

Chapitre 3 : Codage de l'information

O. El Kharki & J. Mechbough

Site web d'apprentissage des NTIC : <http://www.elkharki.africa-web.org/> ou bien <http://perso.menara.ma/elkharki/>

I. Introduction

Quelle que soit la nature de l'information (image, son, texte, odeur, ...) traitée par un ordinateur, elle l'est toujours sous la forme d'un ensemble de nombres écrits en binaire (base 2).

L'objectif de ce cours est de comprendre comment les ordinateurs :

- représentent une information (nombre, caractère, image, son, odeur, etc)
- convertissent des entiers ou des nombres à virgule flottante en représentation binaire et vice versa
- réalisent des opérations mathématiques et logiques.

II. Systèmes de numération

II.1. Système décimal

Le système décimal utilise un alphabet de 10 chiffres (de 0 à 9) et prend en compte la position de ces chiffres. De ce fait, le système décimal a pour **base 10**.

Exemple :

Soit le nombre décimal $K = 5647$

Ce nombre est la somme de 7 unités, 4 dizaines, 6 centaines et 5 milliers. Nous pouvons écrire :

$$K = (5 \times 1000) + (6 \times 100) + (4 \times 10) + (7 \times 1)$$

$$K = (5 \times 10^3) + (6 \times 10^2) + (4 \times 10^1) + (7 \times 10^0)$$

10 représente la base et les puissances de 0 à 3 le rang de chaque chiffre.

Cette façon d'écrire les nombres est appelée *système de numération de position*.

Dans notre système conventionnel, nous utilisons les puissances de 10 pour pondérer la valeur des chiffres selon leur position.

II.2. Système binaire


Le système binaire est un système qui comprend **deux** chiffres : **0** et **1**. Tous les nombres sont formés par ces chiffres. De ce fait, le système a pour **base 2**.

Dans les domaines de l'automatisme, de l'électronique, de l'informatique et de télécommunications, nous utilisons la base 2.


Exemple :

- La porte est ouverte ou fermée.
- Un interrupteur est ouvert ou fermé.
- Une diode est allumée ou éteinte.
- Une tension est présente ou absente.

A chaque état on associe un **état logique** soit **0** ou **1**. Le chiffre binaire qui peut prendre ces deux états est nommé *Bit* (Binary digit).

- Avec **un bit** nous pouvons coder **2 états** 

0
1

- Avec **2 bits** nous pouvons coder **4 états** 

0	0
0	1
1	0
1	1

- Avec **3 bits** nous pouvons coder **8 états**



0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

A chaque nouveau bit, le nombre de combinaisons possibles est doublé. Ce nombre est égal à 2^N (N étant le nombre de bits).

Note : définition d'un Octet

Un groupe de *bits* est appelé **un mot**, un mot de **huit bits** est nommé un *octet* (*byte*).

0	1	0	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Avec un octet, nous pouvons écrire $2^8 = 256$ nombres binaires, soit de **00000000** (0) à **11111111** (255).

Exercice :

Une image TV numérisée doit être transmise à partir d'une source qu'utilise une matrice d'affichage de 800 x 600 pixels, chacun des pixels pouvant prendre 256 valeurs d'intensité différentes (nuances de gris : niveaux de gris). On suppose que 25 images sont envoyées par seconde.

- Quel est le nombre de bits nécessaire pour coder un pixel ?
- Quel est le débit D de la source ?

Solution

- Le nombre de bits nécessaire pour coder un pixel est 8. Avec 8 bits, on peut coder 256 valeurs d'intensité différentes (niveaux de gris).
- Le débit de la source est $D = 800 * 600 * 8 * 25 = 96000000$ bits/s.
D = 96 Mbits /s.

II.3. Système hexadécimal

Le système hexadécimal est le système le plus utilisé par l'homme en informatique car il permet l'interprétation rapide d'une valeur binaire.

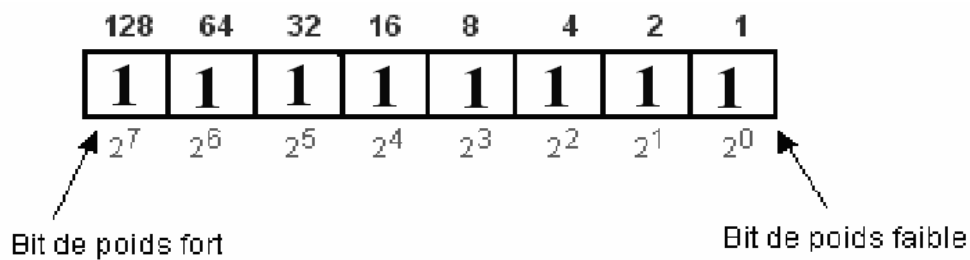
C'est un système de numération positionnel en base 16, utilise les dix premiers chiffres et les 6 premières lettres : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

Décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Hexadécimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

III. Conversion entre les systèmes

III.1. Conversion binaire en décimal

Dans un nombre binaire, la valeur d'un bit, appelée poids, dépend de la position du bit en partant de la droite. A la manière des dizaines, des centaines et des milliers pour un nombre décimal, le poids d'un bit croît d'une puissance de deux en allant de la droite vers la gauche comme le montre la figure suivante :



Il suffit donc de faire la somme des poids de chaque bit à 1

Le nombre ci dessus est égal à $128 + 64 + 32 + 16 + 4 + 2 + 1 = 255$

Exemple :

$$(1010)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

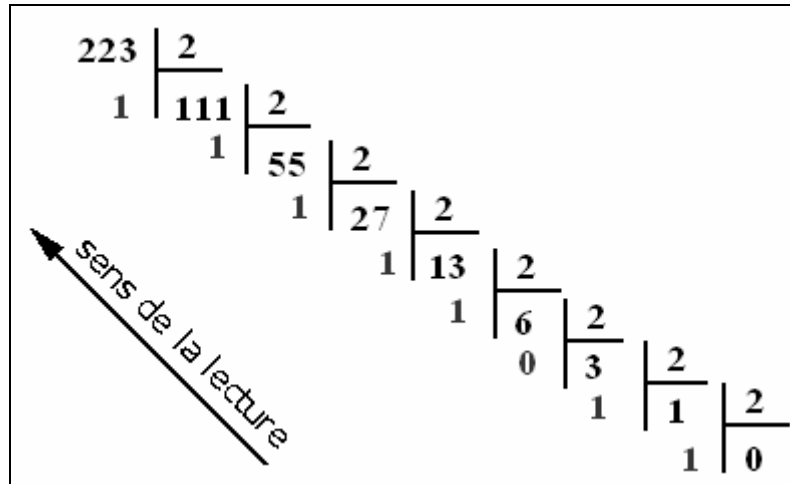
$$(1010)_2 = 1 \times 8 + 0 \times 4 + 1 \times 2 + 0 \times 1$$

donc : $(1010)_2 = (10)_{10}$

III.2. Conversion décimal en binaire

Pour obtenir l'expression binaire d'un nombre exprimé en décimal, il suffit de diviser successivement ce nombre par 2 jusqu'à ce que le quotient obtenu soit égal à 0. Le nombre cherché est donné par les restes successifs des divisions pris du bas vers en haut.

Exemple : Conversion d'un nombre décimal 223 en binaire



$$(223)_{10} = (11011111)_2$$

III.3. Conversion hexadécimal en décimal

Exemple : Convertir le nombre $(5AC)_{16}$ en décimal.

Le nombre $(5AC)_{16}$ peut se décomposer comme suit :

$$(5AC)_{16} = 5 \times 16^2 + A \times 16^1 + C \times 16^0$$

En remplaçant A et C par leur équivalent en base 10, on obtient :

$$(5AC)_{16} = (5 \times 16^2) + (10 \times 16^1) + (12 \times 16^0)$$

$$(5AC)_{16} = (5 \times 256) + (10 \times 16) + (12 \times 1)$$

$$\text{Donc : } (5AC)_{16} = (1452)_{10}$$

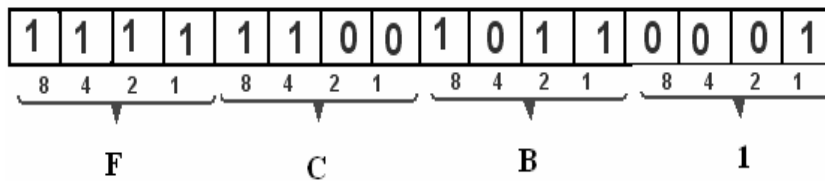
III.4. Conversion binaire en hexadécimal

Pour convertir du binaire en hexadécimal, il suffit de faire correspondre un mot de **quatre** bits à chaque chiffre hexadécimal en utilisant le tableau suivant :

0000 = 0	0100 = 4	1000 = 8	1100 = C
0001 = 1	0101 = 5	1001 = 9	1101 = D
0010 = 2	0110 = 6	1010 = A	1110 = E
0011 = 3	0111 = 7	1011 = B	1111 = F

Tableau de conversion binaire en hexadécimal

Exemple : Convertir 111110010110001 en hexadécimal.



$$(111110010110001)_2 = (FCB1)_{16}$$

Note :

$$(111010)_2 = (00111010)_2 = (3A)_{16}$$

III.5. Conversion décimal en hexadécimal

Pour convertir un nombre décimal en hexadécimal, il suffit d'effectuer des divisions entières par 16 comme en binaire.

Exemple :

$$\begin{array}{r}
 2896 \mid 16 \\
 \hline
 0 \mid 181 \mid 16 \\
 \hline
 \quad 5 \mid 11 \mid 16 \\
 \hline
 \quad \quad 11 \mid 0
 \end{array}$$

$$(2896)_{10} = (B50)_{16} \text{ (11 correspond à la lettre B).}$$

III.6. Utilisation de la calculatrice de Windows

Pour lancer la calculatrice de Windows cliquer sur le menu *démarrer/ Programmes/ accessoires/ calculatrice*. Puis cliquer sur le menu *Affichage / Scientifique* (figure *).

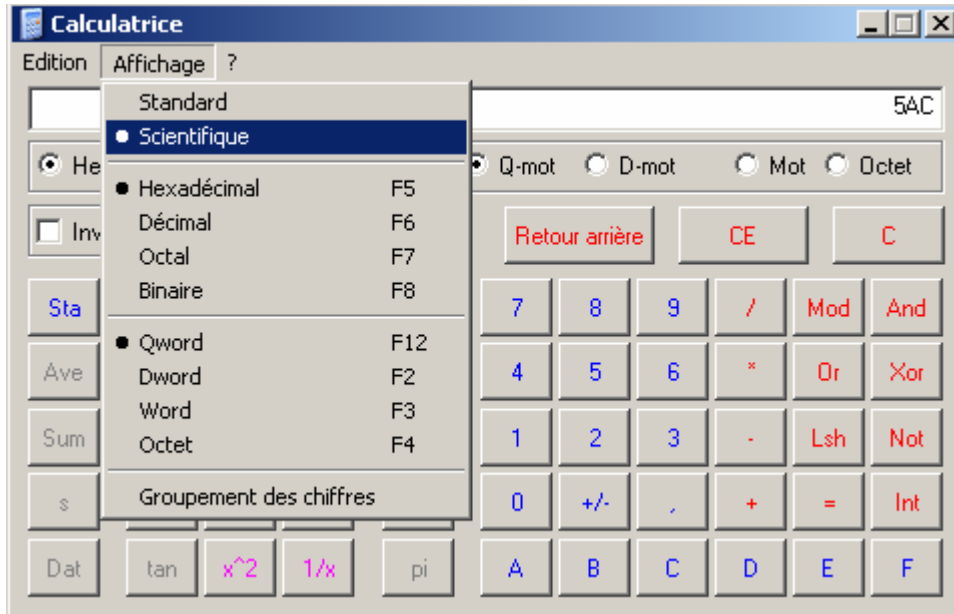
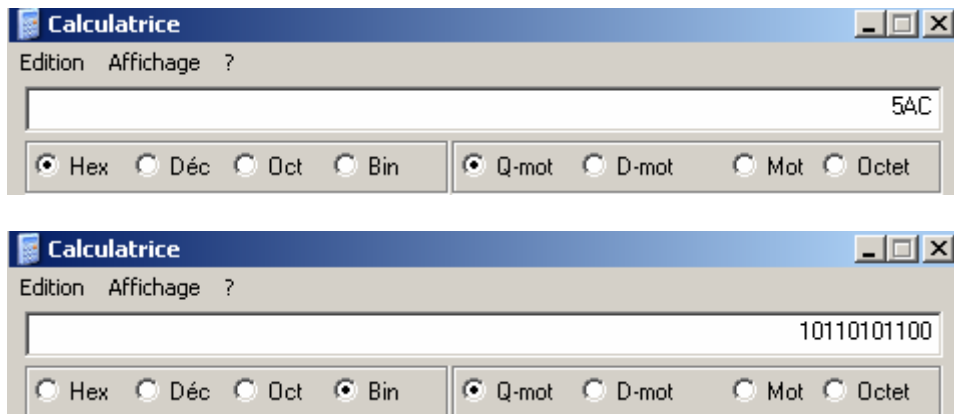


Figure * : affichage de la calculatrice de Windows en mode scientifique

La figure * montre la conversion du nombre $(5AC)_{16}$ en binaire et en décimal.



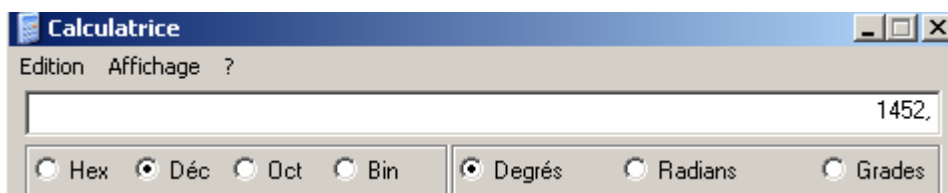


Figure * : Conversion du nombre hexadécimal 5AC en utilisant la calculette de Windows

IV. Le codage ASCII

Chaque caractère du clavier possède un code ASCII (American Standard Code for Information Interchange).

IV.1. Code ASCII d'une lettre

La lettre A (majuscule) a pour code ASCII 65, soit 0100 0001.

La lettre B (majuscule) a pour code ASCII 66, soit 0100 0010.

La lettre C (majuscule) a pour code ASCII 67, soit 0100 0011.

La lettre a (minuscule) a pour code ASCII 97, soit 0110 0001.

Code ASCII d'une lettre minuscule = Code ASCII de la lettre majuscule + 32

Exemple :

$$\text{Code ASCII de b} = \text{Code ASCII de B} + 32 = 98$$

Le codage binaire d'une lettre minuscule est déduit de celle de la majuscule en modifiant la valeur du 6^{ème} bit (à partir de la droite) à 1 au lieu de 0.

Exemple :

Code binaire de W (Majuscule) est 01010111, donc celle de w (minuscule) est 01110111.

Note :

- Les codes compris entre 65 et 90 représentent les majuscules.
- Les codes compris entre 97 et 122 représentent les minuscules.
- Les codes compris entre 0 et 31 représentent les caractères de contrôle car ils permettent de faire des actions telles que : retour à la ligne (CR), Bip sonore (BEL), etc.

IV.2. Code ASCII d'un chiffre

Le chiffre 1 a pour code ASCII 49, soit 0011 0001.

Le chiffre 2 a pour code ASCII 50, soit 0011 0010.

Le chiffre 3 a pour code ASCII 51, soit 0011 0011.

$$\text{Code ASCII d'un chiffre} = \text{Chiffre} + 48$$

Exemple :

$$\text{Code ASCII du chiffre 9} = 9 + 48 = 57$$

Remarque :

Sous Word, la touche *ALT* suivie du code ASCII d'un caractère affiche le caractère.

Utilisation : cas où une touche du clavier ne fonctionne pas.