Mémoire (informatique)

Pour les articles homonymes, voir mémoire.

En informatique, la **mémoire** est un dispositif



Mémoire vive pour ordinateur VAX 8600 (1986).

électronique qui sert à stocker des informations.

La mémoire est un composant essentiel, présent dans tous les ordinateurs, ainsi que les consoles de jeux, les GPS et de nombreux appareils.

Les mémoires sont vendues sous forme de pièces détachées de matériel informatique, ou de composants électroniques. Les différences entre les pièces sont la forme, l'usage qui en est fait, la technologie utilisée, la capacité de stockage et le rapport entre le coût et la capacité.

La technologie la plus courante utilise des semiconducteurs électroniques numériques parfois associés avec des composants mécaniques. Les usages les plus courants sont la mémoire vive et la mémoire de masse.

1 Caractéristiques

- Une **mémoire vive** (*RAM* de l'anglais *Random Access Memory*) désigne une mémoire où chaque information stockée peut à tout moment être consultée, ou modifiée (voir adressage mémoire). La *mémoire centrale* des ordinateurs est la plupart du temps une mémoire vive volatile.
- Par opposition, une **mémoire morte** (*ROM*, de l'anglais *Read Only Memory*) est une mémoire où les informations ne peuvent pas être modifiées. Les mémoires mortes sont utilisées par exemple pour stocker définitivement des logiciels enfouis.
- Une mémoire volatile est une mémoire où les informations sont perdues lors de la mise hors tension de l'appareil. Par opposition, **une mémoire rémanente** ou non volatile est une mémoire où les informations sont conservées même après la mise hors tension de l'appareil. Les mémoires rémanentes sont utilisées pour les téléphones portables, les autoradios, les GPS, ou les appareils photo numériques.
- Une **mémoire flash** est une mémoire rémanente dont le contenu peut être intégralement effacé en une seule opération. Les premières mémoires de ce type pouvaient être effacées par une exposition à l'ultraviolet.
- Dans la plupart des mémoires, les informations sont classées par adresses, à l'exception des mémoires adressable par contenu. Celles-ci sont utilisées notamment pour créer des tableaux associatifs.

La *mémoire virtuelle* est un mécanisme qui permet de simuler la présence d'un type de mémoire en utilisant un autre type. Il est utilisé par exemple pour simuler la présence de mémoire vive en utilisant de la mémoire de masse.

2 Utilisation

Pour des raisons économiques, les mémoires sont en général divisées en plusieurs familles traitées, la plupart du temps, différemment par le système d'exploitation[1]. Par ordre de coût croissant, on peut distinguer :

- Une mémoire de masse ou mémoire de stockage sert à stocker à long terme des grandes quantités d'informations. Les technologies les plus courantes des mémoires de masse sont électromécaniques, elles visent à obtenir une capacité de stockage élevée à faible coût et ont généralement une vitesse inférieure aux autres mémoires ;
- La mémoire vive est l'espace principal de stockage du microprocesseur, mais dont le contenu disparaît lors de la mise hors tension de l'ordinateur ;
- Une mémoire cache sert à conserver un court instant des informations fréquemment consultées. Les technologies des mémoires caches visent à accélérer la vitesse des opérations de consultation. Elles ont une très grande vitesse, et un coût élevé pour une faible capacité de stockage ;

- La registre de processeur est intégrée au processeur. Ce type de mémoire est très rapide mais aussi très cher et est donc réservé à une très faible quantité de données.

2.1 Rémanence

Une mémoire est dite rémanente quand l'extinction temporaire du système n'en détruit pas le contenu, comme dans le cas des téléphones portables ou des autoradios. Cette mémoire n'est pas toujours gérée comme un système de fichiers et est parfois intégrée dans le même espace logique que la mémoire vive. Ainsi, certains systèmes d'exploitation tel que VAX-11/VMS ou OpenVMS proposent un adressage virtuel, appelé VMS, dans lequel les disques durs apparaissaient comme de la mémoire vive.

La mémoire morte fournit des données invariables. Anciennement, les mémoires mortes contenait des programmes complets « prêt à l'emploi »[2] pour un démarrage éclair. Avec l'évolution rapide des techniques, seul un système minimaliste tout juste suffisant au démarrage, le BIOS puis le UEFI, a été maintenu.

2.2 Cas particulier

Un ordinateur parallèle est équipé de plusieurs unités de calcul. Selon sa construction, il peut être équipé d'une seule unité de mémoire utilisée de manière commune par toutes les unités de calcul, c'est la mémoire partagée, ou chaque unité de calcul est équipée de sa propre unité de mémoire, cette configuration est dite à mémoire distribuée[3].

3 Histoire

Au cours de l'histoire, diverses technologies de mémoire ont vu le jour. L'amélioration des technologies a produit des mémoires toujours plus petites, moins coûteuses, consommant moins d'énergie, avec une capacité toujours plus grande, et une vitesse plus élevée.

- L'usage de la mémoire dans les ordinateurs a été introduit par le concept de l'architecture de John von Neumann, en 1944.

- Les premiers disques durs ont été construits en 1956. Le disque DEC RP07 construit en 1970 pesait 180 kg. Un disque dur des années 2000 pèse moins de 1 kg, tout en ayant une capacité de stockage supérieure[4].

Les mémoires à tores de ferrite sont des mémoires vives non volatiles utilisées dans les années 1960 à 1970. Ces composants sont faits d'un réseau de fils de cuivre dans lequel sont entremêlés des anneaux en céramique ferromagnétique. Les mémoires utilisant cette technologie sont volumineuses. Cette technologie a été remplacée par des semiconducteurs et des circuits intégrés.

Les premières générations de mémoires vives consommaient beaucoup d'électricité. L'utilisation de la technologie CMOS a permis des composants beaucoup moins gourmands. Ces composants associés à une minuscule pile ont permis la construction de mémoires rémanentes, utilisées par exemple dans les cartes à puce.

La diminution du nombre d'électrons nécessaires au stockage d'un bit accroît la vitesse de la mémoire. La recherche vise des technologies qui n'utiliseraient qu'un seul électron (ou quelques-uns) à la place de près d'un demi-million nécessaire aujourd'hui au stockage d'un bit, et combineraient la grande miniaturisation et la vitesse des mémoires dynamiques actuelles, avec la rémanence des mémoires mortes.

4 Matériel informatique



Barrettes de mémoire

En 2015, les ordinateurs sont équipés de plusieurs types de mémoires, utilisées alternativement, pour des raisons de vitesse et de coût : le processeur utilise en priorité la mémoire cache, puis la mémoire vive, et la mémoire de masse.

On peut trouver les mémoires sous différentes formes :

- Circuits intégrés. La plupart des mémoires électroniques sont sous forme de circuits intégrés, ou sont directement intégrées dans les circuits intégrés des processeurs ou contrôleurs (par exemple : assemblage en *stacked die*[5]).

- Barrettes RAM. Les barrettes de mémoire sont des circuits imprimés normalisés, des formats tels SIMM ou DIMM sont largement utilisés dans les ordinateurs. Il s'agit généralement de mémoires volatiles rapides mais de relativement faible capacité.

- Les disques durs sont des mémoires de masse composées de disques en métal enfermés dans un boîtier blindé. Les informations sont conservées sur les surfaces magnétiques des disques. C'est un type de mémoire de masse de grande capacité encore largement utilisé en 2009 dans nos ordinateurs. Des supports novateurs voient le jour (supports flash de grande capacité, dits *Solid State Drive*, ou supports holographiques).

- Similaires aux disques durs, les disquettes sont des mémoires de masse composées d'un disque souple à surfaces magnétiques protégé par un étui en matière plastique. Les disquettes étaient largement utilisées jusque dans les années 1990.

- L'utilisation de bandes magnétiques comme mémoire de masse de grande capacité est pratiquée depuis 1950. DAT, DLT ou LTO sont des formats de bandes magnétiques. Celles-ci ne peuvent être lues que dans un ordre donné et sont couramment utilisées pour effectuer des copies de secours des disques durs.

- Le disque compact et le DVD sont des supports optiques de stockage. Ce sont des disques équipés d'une surface réfléchissante. Les informations sont conservées sous forme de *taches* microscopiques et lues par la réflexion d'un faisceau laser. Les premiers disques compacts ont été construits en 1980 et les premiers DVD en 1995. Contrairement aux disques durs, les modifications des informations stockées sur ces supports sont restreintes voire impossibles (*mémoires mortes*), ils sont alors utilisés essentiellement pour le stockage à long terme des données informatiques.

- Une clé USB est un boîtier équipé d'une mémoire flash, d'un composant électronique et d'une prise conforme à la norme USB. Les premières clés USB ont été construites au début des années 2000. Les clés USB peuvent être utilisées au même titre que les disquettes magnétiques comme support de transfert de données, de stockage à long terme, voire de mémoire de masse.

- Les techniques de stockage mécaniques, par exemple par rubans perforés ont été largement utilisés dans les débuts de l'informatique, puis abandonnés au profit de supports plus pratiques et plus rapides.

5 Technologies

5.1 Mécanique

Hormis le boulier, qui est une forme primaire de stockage d'information numérique, les rubans et cartes perforées ont été historiquement les premiers supports informatiques. Ils ont été utilisés depuis le XIXe siècle jusque dans les années 1980.

5.2 Électromécanique

Les systèmes électromécaniques à base de relais ont été parmi les premiers systèmes fiables destinés à mémoriser des informations.

5.2.1 Support magnétique

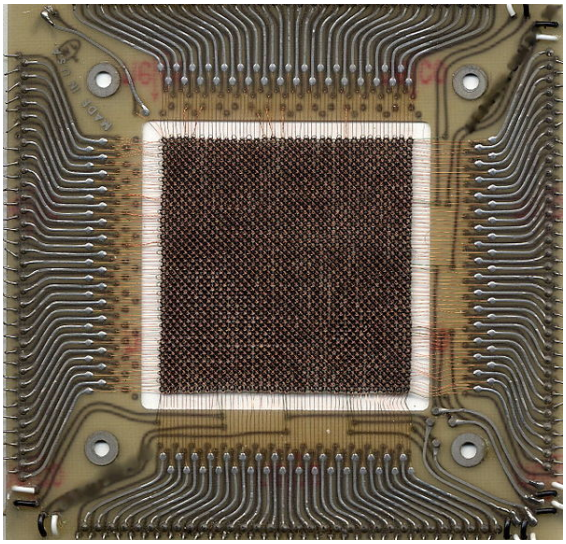
De nombreux systèmes de stockage d'information utilisent des supports magnétiques : disque dur, disquette, bande magnétique, etc. mais du fait de la baisse du prix des systèmes électroniques (Clé USB, disque SSD, etc.), et de la généralisation des systemes optiques, les support magnétiques ont tendance a disparaitre. Il faut noter la brêve existence des mémoires à bulles qui, après avoir suscité de grands espoirs, n'a été que brièvement commercialisée.

5.2.2 Support optique

Les supports utilisant des lasers sont de plus en plus répandus : CD-ROM, DVD.

5.3 Tore magnétique

Article détaillé : Mémoire à tores magnétiques.
La technique du tore magnétique utilisait la capacité d'un



Carte mémoire à tores magnétiques du début des années 1960.

tore de ferrite à conserver une information magnétique binaire. Associé à une gestion électronique, les ordinateurs des années 1960-1970, avaient accès à un système mémoire performant (pour l'époque), quoique quelque

peu encombrant par rapport à celui de la mémoire dynamique. Il présente par contre un énorme avantage : conserver ces informations pendant plusieurs années sans aucune alimentation électrique.

La photo ci-contre représente la tranche d'un byte (64×64×1). Les mémoires avaient la forme d'un bloc de 20 cm de côté, comportant de 19 à 25 tranches pour former environ 4 K-mots de 19 à 25 bits[6],[7]. Chaque tore était traversé par trois fils :

- 2 fils pour l'adressage (1 par ligne et 1 par colonne)
- 1 fil par bloc pour la commande (lecture ou écriture).

La fabrication des blocs de tore étant entièrement manuelle le coût est devenu trop élevé lorsque la fabrication des mémoires électroniques a pu être automatisée.

5.4 Support électronique

5.4.1 Condensateur

Les condensateurs ont comme première propriété de stocker l'énergie électrique. Ils ont été très tôt utilisés comme mémoire, mais leurs faibles performances les ont cantonnés longtemps à des rôles subalternes de filtrage[réf. nécessaire].

Depuis les progrès de la micro-électronique, c'est la capacité de microscopiques condensateurs organisés en trames, agencés et gérés au sein de puces électroniques qui sert de mémoire numérique rapide pour les ordinateurs modernes. Ces circuits intégrés spécialisés se nomment mémoire dynamique ou DRAM. Le gros défaut est dû à la taille des condensateurs qui sont tellement minuscules que l'information ne peut être conservée intacte que quelques fractions de seconde, ce qui necssite en permanence de rafraîchir les informations, qui nécessite des circuits annexes.

5.4.2 Circuit logique à bascule

Les circuits logiques (bascule) permettent de fabriquer des mémoires. Les mémoires ainsi réalisées peuvent être classées en deux familles : les SRAM et les ROM :

- les SRAM ou (Static Random Access Memory) : Elles sont réputées très rapides, mais ne peuvent pas être suffisamment intégrées pour rivaliser avec les mémoires dynamiques à condensateurs ;
- les technologies utilisées, pour les « mémoires flash » et autres appellations de mémoire de poche, ont permis de dépasser allègrement les performances des anciennes SRAM au prix de quelques concessions à la vitesse de transfert ;
- les ROM ou (Read Only Memory) ont l'avantage de ne pas être volatiles : on y entre des données et elles restent intactes en absence d'alimentation. Par contre, elles sont lentes d'accès et la modification des données n'est pour certains modèles pas possible.

5.4.3 Antifuse

La technologie antifuse est utilisée pour les mémoires dites OTP (One Time Programmable), telles les PROM. Chaque case mémoire est constituée d'un fusible éventuellement grillé lors de la programmation, par l'application d'une tension adéquate. Ces mémoires ont un certain nombre d'avantages par rapport à des mémoires plus volatiles, comme leur robustesse en milieu agressif (ex. spatial)[8].

5.5 Holographie

Article détaillé : Mémoire holographique.

6 Notes et références

[1] Le livre *Les systèmes d'exploitation des ordinateurs* (Bloch Laurent, 2003) distingue quatre catégories de cout et de performances croissantes décroissant[pas clair] : Registres du processeur, Mémoire cache, Mémoire usage général, Mémoire de stockage.

[2] L'Amstrad CPC était équipé d'une ROM de 11 kb sur les 64 kb adressables, contenant le langage Amstrad Basic 1.1.

[3] (en) Chengzhong Xu - Francis C. M. Lau, *Load balancing in parallel computers : theory and practice*, Springer - 1997,(ISBN 9780792398196)

[4] « Scribd - Disque durs ».

[5] (en) Electronic products - Stacked memory approach bolsters flat-panel displays

[6] « Mémoire à tores fabriquée par Control Data pour un Cyber 6000 »

[7] « Les mémoires à tores »

[8] « Technologie des FPGA », sur *free.fr*

- Portail de l'informatique
- Portail de l'électricité et de l'électronique

7 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

7.1 Texte

- **Mémoire (informatique)** *Source :* https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9moire_(informatique)?oldid=120477332 *Contributeurs :* Youssefsan, Ryo, Hemmer, Dirac, Stefp, HasharBot, Serged, Jarillon, Pulsar, Haypo, Fafnir, Sanao, Marc Mongenet, MedBot, Francois Trazzi, Phe-bot, Domsau2, Ralf, W'rkncacnter, ~Pyb, Vincnet, Koko90, Ellywa, Poil, Sherbrooke, Gédé, Epommate, Gede, Elg, Chobot, Stéphane33, Stanlekub, Romanc19s, David Berardan, Muy, Gzen92, MagnetiK, Lt-wiki-bot~frwiki, MMBot, Mi Ga, Crouchineki, MagnetiK-BoT, Grecha, Silex6, Freewol, Pautard, Zeebeedee, MetalGearLiquid, Malta, NicoV, Nonomero, Thierry46, Pyosisified, JAnDbot, Ce`dric, Zedh, Jbw, Apultier, Wikig, Salebot, GabHor, Walpole, AlnoktaBOT, TXiKiBoT, VolkovBot, Nodulation, Chicobot, MonstroLinux, Ptbotgourou, Najimammeri, Kyro, Golfestro, OKBot, Mesrine, SniperMaské, Ir4ubot, Chatsam, Mro, Wolvie21, WikiCleanerBot, ZetudBot, Ggal, Luckas-bot, Micbot, Pic-Sou, Xqbot, Afnarel, Alex-F, Drongou, Coyote du 57, Kilith, HRoestBot, Ltrlg, Justinetto, MerlIwBot, Pano38, Cgsyannick, DiliBot, Addbot, YiFeiBot et Anonyme : 65

7.2 Images

- **Fichier:4mbramvax.jpg** *Source :* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/4mbramvax.jpg *Licence :* CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs :* Author personnal collection. *Artiste d'origine :* Poil 12 :38, 21 May 2005 (UTC)
- **Fichier:Crystal_mycomputer.png** *Source :* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Crystal_mycomputer.png *Licence :* LGPL *Contributeurs :* All Crystal icons were posted by the author as LGPL on kde-look *Artiste d'origine :* Everaldo Coelho (YellowIcon) ;
- **Fichier:Disambig_colour.svg** *Source :* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Disambig_colour.svg *Licence :* Public domain *Contributeurs :* Travail personnel *Artiste d'origine :* Bub's
- **Fichier:Kinds-of-RAM.JPG** *Source :* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/18/Kinds-of-RAM.JPG *Licence :* Public domain *Contributeurs :* Travail personnel *Artiste d'origine :* Gyga
- **Fichier:Magnetic_core_memory_card.jpg** *Source :* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Magnetic_core_memory_card.jpg *Licence :* CC BY-SA 3.0 *Contributeurs :* Travail personnel *Artiste d'origine :* Thierry46
- **Fichier:Nuvola_apps_ksim.png** *Source :* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8d/Nuvola_apps_ksim.png *Licence :* LGPL *Contributeurs :* http://icon-king.com *Artiste d'origine :* David Vignoni / ICON KING

7.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0