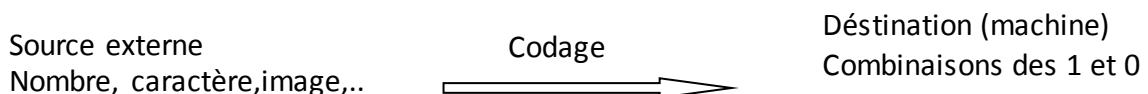


## **Chapitre 1 suite**

## 5. Codage binaire

## **5.1 Introduction**

- Le codage est une opération qui établit une correspondance entre une représentation externe de l'information (nombre, caractère,...), et une représentation interne compréhensible par la machine.



- Il existe plusieurs codes binaires ayant chacun leurs avantages et leurs inconvénients, et possédant des propriétés utilisées dans des applications spécifiques : le calcul numérique, la transmission d'informations, affichage,... Lors du traitement numérique d'une information, il est souvent nécessaire de passer d'un code à un autre.

## 5.2 Les codes décimaux.

Les codes décimaux sont utilisés pour la représentation des chiffres du système décimal (symboles 0 à 9)

#### a. Le binaire codé décimal (ou code BCD : *Bynary Coded Decimal*)

- Il contient des mots-code qui sont la traduction en binaire naturel (sur 4 bits) de chacun des dix chiffres du système décimal.

### *Exemple de codage en BCD*

|         |      |      |      |      |         |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|
| Décimal | 2    | 0    | 1    | 9    | BCD     | 0110 | 0111 | 1001 | 1000 |
| BCD     | 0010 | 0000 | 0001 | 1001 | Décimal | 6    | 7    | 9    | 8    |

- C'est un code pondéré cad. Que chaque bit a un poids (8 4 2 1). Il est simple, commode pour passer rapidement au décimal → très utilisé en affichage numérique .

### *b. Le code à excès de trois*

S'obtient en ajoutant 3 à chaque mot-code du code BCD : ***Exedent 3 = BCD + 3***, c'est un code non pondéré.

### c. Le code Aïken

- C'est un code pondéré, les poids des éléments binaires sont 2 4 2 1.
  - Les Codes **Exedent 3** et **Aïken** sont surtout utilisés en arithmétique binaire

| Décimal                   | Ponéré<br>BCD<br>8 4 2 1 | Non pondéré<br>Exedent3 | Pondéré<br>Aiken<br>2 4 2 1 |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0                         | 0000                     | 0011                    | 0000                        |
| 1                         | 0001                     | 0100                    | 0001                        |
| 2                         | 0010                     | 0101                    | 0010                        |
| 3                         | 0011                     | 0110                    | 0011                        |
| 4                         | 0100                     | 0111                    | 0100                        |
| 5                         | 0101                     | 1000                    | 1011                        |
| 6                         | 0110                     | 1001                    | 1100                        |
| 7                         | 0111                     | 1010                    | 1101                        |
| 8                         | 1000                     | 1011                    | 1110                        |
| 9                         | 1001                     | 1100                    | 1111                        |
| <i>Les Codes Décimaux</i> |                          |                         |                             |

### 5.3 Le code Gray (ou binaire réfléchi)

- Particularité : un seul bit change en passant d'une valeur à la valeur suivante
- Application : Le code Gray est le code utilisé dans les tableaux de Karnaugh pour la simplification des fonctions logiques (chapitre 2).
- C'est un code non pondéré

| Décimal | Binaire<br>$b_3b_2b_1b_0$ | Gray<br>$g_3g_2g_1g_0$ |
|---------|---------------------------|------------------------|
| 0       | 0000                      | 0000                   |
| 1       | 0001                      | 000 <u>1</u>           |
| 2       | 0010                      | 0011                   |
| 3       | 0011                      | 00 <u>10</u>           |
| 4       | 0100                      | 0110                   |
| 5       | 0101                      | 0111                   |
| 6       | 0110                      | 0101                   |
| 7       | 0111                      | 0 <u>100</u>           |
| 8       | 1000                      | 1100                   |
| 9       | 1001                      | 110 <u>1</u>           |
| 10      | 1010                      | 1111                   |
| 11      | 1011                      | 1110                   |
| 12      | 1100                      | 1010                   |
| 13      | 1101                      | 1011                   |
| 14      | 1110                      | 1001                   |
| 15      | 1111                      | 1000                   |

- Equations permettant le passage du binaire au Gray :
 
$$G_3=b_3$$

$$G_2=b_3 \oplus b_2$$

$$G_1=b_2 \oplus b_1$$

$$G_0=b_1 \oplus b_0$$

On peut généraliser ces équations à  $n > 4$  exemple :

Binaire : 1 1 0 0 1 0 1

Gray : 1 0 1 0 1 1 1

- Equations permettant le passage du Gray au binaire:
 
$$b_3=g_3$$

$$b_2=g_3 \oplus g_2$$

$$b_1=g_3 \oplus g_2 \oplus g_1$$

$$b_0=g_3 \oplus g_2 \oplus g_1 \oplus g_0$$

On peut généraliser ces équations à  $n > 4$  exemple

Gray : 1 1 1 0 1 1 1

Binaire : 1 0 1 1 0 1 0

### 5.4 Codes détecteurs d'erreurs

- Application : transmission des données
- Principe : ajouter 1 bit pour détecter l'erreur, un bit de parité ou imparité de telle sorte que le nombre de **1** contenus dans la séquence binaire soit paire (impaire).

**Exemple1** : système paire

Bit de parité → 0 0110 1111  
→ 1 0110 1011

**Exemple2** : Système impaire

Bit de parité → 1 0110 1111  
→ 0 0110 1011

### 5.5 Codage des caractères : code ASCII

- L'ASCII (American Standard Code for Information Interchange) : code alphanumérique parmi les codages les plus connus et utilisés
- Comporte 7 bits d'informations et 1 bit de parité.
- Il permet de coder 128 ( $2^7$ ) symboles regroupant des lettres, des chiffres et des caractères spéciaux à partir de 7 bits.

|   | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9  | A   | B   | C  | D  | E  | F   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|-----|
| 0 | NUL | SOH | STX | ETX | EOT | ENQ | ACK | BEL | BS  | HT | LF  | VT  | FF | CR | SO | SI  |
| 1 | DLE | DC1 | DC2 | DC3 | DC4 | NAK | SYN | ETB | CAN | EM | SUB | ESC | FS | GS | RS | US  |
| 2 | ESP | !   | "   | #   | \$  | %   | &   | '   | ( ) | *  | +   | ,   | -  | .  | /  |     |
| 3 | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9  | :   | ;   | <  | =  | >  | ?   |
| 4 | @   | A   | B   | C   | D   | E   | F   | G   | H   | I  | J   | K   | L  | M  | N  | O   |
| 5 | P   | Q   | R   | S   | T   | U   | V   | W   | X   | Y  | Z   | [   | \  | ]  | ^  | _   |
| 6 | '   | a   | b   | c   | d   | e   | f   | g   | h   | i  | j   | k   | l  | m  | n  | o   |
| 7 | p   | q   | r   | s   | t   | u   | v   | w   | x   | y  | z   | {   |    | }  | ~  | DEL |

- Les codes compris entre  $(0)_{10}$  et  $(31)_{10} = (00)_{16}$  et  $(1F)_{16}$  représentent les caractères de contrôles, ils sont utilisés pour indiquer des actions comme passer à la ligne ( $CR \rightarrow (0D)_{16}$ ), émettre un bip sonore ( $BEL \rightarrow (07)_{16}$ ), etc.
- Les chiffres sont rangés dans l'ordre croissant (codes  $(30)_{16}$  à  $(49)_{16}$ ), et les 4 bits de poids faibles définissent la valeur du chiffre.
- Les lettres se suivent dans l'ordre alphabétique codes  $(41)_{16}$  à  $(5A)_{16}$  pour les majuscules, de  $(61)_{16}$  à  $(7A)_{16}$  pour les minuscules,
- On passe des majuscules aux minuscules en ajoutant le code  $(20)_{16}$  au code ASCII hexadécimal de la lettre minuscule.
- Initialement le code ASCII est un code à 7 bits (128 caractères) ; il a été étendu à un code 8 bits ( $2^8 = 256$  caractères) permettant le codage des caractères accentués comme : ù, à, è, é, â, ...etc) et les caractères semi-graphiques. Les pages HTML qui sont diffusées sur le réseau Internet sont en code ASCII 8 bits.
- Un codage récent dit " universel " est en cours de diffusion : il s'agit du codage **Unicode** sur 16 bits ( $2^{16} = 65536$  caractères).