

Communications Numériques et Théorie de l'Information

Contrôle de Connaissances avec documents

Lundi 18 juin 2012 - 10h15 à 11h45

Le système APOLLO (<http://www.apollo-scs.com/>)

Le système de communication par câble sous-marin Apollo achemine des communications transatlantiques entre l'Europe et la côte est des États-Unis. Il est composé d'un câble reliant Bude au Royaume Uni à Shirley à New York (**Apollo North**), et un autre câble reliant Lannion en France à Manasquan dans le New Jersey **Apollo South**). Ces câbles mesurent environ 12 300 km chacun, et ' plongent à une profondeur maximale d'environ 4 500 m à 5 000 m. Ils reposent en effet sur le fond de l'océan.

Chaque câble renferme 4 paires de fibres optiques. Le multiplexage en longueur d'onde (WDM) est utilisé sur 80 longueurs d'onde avec une capacité de 10 Gbit/s par longueur d'onde. Le câble est divisé en deux tronçons de ~ 6000 km chacun, avec un répéteur régénératif entre chaque segment (voir figure 1).

1. Calculer le débit binaire maximal transporté par chaque câble



FIGURE 1: Répéteur APOLLO.

Chaque longueur d'onde transmise sur la fibre peut être modélisée comme un système de transmission binaire indépendant, utilisant une modulation linéaire d'amplitude avec un filtre de mise en forme à l'émission en racine de Nyquist de *roll-off* α . La figure 2a représente chaque tronçon du système. La figure 2b représente la connexion des deux tronçons au milieu de l'océan. Nous allons étudier la performance du premier tronçon de la liaison (T1). Le *roll-off* du premier tronçon vaut $\alpha = 0.35$ et le canal peut être considéré comme un canal à bruit aditif blanc et gaussien (BABG) avec $DSP N_0 = 9.10^{-12} W/Hz$.

Figure 2a

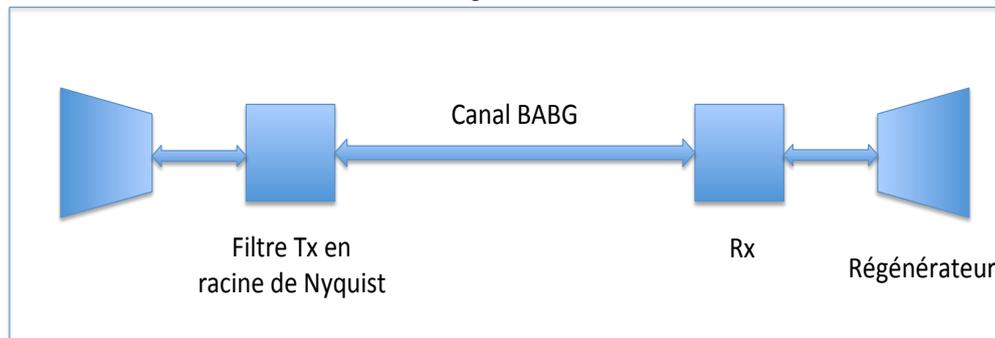
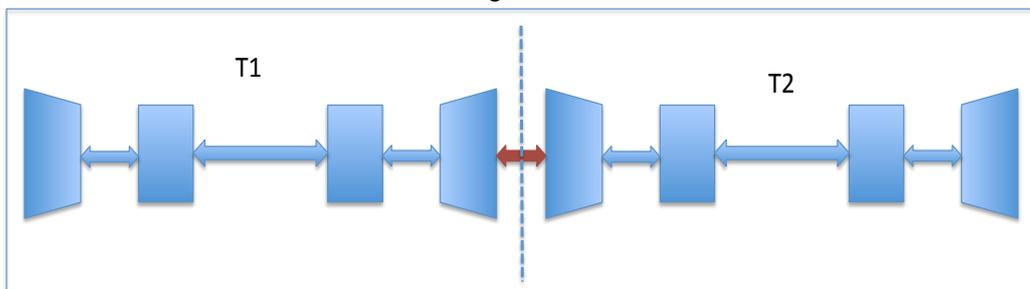


Figure 2b



2. Déterminer la structure du récepteur optimal de T1.
3. Calculer l'efficacité spectrale de T1.
4. Déterminer la puissance requise pour assurer une probabilité d'erreur bit $P_b \sim 10^{-10}$ sur T1.
5. Déterminer un modèle discret équivalent pour T1 et calculer la capacité du canal T1.

Le second tronçon de la liaison fonctionne avec le même filtre de mise en forme à l'émission, mais avec la moitié d'énergie disponible par bit d'information transmis. En supposera la même DSP de bruit.

6. Calculer la probabilité d'erreur de T2.
7. Déterminer un modèle discret équivalent du lien trans-océanique et calculer sa capacité.

Le second tronçon utilise un code correcteur d'erreur linéaire en bloc de matrice de check de parité :

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

8. Déterminer les paramètres (n, k) de ce code.
9. Déterminer l'expression d'une matrice génératrice \mathbf{G} de ce code.
10. Combien d'erreurs détecte ce code ?

