

# INTRODUCTION AUX TELECOMMUNICATIONS

Première année sciences du numérique

2023 – 2024

## TD3

### I. EXERCICE 1 : IMPACT D'UN CANAL DE PROPAGATION À BANDE PASSANTE LIMITÉE

Soit un signal émis  $x(t)$  qui se compose de symboles équiprobables et indépendants appartenant à l'alphabet  $\{-1, +1\}$  mis en forme par un filtre en racine de cosinus surélevé de roll off égal à 0,2. On transmet ce signal en bande de base dans un canal de transmission idéal de bande 1200 Hz. Le filtre de réception est identique au filtre de mise en forme.

- 1) Le critère de Nyquist peut-il être respecté pour cette transmission ? Si oui à quelle condition ?
- 2) En déduire le débit symbole  $R_s$  maximal qui pourra être transmis sans apparition d'interférence entre symboles aux instants optimaux d'échantillonnage.
- 3) Si l'on veut transmettre avec un débit binaire  $R_b = 4$  Kbps, quels ordres de modulations pourront être utilisés sans apparition d'interférence entre symboles aux instants optimaux d'échantillonnage ?

### II. EXERCICE 2 : COMPARAISON DE SYSTÈMES DE TRANSMISSION SUR FRÉQUENCE PORTEUSE

On considère les trois systèmes de transmission définis dans le tableau suivant ("SRRCF" signifie "Square Root Raised Cosine Filter" ou filtre en racine de cosinus surélevé en français,  $\alpha$  en est le paramètre de roll off) :

Modulation :	16-QAM	16-PSK	16-ASK
Filtre d'émission :	SRRCF, $\alpha = 0,5$	SRRCF, $\alpha = 0,5$	SRRCF, $\alpha = 0,5$
Filtre de réception :	SRRCF, $\alpha = 0,5$	SRRCF, $\alpha = 0,5$	SRRCF, $\alpha = 0,5$
Débit binaire :	32 kbps	32 kbps	32 kbps
TEB :	$10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$

- 1) Dans les trois systèmes proposés, la transmission se fait-elle en bande de base ou sur fréquence porteuse ?
- 2) Donner le schéma des modulateurs pour les trois systèmes de transmission considérés.
- 3) Donner l'ordre de la modulation dans les trois systèmes de transmission considérés. A quoi correspond il ?
- 4) Tracer les constellations des trois modulations considérées.
- 5) Déterminer le débit symbole transmis ( $R_s$ ) dans les trois cas.
- 6) Calculer les efficacités spectrales des trois systèmes de transmission proposés.
- 7) En modifiant la valeur du roll off, déterminer quelle est la borne maximale en termes d'efficacité spectrale pour les trois systèmes de transmission proposés.
- 8) Le canal de propagation à traverser est supposé AWGN sur une bande de 15 kHz.
  - a) Tracer la fonction de transfert du canal de propagation.
  - b) Sera-t-il possible de réaliser chaque transmission en trouvant, au niveau du récepteur, des instants optimaux d'échantillonnage sans interférence entre symboles ? Expliquer votre réponse.
- 9) La figure 1 donne les courbes de TEB obtenus en fonction du rapport signal à bruit par bit à l'entrée du récepteur, ( $E_b/N_0$ ) en dB, pour les trois modulations considérées.
  - a) En déduire les  $E_b/N_0$  nécessaires pour satisfaire à la spécification du TEB.
  - b) Quel est le système le plus efficace en terme de puissance ? Justifier votre réponse.

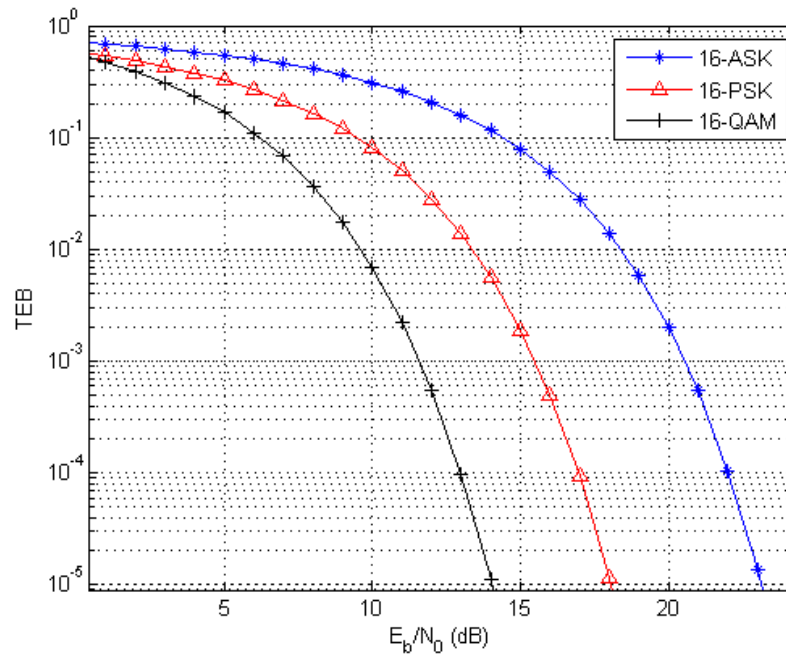


Fig. 1. Comparaison des TEB pour les modulations ASK, PSK et QAM pour  $M = 16$