

TD 5 : Transmission sur un canal à bande limitée (suite)

1 Interférence entre symboles, débit et probabilité d'erreur

On considère une transmission sur un canal bruité (densité spectrale du bruit $N_0/2$) avec un émetteur de puissance P délivrant des codes NRZ M -aires. P et N_0 sont constants et $P/N_0 = 10^7 \text{s}^{-1}$. L'objectif est de transmettre avec un débit binaire D maximal et une probabilité d'erreur binaire $P_{eb} < 10^{-4}$.

- 1) Exprimer $\log D$ en fonction de $(E_b/N_0)_{\text{dB}}$, E_b désignant l'énergie par élément binaire.
- 2) On suppose d'abord que la bande passante du canal est illimitée. Quelle valeur de M permet le débit maximal ?
- 3) Le canal est maintenant modélisé par un filtre passe-bas idéal de fréquence de coupure $\nu_c = 400$ kHz. Pour annuler l'interférence entre symboles, on utilise un filtre de Nyquist de facteur de retombée $\alpha = 0.6$.
 - Quelle est la rapidité de modulation R maximale ? Pour $M = 2, 4$ et 8 , quels sont les débits correspondants respectifs D_2, D_4 et D_8 ? Calculer les valeurs correspondantes de $(E_b/N_0)_{\text{dB}}$. A toutes fins utiles : $10 \log(0.5) \simeq -3$ et $10 \log(1.5) \simeq 1.8$.
 - En tenant compte également de la contrainte P_e , quelle valeur de M choisir pour avoir le débit maximal ?

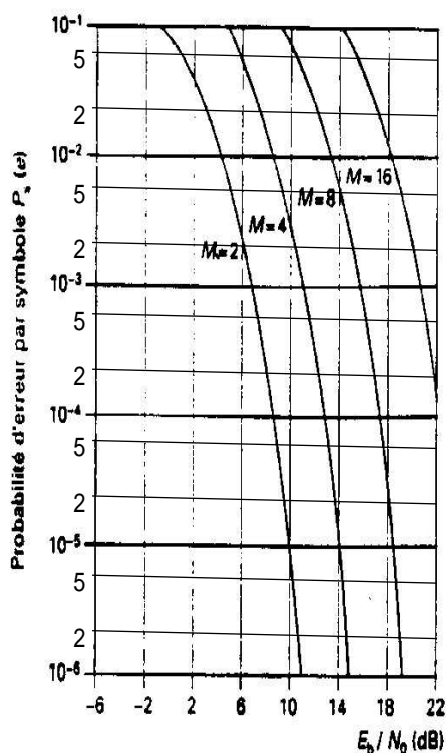


FIG. 1 – Probabilité d'erreur **par symbole** pour un code NRZ à symboles M -aires.

2 Relations débit - bande passante - nombre de symboles

- 1) Soit une transmission binaire en bande de base sur un canal de bande passante $B = 70$ kHz. D'après le critère de Nyquist, quel est le débit binaire maximal d'une transmission sans interférence entre symboles ?
- 2) On utilise des impulsions en cosinus surélevé $g(t)$ avec un facteur de retombée $\alpha = 0.4$. Quel est alors le débit maximal D_{max} ?
- 3) Les symboles sont maintenant pris dans l'alphabet $\{\pm g(t); \pm 3g(t)\}$. Quelle est alors la bande passante nécessaire à une communication sans IES au même débit binaire D_{max} ?
- 4) La largeur de bande est à présent fixée à 20 kHz. Quelle doit être la taille minimale de l'alphabet des symboles pour assurer une transmission sans IES au même débit binaire D_{max} ?

Source : E. Jaffrot, Introduction aux communications numériques - Petite Classe n°3, ENSTA, 2004.