

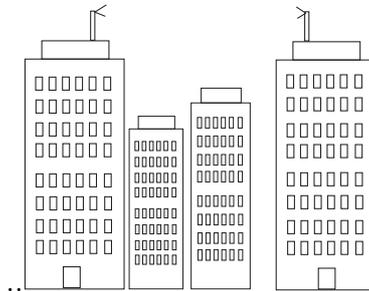
# TD2 - Dimensionnement d'un pont radio.

Jean-Marie Gorce  
Département TC  
4TC - Communications Hertziennes

20 novembre 2006

## Objectifs

On souhaite utiliser le système de faisceau hertzien décrit dans le document ci-joint, pour établir un pont radio entre deux sites situés en milieu urbain. Les antennes sont situées sur les toits, en haut de mats dont la hauteur est à définir. On évaluera également la portée de ces systèmes.



## 1 Questions préliminaires

### **A FAIRE AVANT LE TD!!!**

Un faisceau hertzien  $6GHz$  est déployé sur une distance de  $4km$ , avec 2 antennes de gain absolu  $18dB$  chacune, et situés à  $15m$  du sol. Les pertes de feeder sont évaluées à  $5dB$  de chaque côté, le seuil de réception est fixé à  $20dB$  par rapport au bruit du récepteur, qui a une figure de bruit de  $7dB$ .

1. Calculez le niveau de bruit du récepteur en  $dBm$  (la largeur de bande du système est de  $10MHz$ ).
2. Calculez la puissance d'émission minimale permettant d'établir une bonne liaison.
3. Calculez, pour un modèle de propagation à 2 raies, à quelle distance se trouve le point de rupture entre la pente en  $1/d^2$  et en  $1/d^4$ .

## 2 Bilan de liaison.

On suppose que les pertes de feeder des antennes sont de  $-3dB$ .

1. Etablissez le bilan de liaison du pont radio en fonction de la distance au sol  $d$  séparant les deux antennes. On supposera que les antennes se trouvent en espace libre. Montrez que l'on peut établir la relation suivante (à partir de la formule de Friis) :

$$P_u = P_t - 20\log_{10}(d) - A_0 \quad (1)$$

où  $P_t$  et  $P_u$  sont respectivement la puissance transmise à l'émetteur et la puissance utile fournie au récepteur.

Déterminez en particulier  $A_0$ . A quoi correspond-il ?

2. Calculez la distance maximale garantissant un taux d'erreur de  $10^{-6}$  pour un débit de  $1 \times 2$  Mbits/s.
3. Etudiez en fonction de la distance  $d$ , la hauteur théorique du mat nécessaire au déploiement du lien radio. Ce mat devra fournir une visibilité équivalente à la propagation en espace libre (contrainte de la 1<sup>re</sup> ellipse de Fresnel).

*On suppose que sur le trajet E-R, il n'y a pas d'immeuble de hauteur supérieure à celle des immeubles accueillant les antennes.*

4. Vous donnerez numériquement la hauteur du mât pour des distances de liaisons égales à 100m, 1km, 10km, 100km.
5. Influence du sol. Évaluez à quelles conditions (hauteur, distance) on peut utiliser un modèle en espace libre pour calculer le bilan de liaison, et à quelles conditions on doit utiliser un modèle à 2 raies.
6. Réfléchissez aux différentes techniques qui peuvent permettre d'améliorer la liaison radio.

### 3 Antennes

L'angle d'ouverture de l'antenne étant très petite, et pour faciliter l'analyse, on supposera que le diagramme de rayonnement possède une symétrie de révolution autour de la direction principale de rayonnement. La fonction de directivité de l'antenne est alors approchée par une fonction idéale :

$$F(\Theta, \Psi) = \begin{cases} F_0 & \forall(\Theta, \Psi) \text{ tq : } \alpha \leq \alpha_1 \\ 0 & \end{cases} \quad (2)$$

qui dépend uniquement d'un angle  $\alpha_1$  (cf. figure 1).

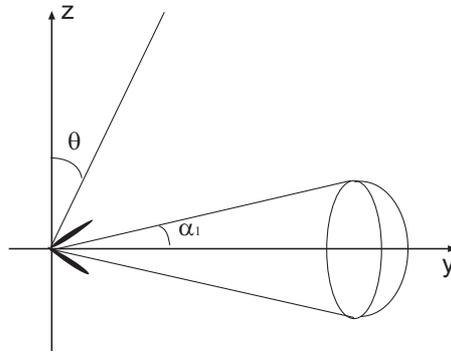


FIG. 1 – Fonction de directivité de l'antenne.

1. Après avoir exprimé la résistance de rayonnement de cette antenne, calculez l'angle  $\alpha_1$  correspondant aux gains d'antennes donnés dans la documentation. Vous utiliserez une approximation du premier ordre de la surface rayonnée.
2. Calculez l'aire équivalente en réception de ces antennes. Comparez à l'aire équivalente d'un doublet demi-onde symétrique.