

Prof. Kamal GHOUMID

Année universitaire 2019–2020

5^{ème} année : Génie Télécommunications & Réseaux

Module : Faisceaux Hertziens

Contrôle # 1

Durée d'examen 1 heure 30 min : 10 h - 11 h 30 min

(Documents autorisés)

Novembre 2019

Exercice -1-	Exercice -2-	Total
/13	/7	/20

Bonne chance ...

Ex -1- : Liaison Hertzienne en présence de montagnes et de la pluie.

Soit une liaison de Faisceau Hertzien point à point entre un émetteur E et un récepteur R dont le profil géographique est présenté sur la figure 1. Les hauteurs (altitudes) et les distances des différents obstacles sont données respectivement dans les tableaux 1 et 2.

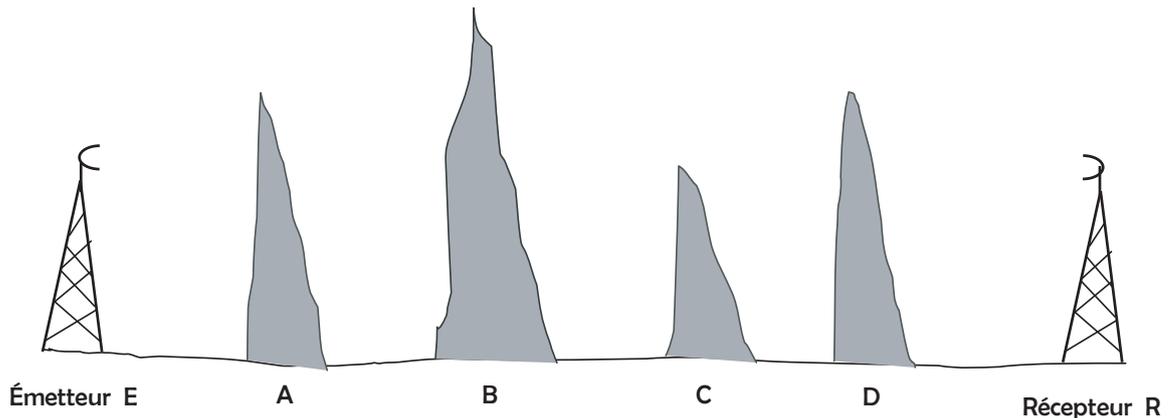


FIGURE 1 – Profil géographique de la liaison point à point entre l'émetteur et le récepteur.

	E	A	B	C	D	R
Hauteurs (m)	80	87	135	80	118	80

TABLE 1 – Hauteurs des différents obstacles.

	EA	EB	EC	ED	ER
Distances (km)	12	24	35	46	52

TABLE 2 – Distances entre les différents obstacles.

On note que les hauteurs sont très faibles devant les distances. Pour cela, on confondra les distances entre les sommets avec les distances entre les projections des sommets sur la droite ER. On note aussi que ces obstacles sont considérés comme étant en lame de couteau.

La liaison est caractérisée par les données suivantes :

- Fréquence de travail $f = 6 GHz$.
- Puissance d'émission $P_e = 10 W$.
- Gain d'émission $G_e = 30 dB$.
- Antenne du récepteur parabolique de diamètre $D = 1 m$ et d'efficacité $\eta = 50\%$.
- Température de bruit du récepteur $T = 2000 K$.

- Modulation utilisée QPSK.
 - Facteur de roll-off $\alpha = 0,6$.
 - Débit binaire $D_b = 34 \text{ Mbit/s}$.
 - Taux d'erreurs 'TEB' toléré par bande $\epsilon < 10^{-6}$.
 - Facteur de précipitation $R = 21 \text{ mm/h}$.
 - Paramètres de la pluie (de la région) $a_v = 0,009$, $b_v = 1,17$.
1. Calculer la PIRE (Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente).
 2. Calculer les pertes en espace libre.
 3. Calculer le gain de l'antenne de réception.
 4. Calculer la densité de puissance de bruit N_0 (on donne la constante de Boltzmann $K_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$).
 5. Calculer la largeur de la bande occupée par ce faisceaux.
 6. La liaison peut elle être considérée en visibilité?
 7. Calculer en utilisant la méthode de Deygout, l'affaiblissement dû à la diffraction de chaque obstacle, et l'affaiblissement total qu'il faudra intégrer dans le bilan de liaison.
 8. La liaison doit rester disponible avec une pluie caractérisée par facteur de précipitation R et des a_v et b_v (voir les données fournies ci-haut). Calculer l'affaiblissement de diffusion dû à la pluie. On prendre une probabilité de fonctionnement de 99,99%.
 9. Quelle est la valeur maximale du débit binaire autorisé par la liaison?

Exercice -2- : Liaison Hertziennne, Rapport signal sur bruit, Viabilité.

On considère une liaison entre un émetteur (E) et un récepteur (R). La fréquence porteuse est $f = 1,5 \text{ GHz}$ et la sensibilité au niveau du récepteur est $R_x = -100 \text{ dBm}$. Les hauteurs et les gains d'antennes au niveau d'émission sont $h_e = 40 \text{ m}$, $G_e = 12 \text{ dB}$ et au niveau de la réception sont $h_r = 20 \text{ m}$ et $G_r = 10 \text{ dB}$ respectivement. La puissance d'émission est $P_e = 8 \text{ W}$ et les pertes dues aux câblages et aux couplages en émission sont de l'ordre de $L_c = 4,3 \text{ dB}$.

La largeur de bande de liaison est $B_w = 250 \text{ KHz}$ et la température au niveau du récepteur est $T = 300 \text{ K}$.

1. Calculer la puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE).
2. Établir la loi de propagation L_{prog} en fonction de la distance (utiliser le modèle d'Okumura Hata).

3. Quelle est la distance maximale d_{max} autorisée ?
4. Calculer le rapport signal sur bruit à la distance $\frac{d_{max}}{2}$.
5. La liaison est-elle viable avec un rapport signal sur bruit $SNR = 8 dB$?
Justifier par des calculs.