

Canaux de Transmission

TP2 : Dipôles, transmission en espace libre.

Densité surfacique du courant

Fréquence (MHz)	50	75	150	225	300	375
λ (m)	6	4	2	4/3	1	4/5
D	$\lambda/3$	$\lambda/2$	λ	$3 \lambda/2$	2λ	$5 \lambda/2$

Pour 50 MHz :

Le ventre de tension se trouve au milieu, et les nœuds à chacun des bords.

Pour 75 MHz :

Le ventre de tension se trouve au milieu, et les nœuds à chacun des bords.

Pour 150 MHz :

Les ventres de tension se trouvent aux extrémités (-0,6 ; 0,6). Les nœuds de tension se trouvent en 0 et à chacun des bords.

Pour 225 MHz :

Les ventres de tension se trouvent en : -0,7 ; 0 ; 0,7. Les nœuds de tension se trouvent en -0,4 ; 0,4 et à chacun des bords.

Pour 300 MHz :

Les ventres de tension se trouvent en : -0,7 ; -0,3 ; 0 ; 0,3 ; 0,7. Les nœuds de tension se trouvent en -0,5 ; 0,5 et à chacun des bords.

Pour 375 MHz :

Les ventres de tension se trouvent en : -0,8 ; -0,4 ; 0 ; 0,4 ; 0,8. Les nœuds de tension se trouvent en -0,6 ; -0,2 ; 0,2 ; 0,6 et à chacun des bords.

Fréquence (MHz)	50	75	150	225	300	375
Densité max	0,18	0,51	0,09	0,37	0,11	0,33
Ventre	0	0	-0,5 ; 0 ; 0,5	-0,7 ; 0 ; 0,7	-0,8 ; -0,3 ; 0 ; 0,3 ; 0,8	-0,8 ; -0,4 ; 0 ; 0,4 ; 0,8
Nœuds	-1 ; 1	-1 ; 1	-1 ; -0,1 ; 0,1 ; 1	-0,4 ; 0 ; 4	-0,5 ; -0,1 ; 0,1 ; 0,5	-0,6 ; -0,2 ; 0,2 ; 0,6

On trouve des valeurs différentes de celles trouvées à la question précédente. On considère celle-ci comme plus exactes, car les précédentes ont été obtenues par lecture visuelle.

L'antenne est adaptée pour une fréquence de 75 MHz.

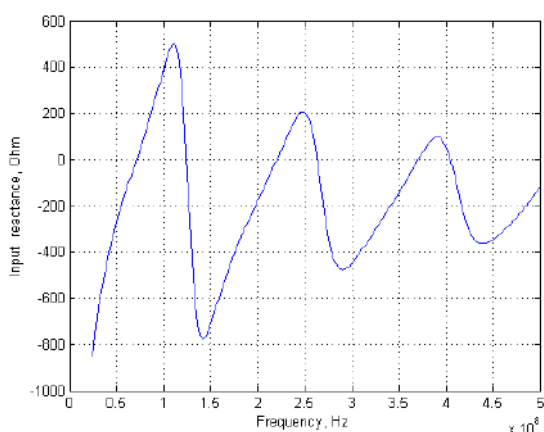
On choisit des fréquences de multiples impairs de $\lambda/2$ afin d'obtenir un ventre de tension.

Impédance d'un dipôle en fonction de la fréquence

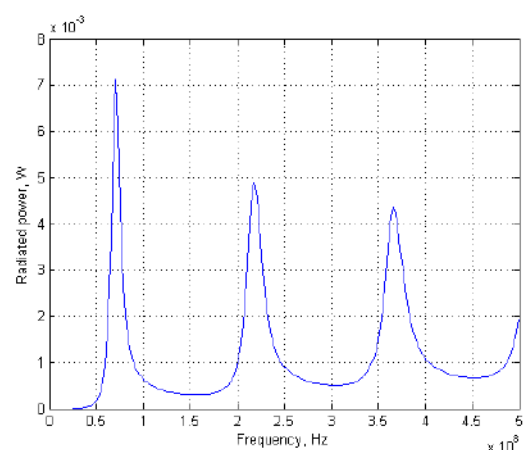
Pour avoir une adaptation :

- On doit obtenir une partie imaginaire minimale (cas idéal : 0)
- On doit obtenir une partie réelle proche de 90

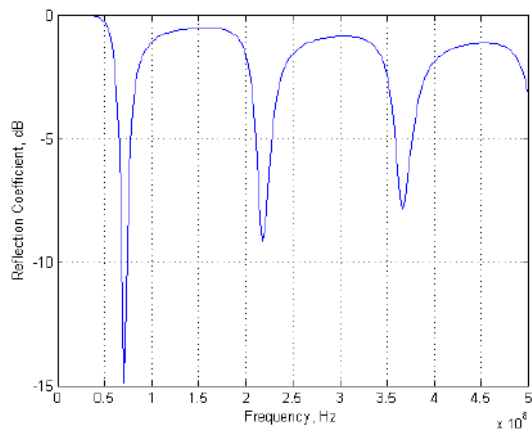
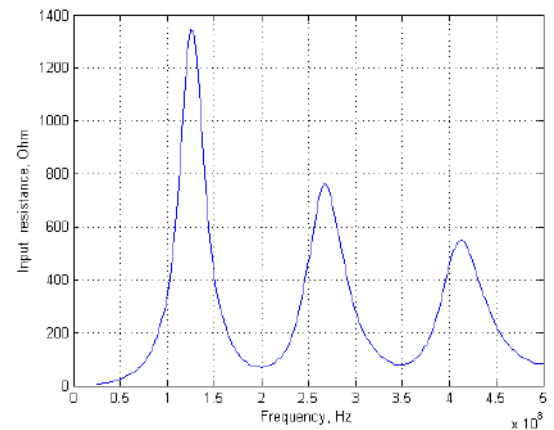
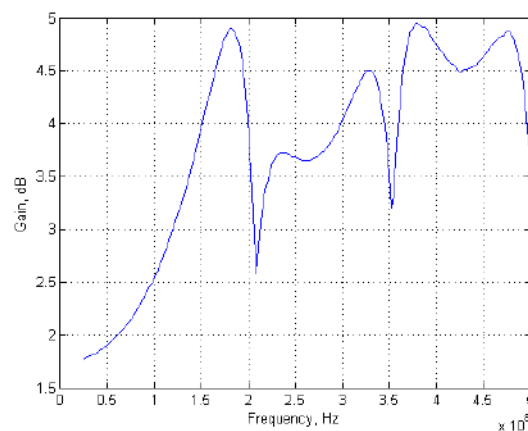
On veut obtenir une partie imaginaire nulle afin d'être adapté, donc on choisit des dipôles de longueur multiples impairs de $\lambda/2$.



Partie imaginaire



Partie réelle

**Coefficient de réflexion****Puissance rayonnée****Gain**

On constate que la courbe de puissance rayonnée a des pics quand :

- La partie réelle est proche de 100
- La partie imaginaire est nulle

Cela concorde avec ce que nous avons énoncé précédemment.

On constate que des pics positifs dans la courbe de puissance rayonnée surviennent en même temps que des pics négatifs dans la courbe du coefficient de réflexion.

On peut donc dire que l'antenne est optimale lorsqu'à une fréquence de 75 MHz :

- Le pic du coefficient de réflexion est minimal
- Le pic de la puissance rayonnée est maximal

On peut ainsi en conclure que le gain dépend (entre autres) de la fréquence.

Pour une fréquence de 75 MHz
 Impédance réelle : 88Ω
 Impédance imaginaire : $48,84 \Omega$

Puissance rayonnée : 4,5 W
 Coefficient de réflexion : -15 dB
 Gain : 2,15 dB

Impédance d'entrée, impédance de rayonnement et puissance électrique

On sait que $|R_L| = 20 \log \Gamma$ donc on calcule $R_L = -15\text{dB} \Rightarrow \Gamma = 0,18$.

Or $\Gamma = \frac{Z_A - 50}{Z_A + 50}$ d'où $Z_A = 72 \Omega$.

$$\begin{aligned} P_{\text{ray}} &= \frac{1}{2} \times Z_A \times I^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 72 \times \left(\frac{1}{72}\right)^2 \\ &= 0,007 \end{aligned}$$

D'après le fichier `rwg4.m` :

- $\text{Re}(Z_A) = 87,5708 \Omega$
- $P_{\text{alim}} = 4,4 \text{ mW}$

D'après le fichier `efield2.m` :

- $P_{\text{ray}} = 4,5 \text{ mW}$
- $R_{\text{ray}} = 88,2282 \Omega$

On ne trouve pas la même puissance.

Transmission en espace libre, antenne en émission et en réception

D'après le fichier `efield1.m` :

$$E_{\text{field}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -0,0044 & -0,0049i \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

On sait que $Z_A = (87,5708 + 47,2938 i) \Omega$ donc :

$$\begin{aligned} U &= Z \times I \\ &= (87,5708 + 47,2938j)(0,000090 + 0,000023j) \\ &= 0,0089691294 + 0,0022423136j \end{aligned}$$

On a donc $U_A(100\text{m}) = (8,969 + 2,243i)\text{mV}$.

$$\arg(U_A) = 14,0364^\circ$$

$$|U_A| = 9,24517 \text{ mV}$$

On calcule l'expression de la puissance maximale reçue :

$$\begin{aligned} I &= \frac{U}{Z_A + Z_L} & P_L &= \frac{1}{2} \times \text{Re}(Z_L) \times |I|^2 \\ P_L &= \frac{1}{2} \times \text{Re}(Z_L) \times \left| \frac{U}{Z_A + Z_L} \right|^2 = \frac{50}{2} \times \left| \frac{(8,969 + 2,243i) \times 10^{-3}}{87,57 + 47,29i + 50} \right|^2 = 1,01 \times 10^{-7} \text{ W} \end{aligned}$$

En utilisant la formule des télécommunications :

$$\begin{aligned} P_r &= P_e G_r G_e \frac{c^2}{16\pi^2 d^2 f^2} \\ &= 0,0044 \times 1,64 \times 1,64 \times \frac{(3 \times 10^8)^2}{16 \times \pi^2 \times 100^2 \times (75 \times 10^6)^2} \\ &= 1,19905 \times 10^{-7} \text{ W} \end{aligned}$$

On a donc $P_r = 0,1199 \mu\text{W}$.