

Chapitre 2 : Composants électroniques d'un ordinateur

1 Le processeur

Le **processeur** (CPU, pour Central Processing Unit, soit Unité Centrale de Traitement) est le cerveau de l'ordinateur. Il permet de manipuler des informations numériques, c'est-à-dire des informations codées sous forme binaire, et d'exécuter les instructions stockées en mémoire.

Le premier **microprocesseur** (Intel 4004) a été inventé en 1971. Il s'agissait d'une unité de calcul de 4 bits, cadencé à 108 kHz. Depuis, la puissance des microprocesseurs augmente exponentiellement.

1.1 Fonctionnement

Le **processeur** (noté CPU, pour *Central Processing Unit*) est un circuit électronique cadencé au rythme d'une horloge interne, soumis à un courant électrique, envoie des impulsions, appelées « **top** ». La **fréquence d'horloge** (appelée également **cycle**, correspondant au nombre d'impulsions par seconde, s'exprime en Hertz (Hz)). Ainsi, un ordinateur à 200 MHz possède une horloge envoyant 200.000.000 de battements par seconde. La fréquence d'horloge est généralement un multiple de la fréquence du système, c'est-à-dire un multiple de la fréquence de la carte mère.

A chaque top d'horloge le processeur exécute une action, correspondant à une instruction ou une partie d'instruction. L'indicateur appelé **CPI** (*Cycles Par Instruction*) permet de représenter le nombre moyen de cycles d'horloge nécessaire à l'exécution d'une instruction sur un microprocesseur. La puissance du processeur peut ainsi être caractérisée par le nombre d'instructions qu'il est capable de traiter par seconde. L'unité utilisée est le **MIPS** (Millions d'Instructions Par Seconde) correspondant à la fréquence du processeur que divise le **CPI**.

1.2 Instruction

Une **instruction** est l'opération élémentaire que le processeur peut accomplir. Les instructions sont stockées dans la mémoire principale, en vue d'être traitée par le processeur.

Il existe différents types d'instructions, les plus courants sont ceux-ci :

- Instructions d'opérations arithmétiques (addition, soustraction, division, multiplication)
- Instructions d'opérations logiques (OU, ET, OU EXCLUSIF, NON, etc...)
- Instructions de transferts (entre différents registres, entre la mémoire et un registre, etc...)

Une instruction est composée de deux champs :

- le **code opération**, représentant l'action que le processeur doit accomplir ;
- le **code opérande**, définissant les paramètres de l'action, Il peut s'agir d'une donnée ou bien d'une adresse mémoire.

Un processeur peut être caractérisé par :

1. La fréquence de l'horloge (MHz ou GHz) : correspond au nombre de milliards de cycles par seconde (GHz) que le processeur est capable d'effectuer. Plus elle est élevée, plus le processeur est rapide.
2. La Largeur de ses registres internes de manipulation de données (4, 8, 16, 32, 64 bits).

D'autres paramètres existent

- Le nombre de ses noyaux de calcul (core)
- Son jeu d'instructions (ISA en anglais, Instructions Set Architecture) dépendant de la famille (CISC, RISC, etc.)
- Sa finesse de gravure (en nanomètres : nm) : le diamètre (en nanomètres) du plus petit fil reliant deux composants du microprocesseur.
- Nombre de transistors

1.3 Schéma de fonctionnement du processeur

Le modèle d'un processeur est composé de ces éléments :

1. L'UAL (unité arithmétique et logique, aussi appelée ALU) : c'est l'unité de calcul sur laquelle sont faites les différentes opérations de calcul.
2. L'unité de commande (control unit) ;
3. Les registres (register file) ;
4. Une ou plusieurs antémémoires ou mémoires caches.

L'unité de commande (de contrôle) est l'organe matériel de commande du processeur. Elle constitue le relais entre le programme en exécution qui lui transmet les instructions à exécuter et les autres organes du processeur qui exécutent ces instructions. Physiquement, son rôle essentiel consiste à ouvrir et fermer des connexions électriques entre des composants.

L'unité arithmétique et logique (UAL ou ALU en anglais) ou unité de traitement, elle effectue les calculs (arithmétique) et les comparaisons (logique, par allusion aux portes logiques).

Les registres : forment un ensemble de mémoires minuscules. Il y en a typiquement vingt à cinquante dans un processeur central. Un registre a généralement une capacité de 8, 16, 32 ou 64 bits. Comme les registres se trouvent à l'intérieur du processeur, ils permettent un traitement très rapide des données. Les programmes y placent les informations les plus utiles : les résultats intermédiaires des calculs, les adresses des données en cours d'utilisation, etc.

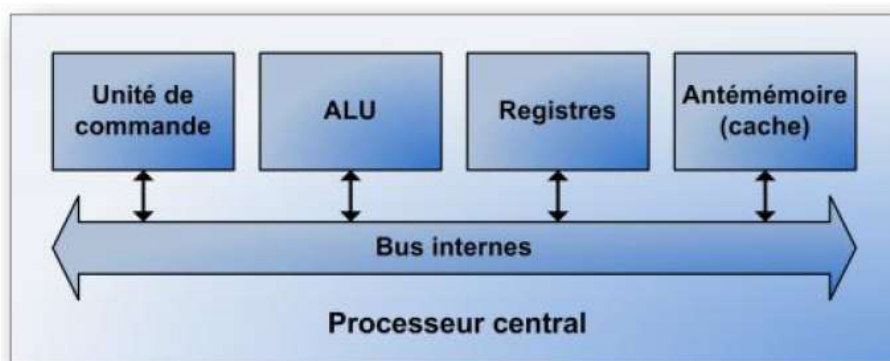


Figure 1: Schéma interne d'un processeur

La mémoire cache : Un cache est une mémoire privée du processeur. Il sert à accélérer le traitement. Son efficacité s'explique par plusieurs raisons :

- Les données se trouvent tout près du lieu de leur traitement ;
- Le processeur reste moins longtemps en attente des données ;
- Le taux de disponibilité du bus de la mémoire est meilleur ;
- Les caches offrent de meilleures performances que la RAM (mais ils sont plus coûteux).

On trouve trois niveaux de mémoire cache :

1. La mémoire cache de premier niveau : (L1 Cache → Level 1 Cache) accès très rapide. Son délai d'accès tend à s'approcher de celui des registres internes aux processeurs. Elle est directement intégrée dans le processeur. Elle se compose de 2 parties :

- ✓ **le cache d'instructions** : contient les instructions issues de la mémoire vive décodées.
- ✓ **le cache de données** : contient des données issues de la mémoire vive et celles utilisées lors des opérations récentes du processeur.

2. La mémoire cache de second niveau (L2 Cache → Level 2Cache) Est située au niveau du boîtier contenant le processeur (dans la puce). Il est plus rapide d'accès que la RAM que mais moins rapide que le cache L1.

3. La mémoire cache de troisième niveau (L3 Cache → Level 3Cache) elle est aujourd'hui intégré directement dans le CPU (elle était avant dans la carte mère).

2 La carte mère

L'élément constitutif principal de l'ordinateur est la **carte mère** (en anglais « *mainboard* » ou « *motherboard* »). La carte mère est le socle permettant la connexion de l'ensemble des éléments essentiels de l'ordinateur.

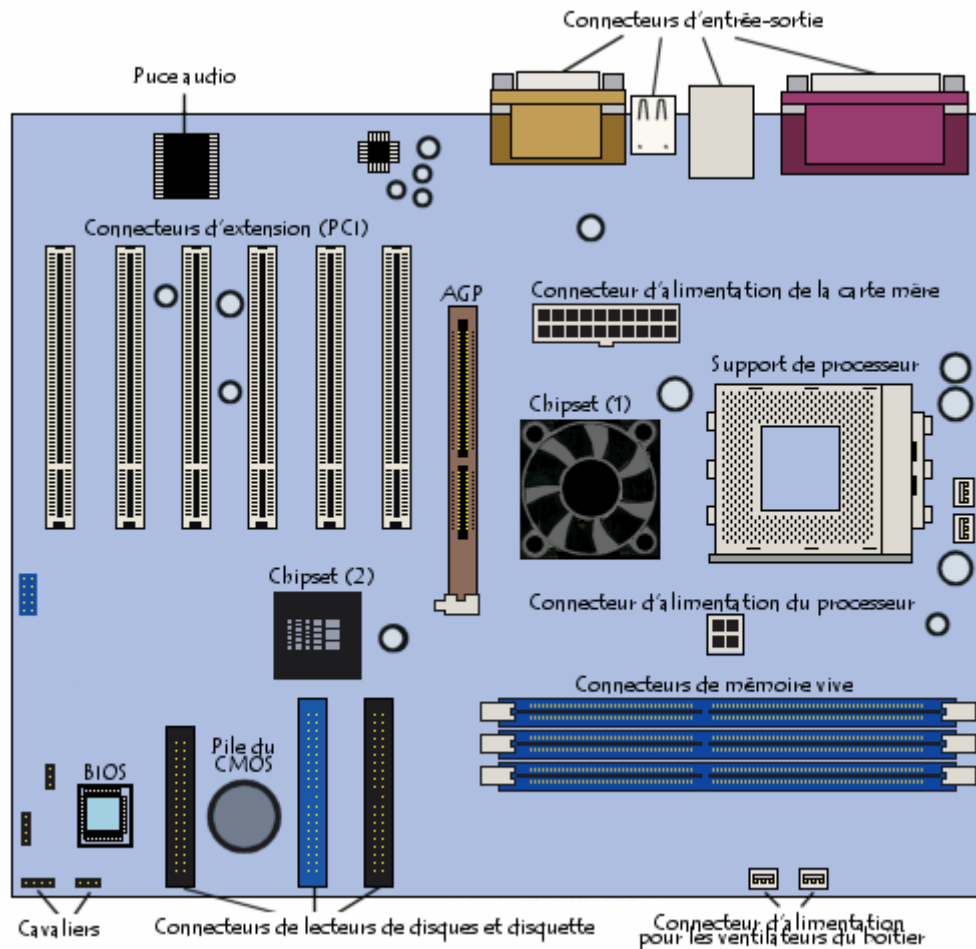


Figure 2: schéma d'une carte mère (Ref CCM)

Comme son nom l'indique, la carte mère est une carte maîtresse, prenant la forme d'un grand circuit imprimé possédant notamment des connecteurs pour les cartes d'extension, les barrettes de mémoires, le processeur, etc.

2.1 Caractéristiques

Il existe plusieurs façons de caractériser une carte mère, parmi ces caractéristiques:

- le facteur d'encombrement,
- le chipset,
- le type de support de processeur,
- les connecteurs d'entrée-sortie.

a. Facteur d'encombrement d'une carte mère

On désigne généralement par le terme « **facteur d'encombrement** » (ou *facteur de forme*, en anglais *form factor*), la géométrie, les dimensions, l'agencement et les caractéristiques électriques de la carte mère.

b. Composants intégrés

La carte mère contient un certain nombre d'éléments embarqués, c'est-à-dire intégrés sur son circuit imprimé:

- Le chipset, circuit qui contrôle la majorité des ressources (interface de bus du processeur, mémoire cache et mémoire vive, slots d'extension,...),
- L'horloge et la pile du CMOS,
- Le BIOS,
- Le bus système et les bus d'extension.

En outre, les cartes mères embarquent généralement un certain nombre de périphériques multimédia et réseau pouvant être désactivés et remplacés par d'autres:

- Carte réseau intégrée ;
- Carte graphique intégrée ;
- Carte son intégrée ;
- Etc.

c. Le chipset

Le **chipset** (traduisez *jeu de composants* ou *jeu de circuits*) est un circuit électronique chargé de coordonner les échanges de données entre les divers composants de la carte mère (processeur, mémoire...). Dans la mesure où le chipset est intégré à la carte mère, il est important de choisir une carte mère intégrant un chipset récent afin de maximiser les possibilités d'évolutivité de l'ordinateur.

Le chipset est composé par deux composants baptisé Pont Nord et Pont Sud.

- **Le pont Nord (Northbridge):** s'occupe d'interfacer le microprocesseur avec les périphériques rapides (mémoire et carte graphique) nécessitant une bande passante élevée.
- **Le pont Sud (Southbridge):** s'occupe d'interfacer le microprocesseur avec les périphériques plus lents (disque dur, CD-ROM, lecteur de disquette, réseau, etc...).

d. L'horloge

L'**horloge temps réel** (notée **RTC**, pour *Real Time Clock*) est un circuit chargé de la synchronisation des signaux du système. Elle est constituée d'un cristal qui, en vibrant, donne des impulsions (appelés *tops d'horloge*) afin de cadencer le système. On appelle *fréquence de l'horloge* (exprimée en *MHz*) le nombre de vibrations du cristal par seconde, c'est-à-dire le nombre de *tops d'horloge* émis par seconde. Plus la fréquence est élevée, plus le système peut traiter d'informations.

e. La pile du CMOS

Le *CMOS* (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*, parfois appelé *BIOS CMOS*), est un circuit électronique conserve des informations sur le système, telles que l'heure, la date système et quelques paramètres essentiels du système.

Le CMOS est une mémoire vive continuellement alimenté par une pile (au type CR2032) située sur la carte mère. Ainsi, les informations sur le matériel installé dans l'ordinateur sont conservées dans le CMOS.

Lorsque l'heure du système est régulièrement réinitialisée, ou que l'horloge prend du retard, il suffit généralement d'en changer la pile.

Réinitialiser le CMOS du BIOS (enlever la pile ou le cavalier) est une technique utilisée fréquemment en dépannage informatique.

f. Le BIOS

Le BIOS (*Basic Input/Output System*) est le programme basique servant d'interface entre le système d'exploitation et la carte mère, il est responsable de la gestion et du démarrage du matériel : clavier, écran, disques durs, carte graphique liaisons séries et parallèles, etc... . Le BIOS est stocké dans une *ROM* (mémoire morte, c'est-à-dire une mémoire en lecture seule), ainsi il utilise les données contenues dans le *CMOS* pour connaître la configuration matérielle du système.

Il est possible de configurer le BIOS grâce à une interface (nommée *BIOS setup*, traduisez *configuration du BIOS*) accessible au démarrage de l'ordinateur par simple pression d'une touche (généralement la touche *Suppr.* En réalité le setup du BIOS sert uniquement d'interface pour la configuration, les données sont stockées dans le *CMOS*).

2.2 Les connecteurs

Ils permettent de connecter des périphériques sur les différents bus de la carte mère.

Il existe deux type de ports :

- ports « internes » pour connecter des cartes d'extension (PCI, ISA, AGP) ou des périphériques de stockage (IDE, Serial ATA)
- ports « externes » pour connecter d'autres périphériques (série, parallèle, VGA, USB, firewire, etc ...).

2.2.1 Connecteurs internes

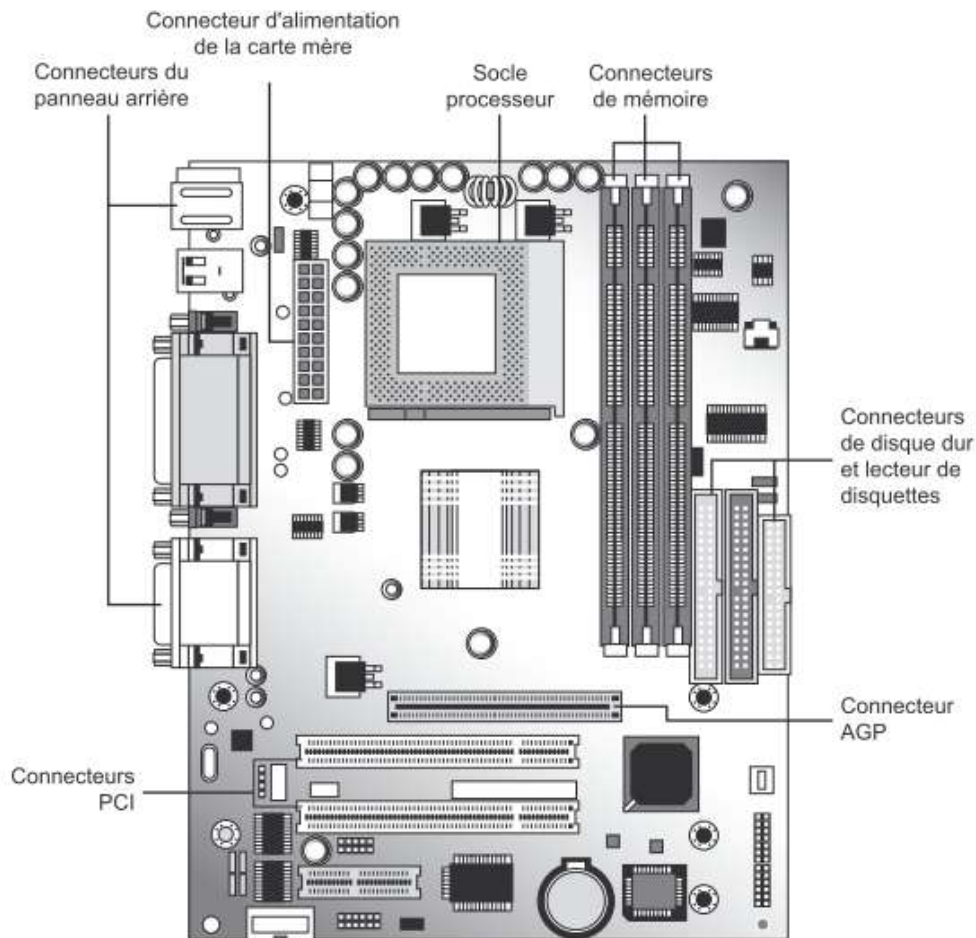


Figure 3: Connecteurs interne dans une carte mère

a. Le connecteur du processeur

La carte mère possède un emplacement (parfois plusieurs dans le cas d'ordinateur multi-processeurs) du **processeur**. On distingue deux catégories de supports :

- **Socket PIN**
- **Socket LGA** .

Dans la mesure où le processeur rayonne thermiquement, il est nécessaire d'en dissiper la chaleur pour éviter que ses circuits ne fondent. C'est la raison pour laquelle il est généralement surmonté d'un **dissipateur thermique** (appelé parfois *refroidisseur* ou *radiateur*), composé d'un métal ayant une bonne conduction thermique (cuivre ou aluminium), chargé d'augmenter la surface d'échange thermique du microprocesseur.

b. Les connecteurs d'extension

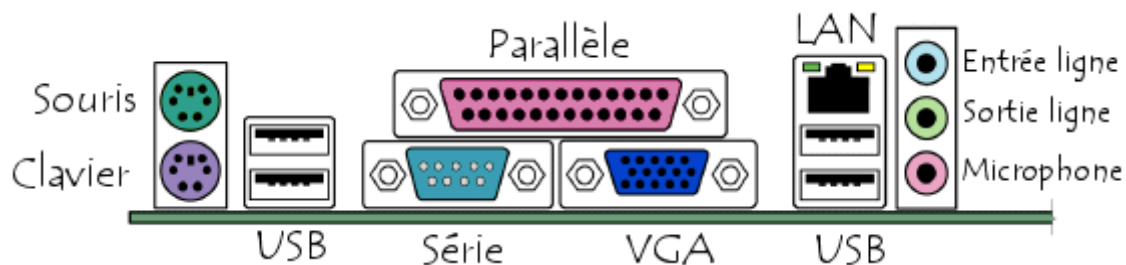
Les **connecteurs d'extension** (en anglais *slots*) sont des réceptacles dans lesquels il est possible d'insérer des cartes d'extension, c'est-à-dire des cartes offrant de nouvelles

fonctionnalités ou de meilleures performances à l'ordinateur. Il existe plusieurs sortes de connecteurs :

- Connecteur ISA (*Industry Standard Architecture*) : permettant de connecter des cartes ISA, les plus lentes fonctionnant en 16-bit
- Connecteur PCI (*Peripheral Component InterConnect*) : permettant de connecter des cartes PCI, beaucoup plus rapides que les cartes ISA et fonctionnant en 32-bit
- Connecteur AGP (*Accelerated Graphic Port*): un connecteur rapide pour carte graphique.
- Connecteur PCI Express (*Peripheral Component InterConnect Express*) : architecture de bus plus rapide que les bus AGP et PCI.

2.2.2 Les connecteurs d'entrée-sortie

La carte mère possède un certain nombre de connecteurs d'entrées-sorties regroupés sur le « **panneau arrière** ».



les cartes mères peuvent proposer les connecteurs suivants :

Port série, (RS232) permettant de connecter de vieux périphériques ; ou de commander un matériel extérieur par l'ordinateur.

Port parallèle, permettant notamment de connecter de vieilles imprimantes ;

Ports USB (Universal Serial Bus, en français Bus série universel) permettant de connecter des périphériques plus récents. Le bus USB est, comme son nom l'indique, basé sur une architecture de type série. Il s'agit toutefois d'une interface entrée-sortie beaucoup plus rapide que les ports série standards. L'architecture qui a été retenue pour ce type de port est en série pour deux raisons principales :

- l'architecture série permet d'utiliser une cadence d'horloge beaucoup plus élevée qu'une interface parallèle, car celle-ci ne supporte pas des fréquences trop élevées (dans une architecture à haut débit, les bits circulant sur chaque fil arrivent avec des décalages, provoquant des erreurs) ;
- les câbles série coûtent beaucoup moins cher que les câbles parallèles.

Connecteur RJ45 (appelés *LAN* ou *port ethernet*) permettant de connecter l'ordinateur à un réseau. Il correspond à une carte réseau intégrée à la carte mère;

Connecteur VGA (appelé *SUB-D15*), permettant de connecter un périphérique d'affichage tel un écran ou un projecteur.

Prises audio (*entrée Line-In, sortie Line-Out et microphone*), permettant de connecter des enceintes acoustiques ou une chaîne hi fi, ainsi qu'un microphone.

3 Les mémoires

On appelle « **mémoire** » tout composant électronique capable de stocker temporairement des données. On distingue ainsi deux grandes catégories de mémoires :

La **mémoire centrale** (appelée également *mémoire interne*) permettant de mémoriser temporairement les données lors de l'exécution des programmes. La mémoire centrale est réalisée à l'aide de micro-conducteurs, c'est-à-dire des circuits électroniques spécialisés rapides. La mémoire centrale correspond à ce que l'on appelle la mémoire vive.

La **mémoire de masse** (appelée également *mémoire physique* ou *mémoire externe*) permettant de stocker des informations à long terme, y compris lors de l'arrêt de l'ordinateur. La mémoire de masse correspond aux dispositifs de stockage magnétiques, tels que le disque dur, aux dispositifs de stockage optique, correspondant par exemple aux CD-ROM ou aux DVD-ROM, ainsi qu'aux mémoires mortes.

3.1 Caractéristiques techniques

Les principales caractéristiques d'une mémoire sont les suivantes :

- La **capacité**, représentant le volume global d'informations (en bits) que la mémoire peut stocker ;
- Le **taux de transfert (débit)**, définissant le volume d'information échangé par unité de temps, exprimé en méga octet par seconde ;
- La **fréquence** : nombre de cycles d'horloge par seconde. Exprimé en Mhz.
- La **largeur de Bus** : c'est le bus responsable de transfert de données de et vers la mémoire. Exemple : Bus de 32 bits, bus de 64 bits, ... etc.

a. Capacité

La capacité (taille) d'une mémoire est le nombre (quantité) d'informations qu'on peut enregistrer (mémoriser) dans cette mémoire.

La capacité peut s'exprimer en :

- ✓ Bit : un bit est l'élément de base pour la représentation de l'information .
- ✓ Octet : 1 Octet = 8 bits
- ✓ kilo-octet (KO) : 1 kilo-octet (KO) = 1024 octets = 2^{10} octets
- ✓ Méga-octet (MO) : 1 Méga-octet (MO) = 1024 KO = 2^{20} octets
- ✓ Géga-octet (GO) : Géga-octet (GO) = 1024 MO = 2^{30} octets
- ✓ Téra-octet (To) : 1 téra-octet (To) = 1024 Go = 2^{40} octets

b. Taux de transfert (débit)

Le taux de transfert de la mémoire est déterminée ainsi :

1. Déterminer la fréquence d'horloge du bus. Cette information doit être indiquée sur l'emballage de la mémoire. La fréquence d'horloge de bus est mesurée en MHz. Par exemple, la mémoire peut fonctionner à 300 MHz.

2. multiplier la fréquence d'horloge du bus par 1, 2 ou 3, selon le nombre de flux d'informations affluent à la fois. DDR2 RAM, par exemple, a un facteur de multiplication de 2.
3. Multiplier le résultat de l'étape précédente par le nombre de bits transférés.
4. Divisez le résultat de l'étape précédente par 8 pour obtenir le taux de transfert en octets au lieu de bits, comme il ya 8 bits dans un octet. Vous connaissez maintenant le taux de transfert de la mémoire dans les deux bits et d'octets.

3.2 Types de mémoires vives

On distingue généralement deux grandes catégories de mémoires vives :

- Les **mémoires dynamiques (DRAM, *Dynamic Random Access Module*)**, peu coûteuses. Elles sont principalement utilisées pour la mémoire centrale de l'ordinateur;
- Les **mémoires statiques (SRAM, *Static Random Access Module*)**, rapides et onéreuses. Les SRAM sont notamment utilisées pour les mémoires cache du processeur ;

a. DRAM

La DRAM (Dynamic RAM, RAM dynamique) est le type de mémoire le plus répandu au début du millénaire. Il s'agit d'une mémoire dont les transistors sont rangés dans une matrice selon des lignes et des colonnes. Ce sont des mémoires dont le temps d'accès est de 70 à 80 nanosecondes pour une fréquence de fonctionnement pouvant aller de 25 à 33 Mhz.

b. SDRAM

La SDRAM (Synchronous DRAM, traduisez RAM synchrone), apparue en 1997, permet une lecture des données synchronisée avec le bus de la carte-mère. La SDRAM est capable de fonctionner avec une cadence allant jusqu'à 150 Mhz.

c. DR-SDRAM (Rambus DRAM)

La DR-SDRAM (Direct Rambus DRAM ou encore RDRAM) est un type de mémoire permettant de transférer les données sur un bus de 16 bits de largeur à une cadence de 800Mhz.

d. DDR-SDRAM

La DDR-SDRAM (Double Data Rate SDRAM) est une mémoire basée sur la technologie SDRAM, permettant de doubler le taux de transfert de la SDRAM.

e. DDR2-SDRAM

La mémoire DDR2 (ou DDR-II) permet d'atteindre des débits deux fois plus élevés que la DDR à fréquence externe égale.

f. DDR3-SDRAM

Troisième génération de la mémoire DDR-SDRAM (Double Data Rate 3rd generation). Commercialisée à partir de 2007. Elle apporte une série d'améliorations par rapport à la génération précédente et offre de meilleures performances. Elle diminue la consommation électrique de 40 %, et le débit théorique de ces barrettes peut dépasser les 10 Go/s.

g. DDR4-SDRAM

La génération actuelle de mémoire vive pour PC, la DDR4, a été introduite dès 2013. Le progrès apporté par la DDR4 par rapport à son prédécesseur concerne : **sa vitesse est meilleure**, elle démarre à 2133MHz de fréquence. **La capacité s'est également améliorée** avec un maximum de 512Go (théorique), aussi les barrettes de mémoire DDR4 consomment moins d'énergie.

h. DDR5-SDRAM

Le développement du standard de la mémoire DRAM DDR5 vient de débuter. Elle offrira des performances deux fois plus élevées que celles de l'actuelle mémoire DDR4 tout en étant plus économe en énergie. L'apparition de la DDR5 est prévue en 2020-2021.

3.3 La mémoire morte (ROM)

La ROM (Read Only Memory, dont la traduction littérale est mémoire en lecture seule) appelée mémoire morte, parfois mémoire non volatile car elle ne s'efface pas lors de la mise hors tension du système.

Ce type de mémoire permet notamment de conserver les données nécessaires au démarrage de l'ordinateur.

Etant donné que les ROM sont beaucoup plus lentes que les mémoires de types RAM (une ROM a un temps d'accès de l'ordre de 150 ns tandis qu'une mémoire de type SDRAM a un temps d'accès d'environ 10 ns), les instructions contenues dans la ROM sont parfois copiées en RAM au démarrage.

3.3.1 Les types de ROM

Les ROM ont évolué de mémoires mortes figées à des mémoires programmables, puis reprogrammables.

A. ROM

Les premières ROM étaient fabriquées à l'aide d'un procédé inscrivant directement les données binaires dans une plaque de silicium grâce à un masque. Ce procédé est maintenant obsolète.

B. PROM

Les PROM (Programmable Read Only Memory) ont été mises au point à la fin des années 70. Ces mémoires sont des puces constituées de milliers de fusibles (ou bien de diodes) pouvant être "grillés" grâce à un appareil appelé « programmeur de ROM », appliquant une forte tension (12V) aux cases mémoire devant être marquées. Les fusibles ainsi grillés correspondent à des 0, les autres à des 1.

C. EPROM

Les EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) sont des PROM pouvant être effacées.

3.4 La mémoire Flash

La mémoire flash est une mémoire non volatile et réinscriptible, c'est-à-dire une mémoire possédant les caractéristiques d'une mémoire vive mais dont les données ne se volatilisent pas lors d'une mise hors tension.

En raison de sa vitesse élevée, de sa durabilité et de sa faible consommation, la mémoire flash est idéale pour de nombreuses applications - comme les appareils photos numériques, les téléphones cellulaires, les imprimantes, les assistants personnels (PDA), les ordinateurs portables, ou les dispositifs de lecture ou d'enregistrement sonore. De plus ce type de mémoire ne possède pas d'éléments mécaniques, ce qui leur confère une grande résistance aux chocs.

Il existe un grand nombre de formats de cartes mémoires non compatibles entre-eux, portés par presque autant de constructeurs. Parmi ces formats de cartes mémoire les plus courants sont :

- Les cartes Compact Flash
- Les cartes Secure Digital (appelées SD Card)
- Les cartes Memory Stick
- Les cartes SmartMedia
- Les cartes MMC (MultimediaCard)
- Les cartes xD picture card

4 Les périphériques de stockage

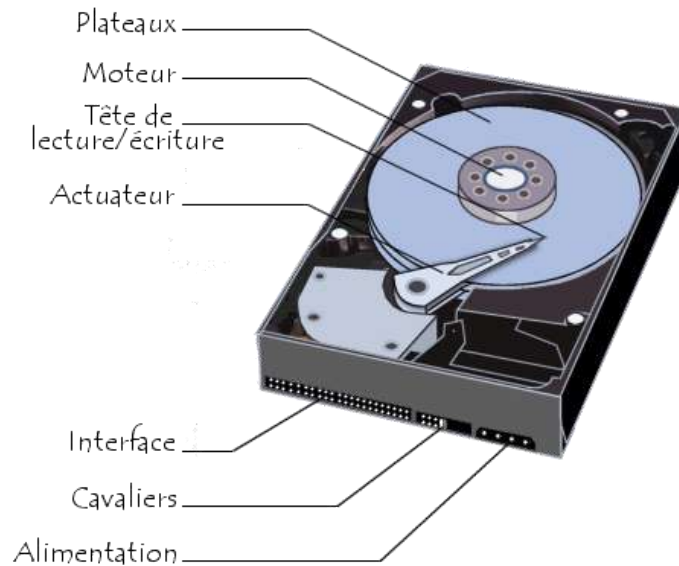
4.1 Le disque dur

Le disque dur est l'organe servant à conserver les données de manière permanente, contrairement à la mémoire vive, qui s'efface à chaque redémarrage de l'ordinateur, c'est la raison pour laquelle on parle parfois de mémoire de masse pour désigner les disques durs.

Le disque dur est relié à la carte-mère par l'intermédiaire d'un **contrôleur de disque dur** faisant l'interface entre le processeur et le disque dur. Le contrôleur de disque dure gère les

disques qui lui sont reliés, interprète les commandes envoyées par le processeur et les achemine au disque concerné. On distingue généralement les interfaces suivantes :

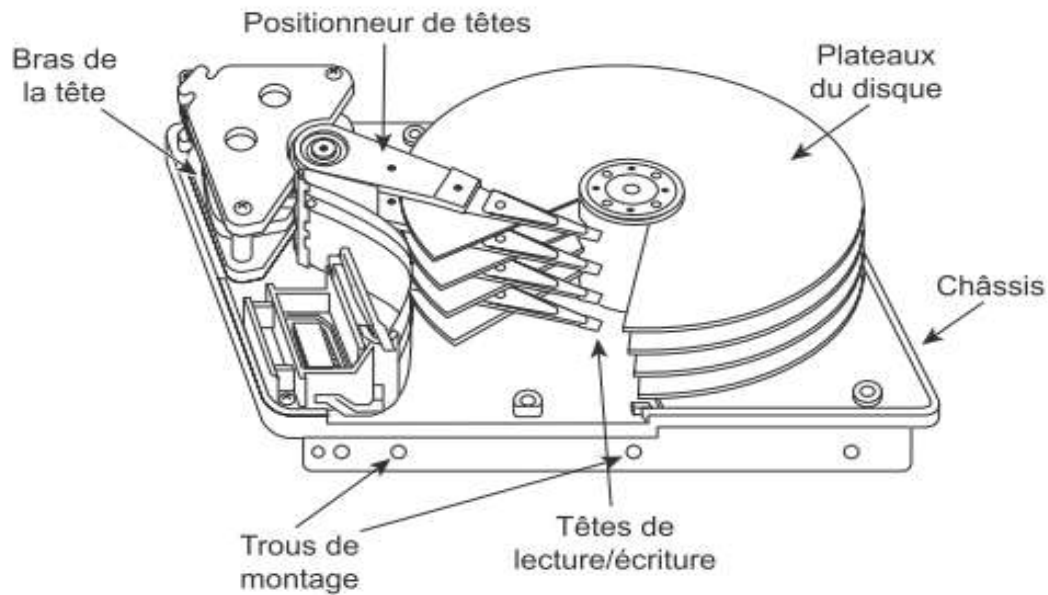
- IDE
- SCSI
- Serial ATA
- USB (disque dur externe)



4.1.1 Structure

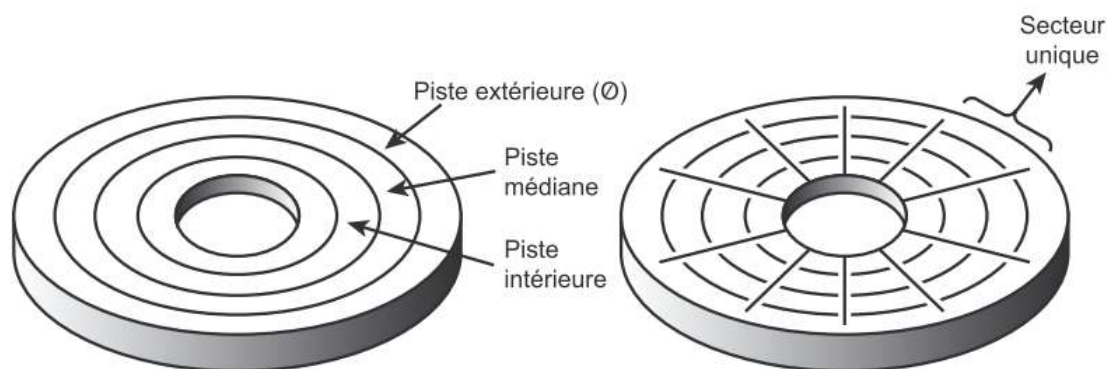
Un disque dur (en anglais hard disk signifie disque dur) est constitué non pas d'un seul disque, mais de plusieurs disques rigides en métal, en verre ou en céramique, empilés à une très faible distance les uns des autres et appelés plateaux (en anglais platters).

Les disques tournent très rapidement autour d'un axe (à plusieurs milliers de tours par minute actuellement) dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Il existe sur les disques durs des millions de bits, stockés très proches les uns des autres sur une fine couche magnétique de quelques microns d'épaisseur, elle-même recouverte d'un film protecteur.



La lecture et l'écriture se fait grâce à des têtes de lecture (en anglais heads) situées de part et d'autre de chacun des plateaux. Ces têtes sont des électro-aimants qui se baissent et se soulèvent pour pouvoir lire l'information ou l'écrire. Les têtes ne sont qu'à quelques microns de la surface, séparées par une couche d'air provoquée par la rotation des disques qui crée un vent. De plus ces têtes sont mobiles latéralement afin de pouvoir balayer l'ensemble de la surface du disque. Les têtes sont liées entre elles et seulement une seule tête peut lire ou écrire à un moment donné. On parle donc de cylindre pour désigner l'ensemble des données stockées verticalement sur la totalité des disques.

4.1.2 Organisation du disque dur



Lors de son fonctionnement le disque tourne à une vitesse constante sous la tête de lecture. Sur chaque plateau se trouvent les pistes, zones circulaires sur lesquelles sont enregistrées les séquences de bits codant les informations stockées. Chaque piste est divisée en secteurs. Les secteurs ont le plus fréquemment des capacités de stockage de 512 ou 1 024 octets.

Les têtes de lecture/écriture sont portées par des bras qui se déplacent radialement de l'intérieur vers l'extérieur et inversement. Un disque magnétique est généralement constitué

de plusieurs plateaux ayant tous le même nombre de pistes. On appelle cylindre l'ensemble des pistes situées à la même distance de l'axe de rotation du disque.

Exemple 1 :

Soit un disque dur magnétique possédant les caractéristiques suivantes :

- 4 plateaux (8 faces);
- 50 000 pistes par face, 72 secteurs par piste, 512 octets par secteurs;

La capacité totale du disque est de :

$$8 \times 50000 \times 72 \times 512 = 14.745.600.000 \text{ octet, environ } 14 \text{ Go,}$$

Disque dur mécanique, une technologie vieillissante

Bien que les disque dure mécanique ne sont pas cher ils souffrent des disfonctionnement dûs en grande partie à son fonctionnement mécanique, à leurs vitesse faible (lecture / écriture), consommation électrique importante, le bruit qu'ils provoquent, ainsi leur fiabilité réduite (en particulier les chocs provoquant ce qu'on appelle le *crash disque*)

4.1.3 Disque dur SSD

Les disques SSD représentent un remplaçant pour les disques mécaniques par une mémoire flash. **Les disques SSD sont Rapides** (temps d'accès < 1ms contre 12ms disque classique), Windows démarre environ 2 fois plus vite sur un disque SSD avec une faible consommation **d'énergie**, totalement **silencieux**. **Ils sont Plus fiable**, car il n'a aucune partie mécanique (l'électronique s'utilise beaucoup moins que la mécanique). Cependant ils ont des limites **liés à la nature de toutes les mémoires flashes, comme le coût élevé: 10 fois plus cher** qu'un disque dur mécanique. Et la limite en vie des cellules de mémoire flash (nombre écriture /lecture) plusieurs types de cellules. Les cellules ne retiennent pas les données indéfiniment, elles ont tendance à s'effacer d'elles mêmes au bout d'une dizaine d'années.

4.2 Le stockage amovible

Un ordinateur peut être affecté par un ensemble de problèmes:

- fluctuations (Variations successives) : de la tension d'alimentation entraînant des pertes de données ;
- Ecrasement ou suppression d'un fichier par erreur ;
- Formatage accidentel d'un disque contenant des données ;
- Dysfonctionnement du disque dur entraînant la perte de données ;
- Problème environnemental (inondation, foudre, feu, vol, etc.) : programme malveillant ou vandalisme.

On a plus le besoin de transférer les données d'un ordinateur à l'autre, et la remise de données (Rapports, multimédia, ...etc) sous format électronique. Le stockage sur support amovible peut être une solution alternative.

Le stockage temporaire et l'échange de données entre plusieurs ordinateurs utilisent plusieurs autres types de mémoires de masse :

- Disquettes
- Disques durs amovibles (externes),
- CD/DVD

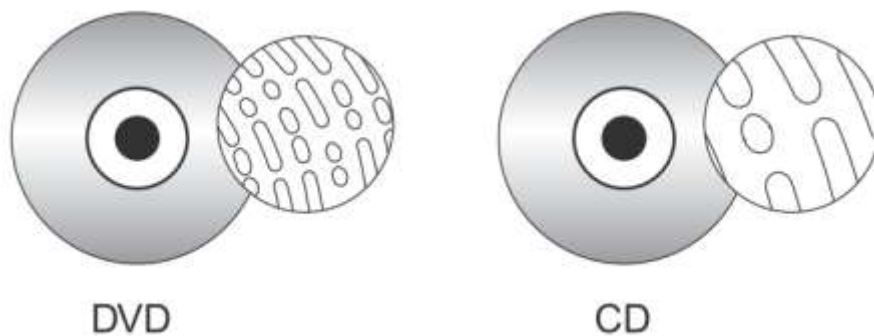
- mémoires flash (très utilisées).
- ...

Ces périphériques offrent un espace de stockage supplémentaire.

4.2.1 Le stockage optique (CD/DVD)

Les standards technologiques optiques sont classés en trois catégories :

- CD (CD-ROM, CD-R, CD-RW) → 700 Mo-80 min
- DVD (DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-RW, DVD-R, DVD-R DL, DVD+RW, DVD+RVD+RDL); → 4.7 Go
- des formats DVD haute capacité, dont HD-DVD (15--32 Go) et Blu-ray Disc (BD →25-50 Go).



Stockage des données sur CD-ROM(Compact Disk Read-Only Memory)

Les données d'un CD sont inscrites sur une piste en spirale, partant du centre vers l'extérieur du disque. La spirale compte 22188 tours pour une distance de près de 5 km.

La piste est une succession de creux (pits) et de plats (lands). Chaque creux a une profondeur de $0,12 \mu\text{m}$ et une largeur de $0,6 \mu\text{m}$.

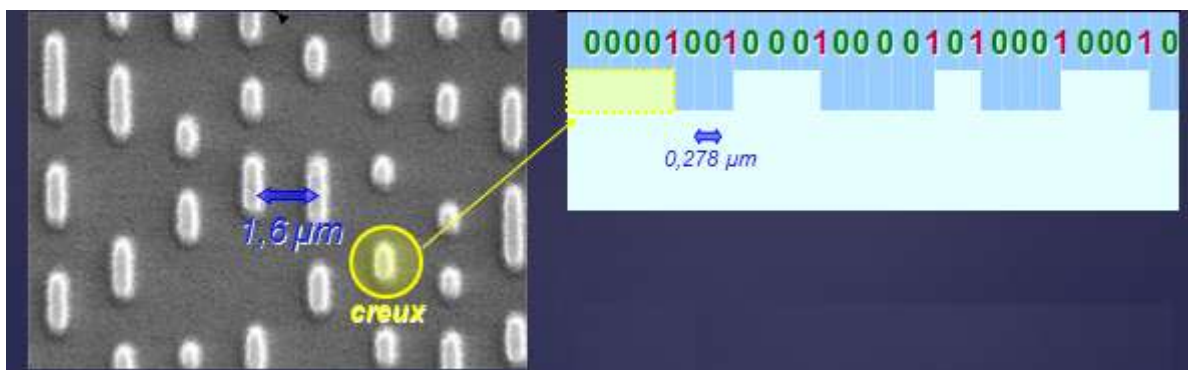


Figure : Piste dans un CD

La taille d'un bit sur le CD est normalisée, sa taille est de $0,278 \mu\text{m}$. Les deux états possibles (1 ou 0) correspondent :

- Le 1 correspond à une transition entre un creux et un plat.
- Le 0 correspond à une zone sans discontinuité, soit dans un creux, soit sur un plat.

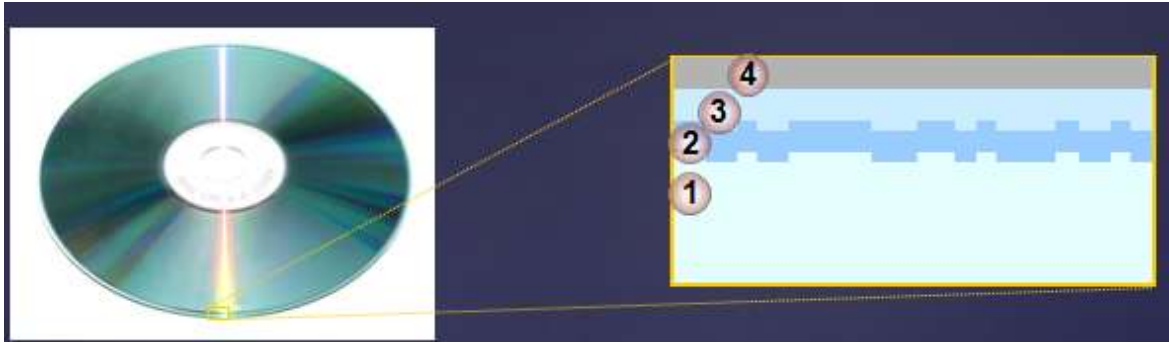


Figure : Composition de disque

Le disque est composé de quatre couches :

- (1).une couche en polymère servant de support aux informations imprimées
- (2).une couche de laque acrylique anti-UV créant un film protecteur pour les données
- (3).une fine pellicule métallique (alu, or ou argent) constituant la couche réfléchissante
- (4).un substrat en matière plastique (polycarbonate) pourvu de bosses obtenues par pressage

5 Carte graphique (carte vidéo)

Carte graphique ou accélérateur graphique est un composant électronique chargé de convertir les données numériques à afficher en données graphiques exploitables par un périphérique d'affichage.

- ✓ envoi de pixels graphique à un écran,
- ✓ manipulations graphiques simples :
 - déplacement des blocs (curseur de la souris par exemple) ;
 - tracé de lignes ;
 - tracé de polygones ;
 - Etc.
- ✓ calcul de scènes graphiques complexes en 3D
- Deux types de cartes
 - ✓ IGP : intégrée directement à la carte-mère (pont-nord) moins couteux mais performances limitées.
 - ✓ **Dédiée** : une carte additionnelle dispose sa propre mémoire, elle est plus puissante.



Les principaux composants d'une carte vidéo :

- **GPU** (Graphical Processing Unit) : Un processeur graphique chargé de traiter les images en fonction de la résolution et de la profondeur de codage. Il est parfois surmonté d'un radiateur et d'un ventilateur.
- **Mémoire vidéo** : chargée de conserver les images traitées par le GPU avant l'affichage.
- **RAMDAC** (random access memory digital-analog converter) permet de convertir les images numériques stockées en signaux analogiques à envoyer au moniteur.
- **BIOS Vidéo** : contient les paramètres de la carte graphique et les modes supportés.

Interfaces et connecteurs des cartes graphiques :

Interface : type de bus utilisé pour connecter la carte graphique à la carte mère. Bus AGP et PCI Express = meilleures performances que le bus AGP.

Connecteurs

- **VGA** (ou **SUB-D15** = 3 séries de 5 broches)
- **DVI** (Digital Video Interface) : Envoie aux écrans des données numériques afin d'éviter la conversions vers /de l'analogique.
- **S-Vidéo** : De plus en plus de cartes sont équipée d'une prise S-Video pour afficher sur télévision (appelée aussi prise télé : notée « TV-out »).
- **HDMI** (High-Definition Multimedia Interface) rassemble sur un même connecteur à la fois les signaux vidéo et audio. Extension de DVI, remplace (Péritel, S-Video)

