

LE BINAIRE ET LE CODAGE DES INFORMATIONS

Objectifs :

- Connaître le système binaire, le bit et l'octet.
- Comprendre le codage des informations en informatique

I LE SYSTEME BINAIRE

1) Le binaire

L'informatique utilise des courants électriques, des aimantations, des rayons lumineux... Chacun de ces phénomènes met en jeu **deux états possibles** :

- tension nulle ou tension non nulle (utilisée dans la plupart des circuits électroniques)
- aimantation dans un sens ou dans l'autre sens (utilisée dans les disques durs)
- lumière ou pas de lumière (utilisée dans la lecture optique pour CD, DVD...)

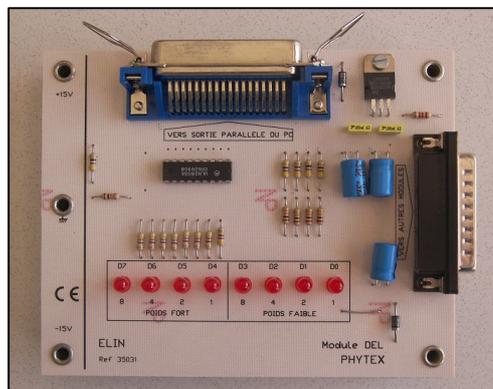
Il suffit donc de **deux chiffres** pour traduire ces deux états : c'est **la numération binaire** qui utilise les chiffres **0** et **1**. Un rayon lumineux peut parfaitement traduire ces deux valeurs :

- 0 = pas de lumière
- 1 = lumière.

Le système binaire est un système de numération de position **de base deux** : les deux seuls chiffres qui le composent sont le "0" et le "1".
Le système binaire est le "langage" des ordinateurs. Toutes les machines numériques utilisent le système binaire pour coder des informations (textes, sons, images, vidéos...).

2) Découverte du langage binaire

Le **module Entrée-Sortie 8 DEL**, ci-contre, nous permet de visualiser **en binaire** les nombres dans le système **décimal**.



A chaque **DEL** est associé un chiffre du système binaire :

- **0** si la DEL est **éteinte**
- **1** si la DEL est **allumée**

La présence des 8 DEL sur le module permet d'écrire des nombres binaires à 8 chiffres, de **00000000** à **11111111**.

Relier le module au câble imprimante de l'ordinateur.
 Ouvrir le logiciel *Elwin®* (situé dans le dossier MPI).

Décimal	Binaire							
	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
20								
50								
90								
100								
150								
200								
255								

Pour visualiser en binaire un nombre décimal, procéder de la façon suivante : sélectionner « Matériel » puis « Envoyer valeurs entières ». Choisir le nombre décimal. Certaines DEL s'allument, d'autres s'éteignent. On lit alors le nombre binaire correspondant.

Compléter le tableau ci-contre en notant :

- **0** pour une DEL **éteinte**
- **1** pour une DEL **allumée**

On peut ainsi visualiser le « langage » de l'ordinateur.

L'ordinateur communique avec le monde extérieur en envoyant des informations sous la forme de **nombre binaire à 8 chiffres** appelés **octets**.

3) Conversion décimal-binaire

Pour communiquer avec un ordinateur il est donc nécessaire de savoir **convertir** un nombre **décimal** en un nombre **binaire**. Une méthode de conversion consiste à **décomposer** le **nombre décimal** en une **somme de puissances de deux**.

Par exemple, pour la conversion : $(91)_{\text{décimal}} = (01011011)_{\text{binaire}}$

$$91 = 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= \qquad \qquad 64 + \qquad \qquad 16 + \qquad 8 \qquad \qquad + \qquad 2 + 1$$

En rangeant les puissances de deux dans un tableau, on obtient :

Rang	7	6	5	4	3	2	1	0
Puissance de 2	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Nombre binaire	0	1	0	1	1	0	1	0

Méthode :

Dividende :	diviseur :	
- on divise N = 91	par $2^7 = 128$	quotient = 0 et reste = 91 (car $N < 128$)
- on divise 91	par $2^6 = 64$	quotient = 1 et reste = 27
- on divise 27	par $2^5 = 32$	quotient = 0 et reste = 27 (car $27 < 32$)
- on divise 27	par $2^4 = 16$	quotient = 1 et reste = 11
- on divise 11	par $2^3 = 8$	quotient = 1 et reste = 3
- on divise 3	par $2^2 = 4$	quotient = 0 et reste = 3 (car $3 < 4$)
- on divise 3	par $2^1 = 2$	quotient = 1 et reste = 1
- on divise 1	par $2^0 = 1$	quotient = 1 et reste = 0

On constate que :

- le **quotient** vaut : **0** quand le dividende < diviseur et **1** quand le dividende > diviseur.
- les **quotients** des divisions, selon l'**ordre décroissant** des puissances de 2, donne le **nombre binaire** cherché
- le **reste** d'une division est **inchangé** quand le dividende est plus petit que le diviseur.

Les fonctions suivantes d'Excel permettent de réaliser ce type de décomposition :

- **Quotient**(dividende; diviseur) : donne le **quotient** de la division du **dividende** par le **diviseur**
- **Mod**(dividende; diviseur) : donne le **reste** de la division du **dividende** par le **diviseur**

Remarque : pour que ces fonction soient actives dans Excel, il faut que les macros complémentaires Utilitaire d'analyse et Utilitaire d'analyse VBA soient sélectionnées.

Ouvrir le fichier « **Conversion élève.xls** ». Cliquer sur l'onglet « **Dec-Bin 8 bits** ».

Dans la cellule **C6**, faire calculer la puissance 2^7 en tapant : = **2^C5** (la cellule C5 a une valeur égale à 7).
 « Tirer » la cellule **C6** jusqu'à la cellule **J6** : cela copie et calcule toutes les autres puissances de 2.

Le nombre décimal **N** à convertir est situé dans la cellule **H3**.

- Aller en **C7** : faire calculer le **reste** de la division de **H3** par **C6**, en tapant : = **mod(H3;C6)**
- Aller en **D7** : faire calculer le **reste** de la division de **C7** par **D6**. « Tirer » la cellule **D7** jusqu'à la cellule **J7**. Cela copie et calcule tous les autres restes.
- Aller en **C8** : faire calculer le **quotient** de la division de **H3** par **C6**, en tapant = **quotient(H3;C6)**
- Aller en **D8** : faire calculer le **quotient** de la division de **C7** par **D6**. "Tirer" la cellule **D8** jusqu'à la cellule **J8**. Cela copie et calcule tous les autres quotients.
- Vérifier la conversion avec le nombre décimal **91** de l'exemple précédent. Vous venez de réaliser un **convertisseur Décimal – binaire 8 bits**.

- a) Par quel chiffre se termine l'écriture binaire d'un nombre décimal pair ? Impair ?
- b) Si $N = 2^6$, quelle sera l'écriture décimale de N puis l'écriture binaire de ce nombre ?

4) Conversion Binaire – Décimal

Rappel : le nombre décimal **N**, en base binaire, s'écrit : $N = a_0 \cdot 2^0 + a_1 \cdot 2^1 + a_2 \cdot 2^2 + a_3 \cdot 2^3 + \dots + a_n \cdot 2^n$.
N est donc la **somme de puissances de 2** affectées des termes a_n qui dans le système binaire valent **0** ou **1**.

- Remplir la ligne **16** du fichier Excel (Puissance de 2) en s'aidant de l'exemple précédent (ligne 6).
- Aller en **C17** : faire calculer le terme $a_7 \cdot 2^7$ en tapant =**C14*C16**. « Tirer » la cellule **C17** jusqu'à la cellule **J17**. Cela copie et calcule tous les autres termes $a_n \cdot 2^n$.
- Aller en **C18** : il faut ici faire la somme de tous les termes : $N = a_0 \cdot 2^0 + a_1 \cdot 2^1 + a_2 \cdot 2^2 + a_3 \cdot 2^3 + \dots + a_7 \cdot 2^7$. Taper alors : =**somme(C17:J17)**.
- Vérifier la conversion binaire – décimal avec le nombre binaire **01011011** de l'exemple précédent.

- a) Quel est le nombre binaire le plus grand que l'on puisse écrire avec 8 chiffres ? A quel décimal N_{max} correspond-il ?
- b) Écrire ce nombre sous la forme : $2^n - 1$ en déterminant la valeur de n.

5) Le bit d'information

Le **bit** est l'abréviation de **binary digit**.
 Une **grandeur binaire** est codée sur **un bit** : elle ne peut prendre que deux états, "**0**" ou "**1**".
 Le **bit** est la **plus petite unité d'information** manipulable par un ordinateur. Plus le nombre de bits augmente plus le nombre d'états augmente.

- a) Combien d'états différents peut-on obtenir avec 1 bit ? Ecrire ces états.
- b) Faire de même avec 2 bits, 3 bits puis 4 bits.
- c) Pour **n bits**, quel est le nombre d'états différents ?
- d) Justifier le terme "**8 bits**" dans la conversion du paragraphe précédent.

6) L'octet et ses multiples

En informatique, l'unité d'information composée de **8 bits** est appelée **octet**.

- a) Quel est le nombre d'états correspondant à un **octet** ? L'écrire sous la forme d'une **puissance de 2**.
 - b) Un **kilo-octet** vaut **1 Ko** = 2^{10} **octets**. A quel décimal correspond 2^{10} ? A-t-on **1 Ko** = **1000 octet** ?
 - c) Un **méga-octet** vaut **1 Mo** = 2^{20} **octets**. A quel décimal correspond 2^{20} ? A-t-on **1 Mo** = **1 000 000 octet** ?
 - d) A combien d'octets correspond un **giga-octet** (**1 Go**) ?
- Pour évaluer les **capacités de stockage en informatique**, on utilise l'octet et ses multiples.
- e) Le premier ordinateur familial (ZX Sinclair) avait **1 Ko** de RAM ... Quelle est la RAM des ordinateurs actuels ?
 - f) Quelle est l'ordre de grandeur de la capacité de stockage des disquettes 3 ½, d'un CD-ROM, d'une clé USB, d'un disque dur ?

II LE CODAGE DES CARACTERES EN BINAIRE

Le codage des caractères : notre alphabet contient **26** lettres de **a** à **z**. En différenciant les majuscules et minuscules, **52** caractères sont nécessaires, sans compter les lettres accentuées. Il faut, de plus, **10** chiffres de **0** à **9**. On doit compter les caractères des accents, des guillemets, de la ponctuation, les symboles mathématiques. Mais un clavier comporte aussi des commandes (flèches de curseur, tabulation, suppression, etc.). Il y a en tout plus de **100** éléments à coder.

- a) Peut-on coder tous ces caractères sur un **seul octet** ? Pourquoi ?

Un code a été créé, le code **ASCII** (American Standard Code for Interchange Information). A chaque valeur d'octet correspond un caractère ou une commande du clavier. En voici un extrait :

32		48	0	64	@	80	P	96	`	112	p	128	
33	!	49	1	65	A	81	Q	97	a	113	q	129	
34		50	2	66	B	82	R	98	b	114	r	130	é
35	"	51	3	67	C	83	S	99	c	115	s	131	
36	#	52	4	68	D	84	T	100	d	116	t	132	
37	\$	53	5	69	E	85	U	101	e	117	u	133	à
38	%	54	6	70	F	86	V	102	f	118	v	134	
39	&	55	7	71	G	87	W	103	g	119	w	135	ç
40		56	8	72	H	88	X	104	h	120	x	136	
41	(	57	9	73	I	89	Y	105	i	121	y	137	
42	)	58	:	74	J	90	Z	106	j	122	z	138	è
43	*	59	;	75	K	91	[	107	k	123	{	139	
44	,	60	<	76	L	92	\	108	l	124	|	140	
45	-	61	=	77	M	93	]	109	m	125	}	141	
46	.	62	>	78	N	94	^	110	n	126	~	142	
47	/	63	?	79	O	95	_	111	o	127		143	

Remarque : Le caractère 32 est "l'espace". Les autres cases vides correspondent à des caractères non représentés.

- b) Traduire, en utilisant le **convertisseur binaire - décimal**, le mystérieux message suivant :
01000010 01010010 01000001 01010110 01001111 00100001.
- c) Ecrire votre prénom en code ASCII.
- d) Combien de pages de **40** lignes, comportant chacune 80 caractères, devrait-on pouvoir enregistrer sur une disquette de **1,44 Mo** ?

III COMMENT PILOTER LE PORT IMPRIMANTE

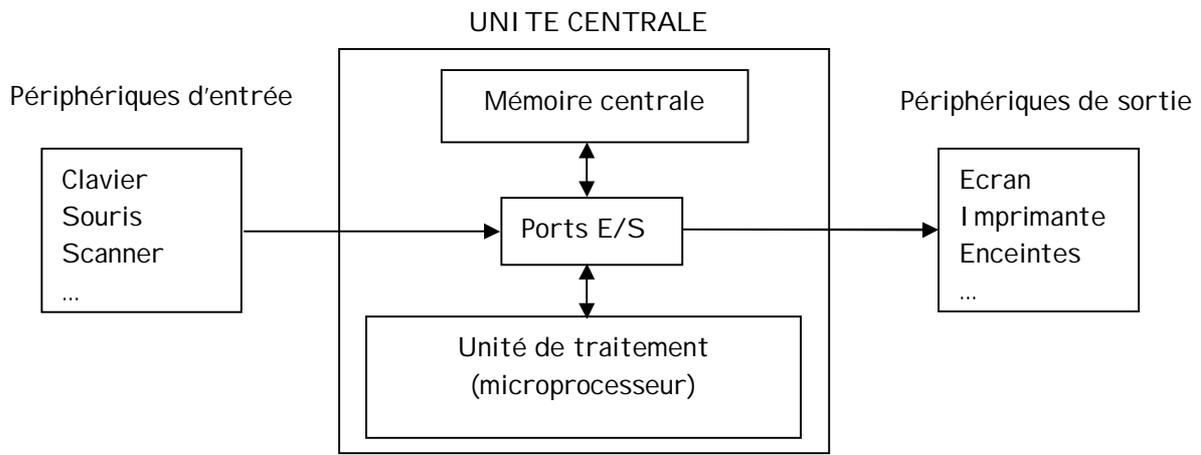
Comme le montre la figure ci-dessous, l'ordinateur possède **des ports d'entrées-sorties** afin d'échanger des informations avec **les périphériques** (clavier, écran, imprimante...). Les ports **888**, **889** et **890** sont réservés à **l'imprimante**.

Un port est un **emplacement de la mémoire de l'ordinateur**. Chaque **port** a une **adresse**. Par exemple **888** est l'adresse d'un des ports de l'imprimante correspondant à l'information à envoyer. Si on compare la mémoire de l'ordinateur à un ensemble de tiroirs, **888** correspond au numéro du tiroir. Dans ce tiroir, on trouve un mot binaire composé de **huit bits 0 ou 1** : c'est un **octet**.

Lorsque vous **tapez** la lettre "a" sur le clavier d'un ordinateur, l'octet 01100001 est envoyé au microprocesseur **bit par bit** : c'est une liaison **série**.

Lorsque vous voulez **imprimer** un "a", ce même **octet** est envoyé à l'imprimante via le port **888**, mais cette fois, les **8 bits en même temps** : c'est une liaison **parallèle**.

La liaison étant de type **parallèle** entre l'imprimante et l'ordinateur, le câble les reliant possède **25 fils** (24 pour les 3 octets (3 x 8) et une masse).



On peut envoyer une série d'octets (donc une information) sur le module E/S 8 bits via le câble d'imprimante. On utilise cette méthode afin d'afficher des messages défilants.

Exemple : réaliser un affichage du type « **K2000** » (lumière effectuant des allers retours tout au long de la série de DEL).

Pour cela, sélectionner « Matériel » puis « Séquences d'ordres ».