

Comment choisir la mémoire vive

Table des matières

Objectifs.....	2
Les principales caractéristiques de la mémoire vive.....	2
Type et facteur d'encombrement.....	2
Capacité.....	2
Fréquence, débit, vitesse et latence.....	4
Latence (<i>timings</i>).....	4
Standards du JEDEC et XMP.....	6
Canaux.....	6
ECC.....	6
Voltage.....	7
Éclairage au LED.....	7
Compatibilité.....	7
Et donc, comment choisit-on la mémoire vive?.....	7
Références.....	8



Objectifs

- Connaître les caractéristiques de la mémoire vive et leurs impacts sur la performance
- Être en mesure de choisir les bonnes caractéristiques de la RAM selon l'utilisation prévue et les autres composants

Les principales caractéristiques de la mémoire vive

Type et facteur d'encombrement

Le type d'une barrette de mémoire vive désigne la technologie de RAM utilisée par celle-ci, par exemple DDR4 ou DDR5. La mémoire DDR5 est cependant très récente et il faut donc s'assurer d'avoir un processeur et une carte mère compatibles avant de choisir une mémoire de ce type (À l'heure actuelle, les processeurs Intel Core de 12^e génération et la série 7000 des processeurs AMD Ryzen – dont la sortie est prévue pour septembre 2022 – sont les seuls processeurs « *mainstream* » à supporter la mémoire DDR5). Il n'y a par ailleurs aujourd'hui aucune raison de choisir une mémoire DDR3, sauf si on met à jour un vieux PC qui utilise ce type de mémoire.

Lors de l'achat d'une barrette de mémoire vive, il faut aussi porter attention à son facteur d'encombrement, et donc au connecteur utilisé : DIMM pour une tour ou SO-DIMM (parfois orthographié SODIMM) pour un portable. On trouve aussi des barrettes SO-DIMM dans certains appareils compacts d'autres types, tels que des mini-PC, des imprimantes, des routeurs, etc.

En principe, une mémoire d'une génération DDR plus récente devrait être plus performante qu'une mémoire d'une génération plus ancienne. Dans la réalité cependant, il semblerait qu'à l'heure actuelle ce ne soit pas toujours le cas¹, mais cela devrait changer dans l'avenir avec l'évolution de la technologie DDR5. La mémoire DDR5 est aussi plus chère présentement.

Capacité

La capacité de la mémoire vive est exprimée en Go (anciennement en Mo!) et représente la quantité maximale de données qui peuvent être présentes en mémoire vive à tout moment. La « règle du pouce » suivante peut nous guider dans le choix de la capacité de mémoire vive dont on a besoin :

- **4 Go** : Insuffisant pour la plupart des gens
 - Au repos, Windows 10 utilise environ 2,7 Go de RAM
 - Peut être suffisant pour un Chromebook ou autre machine peu puissante destinée uniquement à des tâches simples (ex : navigation Web, courriels)
- **8 Go** : Le strict minimum pour la plupart des gens

1 <https://www.windowcentral.com/ddr4-vs-ddr5#ddr5-real-world-performance-3>

- Bureautique, *gaming* (mais 16 Go est recommandé)
- **16 Go** : L'idéal pour la plupart des gens
 - Multitâches, bureautique, jeux vidéo récents
- **32 Go et plus** : Pour des utilisations spécialisées
 - Certaines tâches d'édition de photos et vidéos, surtout en 4K et plus
 - Certaines tâches de développement, surtout lorsqu'on doit exécuter plusieurs logiciels gourmands simultanément (ex : serveurs de développement)
 - Certaines applications en ingénierie et en sciences peuvent nécessiter beaucoup plus que 32 Go de RAM (voire 256 Go!)

Si on n'est pas certain de la quantité de mémoire vive dont on a besoin, le mieux est de se renseigner sur les logiciels qu'on prévoit utiliser. En faisant cela, il faut prendre en compte les applications qu'on aura besoin d'exécuter en simultané. Par exemple, un programmeur ou une programmeuse pourrait devoir utiliser en même temps un IDE, un serveur local de développement, un serveur de bases de données, un navigateur Web, un émulateur Android, une application pour écouter de la musique, etc. Il faut par ailleurs penser aux besoins du système d'exploitation! Bien entendu, il ne faut pas non plus oublier que le processeur a une limite de capacité de RAM supportée, et que la carte mère a un nombre fini de connecteurs disponibles pour la mémoire vive.

Dans le futur, les barrettes DDR5 pourront offrir des capacités maximales plus élevées, voire beaucoup plus élevées que les barrettes DDR4 actuelles, grâce à une augmentation de la densité de stockage avec ce standard.

Que se passe-t-il quand on n'a pas assez de RAM?

Lorsque les programmes en cours d'exécution sur notre appareil demandent plus de mémoire vive que l'ordinateur en possède, le système d'exploitation doit commencer à échanger des données entre la mémoire vive et le support de stockage. On appelle ce processus le *paging*, car ce sont des « pages » de mémoire qui sont ainsi échangées. Évidemment, puisque le support de stockage est infiniment plus lent que la mémoire vive, cela résulte en une perte de performance significative.

L'espace de stockage dédié au *paging* est appelé « mémoire virtuelle », ou « *swap space* ». Si l'ordinateur possède suffisamment de mémoire vive pour couvrir toutes les utilisations qu'on en fait, alors la mémoire virtuelle ne sera presque jamais utilisée et l'ordinateur sera donc plus rapide. Il ne sert cependant à rien d'avoir trop de mémoire vive : si on a 16 Go de RAM et qu'on ne dépasse jamais cette capacité, cela signifie qu'on n'utilise jamais la mémoire virtuelle, donc ajouter encore plus de RAM ne rendra pas l'ordinateur plus rapide.

Fréquence, débit, vitesse et latence

La fréquence de la mémoire vive s'exprime en MHz et correspond à sa vitesse d'horloge. La fréquence maximale pouvant être utilisée est cependant limitée par le CPU et la carte mère. Par ailleurs, si on mélange des barrettes de fréquences différentes, toutes les barrettes fonctionneront à la fréquence la plus basse utilisée.

Plus une génération de mémoire vive est récente, plus les fréquences possibles pour les barrettes de cette génération sont élevées. Par exemple, DDR5 permet des fréquences plus élevées que DDR4.

MHz ou MT/s?

Vous verrez parfois l'unité MT/s (Mégatransferts par seconde) apparaître dans les spécifications techniques d'un module de mémoire vive. Cette unité fait référence au débit de la mémoire vive. Le débit est toujours le double de la fréquence. Cela s'explique par la technologie DDR, qui signifie « *Double Data Rate* » : à chaque cycle d'horloge de la mémoire vive, deux transferts de données sont effectués.

Il arrive qu'une fiche de vente affiche une fréquence en MHz alors que le nombre indiqué correspond plutôt au débit, et devrait donc être exprimé en MT/s. Par exemple, lorsqu'une barrette de mémoire DDR4 annonce une fréquence de 2666 MHz, elle a en réalité une fréquence de 1333 MHz et un débit de 2666 MT/s.

Dans le nom d'un module de mémoire vive, on voit parfois le type de mémoire utilisée suivi d'un tiret et d'un nombre, par exemple *DDR4-2400*. Dans cet exemple, on a affaire à une mémoire DDR4 avec un débit de 2400 MT/s, et donc une fréquence de 1200 MHz.

Débit vs Vitesse

Les modules de mémoire DDR4 utilisent un bus de données de 8 octets pour le transfert de données. La vitesse maximale d'une mémoire DDR4 en Mo/s correspond donc à 8 fois son débit. Par exemple, une mémoire DDR4-2400 a une vitesse de 19 200 Mo/s. Dans la fiche de vente d'une telle mémoire, on trouvera parfois l'expression « *PC4-19200* », qui signifie donc « Mémoire DDR4 avec une vitesse de 19 200 Mo/s (le nombre est souvent arrondi vers le bas, par exemple pour une mémoire de 2933 MT/s on indiquera PC4-23400).

Latence (*timings*)

Si le débit de la mémoire vive donne une indication de la quantité de données qu'elle peut envoyer et recevoir chaque seconde, la latence, pour sa part, donne une indication du délai entre les opérations. Elle est indiquée par des *timings* qui sont exprimés par 4 valeurs qui correspondent à des nombres de cycles d'horloge. Voici un exemple de *timings* :

15 – 16 – 16 – 35

La première valeur (15) correspond à la *CAS Latency*. Il s'agit du nombre de cycles d'horloge avant que la RAM puisse commencer à répondre à une requête pour des données.

La deuxième valeur (16) indique le *Row Address to Column Address Delay (tRCD)*. Sachant que la RAM est organisée sous forme de matrice, il s'agit du délai entre l'accès à une ligne (*row*) de la mémoire et l'accès à la colonne (*column*) voulue.

La troisième valeur (16) constitue le *Row pre-charge time (tRP)*, soit le délai nécessaire pour désactiver l'accès à une ligne et activer ensuite l'accès à une autre ligne.

Finalement, la quatrième valeur (35) est le *Row Active Time (tRAS)*, qui représente le nombre maximum de cycles d'horloge pour lesquels une ligne doit demeurer active afin que les données soient lues ou écrites correctement.

La première valeur (*CAS Latency*) est la plus importante. C'est celle qu'on utilise pour calculer la latence réelle de la RAM, exprimée en nanosecondes. Puisque les *timings* sont exprimés en nombre de cycles d'horloge, il faut prendre en compte le débit en MT/s (ou la fréquence en MHz, qu'il faut alors multiplier par 2) pour effectuer ce calcul. La formule est la suivante :

$$\text{Latence} = (\text{CAS Latency} / \text{Débit}) * 2000$$

Par exemple, pour une mémoire DDR4-1866 avec un *CAS Latency* de 13 :

$$\text{Latence} = (13 / 1866) * 2000 = 13,93 \text{ nanosecondes}$$

La latence est une valeur qu'on cherche à minimiser. À débits égaux, des *timings* moins élevés sont donc préférables. À débits différents, il faut effectuer le calcul pour savoir quel module de mémoire a la latence la plus faible. La page Web suivante permet d'effectuer ce calcul automatiquement pour comparer jusqu'à 3 modules de mémoire à la fois : <https://notkyon.moe/ram-latency2.htm>

Ai-je besoin d'une mémoire plus rapide?

Pour la plupart des applications, le débit et les *timings* de la RAM ont un impact marginal sur la performance. Un impact plus visible est possible pour d'autres applications, par exemple :

- Les logiciels de compression (ex : 7-Zip)
- Certains jeux vidéo
- Certains aspects des logiciels de création multimédia

Pour savoir si on bénéficierait d'une mémoire plus rapide, le mieux est de faire des recherches sur les logiciels qu'on prévoit utiliser régulièrement. Par ailleurs, les impacts d'une mémoire plus rapide sont plus visibles si on utilise un GPU intégré au CPU (donc si on n'a pas de carte graphique dédiée, puisque la mémoire vive est alors utilisée comme mémoire vidéo). Cependant, il est souvent plus avantageux d'investir dans un meilleur CPU ou un meilleur GPU plutôt que dans une RAM plus rapide.

Standards du JEDEC et XMP

Une organisation appelée JEDEC fixe les standards concernant les débits possibles pour la mémoire vive selon son type, ainsi que les *timings* possibles pour chaque débit. Par exemple, à l'heure actuelle, aucune mémoire DDR4 ne peut avoir un débit supérieur à 3200 MT/s selon le JEDEC. On peut pourtant acheter de la mémoire DDR4 avec un débit jusqu'à 5333 MT/s! Comment cela est-il possible?

Toute combinaison de débit et de *timings* qui sortent des standards du JEDEC est, par définition, de l'*overclocking*. Lorsqu'on achète de la RAM dont les spécifications sortent des standards, celles-ci correspondent à un niveau d'*overclocking* approuvé par le fabricant. Par défaut, la fréquence d'opération de la RAM une fois installée sera plus basse que celle annoncée, en respect des standards. Par exemple, une RAM avec un débit annoncé de 5333 MT/s pourrait en fait avoir un débit de 3200 MT/s une fois installée, si on ne change pas les paramètres appropriés dans le BIOS. Pour corriger cela, il faut charger ce qu'on appelle un « profil XMP » (pour *Extreme Memory Profile*) à partir du BIOS. Cela aura pour effet de configurer la RAM aux débits et aux *timings* approuvés par le fabricant. Il faut cependant que la mémoire vive et la carte mère soient compatibles avec XMP (ou son équivalent appelé AMP pour les processeurs AMD, puisque XMP est une technologie d'Intel).

Canaux

La plupart des cartes mères actuelles supportent la mémoire multi-canaux (généralement *dual-channel* pour les cartes mères de PC). Ce support est généralement identifiable par des paires de connecteurs de même couleur sur la carte mère. Pour profiter de cet avantage, il faut placer 2 barrettes de RAM idéalement identiques dans la même paire de connecteurs. C'est pourquoi les barrettes sont souvent vendues en paires. Il y a donc un gain de performance à avoir 2 barrettes plutôt qu'une seule, même si la capacité totale est la même (par exemple : 2 barrettes de 8 Go seront plus performantes qu'une seule barrette de 16 Go si on les installe en *dual-channel*).

Il est à noter qu'avec la mémoire DDR5, chaque barrette offre deux canaux à elle seule. On bénéficie donc de l'avantage du *dual-channel*, même avec une seule barrette.

ECC

La mémoire à ECC (*Error Correcting Code*, soit « Code correcteur d'erreurs) stocke des données supplémentaires permettant de détecter lorsqu'un bit change de valeur inopinément. Le code correcteur permet également de corriger l'erreur. Une explication détaillée du principe de fonctionnement de cette technologie est disponible ici : <https://youtu.be/ldhQ0a9-oKs>

La mémoire à ECC coûte plus chère et est beaucoup plus fiable. Elle nécessite par ailleurs un processeur compatible. On trouve la mémoire à ECC principalement dans les serveurs.

Voltage

Le voltage fait partie des spécifications affichées lorsqu'on magasine de la RAM. Une RAM avec un voltage non standard peut causer des problèmes, il est donc toujours préférable de vérifier les voltages supportés par la carte mère. Cette caractéristique est surtout à considérer si on veut « overclocker » la RAM.

Éclairage au LED

Certaines barrettes de mémoire vive possèdent des lumières LED dont on peut parfois même personnaliser la couleur. Cela n'a bien entendu aucun impact sur la performance de la RAM, mais peut offrir un aspect esthétique intéressant si le boîtier de l'ordinateur a un panneau transparent.

Compatibilité

Bien que rares, des problèmes de compatibilité autres que ceux déjà mentionnés peuvent survenir. Les fabricants de cartes mères possèdent souvent une liste de mémoires compatibles (*QVL* pour *Qualified Vendors List*). Une mémoire non listée peut tout de même fonctionner, mais n'a pas été testée par le fabricant. Il ne faut pas non plus oublier que le processeur a des limites au niveau de la capacité et la fréquence de mémoire vive supportées, et que la carte mère a un nombre limité de connecteurs DIMM ou SO-DIMM.

Et donc, comment choisit-on la mémoire vive?

Pour choisir la mémoire vive, on doit suivre les étapes suivantes :

Étape 1 : Établir les besoins

- Déterminer la quantité de mémoire dont on a besoin;
- Identifier le type (probablement DDR4 ou DDR5) et le facteur d'encombrement (DIMM pour une tour et SO-DIMM pour un portable, sauf exceptions) nécessaires;
- Déterminer si une RAM plus rapide serait avantageuse pour nos besoins.

Étape 2 : Identifier les produits qui répondent aux besoins

On identifie les modules de mémoire disponibles avec les caractéristiques voulues, et on valide la compatibilité de ceux-ci avec les autres composants.

Étape 3 : Sélectionner un produit parmi ceux identifiés

Comme pour le processeur, on peut s'aider en consultant des avis d'experts et des comparatifs ou bancs d'essai au besoin. Comme toujours, on doit aussi prendre en compte son budget!

Références

- <https://www.tomshardware.com/reviews/memory-buying-guide,6347.html>
- <https://www.tomshardware.com/reviews/how-much-ram-memory,6092.html>
- <https://www.tomshardware.com/reviews/pc-memory-ram-frequency-timings,6328.html>
- <https://www.techsiting.com/mt-s-vs-mhz/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=kUFWalEf31w>
- <https://www.youtube.com/watch?v=mkpCvaBBo-c>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Yed-a9vqTYc>
- <https://www.youtube.com/watch?v=h-TWQ0rS-SI>
- https://www.youtube.com/watch?v=D_Yt4vSZKVK
- <https://www.crucial.com/support/articles-faq-memory/what-is-xmp>
- https://en.wikipedia.org/wiki/DDR4_SDRAM#JEDEC_standard_DDR4_module
- <https://www.intel.ca/content/www/ca/fr/gaming/extreme-memory-profile-xmp.html>
- https://www.reddit.com/r/buildapc/comments/8x79ob/what_does_xmp_mean_in_bios_setting/
- <https://evansblog.thebarrs.info/2019/04/ram-latency-vs-clock-speed.html>
- <https://itigic.com/what-is-qvl-of-motherboards-what-is-it-for/>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/SO-DIMM>
- <https://www.eatyourbytes.com/fr/debit-vitesse-latences-et-voltage-des-memoires-ram-ddr4/>
- <https://www.techreviewer.com/learn-about-tech/how-to-choose-ram/>
- <https://www.windowscentral.com/ddr4-vs-ddr5>