

RAM

Rôle de la mémoire

Le but de l'informatique est de traiter des données. Il faut pour cela pouvoir les ranger ainsi que les programmes qui les manipulent dans une mémoire ou plus exactement dans une variété de composants mémoire. Ceux-ci se caractérisent par leur vitesse, leur capacité, leur volatilité, leur prix et leurs dimensions physiques. On distingue :

1. la mémoire de masse, dont le rôle est d'être une zone de stockage permanent. Ce rôle est assuré par les disques (disques durs, SSD, CD-ROM ou DVD) ou encore par des bandes magnétiques. Les données y sont enregistrées par des procédés magnétiques, électroniques ou optiques, elles subsistent même quand ces équipements sont hors tension. Ce sont par contre des systèmes relativement lents.
2. la mémoire centrale dont le rôle est d'être une zone de travail et de stockage temporaire. Les programmes que l'on veut exécuter et les données que l'on veut traiter doivent d'abord être chargés en mémoire centrale pour y être à la disposition du processeur. La mémoire centrale est un organe passif qui reçoit des ordres de lecture/écriture du CPU.
 - Les ordres de lecture/écriture lui sont envoyés par le bus de commande (Control bus)
 - Les emplacements à lire ou écrire sont signifiés par le bus d'adressage (Address bus)
 - Les données transitent par le bus des données (Data Bus)

La RAM

La mémoire vive est généralement appelée RAM pour Random Access Memory ce qu'on traduit habituellement par "mémoire à accès aléatoire" car on peut arbitrairement accéder à n'importe laquelle de ses adresses. La traduction "mémoires à accès direct " est sans doute plus appropriée.

Ces mémoires ont été dénommées ainsi pour des raisons historiques. Les premières mémoires telles que les cartes perforées et les bandes magnétiques, étaient des mémoires à accès séquentiel car il fallait faire défiler une kyrielle de données avant d'atteindre celle qui est recherchée.

La RAM du PC contient l'ensemble des programmes en cours d'exécution ainsi que leurs données. Les performances de l'ordinateur dépendent donc de la quantité de mémoire disponible. Quand l'espace mémoire ne suffit plus, le système d'exploitation a recours à la mémoire virtuelle, il mobilise pour ce faire une partie du disque et y entrepose les données utilisées le moins souvent.

Types de mémoire vive : la SRAM et la DRAM

Qu'est-ce que la mémoire SRAM ?

Est une mémoire statique, c'est-à-dire qu'elle n'a pas besoin d'être rafraîchie pour se souvenir des données stockées.

Qu'est-ce que la mémoire DRAM ?

Le second type de mémoire vive que nous allons aborder est la mémoire DRAM. Cette dernière est une mémoire dynamique qui conserve chaque donnée dans une cellule de mémoire constituée d'un condensateur et d'un transistor. Ce condensateur est soit à la valeur 0 s'il est déchargé, soit à 1 s'il est chargé. Ainsi, vu qu'un condensateur se vide de son énergie au fil du temps, il doit régulièrement recevoir de l'énergie pour conserver les données. Si cela ne se fait pas, les données sont perdues.

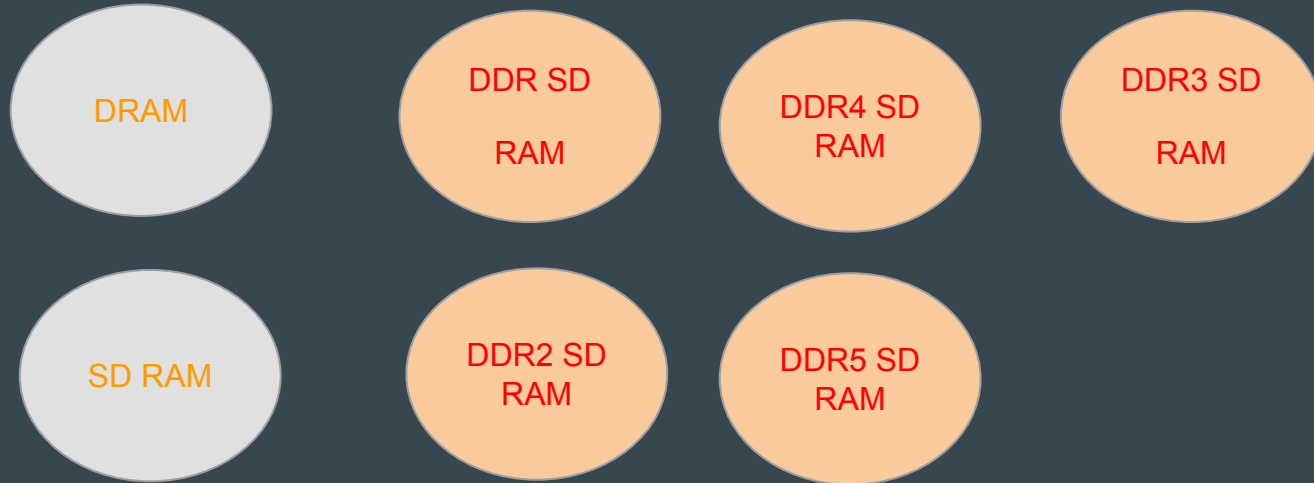
Il existe différents sous type de DRAM, à savoir la SDRAM, et la DDR-SDRAM

Types de mémoire vive : la SRAM et la DRAM

DRAM ou SRAM ?

Nous allons donc maintenant comparer les deux grands types de mémoire vive. Il faut savoir aujourd'hui que la mémoire vive la plus utilisée est la mémoire DRAM car son coût de fabrication est moins élevé que la mémoire SRAM tout en pouvant apporter de plus grandes capacités de mémoire. C'est pourquoi la DRAM est utilisée aujourd'hui pour la mémoire principale des ordinateurs. Cependant, la SRAM reste bien plus rapide que la DRAM et surtout n'a pas besoin d'être actualisée. A noter que la mémoire SRAM consomme bien souvent moins que la DRAM. Ces avantages font qu'elle est utilisée pour la mémoire cache des processeurs

Les types de barrettes mémoires DRAM



Principes de bases et définition de la DDR-SDRAM

La **DDR-SDRAM** est l'abréviation de ***Double Data Rate - Synchronous Dynamic Random Access Memory***.

Synchronous renvoi à la notion de transfert de données synchrone entre le processeur et la mémoire. En clair, les informations (bits) circulent sur un bus de communication à chaque top d'une horloge. La fréquence de ce top est la même pour le CPU, le chipset et donc la RAM. Ce synchronisme permet d'éviter les temps d'attente lors des transferts de données entre la mémoire et le CPU qui sont inévitables si chaque élément possède sa propre fréquence d'horloge (mode asynchrone). En gros, on peut dire que le processeur sait quand l'information dont il a besoin va arriver puisque la fréquence du transfert des données est régulière. En attendant la réponse, il peut demander ou générer une autre information.

Le mot **Dynamic** la différencie des mémoires statiques, comme la SRAM qui sont des mémoires très rapides, utilisées comme mémoire cache des microprocesseurs. Pour mieux comprendre, une puce de DRAM est constituée de millions de condensateur/transistors qui sont sensés garder la trace d'une information qu'ils ont reçue à chaque top (1 ou 0, plus précisément «courant» ou «pas courant»). Pour garder cette information, il faut que tous ces condensateurs/transistors soient «rafraîchis» très régulièrement. C'est à dire, il faut leur rappeler constamment l'information qu'ils doivent stocker sinon ils «l'oublient» très rapidement. Pour les mémoires statiques, il n'y a très peu de rafraîchissement, elle est donc beaucoup plus rapide mais elles oublient très vite l'information.

Double Data Rate est une technologie qui permet de doubler le transfert d'information (paquet de 64 bits) de la SDRAM à chaque top de l'horloge. L'Accès Aléatoire (**Random Access**) signifie en réalité que n'importe quelle partie de la mémoire est accessible.

Principes de bases et définition de la DDR-SDRAM

Une **mémoire vive** (RAM, *Random Access Memory*) se caractérise par le fait qu'elle oublie toutes les informations qu'elle a emmagasinées dès qu'elle n'est plus alimentée en courant électrique. A contrario, la mémoire morte (ROM, *Read Only Memory*) «imprime» les informations et les garde même si elle n'est plus traversée par du courant. Ce sont de petites quantités de mémoire que l'on retrouve notamment sur la carte mère pour garder les informations du BIOS (mini «système d'exploitation» de base d'un ordinateur).

Une **information** (un bit) «mémorisée» est le passage (le 1) ou le non passage (le 0) d'un courant électrique à travers un élément électronique (la mémoire) qui doit se souvenir s'il a été traversé ou non par du courant. L'émission d'une information par un processeur (0 ou 1) se fait à intervalles réguliers c'est à dire qu'elle est rythmée par une **horloge**. A chaque top de cette horloge, on a du courant ou pas de courant. Ce principe permet l'écriture de mots de plusieurs bits. Malgré toute la complexité d'un ordinateur, on s'aperçoit que le principe de fonctionnement est vraiment très simple, très binaire

La mémoire est contrôlé par le **Chipset** de la carte mère. Le Chipset est un «jeux de puces» qui va coordonner et transporter toutes les informations à travers le système. Il est généralement composé de deux puces : le NorthBridge et le SouthBridge. La mémoire est contrôlé par le NorthBridge. Les informations entre le NorthBridge et le processeur circulent sur un bus de communication, appelé bus mémoire. Le **bus système** ou **FSB** (*Front Side Bus*) qui inclut ce bus mémoire, est le canal de communication qui va transporter toutes les informations à travers tous les éléments de l'ordinateur. Il se caractérise par le nombre de bits qu'il transporte à chaque top d'une horloge et par la **fréquence** de ce top par seconde (MegaHertz). L'horloge est tout simplement un petit Quartz qui lorsqu'il est excité par un courant électrique se met à vibrer. A chaque vibration correspond un top d'horloge (ou impulsion). Cette horloge qui se trouve généralement sur la carte mère, rythmera le fonctionnement du processeur et du chipset.

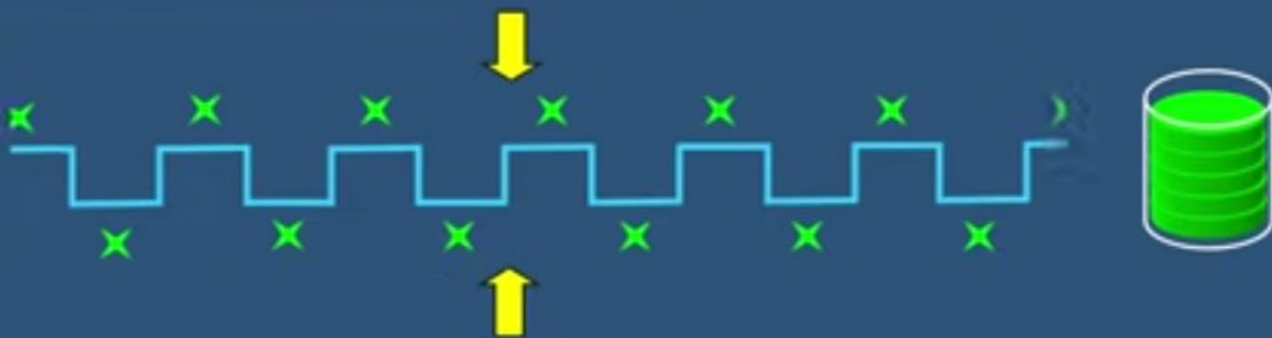
DDR - Double Data Rate

- Sends double the amount of data in each clock signal.

non DDR
(Single Data Rate)



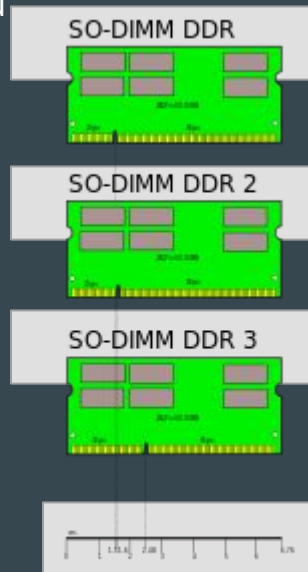
DDR
(Double Data Rate)



Les formats de barrettes mémoires DRAM

Il existe différents **formats** de mémoire vive :

- DIMM : les mémoires vives de format DIMM ont la particularité d'avoir des connecteurs de chaque côté, avec une capacité de 64 bits minimum et 168 connecteurs (on peut trouver 240 connecteurs). Il s'agit du format le plus courant. Taille du bus 8 bytes. (dans les années 90 fréquence maximale 133 Mhz)
- RIMM (Rambus inline memory modul): ces barrettes mémoire disposent de 184 connecteurs (pins). Taille du bus 2 bytes (dans les années 90 fréquence maximale 800 Mhz)
- SIMM : mémoires avec 30 ou 72 connecteurs et d'une capacité de 8 ou 32 bits. Ce format n'est plus utilisé depuis quelques années, on le retrouve uniquement sur les vieux ordinateurs.
- SO DIMM : format de mémoire vive pour les ordinateurs portables.



Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

Pour choisir sa mémoire vive, il conviendra de comparer un certain nombre d'éléments dont :

la capacité de stockage

le temps d'accès et de cycle

le débit

Le type et le format de la
mémoire

La qualité

la marque

Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

La fréquence

Les indications de type PC00000. Si vous remarquez une indication de type PC19200 ou encore PC27700, celle-ci est directement liée à la fréquence et une sorte de synonyme. Il suffit de diviser le nombre par 8 (8 bits = 1 octets pour rappel) pour connaître la fréquence d'une barrette. Par exemple :

- Une RAM de type PC19200 aura une fréquence de 2400 MHz
- Une RAM de type PC8500 aura une fréquence de 1066 MHz

Surtout, vérifiez la compatibilité entre les barrettes et la carte mère. Pour cela, regardez les fréquences supportées par cette dernière sur la « fiche technique »

La **fréquence** des barrettes est un paramètre : plus elle est importante, plus les performances seront en principe élevées. Veillez toutefois à ce que votre carte-mère supporte la mémoire sélectionnée. Les mémoires communiquent actuellement à des fréquences de l'ordre de 133, 166 ou 200 MHz. Ces nombres représentent la fréquence du FSB, le bus système. Les désignations des barrettes DDR font référence à la fréquence de la RAM qui vaut le double de la fréquence du FSB puisque pour les DDR il y a 2 transferts par cycle d'horloge. On parle donc de DDR266, DDR333 ou DDR400..

Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

La fréquence

En mode synchrone, prendre une barrette prévue pour des fréquences supérieures à celle du bus de la carte mère n'augmentera pas en théorie les performances de votre système. La DDR fonctionne à la fréquence du CPU. Par exemple, si le processeur fonctionne à 166 MHz et que vous avez une barrette de DDR PC3200 prévue pour une fréquence de 200 MHz (DDR 400), cette dernière fonctionnera à une cadence de 166 MHz (DDR 333) qui est la fréquence maximale d'une barrette PC2700.

| DDR-SDRAM | Fréquence max. de la DDR | Débit max. théorique en Mo/sec | Fréquence CPU <i>mode synchrone</i> |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|
| PC 1600 - DDR200* | 100 MHz | 1 600 | 100 MHz |
| PC 2100 - DDR266 | 133 MHz | 2 128 | 133 MHz |
| PC 2700 - DDR333 | 166 MHz | 2 656 | 166 MHz |
| PC 3200 - DDR400 | 200 MHz | 3 200 | 200 MHz |
| PC 3500 - DDR433 | 217 MHz | 3 472 | 217 MHz |
| PC 3700 - DDR466 | 233 MHz | 3 728 | 233 MHz |
| PC 4000 - DDR500 | 250 MHz | 4 000 | 250 MHz |

Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

La carte mère et le format physique

Avant d'acquérir une mémoire RAM, celle-ci doit être compatible avec la carte mère de l'ordinateur. En effet, il existe plusieurs mémoires vives (DDR2, DDR3, DDR4, etc.) et elles doivent être choisies en fonction de la carte mère. Par exemple, pour les cartes mères plus récentes, il est plus adapté de choisir des mémoires vives DDR3 ou DDR4.

Pour finir sur le choix du couple carte mère/DDR est souvent délicat, et il arrive que certaines marques ne soient pas compatibles entre elles ou ne s'auto-configurent pas correctement. Le mieux est de lire des avis d'utilisateurs, de revendeurs et les recommandations des constructeurs pour s'assurer d'une compatibilité parfaite et d'un fonctionnement optimal.

Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

La bande passante et la carte mère

Les échanges étant faits sur un bus de 64 bits, la bande passante se calcule en multipliant la fréquence de la RAM par 8 (64 bits = 8 octets). Ainsi l'appellation DDR400 est tout à fait équivalente à PC3200. Le "3200" fait référence à la bande passante alors que la valeur 400 faisait allusion à la fréquence.

| Fréquence FSB | Désignation qui fait référence à la fréquence de la RAM | Désignation qui se réfère à la bande passante |
|---------------|---|---|
| 133 MHz | DDR266 | PC2100 |
| 166 MHz | DDR333 | PC2700 |
| 200 MHz | DDR400 | PC3200 |
| ou | DDR2-400 | PC3200 |
| 266 MHz | DDR2-533 | PC4200 |

| Fréquence FSB | Désignation qui fait référence à la fréquence de la RAM | Désignation qui se réfère à la bande passante |
|---------------|---|---|
| 333 MHz | DDR2-667 | PC5300 |
| 400 MHz | DDR2-800 | PC640 |
| 166 MHz | DDR333 | PC2700 |
| 533 MHz | DDR3-1067 | PC8500 |
| 667 MHz | DDR3-1333 | PC10600 |

1. Assurez vous tout de même qu'elle soit compatible avec votre carte mère et que la barrette de DDR puisse fonctionner aux fréquences de 133 ou 166 MHz (DDR conforme aux normes **JEDEC Joint Electron Device Engineering Council**, organisme qui émet les recommandations pour la fabrication de la RAM). Ce choix a un intérêt si on projette de changer de carte-mère afin de mettre à jour sa configuration et profiter d'un FSB plus important.
2. Vérifiez la fréquence maximale de la RAM prise en charge par votre carte mère. Vous pouvez trouver cette information dans le manuel de la carte mère ou sur le site Web du fabricant.
3. vous pouvez sélectionner une RAM dont la fréquence correspond à la fréquence du FSB pour obtenir des performances optimales. Cependant, il est également possible d'utiliser une RAM avec une fréquence plus élevée que la fréquence du FSB. Dans ce cas, la RAM fonctionnera à sa fréquence maximale prise en charge ou à la fréquence du FSB, selon la valeur la plus basse.

Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

Le timing des RAM dynamiques

Le temps de latence fait référence au temps de réaction de la RAM aux tâches qui sont demandées à l'ordinateur. Plus le temps de latence ou le nombre de CAS est bas, plus les performances de la RAM sont élevées. La latence traite de la rapidité avec laquelle le module RAM peut accéder à son propre matériel, et dans ce cas précis, plus les chiffres sont bas, mieux c'est.

Les RAM actuelles sont caractérisées par la fréquence d'une part mais aussi par 4 nombres qui résument leur timing et que nous nommerons ici CL, TRCD, TRP et TRAS. Le premier de ces paramètres, CL (CAS Latency) est le plus important. Il est parfois directement inscrit sur les barrettes SDRAM à côté de la fréquence. L'indication DDR 133 CL3 signifie par exemple que la RAM est cadencée à 133 MHz, la durée d'un cycle est donc de $1/133 \text{ MHz} = 7,5 \text{ ns}$ et le « CAS Latency Time » est de 3 cycles (donc de $3 \times 7,5 \text{ ns} = 22,5 \text{ ns}$)



Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

Le "Dual channel"

Combien de barrettes prendre ?

Une astuce pour augmenter la bande passante consiste à commander les barrettes DDR de sorte à faire des accès simultanés sur deux barrettes.

Initialement cette technique avait pour but de transformer le bus qui relie le contrôleur mémoire aux barrettes d'une largeur 64 bits en un bus deux fois plus large (128 bits). Actuellement le double canal est configuré pour permettre des accès simultanés sur deux bus de 64 bits indépendants, que se partagent les cœurs du processeur.

L'utilisateur a le choix de monter les barrettes en mode simple ou double canal. Ces cartes mère qui offrent ce choix sont identifiables par les couleurs alternées des sockets mémoire.

La technologie "Dual Channel" permet de profiter d'un gain de rapidité d'environ 10% si vous prenez des barrettes par 2 (par exemple 2 x 4 Go / 2 x 8 Go / 2 x 16 Go etc). Vous pouvez également les prendre par 4 si la carte mère dispose d'assez d'emplacements.

Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

Le "Dual channel"

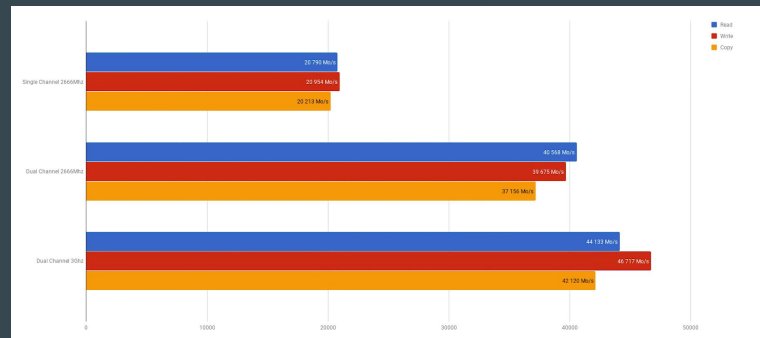
Pour connecter les barrettes de RAM à la carte mère, il faut les insérer dans les ports dédiés, certains arborant une même couleur. Il s'agit d'un moyen pour se repérer et exploiter le multicanal :

- Le Dual Channel (ou mode entrelacé) permet un doublement de la bande passante
- Le Tri Channel
- Le Quad Channel

Pas besoin de prendre forcément la même marque : elles doivent juste posséder les mêmes caractéristiques techniques !

Pour être gérées en mode "Dual Channel", les barrettes identiques (même capacité et même fréquence) doivent être montées dans des supports appariés.

Le canal triple (*triple channel*) a fait son apparition avec le processeur Core i7 900



Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

La qualité et la marque

Orientez le choix vers des barrettes de marque. Les barrettes génériques sont constituées de puces qui n'ont pas passé avec succès le tri sélectif destiné à la fabrication de barrettes de qualité. De ce tri, ressort trois catégories de puces. Les puces dites Grade A vont répondre aux exigences de qualité des grands constructeurs de barrettes de DDR. Les puces de deuxième catégorie vont équiper des barrettes d'entrée de gamme de certaines marques et certaines barrettes génériques. Celles-ci fonctionnent sans problème mais ne permettent pas des timings de latence faibles. Les autres puces équiperont la majorité des barrettes génériques. De plus, l'assemblage des barrettes dites NoName ne répond souvent qu'au critère de rentabilité excessive au détriment de la qualité

Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

Capacité

Plus un ordinateur a de mémoire plus il effectue les calculs rapidement :

- Les barrettes mémoires récentes et un peu plus anciennes peuvent aller de 256 Mo à 4 Go,
- La capacité standard actuelle est de 2 Go.
 - Si l'ordinateur dispose du dual ou triple channel permettant d'insérer plusieurs barrettes mémoires, il sera préférable de choisir deux barrettes de même capacité plutôt qu'une seule.
- La capacité maximum possible de la mémoire vive est déterminée par la carte mère : selon la carte mère il ne sera donc parfois pas possible de mettre plus de 1 ou 2 Go de mémoire vive

Critères de choix pour la mémoire vive d'un ordinateur

Le temps de latence et la fréquence

Fréquence / CL

| Performance Index | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | CL 12 | CL 13 | CL 14 | CL 15 | CL 16 | CL 17 |
| 2133 | 178 | 164 | 152 | 142 | 133 | 125 |
| 2400 | 200 | 185 | 171 | 160 | 150 | 141 |
| 2666 | 222 | 205 | 190 | 178 | 167 | 157 |
| 2800 | 233 | 215 | 200 | 187 | 175 | 165 |
| 3000 | 250 | 231 | 214 | 200 | 188 | 176 |
| 3200 | 267 | 246 | 229 | 213 | 200 | 188 |
| 3300 | 275 | 254 | 236 | 220 | 206 | 194 |
| 3333 | 278 | 256 | 238 | 222 | 208 | 196 |
| 3400 | 283 | 262 | 243 | 227 | 213 | 200 |