

# Chapitre 1

## Éléments d'architecture des ordinateurs

### I Structure générale d'une machine numérique

#### I.1 Définition

On appelle machine numérique toute machine qui traite de façon automatique des informations codées en langage binaire, c'est-à-dire en une suite de 0 et 1.

Par exemple, un ordinateur personnel, une tablette, un smartphone sont des machines numériques. Dans la suite du chapitre, nous nous intéresserons principalement à un ordinateur personnel mais la structure générale et le fonctionnement sont similaires pour les autres machines numériques.

L'architecture principale n'a pas beaucoup évolué depuis les années 1940 où l'un des premiers ordinateurs, l'ENIAC, pesant environ 30 tonnes, a été conçu. Un ordinateur est depuis principalement constitué d'une mémoire, d'une unité de calcul, d'une unité de commande et de périphériques d'entrée et sortie.

#### I.2 La mémoire

##### a) Présentation

On appelle mémoire tout élément qui permet d'enregistrer, de stocker et de restituer des données.

Toutes les informations étant codées en langage binaire, pour coder une information on n'a besoin que de deux états différents, par exemple 0 et 1. On peut aussi utiliser la présence et l'absence d'une tension, ou l'opacité et la transparence d'un matériau, etc. Ainsi, les mémoires utilisent la distinction entre deux états physiques représentant 0 et 1.

Par exemple, dans un CD-ROM, des creux et des bosses sont gravés le long d'une spirale (appelée piste) et le passage d'un faisceau laser au niveau d'un changement de profondeur engendre une modification de l'intensité du signal lumineux reçu par le capteur. On repère ainsi le passage d'un état à un autre grâce aux variations de l'intensité lumineuse. Dans un disque dur, ce sont les changements d'orientation du champ magnétique au sein d'un matériau ferromagnétique<sup>1</sup> que l'on repère. Ces deux exemples sont des exemples de mémoire dite dure car les informations enregistrées sont conservées même après l'extinction de la machine.

Il existe aussi des mémoires constituées d'un assemblage de petits circuits électroniques (formés de transistors), appelés circuits mémoires, qui délivrent une tension de 0 ou 5 volts. Un tel dispositif nécessite d'être alimenté par un générateur électrique pour fonctionner. On parle alors de mémoire volatile car les informations ainsi enregistrées sont perdues une fois la machine éteinte.

### b) Quelques caractéristiques

Une mémoire est caractérisée par sa capacité, son temps d'accès aux données et son débit.

- **La capacité.** Nous avons vu que les données sont enregistrées dans une mémoire sous forme binaire, l'information élémentaire étant la valeur d'un état (0 ou 1). Cette information élémentaire est appelée un *bit* (Binary Digit). Le nombre de bits que peut contenir une mémoire définit sa capacité. Toutefois, les capacités ne sont pas données en nombre de bits mais en nombre d'octets, c'est-à-dire en groupement de huit bits. On définit ensuite, comme pour les autres unités en sciences, les multiples suivants :

1 kilooctet (ko)	=	1000 octets	
1 mégaoctet (Mo)	=	1000 ko	= 10 <sup>6</sup> octets
1 gigaoctet (Go)	=	1000 Mo	= 10 <sup>9</sup> octets
1 téraoctet (To)	=	1000 Go	= 10 <sup>12</sup> octets

**Remarque.** Dans les débuts de l'informatique, les préfixes kilo, méga, ... ont été utilisés de manière erronée pour désigner des puissances de 2. Plus précisément, comme  $1000 \simeq 1024$ , le kilooctet était utilisé pour désigner 1024 soit  $2^{10}$  octets, le mégaoctet pour  $2^{20}$  octets, etc. Il faut se méfier de cet usage qui perdure même s'il va à l'encontre de la norme.

- **Le temps d'accès.** C'est le temps mis par la machine entre l'instant de lancement de la commande d'écriture ou de lecture et l'instant où celle-ci est réalisée.
- **Le débit.** Il s'agit du nombre de bits écrits ou lus par seconde.

1. D'un point de vue microscopique, ce matériau se comporte comme une succession de petits aimants dont l'orientation des pôles sud et nord varie.

### c) Les types de mémoire

On peut classer les mémoires en deux catégories.

- Les mémoires vives ou RAM pour Random Access Memory. Elles sont usuellement plus rapides et de plus faible capacité (typiquement 4 à 8 Go au moment de la rédaction) que les mémoires de masse (voir ci-après) et surtout volatiles car elles perdent leur contenu dès qu'elles sont hors tension. Elles se présentent sous la forme de petites barrettes, comme sur la photo ci-dessous.



- Les mémoires de masse (en particulier les mémoires mortes ou ROM pour Read Only Memory). Elles sont usuellement plus lentes mais de plus grande capacité (jusqu'à plusieurs téraoctets) et surtout n'ont pas besoin de courant pour garder l'information. La carte mère en possède une qui contient les programmes du constructeur (BIOS : Basic Input Output System) nécessaires au démarrage de l'ordinateur.

La rapidité d'un ordinateur dépend de la rapidité en lecture et en écriture des mémoires. Or, les mémoires les plus rapides sont aussi les plus chères et ne conservent pas les données après extinction de l'alimentation. C'est pour cela qu'un ordinateur utilise toujours les deux types de mémoires précédents : l'un pour stocker les informations à long terme, l'autre pour réaliser des opérations sur les données. Ainsi, la RAM et la mémoire de masse d'un ordinateur échangent en permanence des informations.

Par exemple,

- au démarrage de l'ordinateur, des programmes sont transférés de la mémoire de masse vers la mémoire vive ;
- lorsque l'on tape un texte dans un traitement de texte, celui-ci est d'abord sauvegardé dans la RAM puis, lorsque l'on demande son enregistrement, les données sont transférées vers la mémoire de masse (clé USB, disque dur...).

**Remarque.** Les clés USB utilisent un nouveau type de mémoire, appelé mémoire flash, qui allie la rapidité des mémoires vives au stockage des données hors tension des mémoires mortes. Les mémoires flash sont aussi plus résistantes aux chocs. Elles utilisent des semi-conducteurs (matériaux se comportant comme des conducteurs ou des isolants en fonction des conditions extérieures). Elles sont également utilisées dans les cartes SD (Secure Digital) et les disques durs SSD (solid-state drive). Au moment de la rédaction, ces mémoires sont encore nettement plus chères qu'une mémoire magnétique standard équivalente.

### I.3 Le processeur

Le processeur est aussi appelé unité centrale de traitement ou CPU (qui vient de l'anglais Central Processing Unit). Son rôle est de traiter les données et d'exécuter des programmes qui sont contenus dans la mémoire de l'ordinateur ou dans des périphériques extérieurs. Il est constitué de plusieurs circuits électroniques, appelés unités, dont les rôles sont différents. Les deux unités principales d'un processeur sont l'unité de calcul et l'unité de commande, dont les rôles sont décrits ci-dessous.

- L'unité de calcul (ou unité arithmétique et logique) s'occupe d'effectuer les opérations arithmétiques (addition, multiplication, division, soustraction) et les opérations logiques (la comparaison, et, ou) entre les données qui lui sont envoyées par l'unité de commande. Les résultats de ces opérations sont enregistrés dans des cases mémoires appelées registres. Actuellement, un processeur peut contenir plusieurs unités de calcul, on parle alors d'un processeur multicœur, et le nombre de cœurs du processeur correspond au nombre d'unités de calcul qu'il contient. L'intérêt d'un tel processeur est qu'il réalise différentes tâches en même temps, il gagne alors en rapidité.
- L'unité de commande (ou de contrôle) récupère les données à traiter et les renvoie vers la mémoire une fois traitées.

Ces unités sont reliées entre elles par un câblage électrique que l'on appelle bus de communication ou plus simplement bus. On peut distinguer trois types d'informations échangées via un bus : les adresses (elles indiquent l'endroit où sont stockées les données), les instructions et les données. Les différents câbles constituant un bus ont des tâches bien spécifiques : certains sont réservés à l'échange d'adresses, d'autres à l'échange de données et d'autres encore à l'échange de commandes.

Le processeur contient également une mémoire vive, appelée mémoire cache, de petite capacité mais très rapide, ce qui permet d'accélérer l'exécution des instructions. En effet, le processeur n'échange des informations qu'avec cette mémoire : tout ce dont il a besoin est préalablement transféré de la mémoire centrale (organe principal de rangement des informations utilisées par le processeur) vers la mémoire cache et toutes les informations qu'il renvoie sont transférées de la mémoire cache vers la mémoire centrale. Le processeur ne réalise ainsi que des échanges rapides, les échanges plus lents se produisent entre la mémoire cache et la mémoire centrale.

Pour permettre une interaction avec l'extérieur, le processeur est relié via des connectiques d'entrée et de sortie à des objets appelés périphériques tels que l'écran, le clavier, l'imprimante...

Le processeur est principalement caractérisé par :

- sa marque et son modèle ; par exemple Intel (modèles Pentium, Celeron, Core 2 duo), AMD (modèles Athlon, Phenom) ;
- son nombre de cœurs. Il est à noter qu'un processeur multicœur n'a pas besoin d'une fréquence aussi élevée qu'un processeur monocœur car il peut faire tourner en parallèle autant de programmes qu'il a de cœurs ;

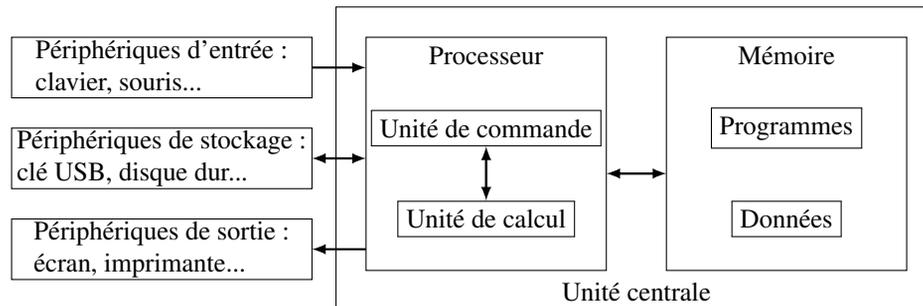
- sa fréquence (vitesse) en Hz : nombre d'opérations que le processeur peut effectuer en une seconde ;
- sa mémoire cache, qui se compte en mégaoctets...

→ Exemples.

- Intel Pentium Core i7 4770K (Quad Core) 3,5 GHz 8 Mo
- AMD FX-9590 5 GHz 8 Mo.

#### I.4 Schéma fonctionnel

Le schéma suivant résume les principaux éléments d'architecture d'un ordinateur. Les flèches indiquent le sens des échanges d'information.



## II Unité centrale

### II.1 Présentation

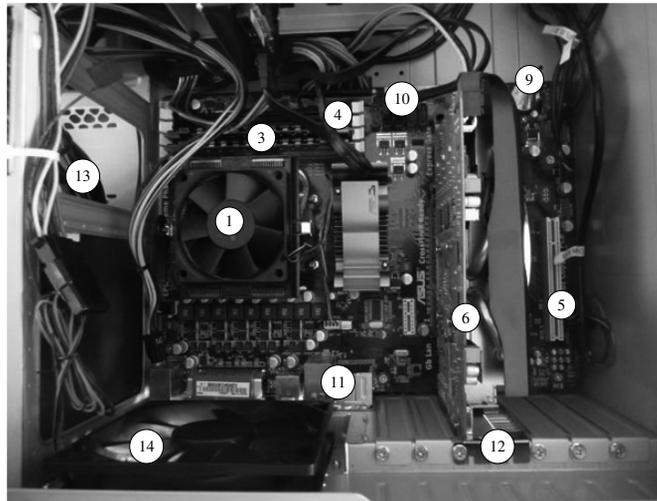
On appelle unité centrale l'ensemble constitué du processeur et de la mémoire centrale, mais ce terme désigne aussi la structure accueillant les éléments internes de l'ordinateur, dont certains sont décrits ci-dessous.

- La carte mère est le circuit imprimé permettant la connexion de l'ensemble des éléments essentiels de l'ordinateur (voir paragraphe II.2).
- Les cartes d'extension (PCI Peripheral Component Interconnect) forment un ensemble de composants placés sur un circuit imprimé qui est connectable à la carte mère via un bus de communication. Le but d'une carte d'extension est d'ajouter des capacités ou des fonctionnalités à un ordinateur. Exemples : carte réseau, carte graphique, carte son.
- Le lecteur-graveur de CD, DVD ou Blu-ray Disc (BD) lit les données contenues sur un CD, un DVD ou un BD et peut également enregistrer des données sur ces éléments de stockage.
- Le bloc d'alimentation électrique (ou la batterie pour les machines portables).

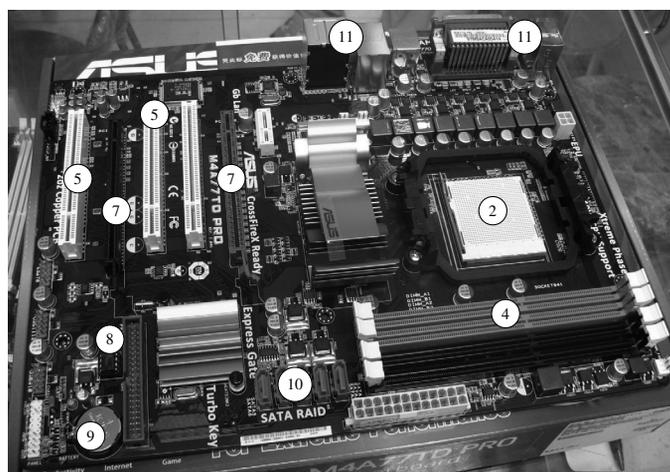
- Les ventilateurs permettent d'évacuer la chaleur générée par le fonctionnement des composants et ainsi d'éviter leur surchauffe.

## II.2 La carte mère

C'est la carte principale de l'ordinateur : tous les composants y sont connectés.

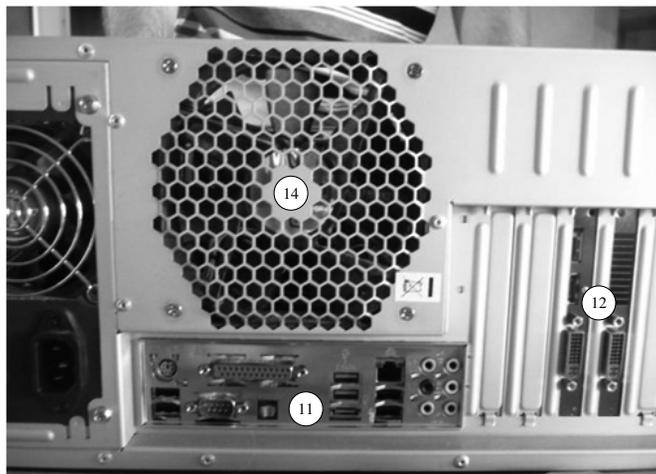


Intérieur de l'unité centrale d'un PC  
Le plateau sur lequel sont branchés tous les constituants est la carte mère présentée ci-dessous.



Carte mère

1. Processeur ou CPU, que l'on ne voit pas car il est placé sous un ventilateur permettant l'évacuation rapide de sa chaleur et assurant sa protection.
2. Connecteur ou socket du CPU.
3. Deux barrettes de la mémoire RAM.
4. Connecteurs de RAM (vides, permettant l'ajout de mémoire vive si besoin).
5. Connecteur des cartes d'extensions PCI.
6. Carte graphique.
7. Connecteur pci X16 qui peut servir pour une carte réseau ou d'autres cartes.
8. Mémoire ROM (la puce de BIOS, protégée là encore par une pièce métallique).
9. Pile. Elle sert à alimenter en continu l'horloge et le BIOS pour conserver l'heure et les paramètres de base du BIOS.
10. Connecteurs de disque dur et de lecteur CD et DVD.
11. Ports de connexion (USB, parallèles...), voir la photo de la façade arrière.
12. Ports graphiques (HDMI,...) directement connectés à la carte graphique.
13. Câbles d'alimentation électrique.
14. Ventilateur général.



Façade arrière

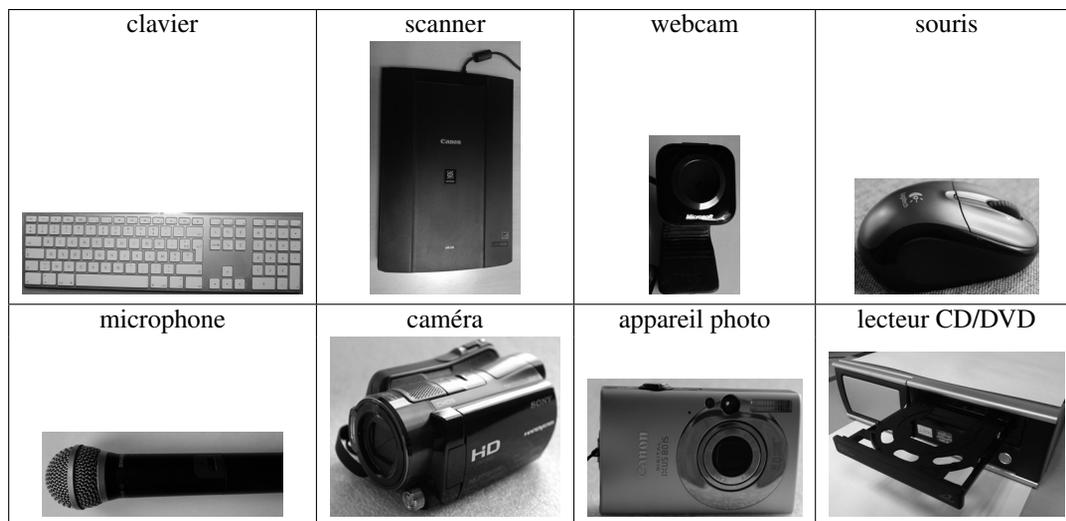
### III Périphériques

Les périphériques sont des composants électroniques qui permettent à l'ordinateur de communiquer avec l'extérieur (utilisateur ou autre ordinateur).

#### III.1 Les périphériques d'entrée

Ces composants permettent d'envoyer des informations vers l'unité centrale.

→ Exemples.



#### III.2 Les périphériques de sortie

Ces périphériques permettent de restituer des informations sortant de l'unité centrale.

→ Exemples.

