

# Travaux Dirigés - Modulation et codage

## Rappels de cours

### Modulation

Transformation d'une suite de données à transmettre en un signal adapté au support de transmission. Il s'agit de transposer le signal de données dans un domaine de fréquences compatible avec le support.  
**Porteuse** : Onde sinusoïdale de référence dont la fréquence est très supérieure à celle du signal de données.

L'onde porteuse est désignée par  $p(t)$  et  $p(t) = A_p \sin(\omega_p t + \phi_p)$

avec

$A_p$  : amplitude de la porteuse,  $\omega_p$  : pulsation de la porteuse,  $\phi_p$  : phase de la porteuse

Trois techniques de modulation sont envisageables :

- Modulation d'amplitude : l'amplitude dépend du signal.
- Modulation de fréquence : on associe une fréquence donnée à chacun des états du signal.
- Modulation de phase : à un état de la phase de la porteuse correspond un état du signal numérique. Les états de phase sont répartis régulièrement sur  $[0, 2\pi]$ .

### Codage

Transformation d'une suite de bits  $\{a_i\}$  en une suite de symboles  $\{d_k\}$ , pris dans un alphabet fini. Les  $d_k$  ont tous la même durée  $\Delta$  (intervalle significatif).

### Codage Bande de base

Codage tout (+n Volts avec  $n > 0$ ,  $n=3$ ), ou rien (0 Volts). Les signaux numériques sont transmis directement sur le support.

### Codage NRZ (Non Retour à Zéro) - entre +3Volts et -3Volts

Si  $a_i = 0$ ,  $d_k = -a$

Si  $a_i = 1$ ,  $d_k = +a$

### Codage Manchester

Fronts alternés au milieu de  $\Delta$  pour  $a_i = 0$  et  $a_i = 1$   
(signal électrique entre +a Volts et -a Volts)

### Codage Manchester différentiel

**Version (a)** : fronts alternés au milieu de  $\Delta$  pour  $|a_{i-1} - a_i| = 0$  et  $|a_{i-1} - a_i| = 1$

**Version (b)** : changement de front par rapport à  $a_{i-1}$  si  $a_i = 0$

Par convention lorsque  $i = 0$ ,  $a_{i-1} = 1$

## Codage bipolaire simple

Si  $a_i = 0$ ,  $d_k = 0$

Si  $a_i = 1$ ,  $d_k = +a$  ou  $-a$  alternativement.

## Exercice - rappels de codage

Les données sont traitées (y compris le codage, la transmission) à partir de leur représentation en mémoire. La mémoire est structurée en *mots mémoires* de 8 bits, 16 bits, 32 bits, etc. Différents codages sont possibles à partir des suites binaires issues des mots : on utilise des *bases* : 2 (binaire), 8 (octal), 10 (décimal), 16 (hexadécimal), etc

### Binaire-hexadécimal

Codez en hexadécimal les suites binaires suivantes :

1100101011111110    1110111110101100    0110101001010010

Codez ensuite chaque hexadécimal en décimal.

**Binaire-décimal** Codez en décimal les suites binaires suivantes :

0101001010101010    0000101011111111

### ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

Codage sur 7 bits, le huitième bits est utilisé pour la parité ; on représente ainsi 128 caractères. L'ASCII étendu utilise les 8 bits permettant ainsi de coder 256 caractères (les 128 caractères de l'ascii 'standard' + les accents les symboles, etc). L'ASCII étendu n'est pas normalisé (on trouve donc différents codages). Par exemple le code ISO Latin-1 (ou ISO 8859-1).

Rappelez les codes ASCII des caractères suivants : a    A    @    'espace'    3    9    .    =

### UNICODE (code de l'ONU)

Codage sur 16 bits (UTF-16, *Unicode Transformation Format*).

**Exercice de codage simple** : soit à transmettre une image constituée d'une suite de points pris dans une plage à 8 niveaux (0, 1, 2, ...,7). Cette image est ainsi décrite par : 2 3 3 5 7 3 1 3 4 5  
7 5 4 3 1

Quelle est la suite binaire correspondant à cette image ?

---

## Exercice 1

On désire transmettre, par l'intermédiaire d'un modem, la suite de bits 0 0 1 0 1 1 0 1.

Dessinez la suite des signaux transmis par le modem :

1. en modulation de phase quadrivalente,
2. en modulation de fréquence bivalente.

## Exercice 2

Proposez un codage possible pour des données correspondant à la suite binaire :

0 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 sachant que la rapidité de modulation disponible sur le support est de 1200 bauds et que l'on désire transmettre à 2400 bit/s.

## Exercice 3

Codez la suite binaire 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 dans les codes suivants :

1. code bande de base
2. code NRZ (Non Retour à Zéro, entre +3volts et -3volts)
3. codes Manchester et Manchester différentiel.

On utilisera deux versions pour le Manchester différentiel :

- (a) Fronts alternés au milieu de  $\Delta$  pour  $|a_{i-1} - a_i| = 0$  et  $|a_{i-1} - a_i| = 1$ .  
Par convention pour  $i = 0$  on prend  $a_{i-1} = 1$ .
- (b) Par rapport au front final de  $a_{i-1}$ , faire  
Changement de front en début de phase si  $a_i = 0$   
Pas de changement de front en début de phase si  $a_i = 1$

4. code bipolaire simple
5. code bipolaire à haute densité d'ordre  $n$  (BHD $n$ ) ; prendre  $n = 3$ .

Principe : le codage BHD $n$  est identique au codage bipolaire mais avec une transformation des suites de plus de  $n$  zéros. On introduit un bit  $V$  de violation de l'alternance (des polarités). Par exemple pour BHD3, 0000 est codé par 000V.

Le premier bit à un qui suit  $V$  est codé avec la valeur inverse du bit  $V$  qui le précède.