

Théorie de l'information

TP N°3 : Codage canal : Codes correcteurs d'erreurs.

1. OBJECTIF DU TP

L'objectif du TP est d'observer les améliorations apportées par les codes correcteurs d'erreur (ECCs pour Error Correcting Codes) sur les performances des transmissions numériques. Les performances sont exprimées en termes de TEB (Taux d'Erreur Binaire) et les simulations sont effectuées dans le cadre d'une transmission dans un canal BBGA (Bruit Blanc Gaussien et Additif). Quelques types de codes sont étudiés : les codes en blocs linéaires à base de matrice génératrice, les codes cycliques, les codes convolutifs. Le principe des simulations consiste à comparer les performances de deux chaînes de transmission : avec et sans ECCs. Ces performances sont évaluées en termes de TEB en fonction du rapport E_b/N_0 où E_b désigne l'énergie moyenne reçue par bit et où $N_0/2$ désigne la densité spectrale de puissance du bruit additif blanc gaussien.

Compte-rendu : le compte-rendu de ce TP sera constitué des réponses aux questions, des codes MATLAB des programmes développés ainsi que des figures présentant les courbes de performances. Les codes Matlab sont à rendre aussi.

Logiciel utilisé : MATLAB avec le Toolbox Communications.

2. TRAVAIL A EFFECTUER

2.1 Code en bloc linéaire $C(7,4)$

2.1.1 Test sans bruit

1. Générer N_b bits avec la fonction **randint()** avec $N_b=100$.
2. Coder ces bits avec la fonction **encode()** en utilisant un code en bloc linéaire tel que $k=4$, $n=7$ et dont la matrice génératrice est la suivante :

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0; \dots \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1; \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1; \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

1. Décoder la séquence à l'aide de la fonction **decode()** dûment paramétrée.
2. Vérifier que la séquence émise correspond bien à la séquence décodée.

2.1.2 Test avec bruit

1. Refaire la même expérience mais en rajoutant un canal BBGA entre les étapes de codage et de décodage. Le canal sera simulé avec la fonction *bsc()*. La probabilité d'erreur binaire dans la fonction *bsc()* sera celle d'une transmission BPSK. La simulation sera effectuée pour un rapport E_b/N_0 allant de 0 à 7 dB (par pas de 1 dB). Des bits seront envoyés jusqu'à observer 100 erreurs.
2. Observer l'amélioration apportée par l'ECC sur la courbe de TEB en traçant les deux courbes dans une même figure, la probabilité d'erreur avec et sans codage.
3. Par ailleurs, le résultat de la simulation sera confirmé par le tracé de la probabilité d'erreur théorique en présence de codage. Cette probabilité sera programmée à l'aide de l'instruction *bercoding()*. La valeur théorique du TEB pour la chaîne non codée doit faire intervenir le facteur k/n . Commenter et conclure.

2.1.3 Code cyclique C(7,4)

Modifier le programme précédent de façon à remplacer le code en bloc linéaire par un code cyclique C(7,4). Identifier les lignes de codes à modifier, puis les fonctions MATLAB à utiliser. A l'issue des simulations, répondre à la question suivante : pour un BER cible de 10^{-2} , quel est le gain (en dB) sur le rapport E_b/N_0 apporté par l'ECC dans la chaîne codée par rapport à la chaîne non codée ?

2.1.3 Code convolutif C(3,1/2)

Reprendre la question précédente en l'adaptant à un code convolutif de rendement 1/2, de longueur de contrainte 3 et de polynômes générateur 5 et 7 (en octal).