
Chapitre 4 Généralités sur les Antennes

DEFINITION ET HISTORIQUE D'UNE ANTENNE

Le rôle d'une antenne est de convertir l'énergie électrique d'un signal en énergie électromagnétique, ou inversement de convertir l'énergie électromagnétique en énergie électrique.

Une antenne émission est un dispositif qui assure la transmission de l'énergie entre un émetteur et l'espace libre où cette énergie va se propager. Réciproquement, une antenne de réception est un dispositif qui assure la transmission de l'énergie d'une onde se propageant dans l'espace à un appareil récepteur .

Le concept d'antennes imprimées a été proposé pour la première fois par Deschamps en 1953 aux U.S.A, et en France par Baissinot et Gutton en 1955.

Le phénomène de rayonnement provenant des discontinuités dans les striplines fût observé et étudié par Lewin en 1960 . En 1970 Byron a décrit la structure planaire qui se constitue d'une plaque conductrice gravée sur un substrat diélectrique $\epsilon_r \leq 10$ qui repose sur un plan de masse les premières réalisations étaient essentiellement réservées à des applications militaires, un peu plus tard, dans les années 1990 des antennes pratiques ont été développées par Howel et Munson un véritable passage au stade industriel.

Caractéristiques Générales des Antennes

1. Introduction

Pour décrire les performances d'une antenne, il est nécessaire de définir ses différentes caractéristiques, à savoir le diagramme de rayonnement, la directivité, le gain, etc.

2. Densité de puissance et puissance rayonnée d'une antenne

Le vecteur de Poynting est une grandeur souvent utilisée pour décrire la puissance associée à une onde électromagnétique. Lorsque la variation temporelle du champ électromagnétique est périodique. Il est très souvent utile de déterminer la valeur moyenne du vecteur de Poynting. En fait, cette valeur moyenne représente la densité de puissance par unité de surface et est donnée par l'expression suivante :

$$\vec{W}_{moy} = \frac{1}{T} \int_0^T \vec{p} dt = \frac{1}{2} Re \left[\vec{E} \times \vec{H}^* \right]$$

où : \vec{p} désigne le vecteur de Poynting instantané et \vec{W}_{moy} désigne la densité de puissance moyenne (W/m^2).

3. Intensité de rayonnement

C'est une caractéristique radioélectrique de l'antenne dépendant du champ lointain. Elle est définie dans une direction donnée comme étant la puissance rayonnée par une antenne

4. Diagramme de rayonnement

Le diagramme de rayonnement d'une antenne montre les variations du champ ou de la densité de puissance dans l'espace de rayonnement de l'antenne à une distance fixe r .

Le diagramme de rayonnement peut aussi, représenter la variation spatiale de l'intensité de rayonnement.

L'antenne isotrope qui rayonne d'une façon équivalente (omnidirectionnelle) dans toutes les directions de l'espace est une antenne hypothétique qui sert comme antenne de référence pour l'étude d'autres types d'antennes. Son diagramme de rayonnement se présente sous forme d'une sphère (Figure .a). Cependant, Le diagramme de rayonnement d'une antenne réelle présente des directions privilégiées (maximum de rayonnement) et des directions où le champ rayonné est nul (Figure .b). Ce type d'antenne s'appelle antenne directive.

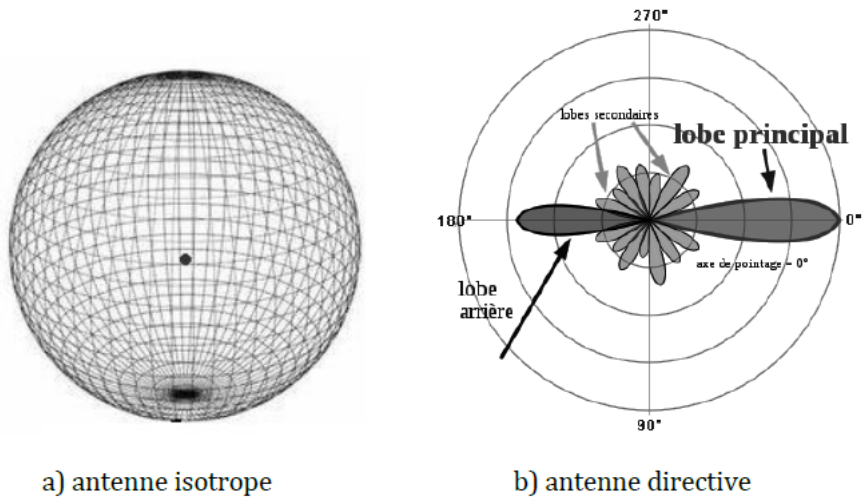


Figure 1 Diagramme de rayonnement d'une antenne.

EXEMPLE

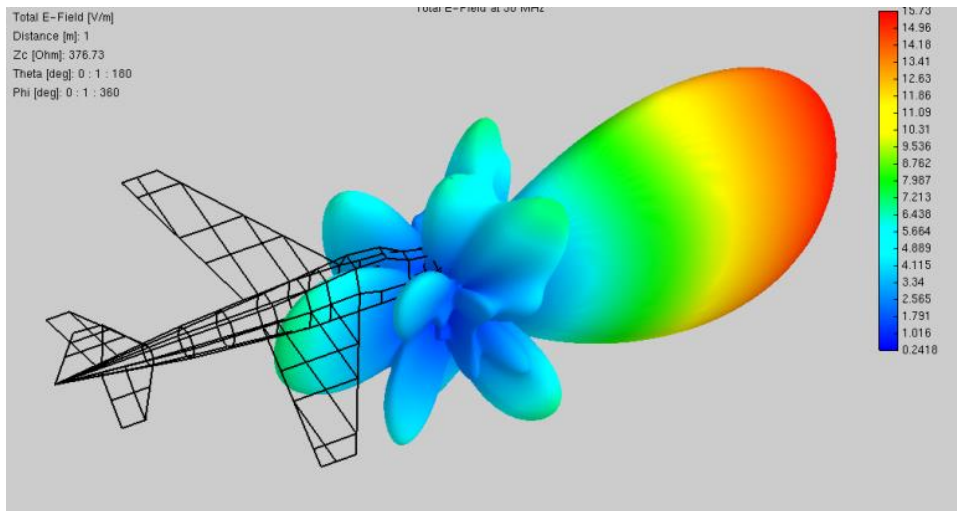


Diagramme de rayonnement d'une antenne d'avion sur Matlab

.5. Les trois zones de rayonnement

L'espace de rayonnement de l'antenne est généralement subdivisé en trois régions, à savoir :

a. Région réactive (zone de Rayleigh) : cette région est délimitée par une sphère de rayon $R_1 = 0.62\sqrt{d^3/\lambda}$ où λ est la longueur d'onde et " d " est la plus grande dimension de l'antenne. C'est la région entourant la source de rayonnement où la puissance réactive (purement imaginaire) prédomine.

b. Région du champ proche rayonné (zone de Fresnel) : c'est la région comprise entre la zone réactive et la zone du champ lointain et dans laquelle la divergence du faisceau devient appréciable. Cette région est délimitée par une distance radiale R telle que $R_1 \leq R < R_2$ (avec $R_2 = 2d^2/\lambda$) et le champ rayonné dépend, en général, de la distance radiale. De plus, la composante radiale du champ est appréciable.

c. Région du champ lointain (zone de Fraunhofer) : dans cette région, l'onde rayonnée est plane et les champs ont une structure TEM par rapport à la direction radiale. La puissance rayonnée est purement réelle et indépendante de la distance radiale.

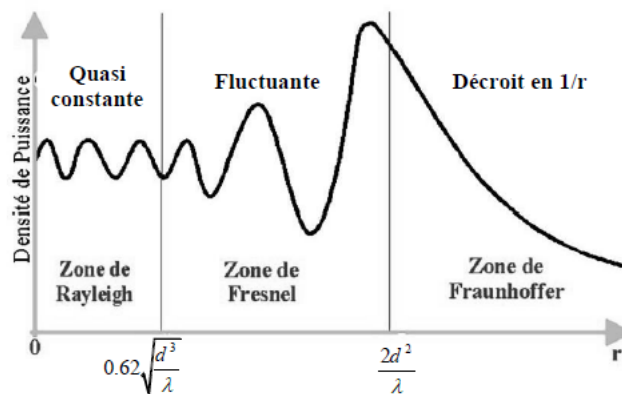


Figure . Les trois zones de rayonnement d'une antenne

.6 Directivité

La directivité d'une antenne dans une direction donnée $\psi(\theta, \varphi)$ est par définition le rapport de son intensité de rayonnement $U(\theta, \varphi)$ dans cette direction sur l'intensité de rayonnement d'une antenne de référence. L'antenne de référence est généralement la source isotrope.

7. Gain d'une antenne

Le gain d'une antenne est un paramètre très intéressant caractérisant les performances radioélectriques d'une antenne. Il tient compte aussi bien des propriétés de directivité que du rendement (donc des pertes) de cette antenne.

s'écrit :

8. Rendement d'une antenne

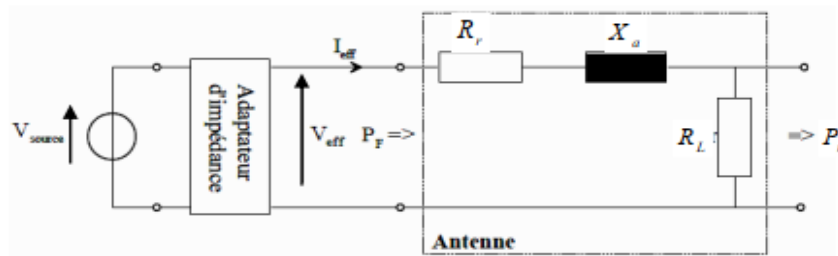
Le rendement total e_t d'une antenne est une grandeur définie afin de tenir compte des pertes totale (par effet joule, dans le diélectrique et par désadaptation) au niveau de cette antenne. Il s'écrit :

$$e_t = e_r e_c e_d$$

e_r , e_c et e_d désignent respectivement le rendement dû aux pertes par désadaptation entre l'antenne et la ligne de transmission, le rendement dû aux pertes joule et le rendement dû aux pertes diélectrique.

9. Impédance d'entrée

L'impédance d'entrée d'une antenne caractérise la charge apportée par cette antenne au circuit d'excitation (figure 3).



10. Bande passante

D'une manière générale, la bande passante d'une antenne est la bande de fréquence pour laquelle les performances radioélectriques de cette antenne restent conformes à une norme imposée.

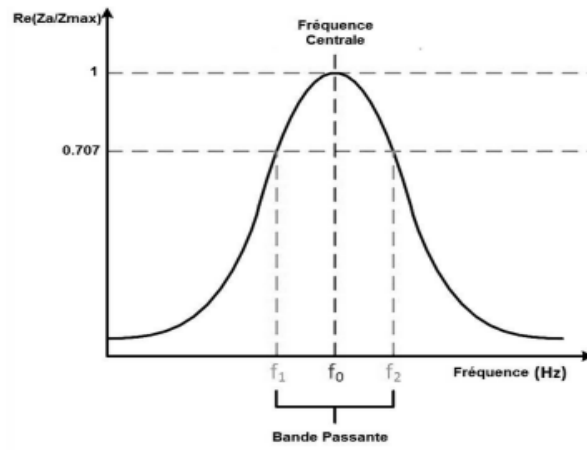


Figure .5. Bande passante d'une antenne.