

# TD Ingénierie des Réseaux

## Codage, Transmission

Auteur: Congduc Pham, Université de Pau

### Exercice 1

Voici un codage vu en cours.

- **Manchester**: Transition au milieu de chaque bit. Les 0 sont codés par un front montant, les 1 par un front descendant. Synchronisation.

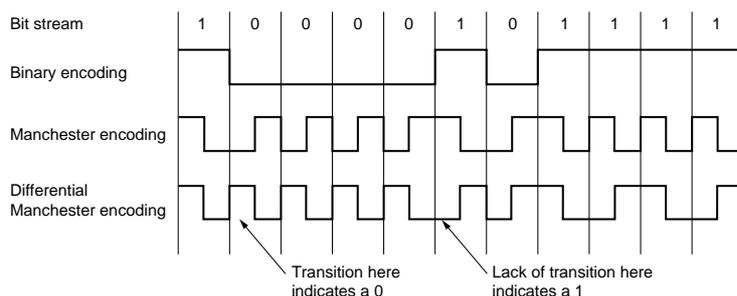


Figure 1: Exemple de codage.

En utilisant le même type de représentation, dessiner les sorties associées à la suite binaire  $b=10011101$  pour les codages suivants:

- **bipolaire**: les 1 sont codés par une tension positive, les 0 par une tension négative. On revient obligatoirement à 0 volt en milieu de bit.
- **NRZI**: le voltage ne change pas pour coder un 1, par contre un 0 nécessite une transition. On utilisera +5V et -5V.
- **2B1Q**: on utilise 4 niveaux de voltage (+3, +1, -1 et -3). On divise la suite de données en parties de 2 bits. Pour chaque paire, un 1 en début indique une tension positive et un 0 une tension négative. Le deuxième de la paire indique l'amplitude (1V pour 1 et 3V pour 0).
- **NRZ**: on utilise maintenant la suite  $b=1010000110000000010$ . Les 0 sont codés par une tension négative et les 1 par une tension positive.
- **AMI**: au premier 1 rencontré, on code par une tension positive. Pour chaque 1 suivant on code par la tension opposée. Les 0 sont codés avec la tension nulle.
- **B8ZS**: toujours avec  $b=1010000110000000010$ , ce code est similaire à AMI mais toute chaîne de 8 bits à 0 est codée par 000VB0VB où V est une transition qui viole les règles de transition et B une transition normale.

### Exercice 2: Modulation et Codage

Donnez une définition de ces deux termes : rapidité de modulation  $R$  et débit binaire  $D$ .  $N$  définit la valence d'un code de transmission. Donnez une relation liant les trois variables  $D$ ,  $R$  et  $N$ . Illustrez par un signal modulé en amplitude avec quatre niveaux.

On s'aperçoit que, pour augmenter le débit, on peut jouer soit sur la rapidité de modulation, soit sur la valence des symboles émis. Cependant les caractéristiques du support de transmission nous empêchent d'augmenter indéfiniment ces paramètres. Le modulateur transforme le message issu du codeur en un signal adapté à la transmission sur le support choisi. Deux techniques de modulation existent : la modulation en bande de base et la modulation par transposition de fréquence.

Rappelez les trois modulations de base utilisées pour la transposition de fréquence.

Illustrez par un diagramme le signal codé pour 01011010000011 en supposant une valence 8 pour le codage en mode amplitude+phase (nous prendrons 4 amplitudes 5v, 3v, -3v et -5v par axe; nous supposerons que 2 périodes seront nécessaires pour coder un groupe de bits).

### Exercice 3

Proposez un codage possible pour des données correspondant à la suite binaire: 1001011010, sachant que la rapidité de modulation disponible sur le support est de 1200 bauds et que l'on désire transmettre à 2400 bits/s.

### Exercice 4

Quel est le débit binaire d'une voie de transmission émettant un signal binaire à chaque signal d'horloge de période T. A.N. : T=10ms et T=100 $\mu$ s.

Si  $\Delta$  représente l'intervalle possible entre 2 modulations physique sur un support de transmission, quelle est la rapidité de modulation R disponible sur ce support? Application numérique:  $\Delta = 100ms$ .

Le signal transmis sur le support précédent a une valence V. Quel est le débit binaire D disponible? Exprimez cette grandeur en fonction de  $\Delta$  et de V. Application numérique : V = 16,  $\Delta = 10ms$ .

### Exercice 5

Soit une ligne téléphonique dont la rapidité de modulation est de 1200 bauds et les signaux transmis sont de valence 16. Quel est le débit binaire disponible sur une telle ligne?

### Exercice 6: Théorie du signal

A quoi correspondent en grandeurs réelles les rapports suivants: 10 dB, 3 dB, 37 dB ? Quelles sont en dB les valeurs des rapports  $P_S/P_B$  : 500, 100000 ?

### Exercice 7

Le théorème de Shannon nous dit que pour échantillonner un signal sans perte, il suffit de l'échantillonner au double de sa fréquence. On désire transmettre un signal dont la gamme de fréquence est 220Hz-22400Hz. A quelle fréquence doit-on échantillonner le signal pour ne pas perdre d'information? Si les échantillons prennent 1 octet chacun, quel est le débit nécessaire pour transmettre le signal numérique obtenu? On désire augmenter la fidélité du signal numérique en codant les échantillons sur 24 bits. Quel est alors le débit nécessaire? Si on suppose que l'opérateur ne peut transporter que 8 bits dans une trame pour un utilisateur donné, quel est la fréquence des trames nécessaire pour que l'utilisateur puisse récupérer correctement son signal numérique?

### Exercice 8: Formule de Shannon

Cette formule donne le débit binaire théorique D exprimé en bits par seconde d'un support. Ce débit est fonction de la bande passante W exprimée en Hertz et du rapport de la puissance du signal sur la puissance du bruit du support :  $D = W \log_2(1 + \frac{P_s}{P_b})$

Calculez le débit maximum d'une ligne téléphonique normale. Sa bande passante est comprise entre 300 Hertz et 3400 Hz, et son rapport signal sur bruit est de 30 dB.

### Exercice 9

Quelle est la rapidité de modulation nécessaire pour qu'un signal ait un débit binaire de 2400 bit/s, sachant que les signaux transmis sont de valence V=2?

Quelle doit être la valeur minimale du rapport signal/bruit permettant d'obtenir ce même débit binaire si la largeur de la bande passante de la liaison est de 1000 Hz ?

Quel serait le résultat de la question 1 si au lieu d'avoir un signal bivalent nous utilisions un signal quadrivalent ?