

Radio Club de Guadeloupe
<https://radioamateur.gp/examen>

Les Antennes

L'antenne dipôle demi-onde

L'antenne de base est l'antenne doublet demi-onde alimentée au centre (appelée aussi dipôle).

Elle est constituée de deux quarts d'onde qui peuvent alignés verticalement ou horizontalement mais peuvent également être incliné (V inversé).

La longueur totale d'un doublet dépend du matériau utilisé et du rapport diamètre/longueur du brin rayonnant. Les capacités de l'antenne par rapport au sol ont aussi une influence sur la longueur totale du doublet. En pratique, les brins auront une longueur 5% plus courte que la dimension théorique.

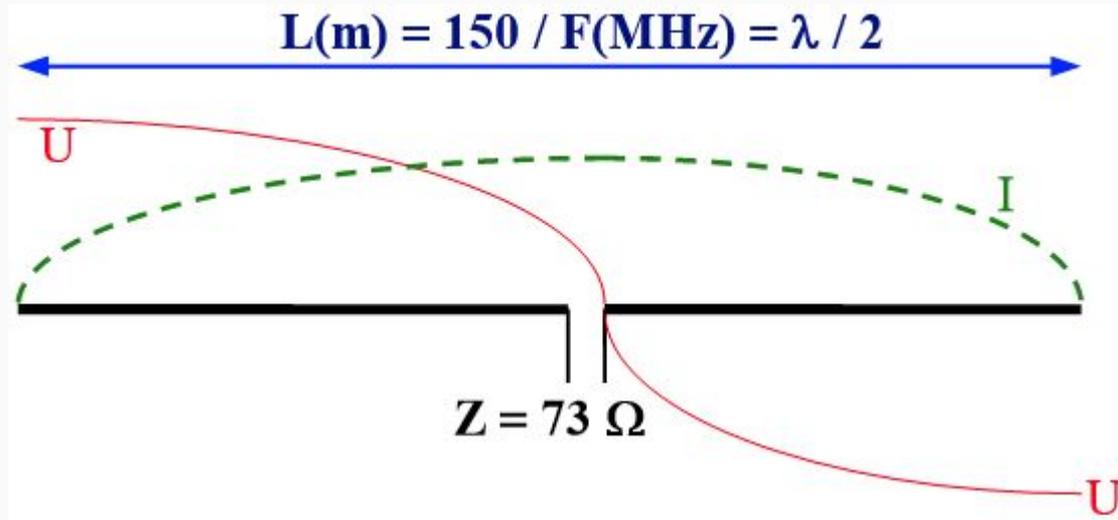
Selon la position du brin rayonnant, l'onde rayonnée est polarisée verticalement ou horizontalement. (voir photos →). La polarisation verticale est généralement utilisée pour les radiocommunications locales (hors TV) et la polarisation horizontale pour le trafic longue distance (DX).

Une atténuation de 20 dB ou encore plus est observée lorsque nous utilisons deux polarisations différentes



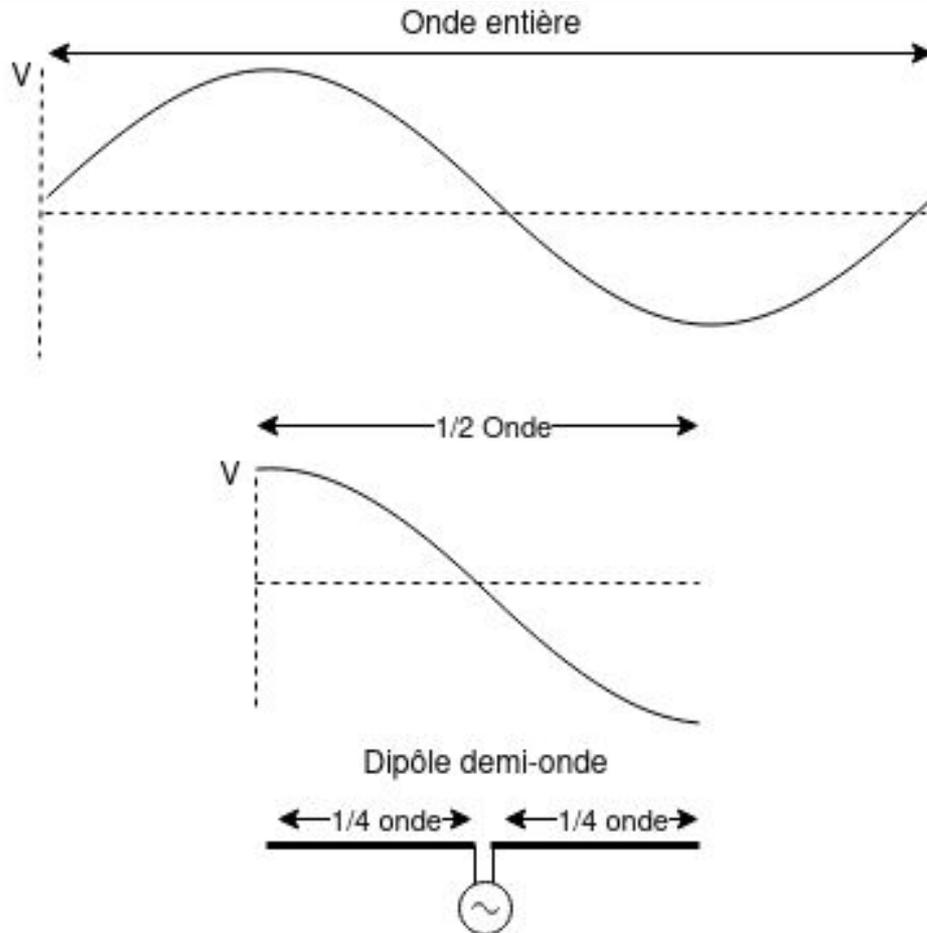
L'antenne dipôle demi-onde

A chaque extrémité du doublet demi-onde, l'intensité est nulle tandis que la tension est maximum. En revanche, au centre du doublet, l'intensité est maximum et la tension est au plus faible. A cet endroit, l'impédance (rapport U/I) est donc faible. De plus, la tension est déphasée de 90° par rapport à l'intensité.



Mnémotechnique : En politique, il y a de la tension aux extrêmes

L'antenne dipôle demi-onde

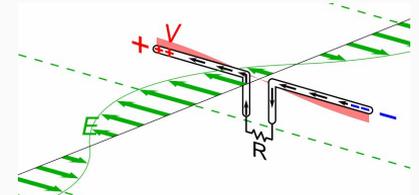


Exemple :

$$\lambda = 20 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} \lambda = 10 \text{ m}$$

$$\frac{1}{4} \lambda = 5 \text{ m}$$



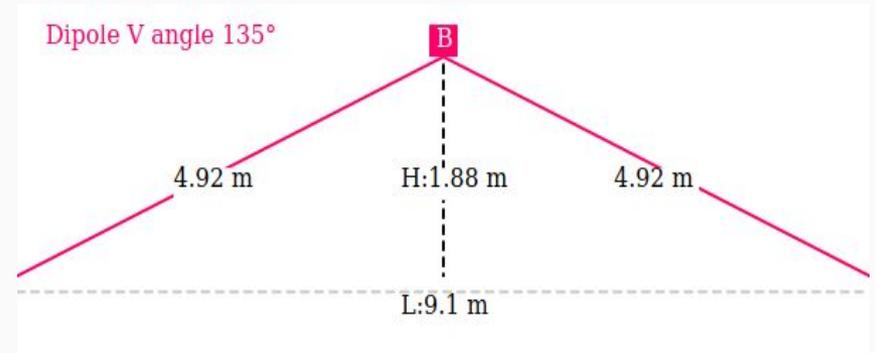
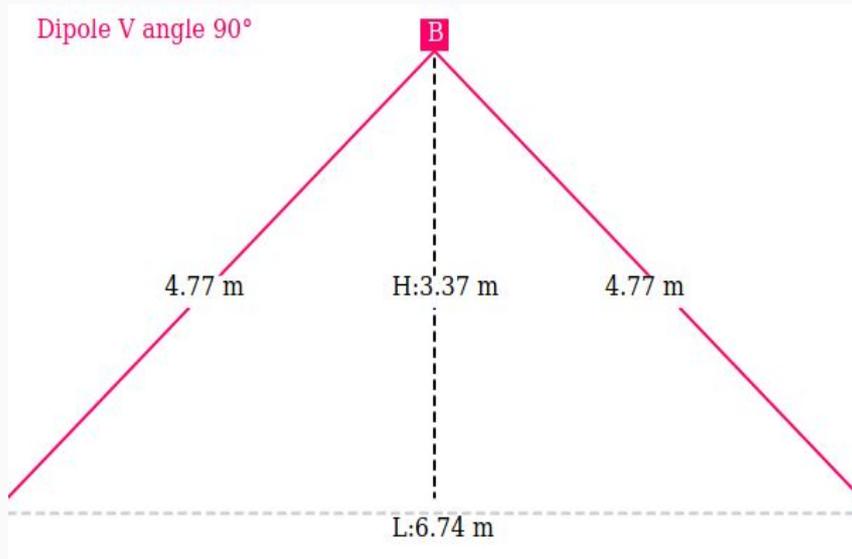
Voir l'animation en ligne :
<https://cutt.ly/1uP6EUk>

L'antenne dipôle demi-onde

L'impédance au centre du doublet varie en fonction de l'angle que forment les brins : s'ils sont alignés (angle de 180°), l'impédance est de 73Ω ; s'ils forment un angle de 120° , l'impédance est de 52Ω

Exemple de calcul pour une même fréquence selon l'angle du dipôle sur 14.200 MHz :

Source : <https://radioamateur.gp/dipole.htm>

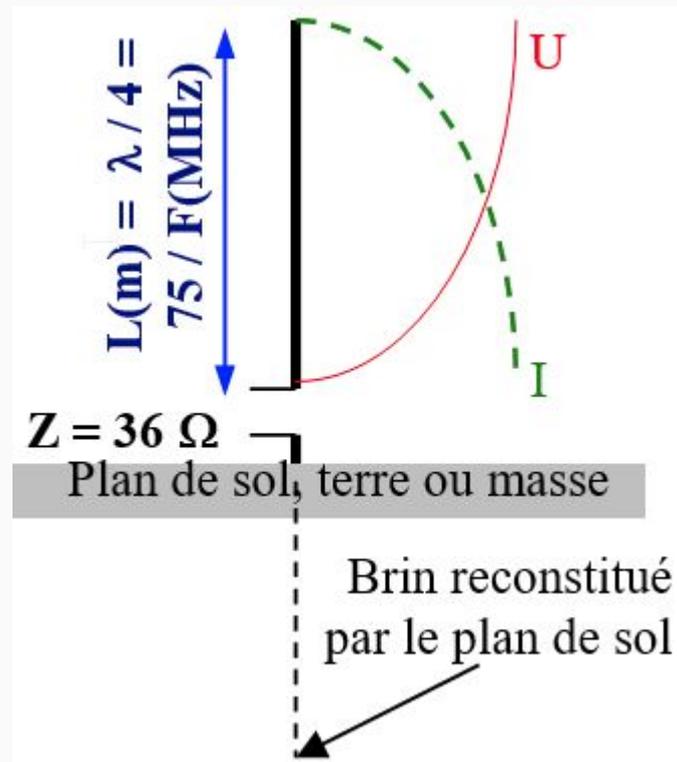


L'antenne quart d'onde verticale

L'antenne verticale (appelée aussi Ground Plane, GP) nécessite une terre ou une masse (piquet planté dans un sol conducteur ou carrosserie d'un véhicule) afin de reconstituer électriquement le deuxième brin de l'antenne. Le plan de sol remplace la masse et est constitué de radiants disposés à la base de l'antenne.

Si le plan de sol ou la masse est perpendiculaire au quart d'onde, formant ainsi un angle de 90° , l'impédance de l'antenne est de 36Ω . Si les radiants forment un angle de 120° par rapport au fouet (le quart d'onde), l'impédance au point d'alimentation devient 52Ω .

La longueur théorique du brin quart d'onde est de 1/4ème de la longueur d'onde.

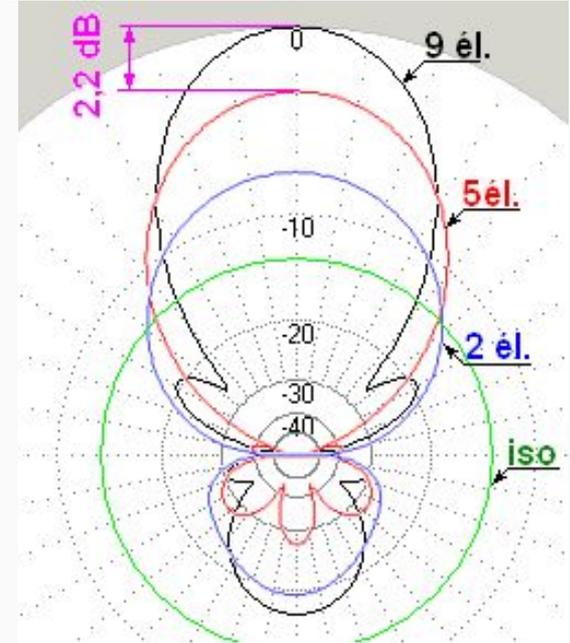
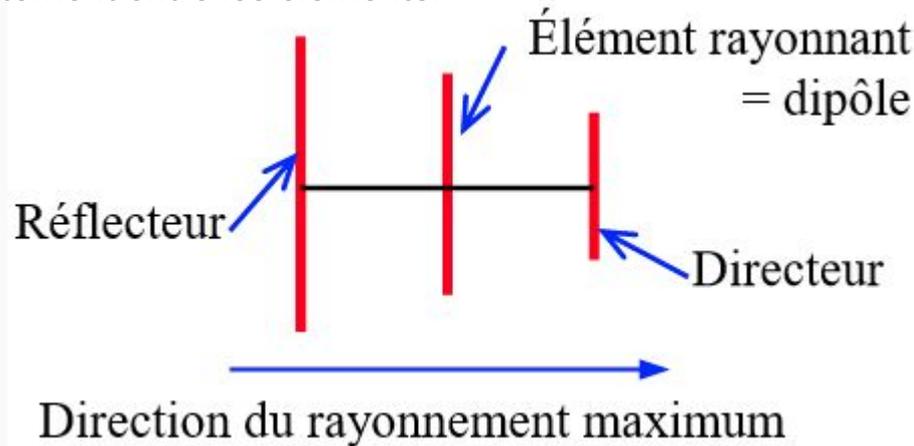


Antenne Yagi-Uda ou Beam

L'antenne Yagi-Uda utilise comme base un dipôle demi-onde comme élément rayonnant nommé radiateur, c'est cet élément qui est alimenté. Les éléments à l'arrière plus grand sont nommés réflecteur et devant plus court sont des directeurs.

Lorsque le nombre d'éléments augmente sur ce type d'antenne, l'impédance du dipôle diminue et le gain de l'antenne (son effet directif) augmente.

Le gain obtenu par ce système dépend à la fois du nombre d'éléments et de l'écartement entre les éléments.



Gain des antennes

Le gain d'une antenne informe à quelle valeur en décibels le gain d'antenne est supérieur à une antenne de référence en supposant que la puissance identique est fournie aux deux antennes.

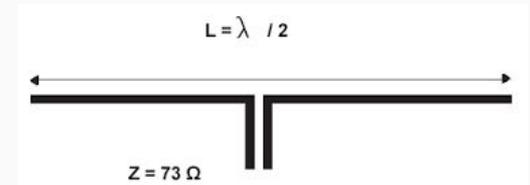
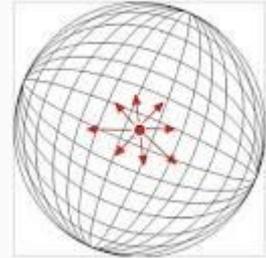
Le gain d'une antenne peut-être mesuré sur 2 échelles différentes :

- par rapport au gain de l'antenne isotrope (antenne théorique qui rayonne parfaitement)
Dans ce cas, on parle de dBi
- par rapport au gain dipôle demi-onde,
Dans ce cas, on parle de dBd

Conversion :

$$G(\text{dBi}) = G(\text{dBd}) + 2.15$$

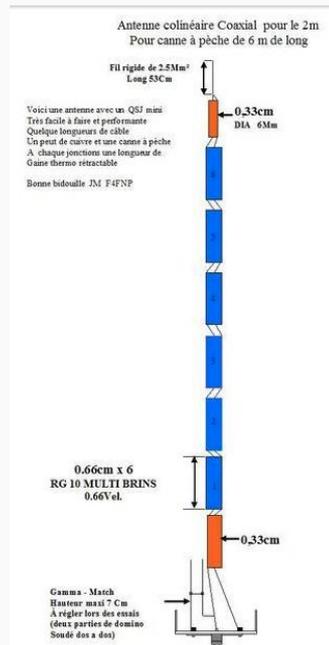
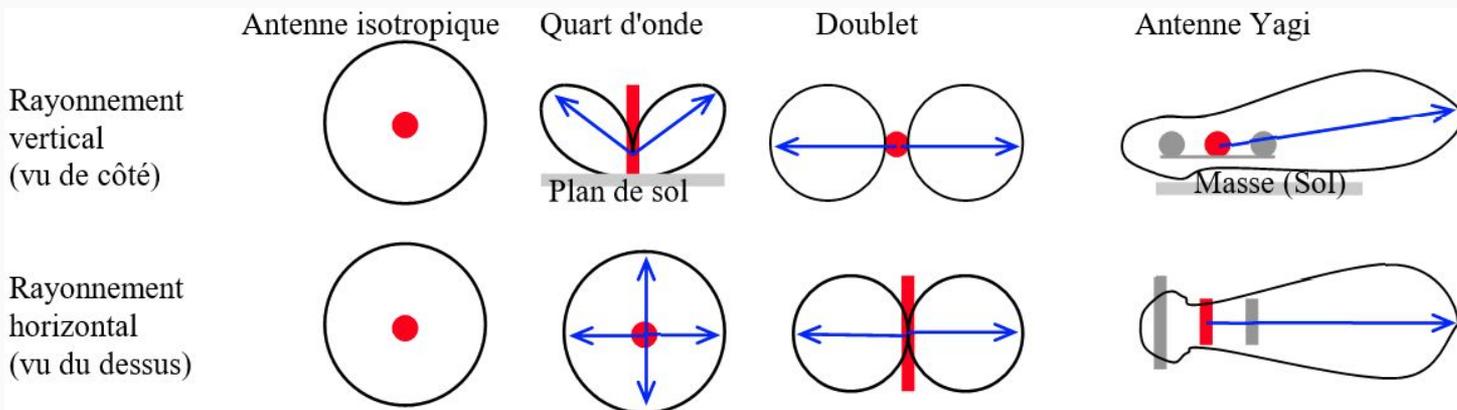
$$G(\text{dBd}) = G(\text{dBi}) - 2.15$$



Gain des antennes

Il y a plusieurs solutions pour avoir des antennes qui ont un gain supérieur à 0 dBd :

- en couplant plusieurs antennes
- en superposant plusieurs antennes (antenne colinéaire →)
- en privilégiant la directivité de l'antenne dans une direction spécifique au détriment des autres directions (Yagi par exemple).



Gain des antennes

Les gains caractéristiques d'antennes :

	Gain dBd	Gain dBi
dipôle demi-onde	0	2,15
quart d'onde verticale (Ground Plane, GP)	0	2,15
Delta Loop	1,14	3,27
Yagi-Uda (ou Beam)	3.85 à plus de 20 selon le nombre d'éléments	6 à plus de 20 selon le nombre d'éléments

Impédances des antennes

L'impédance est notée Z et est exprimé en Ω (ohms).

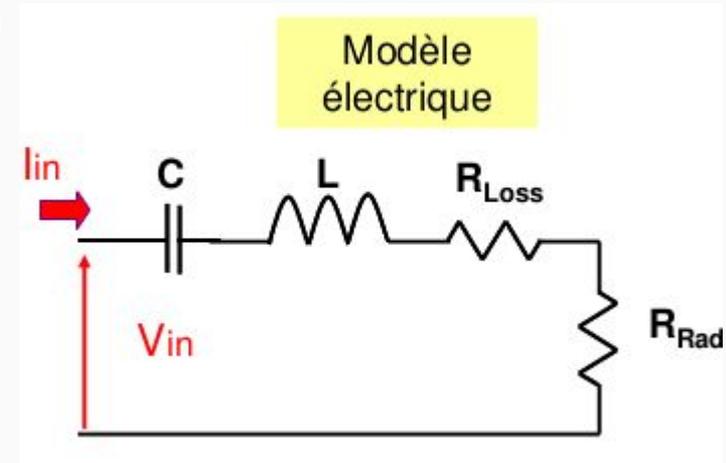
Une antenne résonne sur une fréquence particulière comme un circuit LC et deux parties résistives qui sont la résistance de rayonnement et la résistance de perte.

On définit la formule suivante : $\mathbf{Z = R + jX}$ avec Z l'impédance, en Ω ; R la résistance, en Ω ; j l'unité imaginaire des nombres complexes ; X la réactance, en Ω .

La réactance peut avoir une valeur positive et est donc inductive (X_L) ou négative et donc est elle est capacitive (X_C).

Pour schématiser, si $R = 50\Omega$, et $X=0\Omega$, $Z=50+j0\Omega = 50\Omega$. Le TOS va donc être de 1:1.

Ainsi une antenne trop courte à une fréquence va avoir une réactance capacitive que l'on va pouvoir compenser en ajoutant une self en ajoutant une composante équivalente inductive. Inversement, une antenne trop longue (ce qui arrive rarement), va pouvoir être raccourcie en ajoutant une valeur capacitive pour ramener X à 0.



Impédances des antennes

dipôle demi-onde avec angle de 180°	73Ω
dipôle demi-onde avec angle de 120°	52Ω
dipôle demi-onde avec angle de 90°	36Ω
quart d'onde verticale (Ground Plane, GP avec angle de 90°)	36Ω
quart d'onde verticale (Ground Plane, GP avec angle de 120°)	52Ω
Quad Loop (carré)	117Ω
Quad Loop (rectangle longueur = 2 x largeur)	50Ω
Delta Loop (triangle isocel)	106Ω
Yagi-Uda (ou Beam)	Fonction de la réalisation. Plus on ajoute d'éléments, plus l'impédance baisse

Groupement d'antennes

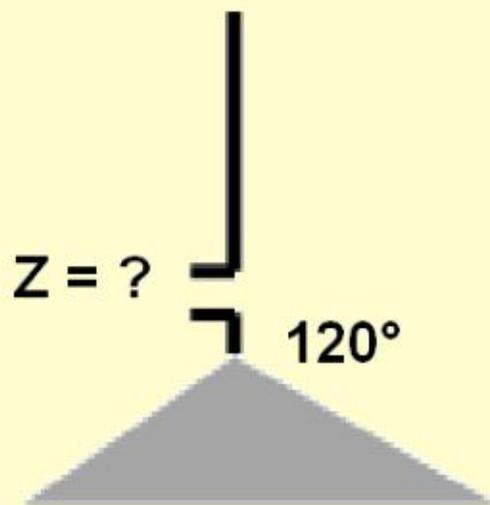
Le couplage d'antennes permet de superposer les lobes de rayonnement et leurs coefficients de directivité s'additionnent sous réserve que les antennes aient la même impédance. Encore faut-il respecter certaines distances entre les antennes et alimenter celles-ci correctement (en impédance et en phase),

Un système d'adaptation d'impédance (balun, ligne quart d'onde) sera donc nécessaire.

Augmentation du gain par rapport à une antenne	
Coupler 2 antennes	3 dB
Coupler 3 antennes	4,77 dB
Coupler 4 antennes	6 dB

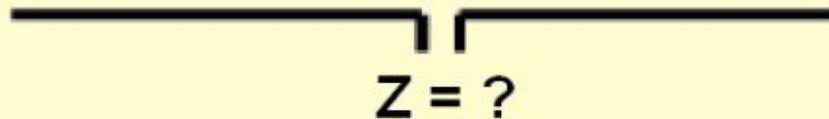


Quelle est
l'impédance de ce
quart d'onde ?



- 36 Ω
- 50 Ω
- 120 Ω
- 73 Ω

Quelle est l'impédance au point
d'alimentation de ce dipôle ?

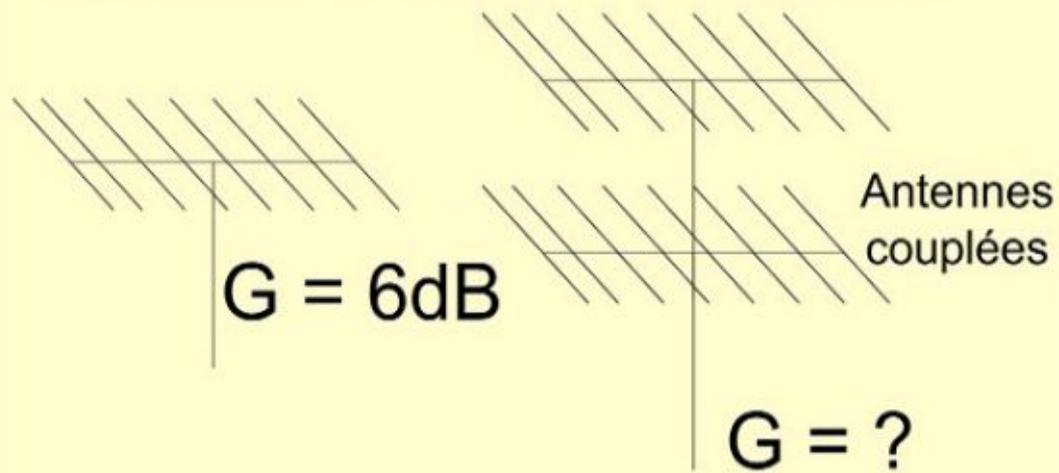


- 36 Ω
- 50 Ω
- 52 Ω
- 73 Ω

**Au centre d'une antenne doublet demi onde,
quelles sont les valeurs de U et de I ?**

- U max et I max
- U= 0 et I max
- U max et I =0
- U = 0 et I = 0

Gain dans le 2ème cas de figure ?



- 3 dB
- 12 dB
- 9 dB
- 6 dB

Où se trouve l'impédance la plus élevée dans dipôle demi-onde ?

- au centre
- aux deux extrémités
- à l'extrémité droite
- à l'extrémité gauche

**Qu'est ce qui détermine
le gain d'une antenne Yagi ?**

- l'épaisseur des brins
- la proximité d'un mur du voisin
- le nombre d'éléments directeurs
- la longueur du réflecteur

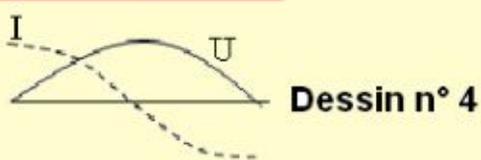
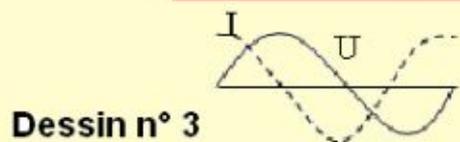
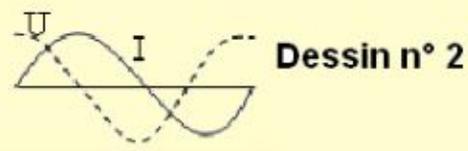
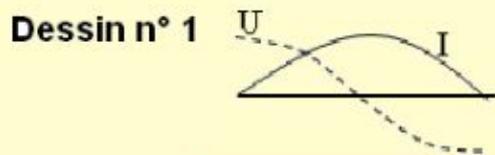
Soit une antenne quart d'onde verticale trop courte pour résonner sur la fréquence souhaitée.

Que faut-il ajouter à cette antenne pour qu'elle résonne correctement ?

NE PAS REPONDRE

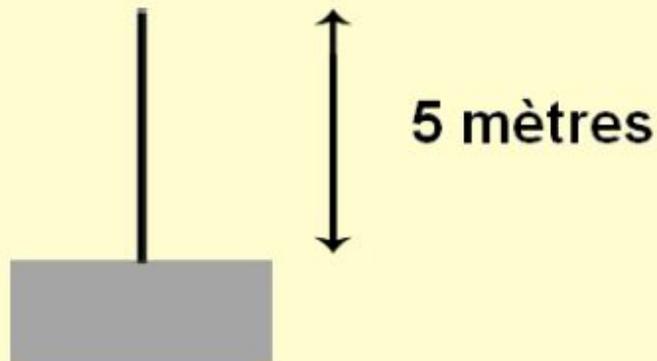
- une bobine et un condensateur sur le point d'alimentation
- une capacité en bout d'antenne
- un condensateur seul sur le point d'alimentation
- une bobine en bout d'antenne

Parmi les dessins ci-dessous, lequel correspond à la tension et au courant le long d'une antenne demi-onde ?



- 1
- 2
- 3
- 4

Quelle est la fréquence de fonctionnement de cette antenne quart d'onde verticale ?



- 57 MHz
- 35 MHz
- 30 MHz
- 15 MHz

**Quelle est la longueur d'un brin
d'un dipôle fonctionnant pour une
longueur d'onde de 20 mètres ?**

- 5 m
- 15 m
- 10 m
- 20 m

Si la fréquence d'émission est légèrement supérieure à la fréquence de résonance d'un doublet demi-onde, il agit comme :

NE PAS REPONDRE

- une résistance en série avec une bobine
- une résistance en série avec un condensateur
- le fil se comporte comme une résistance pure
- le fil ne rayonne pas

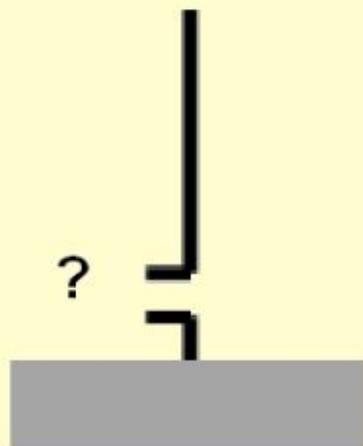
Quelle est l'impédance de cette ligne LC ?

$L = 50 \text{ mH/m}$ et $C = 20 \text{ pF/m}$

NE PAS REpondre

- 50 Ω
- 1 k Ω
- 0,1 Ω
- 50 k Ω

A la base du brin
de cette antenne
quart d'onde, on a:

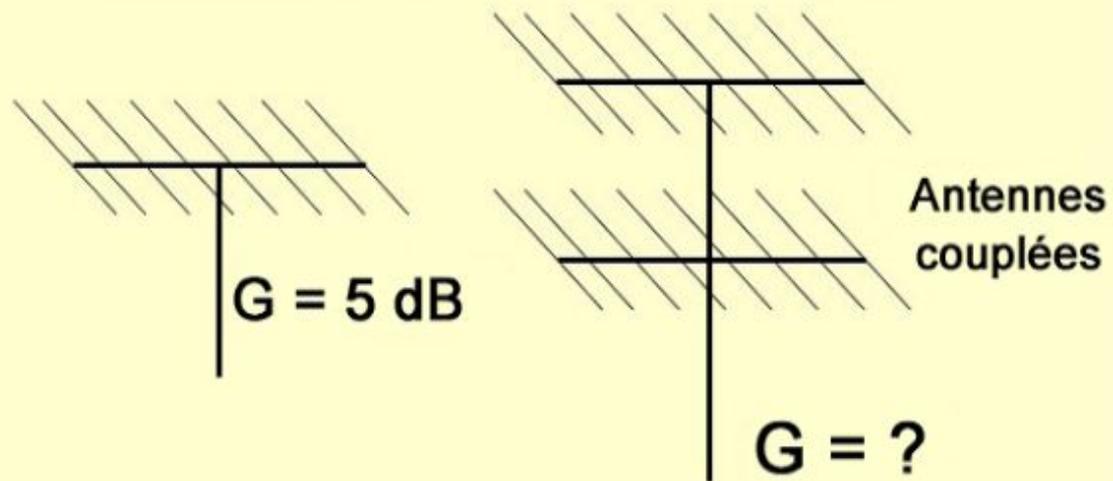


- U max et I nul
- U max et I max
- U nul et I max
- U nul et I nul

**Quelles sont les valeurs de U et I à
l'extrémité d'une antenne demi-onde ?**

- U = 0 et I max
- U max et I = 0
- U max et I max
- U = 0 et I = 0

Gain dans le 2ème cas de figure ?



- 10 dB
- 2,5 dB
- 5 dB
- 8 dB