

Mémoire

Date de dernière mise à jour : 25/02/2014 à 12:02

Source : <http://www.vulgarisation-informatique.com/memoire.php>.

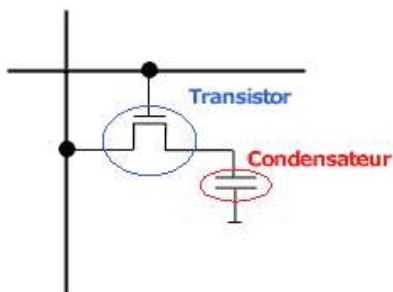
Distribution interdite sans accord écrit d'Anthony ROSSETTO (<http://www.vulgarisation-informatique.com/contact.php>)

A quoi sert la mémoire vive ?

La mémoire vive (aussi appelée RAM pour Random Access Memory - mémoire à accès aléatoire) permet de stocker les informations dont l'ordinateur a besoin rapidement et dont il se sert souvent. Lorsque vous ouvrez un programme, celui-ci est stocké dans la mémoire vive de votre PC, qui dispose d'un accès beaucoup plus rapide que le disque dur. Pourquoi ne pas avoir utilisé de la mémoire vive dans ce cas pour stocker les données ? C'est très simple : la mémoire vive est volatile. Une simple perte de courant et elle perd toutes ses informations ! De plus, son coût et son encombrement sont bien plus élevés que ceux d'un disque dur.

Fonctionnement de la mémoire vive (RAM)

La mémoire se présente sous forme de composants électroniques ayant la capacité de retenir des informations (les informations étant de type binaire, 0 ou 1). Chaque "bit" mémoire est composé d'un transistor (qui permet de lire ou d'écrire une valeur) accouplé à un condensateur (qui permet de retenir l'état binaire : 1 quand il est chargé et 0 quand il est déchargé). La mémoire est organisée sous forme de lignes et de colonnes. A chaque intersection correspond un bit de mémoire. Voici la représentation d'un bit :



Les condensateurs se déchargent (leur tension diminue), il est nécessaire de les recharger pour éviter les pertes d'informations. On appelle cela le rafraîchissement. Une barrette de mémoire est constituée de trois éléments principaux :

- La mémoire proprement dite (en réalité plusieurs tableaux de bits mémoire)
- Un buffer (zone de tampon) entre la mémoire et le bus de données
- Le bus de données (qui est relié à certains pins (contacts) de la barrette et est en relation avec la carte-mère)

Temps d'accès, de lecture et d'écriture (timings)

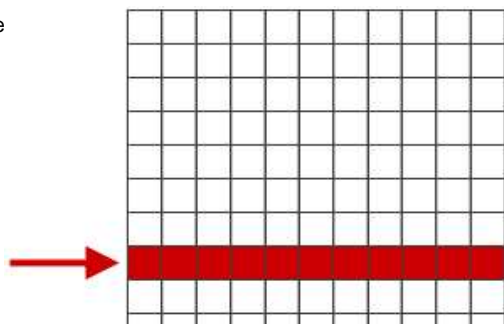
L'accès à un bit de mémoire se fait suivant plusieurs étapes, chacune de ces étapes nécessitant un certain temps (appelé **timing**). Il y a plusieurs étapes, donc plusieurs temps (timings). Nous allons détailler chacun de ces timings (dont la valeur est indiquée en cycles dans le BIOS, un cycle correspondant à l'inverse de la fréquence. Plus la fréquence est élevée, plus le temps diminue. La relation exacte est la suivante :

$T = 1/f$, où f représente la fréquence du bus.

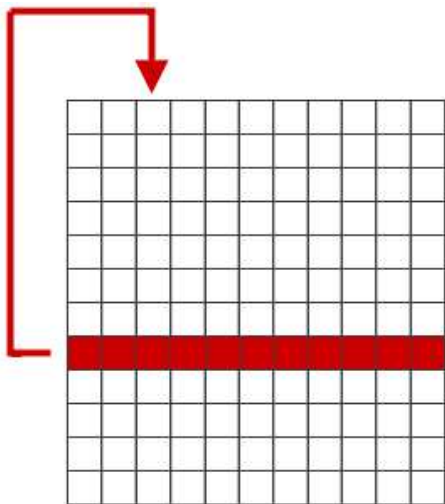
A 200 MHz, T est égal à 5 ns (nanosecondes).

-Le **RAS precharge Time** : c'est l'intervalle de temps nécessaire avant d'envoyer une autre commande RAS.

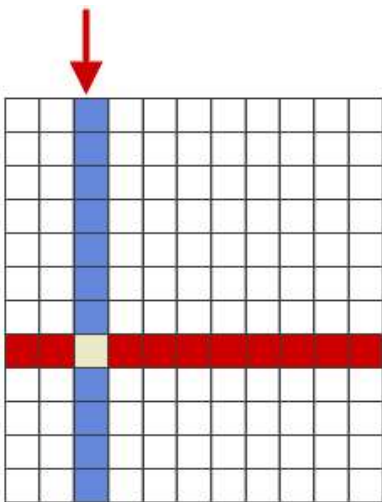
-Le



-Le passer du mode de sélection de lignes au mode de sélection de colonnes.



-Le sélectionner une colonne



Lorsqu'on parle de timings mémoire on communique souvent les timings dans l'ordre suivant (même si ce n'est pas indiqué) :

- CAS
- RAS to CAS
- RAS precharge
- RAS

Avoir des timings faibles permet de gagner en performances. Attention cependant à ne pas trop forcer, car vous risqueriez de vous retrouver avec un système instable. Dans tous les cas, avec des timings configurés de manière optimale, vous gagnerez environ 5% de performances par rapport à des timings laissés par défaut. Le jeu en vaut-il la chandelle ? à vous de voir ! La qualité de fabrication du circuit imprimé des barrettes entre en jeu (**PCB** pour Printed circuit board) mais aussi la qualité de fabrication des puces mémoires se trouvant sur le PCB (et généralement noires).

Types de mémoire

Mémoire vive

La mémoire vive (ou RAM pour **Random Access Memory**): cette mémoire perd ses données si elles ne sont pas rafraîchies régulièrement, on appelle ce type de mémoire de la mémoire **dynamique**.

Mémoire morte

La mémoire morte (ou ROM pour **Read Only Memory**) : cette mémoire ne perd pas ses données (sauf par des techniques de réécriture, comme le flashage pour les mémoires flash), même si elle n'est pas rafraîchie. On appelle les mémoires n'ayant pas besoin d'être rafraîchies pour conserver leurs informations des mémoires **statiques**. Elles sont composées de bascules électroniques et permettent de stocker plus d'informations à espace identique comparé aux mémoires dynamiques. Il en existe de différents types :

-ROM : on gravait les données binaires sur une plaque de silicium grâce à un masque. Il était impossible de reprogrammer cette mémoire. Ce genre de mémoire n'est plus utilisé aujourd'hui.

-PROM (**Programmable Read Only Memory**-) : Ces mémoires sont constituées de fusibles pouvant être grillés grâce à un appareil qui envoie une forte tension (12V) dans certains fusibles. Un fusible grillé correspond à un 0, et un fusible non grillé à un 1. Ces mémoires ne peuvent être programmées qu'une fois.

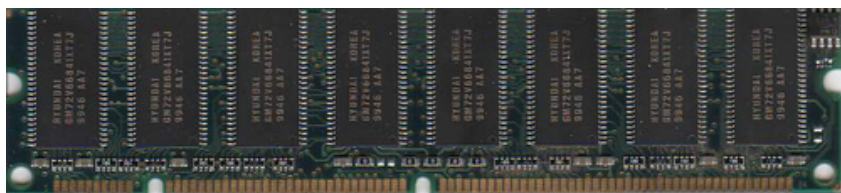
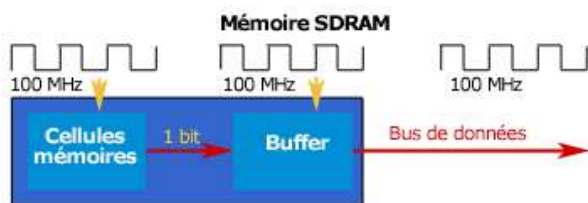
-EPROM (**Erasable Programmable Read Only Memory**-) : Même principe que l'EPROM, sauf que cette mémoire est effaçable. Lorsqu'on la met en présence de rayons ultra-violet d'une longueur d'onde précise, les fusibles sont reconstitués, et tous les bits reviennent à une valeur de 1. C'est pour cette raison que l'on qualifie ce type de PROM d'effaçable.

-EEPROM (**Electrically Erasable read Only Memory**-) : Ce sont aussi des PROM effaçables, par un courant électrique toutefois. Elles peuvent être effacées même lorsqu'elles sont en position dans l'ordinateur. Ces mémoires sont aussi appelées mémoires flash, et donc voilà pourquoi on appelle flashage l'opération qui consiste à flasher une mémoire EEPROM.

Fréquences et types de RAM

De nombreux types de mémoire se sont succédés, disposant de différents formats. Aujourd'hui, les barrettes sont toutes au format DIMM (Dual Inline Memory Module) : il n'est pas nécessaire de les appairer pour faire fonctionner le système.

Aujourd'hui, toutes les mémoires sont de type SDRAM. La SDRAM (**synchronous dynamic random access memory**) est apparue en 1997. Elle permet une lecture des données synchronisée avec le bus de la carte-mère, contrairement aux mémoires EDO et FPM qui étaient asynchrones. La SDRAM permet donc de supprimer les temps d'attente dus à la synchronisation avec la carte-mère et permet d'avoir des temps d'accès de moins de 10 nanosecondes. Ces barrettes contiennent les cellules stockant la mémoire, et un buffer (zone tampon) entre la mémoire proprement dite et les entrées/sorties :



Une barrette de mémoire SDRAM. Source : [Wikipedia](#)

La mémoire SDRAM n'a cessé d'évoluer et existe en différentes versions que nous allons retracer (en omettant les premières versions de la SDRAM, trop anciennes). Aujourd'hui, les PC récents sont dotés de DDR-3.

Calcul de la bande passante mémoire

La bande passante est la quantité de données qui peuvent être échangées par seconde, au maximum. Elle se calcule de la façon suivante : **Bande**

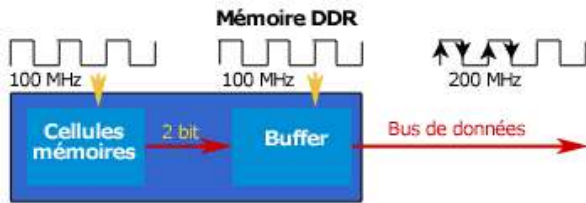
passante (Go/s) = (Fréquence de sortie (mHz) * Nombre de bits échangés) / 8000. (8 bits = 1 octet)

Fréquences

Les fréquences internes sont plus ou moins limitées. Des artifices ont alors été inventés pour améliorer la bande passante tout en conservant les fréquences internes qui se limitent pour l'heure à environ 300MHz.

DDR

La DDR (ou SDRAM DDR pour **Double Data Rate**) est apparue pour palier aux fréquences qui n'augmentaient plus. Variante de la première SDRAM mais comportant 186 broches, elle prend en compte les fronts montants et descendants du bus système afin de doubler la bande passante mémoire disponible. Voici la constitution principale d'une barrette mémoire de DDR :



Type de mémoire

Appellation commerciale

Fréquence mémoire

Fréquence d'entrées/sorties

Bande passante

DDR200

PC1600

100 MHz

100 MHz

1,6 Go/s

DDR266

PC2100

133 MHz

133 MHz

2,1 Go/s

DDR333

PC2700

166 MHz

166 MHz

2,7 Go/s

DDR400

PC3200

200 MHz

200 MHz

3,2 Go/s

DDR433

PC3500

217 MHz
217 MHz
3,5 Go/s

DDR466
PC3700
233 MHz
233 MHz
3,7 Go/s

DDR500
PC4000
250 MHz
250 MHz
4 Go/s

DDR533
PC4200
266 MHz
266 MHz
4,2 Go/s

DDR538
PC4300
269 MHz
269 MHz
4,3 Go/s

DDR550
PC4400
275 MHz
275 MHz
4,4 Go/s

DDR600
PC4800
300 MHz
300 MHz
4,8 Go/s



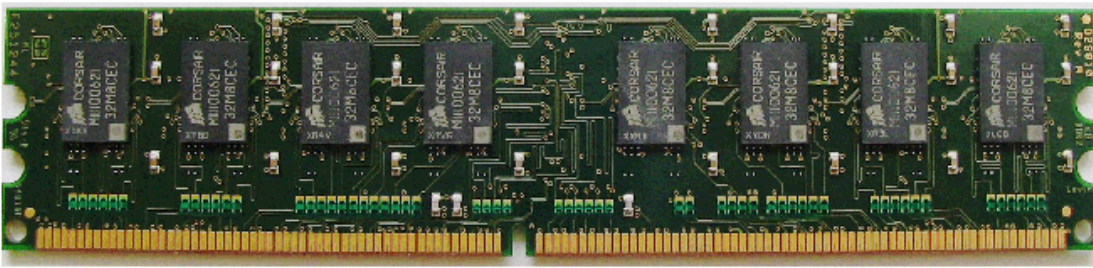
Une barrette de mémoire DDR.

DDR-2

La différence majeure entre la DDR et la DDR2 est, outre le nombre de broches qui passe à 240, que la fréquence du bus est double de celle du

groupe de cellules mémoires. A chaque fois que les cellules mémoire effectuent un cycle, on peut transférer quatre bits de données par cellule, au lieu de deux pour la DDR. à fréquence des cellules mémoires égale, la DDR2 a une bande passante deux fois plus élevée.

Bien que les fréquences aient été améliorées, les temps d'accès ont, eux, été augmentés, ce qui fait que les premières barrettes de DDR-2 étaient moins performantes que les meilleures barrettes de DDR. La DDR-2 consomme également moins d'énergie avec une tension revue à 1.8 volt.



Une barrette de mémoire DDR-2. Source : [Wikipedia](#)

Type de mémoire

Appellation commerciale

Fréquence mémoire

Fréquence d'entrées/sorties

Bande passante

DDR2-400

PC2-3200

100 MHz

200 MHz

3,2 Go/s

DDR2-533

PC2-4300

133 MHz

266 MHz

4,3 Go/s

DDR2-667

PC2-5300

166 MHz

333 MHz

5,3 Go/s

DDR2-675

PC2-5400

168 MHz

337 MHz

5,4 Go/s

DDR2-800

PC2-6400

200 MHz

400 MHz

6,4 Go/s

DDR2-1066

PC2-8500

266 MHz

533 MHz

8,5 Go/s

DDR2-1100

PC2-8800

280 MHz

560 MHz

8,8 Go/s

DDR2-1200

PC2-9600

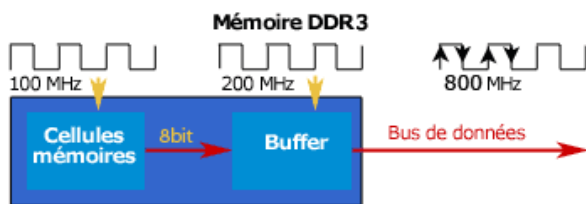
300 MHz

600 MHz

9,6 Go/s

DDR-3

Apparue en 2007, la DDR-3 va encore plus loin que la DDR-2 en transmettant non plus 4 mots par cycle mais 8, doublant les débits par rapport à la DDR-2. Les barrettes de DDR-3 comportent 240 broches et fonctionnent avec une tension encore amoindrie : 1.5 volt.



Type de mémoire

Appellation commerciale

Fréquence mémoire

Fréquence d'entrées/sorties

Bande passante

DDR3-800

PC3-6400

100 MHz

400 MHz

6,4 Go/s

DDR3-1066

PC3-8500

133 MHz

533 MHz

8,5 Go/s

DDR3-1333
PC3-10600
166 MHz
666 MHz
10,7 Go/s

DDR3-1600
PC3-12800
200 MHz
800 MHz
12,8 Go/s

DDR3-1800
PC3-14400
225 MHz
900 MHz
14,4 Go/s

DDR3-2000
PC3-16000
250 MHz
1000 MHz
16 Go/s

DDR3-2133
PC3-17000
266 MHz
1066 MHz
17 Go/s



Une barrette de mémoire DDR-3.

Fabrication d'une barrette mémoire

Le processus de fabrication d'une barrette mémoire est d'autant plus strict que la mémoire est à hautes performances. Voici une vidéo sympathique de la marque **CRUCIAL** qui permet de voir toutes les étapes de la fabrication d'une barrette mémoire hautes performances :

<iframe width="640" height="360" align="center" src="//www.youtube.com/embed/0iXlfb1WRE?feature=player_embedded" frameborder="0" allowfullscreen>

Source : <http://www.vulgarisation-informatique.com/memoire.php>.

Distribution interdite sans accord écrit d'Anthony ROSSETTO (<http://www.vulgarisation-informatique.com/contact.php>)