

# TP du module TS217 – année 2021/2022

R. Tajan

## 1 Objectifs et évaluation

L'objectif de ce TP de modélisation des canaux et d'égalisation est de simuler, à l'aide du logiciel Matlab, des chaînes de communications numériques en présence de canaux sélectifs en fréquences.

Les TP se font en **binôme ou monôme** et l'évaluation porte sur une note de rapport et une note de travail continu (en séances).

Concernant le rapport, il ne doit pas excéder **10 pages**, vous devez fournir un document scientifique et technique, qui doit présenter votre travail, vos choix techniques et dans lequel **tous les résultats obtenus doivent être interprétés et commentés**. Les codes Matlab doivent également être transmis à votre enseignant. Ils doivent pouvoir être compris rapidement. Cela passe par l'utilisation de commentaires. Les commentaires doivent permettre de répondre au moins à la question : que fait la ligne de code ? Une attention particulière doit être portée à la lisibilité du programme. Les rapports et les codes doivent être rendus par l'intermédiaire de la plateforme Thor.

## 2 Développement de l'émetteur

Dans ce TP, nous considérerons la transmission de  $N_s = 5000$  symboles QPSK avec mapping de Gray. Le débit symbole est supposé constant à  $D_s = 1\text{Msymboles/s}$ . Le facteur de sur-échantillonnage considéré est  $F_{se} = \frac{T_s}{T_e} = 4$  imposant une fréquence d'échantillonnage des signaux dans le canal de  $F_e = 4\text{MHz}$ .

Les symboles sont mis en forme par un filtre en racine de cosinus surélevé avec les paramètres suivants :

- $SPAN = 8 (T_s)$
- $F_{se} = 4$
- $\alpha = 0.35$  (rolloff)

Vous pourrez utiliser la fonction `rcosdesign` de Matlab pour synthétiser ce filtre.

Mettre en place la génération du signal transmis et tracer sa densité spectrale de puissance en utilisant le périodogramme de Welch.

## 3 Simuler un trajet

L'objectif de cette section est de se familiariser avec les concepts de simulation des canaux multi-trajets.

## 4 Un canal à 1 trajet

Nous considérons ici un canal à 1 trajet de délai  $10 + d$  échantillons (soit  $(10 + d)T_e$  secondes). Afin de simuler ce canal, nous utiliserons le filtre numérique suivant

$$h_n^{(d)} = \frac{\sin(\pi(n - 10 - d))}{\pi(n - 10 - d)} p_n$$

où  $p_n$  est une fenêtre de Hann de 21 échantillons.

En utilisant l'outil `fvtool` de Matlab, vérifier que convoler par ce filtre induit bien un décalage temporel de  $(10 + d)T_e$  pour les signaux considérés. Vous vérifierez en particulier vos résultats pour  $d = -2.5$  et  $d = 1.3$ .

## 5 Un canal à 2 trajets

On considère maintenant le canal à 2 trajets donné par

$$h'_n = a_0 h_n^{(d_0)} + a_1 h_n^{(d_1)}$$

où  $a_0$  et  $a_1$  sont deux nombres complexes.

Une fois implémenté la synthèse de ce filtre, tracer les spectres pour les valeurs suivantes :

- $a_0 = 1, a_1 = 1, d_0 = 0, d_1 = 1$
- $a_0 = 1, a_1 = 1, d_0 = 0, d_1 = 2$
- $a_0 = 1, a_1 = 1, d_0 = 0, d_1 = 3$

Montrer, à l'aide de ces spectres la relation existante entre l'étalement temporel du canal et la bande de cohérence.

## 6 Contacts

- Romain Tajan - [romain.tajan@ims-bordeaux.fr](mailto:romain.tajan@ims-bordeaux.fr)