

ITRAINONLINE MMTK

ANTENNES ET CABLES

Préparé par : Alberto Escudero Pascual <www.it46.se>

Sur la base d'un travail original de : Onno W. Purbo

Traduit par : Bruno ROGER (ESMT)

ITRAINONLINE MMTK.....	1
ANTENNES ET CABLES.....	1
Au sujet de ce document.....	1
Renseignements sur le droit d'auteur.....	1
Introduction.....	2
Budget de liaison.....	2
Puissance rayonnée dans des antennes	2
Unités de décibel (DB, dBm, dBi).....	4
La perte en espace libre (Free Space Loss).....	4
Bruit et sensibilité de récepteur.....	5
Calcul de la marge de budget de liaison.....	5
Introduction aux antennes et aux câbles.....	5
Antennes.....	6
Types d'antennes.....	6
Antennes Omnidirectionnelles	6
Antennes Sectorielles.....	9
Antenne Directionnelle.....	10
Polarisation d'Antenne.....	13
Multiplexage de Puissance (splitter/combiner).....	15
Isolement d'Antenne.....	16
Isolement Vertical.....	16
Isolement Horizontal.....	17
Câble Coaxial.....	17
Perte de câble.....	18
Connecteurs d'antenne.....	19
Tresse (pigtail).....	19
Conclusion.....	20

Au sujet de ce document

Ces documents font partie du ItrainOnline MMTK. Le MMTK est un ensemble intégré de documents et de ressources de formation multimédia destiné à aider les médias communautaires, les centres multimédia communautaires, les télécentres et autres initiatives qui utilisent les technologies de l'information et des communications (TIC) à renforcer les communautés et soutenir le travail de développement.

Renseignements sur le droit d'auteur

Cette unité est présentée sous licence Creative Commons. Pour savoir comment utiliser ces documents, veuillez lire la déclaration sur le droit d'auteur accompagnant cette unité ou consulter

08_fr_mmtk_wireless_antennas-cables_handout.odt

Dernière mise à jour le d June yyyy

Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/>

Introduction

Cette unité couvre les antennes et les câbles, deux composants passifs qui sont impliqués dans la conception de n'importe quel réseau informatique sans fil, en particulier les réseaux basés sur les normes IEEE 802.11.

Quand nous nous référons à des antennes en tant qu'éléments « passifs » dans un réseau radio, nous voulons dire qu'ils ne délivrent jamais plus d'énergie qu'ils n'en reçoivent.

Avant de discuter en détail des antennes et des câbles, nous commencerons par rappeler une vue d'ensemble rapide du concept de "budget de liaison".

Budget de liaison

Un budget de liaison sans fil pour une liaison Point à Point est la comptabilisation de tous les gains et pertes de l'émetteur radio (source du signal radio), par des câbles, les connecteurs et l'air libre jusqu'au récepteur. Estimer la valeur de la "puissance" dans les différentes parties du lien par radio est nécessaire pour faire la meilleure conception et le choix le plus pertinent des équipements.

Il y a deux paramètres importants pour tout budget de liaison radio qui méritent une attention particulière : « la puissance maximale rayonnée (PIRE) » et "la sensibilité du récepteur". Tels sont les paramètres qui placent les frontières maximum et minimum du lien.

Le premier paramètre est connu en tant que "puissance maximale rayonnée" et indique **la puissance maximum qui est légalement autorisée** pour être envoyée dans l'air libre dans un pays/contexte spécifique.

La puissance rayonnée maximum ou la Puissance Isotropique Rayonnée Equivalente (PIRE) est fixée par l'autorité de régulation nationale. La limite légale en Europe est normalement 100 mW. Dans quelques scénarios très concrets (liaisons point à point) et dans quelques pays le maximum permis pour la puissance rayonnée est de 1 à 4 W.

Le deuxième paramètre est la "sensibilité de récepteur" qui indique quelle **valeur minimum de puissance** est nécessaire dans le récepteur radio pour qu'il puisse décoder avec succès l'information contenue dans le signal radio.

Dans des mots simples, le premier paramètre indique si tu peux **crier fort** dans l'air libre et le deuxième paramètre indique si tu peux **bien entendre** le signal qui est reçu afin de garantir toujours une liaison de transmission de données fonctionnelle.

Ces deux paramètres feront partie de n'importe quel calcul de budget de lien et aideront à déterminer quel genre d'antennes et de câble choisir pour votre scénario très concret.

Puissance rayonnée dans des antennes

La puissance rayonnée est le résultat après soustraction des pertes de puissance dans le câble et les connecteurs par rapport à la puissance de l'émetteur sans oublier d'ajouter le "gain" relatif de l'antenne.

$$\text{Puissance rayonnée (dBm)} = \text{puissance d'émetteur (dBm)} - \text{pertes du câble et des connecteurs (DB)} + \text{gain d'antenne (dBi)}.$$

Dans les mesures de puissance radio, les pertes et les gains sont normalement exprimés en DB (décibels). Le décibel est une unité relative "logarithmique" qu'il est très utile pour simplifier les calculs de puissance radio.

Par exemple, la puissance transmise est normalement exprimée en (dBm). Un dBm est une unité relative de décibel comparée à 1 milliwatt (0.001 W). le dBm est calculé comme suivant :

$$\text{dBm} = 10 \cdot \log(P/0.001) = 10 \cdot \log(P(W)/1\text{mW})$$

En utilisant le dB comme manière de calculer la puissance, il est utile se rappeler les directives suivantes :

- Doubler la puissance est égal à ajouter +3 dB
- La réduction de la puissance par moitié est égale à soustraire 3 dB

A noter que peu importe la valeur de puissance, multiplier la puissance par 2 implique *toujours* "ajouter" 3 dB et diviser la puissance par un facteur de deux, implique *toujours* soustraire 3 dB.

Les valeurs suivantes sont équivalentes : 100 mW = 0.1 W = 20 dBm.

Si nous doublons la puissance de l'émetteur à 200 mW, nous ajoutons 3dB aux 20 dBm qui nous donne 23 dBm. De cette façon, 400 mW nous donne 26 dBm et 800 mW nous donne 29dBm.

Après le même raisonnement 50 le mW est 17 dBm 17 (20 dBm – 3dB).

Comme référence, on peut considérer qu'une valeur typique pour une carte de PCMCIA IEEE 802.11b est de 30 mW ou 14.77dBm. Un bon point d'accès permettra d'émettre une puissance de 10 à 200 mW et de cette façon calculer la taille de la cellule de couverture.

Les pertes du signal radio auront lieu dans le(s) câble(s) qui relie l'émetteur (ou le récepteur) aux antennes. Les pertes dépendent du type de câble et de la fréquence de l'opération et sont normalement mesurées en dB par mètre ou pied.

Pour donner une idée de la grandeur des pertes de puissance dans un câble, considérer que pour un câble de type RG58/BNC, qui a une perte de 1dB/m, relier un émetteur à une antenne avec un câble de 3 mètres diminue la puissance de 50% (-3dB).

Si de longs câbles sont employés, la comptabilisation des pertes de connecteur sont normalement incluses dans la partie "pertes de câble" de l'équation. Mais pour être sûr, assumer toujours une moyenne de 0.3 à 0.5 dB de perte par connecteur en règle générale.

Le gain d'antenne est donné en décibels isotropes ou dBi. Le décibel isotrope est une unité relative qui compare la puissance envoyée par une antenne dans une certaine direction à la puissance envoyée par une antenne de référence (l'antenne isotrope). L'antenne isotrope est une antenne hypothétique qui rayonne ou reçoit également dans toutes les directions. Les antennes isotropes sont une référence théorique et n'existent pas physiquement mais sont employées comme manière d'exprimer les propriétés directionnelles des antennes physiques.

Des antennes sans fil ne sont pas conçues pour rayonner l'énergie dans chaque direction mais plutôt pour rayonner ou diriger tout le signal radio dans un secteur que nous visons à fournir l'assurance du signal. Le gain d'antenne est une manière de mesurer la directivité d'une antenne, en comparaison d'une antenne qui disperse l'énergie de manière isotropique. Plus le gain est grand pour une antenne, plus elle sera directive pour son faisceau radio (élément passif, pas d'amplification).

Il est très important de comprendre que les antennes sont des éléments passifs qui n'amplifient pas le signal par radio. Si elle est utilisée comme "émetteur", l'antenne est chargée de rayonner la puissance radio dans une

certaine direction ; en agissant en tant que récepteur l'antenne rassemble la puissance radio et la convertit en signal électrique transmet à l'élément actif (AP ou carte).

Bien que les antennes soient des éléments passifs et ne fournissent pas d'amplification active, pour nos calculs du budget de lien radio, elles sont considérées comme un "gain" du signal.

Si une antenne a un gain de 3 dBi dans une certaine direction, cela signifie que la puissance transmise ou reçue dans cette direction est équivalente à la puissance qui sera transmise ou reçue par une antenne isotrope en utilisant le double de la puissance dans l'émetteur radio.

Parfois, le gain d'antenne est exprimé en dBd. Dans ce cas l'antenne de référence est une antenne de dipôle. Une antenne de dipôle a un gain de 2,14 dBi comparé à une antenne isotrope.

$$\text{dBd} = \text{dBi} - 2.14 \text{ ou } \text{dBi} = \text{dBd} + 2.14$$

Unités de décibel (DB, dBm, dBi)

Comme mentionné dans la section précédente, la puissance rayonnée est le résultat de la soustraction des pertes de puissance dans les câbles et les connecteurs à la puissance d'émetteur puis l'ajout du "gain" relatif de l'antenne.

$$\text{Puissance rayonnée (dBm)} = \text{puissance d'émetteur (dBm)} - \text{pertes du câble et des connecteurs (DB)} + \text{gain d'antenne (dBi)}.$$

Un aspect qui pourrait étonner est que la même équation emploie des unités de dBm, de dB et de dBi. Comment est-il possible d'ajouter et soustraire le dBm, le DB et le dBi ? La réponse est que le décibel (dB) est une mesure du "rapport" entre deux quantités et c'est une unité sans dimensions comme des pourcentages (%).

La perte en espace libre (Free Space Loss)

La majorité de la puissance d'un signal radio sera perdue dans l'air libre. La déperdition en espace libre (FSL en anglais) mesure la perte de puissance dans l'espace libre sans aucun obstacle. Le signal radio s'affaiblit dans l'espace libre comme une expansion dans une surface sphérique. L'importance des pertes dans l'espace libre dépend de la fréquence et répond à cette formule simplifiée :

$$\text{FSL (2.4 gigahertz)} = 100 + 20\text{Log}(R) \text{ où } R = \text{distance [kilomètre]}$$

En règle générale dans un réseau sans fil de 2.4 giga hertz, 100dB sont perdus dans le premier kilomètre et le signal est réduit de 6dB chaque fois qu'on double la distance. Ainsi, un lien de 2 km a une perte de 106dB et un lien de 4 km a une perte 112 dB etc...

Comme nous avons mentionné dans le commencement de cette unité, la sensibilité d'un récepteur est un paramètre qui mérite une attention particulière car elle indique la puissance minimum qui est nécessaire pour réaliser un certain débit binaire.

Plus la sensibilité est petite (négative), plus le récepteur radio est meilleur. Une valeur typique est de -82dBm pour un lien de 11 Mbps et -94dBm pour 1 Mbps.

Bien que le signal reçu dans le récepteur soit plus grand que la sensibilité, il est nécessaire de garder également une certaine marge entre le bruit et le signal pour garantir un certain débit d'informations (typiquement 8 à 12 dB).

Le rapport entre le bruit et le signal est mesuré par le rapport de signal/bruit (ou SNR en anglais). Une condition typique de SNR est le 16 dB pour une liaison de 11 Mbps et 4dB pour la vitesse inférieure de 1 Mbps. Mais dans ce domaine, c'est l'expérimentation qui prime sur le calcul théorique.

Bruit et sensibilité de récepteur

Dans les situations où il y a un bruit très petit, le lien radio est d'abord limité par la sensibilité du récepteur. Dans des secteurs urbains où il y a beaucoup de bornes radio en fonctionnement, il est commun de voir des niveaux élevés du bruit (par exemple -92dBm). Dans ces scénarios, le lien radio est limité par le besoin d'un signal reçu élevé pour satisfaire la condition du signal-bruit (SNR).

Rapport de signal-bruit [DB] = 10 * Log10 (puissance de signal [W]/puissance de bruit [W])

En conditions normales sans aucune autre source dans la bande de 2.4 gigahertz et sans bruit industriel, le niveau de bruit est autours -100dBm.

Calcul de la marge de budget de liaison

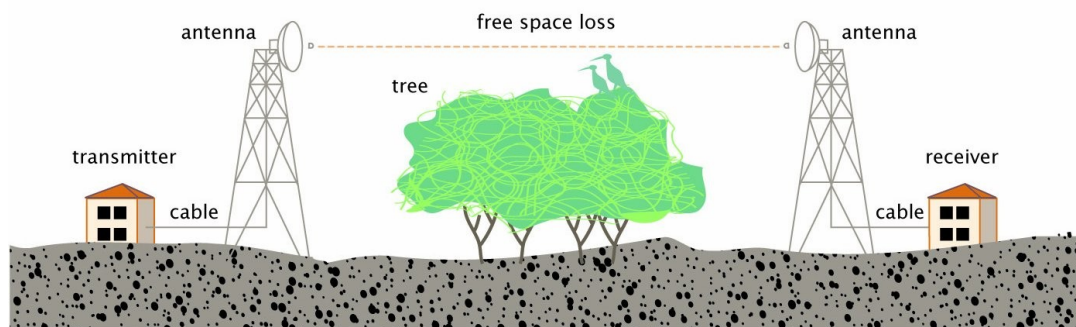


Fig 1

La marge d'une liaison radio peut se résumer par la formule suivante:

Margin = Transmitter power [dBm] - Cable TX loss [dB] + Antenna TX gain [dBi] - Free Space Path Loss [dB] + Antenna RX gain [dBi] - Cable RX loss [dB] - Receiver Sensitivity [dBm]

Introduction aux antennes et aux câbles

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec les technologies radio, il est recommandé de consulter quelques livres sur le radio amateur, comme :

- ARRL Antenna Handbook (<http://www.arrl.org>)
- ARRL Technical Information Pages (<http://www2.arrl.org/tis/tismenu.html>)
- W1GHZ online microwave antenna handbook (<http://www.qsl.net/n1bwt/preface.htm>).

Plusieurs sites (en anglais) de radio amateur peuvent être utiles quand on s'intéresse à comprendre comment les antennes fonctionnent et la conception de nos propres antennes.

Deux excellentes ressources sont :

- Radio Laboratory Handbook by Marco Zennaro and Carlo Fonda from ICTP <http://wireless.ictp.trieste.it/handbook/> (available under Creative Commons)
- HP's ProCurve Networking Antenna Deployment technical brief http://www.hp.com/rnd/pdf_html/antenna.htm

Les sections suivantes explorent en détail deux parts d'un budget de lien : Antennes et câbles.

Antennes

Par définition, une antenne est un dispositif passif utilisé pour transformer un signal électrique, voyageant sur un conducteur, en onde électromagnétique voyageant dans l'espace libre. Les antennes fonctionnent sans différence dans les deux sens en rassemblant passivement les ondes électromagnétiques dans l'espace libre et en les transformant en signaux électriques sur un conducteur.

Types d'antennes

Nous pouvons classer des antennes dans trois différents groupes selon leur type d'utilisation. Toutes les antennes mentionnées ci-dessous sont en général utilisées dans les réseaux extérieurs sans fil, parfois connus sous le nom de réseaux métropolitains, dans certains cas particulier on peut aussi les trouver à l'intérieur des bâtiments :

- **Antennes Omnidirectionnelles** : sont habituellement attachés à un point d'accès WiFi (AP). Ils ont un modèle de rayonnement à 360-degree et fonctionnent normalement comme concentrateur ou passage central d'un réseau.
- **Antennes Sectorielles** : sont habituellement attachés à un point d'accès de WiFi (AP) mais sont conçus pour fonctionner avec un gain plus élevé que les antennes omnidirectionnelles. Au contraire des antennes omnidirectionnelles, les antennes sectorielles couvrent seulement un secteur de l'azimut – typiquement de 60° à 120°.
- **Antennes Hautement Directionnelles (ou directive)**: sont habituellement employées du côté du client. Elles ont un gain élevé et sont normalement dirigées vers le point d'accès (AP). Les antennes directionnelles sont également utilisées pour établir des liaisons point à point longue distance.

Antennes Omnidirectionnelles

Les antennes omnidirectionnelles ont un modèle de rayonnement de 360-degree autour d'elles (plan horizontal). Elles ont un champ E (électromagnétique) verticalement polarisé. Le gain d'une antenne omnidirectionnelle est normalement bas, autour le 3 à 12 dBi. En pratique, elles sont employées pour des liens Point-à-MultiPoint (PtMP). Il est tout à fait possible d'envisager des liens de 1 à 5 kilomètres, particulièrement en combinaison avec les antennes directionnelles de gain élevé dans les lieux distants (client).

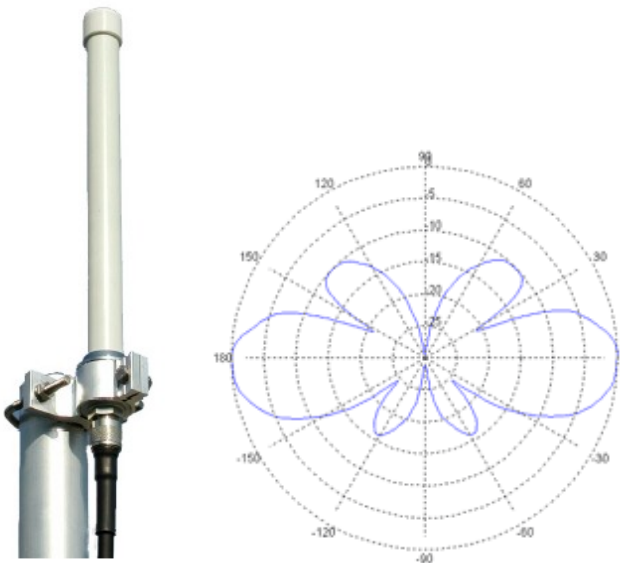


Fig. 2

Le schéma 2 montre une antenne omnidirectionnelle typique ('Svenska Antennspecialisten V06/24 '). Un dispositif intéressant de ce genre d'antenne est que bien qu'ils rayonnent dans chacun des 360 degrés (horizontal), ils fournissent seulement une bonne qualité de signal aux clients qui sont dans un angle de +/- 20° dans le plan vertical. Ceci signifie que l'antenne, une fois montée en haut d'une tour, ne pourrait pas atteindre des clients juste en dessous de la laquelle elle se trouve.

En utilisant le diagramme de rayonnement dans la figure 3, nous pouvons calculer la gamme optimale des angles dans le plan horizontal où l'antenne fonctionne. La gamme est connue comme *largeur de faisceau* et décrit l'ouverture angulaire où la plus grande partie de la puissance est rayonnée. La valeur la plus commune de la largeur de faisceau est 3db qui représente l'ouverture (en degrés) où plus de 90% de l'énergie est rayonnée.

Dans notre exemple, la largeur de faisceau 3dB est autour de 22°, de +10° à -12°.

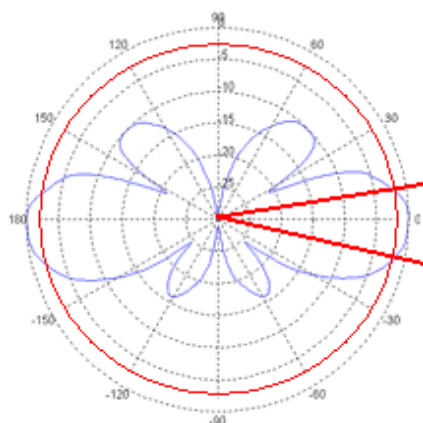
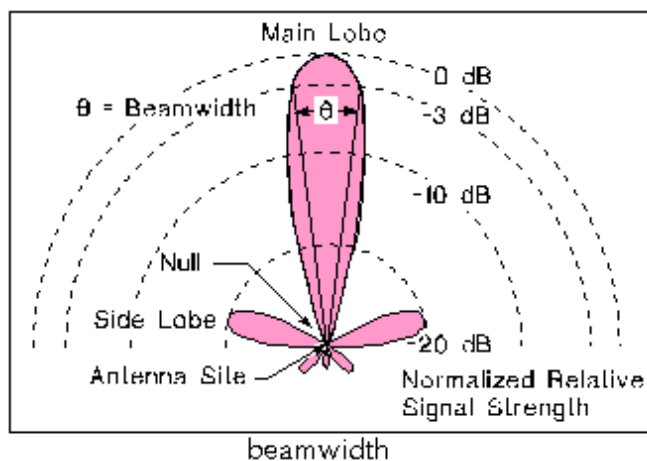


Fig 3: 3dB beamwidth (+10°, -12°)

En général, plus le gain d'une antenne omnidirectionnelle est élevé, plus la hauteur de faisceau est petite.



(Source: <http://www.its.bldrdoc.gov/projects/devglossary/images/beamwi4c.gif>)

Antennes Sectorielles

Des antennes sectorielles, comme les antennes omnidirectionnelles, sont utilisées en association avec des points d'accès pour les liaisons Point-à-Multi-Point (PtMP). Des antennes sectorielles peuvent être trouvées avec la polarisation verticale ou horizontale selon les techniques de construction utilisées.

Normalement, une antenne sectorielle a un gain plus élevé qu'une antenne omnidirectionnelle (dans la gamme de 10 à 19 dBi) dans un secteur réduit. Elle est typiquement employée pour servir une aire de 6-8 kilomètres.

Une valeur commune pour une antenne sectorielle est un gain 14dBi pour **une largeur de faisceau 90°** horizontale et un 20° pour la largeur de faisceau verticale.

Des gains plus élevés dans des antennes sont obtenus en rétrécissant la largeur de faisceau du rayonnement horizontal.



Fig 5: Antenne sectorielle A2.45LP14 180°.

Comme montré dans la figure 5, une antenne sectorielle peut être construite utilisant un dipole polarisé verticalement (antenne omni) et un réflecteur en forme de V inversé.

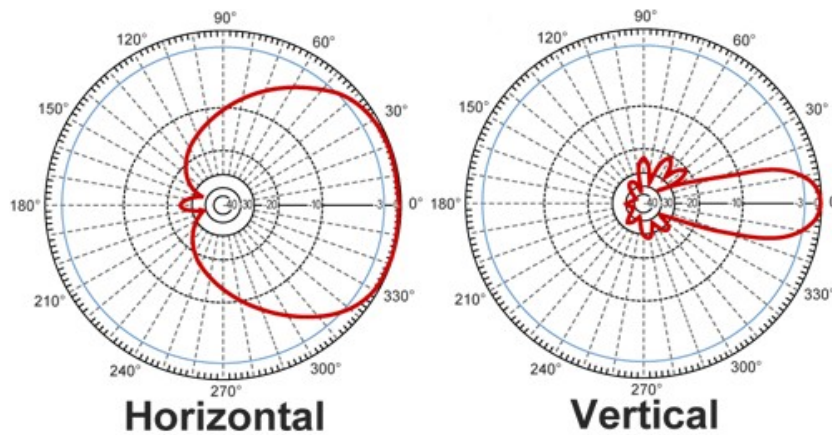


Fig 6

Le schéma 6 montre un modèle de rayonnement typique d'une antenne sectorielle. Le rayonnement horizontal prouve que la majeure partie de l'énergie est rayonnée vers l'avant de l'antenne. Une partie très petite de l'énergie est perdue derrière l'antenne sectorielle. Le modèle vertical de polarisation est très semblable à une antenne omnidirectionnelle où la largeur de faisceau est très étroite et l'aire de service n'est normalement pas plus grande que 20°.

Typiquement, une antenne sectorielle est montée en haut d'une haute tour, légèrement incliné vers le bas afin de pouvoir servir le secteur juste au-dessous d'elle.

Antenne Directionnelle

Des antennes directionnelles sont normalement trouvées dans chez les clients distants ou en tant qu'élément du backbone pour les liaisons point à point. Des antennes directionnelles distantes doivent être dirigées vers un point d'accès central (concentrateur).

Les types les plus communs d'antennes directionnelles sont :

- Yagi
- Parabolique

Antenne Directionnelle de type Yagi

Une antenne de type Yagi se compose d'un dipôle (parfois appelé un radiateur ou un élément conducteur), et d'un ensemble d'éléments directeur devant elle et éventuellement aussi d'un réflecteur. L'antenne est normalement enfermée dans un cylindre en plastique pour la protection.

La protection est normalement connue sous le terme de radôme (dôme de radar) et c'est une clôture imperméable employée pour protéger l'antenne contre les orages, la pluie, la poussière, les animaux, etc.



Fig 7: Radio-Modules Yagi et P2412 de Terabeam Wireless

Plus le nombre d'éléments directeurs devant le radiateur est élevé, plus l'antenne à un gain élevé (et aussi l'antenne sera plus directionnelle). Une antenne Yagi a normalement un gain de 7 à 19 dBi.

Le modèle de rayonnement typique de l'antenne de Yagi est montré sur le schéma 8. Dans ce genre d'antenne, le modèle de rayonnement horizontal est assez semblable au modèle de rayonnement vertical. Les rayonnements horizontaux et verticaux visent dans la direction des "directeurs" et l'antenne rayonne peu ou pas vers l'arrière de l'antenne. Comme dans n'importe quelle autre antenne, plus l'angle de rayonnement est large, plus le gain de l'antenne directionnelle est petit.

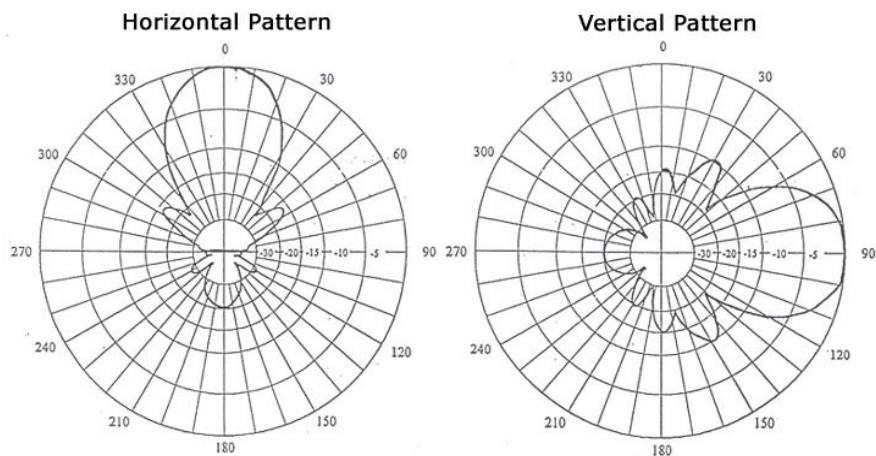


Fig 8

Antenne Directionnelle Parabolique

Il est difficile réaliser des gains élevés (plus de 14dBi) avec de bons modèles de rayonnement avec une antenne Yagi. Pour augmenter le gain d'antenne, il est mieux d'utiliser un réflecteur parabolique devant un radiateur de type dipôle.

Une antenne parabolique a un gain habituellement compris entre 16-28 dBi.



Fig 9: RFL-MANT 19dBi antenna parabolique

Le modèle de rayonnement d'une antenne parabolique est assez semblable à une antenne Yagi mais avec un angle beaucoup plus étroit. Étant donné que la majeure partie de l'énergie radio vise vers une direction très petite, il est beaucoup plus difficile de viser une antenne parabolique. En conséquence, l'antenne parabolique est plus sujette aux perturbations physiques et mécaniques, particulièrement le vent fort.

En raison du gain élevé et de la possibilité de dépasser les puissances autorisées, une antenne parabolique n'est pas un bon choix pour des distances courtes (< 2 km).

La figure ci-dessous (figure 10) montre une autre manière de représenter des modèles de rayonnement d'antenne. Dans cet exemple nous montrons les modèles d'antenne de deux antennes du même modèle mais avec différents gains (19 dBi et 24 dBi). Nous pouvons voir que tandis que le modèle horizontal et vertical sont assez semblable, l'antenne du dBi 19 a un angle plus large de la largeur de faisceau 3dB (17°) en comparaison des 24 antennes de dBi (8°).

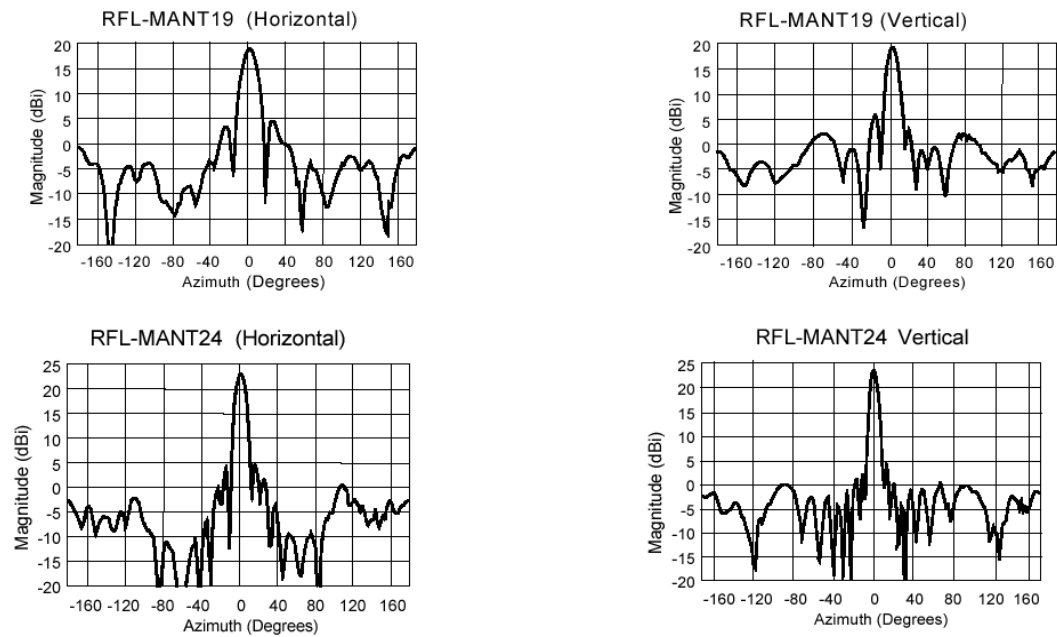


Fig 10: RFL-MANT 19dBi and 24 dBi

Polarisation d'Antenne

Les champs magnétiques et électriques sont orthogonaux entre eux quand le signal radio se propage dans l'air libre.

Une antenne est dite linéaire et verticalement polarisée quand son champ électrique est perpendiculaire à la surface de la terre. Une antenne polarisée linéairement rayonne entièrement dans un plan contenant la direction de propagation. Dans le cas d'une antenne verticalement polarisée, le champ électrique se propage dans un plan perpendiculaire à la surface de la terre.

De même, quand le champ E est parallèle à la surface de la terre (c.-à-d. le champ magnétique, le champ H, est perpendiculaire à la surface de la terre), l'antenne serait horizontalement polarisée.

Quelle que soit la polarisation choisie, toutes les antennes dans le "même" réseau doivent être polarisées identiquement, indépendamment du type d'antenne. Une erreur de polarisation a lieu quand nous plaçons deux émetteurs sur la même fréquence mais avec des polarisations dans la direction opposée. Cette erreur implique une perte de signal de plus 20 dB.

En utilisant une antenne polarisée correctement nous pouvons :

- Augmenter l'isolement des sources non désirées et par conséquent réduire les interférences
- Définir les différents secteurs de couverture en réutilisant certaines fréquences voisines ou identiques.

Quelques exemples d'antennes polarisées verticalement :



Fig 1: AntennSpecialisten Sectoral Antenna V470/24 14 dBi



Fig 2: HyperGain HG2412Y Antenne 12 dBi 45° 3 dB Beam



Fig 13: Parabolic Antenna Horizontally Polarized.
Ovislink WAE-5822GR 22 dBi 5.8 GHz

Multiplexage de Puissance (splitter/combiner)

Un diviseur de puissance (splitteur ou combineur), est employé pour combiner plusieurs antennes ensemble à une seule radio ou inversement plusieurs radio sur une seule antenne. Combiner les antennes permettent de créer de nouveaux modèles de rayonnement et de modifier la zone de couverture d'un point d'accès (en fonction des besoins). On voit normalement des diviseurs de puissance dans les scénarios où c'est un grand besoin d'adapter une aire de service particulière, par exemple dans le cas des répéteurs qui veulent relier des zones sans visibilité directe. Imaginer le scénario de relier deux villages en vallées séparées en plaçant un répéteur au dessus d'une montagne ou d'une colline.

Un diviseur de puissance partagera la puissance en quantité égale à chaque antenne individuelle dans le système. Ce type de configuration exige de bonnes qualifications de conception afin d'empêcher des collisions dues aux nœuds cachés. Si des diviseurs de puissance sont employés, il implique normalement l'utilisation de points d'accès radio qui incluent une certaine prolongation du protocole de base en utilisant notamment le CTS/RTS.



Fig 14

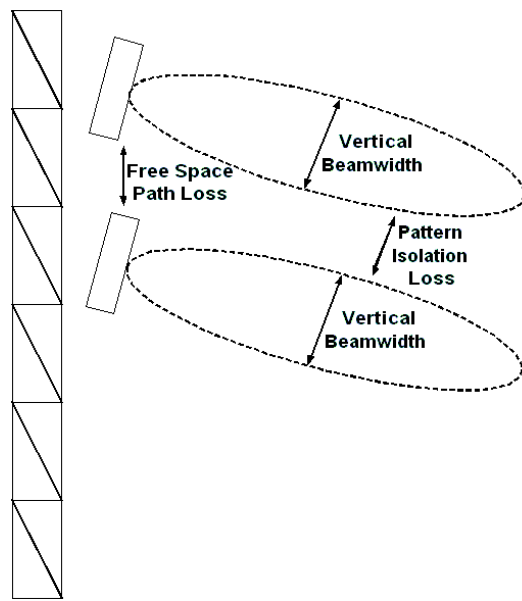
Isolement d'Antenne

Isolement Vertical

Quand nous plaçons deux antennes sur le même pilone, nous devons nous assurer qu'il n'y a aucune interférence entre les signaux radio.

Si nous plaçons les antennes dans le même plan vertical, nous devons prendre en compte deux aspects :

- Perte de l'Espace Libre: est directement lié à la distance entre les antennes dans la tour. C'est la déperdition d'énergie de signal entre les deux antennes dans l'espace libre. En règle générale, une distance libre de 3 mètres à 2.4GHz garantira un affaiblissement suffisant de -49 dB.
- Perte D'Isolement de Modèle : est lié à la forme de chacun des faisceaux d'antenne (largeur de faisceau). Si les antennes ont une largeur de faisceau assez étroite (> 16 dBi), les lobes vers le haut ou en bas ne seront pas significatifs pour les interférences.



Isolation

Fig 15: Vertical

Isolement Horizontal

De la même manière, si nous plaçons deux antennes dans le même plan horizontal, nous devons considérer :

- Perte De l'Espace Libre: Semblable à l'isolement vertical (DB de moyenne -49 sur 3m)
- Perte d'isolement de modèle : Dans ce scénario nous devons savoir combien d'énergie l'antenne rayonne dans le lobe arrière. Cette énergie est employée pour mesurer le rapport Avant/Arrière (F/B). Le rapport de F/B est calculé en prenant l'énergie du lobe (avant) principal d'une antenne divisée par l'énergie du lobe arrière de l'antenne.

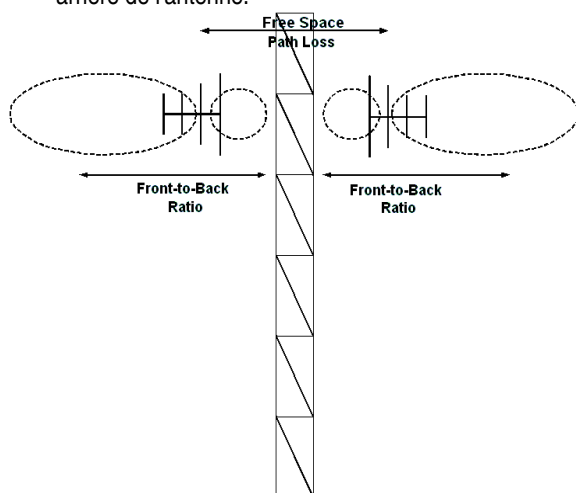


Fig 16: Horizontal Isolation

Pour placer plusieurs antennes dans le même plan horizontal, considérer acheter des antennes qui ont un rapport avant/arrière très grand.



Fig 17

Une bonne antenne directive a un F/B de 25dB. Afin d'avoir un isolement total de 60 dB, il faut placer les antennes au moins 50 centimètres l'une de l'autre. Pour réaliser cette distance quand des antennes sont placées en haut des tours on peut utiliser des perches ou des tubes en L. Si les antennes sont sur un toit, c'est plus facile de les espacer.

Câble Coaxial

Un câble coaxial de faible perte est employé pour relier l'émetteur-récepteur radio à une antenne. Quand un câble coaxial est employé comme conducteur des fréquences radio, le câble ne se comporte plus comme un fil traditionnel régulier. Le câble coaxial présente une impédance (une mesure de résistance à un courant dans un

milieu de transmission) qui reste constant avec la longueur de câble. Un câble coaxial, en présence de signaux rf, se comporte comme une ligne de transmission, et dans de telles circonstances le transfert maximum de l'énergie entre l'émetteur récepteur et l'antenne a lieu seulement quand tous les éléments de circuit assortissent la même impédance. Pour les équipement informatiques (comprenant le WiFi) l'impédance est toujours 50 Ω (ohm).

Si nous choisissons un câble qui n'arrive pas à atteindre la condition d'impédance de 50 Ω, le signal radio (énergie) se reflétera de nouveau dans l'émetteur plutôt que dans l'antenne.

Perte de câble

Le câble coaxial présente une perte de signal entre l'antenne et l'émetteur récepteur. Par transmission, le signal est atténué vers l'antenne et le signal rassemblé par l'antenne est atténué sur son chemin de nouveau au récepteur. Noter que seulement un câble est employé pour la transmission et la réception, étant donné qu'IEEE 802.11 est un protocole semi-duplex de TDM. Quand, l'émetteur envoie un signal par radio, aucun signal ne peut être reçu et vice-versa.

Câble	Perte / 10 metres (2.4GHz).
RG 8	3.3 dB
LMR 400	2.2 dB
Heliac 3/8"	1.76 dB
LMR 600	1.7 dB
Heliac 1/2"	1.2 dB
Heliac 5/8"	0.71 dB

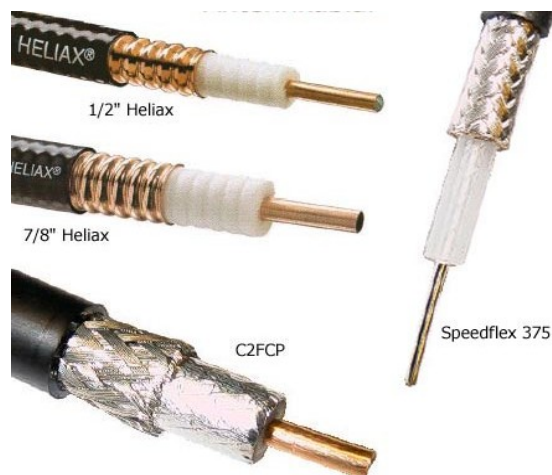


Fig 18: Types de câbles (Source: Nowire)

Pour choisir un câble il faut considérer plusieurs facteurs :

- Combien de mètres de câble a-t-on besoin ?
- Faut-il plier le câble dans des angles pointus ?
- A-t-on besoin de transporter le câble dans l'eau ?

Le choix du câble dépend non seulement de leurs propriétés mécaniques mais également de sa disponibilité et coût. En règle générale, l'utilisation du LMR400 ou des câbles meilleurs est conseillé pour les installations qui exigent un câble plus de 10 mètres. Pour moins de 10 mètres on peut employer le Speedflex 375 ou LRM400.

Connecteurs d'antenne

Pour relier votre équipement radio au câble coaxial et le câble coaxial à l'antenne, il faut choisir les connecteurs appropriés. La quantité de connecteurs est sans fin et nécessite de connaître quels connecteurs seront utilisés à chaque extrémité.



Fig 19: (Source: connexwireless)

Trois règles de base concernent les connecteurs :

- Les antennes et tous les autres éléments actifs, tels que les radios, ont normalement les connecteurs femelles.
- Les câbles ont normalement des connecteurs mâles.
- Le connecteur le plus commun utilisé pour de longs câbles sont le type-N mâle ou connecteur de marine

Tresse (pigtail)

Dans beaucoup de cas, relier l'équipement radio à un Heliac ou à un câble LRM400 ne pourrait pas être possible. Les câbles de longue distance (plus de 10 mètres) se terminent normalement en connecteurs type-N tandis que la plupart des radios emploient des connecteurs beaucoup plus petits de type RPSMA ou le RPTNC.

Un tresse (pigtail en anglais) est un câble coaxial de longueur courte avec un connecteur dans chaque extrémité pour faciliter le raccordement des radios aux antennes ou des radios aux câbles de longue distance.

Sur le schéma 20 nous pouvons voir une carte de PCI de D-link avec un connecteur femelle RP-SMA. Afin de relier la radio à un type-N mâle de Heliac nous avons besoin d'une tresse ou d'un convertisseur de connecteur. Le pigtail/convertir devrait être une femelle-mâle de type-N vers RPSMA.



Fig 20

Les tresses utilisent en général le câble LMR195 et offrent une perte totale de 0.2-0.4 DB. Un bon convertisseur de connecteur a une perte de < 0.1 DB.

En conclusion, il faut prendre soin de vos câbles, connecteurs et tresses car ils sont toujours un point de perte possible. Il faut aussi être sûr de savoir combien on peut plier le câble et ne jamais abîmer un connecteur !

Conclusion

Le choix des antennes doit non seulement répondre aux exigences d'un budget de liaison mais aussi au besoin de trouver une solution optimale d'un scénario concret.

Le choix de l'antenne affectera votre aire de service, la réduction des interférences au minimum avec d'autres sources et la durabilité/stabilité de votre réseau si l'antenne garantit de bonnes propriétés mécaniques.

Un bon choix d'antenne dépend de votre capacité à comprendre les modèles de rayonnement, les budgets de liaisons et le type de service visé.