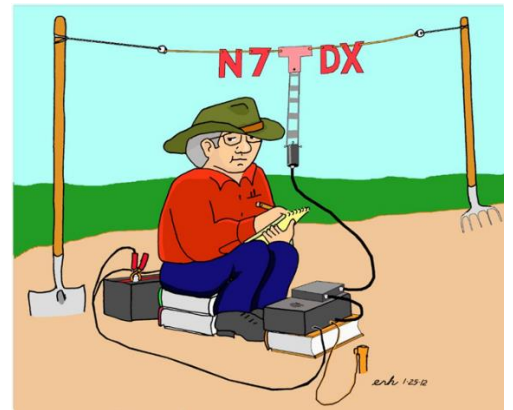
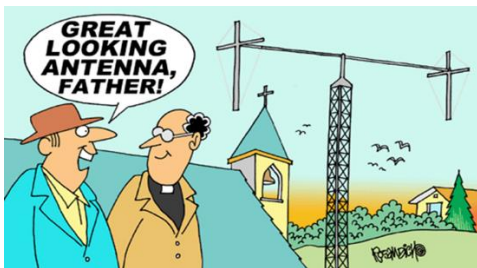
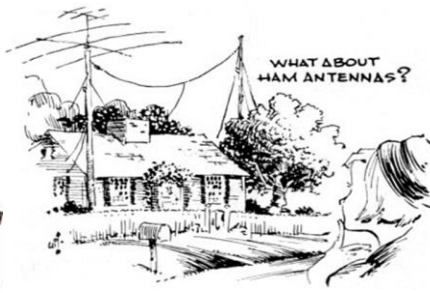


# Antenne de base Fondamentaux Par Michael McGuire VK5ZC ©





# Contenu

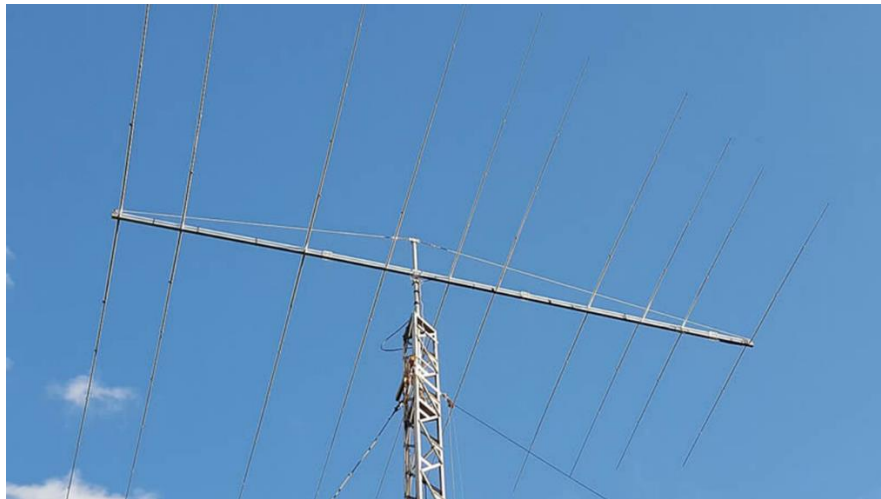
1. Qu'est-ce qu'une antenne.	4
2. Types d'antennes et utilisation générale.	7
3. Vidéo de la propagation de l'antenne. (Lien)	8
4. Le mécanisme de l'antenne.	9
5. Résonance et bande passante de l'antenne.	10
6. Facteur « Q ».	13
7. Diagrammes directionnels des antennes.	14
8. Vidéo de la directivité de l'antenne. (Lien)	15
9. Gain des antennes.	16
10. Adaptation d'impédance.	18
11. Polarisation verticale et horizontale.	20
12. Bases du Balun, Unun et Ugly Balun.	21
13. SWR et vidéo. (Lien)	23
14. Câbles coaxiaux et lignes d'alimentation.	25
15. Le facteur de vitesse.	28
16. Fiches et connecteurs.	29

## Qu'est-ce qu'une antenne ?



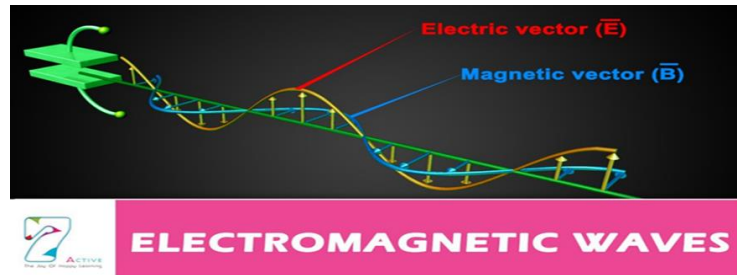
En réception, une antenne intercepte une partie de la puissance d'une onde électromagnétique afin de produire à ses bornes un courant électrique, qui est appliqué à un récepteur pour être amplifié.

Les antennes sont des composants essentiels des équipements radio et sont utilisées dans la radiodiffusion, la télévision, la radio bidirectionnelle, les récepteurs de communication, les radars, les téléphones mobiles, les communications par satellite et d'autres appareils.



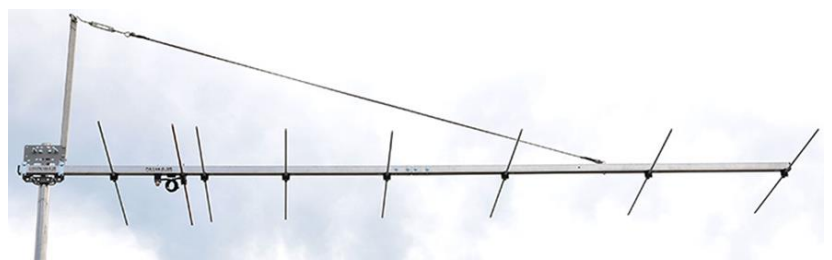
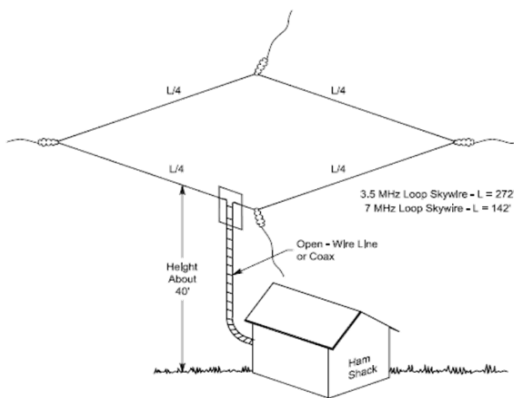
Une antenne est un ensemble de conducteurs (éléments), connectés électriquement au récepteur ou à l'émetteur.

Lors de la transmission, le courant oscillant appliqué à l'antenne par un émetteur crée un champ électrique oscillant et un champ magnétique autour des éléments de l'antenne. Ces champs variables dans le temps rayonnent de l'énergie depuis l'antenne vers l'espace sous forme d'onde de champ électromagnétique transversale mobile. Inversement, lors de la réception, les champs électriques et magnétiques oscillants d'une onde radio entrante exercent une force sur les électrons des éléments de l'antenne, les faisant se déplacer d'avant en arrière, créant ainsi des courants oscillants dans l'antenne.

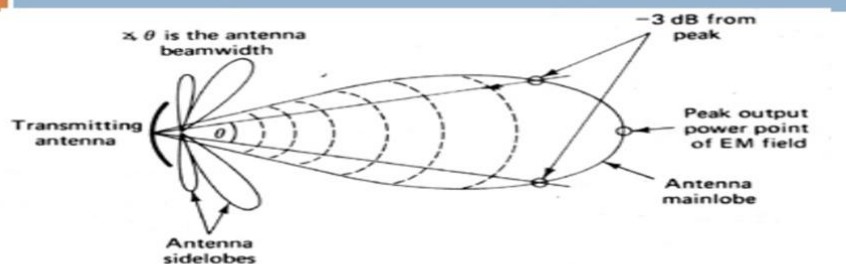


Les antennes peuvent être conçues pour transmettre et recevoir des ondes radio dans toutes les directions horizontales de manière égale (antennes omnidirectionnelles), ou préférentiellement dans une direction particulière (antennes directionnelles ou à gain élevé).

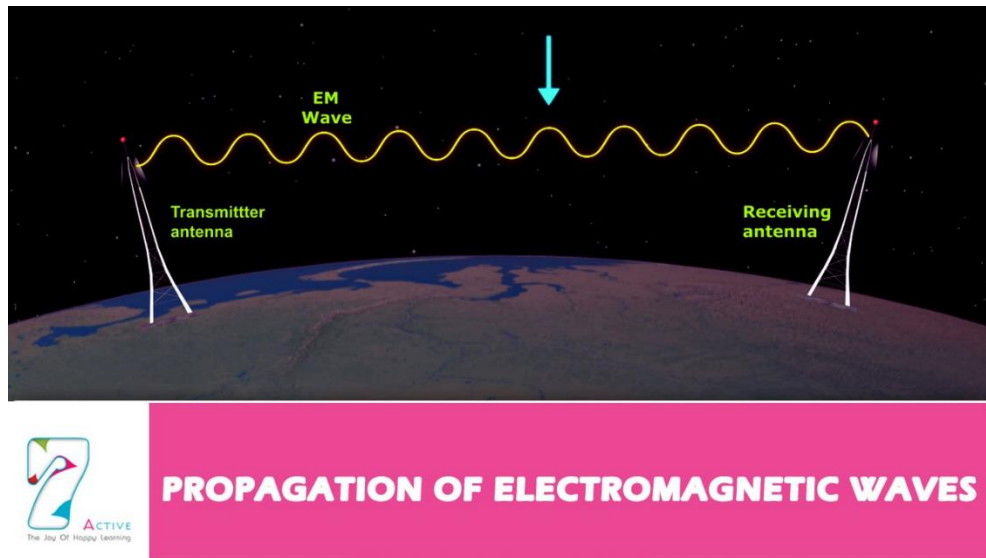
Une antenne peut comprendre des éléments parasites, des réflecteurs paraboliques, qui servent à diriger les ondes radio dans un faisceau ou un autre diagramme de rayonnement souhaité.



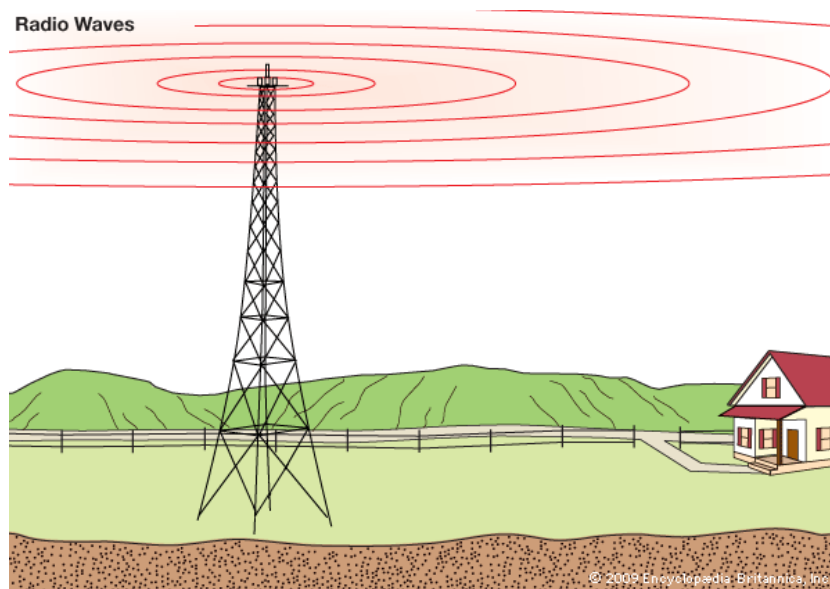
Antenna Radiation Pattern



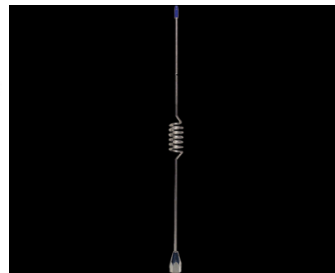
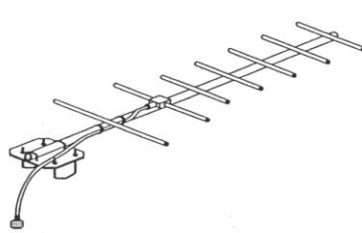
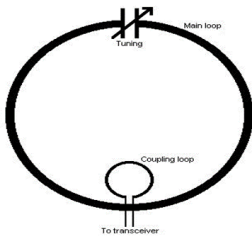
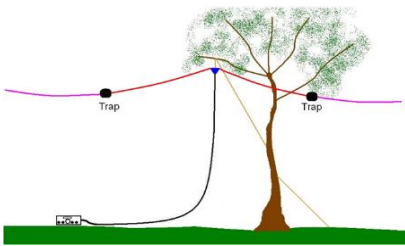
En radio, une antenne est l'interface entre les ondes radio se propageant dans l'espace et, utilisée avec un émetteur ou un récepteur.



Lors de la transmission, un émetteur radio fournit un courant électrique aux bornes de l'antenne, et l'antenne rayonne l'énergie du courant sous forme d'ondes électromagnétiques (ondes radio).



# TYPES D'ANTENNES ET UTILISATION GÉNÉRALE



## TYPES D'ANTENNES

Type d'antenne	Utilisation générale
Fouet et vertical antennes	Antennes utilisées pour les mobiles et les stations de base. Antenne non directionnelle avec une sensibilité égale dans toutes les directions.
Antenne dipôle	Antenne bidirectionnelle utilisée pour la radio amateur, etc.
Yagi	Utilisées comme antennes de télévision, etc. Elles ont une forte directivité et doivent être alignées dans la direction de la station émettrice. Il s'agit d'une antenne dipôle avec des éléments directeurs et réflecteurs fixés pour diriger et réfléchir l'onde radio.
Antenne parabolique	Utilisées pour recevoir des émissions par satellite. Ces antennes ont une directivité très forte et nécessitent un réglage directionnel précis, mais elles peuvent utiliser efficacement la puissance des ondes radio.
Antenne en boucle	Les antennes en boucle captent les variations du champ magnétique des ondes radio. Les ondes radio se propagent dans une direction perpendiculaire au cercle de la boucle.  De même, l'antenne de réception est placée de manière à être perpendiculaire au champ magnétique des ondes radio.

Vidéo sur les principes fondamentaux de l'antenne

Youtube

<https://www.youtube.com/watch?v=7bDyA5t1ldU>

# Le mécanisme de l'antenne.

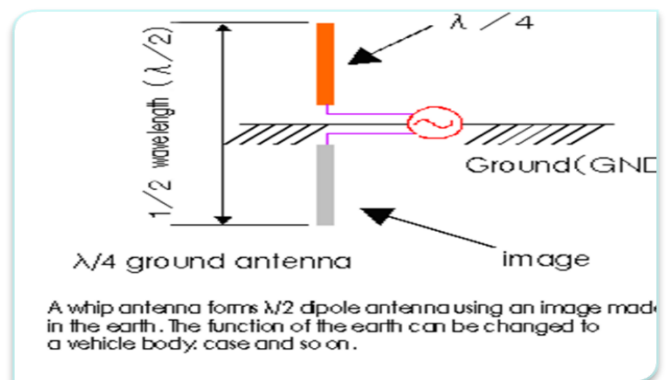
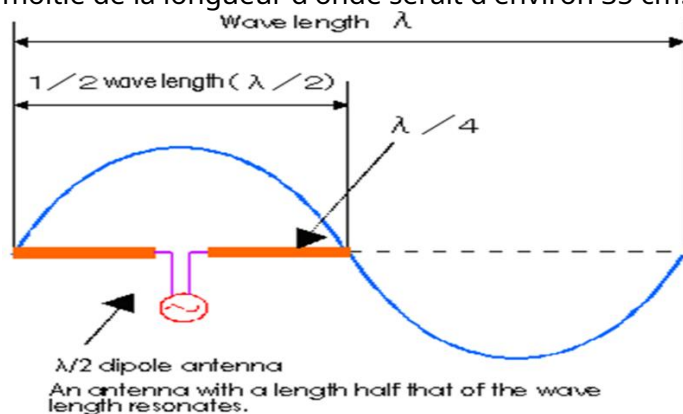
À l'ère moderne de la communication sans fil, de nombreux ingénieurs manifestent leur intérêt à se spécialiser dans les domaines de la communication, mais cela nécessite une connaissance de base des concepts fondamentaux de la communication tels que les types d'antennes, le rayonnement électromagnétique et divers phénomènes liés à la propagation, etc. Dans le cas des systèmes de communication sans fil, les antennes jouent un rôle important car elles convertissent efficacement les signaux électroniques en ondes électromagnétiques.

Pour calculer la longueur d'onde d'une onde radio, il faut calculer la vitesse de la lumière : 300 000 000 mètres/sec ÷ fréquence en MHz.

Pour simplifier, nous pouvons utiliser  $300 / f \text{ (MHz)} = \lambda$  (longueur d'onde en mètres).

L'antenne la plus efficace est une antenne dont la longueur est égale à la moitié de la longueur d'onde de la fréquence utilisée.

Par exemple, si vous utilisez une fréquence de 433 MHz, la longueur d'onde est d'environ 70 cm, donc une antenne d'une longueur d'environ 35 cm sera la plus efficace.  $300/433 = 0,70$ , donc maintenant la moitié de la longueur d'onde serait d'environ 35 cm.



L'émetteur doit émettre des ondes radio en utilisant une puissance limitée, et le récepteur doit capter efficacement les ondes radio émises.

Avec l'antenne à cette longueur, l'antenne et les ondes radio transmises atteignent un état de résonance et une puissance maximale est émise.

Au niveau du récepteur, les ondes radio reçues et l'antenne atteignent également un état de résonance et peuvent capter une puissance maximale. L'antenne doit être maintenue aussi droite que possible.

Aujourd'hui, les équipements tendent à être compacts et des antennes d'une longueur  $1/4$  ( $\lambda/4$ ) de celle de la longueur d'onde sont fréquemment utilisées.

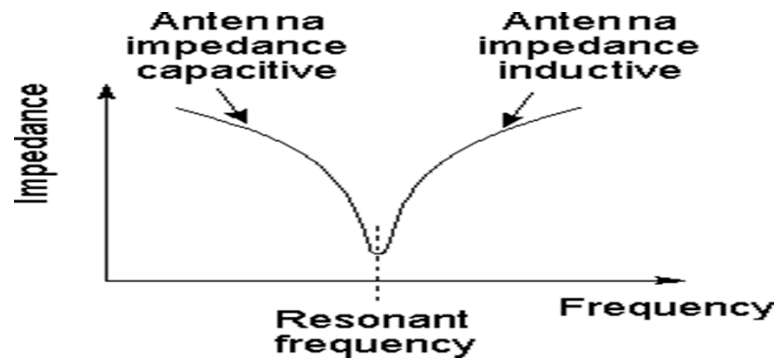
Le principe des antennes terrestres  $\lambda/4$  est le même que celui des antennes dipôles  $\lambda/2$ . Cependant, comme la fonction d'un côté est modifiée vers la terre, la longueur de l'antenne est divisée par deux, ce qui donne une antenne  $1/4 \lambda$ .

C'est pour cela que cette terre est très importante. Les antennes fouet des modules radio, des téléphones portables, etc. utilisent ce mécanisme, le boîtier faisant office de terre.

# Résonance et bande passante de l'antenne

Deux facteurs majeurs associés à la conception d'une antenne radio sont le point de résonance de l'antenne ou la fréquence de fonctionnement centrale et la bande passante de l'antenne ou la plage de fréquences sur laquelle la conception de l'antenne peut fonctionner.

Que l'antenne RF soit utilisée pour la diffusion ou toute autre application, les performances de l'antenne RF sont primordiales, et la fréquence de résonance de l'antenne ainsi que la bande passante de l'antenne sont d'une grande importance.

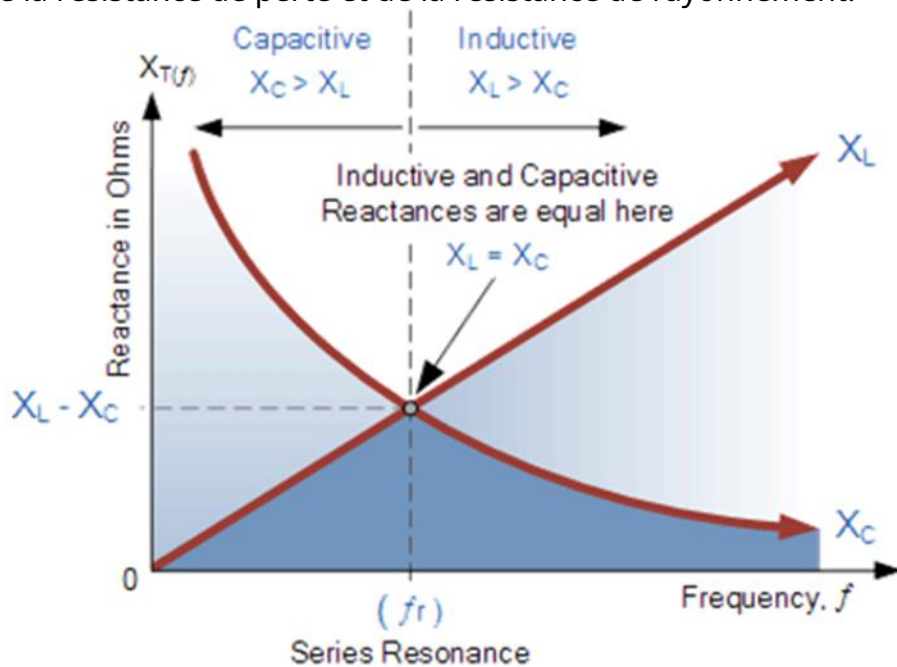


## Résonance d'antenne

Une antenne RF est une forme de circuit accordé constitué d'une inductance et d'une capacité. Par conséquent, elle possède une fréquence de résonance.

Il s'agit de la fréquence à laquelle les réactances capacitives et inductives s'annulent.

À ce stade, l'antenne RF apparaît purement résistive, la résistance étant une combinaison de la résistance de perte et de la résistance de rayonnement.



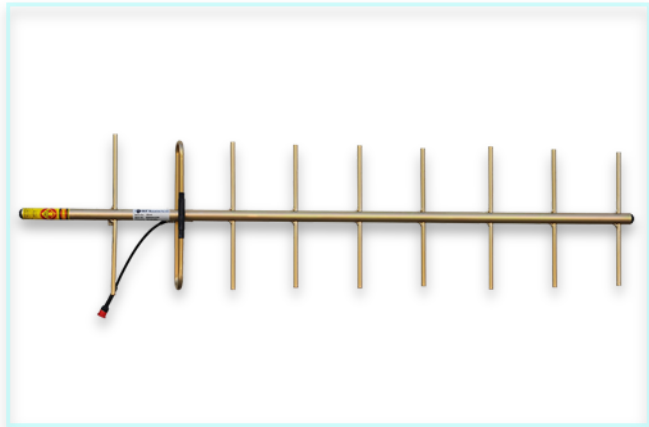
La capacité et l'inductance d'une antenne RF sont déterminées par ses propriétés physiques et l'environnement dans lequel elle se trouve.

La principale caractéristique de la conception de l'antenne RF réside dans ses dimensions.

On constate que plus l'antenne ou plus précisément les éléments de l'antenne sont grands, plus la fréquence de résonance est basse.

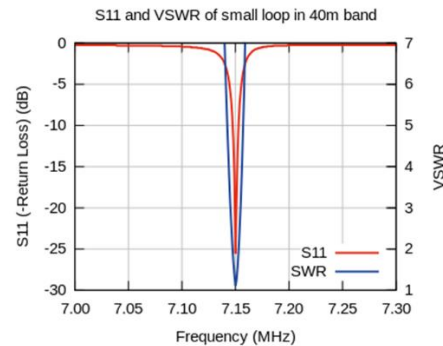
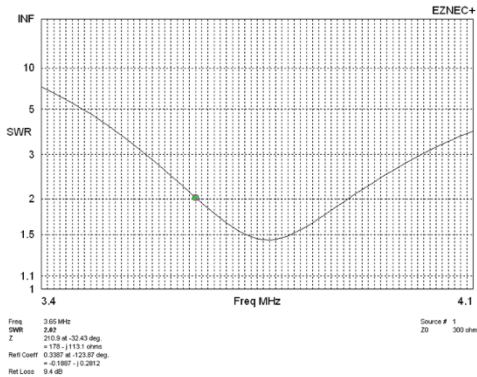
Par exemple, les antennes UHF ont des éléments relativement petits, tandis que celles VHF ont des éléments plus grands indiquant une fréquence plus basse.

Dans les antennes destinées aux applications à ondes courtes, les éléments sont encore plus grands.



## Bande passante de l'antenne

La plupart des conceptions d'antennes RF fonctionnent autour du point de résonance. Cela signifie que la bande passante sur laquelle une antenne RF peut fonctionner efficacement est limitée. En dehors de cette bande passante, les niveaux de réactance peuvent atteindre des valeurs trop élevées pour un fonctionnement satisfaisant. D'autres caractéristiques de l'antenne peuvent également être altérées en dehors de la fréquence de fonctionnement centrale.



La bande passante de l'antenne est particulièrement importante pour les émetteurs radio, car l'émetteur peut être endommagé si l'antenne est utilisée en dehors de sa portée de fonctionnement et si l'émetteur radio n'est pas correctement protégé. De plus, le signal émis par l'antenne RF peut être inférieur pour un certain nombre de raisons.



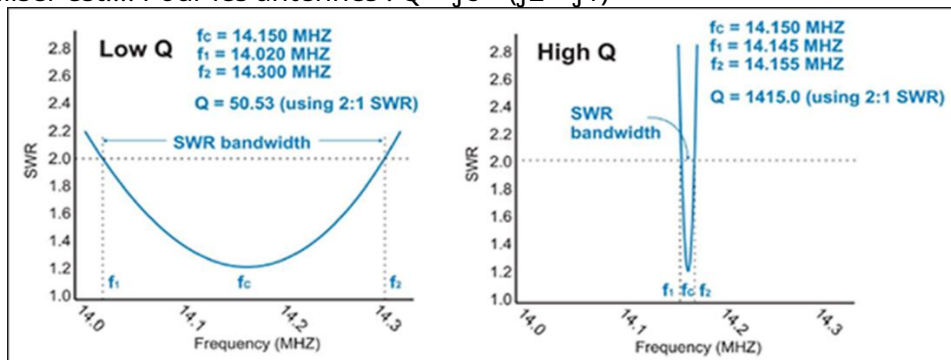
Pour la réception, les performances de l'antenne sont moins importantes à certains égards. Elle peut être utilisée en dehors de sa bande passante normale sans crainte d'endommager l'appareil. Même une longueur de fil aléatoire captera les signaux et il peut être possible de recevoir plusieurs stations distantes. Cependant, pour une réception optimale, il est nécessaire de s'assurer que les performances de la conception de l'antenne RF sont optimales.

# Le facteur « Q »

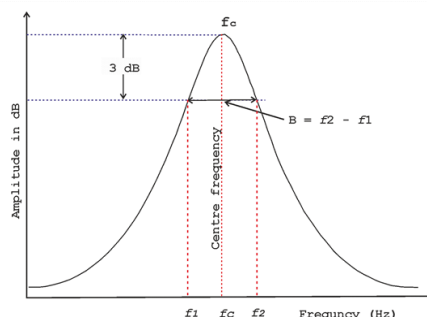
Vous avez probablement déjà entendu parler du « facteur Q » pour décrire les antennes. Peut-être n'avez-vous pas encore tout à fait compris ce que cela signifie exactement d'un point de vue pratique. Voyons si nous pouvons aborder le facteur Q, ou facteur de qualité, en ce qui concerne les circuits d'antenne et les opérations de radio amateur sans passer par des notions de physique ou de mathématiques de niveau supérieur. Lorsque nous aurons terminé, vous aurez une compréhension intuitive du facteur Q qui dépasse probablement de loin celle du radioamateur moyen !



Le facteur Q n'a pas d'unités : ni ohms, ni henry, ni ampères, ni rien d'autre. Il s'agit simplement d'un nombre. Et il existe plusieurs façons de calculer le facteur Q d'une antenne. Les transformations mathématiques magiques nous fournissent la définition pratique suivante de Q lorsqu'elle est appliquée à des oscillateurs qui ont des valeurs Q relativement élevées, une formule plus simple à utiliser est.... Pour les antennes :  $Q = f_c \div (f_2 - f_1)$



où  $f_c$  est la fréquence de résonance (la fréquence centrale à laquelle l'antenne est réglée), et ... $f_1$  et  $f_2$  sont les fréquences au-dessus et en dessous de la fréquence centrale à laquelle l'antenne fonctionnera, ou atteindra une valeur acceptable de ROS. (En fait, c'est là que la fréquence entraîne une perte de puissance de 3 dB par rapport au transfert de puissance de fréquence centrale, mais vous pouvez également utiliser les fréquences où le ROS augmente à 2:1 comme mesure de comparaison pratique entre les systèmes d'antennes.)

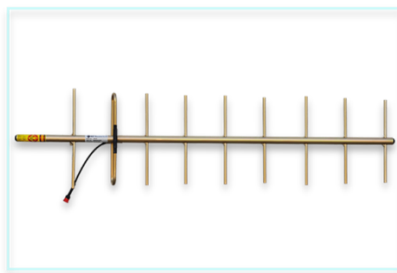
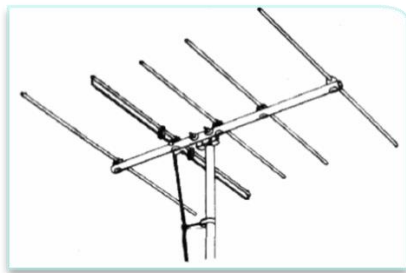


## Diagrammes directionnels des antennes

Il existe des antennes directionnelles et des antennes non directionnelles. Les antennes à directivité sont utilisées dans les cas où la direction de l'autre partie en communication est fixe. Les antennes directionnelles comprennent les réseaux Yagi, les antennes paraboliques et autres.



Cela évite l'émission d'ondes radio indésirables dans l'environnement et ne capte pas de bruit provenant d'autres directions. C'est pratique car cela permet une transmission efficace avec une faible puissance. Les ondes radio rayonnant dans une direction spécifique sont appelées un faisceau.



Les antennes non directionnelles émettent des ondes radio indésirables dans l'environnement et captent à l'inverse des bruits provenant de toutes les directions. Cependant, la communication est possible partout où se trouve l'interlocuteur, elles sont donc adaptées aux applications mobiles. Les antennes non directionnelles comprennent les antennes fouet verticales et les antennes verticales de station de base.



Les ondes radio émettent naturellement en trois dimensions, il faut donc également tenir compte du diagramme de directivité lorsqu'elles sont vues de côté. Les diagrammes de diagramme directionnel montrent l'intensité relative de l'intensité de champ maximale dans n'importe quelle direction, indiquant ainsi la directivité du champ électrique. Dans le diagramme de rayonnement d'une antenne radio, le lobe principal, ou faisceau principal, est le lobe contenant la puissance maximale. C'est le lobe qui présente la plus grande intensité de champ. ... Les autres lobes sont appelés « lobes secondaires » et représentent généralement un rayonnement indésirable dans des directions indésirables. Le lobe secondaire dans la direction opposée au lobe principal est appelé « lobe arrière ».

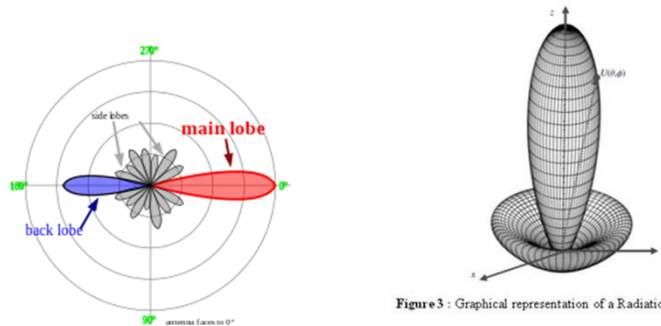
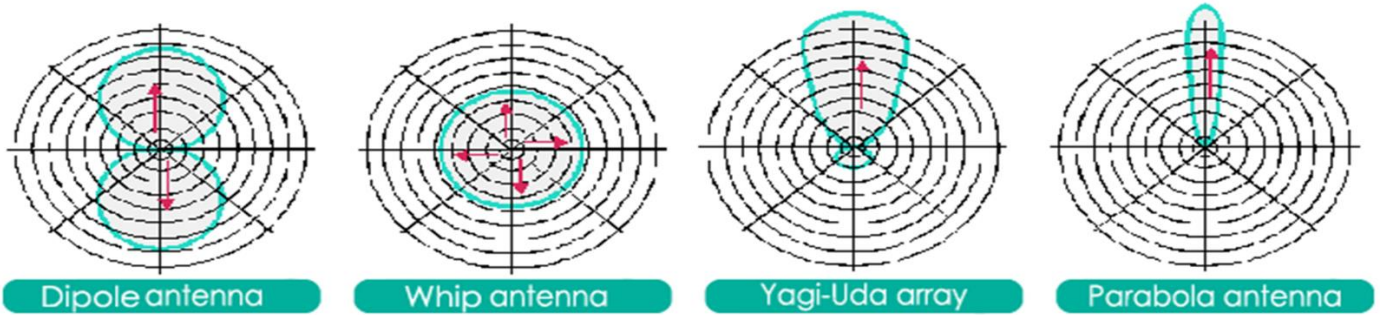


Figure 3 : Graphical representation of a Radiation Pattern

Antennes directionnelles et antennes non directionnelles. Une antenne dipôle est appelée antenne omnidirectionnelle, elle rayonne dans deux directions. Dans le schéma ci-dessus, avec l'antenne fouet, les ondes radio rayonnent dans toutes les directions de manière égale, il s'agit donc d'une antenne non directionnelle. Avec l'antenne réseau Yagi et l'antenne parabolique, les ondes radio rayonnent dans une direction spécifique, on dit donc qu'il s'agit d'antennes directionnelles (antennes à faisceau).

Directivity of typical antennas



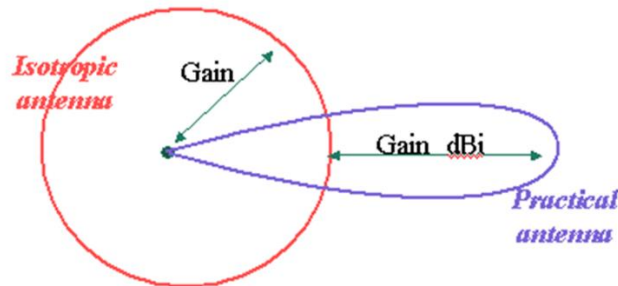
Vidéo sur la directivité de l'antenne  
Youtube

<https://www.youtube.com/watch?v=md7GjQQ2YA0>

# Gain des antennes

Le paramètre qui mesure le degré de directivité du diagramme radial d'une antenne est appelé gain. Une antenne avec un gain plus élevé est plus efficace dans son diagramme de rayonnement. Les antennes sont conçues de telle manière que la puissance augmente dans la direction souhaitée et diminue dans les directions non souhaitées.

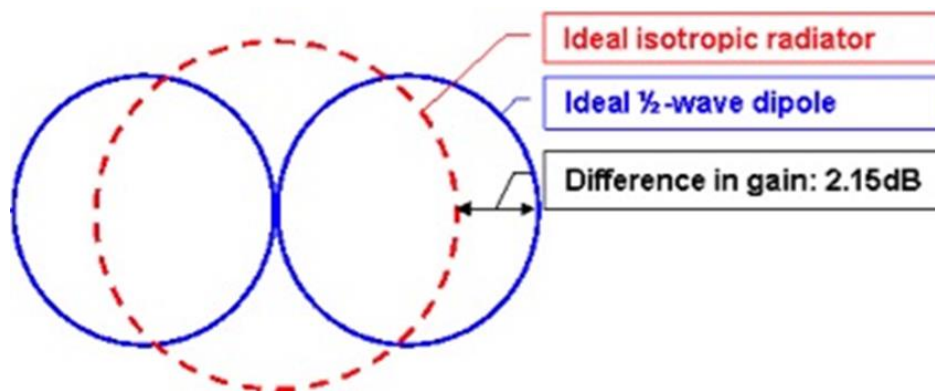
$G = (\text{puissance rayonnée par une antenne}) / (\text{puissance rayonnée par l'antenne de référence})$  Lors du choix d'une antenne, la directivité et le gain sont des facteurs importants. De plus, cela dépend des spécifications. L'unité de gain est exprimée de différentes manières, comme dBd, dBi, et il est difficile de décider laquelle choisir. De plus, comme l'antenne est en métal et qu'il n'y a pas de circuit d'amplification électrique, le fait qu'il y ait du gain peut sembler un peu étrange.



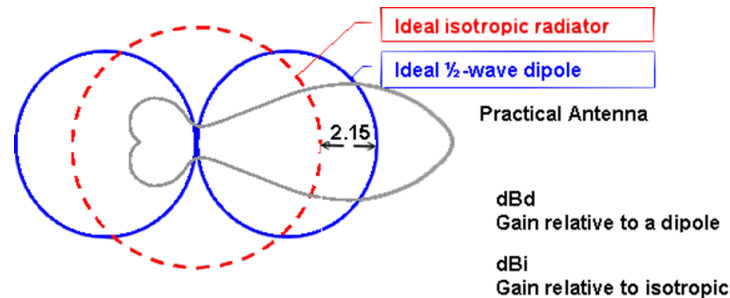
Les antennes peuvent concentrer l'énergie d'entrée dans une certaine direction, mais il existe des différences dans la méthode de concentration selon le type et entre les différentes antennes. En d'autres termes, les antennes qui diffusent la puissance d'entrée dans des directions autres que celle de l'autre partie en communication et les antennes avec directivité qui concentrent efficacement la puissance présentent des différences de portée.

Cette différence est la différence de gain, et plus le gain est élevé, plus la directivité devient aiguë, ce qui signifie que l'alignement directionnel devient plus difficile.

Le gain d'antenne est exprimé comme le rapport de la puissance reçue dans la direction maximale du champ électrique lorsque la même puissance est appliquée à une antenne testée et à une antenne de référence. Pour exprimer le gain d'antenne, il existe deux méthodes, l'une utilisant une antenne isotrope comme référence, l'autre utilisant un autre type d'antenne (généralement une antenne dipôle demi-onde  $\lambda/2$ ) comme référence.

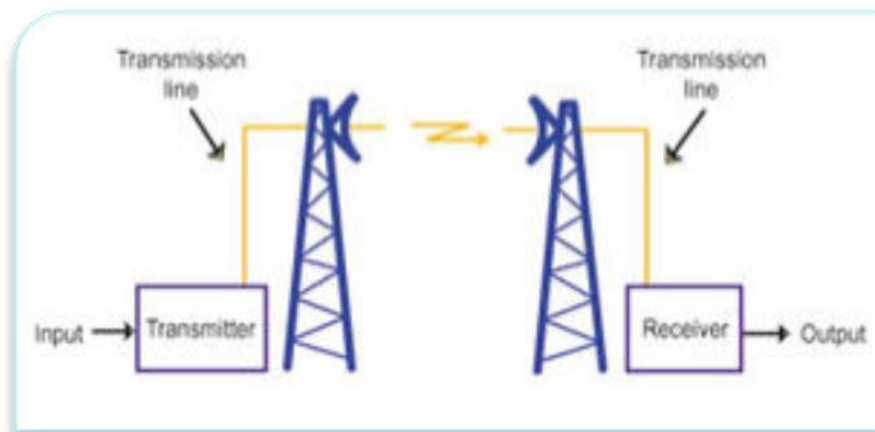


Lorsque l'on utilise une antenne isotrope comme référence, le gain est appelé gain absolu et l'unité utilisée est le dBi. Lorsque l'on utilise une antenne dipôle demi-onde idéale ( $\lambda/2$ ) comme référence, le gain est appelé gain relatif et l'unité utilisée est le dBd. Avec le gain relatif, le rapport entre le gain absolu de l'antenne utilisée comme référence et le gain absolu de l'antenne en question est équivalent. Comme le gain absolu de l'antenne dipôle demi-onde ( $\lambda/2$ ) utilisée comme référence est de 2,15 dBi, le gain relatif  $G_r$  dBd d'une antenne avec un gain absolu de  $G_a$  dBi est trouvé par gain relatif  $G_r$  dBd = gain absolu  $G_a$  dBi - 2,15 dB.



Gain of a practical antenna:  
 $G_{dBi}$  is gain referenced to an isotrope  
 $G_{dBd}$  is gain referenced to a dipole  
 $G_{dBi} = G_{dBd} + 2.15$

En d'autres termes, entre dBd et dBi, la relation  $0 \text{ dBd} = 2,15 \text{ dBi}$  est obtenue. Si une spécification d'antenne est de 2,15 dBd, cela signifie qu'elle est équivalente à une antenne dipôle demi-onde idéale. Pour le gain d'antenne, les expressions dBd et dB signifient la même chose, dBd étant la désignation formelle. Les antennes isotropes sont des antennes théoriques, formulées et virtuelles, qui rayonnent des ondes radio dans toutes les directions avec une intensité égale et qui ont une directivité sphérique

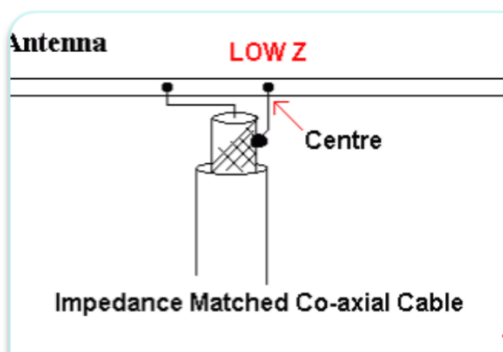


# Adaptation d'impédance

Lors de la connexion d'une antenne à partir d'un circuit haute fréquence, il est nécessaire de transférer efficacement la puissance et de s'assurer qu'aucun problème ne se pose avec la réflexion des ondes radio. La réflexion se produit lorsque l'impédance de la source du signal et l'impédance de l'antenne ne correspondent pas, et le fait de les faire correspondre est appelé adaptation d'impédance. La réflexion désigne la situation dans laquelle une partie du signal envoyé dans la direction de l'antenne revient vers la source du signal, et si elle se combine avec le signal incident, des effets indésirables peuvent survenir.



La spécification d'une antenne comprendra toujours une « impédance d'entrée :  $50 \Omega$  » ou similaire, il faut donc implémenter une adaptation d'impédance au niveau du circuit de connexion pour correspondre à cette valeur. Il est également nécessaire que l'impédance du câble utilisé corresponde. L'impédance du câble est déterminée par l'impédance et la capacité par unité, et l'impédance des câbles sur le marché sera toujours indiquée.



# Correspondance gamma

Qu'est-ce qu'une correspondance gamma, comment fonctionne-t-elle et quel est son objectif ?

Il s'agit d'un dispositif réglable utilisé pour alimenter et adapter une antenne, généralement l'élément entraîné d'un faisceau, et généralement un câble coaxial de 50 ohms. Son avantage par rapport à certains autres systèmes d'adaptation est qu'il peut être utilisé avec l'élément entraîné d'une antenne à faisceau lorsque le centre de cet élément entraîné est directement relié à la masse du bras de l'antenne. La plupart des autres systèmes d'alimentation nécessitent que l'élément entraîné soit isolé du bras. L'utilisation d'une correspondance gamma élimine le besoin d'un balun, car elle fournit une alimentation déséquilibrée au radiateur, de sorte que le système qui en résulte est déséquilibré vers déséquilibré (câble coaxial déséquilibré vers élément entraîné déséquilibré).

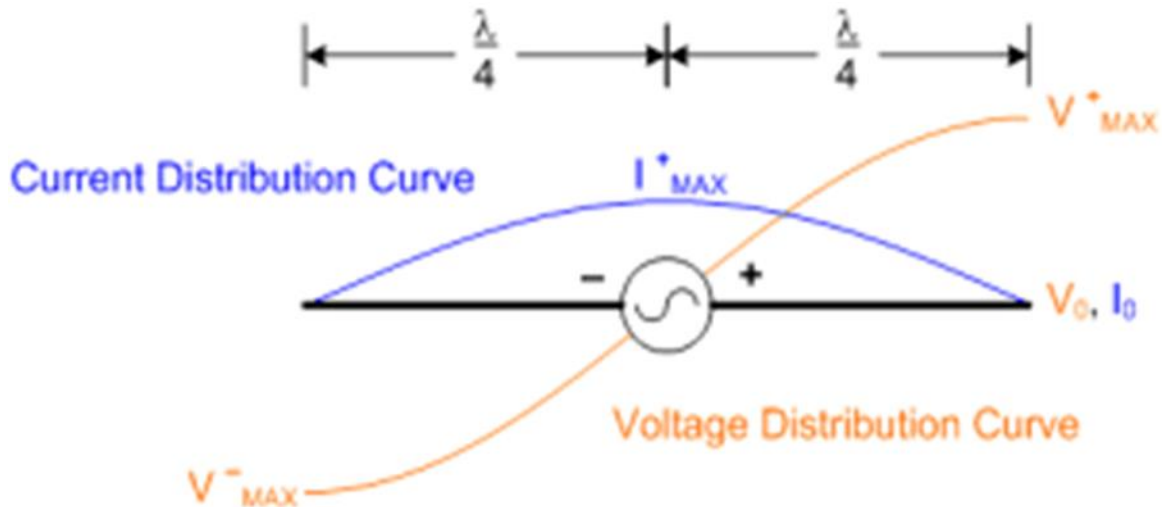
Sur les bandes HF, la correspondance gamma fonctionne très bien car ses pertes de composants peuvent être maintenues très faibles. Sur les bandes VHF, les correspondances gamma peuvent souvent entraîner des pertes car les Q des composants sont plus faibles, et sur les bandes UHF, elles ne fonctionnent généralement pas bien du tout.

-- trop de pertes dans les composants. Il existe des systèmes d'adaptation meilleurs et moins gourmands en pertes pour les bandes d'ondes "très courtes".



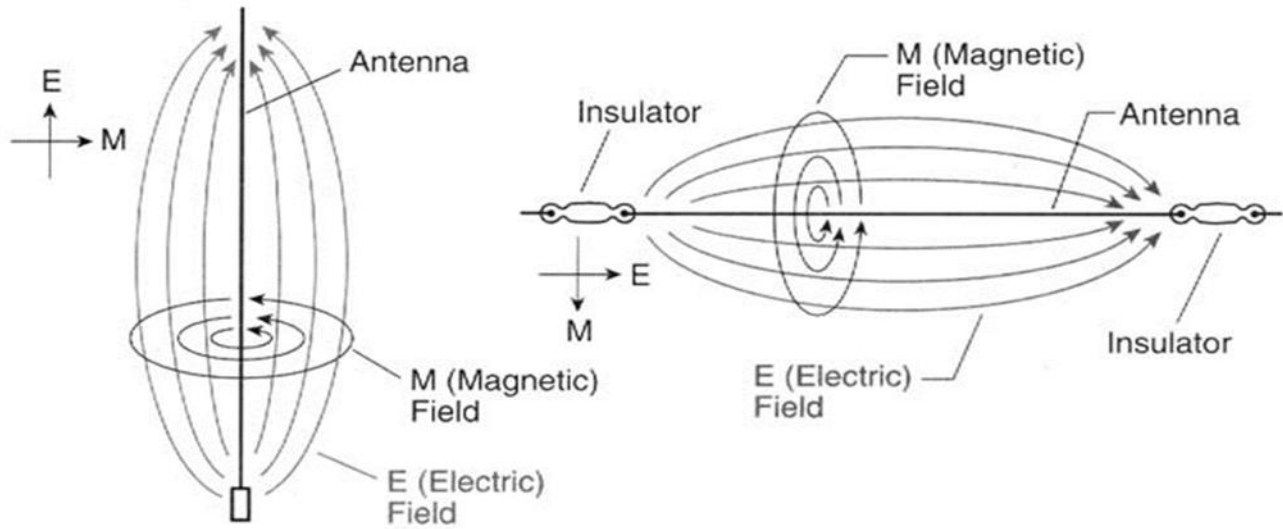
Il existe différentes méthodes d'adaptation d'impédance. Cependant, comme il s'agit d'un sujet très complexe, nous vous conseillons de vous référer à un manuel spécialisé.

Nous recherchons une haute tension et un faible courant en haut de l'antenne.



# Ondes polarisées horizontalement et verticalement

La polarisation est un facteur important pour les antennes RF et les communications radio en général. On dit que les antennes RF et les ondes électromagnétiques ont toutes deux une polarisation.

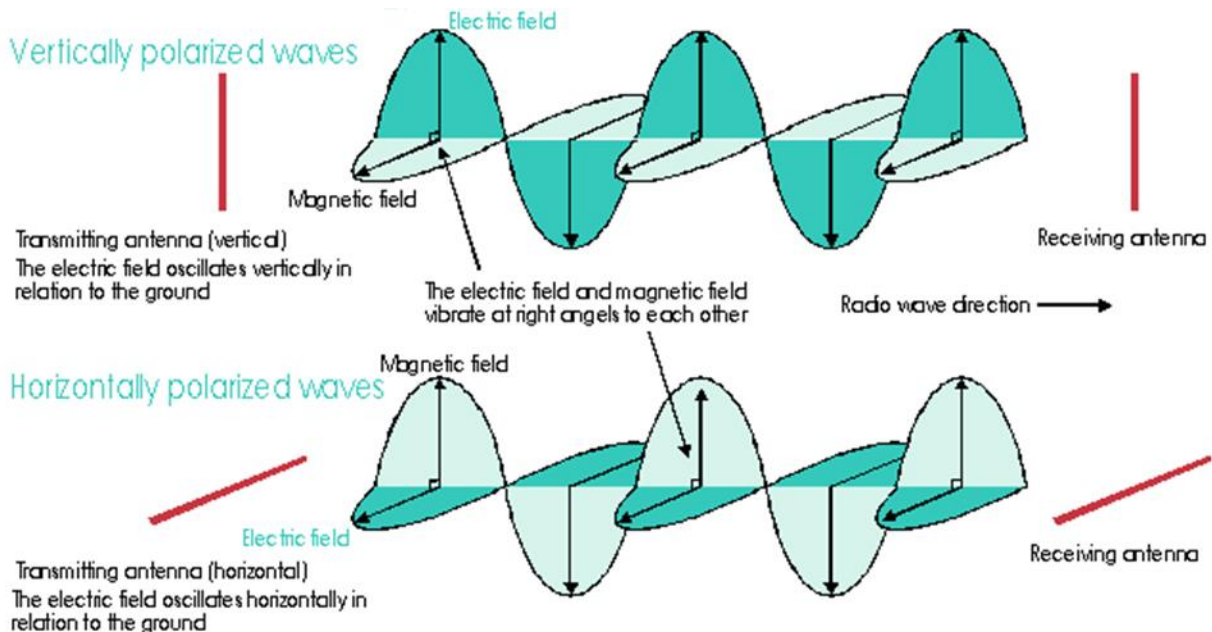


a. Vertically-Polarized Antenna

b. Horizontally-Polarized Antenna

Pour l'onde électromagnétique, la polarisation est en fait le plan dans lequel l'onde électrique vibre. Ceci est important pour les antennes car elles sont sensibles à la polarisation et ne reçoivent ou ne transmettent généralement qu'un signal ayant une polarisation particulière.

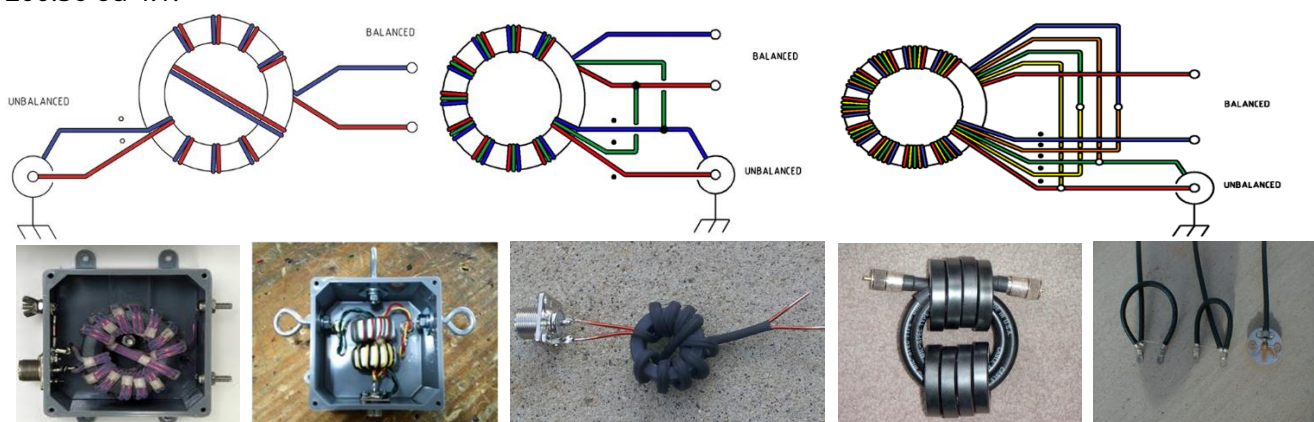
Pour la plupart des antennes, il est très facile de déterminer la polarisation. Ainsi, une antenne verticale (c'est-à-dire dotée d'éléments verticaux) recevra mieux les signaux polarisés verticalement et de même, une antenne horizontale recevra les signaux polarisés horizontalement.



Les baluns restent un mystère pour certains radioamateurs et la seule façon de les comprendre est d'apprendre ce qu'ils sont et comment les utiliser.

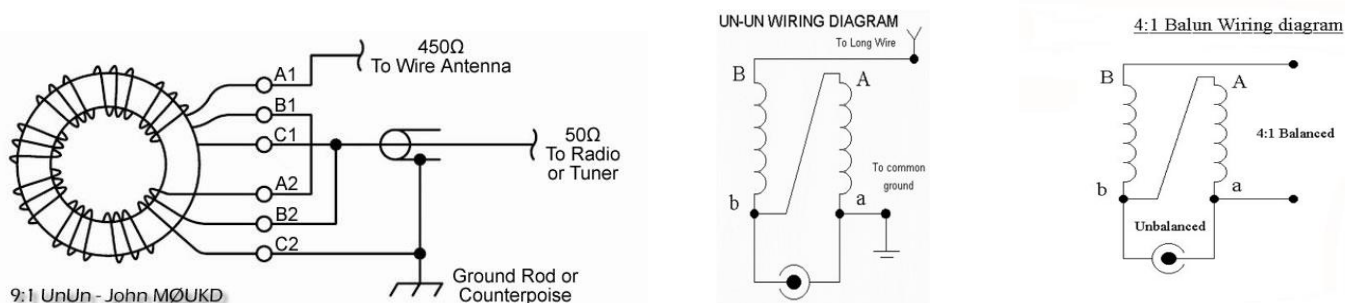
Le mot balun signifie équilibré-déséquilibré.

Il est utilisé pour adapter un appareil équilibré à un appareil non équilibré et vice versa. Dans un appareil équilibré (comme la plupart des types de dipôles), nous avons la même tension sur les deux bornes par rapport à la masse commune et si elle n'est pas la même, il s'agit alors d'un appareil non équilibré. Un dipôle avec alimentation directe est équilibré, tandis qu'un câble coaxial est non équilibré. Par exemple, une antenne avec une impédance de  $200\ \Omega$  connectée à un câble coaxial d'impédance de  $50\ \Omega$  nous avons un rapport de 200:50 ou 4:1.



## Quand un Balun n'est-il pas un Balun ? Quand c'est un UNUN!

Balun = « BALanced-to-Unbalanced », Unun = « UNbalanced-to-Unbalanced » Quand nous disons qu'un Balun ou UNUN est un appareil 4 vers 1, il fonctionnera tout aussi bien dans le sens inverse. Un balun 4 vers 1 peut également faire correspondre  $50\ \Omega$  à  $12\ \Omega$ , et un 9 vers 1 peut faire correspondre  $50\ \Omega$  à  $5\ \Omega$ . En travaillant dans le sens direct, un  $1\ \Omega$  vers  $1\ \Omega$  correspond à  $50\ \Omega$  en entrée et  $50\ \Omega$  en sortie. Un « 4 vers 1 » convertira les  $50\ \Omega$  de votre coaxial en  $200\ \Omega$ , soit 4 fois. Un « 9 vers 1 » convertira les  $50\ \Omega$  de votre coaxial en  $450\ \Omega$ , soit 9 fois.



En regardant les deux schémas ci-dessus, vous verrez que la borne commune du Balun va à la borne CHAUDE du côté déséquilibré, tandis que la borne commune de l'UNUN va au côté FROID de l'entrée et de la sortie.

# Le vilain Balun

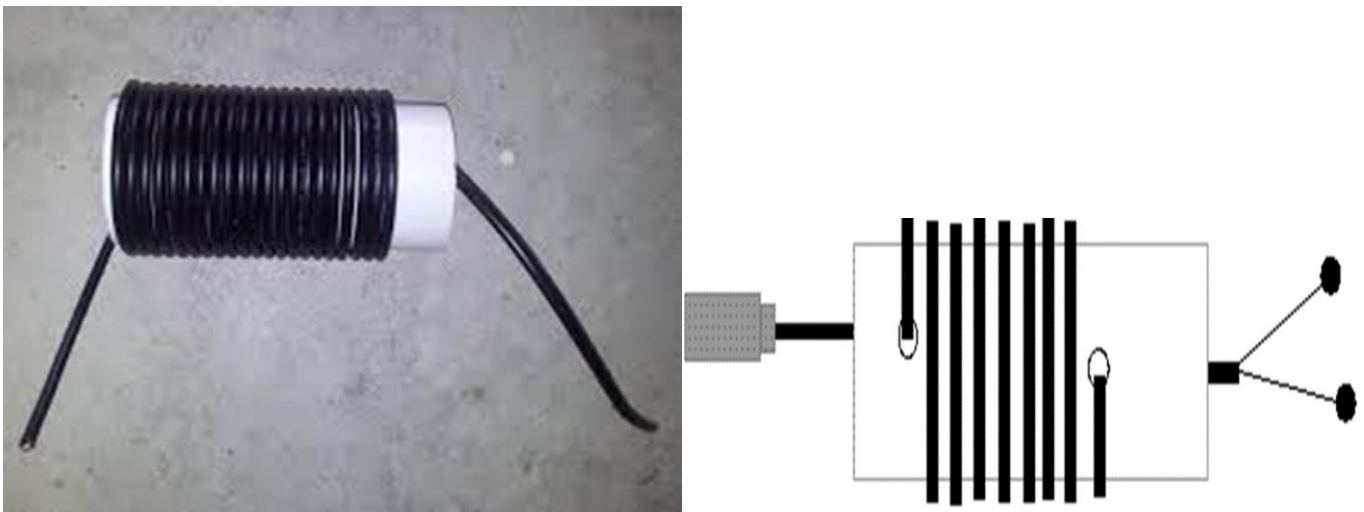
Cependant, si les deux éléments du circuit électrique (antenne et câble coaxial) sont couplés à l'aide d'un balun, l'équilibre sera maintenu. Entrez... Le vilain balun !.... Lorsque la connexion est effectuée sur un câble coaxial, SANS BALUN, cela ne peut pas se produire car les courants circulant à l'intérieur du câble depuis la connexion vers le conducteur intérieur sont séparés de ceux circulant à l'extérieur depuis la connexion vers le blindage, et le résultat est un déséquilibre provoquant un rayonnement du câble d'alimentation.

## Le vilain Balun pour VHF et UHF.

En VHF de 2 mètres, un Ugly Balun est construit avec sept ou huit tours de câble coaxial (RG58) enroulés serrés sur un morceau de tuyau en plastique de 55 mm. Le starter empêche le rayonnement du câble coaxial d'alimentation en présentant une impédance élevée qui tend à perturber le diagramme de rayonnement. Il existe d'autres méthodes (telles que les matériaux en ferrite) qui ont leurs propres avantages. L'UHF nécessitera moins de tours, la VHF à bande basse en nécessitera plus. Il est important que les tours adjacents se touchent. Fixez les extrémités avec des colliers de serrage et scellez avec du ruban thermorétractable ou auto-amalgamant.

Gardez la « petite chose moche » loin des supports métalliques ou des éléments d'antenne. Le balun moche pour HF – 160 à 10 mètres. Pour les bandes HF, le balun moche est fabriqué à partir de six ou sept mètres de câble coaxial.

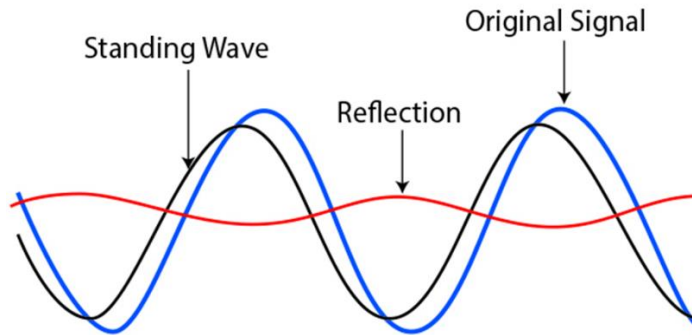
La fermeture se ferait sur un morceau de tuyau d'évacuation des eaux pluviales de 75 ou 90 mm.



# ROS

## Rapport d'ondes stationnaires

Le rapport d'ondes stationnaires (ROS) est une expression mathématique de la non-uniformité d'un champ électromagnétique (champ EM) sur une ligne de transmission telle qu'un câble coaxial. En général, le ROS est défini comme le rapport entre la tension radiofréquence (RF) maximale et la tension RF minimale le long de la ligne. Ce rapport est également connu sous le nom de rapport d'ondes stationnaires en tension (ROS).



Le ROS peut également être défini comme le rapport entre le courant RF maximal et le courant RF minimal sur le rapport d'ondes stationnaires du courant de ligne (ISWR). Dans des conditions idéales, la tension RF sur une ligne de transmission de signaux est la même en tous points de la ligne, négligeant les pertes de puissance causées par la résistance électrique dans les fils de ligne et les imperfections dans le matériau diélectrique séparant les conducteurs de ligne.

Le ROS idéal est donc de 1:1.

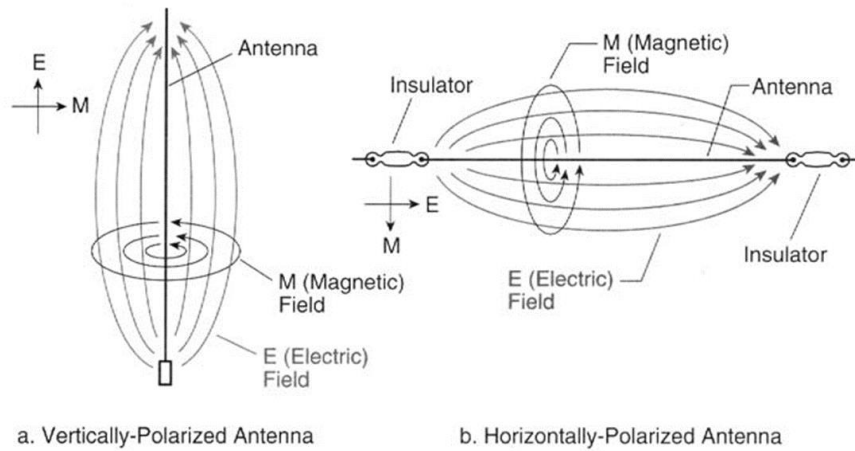
Lorsque le ROS de tension est égal à 1, le ROS de courant est également égal à 1. Cette condition optimale ne peut exister que lorsque la charge (telle qu'une antenne ou un récepteur sans fil), dans laquelle la puissance RF est délivrée, a une impédance identique à l'impédance de la ligne de transmission. Cela signifie que la résistance de la charge doit être identique à l'impédance caractéristique de la ligne de transmission et que la charge ne doit contenir aucune réactance (c'est-à-dire qu'elle doit être exempte d'inductance ou de capacité). Différents types de compteurs de ROS.



Vidéo sur SWR  
Youtube

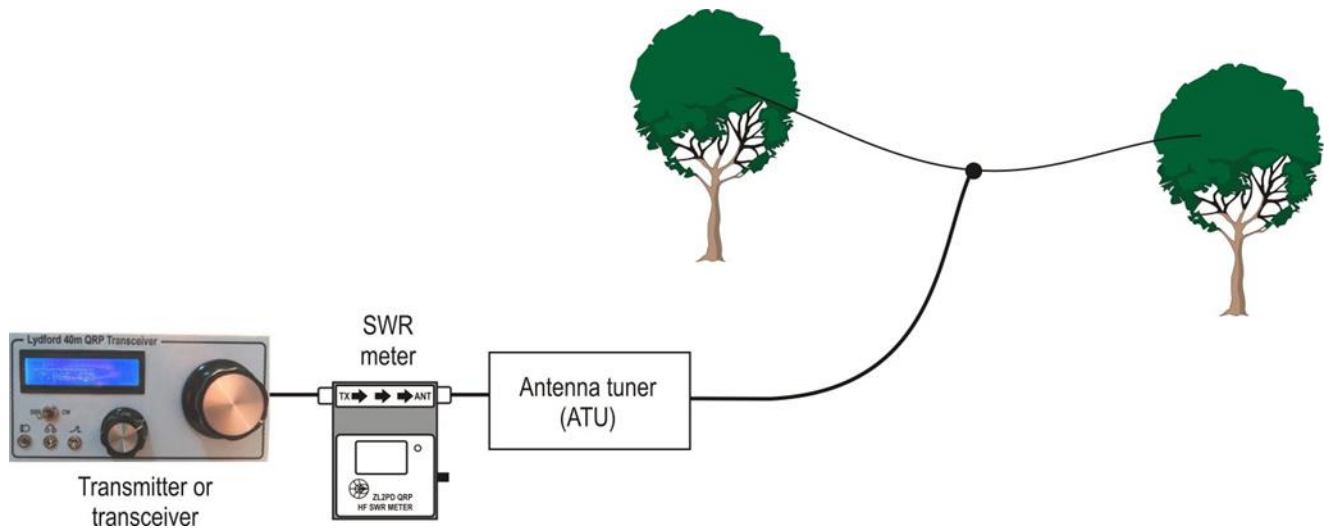
<https://www.youtube.com/watch?v=w1eE13UXAKs&t=482s>

Dans toute autre situation, la tension et le courant fluctuent à différents points le long de la ligne et le ROS n'est pas égal à 1. Lorsque les impédances de ligne et de charge sont identiques et que le ROS est égal à 1, toute la puissance RF qui atteint une charge à partir d'une ligne de transmission est utilisée par cette charge. Lorsque la charge est une antenne, l'utilisation prend la forme d'un rayonnement de champ électromagnétique.



Si l'impédance de la charge n'est pas identique à celle de la ligne de transmission, la charge n'absorbe pas toute la puissance RF (appelée puissance directe) qui lui parvient. Au lieu de cela, une partie de la puissance RF est renvoyée vers la source du signal lorsque le signal atteint le point où la ligne est connectée à la charge.

C'est ce qu'on appelle la puissance réfléchie ou la puissance inverse.



## Câbles coaxiaux et lignes d'alimentation

Que vous utilisiez une radio HF, VHF ou UHF, la qualité de votre ligne d'alimentation est essentielle pour votre station. La ligne d'alimentation (également appelée ligne de transmission) est le conduit d'alimentation RF entre votre radio et votre antenne. Toute l'énergie que vous générez se déplace vers l'antenne via la ligne d'alimentation. De la même manière, tous les signaux captés par votre antenne doivent atteindre votre radio via la même ligne d'alimentation.



Le problème avec toute ligne d'alimentation est qu'elle n'est pas parfaite, elle perd toujours une certaine quantité d'énergie. Pour compliquer les choses, toutes les lignes d'alimentation ne sont pas égales. La quantité de perte à n'importe quelle fréquence variera considérablement d'un type de ligne d'alimentation à un autre.

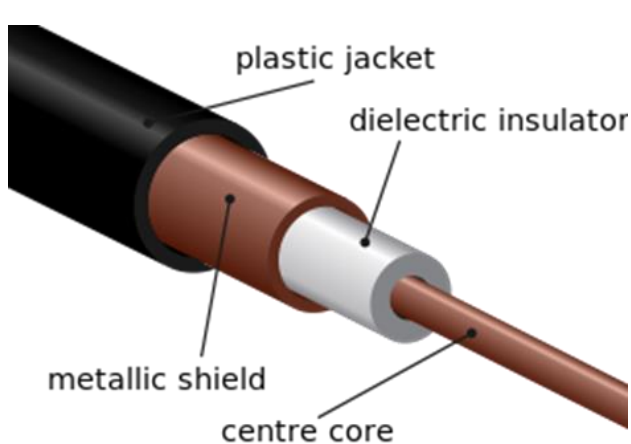
Coax Loss Chart dB per 100 Feet								
	RG-316	RG-58	RG-8X	LMR-240	RG-213	9913	LMR-400	Bury-Flex
<b>3.5 MHz</b>	1.5	.8	.65	.45	.3	.23	.2	.26
<b>7 MHz</b>	2.1	1.2	.85	.64	.5	.32	.3	.37
<b>14 MHz</b>	3.0	1.7	1.21	.91	.7	.46	.5	.53
<b>28 MHz</b>	4.2	2.4	1.74	1.29	1.00	.65	.7	.75
<b>50 MHz</b>	5.6	3.2	2.36	1.73	1.40	.88	.9	1.00
<b>144 MHz</b>	9.6	5.5	4.20	2.95	2.40	1.54	1.44	1.73
<b>440 MHz</b>	17	9.9	7.92	5.23	4.40	2.818	2.7	3.08
<b>2400</b>	41.4	24.8	22.80	12.65	12	7.48	6.6	7.63

[www.qsradio.com](http://www.qsradio.com)

Le type de ligne d'alimentation le plus courant est le câble coaxial, ou simplement coaxial. On l'appelle coaxial car il y a deux conducteurs circulaires positionnés « co-axialement » (sur le même axe), l'un à l'intérieur de l'autre.

Le conducteur intérieur est généralement appelé « conducteur central ». Il est entouré d'un conducteur extérieur solide ou multibrin communément appelé « blindage ». Le blindage est généralement entouré d'une gaine en plastique isolante. Il y a également un matériau isolant entre le conducteur central et le blindage. Ce matériau peut être du plastique dur, de la mousse plastique ou même de l'air.

Un type de ligne d'alimentation très répandu pour une utilisation HF est la ligne en échelle. En fait, aux fréquences HF, c'est la ligne d'alimentation la plus courante pour les dipôles de longueur aléatoire et d'autres conceptions d'antennes. La ligne en échelle n'est constituée que de deux fils en parallèle séparés par un matériau isolant.



Les lignes d'alimentation ont également une valeur d'impédance caractéristique mesurée en ohms. Le câble coaxial couramment utilisé pour la radio amateur a une impédance de  $50 \Omega$  tandis que les impédances des lignes en échelle peuvent varier de  $300 \Omega$  à  $600 \Omega$ . Un facteur important d'un câble coaxial dans certaines applications est la longueur d'onde des signaux qui y circulent.

De la même manière que la longueur d'onde d'un signal est la vitesse de la lumière divisée par la fréquence dans l'espace libre, il en va de même dans tout autre milieu. La vitesse de l'onde étant réduite, la longueur d'onde est également réduite du même facteur. Ainsi, si le facteur de vitesse du câble coaxial est de 0,66, la longueur d'onde est alors de 0,66 fois la longueur d'onde dans l'espace libre.

Dans certains cas, des longueurs de câble coaxial sont coupées à une longueur spécifique pour agir comme une transformation d'impédance ou un circuit résonant, cela doit alors être pris en considération lors de la détermination de la longueur requise du câble coaxial.

Lors de l'évaluation des pertes des lignes d'alimentation, nous utilisons les « décibels (dB) par 100 pieds ». Si vous ne connaissez pas le décibel, ne vous inquiétez pas. Rappelez-vous simplement que plus le nombre de décibels est élevé, plus la perte est importante.

# RG Coax Cable Applications

Cable Type	Impedance	Typical Application	Best feature	Trade Off
 RG174/U	50 Ohm	Transmission of data signals in applications such as LAN/WAN or GPS	Small diameter, flexible	Higher signal loss than larger diameter cable such as RG58
 RG188A/U	50 Ohm	Transmission of data signals in applications such as LAN/WAN or GPS in situations where high temperature performance is needed	Small diameter, flexible. High temperature rating of taped TFE outer jacket	Higher signal loss than larger diameter cable such as RG58 and higher cost than standard RG174
 RG316/U	50 Ohm	Transmission of data signals in applications such as LAN/WAN or GPS in situations where high temperature performance is needed	Small diameter, flexible. High temperature rating of extruded FEP outer jacket	Higher signal loss than larger diameter cable such as RG58 and higher cost than standard RG174
 RG58C/U	50 Ohm	Transmission of data signals in applications such as antenna feed cables or Ethernet backbones	Lower signal loss than smaller diameter cable such as RG174	Less flexible than smaller diameter cable such as RG174
 RG142B/U	50 Ohm	Transmission of data signals in applications such as antenna feed cables or Ethernet backbones in situations where high temperature performance is needed	Lower signal loss than smaller diameter cable such as RG174. High temperature rating of extruded FEP jacket	Less flexible than smaller diameter cable such as RG174 and higher cost than RG58C cable.
 RG59A/U	75 Ohm	Transmission of a video or audio signal in applications such as security systems or CATV	Lower signal loss than smaller diameter cable such as RG179. Flexibility of stranded center conductor cable	Higher signal loss than solid center conductor RG59B/U cable
 RG59B/U	75 Ohm	Transmission of a video or audio signal in applications such as security systems or CATV	Lower signal loss than smaller diameter cable such as RG179 and RG59A/U stranded center conductor cable	Less flexible than smaller diameter cable such as RG179 or stranded center conductor RG59A/U
 RG6/U	75 Ohm	Transmission of a video or audio signal in applications such as security systems or CATV	Lower signal loss than smaller diameter cable such as RG179 and both RG59A/U or RG59B/U cable	Less flexible than smaller diameter cable such as RG179 and both RG59A/U or RG59B/U
 RG223/U	50 Ohm	Transmission of data signals in applications such as LAN/WAN or GPS in situations where low signal loss and high shielding performance is needed	Lower signal loss and better shielding than smaller diameter cable such as RG174 or RG58C/U cables	Less flexible than smaller diameter cable such as RG174 and higher cost than single shielded RG58C cable
 RG213/U	50 Ohm	Transmission of data signals in applications such as antenna feed cables in situations where low signal loss and high operating voltage performance is needed	Lower signal loss and higher operating voltage than RG58C/U cable	Larger diameter and less flexible than RG58C/U cable
 RG179B/U	75 Ohm	Transmission of a video signal in applications such as security systems where high temperature performance is needed	Small diameter, flexible. High temperature rating of extruded FEP outer jacket	Higher signal loss and cost than larger diameter cable such as RG59
 RG187/U	75 Ohm	Transmission of a video signal in applications such as security systems where high temperature performance is needed	Small diameter, flexible. High temperature rating of TFE taped outer jacket	Higher signal loss and cost than larger diameter cable such as RG59

# Le facteur de vélocité

Le facteur de vitesse est également appelé vitesse de propagation d'onde ou vitesse de propagation d'un support de transmission. Il s'agit du rapport entre la vitesse à laquelle un front d'onde ou un signal électromagnétique, un signal radio, une impulsion lumineuse dans une fibre optique ou une variation de tension électrique sur un fil de cuivre traverse le support, et la vitesse de la lumière dans le vide. La vitesse des signaux radio dans le vide, par exemple, est la vitesse de la lumière, et donc le facteur de vitesse d'une onde radio dans le vide est égal à l'unité, soit 100 %. Dans les câbles électriques, le facteur de vitesse dépend principalement du matériau isolant.

L'utilisation des termes vitesse de propagation et vitesse de propagation des ondes pour désigner un rapport de vitesses est limitée aux secteurs des réseaux informatiques et du câble. Dans un contexte scientifique et technique général, ces termes seraient compris comme désignant une vitesse réelle ou une vélocité en unités de distance par temps, tandis que le facteur de vitesse est utilisé pour le rapport.



Construction Specifications RG58A/U Stranded, 50 Ohm (7803)			
Centre Conductor	Tinned Copper, 19 Strand, each 0.18 mm		
Dielectric	Polyethylene (PE)		
Overall Braid	Tinned Copper		
Jacket	Black PVC, 4.95 mm outside diameter.		
Mechanical Specifications			
Minimum Bend Radius	12.7 mm		
Weight	3 kg per 100 metres		
Operating Temperature	-40°C to +85°C		
Electrical Specifications			
Impedance	50 Ohms		
Nominal Capacitance	93.5 pF/m		
Velocity of Propagation	66%		
Attenuation		Per 100 metres	Maximum Power
Frequency	30 MHz	7.60 dB	10 MHz 1,000 Watts
	50 MHz	10.90 dB	50 MHz 425 Watts
	100 MHz	17.48 dB	100 MHz 290 Watts
	400 MHz	33.08 dB	200 MHz 190 Watts
	450 MHz	35.67 dB	400 MHz 105 Watts
	700 MHz	56.20 dB	1,000 MHz 60 Watts
	800 MHz	61.06 dB	3,000 MHz 25 Watts
	900 MHz	65.92 dB	5,000 MHz 20 Watts
	1,000 MHz	70.80 dB	



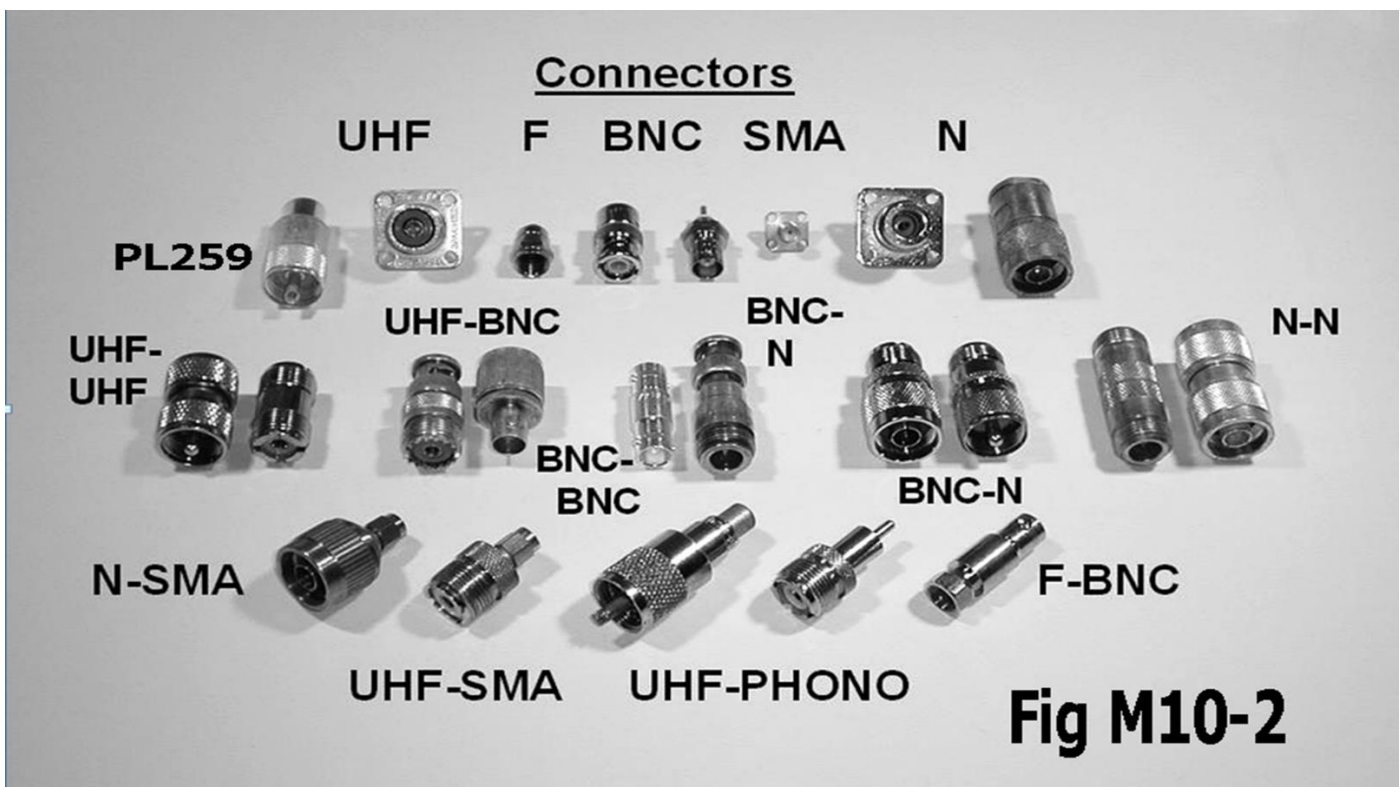
Construction Specifications, RF MAX RG213 Cable (7800)			
Centre Conductor	Bare Copper, 7 Strand x 0.75 mm		
Dielectric	Solid Polyethylene (PE), 7.24 mm diameter		
Outer Conductor	Bare Copper Braid		
Jacket	Black Polyethylene, 10.30 mm outside diameter		
Mechanical Specifications			
Minimum Bend Radius	55.5 mm		
Weight	15.3 kg per 100 metres		
Operating Temperature	-40°C to +85°C		
Electrical Specifications			
Impedance	50 Ohms (± 2 Ohms)		
Maximum Frequency	1 GHz		
Nominal Capacitance	100.7 pF/m		
Velocity of Propagation	66 %		
Attenuation		Per 100 metres	Maximum Power
Frequency	50 MHz	4.80 dB	1500 Watts
	100 MHz	6.68 dB	975 Watts
	400 MHz	14.19 dB	450 Watts
	700 MHz	22.00 dB	300 Watts
	900 MHz	26.57 dB	250 Watts
	1000 MHz	27.50 dB	230 Watts

SRC Steel-Flex®		405	402
Center Conductor		Silver Plated Copper Clad Steel	Silver Plated Copper Clad Steel
Dimension	in. (mm)	.020 (.51)	.037 (.91)
Dielectric		PTFE .064	PTFE .117
Jacket		FEP .104	FEP .163
Min. Inside Bend	in. rad	0.5 in.	0.8 in.
Impedance	Ohm	50	50
Capacitance	pF/ft @ 1 GHz	29.4	29.4
Velocity of Propagation		70%	70%
Max Voltage	vrms	2,000	5,000
Frequency Range		.05 to 60GHz	.05 to 34GHz
Temperature range	°C	-65+200	-65+200
Shielding		>110	>110
Max Structural VSWR		1.20:1	1.20:1
Attenuation		(dB/100ft)	
	1GHz	21.7	11.2
	5GHz	47	27
	10GHz	69	41
	18GHz	95	58
	40GHz	165	
	60GHz	191	
Power		(W)	
	1GHz	160	550
	6GHz	50	220
	12GHz	40	150
	18GHz	30	120
	40GHz	10	
	60GHz	10	

# Fiches et connecteurs

Un connecteur RF coaxial (connecteur radiofréquence) est un connecteur électrique conçu pour fonctionner à des fréquences radio dans la gamme des mégahertz. Les connecteurs RF sont généralement utilisés avec des câbles coaxiaux et sont conçus pour maintenir le blindage offert par la conception coaxiale.

De meilleurs modèles minimisent également la variation de l'impédance de la ligne de transmission au niveau de la connexion. Les recherches dans le domaine de la conception de circuits radiofréquence (RF) ont connu une forte croissance dans les années 2000 en réponse directe à l'énorme demande du marché pour des émetteurs-récepteurs sans fil peu coûteux et à haut débit.



Cette présentation de formation a été élaborée  
Par Michael McGuire VK5ZC.

Toutes les informations contenues dans cette brochure sont disponibles auprès du  
Internet sur divers sites Web.

©