

## Focus 8 : Systèmes de transmission de l'information

### I. C1 : Rappels & effet Doppler

#### 1. Intro

Electromagnétique :  $c = 3.10^8 \text{ m/s}$

Son dans l'air :  $c = 340 \text{ m/s}$

Son dans l'eau :  $c = 1450 \text{ m/s}$

#### 2. Phénomènes physiques élémentaires

Surface légèrement rugueuse : réflexion diffuse

Surface fortement rugueuse : diffusion

Comportement au voisinage d'un obstacle (arrière du parabole) : diffraction

Transformation de l'énergie en chaleur : absorption

#### 3. Effet Doppler

Décalage fréquence Doppler :  $\frac{v}{\lambda_0} \cos(\theta)$

### II. C2 : Propagation multi-trajets, bilan de liaison

Ellipsoïde de Fresnel :  $EM + MR = ER + n \frac{\lambda}{2}$

$$P_r(W) = P_e(W) G_e G_r \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2$$

$P_r(\text{dBm}) = P_e(\text{dBm}) + G_e(\text{dB}) + G_r(\text{dB}) - L_0$  avec  $L_0 = 32.44 + 20 \log(f_{\text{MHz}}) + 20 \log(d_{\text{km}})$

$$SNR = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{bruit}}} \text{ et } SNR(\text{dB}) = 10 \log \left( \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{bruit}}} \right)$$

### III. C3 : Le bruit dans une chaîne de transmission

Le bruit est un signal supplémentaire et indésirable au signal utile (acoustique, électromagnétique, optique)

Densité spectrale de puissance de bruit :  $\gamma(\nu) = \frac{h\nu}{\exp(\frac{h\nu}{kT}) - 1} \approx kT$  (pour  $\nu \ll 1 \text{ THz}$ )

Puissance disponible :  $P(T) = \frac{u_{eff}^2}{R} = \frac{\sigma_{uo}^2}{4R} = kTB \Rightarrow P(290K) = -174 \text{ dBm/Hz}$

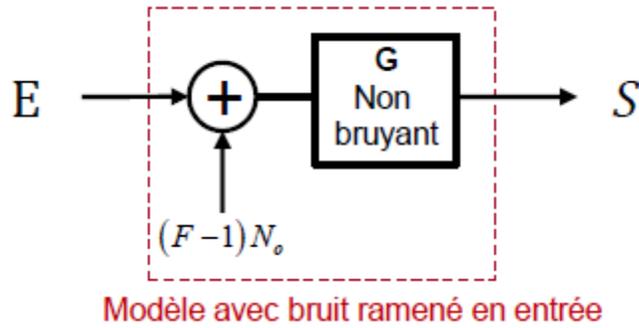
#### 1. Bruit dans les quadripôles

$$S_s = GS_e \text{ et } N_s = GN_e + N_a$$

$$\text{Facteur de bruit : } F = \frac{\left(\frac{S}{N}\right)_e}{\left(\frac{S}{N}\right)_s} = 1 + \frac{N_a}{GN_e} > 1$$

En général, on calcule  $F$  pour  $N_e = N_0 = kT_0B \Rightarrow F = 1 + \frac{N_a}{GN_0} \Rightarrow N_a = (F - 1)GN_0$

Modèle avec bruit en entrée :  $S = GE + N_a = (E + (F - 1)N_0)G$



Mise en cascade de deux quadripôles :  $S = [E + (F_T - 1)N_0]G_T$  avec  $G_T = G_1G_2$  et  $F_T = F_1 + \frac{F_2-1}{G_1}$

Généralisation :  $G_T = G_1 \dots G_n$  et  $F_T = F_1 + \frac{F_2-1}{G_1} + \frac{F_3-1}{G_1G_2} + \dots + \frac{F_n-1}{G_1 \dots G_{n-1}}$

Température équivalente de bruit :  $T_{eq} = (F - 1)T_0$

Quadripôle passif d'atténuation  $L = \frac{1}{G} > 1$  :  $F = L$

2. Bruit dans les antennes

$P_{Bruit\ Antenne} = kT_aB$  avec  $T_a = T_a(\varphi)$  : température équivalente

3. Calcul global du SNR

Le SNR est déterminant pour la qualité de la transmission

Modèle équivalent de la chaîne de réception :  $S = [E + kT_aB + (F_T - 1)N_0]G_T$

