

**SERIE 2**

**Exercice N°1 :**

On considère une antenne A. Son rayonnement en champ lointain est décrit par cette expression du champ électrique :

$$E_A = \begin{cases} E_0 \sqrt{\sin(\pi \sin \theta) \cdot \cos\left[\frac{\pi}{2} \cos\left(\phi + \frac{\pi}{6}\right)\right]} \frac{e^{-jkr}}{r} & \text{for } 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \text{ and } 0 \leq \phi \leq \pi \\ 0 & \text{elsewhere} \end{cases}$$

Trouver la direction  $(\theta_{\max}, \phi_{\max})$  du maximum de radiation de l'antenne A.

**Exercice N°2 :**

Calculer le champ électrique créé à 1 km par une antenne  $\lambda/2$  verticale dont le courant au centre est 1 A, dans les directions  $0^\circ$ ,  $30^\circ$  et  $60^\circ$  par rapport à l'horizontale.

**Exercice N°3 :**

Une liaison hertzienne à 10 GHz est constituée de deux antennes distantes de  $D = 10$  km.

1. Si l'antenne émettrice est une  $\frac{\lambda}{2}$  (voir exercice 2), quel est le courant maximal  $I_0$  avec lequel on doit l'alimenter pour obtenir un champ électrique de module  $E$  à la distance  $D$  ?

*Applications Numériques :*  $E = 100 \mu\text{V/m}$ ,  $\vartheta = \varphi = \pi/2$ .

2. Même question si l'antenne émettrice est un « patch » produisant le champ lointain

$$E = \rho I_0 \frac{f(\theta, \varphi)}{r}, \text{ avec } \rho = 109,5 \Omega/m \text{ et } f(\theta, \varphi) = \begin{cases} \sin \theta \sin^2 \varphi & \text{si } 0 \leq \varphi \leq \pi \\ 0 & \text{si } \pi \leq \varphi \leq 2\pi \end{cases}$$

*Applications Numériques :*  $E = 100 \mu\text{V/m}$ ,  $\vartheta = \varphi = \pi/2$ .

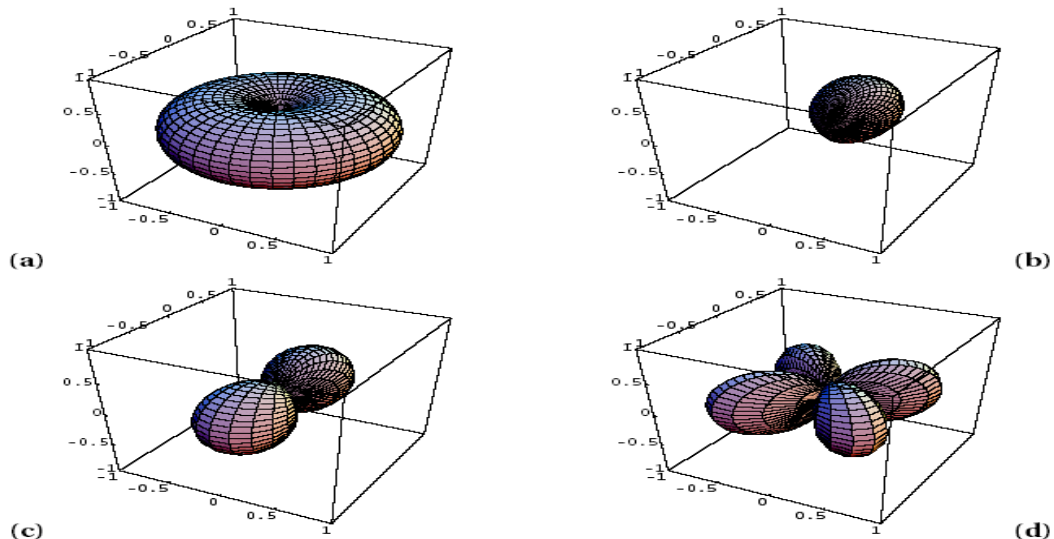
3. • Parmi les 4 représentations de la Fig. 1, laquelle correspond au diagramme de rayonnement du « patch » précédent ? Expliquez.

5. Si  $d$  est le diamètre de l'antenne réceptrice parabolique, que l'on supposera pointée de façon optimale,  $\vartheta = \varphi = \pi/2$ , et  $E$  le module du champ reçu

a) Donner l'expression de la puissance électromagnétique captée par le réflecteur en fonction de  $E$  et  $d$ .

b) En supposant que le dipôle récepteur  $\lambda/2$  placé au foyer de la parabole ne convertit que seulement  $\gamma = 60\%$  de cette puissance, donner l'expression de la puissance microonde utilisable  $P_u$  à l'entrée de l'amplificateur de détection en fonction de  $E$  et  $d$ .

c) En déduire une valeur numérique de  $d$  pour une puissance microonde utilisable  $P_u = -70$  dBm et un champ reçu  $E = 100 \mu\text{V/m}$ .



**Exercice N°4 :**

Une liaison Terre-satellite de radiodiffusion a les caractéristiques suivantes :

$d = 36\,000\text{ km}$ ,  $f = 12\text{ GHz}$  ; gain de l'antenne satellite :  $G_e = 40\text{ dB}$  ;  
 puissance d'émission :  $P_e = 200\text{ W}$  .

- 1) Calculer la densité de puissance rayonnée à Terre.
- 2) On veut une puissance de  $2 \cdot 10^{-11}\text{ W}$  à l'entrée du mélangeur hyperfréquence de réception. Calculer :
  - a) la surface équivalente de l'antenne parabolique de réception ;
  - b) le gain de cette antenne en décibels.
- 3) Calculer le diamètre du paraboloïde de réception.

**Exercice N°5 :**

- 1) Calculer la surface équivalente d'une antenne parabolique de réception pour que la puissance fournie au récepteur soit de  $10^{-10}\text{ W}$ , en sachant que la densité de puissance reçue par cette antenne est de  $0,971 \cdot 10^{-10}\text{ W/m}^2$ .
- 2) En déduire la fréquence théorique utilisée, en sachant que le gain de l'antenne de réception : 33 dB.

**Exercice N°6 :**

Soient deux sources isotropes A et B déphasées l'une par rapport à l'autre de  $\varphi$  et séparées par une distance  $2d$ . On prend comme origine des phases  $O=A*B$

- 1) Déterminer l'expression du champ total  $E_T$  rayonné par les deux sources en un point M de l'espace.
- 2) Déduire la fonction caractéristique et faire la représentation du diagramme de rayonnement dans les trois cas suivants :
  - a) Les deux sources sont en phase (choisir  $2d = \frac{\lambda}{2}$ )
  - b) Les deux sources sont en opposition de phase (choisir  $2d = \frac{\lambda}{2}$ )
  - c) Les deux sources sont en quadrature de phase (choisir  $2d = \frac{\lambda}{4}$ )