

TD3 - Canaux de transmission

Exercice 1 - Fibres optiques

1.1 a) $ON = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{1,48^2 - 1,46^2} = 0,242$
L'angle maximal = $\sin^{-1}(0,242) = 14^\circ$

b) $V_1 = \left(\frac{2\pi a}{\lambda} \right) \times ON = \frac{2\pi \times 25 \cdot 10^{-6}}{850 \cdot 10^{-9}} \times 0,242 = 44,7$

$V_2 = \frac{2\pi \times 25 \cdot 10^{-6}}{1300 \cdot 10^{-9}} \times 0,242 = 23,3$

c) $R = \frac{V^2}{2}$

$\lambda_1 = 850 \text{ nm} \Rightarrow 1000 \text{ modes}$

$\lambda_2 = 1300 \text{ nm} \Rightarrow 482 \text{ modes}$

d) $Dis = \frac{n_1}{c} \cdot \Delta$ avec $\Delta = 0,0135$

$= \frac{1,48}{3 \cdot 10^8} \cdot \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 6,66 \cdot 10^{-11} \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$

Sur 10 km, étalement de $6,66 \cdot 10^{-7} \text{ s}$

1.2 a) $ON = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{1,48^2 - 1,475^2} = 0,16$

b) 10L

c) $V_{1300} = 8,22$ et $V_{1550} = 1,86$

1.3. $\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \approx \frac{n_1 - n_2}{n_1} \Rightarrow ON = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \approx 0,256$

$\theta_{\text{max}} = 14^\circ$

$$\Gamma_a = \frac{\alpha}{d+2} \times \frac{V^2}{2} = \frac{\alpha}{d+2} \left(\frac{2\pi a \sin \theta}{\lambda} \right)^2 \quad \text{avec } a = \text{diamètre du cœur.}$$

$$\Gamma(150) = 374 \quad \text{et } L_{\text{max}} = 50 \text{ km.}$$

Exercice 2 - Application à une transmission

2.1. La propagation

$$A_0 = 38,5 + 20 \log d_{\text{km}} + 20 \log f_{\text{MHz}} = 126 \text{ dB}$$

2.2) Les antennes

$$P_{\text{rdB}} = P_E + G_E + G_R - A_0 \quad \leftarrow \text{affaiblissement}$$

$\swarrow$ gain antenne émission $\searrow$ gain antenne de réception
 P_E = puissance isotrope de rayonnement équivalent

$$G_R = 16 \text{ dB} = 10 \log |G_R|$$

2.3) L'émetteur

$$P_E = 4 \text{ dB Watt} \Rightarrow 2,5 \text{ Watt} \quad \text{C'est une puissance tout à fait raisonnable.}$$

$$P_{\text{EWatt}} = 10^{\frac{P_{\text{EdB Watt}}}{10}}$$

2.4) Les câbles

$$Z_A \neq R_c \Rightarrow \text{réflexion} \Rightarrow \text{perte de puissance.}$$

$$\Gamma = \frac{Z_A - R_c}{Z_A + R_c}, \quad P' = |\Gamma|^2 \times P$$

↑
puissance réfléchie

$$\frac{P}{P-P'} = \frac{1}{1-| \Gamma |^2}$$

$$= 1,0067$$

$$\text{et } | \Gamma |^2 = 6,7 \cdot 10^{-3}$$

$$10 \log(1,0067) = 0,03 \text{ dB}$$

Avec 2 antennes $\Rightarrow 0,03 \times 2 \times 0,06 \text{ dB}$ (négligeable)

2.5) L'adaptation

$$| \Gamma |^2 = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ et } \frac{P}{P-P'} = \frac{1}{1-| \Gamma |^2} = 1,00018 \Rightarrow 0,0 \text{ dB}$$

2.6) Le Bilan de liaison

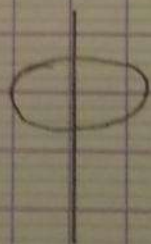
On reste comme cela.

Exercice 3 - Radiodiffusion publique

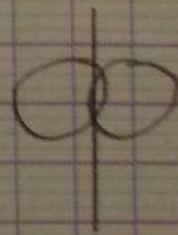
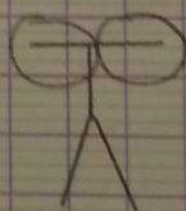
1)

page 12

Antenne à polarisation
verticale

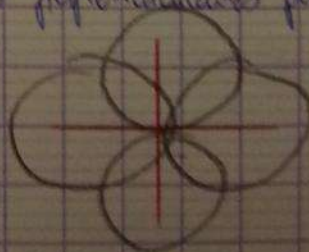


Antenne à polarisation
horizontale



Rayonnement isotrope d'omni-
directionnel

Pour être omnidirectionnelle, il faut 2
antennes perpendiculaires par exemple :



2) Sensibilité utilisable $10 \text{ mV}_{\text{eff}} / 75 \Omega$

$$P = UI \text{ et } U = RI \Rightarrow P_R = \frac{U^2}{R} = 1,33 \mu\text{W}$$

$$P_E = 150 \text{ kW}$$

$$P_R = P_E \times G_E \times G_R$$

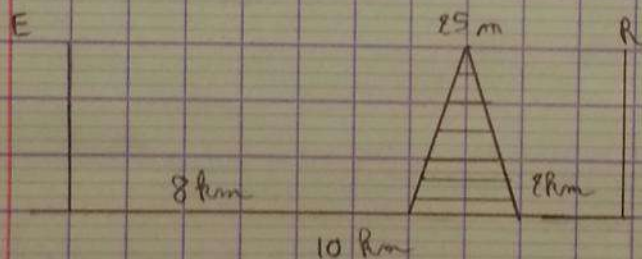
$$P_R = \frac{P_E \times (4\pi d)^2}{\lambda^2}$$

↑
affaiblissement

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^3} = \frac{3}{2} \cdot 10^{-2}$$

$$d = \frac{c}{4\pi f} \sqrt{\frac{P_E G_E G_R}{P_R}} = 131,5 \text{ km}$$

Exercice 4 - Liaison fixe point à point



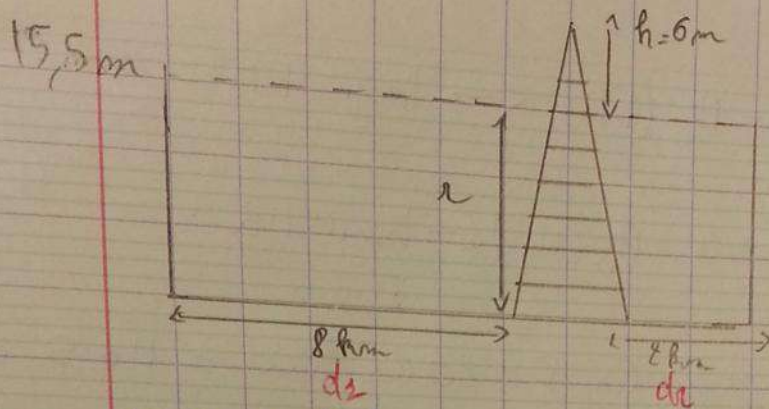
$$1) r_{1ZF} = \frac{1}{2} \sqrt{\lambda d} \approx 19 \text{ m}$$

Il suffit que les 2 mât d'antenne (E et R) soient de hauteur minimale 19 m.

$$2) A_0 (\text{dB}) = 38,5 + 20 \log d(\text{km}) + 20 \log f(\text{MHz})$$

$$= 118,5 \text{ dB}$$

Il existe un obstacle, donc il faut corriger A_0 par un affaiblissement supplémentaire de diffraction, A_n



r : rayon 12F

(p.26) $r = \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}} = 15,5 \text{ m}$

$\frac{h}{r} = 0,61 \Rightarrow A_m = 12 \text{ dB}$ grâce à l'équation p.33

$[A_{\text{total}} = 118,5 + 12 = 130,5 \text{ dB}]$

3) $P_n (\text{dB}) = P_E + G_E + G_A - A_0$

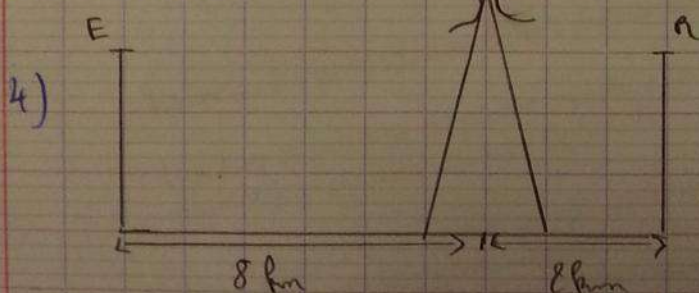
$G_E = G_A = G = 15,25 \text{ dB}$

$2G = 10 \log(10^{-3}) - 10 \log(10) + 130,5$

Antennes à réflecteur parabolique (p.53)

$g = \frac{4\pi S}{\lambda^2}$ avec $S = \frac{\pi R^2}{4} = \frac{\pi D^2}{16}$ diamètre ouvert.

$g = 10^{15,25/10} = 33,5$
 $D = 27 \text{ cm}$



Les manelles antennes ont un gain g' , les transmissions AEN et NR sont en espace libre.

$$P_R = P_E + G + G' - A_o(EN) \leftarrow \text{trajet EN}$$

$$P_R' = P_E(N) + G' + G - A_o(NR) \leftarrow \text{trajet NR}$$

$$A_o(EN) = 32,5 + 20 \log 8 + 20 \log 2000 = 116,5 \text{ dB}$$

$$A_o(NR) = 104,5 \text{ dB}$$

2 antennes passives donc $P_R(N) = P_E(N)$

$$P_R = P_E + 2G + 2G' - A_o(EN) - A_o(NR)$$

On avait trouvé $G = 15 \text{ dB}$

$$2G' = P_R - P_E - 2G + A_o(EN) + A_o(NR) \\ = -90 - 10 - 30 + 116,5 + 104,5$$

$$G' = 45 \text{ dB} \Rightarrow g' = 10^{45/10} = 31600$$

$$\text{avec } g' = \frac{\pi^2 \eta^{-2}}{\lambda^2} \Rightarrow D' = 8,5 \text{ m}$$

Dans le but d'améliorer la transmission, il faudrait placer au sommet de l'obstacle des antennes de diamètre 8,5 m !!

Pour obtenir le même résultat, qui avait aucun intérêt.