

TD 3

Répétition ou Multiplexage ?

Objectif du TD : étant donné une qualité de transmission cible, on veut savoir, si en présence de 2 voies de transmission, il est préférable d'envoyer des symboles identiques sur chaque voie ou bien différents pour augmenter le débit total.

Considérons que nous avons 2 voies de communications indépendantes. Par exemple,

- ces deux voies peuvent être deux fibres optiques dans la même gaine
- ces deux voies peuvent être deux antennes d'émission et de réception qui n'interfèrent pas.
- ces deux voies peuvent être deux routes permettant d'aller d'un point à un autre.
- ces deux voies peuvent correspondre à des fréquences différentes.

Bref, on a le schéma suivant

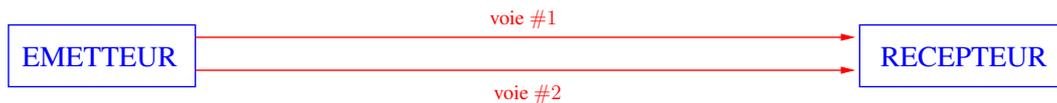


FIGURE 1 – Système de communications avec 2 voies parallèles

qui se traduit par l'équation suivante

$$r_k^{(n)} = h^{(n)} a_k^{(n)} + w_k^{(n)}, \quad n = \{1, 2\}$$

avec

- k l'indice du temps et n l'indice de la voie.
- $h^{(n)}$ l'atténuation du canal sur la voie n .
- $r_k^{(n)}$ le signal reçu à temps discret.
- $a_k^{(n)}$ les symboles émis appartenant à une modulation $M^{(n)}$ -PAM (la taille peut être différente sur les deux voies).
- $w_k^{(n)}$ deux bruits blancs ($/k$) et indépendants ($/n$) gaussien de moyenne nulle et de variance $N_0/2$.

Questions :

1. Approche 1 : émission de symboles indépendants sur les deux voies au même instant.
 - 1.1 Décrire le récepteur Maximum de Vraisemblance (ML) pour une voie.
 - 1.2 En forçant chacune des voies à offrir une probabilité d'erreur symbole cible $P_e^{(0)}$, donner le débit obtenu par le système (cf. la question 7. du TD2) pour une énergie E_s par symbole émis et par voie.
2. Approche 2 : émission du même symbole sur les deux voies au même instant.
 - 2.1 Montrer que le récepteur Maximum de Vraisemblance (ML) revient à effectuer une détection à seuil sur le signal suivant

$$r_k = \frac{h^{(1)} r_k^{(1)} + h^{(2)} r_k^{(2)}}{|h^{(1)}|^2 + |h^{(2)}|^2}.$$
 - 2.2 Ecrire r_k en fonction de a_k et d'un bruit équivalent dont on calculera la variance. En déduire la probabilité d'erreur symbole.
 - 2.3 Quel est le débit atteignable offrant une probabilité d'erreur cible $P_e^{(0)}$ pour une énergie E_s par symbole émis et par voie.
3. En supposant $h^{(1)} = h^{(2)} = 1$, quelle est la meilleure approche pour maximiser le débit tout en assurant la probabilité d'erreur symbole cible $P_e^{(0)}$.