

ÉTUDE DE L'ANTENNE

Bilan de puissance

La puissance reçue est proportionnelle à la puissance émise est inversement proportionnelle au carré de la distance séparant émetteur et récepteur et du carré de la fréquence. Le coefficient de proportionnalité k dépend des antennes d'émission et de réception, de l'absorption atmosphérique et des réflexions multiples.

$$P_r = k \cdot \frac{1}{f^2} \cdot \frac{P_e}{d^2}$$

Avec :

- k : facteur d'antenne ($\text{Hz}^{-2} \cdot \text{m}^2$)
- f : fréquence de l'émetteur (Hz)
- P_e : puissance émise (W)
- d : distance (m)

On considère que :

- la contribution des antennes est de 1,
- l'absorption atmosphérique est négligeable,
- il n'y a pas de réflexion multiple.

Antenne omnidirectionnelle

L'énergie de l'émetteur se disperse sur la surface d'une sphère $S = 4\pi \cdot R^2$. L'énergie reçue est alors proportionnelle au rapport de la surface de réception S_r de l'antenne et de S .

On considère que le récepteur possède une surface de réception de 20 mm^2 et qu'il est capable de traiter des signaux jusqu'à des puissances de $4,8 \text{ pW}$.

La puissance de l'émetteur est $P_e = 1 \text{ mW}$.

1. Exprimer le rapport des puissances $\frac{P_r}{P_e}$ en fonction de S_r et de la distance R .

$$\frac{P_r}{P_e} = \frac{S_r}{S} = \frac{S_r}{4\pi \cdot R^2}$$

2. Calculer la distance maximale R entre émetteurs récepteurs.

$$\frac{P_r}{P_e} = \frac{S_r}{4\pi \cdot R^2} \Leftrightarrow R = \sqrt{\left(\frac{P_e}{P_r} \cdot \frac{S_r}{4\pi}\right)} = \sqrt{\left(\frac{1}{4,8 \cdot 10^{-9}} \times \frac{20 \cdot 10^{-6}}{4\pi}\right)} = 18,2 \text{ m}$$

Antenne directionnelle

L'énergie de l'émetteur est concentrée dans un cône d'émission de surface $S = 2\pi.Rh$. Par approximation du champ lointain, on suppose que l'onde est plane au niveau du récepteur. La surface d'onde dépend alors de la dispersion de l'émetteur selon un angle.

$$\sin\theta = \frac{HA}{R}$$

Les caractéristiques physiques de l'émetteur et du récepteur sont identiques que précédemment.

1. Exprimer le rapport des puissances $\frac{P_r}{P_e}$ en fonction de S_r , R et l'angle de dispersion θ .

$$\frac{P_r}{P_e} = \frac{S_r}{S} = \frac{S_r}{\pi.AH^2} = \frac{S_r}{\pi.(R.\sin\theta)^2}$$

2. Calculer la distance maximale R' entre émetteurs récepteurs pour un angle $\theta = 4^\circ$.

$$\begin{aligned} \frac{P_r}{P_e} &= \frac{S_r}{\pi.(R'.\sin\theta)^2} \Leftrightarrow R' = \sqrt{\left(\frac{P_e}{P_r} \cdot \frac{S_r}{\pi.\sin\theta^2}\right)} \\ &= \sqrt{\left(\frac{1}{4,8.10^{-9}} \times \frac{20.10^{-6}}{\pi \times \sin(4)^2}\right)} = 522m \end{aligned}$$

3. Conclure avec la question précédente.

Le rapport des distances $\frac{R'}{R} = \sqrt{\left(\frac{4}{\sin\theta^2}\right)} = \frac{2}{\sin\theta} = 28,7$

Une antenne directionnelle permet d'atteindre une distance 30 fois plus grande.

En réalité les imperfections des antennes, de l'absorption atmosphérique et les réflexions multiples dégradent la puissance rayonnée de typiquement un facteur 1000, ce qui fait chuter la puissance reçue de ce même facteur.