2C - Informatique
Cours 2 - Architecture des ordinateurs

A. Ridard

Gymnase Yverdon

A propos de ce document

- Pour naviguer dans le document, vous pouvez utiliser :
  - le menu (en haut à gauche)
  - l'icône en dessous du logo GyYv
  - les différents liens
- Pour signaler une erreur, vous pouvez envoyer un message à l'adresse suivante : anthony.ridard@eduvaud.ch

1 Brève histoire des ordinateurs

2 Fonctionnement d'un ordinateur

1 Brève histoire des ordinateurs
- Machines mécaniques
- Machines électromécaniques
- Machines électroniques
- Micro-ordinateurs

2 Fonctionnement d'un ordinateur
- Structure générale d'un ordinateur
- Composants de la machine matérielle
- Fonction d'exécution
- Fonction de mémorisation
- Fonction de communication

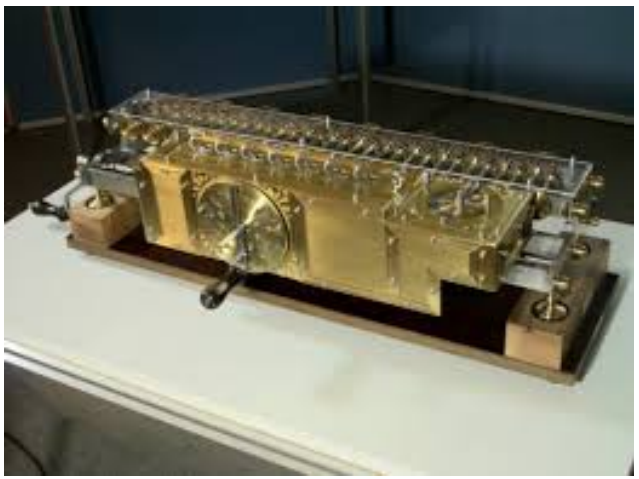
Gymnase Yverdon

- 1642 : la Pascaline (France)

Blaise Pascal conçoit cette machine [1] capable d'additionner et de soustraire deux nombres de façon directe [2]. Elle comprend des inscripteurs (ensemble de roues) permettant de saisir les chiffres des nombres, un mécanisme capable d'additionner avec la propagation de la retenue et un afficheur du résultat.

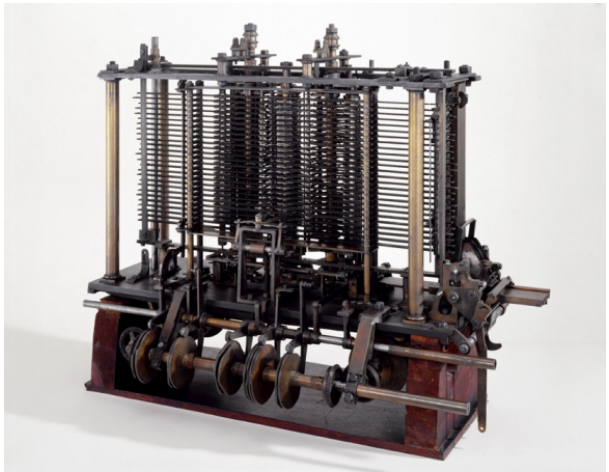
1. A l'âge de dix-neuf ans pour soulager la tâche de son père qui venait d'être nommé premier président à la Cour des aides de Normandie par le cardinal de Richelieu et qui devait remettre en ordre les recettes fiscales de cette province
2. Et de faire des multiplications et des divisions par répétitions

- 1671 : la machine de Leibniz (Allemagne)



Dans une machine à additionner, le terme que l'on saisit est ajouté au totalisateur, puis il est effacé de l'inscripteur pour faire place au suivant. Dans une multiplication, on doit conserver le multiplicande, le temps de le multiplier successivement par chacun des chiffres du multiplicateur. Leibniz invente cette mémoire mécanique, sous la forme d'un cylindre cannelé, et en juxtapose 8 dans sa machine, autant que de chiffres possibles au multiplicande.

- 1834 : la machine analytique de Babbage (Angleterre)



C'est la première machine à calculer **programmable**[3], conçue avec tous les éléments d'un ordinateur actuel, mais seul un prototype inachevé a pu être réalisé.

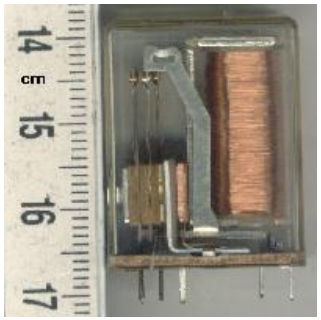
C'est au cours de son développement qu'Ada Lovelace formalise les idées du mathématicien, et écrit le premier algorithme de l'histoire. Elle se montre aussi remarquable visionnaire en comprenant que la vocation de cette machine va bien au-delà des simples calculs numériques...

3. Moyennant un système de cartes perforées

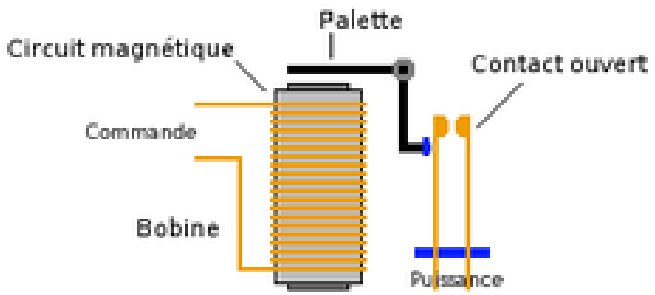
1 Brève histoire des ordinateurs
- Machines mécaniques
- Machines électromécaniques
- Machines électroniques
- Micro-ordinateurs

2 Fonctionnement d'un ordinateur
- Structure générale d'un ordinateur
- Composants de la machine matérielle
- Fonction d'exécution
- Fonction de mémorisation
- Fonction de communication

Ces machines sont constituées de relais électromécaniques



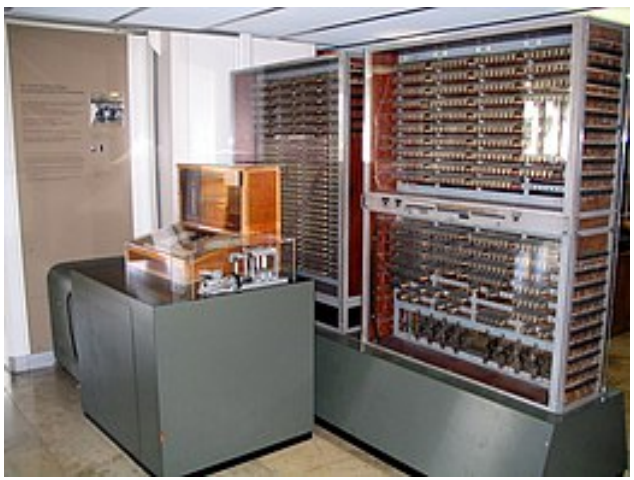
schématisés de la manière suivante :



Cet élément se comporte comme un interrupteur qui laisse passer ou non un courant électrique réalisant les niveaux logiques 1 ou 0.

Gymnase Yverdon

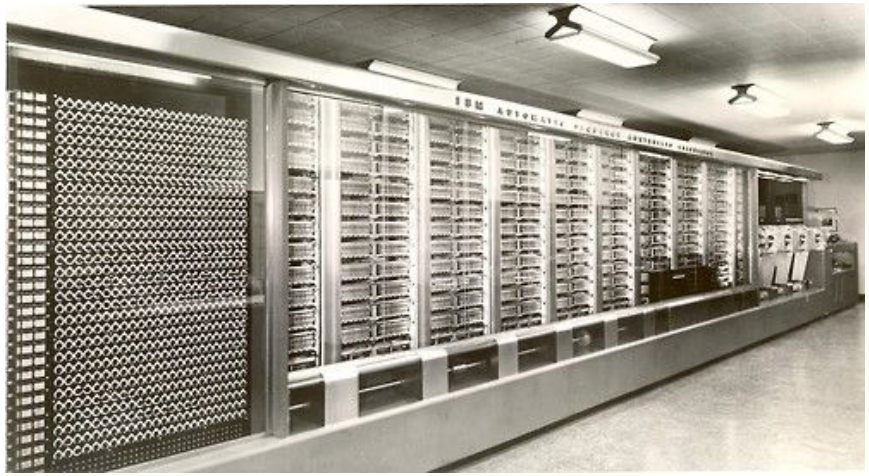
- 1941 : Zuse 3 (Allemagne)



Ce premier calculateur programmable (ordinateur) à base de rubans perforés utilisait déjà le système binaire[4] à virgule flottante.

4. inventé par Leibniz vers 1700

- 1944 : Mark I - IBM (États-Unis)



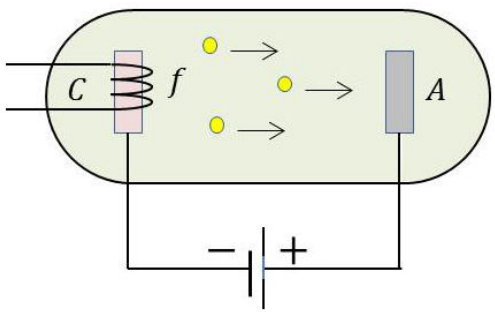
Ce calculateur également programmable à base de rubans perforés, développé en parallèle du précédent, utilisait encore le système décimal.

1 Brève histoire des ordinateurs
- Machines mécaniques
- Machines électromécaniques
- Machines électroniques
- Micro-ordinateurs

2 Fonctionnement d'un ordinateur
- Structure générale d'un ordinateur
- Composants de la machine matérielle
- Fonction d'exécution
- Fonction de mémorisation
- Fonction de communication

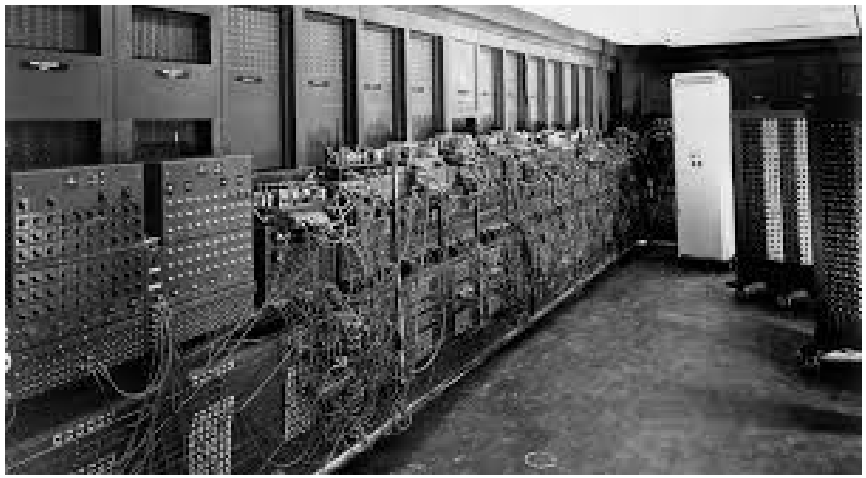
Ces machines sont constituées de tubes électroniques

schématisés de la manière suivante :



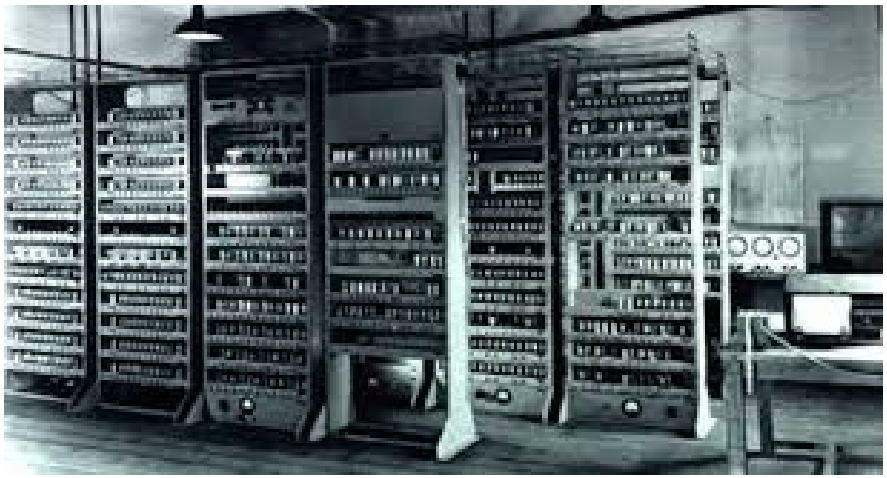
Là encore, cet élément se comporte comme un interrupteur qui laisse passer ou non un courant électrique réalisant les niveaux logiques 1 ou 0.

- 1946 : ENIAC



Composé de 18 000 tubes, ce premier ordinateur électronique est programmable à l'aide de fiches, il occupe une surface de 167 m^2 et opère encore en décimal.

- 1952 : EDVAC

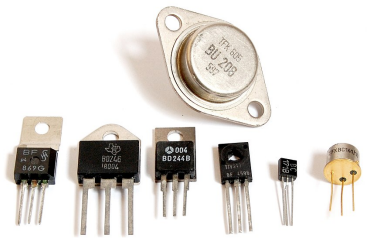


Opérant en binaire, celui-ci est le premier à respecter *l'architecture de Von Neumann*, toujours d'actualité, décomposant l'ordinateur en 4 parties :

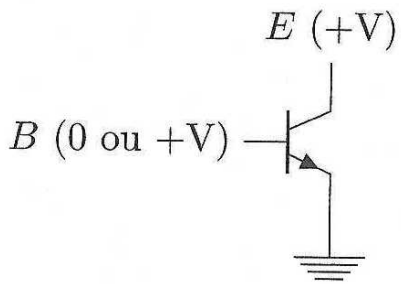
- **l'unité arithmétique et logique** qui effectue les opérations de base
- **l'unité de contrôle** qui séquence les opérations
- **la mémoire** qui contient les données et le programme
- **les dispositifs d'entrées-sorties** qui permettent de communiquer avec l'extérieur

1. Brève histoire des ordinateurs
   - Machines mécaniques
   - Machines électromécaniques
   - Machines électroniques
   - Micro-ordinateurs
2. Fonctionnement d'un ordinateur
   - Structure générale d'un ordinateur
   - Composants de la machine matérielle
   - Fonction d'exécution
   - Fonction de mémorisation
   - Fonction de communication

Ils sont constituées de transistors, plus petits et moins fragiles que les tubes à vide,

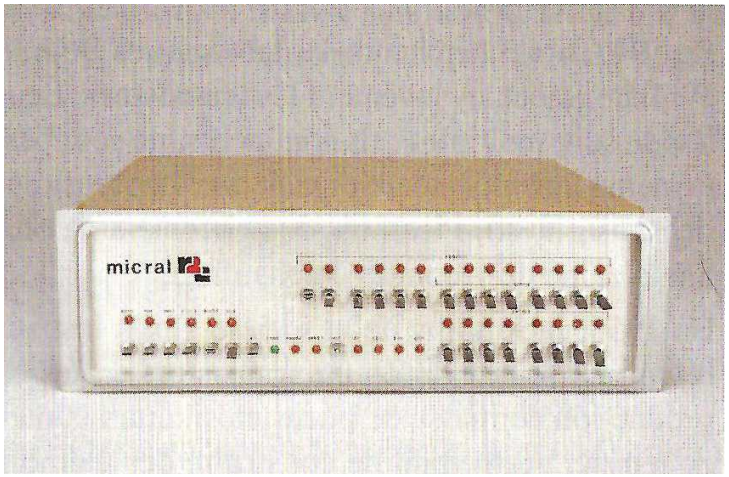


schématisés de la manière suivante :



Là encore, cet élément se comporte comme un interrupteur qui laisse passer ou non un courant électrique réalisant les niveaux logiques 1 ou 0. En les combinant, on forme des circuits intégrés mettant ainsi en oeuvre les circuits logiques que nous étudierons ultérieurement.

- 1972 : Micral (France)



Reconnu comme le premier micro-ordinateur, il est fondé sur le processeur 8008 d'Intel, il ne dispose ni de clavier, ni d'écran, mais il révolutionne le monde de l'informatique par sa taille et son prix (8500 FF).

- 1977 : Apple II (États-Unis)

Il succède rapidement à l'Apple I (1976), premier ordinateur de la société Apple.

- 1981 : IBM PC (États-Unis)

Premier ordinateur équipé d'un système d'exploitation [5] proposé par Bill Gates et baptisé MS-DOS (Microsoft Disk Operating Systems).
L'utilisateur n'avait accès qu'à une interface en ligne de commande, le shell, nécessitant une certaine expertise.

Gymnase Yverdon

5. Ensemble de programmes permettant de gérer les ressources matérielles et logicielles d'un ordinateur

- 1984 : Macintosh 128K (États-Unis)

Premier ordinateur avec un système d'exploitation (macOS [6]) doté d'une interface graphique destinée au grand public, et la souris pour le piloter.

6. Dérivé du système d'exploitation Unix développé à Bell Labs et écrit dans le langage C

- 1990 - aujourd'hui : l'éditeur Microsoft développe un système graphique au dessus de MS-DOS, qui deviendra ensuite un système d'exploitation à part entière, le système Windows.
- 1991 - aujourd'hui : le système Linux, créé par Linus Torvalds et diffusé sous la licence libre GNU GPL, est particulièrement répandu au niveau des serveurs et des machines de calculs et de stockage.
- 2007 - aujourd'hui : Apple développe une version de son système d'exploitation (iOS) pour les téléphones portables qu'il commercialise.
- 2008 - aujourd'hui : Google diffuse le système d'exploitation Android pour téléphones mobiles. Ce système utilise le noyau de Lnux auquel sont ajoutés des programmes et bibliothèques non libres.

Malgré une évolution exponentielle de leurs capacités, les ordinateurs respectent encore l'architecture de Von Neumann. La technologie évolue, mais les concepts restent !

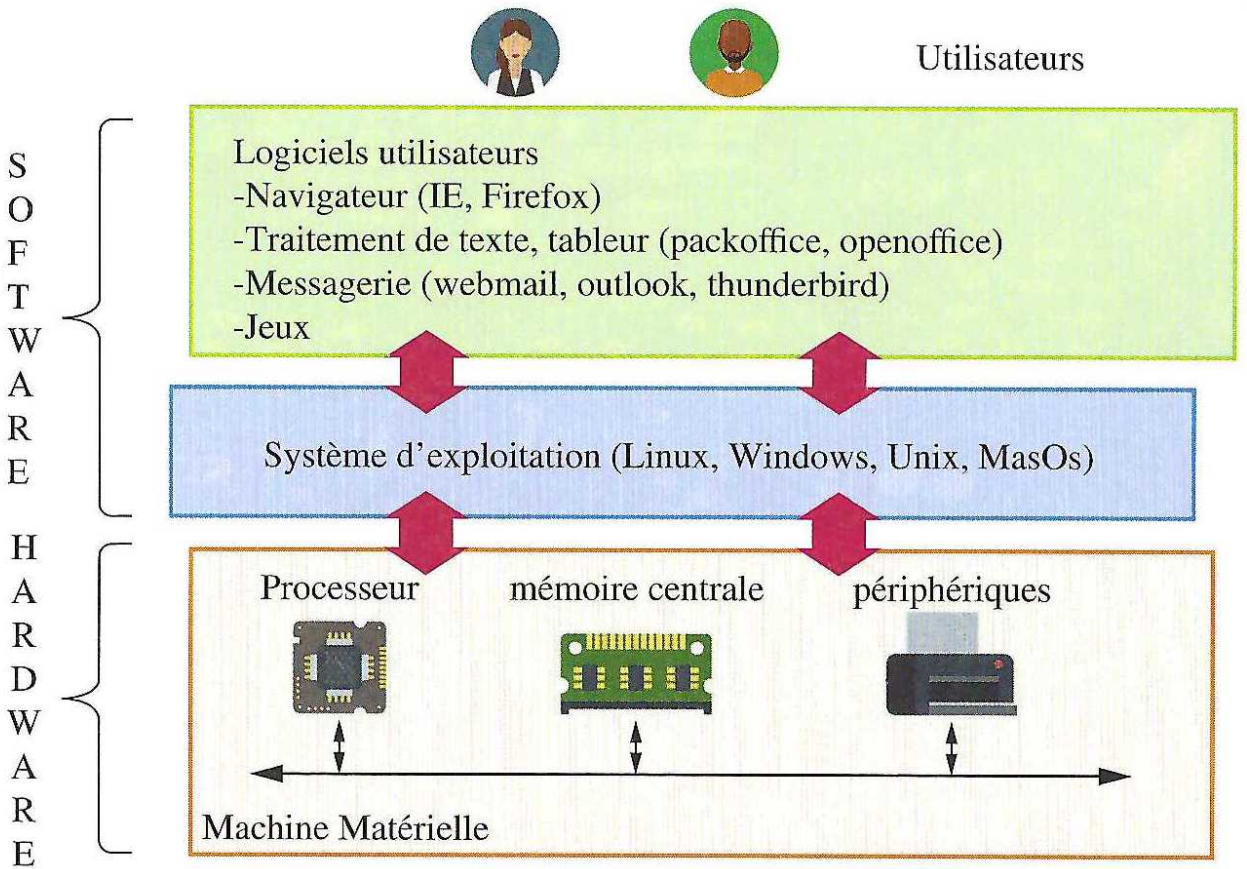
année	processeur	nombre de transistors	fréquence en MHz
1971	4004	2 300	0,108
1972	8008	3 500	0,2
1974	8080	6 000	2
1978	8086	29 000	5, 8
1981	80286	134 000	6, 10, 12
1985	80386	275 000	16, 20, 25, 33
1989	80486	1 200 000	25, 32, 50
1993	pentium	3 100 000	60, 66
1997	pentium II	7 500 000	233, 266, 300
1999	pentium III	9 500 000	500
2000	pentium 4	42 000 000	600
2005	Core 2	100 000 000	2 000
2012	Core I7 Haswell	2 600 000 000	3 000

1 Brève histoire des ordinateurs

2 Fonctionnement d'un ordinateur

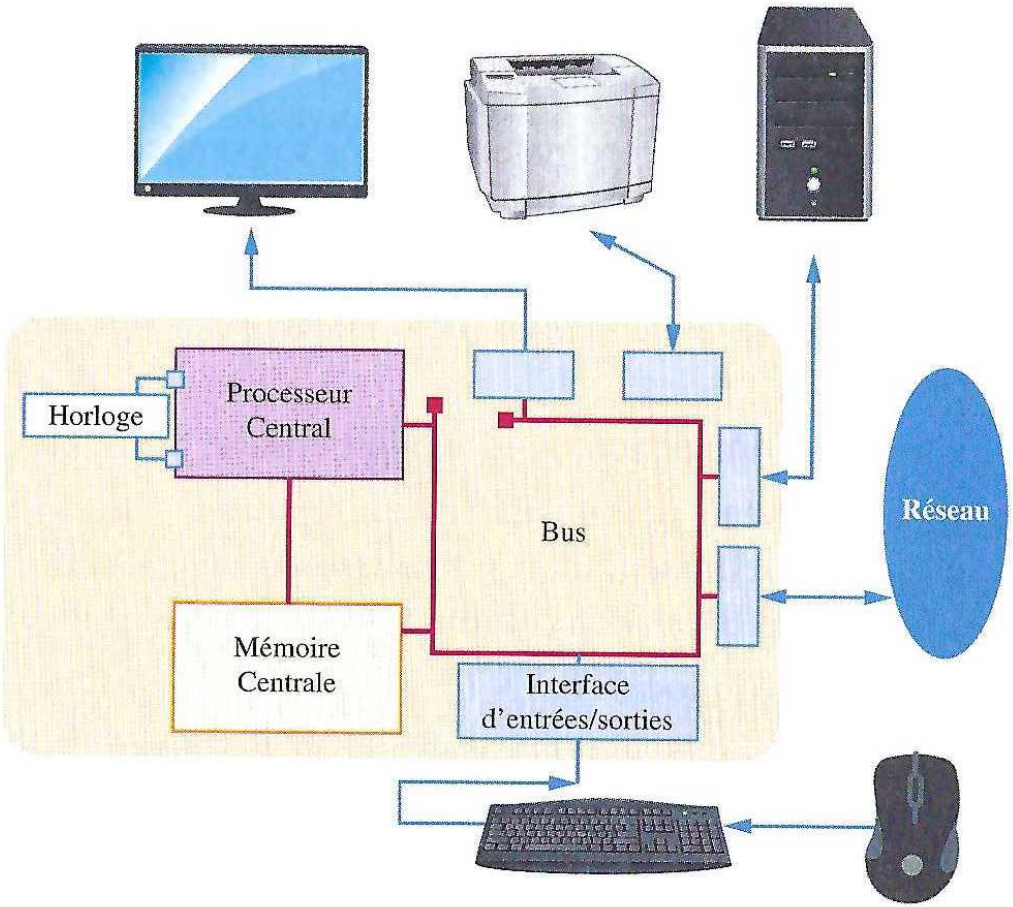
1 Brève histoire des ordinateurs
- Machines mécaniques
- Machines électromécaniques
- Machines électroniques
- Micro-ordinateurs

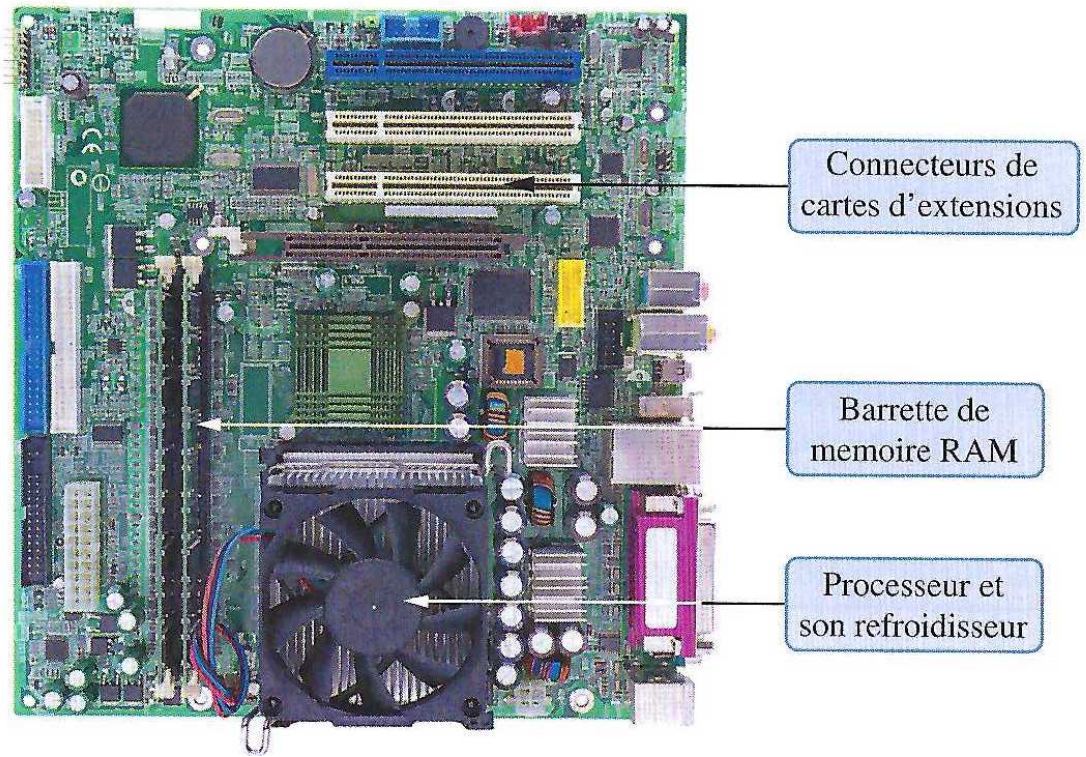
2 Fonctionnement d'un ordinateur
- Structure générale d'un ordinateur
- Composants de la machine matérielle
- Fonction d'exécution
- Fonction de mémorisation
- Fonction de communication


Utilisateurs
SOFTWARE
Logiciels utilisateurs
-Navigateur (IE, Firefox)
-Traitement de texte, tableur (packoffice, openoffice)
-Messagerie (webmail, outlook, thunderbird)
-Jeux
Système d'exploitation (Linux, Windows, Unix, MasOs)
HARDWARE
Processeur
mémoire centrale
périphériques
Machine Matérielle

1 Brève histoire des ordinateurs
- Machines mécaniques
- Machines électromécaniques
- Machines électroniques
- Micro-ordinateurs

2 Fonctionnement d'un ordinateur
- Structure générale d'un ordinateur
- Composants de la machine matérielle
- Fonction d'exécution
- Fonction de mémorisation
- Fonction de communication


Horloge
Processeur Central
Bus
Réseau
Mémoire Centrale
Interface d'entrées/sorties


Connecteurs de cartes d'extensions
Barrette de memoire RAM
Processeur et son refroidisseur

1 Brève histoire des ordinateurs
- Machines mécaniques
- Machines électromécaniques
- Machines électroniques
- Micro-ordinateurs

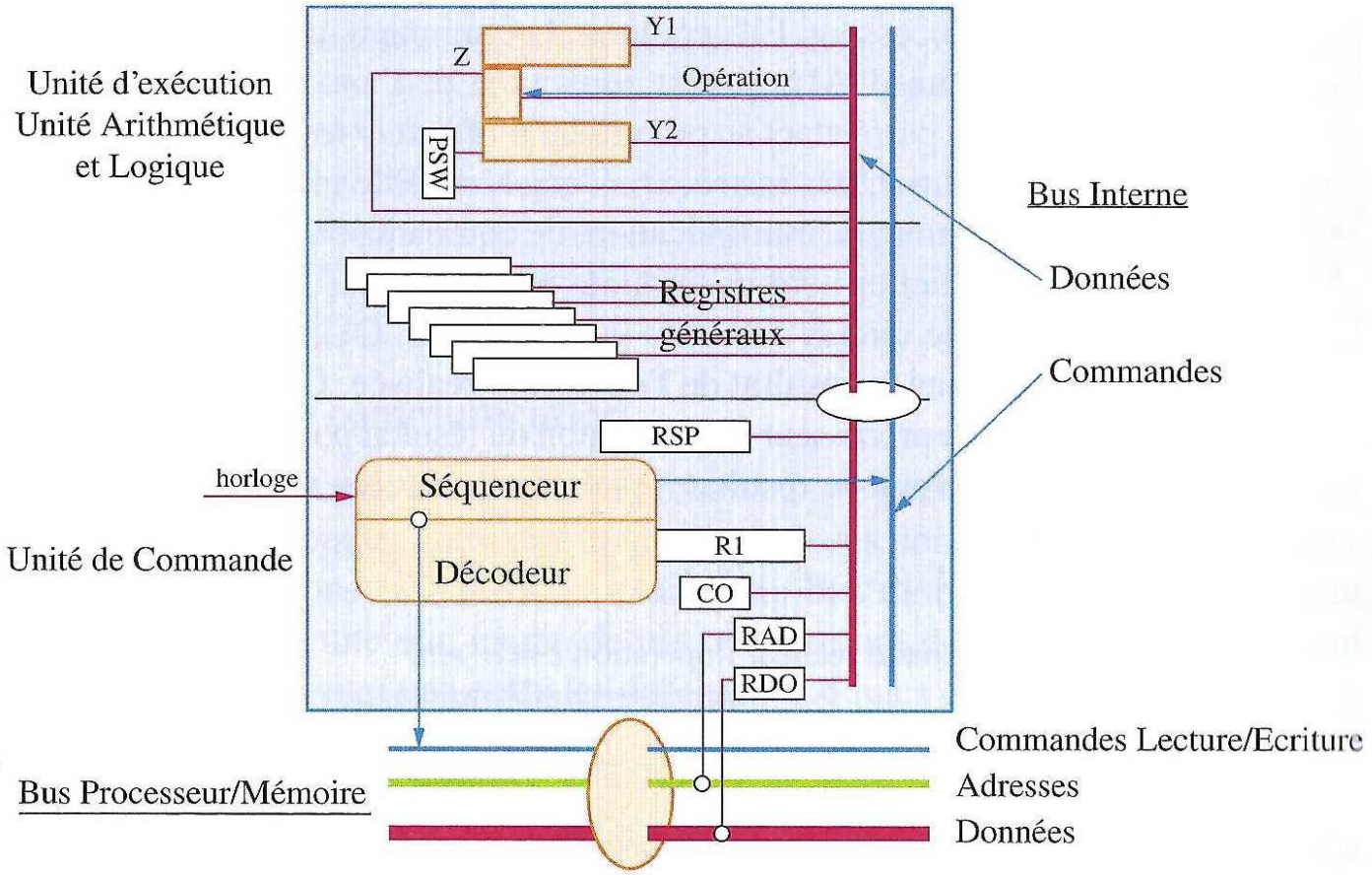
2 Fonctionnement d'un ordinateur
- Structure générale d'un ordinateur
- Composants de la machine matérielle
- Fonction d'exécution
- Fonction de mémorisation
- Fonction de communication

Le processeur [7] est le « cerveau » de l'ordinateur. Il permet de manipuler des données et d'exécuter des instructions, toutes ces informations étant codées en binaire.

Il s'agit d'un circuit électronique cadencé au rythme d'une horloge interne dont la fréquence correspond au nombre d'impulsions par seconde. De nos jours, les processeurs possèdent une fréquence de 2 GHz ce qui correspond à 2 000 000 000 de battements par seconde !

La fréquence du processeur est donc un indicateur de performance, tout comme la capacité de la mémoire centrale...

7. CPU (Central Processing Unit)


Unité d'exécution
Unité Arithmétique
et Logique
Z
Y1
Opération
Y2
PSW
Bus Interne
Données
Registres
généraux
Commandes
RSP
horloge
Séquenceur
Unité de Commande
Décodeur
R1
CO
RAD
RDO
Commandes Lecture/Ecriture
Bus Processeur/Mémoire
Adresses
Données

1 Brève histoire des ordinateurs
- Machines mécaniques
- Machines électromécaniques
- Machines électroniques
- Micro-ordinateurs

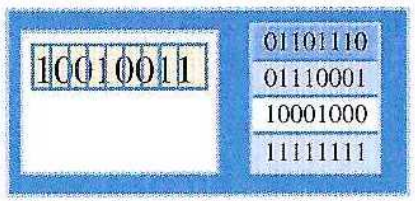
2 Fonctionnement d'un ordinateur
- Structure générale d'un ordinateur
- Composants de la machine matérielle
- Fonction d'exécution
- Fonction de mémorisation
- Fonction de communication

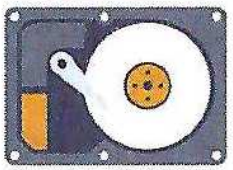
Une mémoire informatique est un composant électronique capable de stocker des informations, et caractérisée par sa capacité et son temps d'accès.

Elle peut être permanente ou volatile selon qu'elle conserve ou non son contenu sans alimentation électrique.

Mémoires vives : mémoires volatiles :

Mémoires de masse : mémoires permanentes

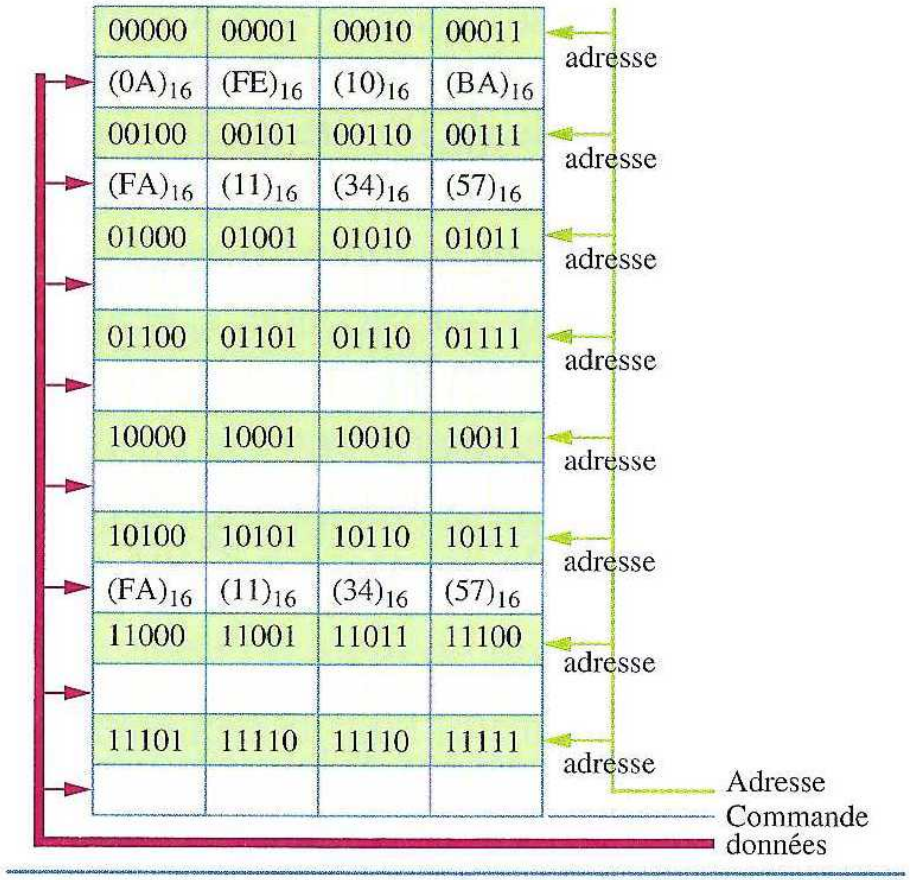




REGISTRES	Mémoires Caches	Mémoires Centrales	Mémoires de masse
N bits (32, 64)	Koctets (L1,L2)	Goctets	500 Goctets - Toctets
1 nanoseconde	5 nanosecondes	10 nanosecondes	5 millisecondes

Au plus près du cpu — Capacité, vitesse — Au plus loin du cpu

La mémoire centrale est constituée d'un ensemble de mots composés de plusieurs octets repérés par une adresse. De nos jours, sa capacité est de 4 Go à 8 Go.


00000 00001 00010 00011
$(0A)_{16}$ $(FE)_{16}$ $(10)_{16}$ $(BA)_{16}$
00100 00101 00110 00111
$(FA)_{16}$ $(11)_{16}$ $(34)_{16}$ $(57)_{16}$
01000 01001 01010 01011
01100 01101 01110 01111
10000 10001 10010 10011
10100 10101 10110 10111
$(FA)_{16}$ $(11)_{16}$ $(34)_{16}$ $(57)_{16}$
11000 11001 11011 11100
11101 11110 11110 11111
adresse
Adresse
Commande
données

Les échanges entre le processeur et la mémoire centrale sont très nombreux, et l'écart de performance entre ces deux éléments empêche le processeur de fonctionner au meilleur rythme. Afin de pallier ce problème, un étage intermédiaire, appelé mémoires caches, est introduit pour stocker les mots binaires les plus fréquemment utilisés.

Pour pouvoir mémoriser des informations après l'arrêt de l'ordinateur, on utilise des mémoires de masse comme le disque dur magnétique, le disque SSD (mémoire flash) affichant de meilleures performances (moins fragile, plus silencieux, plus grande vitesse de transfert : 500 Mo/s VS 100 Mo/s) mais dix fois plus chers, ou encore une clé USB (capacité réduite, mais amovible).

1 Brève histoire des ordinateurs
- Machines mécaniques
- Machines électromécaniques
- Machines électroniques
- Micro-ordinateurs

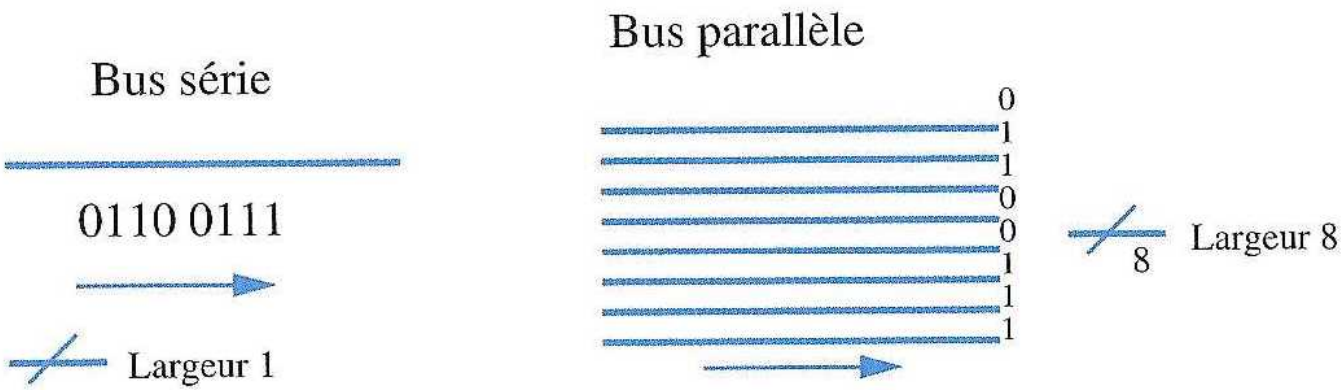
2 Fonctionnement d'un ordinateur
- Structure générale d'un ordinateur
- Composants de la machine matérielle
- Fonction d'exécution
- Fonction de mémorisation
- Fonction de communication

La communication entre l'ordinateur et l'utilisateur est rendu possible grâce aux périphériques d'entrée-sortie connectées via des interfaces d'entrée-sortie (USB, RJ45 pour le réseau local filaire, VGA pour l'écran, HDMI pour l'écran haute résolution).

La communication entre les composants d'un ordinateur est assurée par un ensemble de fils capables de véhiculer de l'information sous forme de bits :

- les bus parallèles, rapides mais coûteux et peu fiables pour des distances « importantes », utilisés par exemple entre le processeur et la mémoire centrale
- les bus séries utilisés par exemple pour une liaison USB [8]

8. Universal Serial Bus


Bus série
0110 0111
Largeur 1
Bus parallèle
0
1
1
0
0
1
1
1
8
Largeur 8

Ce cours s'appuie sur :

- le site internet Modulo développé par les concepteurs du programme
- l'ouvrage Numérique et sciences informatiques aux éditions Ellipses
- l'ouvrage Informatique aux éditions Dunod