

Architecture des ordinateurs

Introduction à l'informatique

Nicolas Delestre, Michel Mainguenaud

17 septembre 2004

- 1 Les composants électroniques
- 2 La représentation de l'information
- 3 L'architecture globale
- 4 Les différents types de programme
- 5 Les différents types d'ordinateur
- 6 Références

Les interrupteurs...



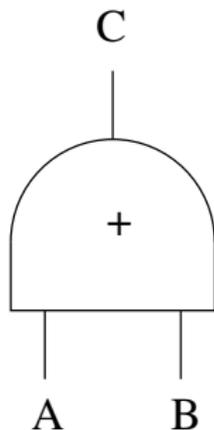
Ce sont des composants électroniques qui laissent passer un courant principal lorsque la tension sur le fil de commande est de 5V.

Les mémoires...



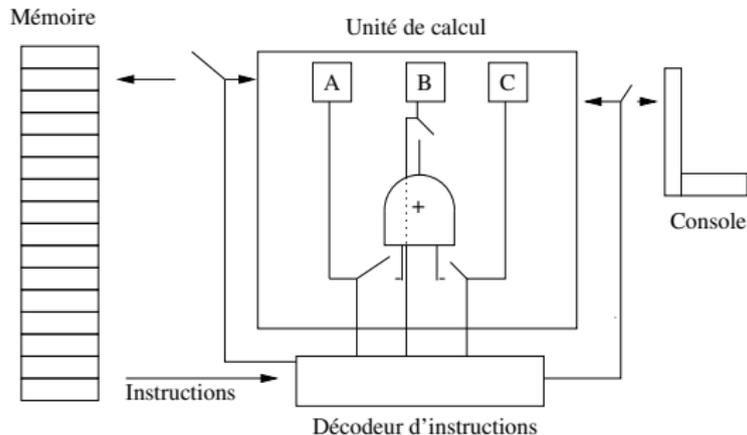
Ce sont des composants électroniques qui sont capables de mémoriser des tensions (0 ou 5V)

Les circuits...



Ce sont des composants électroniques qui sont capables de réaliser des opérations "complexes" tels que des additions, des multiplications, etc.

Unité de calculs, décodeur d'instructions, console...



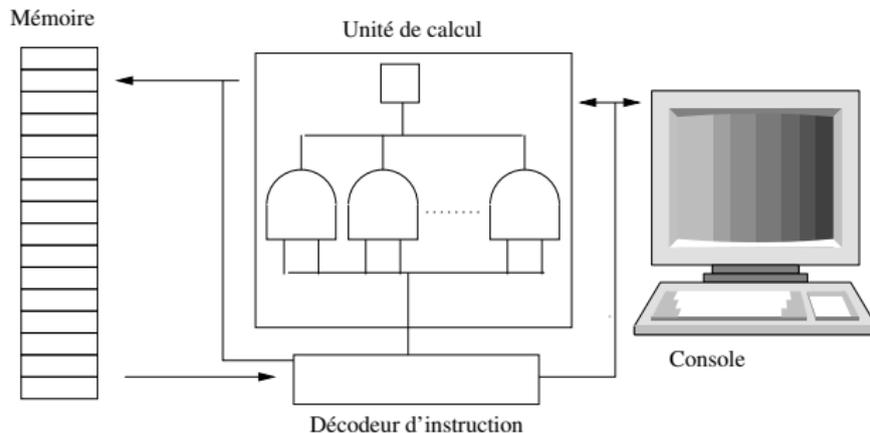
Unité de calculs, décodeur d'instructions, console...

- Unité de calculs contient :
 - des circuits
 - des mémoires liées aux circuits (nommées registres)
- Décodeur d'instructions
 - en fonction de l'instruction référencée en mémoire, il détermine l'action à effectuer
- Console
 - permet l'interaction entre l'ordinateur et l'utilisateur

Exemple de fonctionnement (très simplifié)...

- Pour calculer $12+5$, il faut une suite d'instructions :
 - 1 transférer le nombre 12 saisi au clavier dans la mémoire
 - 2 transférer le nombre 5 saisi au clavier dans la mémoire
 - 3 transférer le nombre 12 de la mémoire vers le registre A
 - 4 transférer le nombre 5 de la mémoire vers le registre C
 - 5 demander à l'unité de calcul de faire l'addition (registre B)
 - 6 transférer le contenu du registre B dans la mémoire
 - 7 transférer le résultat (17) se trouvant en mémoire vers l'écran de la console (pour l'affichage)

L'architecture du coeur d'un ordinateur (simplifiée)...



Les différents type de mémoires...

- Pour que l'ordinateur soit rapide, il faut que les mémoires soient rapides (en lecture et en écriture)
- Problèmes :
 - les mémoires rapides sont chères
 - elles ont besoins continuellement de courant pour stocker l'information
- Il y a donc deux types de mémoires :
 - La mémoires vives :
 - Mémoire rapide (appelé génériquement la RAM)
 - "Petite" capacité
 - Perd son information lorsque l'on coupe le courant
 - exemple : SDRAM, SIMM, DIMM, DDRAM, etc.
 - Mémoire de masse
 - Mémoire "lente" mais Grande capacité
 - N'a pas besoin de courant pour garder l'information
 - exemple : Disquette, Disque Dur, Clé USB, CD-ROM, DVD, etc.

Les différents types de mémoires...

- Il y a des échanges continus entre la RAM et les mémoires de masse
- Par exemple :
 - Au démarrage de l'ordinateur on transfère des programmes de la mémoire de masse vers la mémoire vive
 - Lorsque vous enregistrez un fichier (par exemple de votre traitement de texte), vous transférez des données (ce que vous avez tapé) de la mémoire vive vers la mémoire de masse

Tout est 0 ou 1 : les bits...

- On a défini la mémoire comme étant un composant électronique capable de mémoriser des tensions
- On peut assigner deux valeurs à une mémoire :
 - 0 lorsque la tension est de 0V
 - 1 lorsque la tension est de 5V
- On appelle ce type de mémoire un bit (Binary digit)

Regrouper les bits : les octets...

- Dans un ordinateur on regroupe les bits 8 par 8
- C'est en fait le composant de base des mémoires vives et mémoires de masse
- Un ensemble de 8 bits se nomme un octet
- Il y a une bijection entre $\{0, 1\}^8$ et $[0 - 255]$
 - 00000000 \leftrightarrow 0
 - 00000001 \leftrightarrow 1
 - 00000010 \leftrightarrow 2
 - 00000011 \leftrightarrow 3
 - ...
 - 11111111 \leftrightarrow 255

Représentation d'un nombre...

- Il est important de distinguer le concept de nombre de sa représentation graphique
- La représentation graphique d'un nombre dépend :
 - des symboles utilisés (les chiffres)
 - de la base utilisée (le nombre de chiffres disponibles)
- Un même nombre peut être représenté dans plusieurs bases, par exemple le nombre 123 est représenté graphiquement (en utilisant les chiffres arabes) :
 - 123 en base 10 (décimal)
 - 1111011 en base 2 (binaire)
 - 173 en base 8 (octale)
 - 7B en base 16 (hexadécimale)

Base 2 ↔ base 10...

- Base 2 → base 10
 - Il faut additionner la multiplication du nombre représenté par chaque chiffre avec la puissance de 2 correspondant au rang du chiffre (le chiffre le plus à droite, celui des unités, a le rang 0)

$$\text{nombre} = \sum_{i=0}^n \text{chiffre}_i * \text{base}^i$$

- Par exemple 1111011 vaut 123 en base 10 car :
 $1 * 2^6 + 1 * 2^5 + 1 * 2^4 + 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0 = 123$
- Base 10 → base 2
 - Il faut diviser le nombre par 2 puis répéter l'opération en considérant que le nouveau numérateur est l'ancien quotient jusqu'à ce que ce dernier soit nul. La suite inverse des restes représente le nombre binaire

Base 2 \leftrightarrow base 10...

$$\begin{array}{r}
 123 \mid 2 \\
 \hline
 1 \mid 61 \mid 2 \\
 \hline
 \quad 1 \mid 30 \mid 2 \\
 \hline
 \quad \quad 0 \mid 15 \mid 2 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 1 \mid 7 \mid 2 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad 1 \mid 3 \mid 2 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad 1 \mid 1 \mid 2 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1 \mid 0
 \end{array}$$

Tout est octet...

- À l'aide d'un octet on peut donc représenter tous les nombres entiers compris entre 0 et 255
- À l'aide de deux octets on peut représenter tous les nombres entiers compris entre 0 et 65535
- À l'aide de deux octets on peut représenter tous les nombres entiers compris entre -32768 et 32767
 - il suffit de réserver le bit le plus à gauche pour indiquer le signe
- À l'aide d'octets on peut représenter des nombres réels
 - voir le cours "Architecture des ordinateurs et Système d'exploitation" en ASI3 <http://asi.insa-rouen.fr/enseignement/siteUV/se/>

Tout est octet...

- À l'aide d'octets on peut représenter des caractères
 - Il suffit de construire une table de correspondance entre des nombres et des caractères
 - Par exemple: ASCII (7 bits), ASCII étendu (1 octet), UTF8 (plusieurs octets), etc.
- À l'aide d'octet on peut représenter des instructions
 - Il suffit de construire une table de correspondance entre nombre et instruction

Table ASCII...

Dec	Hx	Oct	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	Space	64	40	100	@	96	60	140	`			
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	65	41	101	A	97	61	141	a			
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	66	42	102	B	98	62	142	b			
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	67	43	103	C	99	63	143	c			
4	4	004	EOF (end of transmission)	36	24	044	\$	68	44	104	D	100	64	144	d			
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	69	45	105	E	101	65	145	e			
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	70	46	106	F	102	66	146	f			
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	71	47	107	G	103	67	147	g			
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	(72	48	110	H	104	68	150	h			
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051)	73	49	111	I	105	69	151	i			
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	74	4A	112	J	106	6A	152	j			
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	75	4B	113	K	107	6B	153	k			
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	76	4C	114	L	108	6C	154	l			
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	77	4D	115	M	109	6D	155	m			
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	78	4E	116	N	110	6E	156	n			
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	79	4F	117	O	111	6F	157	o			
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	80	50	120	P	112	70	160	p			
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	81	51	121	Q	113	71	161	q			
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	82	52	122	R	114	72	162	r			
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	83	53	123	S	115	73	163	s			
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	84	54	124	T	116	74	164	t			
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	85	55	125	U	117	75	165	u			
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	86	56	126	V	118	76	166	v			
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	87	57	127	W	119	77	167	w			
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	88	58	130	X	120	78	170	x			
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	89	59	131	Y	121	79	171	y			
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	90	5A	132	Z	122	7A	172	z			
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	91	5B	133	[123	7B	173	{			
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	92	5C	134	\	124	7C	174	 			
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	93	5D	135	^	125	7D	175	}			
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	94	5E	136	_	126	7E	176	~			
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	95	5F	137	 `	127	7F	177	DEL			

Source: www.asciitable.com



Extrait de la table des instructions du Z80...

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C
00	NOP	LD bc,nn	LD (bc),a	INC bc	INC b	DEC b	LD b,n	RLCA	EX af,af'	ADD hl,bc	LD a,(bc)	DEC bc	INC c
10	DJNZ dis	LD de,nn	LD (de),a	INC de	INC d	DEC d	LD d,n	RLA	JR dis	ADD hl,de	LD a,(de)	DEC de	INC e
20	JR nz,dis	LD hl,nn	LD (nn)hl	INC hl	INC h	DEC h	LD h,n	DAA	JR z,dis	ADD hl,hl	LD hl(nn)	DEC hl	INC l
30	JR nc,dis	LD sp,nn	LD (nn),a	INC sp	INC (hl)	DEC (hl)	LD (hl),n	SCF	JR c,dis	ADD hl,sp	LD a,(nn)	DEC sp	INC a
40	LD b,b	LD b,c	LD b,d	LD b,e	LD b,h	LD b,l	LD b,(hl)	LD b,a	LD c,b	LD c,c	LD c,d	LD c,e	LD c,h

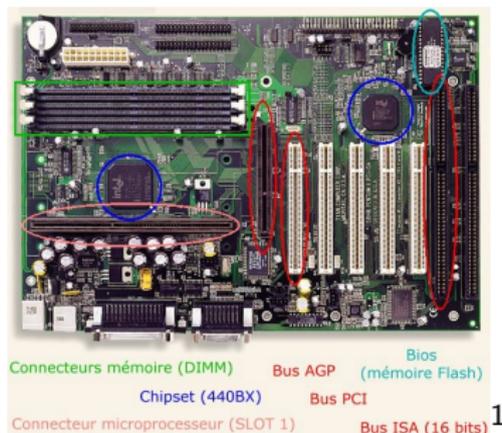
...
<http://fms.komkon.org/MSX/Docs/Z80-1.txt>

Les composants internes...

- On a présenté une vue schématique d'un ordinateur
- Concrètement un ordinateur aujourd'hui est composé :
 - D'une carte mère
 - D'un processeur
 - D'une mémoire vive
 - De cartes d'extension
 - De mémoires de masse
 - De périphériques d'entrée/sortie

Carte mère...

- Carte électronique qui permet aux différents composants de communiquer via différents bus de communication
- On enfiche ces composants sur des connecteurs



¹http://www.histoire-informatique.org/musee/2_2_91.html

Processeur...

- C'est le "cerveau" de l'ordinateur, il contient les différents composants (dont l'unité de calculs, le décodeur d'instruction, etc.)
- Il existe plusieurs catégories de processeur, souvent incompatibles les uns avec les autres (de part leur principe de fonctionnement et/ou leurs instructions)



2



3

² <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/ia81tice/materiel/materiel.htm>

³ <http://www-306.ibm.com/chips/products/powerpc/newsletter/dec2003/lead.html>

Mémoire vive...

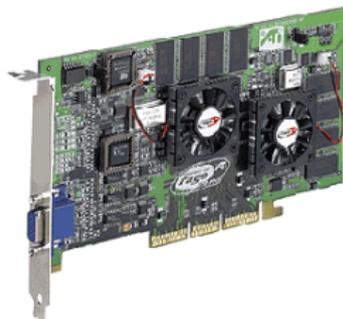
- Ce sont la plupart du temps des “barettes” qui s'enfichent sur la carte mère
- La taille proposée sur les ordinateurs est en constante augmentation, actuellement de 256 Mo à 1 Go



4

Carte d'extension...

- Permet d'ajouter des fonctionnalités (souvent de communication) comme par exemple les cartes graphiques, son, modem, usb, etc.
- Dans le PC et Mac, il existe aujourd'hui deux grandes catégories de carte qui se différencient par le bus utilisé : PCI et AGP



5

⁵<http://www.mon-ordi.com/cartevideo.htm>

Les mémoires de masses...

- On considère deux catégories de mémoires de masse :
 - mémoire de travail : accès assez rapide (quelques milisecondes), débit important (quelques Mo/s), taille moyennement important (de quelques Mo à quelques centaines de Go)
 - Disque dur, Clé USB, etc.
 - mémoire de sauvegarde : accès plus lent (peut dépasser la minute) mais capacité plus grande (plusieurs Tera) et beaucoup moins chère
 - Bande magnétique, CD-ROM, DVD-ROM, etc.



6

Les différents types de programme...

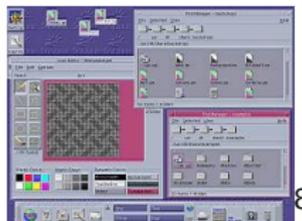
- Lorsque l'on utilise un ordinateur, on utilise en fait un programme
- Dès le démarrage plusieurs programmes sont automatiquement exécutés
- Ils ne sont pas tous égaux, on distingue 3 catégories :
 - 1 BIOS
 - 2 Système d'exploitation
 - 3 Programmes utilisateurs

Le Système d'Exploitation (SE)...

- C'est le second programme à être exécuté, c'est le chef d'orchestre, c'est lui qui détermine :
 - quel programme utilisateur va être exécuté
 - comment répartir la mémoire entre les différents programmes
 - comment lire/enregistrer les données sur les mémoires de masse
 - les droits de chaque utilisateur du système
- Les critères d'un bon SE sont :
 - la fiabilité
 - la sécurité
 - l'homogénéité
 - la portabilité

Le Système d'Exploitation (SE)...

- Les plus connus sont : Windows, MacOS, **Linux**, FreeBSD, **Sun Solaris**, etc.



Attention

La "beauté" d'une interface graphique n'est pas un critère de qualité

⁸<http://www.digibarn.com/collections/screenshots/>

Les programmes utilisateurs...

- Ce sont les programmes qui sont lancés par l'utilisateur comme par exemple :
 - éditeur de texte
 - traitement de texte
 - compilateur
 - interface graphique
- Suivant les SE, ces programmes ont plus ou moins de libertés

Références..

- Cours d'informatique de M. Lambert et M. Gaio (UFR des Sciences de Caen)
- Site Web Comment ca marche :
<http://www.commentcamarche.net/>