

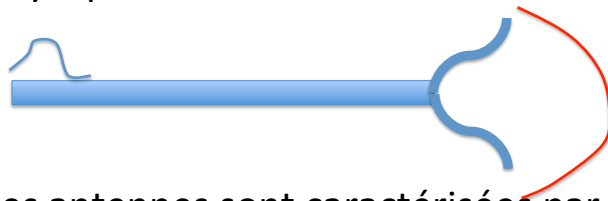
Antennes

MRI ADR 2014

1

Antennes

- Les antennes, utilisées dans l'atmosphère terrestre ou le vide, convertissent le signal dans le câble en signal EM (électromagnétique) rayonnant (=se propageant) sans support physique.



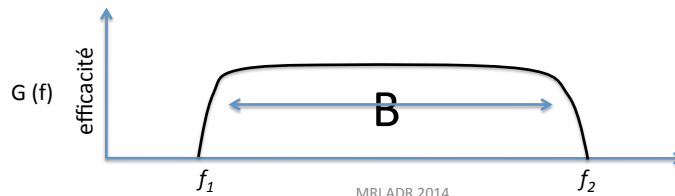
- Les antennes sont caractérisées par...

MRI ADR 2014

2

La largeur de bande B

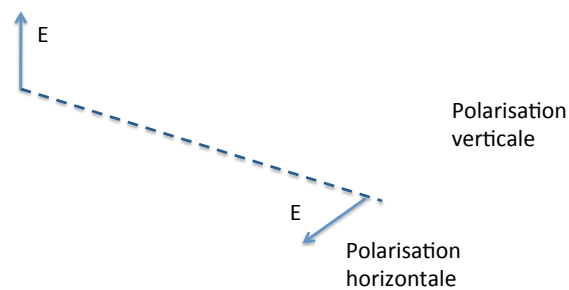
- Il s'agit de la plage de fréquences dans laquelle l'antenne reste « efficace ».
- L'efficacité est définie comme le rapport entre la puissance rayonnée par l'antenne et la puissance injectée à son entrée. = gain $G(f)$.



3

La polarisation

- Il s'agit de la direction du champ électrique de l'onde rayonnée (pol. verticale, horizontale, ou circulaire) ... les obstacles modifient la polarisation



MRI ADR 2014

4

Densité de puissance rayonnée

- C'est le rapport entre la puissance rayonnée dans une direction donnée et la surface que cette puissance traverse.
- Dans la cas d'une antenne omnidirectionnelle, la densité de puissance à une distance r est le rapport entre la puissance transmise (P_{TX}) et la surface d'une sphère imaginaire de rayon r .

MRI ADR 2014

5

Le diagramme de rayonnement

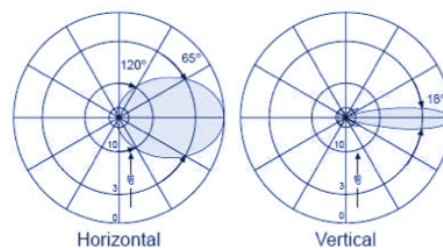
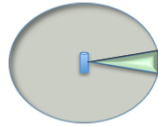


Figure 2.6 An example of an antenna and its radiation pattern.
[\[http://www.kathrein.de/de/mca/techninfos/download/BasicAntenna.pdf\]](http://www.kathrein.de/de/mca/techninfos/download/BasicAntenna.pdf)

MRI ADR 2014

6

Gain d'une antenne



- les antennes émettent avec des puissances qui dépendent de la direction
- Le gain $G(\alpha, \theta)$ en [dBi] est le rapport entre la puissance irradiée dans une direction (α, θ) donnée et la puissance émise par une antenne fictive, ponctuelle et **isotropique** (qui rayonne la même puissance dans toutes les directions).
- Pour les mesures, la référence est souvent un dipôle calibré et le gain de l'antenne $G_{\text{ref. dipôle}}$ est alors donné en dBd
- Souvent, le seul gain donné est le Gain maximum (G en dBi)

MRI ADR 2014

7

Aire effective d'un antenne

- C'est l'aire fonctionnelle (pas réelle) qu'une antenne présente à une onde électromagnétique qu'elle reçoit

$$A_{\text{eff}} = \frac{\lambda^2 g}{4\pi}$$

où λ est la longueur d'onde [m] et g est le gain de l'antenne ($g = 10^{G/10}$)

MRI ADR 2014

8

Relation entre vitesse, fréquence et longueur d'onde

- La longueur d'onde et la fréquence sont liées par

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

- Où c est la vitesse de la lumière [m/s] et f est la fréquence [Hz]

MRI ADR 2014

9

EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power)

- EIRP est la puissance totale (en W, mW, ... ou en dBm) qui serait émise par une antenne de Gain maximal G_{\max} (en dBi) si elle transmettait avec la puissance maximal dans toutes les directions.
- $EIRP = P_{Tx} + G_{\max}$ [dBm]
- Où P_{Tx} est la puissance en [dBm] transmise par l'antenne et G_{\max} est le gain d'antenne [dBi]

MRI ADR 2014

10

Exercice

- Quel est le Gain d'une antenne parabolique avec un rayon de 60 cm sachant que l'aire équivalente est 0.56 de l'aire réelle? Considérez une fréquence de 12 GHz.

MRI ADR 2014

11

Link Budget : équation de base

- Equation de Friis

$$\frac{p_r}{p_t} = g_t g_r \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2$$

- p_r et p_t sont les puissances reçue et transmise, g_t et g_r sont les gains des antennes émettrice et réceptrice, λ est la longueur d'onde et d est la séparation entre les antennes
- Valable seulement pour en vue direct (espace libre, ou Line of Sight = LOS)

MRI ADR 2014

12

Link Budget : équation de base

- Equation de Friis en dBm, dBi, et dB (majuscules)

$$P_r = P_t + G_t + G_r + 10 \log_{10} \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2$$

- Le dernier terme est le « Line Of Sight free space loss » ou perte en espace libre

MRI ADR 2014

13

Différents environnements

- La formule de Friis ne peut pas être utilisée telle quelle dans les cas où il y a des obstacles ou des environnements complexes
- Des modifications sont ont été introduites se basant sur des résultats empiriques et théoriques
- Les mesures montrent que l'exposant de « d » (voir prochain slide) peut être entre 1.9 et 5 en dépendant des conditions de propagation.

MRI ADR 2014

14

Link Budget

- Equation de Friis en dBm, dBi, et dB (majuscules)

$$P_r = P_t + G_t + G_r + 10 \log_{10} \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 - 10 \log_{10} (d^\gamma)$$

MRI ADR 2014

15

Conditions d'utilisation de la formule de Friis

- Pour utiliser la formule de LOS, il faut que la transmission directe soit dominante
- Les conditions sont:
 1. ligne de mire
 2. Une première zone de Fresnel dégagée à 80% (60% est aussi acceptable dans beaucoup de cas)

MRI ADR 2014

16

Exercice

- Une station terrestre transmet 200 Watts vers un satellite géostationnaire qui se trouve à 36×10^3 km de hauteur. Si la fréquence d'opération est de 4 GHz, et si les gains des antennes sont 45 dBi et 44 dBi, calculez la puissance reçue par le satellite. On suppose LOS.

MRI ADR 2014

17

Exercice

- Si la sensibilité d'un récepteur est de -100 dBm à 1.8 GHz, quelle est la puissance minimale que l'on doit transmettre depuis une antenne qui se trouve à 3 km de distance si l'on suppose des conditions de LOS et espace libre. Le gain de l'antenne émettrice est 1.6 dBi et celui de l'antenne réceptrice est 0 dBi.

MRI ADR 2014

18

Exercice pour la prochaines fois

- Quelle est la valeur linéaire qui correspond à -10 dB ?
- Convertissez 4 Watt en unités logarithmiques
- Additionnez les puissances $P_1= 10$ dBm et $P_2=0$ dBm
- Additionnez deux puissances de 0 dBm
- Une puissance est 3 dB plus petite que 20 mWatt. Quelle est sa valeur en mWatt?

MRI ADR 2014

19

Exercice pour la prochaines fois

- Vous recevez 10 mWatt à la sortie d'un canal de transmission dont l'atténuation est de 20 dB. Quelle était la puissance transmise ? Exprimez le résultat en unités linéaires et logarithmiques