relever à partir du diagramme de rayonnement :

- L'angle d'ouverture défini à -3dB pour l'antenne demi-onde,
- La direction du lob principale,
- La valeur maximale du Gain en dB (dBi)

Quel est le type du diagramme de rayonnement : omnidirectionnel, directionnel, isotrope, bidirectionnel ?

5. Est ce qu'il y a une adaptation à la fréquence de résonance.

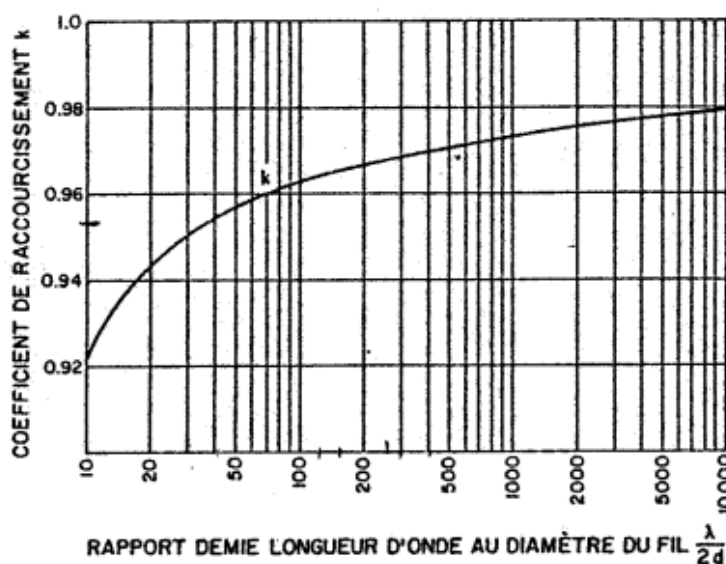
### 3.3.2. Adaptation

En pratique une antenne se conduit différemment de sa longueur physique. Sa longueur apparente est légèrement plus grande que sa longueur physique et ceci en raison de l'épaisseur non négligeable du conducteur d'une antenne dipôle.

Pour faire résonner un dipôle en demi\_onde à la fréquence  $f_0$ , on pourrait croire nécessaire de prendre théoriquement pour longueur  $L_{th} = \frac{c}{2f_0}$ , Ceci conduit à une résonance inférieure à  $f_0$  et il faut construire l'antenne avec une longueur effective :

$$L_{eff} = K \frac{c}{2f_0}$$

K est le coefficient de raccourcissement. Le coefficient K est donné en fonction du rapport  $\lambda/d$  (d étant le diamètre du conducteur) par l'abaque qui suit :



On prend  $K=0.93$

Faites changer la longueur L du dipôle pour avoir une meilleure adaptation à la fréquence 9.4 GHz.

1. Mesurer le coefficient de réflexion S11. Que remarquez-vous ?
2. Simuler le diagramme de rayonnement en directivité et en gain

3. Changer la valeur de l'impédance d'entrée du dipôle et remplissez le tableau suivant :

<b>Z(<math>\Omega</math>)</b>	45	50	55	60	65	70	75
<b>S<sub>11</sub>(dB)</b>							

Quelle valeur présente une bonne adaptation ?