

Les antennes

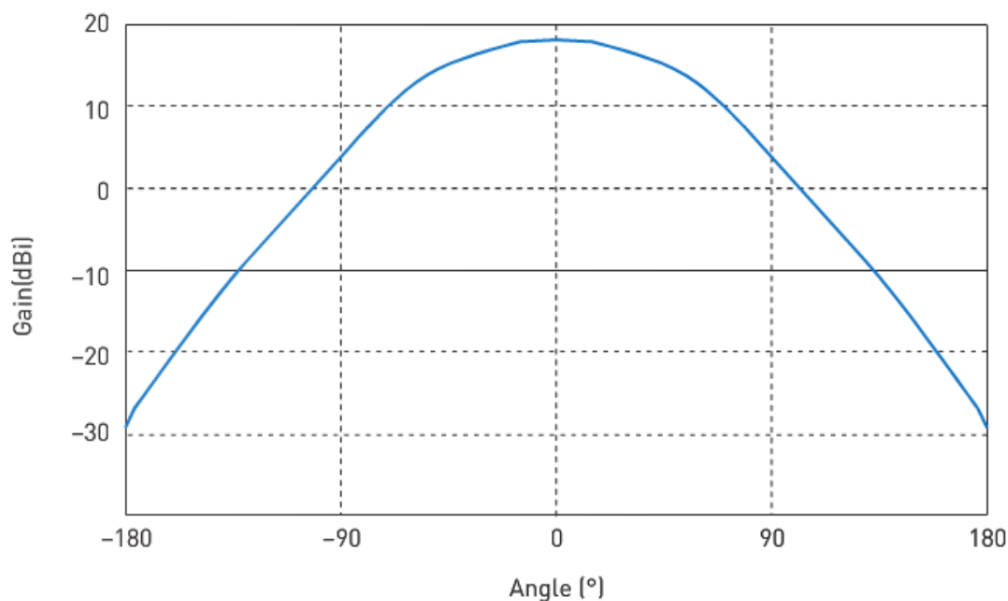
Exercice 1. (Antennes isotropes)

On considère un récepteur pouvant capter les signaux en provenance de deux sources différentes. Une première antenne isotrope située à $d_1 = 10$ km rayonnant une puissance $P_1 = 80$ kW et une seconde source isotrope de puissance $P_2 = 40$ kW située à La distance $d_2 = 5$ km.

- 1) Déterminer la densité de puissance relative à chaque source et en déduire le signal qui sera Le mieux capté par le récepteur.
- 2) Déterminer l'intensité efficace des champs électriques relatifs à chaque source.

Exercice 2. (Diagramme de rayonnement d'un relais GSM)

Déterminer le gain et l'angle d'ouverture à -3 dB de l'antenne relais GSM dont le diagramme de rayonnement est représenté ci-dessous :



Exercice 3. (Densité surfacique de puissance)

À une distance $d = 30$ km d'une antenne rayonnant une puissance $P_0 = 5$ kW, déterminer :

- 1) La densité de puissance p_0 de l'onde électromagnétique sachant que le gain de l'antenne est de 25 dBi.
- 2) Le gain de l'antenne G , nécessaire afin d'obtenir une densité surfacique de puissance de $2,5 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$.

Exercice 4. (Gain d'une antenne et champ électrique)

La puissance totale rayonnée par une antenne d'émission est de 3 kW. Le gain de l'antenne, dans la direction où il est maximal, vaut 12 dBi.

Calculer :

- 1) la *PIRE* de cette antenne.
- 2) densité de puissance p reçue à une distance de 1 000 km de l'antenne dans cette direction privilégiée.
- 3) l'amplitude du champ électrique E dans l'air à cette même distance.

Exercice 5. (Gain d'une antenne directive WiFi)

Pour les antennes très directives présentant des lobes secondaires très inférieurs au lobe principal, le gain peut se calculer en utilisant la formule de Kraus :

$$G_{dBi} = 10 \log\left(\frac{41000}{\vartheta_v \cdot \vartheta_h}\right)$$

où ϑ_v et ϑ_h sont les angles d'ouverture à -3 dB dans les plans horizontal et vertical.

Vérifier la validité de cette formule pour une antenne Wifi de fréquence 2,4 GHz présentant un gain de +15 dBi et des angles d'ouverture à -3 dB de 45° et de 30° .

Exercice 6. (Bilan de liaison hertzienne)

On considère une liaison hertzienne entre un ballon sonde et une station réceptrice au sol dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Impédance de l'antenne : 50Ω ;
- Fréquence de l'émetteur : $f_0 = 2235$ MHz ;
- Puissance rayonnée : $P_e = 30,0$ dBm ;
- Gain d'antenne d'émission : $G_e = +8$ dBi ;
- Pertes de propagation en espace libre pour 200 km : -145 dB ;
- Gain antenne réception : $G_r = +12$ dBi.

- 1) Calculer la longueur d'onde λ du signal émis.
- 2) Exprimer en watts la puissance émise P_e par le ballon sonde.
- 3) Déterminer en dBm puis en watts la puissance reçue P_r par l'antenne lorsque le ballon sonde est située à 200 km de la station réceptrice.

Exercice 7. (Diagramme de rayonnement d'une antenne UMTS)

Soit une antenne de téléphonie UMTS dont le diagramme de rayonnement est représenté dans les plans horizontaux et verticaux (Figures 1 et 2).

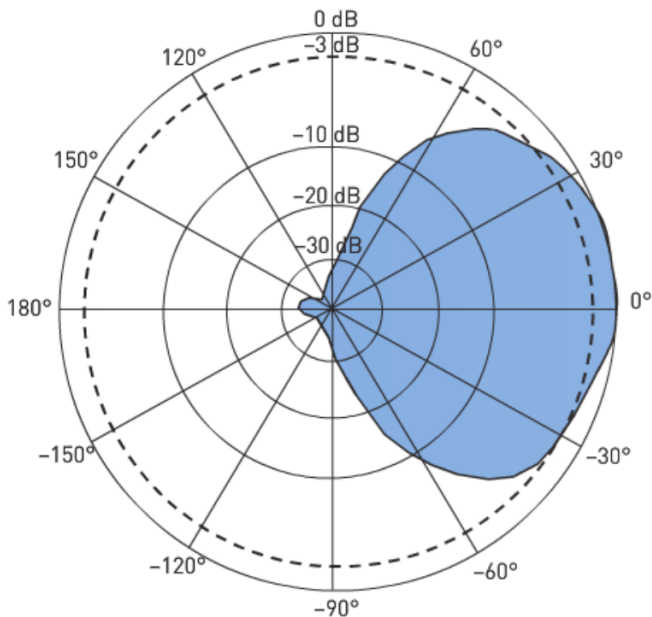


FIGURE 1 : Diagramme de rayonnement dans le plan horizontal.

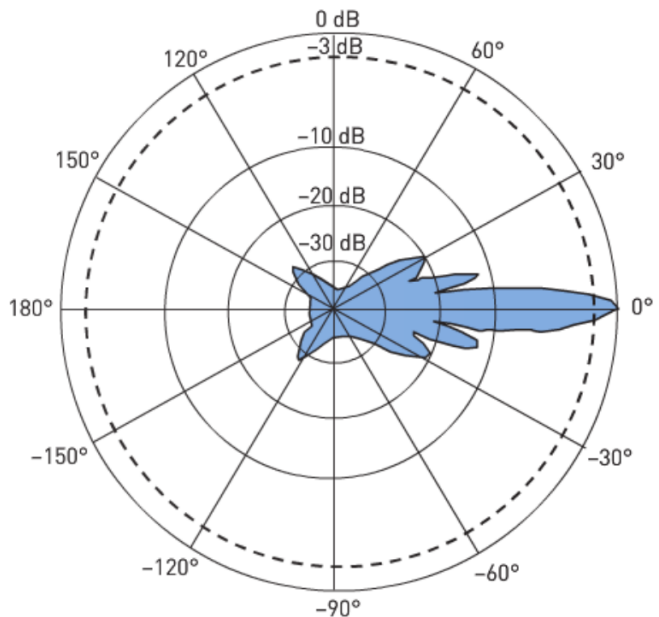


FIGURE 2 : Diagramme de rayonnement dans le plan vertical.

- 1) Déterminer l'angle d'ouverture pour chaque plan.
- 2) Déterminer dans chaque plan le niveau de puissance du lobe arrière correspondant à l'émission dans la direction 180° .
- 3) Sachant que le gain dans le plan horizontal est de 18 dBi, représenter sur la Figure 1 le diagramme de rayonnement de l'antenne isotrope.
- 4) La puissance d'émission est de 200 W, calculer la *PIRE* correspondante.

Exercice 8. (Antenne parabolique pour réception télévisée par satellite)

Les caractéristiques d'une antenne destinée à la réception télévisée par satellite sont les suivantes :

- Bande de fréquence : 10,7 – 12,7 GHz ;
- Angle d'ouverture à 11 325 MHz : 3° ;
- Gain à 11 325 MHz : 35 dBi.

- 1) Calculer la surface efficace équivalente à la fréquence de 11,325 GHz.
- 2) Déterminer, au niveau de la parabole, la densité surfacique de puissance d'un signal provenant d'un satellite géostationnaire rayonnant une *PIRE* de 60 dBW.
- 3) Calculer la puissance électrique disponible en sortie de la parabole.
- 4) L'antenne parabolique présentant une impédance de 75Ω , déterminer la valeur efficace de la tension disponible en sortie de l'antenne.

Exercice 9. (Bilan de liaison WiFi)

Une société a mis en place dans un bâtiment un réseau Wifi de fréquence $f_0 = 5,8$ GHz.

- L'émetteur, de puissance $P_e = 20$ dBm, est associé à une antenne de gain $G_e = 3$ dBi.
- Les pertes A_{dB} liées à la propagation dans le bâtiment vérifient la relation :

$$A = 20 \log(f_0) + \lambda \log(d) + n A_{mur} - 28$$

avec :

- $\lambda = 31$ est le coefficient d'affaiblissement ;
 - $A_{mur} = 4$ dB correspond à la perte liée à la traversée de chaque mur dans le bâtiment ;
 - n est le nombre de murs traversés ;
 - f_0 est la fréquence, exprimée en MHz.
- L'antenne réceptrice, située à une distance $d = 7,5$ m de l'émetteur, possède un gain $G_r = 2,2$ dBi.
- 1) Calculer les pertes intervenant lors de la propagation du signal Wifi sachant que 3 murs ont été traversés.
 - 2) Calculer en dBm puis en watts la puissance reçue au niveau de l'antenne réceptrice.