

Chapitre 7 :

Différents types de mémoire

I. Introduction:

Dans ce chapitre on va voir les différents types de mémoires utilisés dans les ordinateurs. Une **mémoire** est un dispositif capable **d'enregistrer** des informations, de **conserver** ces informations aussi longtemps que nécessaire ou que possible, et de les **restituer** à la demande. Il existe deux types de mémoire dans un système informatique :

- La **mémoire centrale** qui est très rapide, physiquement peu encombrante mais coûteuse, c'est la mémoire de travail de l'ordinateur,
- La **mémoire de masse** ou mémoire auxiliaire, qui est plus lente, assez encombrante physiquement, mais meilleur marché, c'est la mémoire de « sauvegarde » des informations.

Nous nous intéressons maintenant au fonctionnement des mémoires vives (ou volatiles), qui ne conservent leur contenu que lorsqu'elles sont sous tension.

II. Caractéristiques des mémoires

Il est possible de déterminer certains critères communs, caractérisant les mémoires. On distingue ainsi :

- **L'adresse** : c'est la valeur numérique désignant un élément physique de mémoire.
- **La capacité** ou la **taille** d'une mémoire : elle correspond au nombre d'informations qu'elle peut contenir. On peut exprimer cette valeur en fonction du nombre de bits, d'octet ou de mots. Ainsi on rencontrera des mémoires de 640 Ko, de 450Mo, de 1.2 Go,...

Par exemple, une mémoire centrale de 512 Kmots de 16 bits équivaut à :

$$512 \times 1024 \text{ mots} = 512 \times 1024 \times 2 \text{ octets} = 512 \times 1024 \times 2 \times 8 \text{ bits.}$$

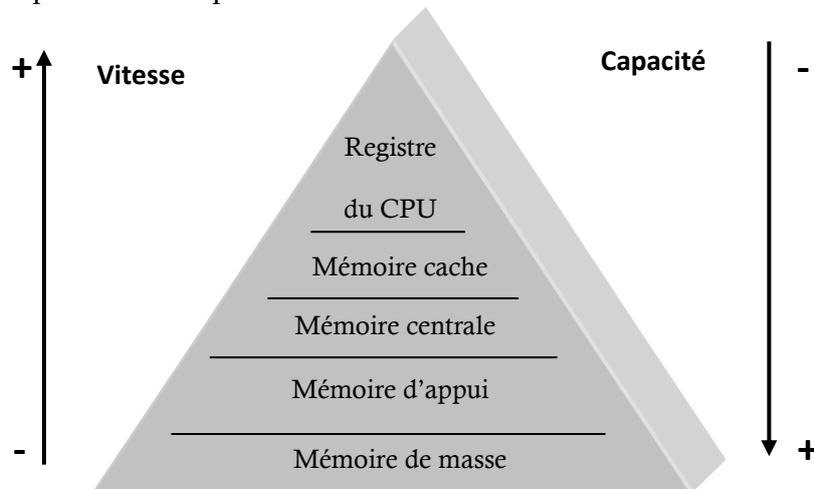
- **Le temps d'accès** : C'est le temps nécessaire pour accéder en mémoire à l'information. Ainsi, l'accès est très rapide (mesuré en nanoseconde (ns) ou milliardième de seconde soit 10^{-9} s), alors qu'une mémoire auxiliaire sur support magnétique telle qu'une disquette ou un disque dur aura en comparaison un temps d'accès très important (mesuré en millisecondes (ms) soit 10^{-3})
- **La volatilité** : elle caractérise la permanence des informations dans une mémoire, c.à.d le laps de temps pendant lequel la mémoire est capable de retenir des informations de manière fiable. Une mémoire dite volatile perd son contenu lorsque l'on coupe le courant, celle-ci a donc besoin d'un apport constant d'énergie électrique pour conserver ses informations. Par exemple la mémoire de travail de l'ordinateur.

Au contraire, une mémoire sur disquette magnétique sera dite non volatile, car l'information, une fois enregistrée, sera conservée même si l'on retire la disquette du lecteur, si elle n'est plus alimentée en courant électrique.

- **Le cycle mémoire** : c'est le temps minimal s'écoulant entre deux accès successifs à la mémoire. Il est plus long que le temps d'accès, car le bon fonctionnement de la mémoire nécessite quelques opérations de maintien, de stabilisation des signaux dans les circuits, de synchronisation, ...
- **Le prix de revient** de l'information mémorisée. En règle générale, les mémoires électroniques ont un coût de stockage au bit relativement élevé ce qui explique leur faible capacité, alors que les mémoires magnétiques (bandes, disquettes, disques durs...) sont proportionnellement moins onéreuses.
- **L'encombrement physique**. Il est intéressant d'avoir des systèmes informatiques, et donc des mémoires, occupant le volume physique le plus petit possible.

III. Hierarchisation de la mémoire :

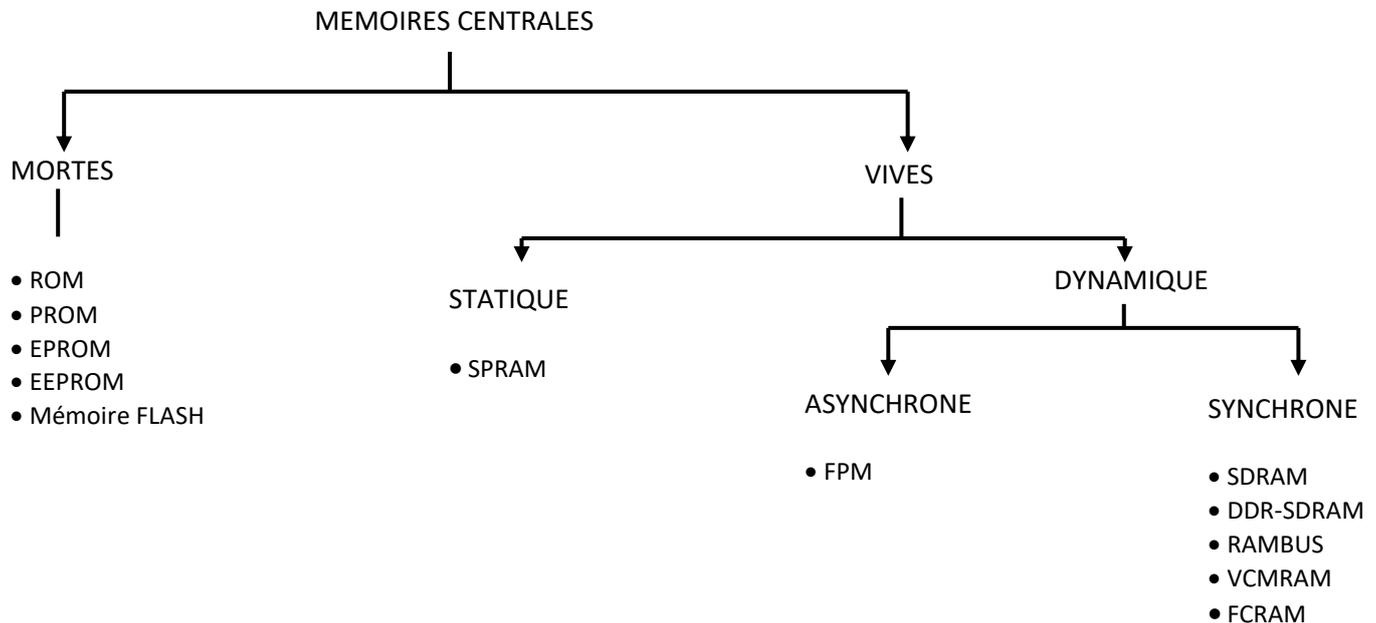
Les différents éléments de la mémoire d'un ordinateur sont ordonnés en fonction des critères : temps d'accès, capacité et coût par bit.



- **Les registres** sont les éléments de mémoire les plus rapides. Ils sont situés au niveau du processeur et servent au stockage des opérandes et des résultats intermédiaires.
- **La mémoire cache** est une mémoire rapide de faible capacité destinée à accélérer l'accès à la mémoire centrale en stockant les données les plus utilisées.
- **La mémoire d'appui** sert de mémoire intermédiaire entre la mémoire centrale et les mémoires de masse. Elle joue le même rôle que la mémoire cache.
- **La mémoire de masse** est une mémoire périphérique de grande capacité utilisée pour le stockage permanent ou la sauvegarde des informations. Elle utilise pour cela des supports magnétiques (disque dur) ou optiques (CDROM, DVDROM).
- **La mémoire centrale** est l'organe principal de rangement des informations utilisées par le CPU. Pour exécuter un programme, il faut le charger (instructions + données) en mémoire centrale. Cette mémoire est une mémoire à semi-conducteur, mais son temps d'accès est beaucoup plus grand que celui des registres et du cache. Elle se présente comme un ensemble de "cases", appelées cellules mémoires, destinées à stocker l'information. Selon le type de mémoire, ces cellules seront capables de stocker un bit, un quartet, un octet ou plus.

IV. La famille des mémoires centrales :

Avant d'aborder en détail les différents types de mémoires, voici un schéma récapitulatif qui résume la situation :



1. Les mémoires vives (RAM):

Une mémoire vive sert au stockage temporaire de données. Elle doit avoir un temps de lecture et écriture très court pour ne pas ralentir le microprocesseur.

Les mémoires vives sont en général volatiles : elles perdent leurs informations en cas de coupure d'alimentation. Certaines d'entre elles, ayant une faible consommation, peuvent être rendues non volatiles par l'adjonction d'une batterie.

Il existe deux grandes familles de mémoires RAM (**Random Acces Memory** : mémoire à accès aléatoire)

- Les RAMstatiques
- Les RAMdynamiques

a. Les RAMstatiques

Le bit mémoire d'une RAM statique (**SRAM**) est composé d'une bascule. Chaque bascule contient entre 4 et 6 transistors. Les **SRAM** permettent des temps d'accès court à l'information.

b. Les RAMdynamiques

Dans les RAM dynamiques (**DRAM**), chaque bit est réalisé à partir d'un transistor relié à un petit condensateur. L'état chargé ou déchargé du condensateur permet de distinguer deux états (bit 0 ou bit1).

⇒ En général les mémoires dynamiques, qui offrent une plus grande densité d'information et un coût par bit plus faible, sont utilisées pour la mémoire centrale, alors que les mémoires statiques, plus rapides, sont utilisées lorsque le facteur vitesse est critique, notamment pour des mémoires de petite taille comme les caches et les registres.

2. Les mémoires mortes(ROM)

Pour certaines applications, il est nécessaire de pouvoir conserver des informations de façon permanente même lorsque l'alimentation électrique est interrompue. On utilise alors des mémoires mortes ou mémoires à lecture seule (**ROM : Read Only Memory**). Ces mémoires sont non volatiles. Ces mémoires, contrairement aux **RAM**, ne peuvent être que lues. L'inscription en mémoire des données reste possible mais est appelée programmation. Suivant le type de ROM, la méthode de programmation changera.

IL existe plusieurs types de ROM:

- ROM
- PROM
- EPROM
- EEPROM
- FLASHEPROM.

a. ROM

ROM est un circuit intégré dont le contenu est déterminé une fois pour toute au moment de la fabrication. Le coût relativement élevé de leur fabrication impose une fabrication en grandes séries, ce qui complique la mise à jour de leur contenu. Au départ, ces mémoires étaient utilisées pour stocker les parties bas-niveau du système d'exploitation de l'ordinateur (BIOS du PC par exemple).

b. PROM (ProgrammableROM)

Alors que la mémoire ROM est enregistrée de manière irréversible lors de sa fabrication, la mémoire PROM est configurée par l'utilisateur en utilisant un programmeur de PROM, utilisé pour enregistrer son contenu. Le circuit PROM ne peut plus être modifié par la suite.

c. EPROM (ErasablePROM)

Les mémoires EPROM sont des PROM reconfigurables : il est possible de les effacer pour les reprogrammer. L'effacement se produit en exposant le boîtier à un rayonnement ultraviolet (UV).

d. EEPROM (Electrically Erasable PROM)

Même principe qu'une EPROM, mais l'effacement se fait à l'aide de signaux électriques, ce qui est plus rapide et pratique.

e. FLASH EPROM (Flash disque et carte mémoire)

Les mémoires FLASH sont similaires aux mémoires EEPROM, mais l'effacement peut se faire par sélectivement par blocs et ne nécessite pas le démontage du circuit. La Flash EPROM a connu un essor très important ces dernières années avec le boom de la téléphonie portable et des appareils multimédia (PDA, appareil photo numérique, lecteur MP3, etc...).