

# CHIPSETS

## Qui gère les informations qui circulent au sein de la carte mère ?

Quoi qu'on en dise, les processeurs manquent parfois de finesse ! Ils ne savent que calculer, encore calculer, toujours calculer, sans jamais s'arrêter. Seulement, pour faire tourner un PC correctement, calculer ne suffit pas. Il faut obligatoirement organiser les données et les diriger à bon port, une fois traitées. La communication entre les différents éléments du PC, voilà le rôle essentiel du chipset.

Cet élément primordial, soudé à la carte mère, est constitué de deux processeurs qui sont chargés d'accompagner le microprocesseur en **gérant le transfert des informations qui circulent au sein de la carte mère**. Le premier, appelé **Northbridge**, s'occupe des échanges entre le processeur, la carte graphique et la mémoire vive (ces fonctions sont assurées de +en + par le processeur lui-même). Le second, dénommé **Southbridge**, prend en charge les échanges de données avec le disque dur, les éventuelles cartes d'extension, le réseau et tous les ports de communication.

Le microprocesseur de l'ordinateur qui a de multiples tâches à effectuer tout au long d'une session de travail a aussi besoin d'être épaulé.

Le chipset va gérer les bus de l'ordinateur et les éléments vitaux qui s'y rattachent notamment :

- ⇒ Les liens entre le processeur,
- ⇒ la mémoire vive,
- ⇒ les mémoires auxiliaires,
- ⇒ les bus et les différentes cartes d'extension
- ⇒ ...

Mais comme tout évolue en informatique, depuis quelques années, le chipset comporte un ensemble d'interfaces que l'on devait, autrefois, se procurer sous forme de carte d'extension à insérer dans les slots :

- ⇒ l'interface USB,
- ⇒ l'interface FireWire (IEEE 1394),
- ⇒ une interface son,
- ⇒ une interface réseau,
- ⇒ une interface vidéo, etc.

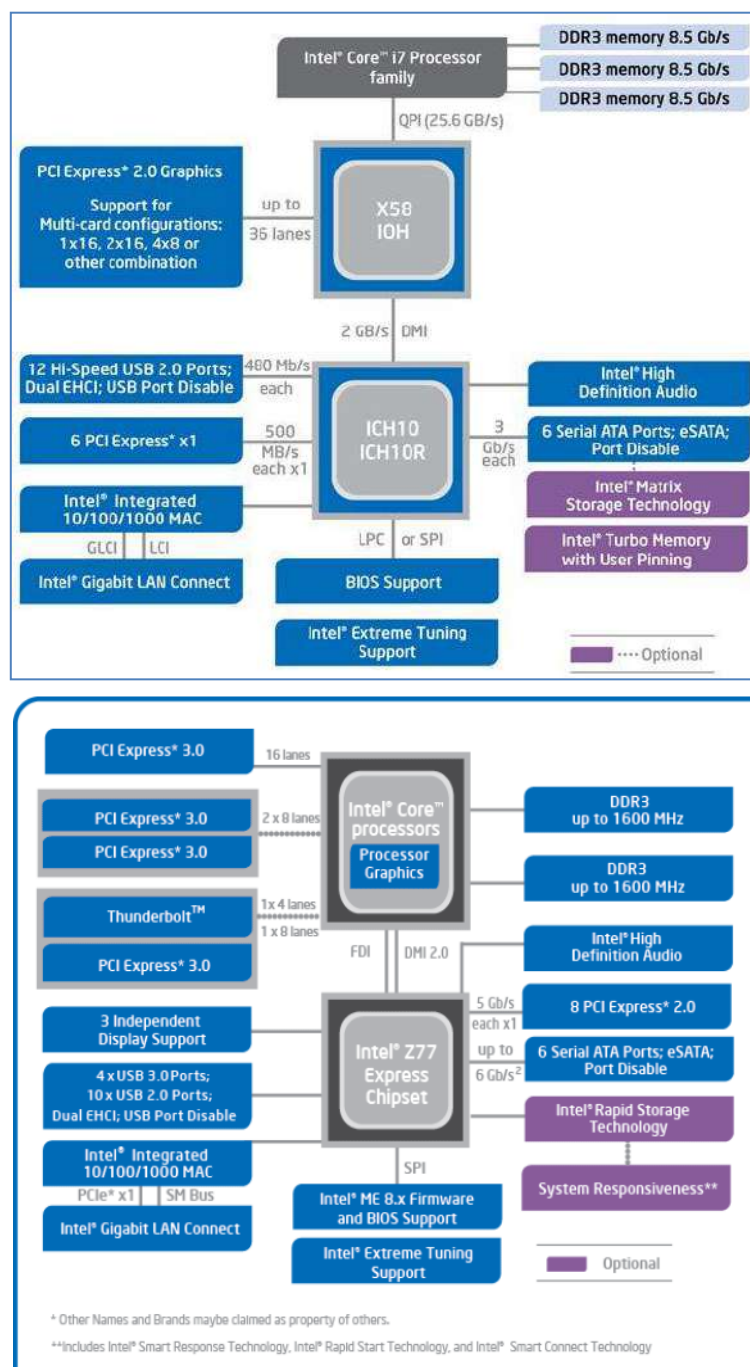
Tout comme le microprocesseur, le chipset joue un rôle important dans les performances de la carte mère. En fonction des caractéristiques du chipset, deux cartes mères de même processeur peuvent fonctionner différemment.

Autrefois les fabricants de cartes mères concevaient eux-mêmes leurs chipsets. Mais depuis quelque temps plusieurs sociétés se sont spécialisées dans la conception de chipsets (AMD, Intel, VIA, nVidia) pour les plus connues, (SIS, ALI) pour les plus anciens.

Voilà pourquoi le choix d'un chipset est de plus en plus important. D'une part, il conditionne la compatibilité de votre nouvel ordinateur avec les dernières innovations, comme une interface de disque dur plus rapide ou un type de mémoire plus véloce. D'autre part, lorsqu'on envisage de la remplacer, il faut changer toute la carte mère, une opération assez lourde. Autant donc, être sûr et le choisir avec soin.

Chaque famille de processeurs est liée à une famille de chipsets. Les chipsets pour processeur AMD **ne conviennent pas** pour les puces Intel et réciproquement.

Voici une vue d'ensemble de plateforme de jeu de puces du chipset Intel X58 et Z77.



Remarque :

- La plupart des chipsets actuels comportent deux puces importantes baptisées **Northbridge** et **Southbridge**.
- Le **Northbridge** est la partie du chipset qui s'occupe essentiellement de la gestion de la mémoire, il est relié à la mémoire centrale et au microprocesseur par le *Front Side Bus*. À la différence des plus anciens processeurs, les nouveaux disposent en effet d'un véritable northbridge intégré. **On retrouve, un contrôleur mémoire, un contrôleur PCI-Express et/ou un cœur graphique.**
- Le **Southbridge** est la partie du chipset qui s'occupe de la liaison avec les connecteurs d'extension (*slots*), avec lesquels il communique et qui comporte toutes les interfaces intégrées au chipset (contrôleur USB, contrôleur SATA etc.).
- Le **Northbridge** et le **Southbridge** sont reliés entre eux par un bus de données.

# LES MÉMOIRES

## Catégories

Deux catégories de Mémoires :

- **Les mémoires de masse ou mémoires auxiliaires** (pour stocker de façon permanente les programmes et les données de l'utilisateur). Ce sont généralement les disquettes, les disques durs, les CD/DVD, les bandes magnétiques, les cartes mémoire ...
- **Les mémoires de traitement** (utilisées durant le processus de traitement de données ou instructions) pour stocker :

Les programmes de base de la carte-mère et de certains périphériques ainsi que les informations concernant la configuration de l'ordinateur ou des périphériques (**ce sont les mémoires Flash et CMOS**);

Les programmes en cours d'utilisation par l'utilisateur ainsi que les données qu'ils traitent (**c'est la mémoire RAM**).

## Les types de mémoires de traitement

**La mémoire ROM (Read-Only Memory** = mémoire que l'on peut uniquement lire). Cette mémoire n'est, en principe, accessible qu'en lecture et donc on ne peut pas modifier le contenu. Elle n'est pas effacée lorsqu'on coupe le courant. On trouve ces genres de mémoires dans les ordinateurs : sur les cartes-mères (anciennement) et sur beaucoup de périphériques. Ces mémoires peuvent contenir les programmes de base indispensables au fonctionnement de l'ordinateur ou du périphérique et, parfois, les données de configuration de celui-ci.

## Les différentes technologies de ROM

Il existe plusieurs sortes de puces ROM en fonction de la technique :

- ⇒ **PROM (Programmable ROM)** : impossible de les effacer une fois qu'elles sont (re)programmées. Ce type de mémoire n'existe plus sur le marché.
- ⇒ **EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)** : effaçable et reprogrammable électriquement donc il faut un appareil spécial (lampe UV+ « programmeur d'EEPROM »).
- ⇒ **Flash EPROM (ou EAROM (Electrically Alterable ROM))** : il y a facilement moyen d'en effacer le contenu et de les reprogrammer grâce à un logiciel. Cela permet de rapidement et facilement les mettre à jour en cas de *bug* (= petite erreur) ou d'amélioration du programme qu'elles contiennent, ainsi que de les utiliser pour stocker les données de configuration.

Toutes les cartes-mères actuelles sont équipées d'une **Flash EPROM pour le stockage du BIOS** et autres programmes apparentés (le programme Setup, etc.). On en trouve également sur certains périphériques.

**Remarque** : Grâce à la simplicité de leur technique de (re)programmation, les mémoires Flash peuvent être utilisées comme des substituts aux disquettes ou disques durs (qui sont des mémoires de masse) : Il existe des disques durs **SSD**, des « **cartes de mémoire Flash** » (d'une taille et d'une épaisseur de quelques mm) ou des « bâtons de mémoire Flash » ou « **Clé USB** » (memory sticks), que l'on peut alors utiliser comme mémoire auxiliaire pour toutes sortes d'appareils électroniques.

## La mémoire RAM

**RAM** = **R**andom **A**ccess **M**emory. C'est de la mémoire dans laquelle on peut à la fois lire et écrire, mais qui s'efface lorsque le courant est coupé (c'est pour cela que l'on dit également qu'elle est volatile).

Dans un PC, **la RAM est utilisée pour le stockage des programmes (système d'exploitation et applications) et des données que l'utilisateur est en train d'employer.**

### Mais où trouve-t-on de la mémoire RAM dans un PC ?

On trouve de la RAM sur différents composants d'un PC :

- ⇒ Sur la carte-mère (le circuit de « mémoire vive » ou « mémoire utilisateur » ou « mémoire centrale » et le circuit de « mémoire-cache »),
- ⇒ Sur la carte vidéo (c'est la « mémoire vidéo »),
- ⇒ Sur le disque dur (« mémoire tampon »),
- ⇒ Sur certaines cartes réseau, etc.
- ⇒ Sur beaucoup de périphériques externes (imprimantes, graveurs...).

Remarque : grâce à la technologie **UMA (Unified Memory Architecture)**, il est possible de partager la mémoire de la carte-mère avec celle de la carte vidéo, ce qui permet de réduire les coûts de la machine, mais réduit les performances (il faut bien entendu un *chipset* prévu pour le système UMA). Cette technique est surtout utilisée dans les machines « grand public » bon marché de certains PC de marque (portable, netbook).

## Les différentes technologies de RAM :

### Les RAMs dynamiques

#### Généralité

Il faut comprendre que les différents types de puces de mémoire RAM dites « dynamiques » nécessitent une mise à jour périodique, le **rafraîchissement**, sans quoi elles finissent par « oublier » leur contenu. Mais cette mise à jour prend évidemment un certain temps, ce qui a pour conséquence que ces mémoires ne sont pas les plus rapides. Elles sont par contre moins chères que les autres types de RAM.

La **RAM dynamique (DRAM)** (ou DRAM classique, la technique la plus ancienne). Elle est la moins coûteuse, mais son principe de fonctionnement lui impose un temps d'accès (c.-à-d. le temps qu'il faut pour aller **lire** ou **écrire** un bloc de données). Il est de **80** ou **70** nanosecondes, ce qui convenait pour les machines équipées de processeurs lents (8088 aux 80486 les plus lents). On n'utilise donc plus du tout ce type de RAM depuis pas mal d'années, car elles ont une bande passante (= débit, taux de transfert) beaucoup trop faible.

La **DRAM FPM (Fast Page Mode)**. La première amélioration de la mémoire vive dynamique dont le temps d'accès peut descendre jusqu'à 60 ns, et qui convient donc pour des 486 rapides ou des Pentium lents. La mémoire **FPM** a une bande passante maximale de 176 MB/s (sur un bus à 66 MHz).

La **RAM EDO (Extended Data Output)** est beaucoup plus rapide que les deux types précédents. A temps d'accès identique, la **RAM EDO** a un taux de transfert supérieur de 3 à 5 %. En outre, les meilleures **RAM EDO** ont un temps d'accès de 45 ns (ce qui permet d'obtenir un taux de transfert maximal de 264 MB/sec sur un bus à 66 MHz). On les trouve sur des cartes-mères 486 ou supérieures (attention : leur chipset doit être prévu pour ce type de mémoire) ainsi que sur certaines cartes vidéo. Le problème de la mémoire **EDO** est qu'elle a du mal à supporter des fréquences de bus supérieures à 66 ou 75 MHz.

La **RAM BEDO (Burst EDO)**, version légèrement améliorée de l'EDO avec une bande passante légèrement supérieure. On l'utilisera sur des cartes-mères Pentium ou supérieures disposant d'un chipset prévu pour (il y en a très peu). Elle aussi supporte mal les bus supérieurs à 66 MHz.

La **SDRAM** (*Synchronous DRAM*) :

- ⇒ Elle est plus performante.
- ⇒ Elle fonctionne d'une façon tout à fait différente des types de RAM décrits ci-dessus.
- ⇒ Elle tente de synchroniser ses moments entrés/sorties avec celles du  $\mu p$  ce qui élimine au maximum les délais d'attente (*wait states*) suite à l'augmentation de la fréquence externe des microprocesseurs.
- ⇒ Les SDRAM les plus rapides ont un temps d'accès de 5 ns à 15 ns.
- ⇒ Avantage : elles sont capables de supporter des vitesses de bus supérieures à 66 ou 75 MHz (jusqu'à 150 MHz).
- ⇒ Mais **attention** : toutes les barrettes de SDRAM ne sont pas prévues pour les bus à 100 ou 133 MHz (ou 150 MHz).
- ⇒ Les barrettes pour le bus à 100 MHz comportent l'inscription « PC 100 ».
- ⇒ Les barrettes pour le bus à 133 MHz comportent l'inscription « PC 133 ».
- ⇒ Les barrettes les plus anciennes pour bus à 66 MHz ne comportant aucune inscription.
- ⇒ La bande passante maximale théorique des SDRAM PC 100 est de 800 MB/seconde et celle des SDRAM PC 133 est de 1,06 GB/seconde.

La mémoire SDRAM nécessite un *chipset* conçu pour (attention : certains anciens *chipsets* tel que le 430 VX d'Intel acceptent les mémoires SDRAM mais n'en tirent aucunement parti !)

La **DRDRAM** (*Direct Rambus DRAM*) :

- ⇒ Ce type de RAM supporte des vitesses de bus supérieures à 100 MHz.
- ⇒ En fait, ces mémoires sont, comme les processeurs actuels, équipées d'un circuit multiplicateur de fréquence, de façon que leur vitesse de fonctionnement interne soit plus élevée que leur fréquence de communication avec le bus.
- ⇒ Elles ont généralement une vitesse interne variant entre 266 MHz (les DRDRAM PC600 avec un débit de 1,06 GB/sec.), 400 MHz (les DRDRAM PC800 sur 4 canaux avec un débit max. de 4,24 GB/sec.).

Les fabricants de mémoire ont donc emboîté le pas aux fabricants de microprocesseurs qui multiplient de plus en plus la fréquence externe pour le fonctionnement interne de la puce.

Il faut bien entendu que la carte-mère soit prévue pour ce type de mémoire. Toutefois, sur une carte mère Pentium III dont le chipset est prévu pour la mémoire Rambus, il semblerait que le gain de performances réel par rapport à des mémoires SDRAM n'est pas énorme (au maximum 5 %) et ce gain n'est certainement pas justifié par leur prix plus élevé. Ceci s'explique par le fait que le bus externe de ces cartes-mères, cadencé à 133 MHz, ne permet de toute façon pas un débit supérieur à 1,06 GB. Tout cela a changé avec les cartes-mères de la huitième génération, pour le Pentium 4, dont le chipset permet d'utiliser simultanément deux canaux de mémoire Rambus, soit un débit de 3,2 GB/s et quatre canaux de mémoire Rambus, soit un débit de 6,4 GB/s (PC800) ce qui correspond exactement au débit du bus externe des cartes-mères (bus tournant à 800 MHz).

En fait, la mémoire Rambus n'est vraiment utile qu'avec les Pentium 4 (et les premiers *chipsets* pour P4 n'acceptent d'ailleurs que ce genre de mémoire).

*Récapitulatif :*

Puces	Barrettes	Fréquence réelle	Fréquence DRD	Bande passante
RDR	PC 800 (4 canaux)	400 Mhz	800 Mhz * 4	6.4 Go/s
RDR	PC 800 (2 canaux)	400 Mhz	800 Mhz * 2	3.2 Go/s
RDR	PC 700 (2 canaux)	356 Mhz	712 Mhz * 2	2.84 Go/s
RDR	PC 600 (2 canaux)	266 Mhz	532 Mhz * 2	2.12 Go/s
RDR	PC 800	400 Mhz	800 Mhz	1.6 Go/s
RDR	PC 700	356 Mhz	712 Mhz	1.42 Go/s
RDR	PC 600	266 Mhz	532 Mhz	1.06 Go/s

La **DDR SDRAM** (*Double Data Rate SDRAM*) :

C'est une technologie mise au point par 8 fabricants de RAM et est en concurrence directe avec la DRDRAM (Rambus) fin années 90 :



- ⇒ Elle permet d'atteindre un débit max. de 1,6 GB/s (pour les barrettes du type DDR 200 ou PC1600, qui tournent à 100 MHz).
- ⇒ De 2,1 GB/s (pour les barrettes du type DDR 266 ou PC2100, qui tournent à 133 MHz).
- ⇒ De 2,7 GB/s (pour les barrettes du type DDR 333 ou PC2700, qui tournent à 166 MHz).
- ⇒ De 3,2 GB/s (pour les barrettes du type DDR 400 ou PC3200, qui tournent à 200 MHz).

Le temps d'accès des meilleures DDR SDRAM peut descendre jusqu'à moins de 4 ns. Le grand avantage de la **DDR SDRAM** est qu'elle est moins coûteuse que la DRDRAM.

Voici les différents types de DDR-SDRAM :

Puces	Barrettes	Fréquence théorique (DDR)	Fréquence BUS système théorique	Débit
DDR 600	PC 5000	600 Mhz	600 Mhz	4.8 Go/s
DDR 550	PC 4400	550 Mhz	550 Mhz	4.4 Go/s
DDR 533	PC 4300	533 Mhz	533 Mhz	4.2 Go/s
DDR 500	PC 4000	500 Mhz	500 Mhz	4.0 Go/s
DDR 466	PC 3700	466 Mhz	466 Mhz	3.7 Go/s
DDR 433	PC 3500	433 Mhz	433 Mhz	3.5 Go/s
DDR 400	PC 3200	400 Mhz	200 Mhz	3.2 Go/s
DDR 333	PC 2700	333 Mhz	166 Mhz	2.7 Go/s
DDR 266	PC 2100	266 Mhz	133 Mhz	2.1 Go/s
DDR 200	PC 1600	200 Mhz	100 Mhz	1.6 Go/s

La gestion de la mémoire peut fonctionner en double canal. Une option qui dépend du chipset de la carte mère et doit normalement être signalée dans la documentation. Dans ce mode, le processeur peut écrire ou lire simultanément dans deux modules de mémoires. Ainsi, avec deux barrettes de 512 Mo, le PC sera plus rapide qu'avec une seule barrette de 1 Go. Mais ce type de gestion de mémoire exige que les barrettes soient toutes strictement identiques.

La mémoire double canal n'était pas une nouveauté en soi. Les serveurs et la mémoire Rambus l'utilisent depuis des années.



## La DDR II SDRAM

La DDR-II est la remplaçante directe de la DDR-I dans l'évolution des mémoires, la DDR-II a eu des débuts difficiles. Prévus pour 2002 au départ, elle ne sera finalement adoptée qu'en 2005. D'une taille identique aux anciens modules de DDR, le nombre de broches a toutefois été augmenté, passant de 184 à 240. Contrairement au passage SDR vers DDR, le but de la DDR-II n'est pas d'offrir plus de bande passante à fréquence égale que la DDR-I, mais de poursuivre la montée en fréquence. En effet, la DDR-II commence là où la DDR s'arrête officiellement, c'est-à-dire à 200 Mhz (DDR400). De plus, la DDR-II apporte d'autres avantages en termes d'évolution. Ainsi, là où les modules DDR sont limités à des chips de 1 Gbits, la DDR-II permet des modules 2 GB et 4 GB. Arrivé à 200 MHz avec la DDR-I, les cellules mémoires commençaient à souffrir. Solution ? Revenir à 100 MHz bien sûr ! Mais cette fois, pour maintenir le débit, il fallait doubler la fréquence. La DDR2 PC3200 exploite donc une fréquence interne des cellules de 100 MHz, ces cellules fournissent 4 bits par cycle au Buffer qui fonctionne cette fois à 200 MHz. Le débit pour une fréquence de base de 100 MHz est donc de  $((100 \times 4) \times 64) / 8 = 3200$  Mo/s.



Puces	Barrettes	Fréquence théorique (DDR)	Fréquence BUS système théorique	Débit
DDR II 1066	PC2 8500	1066 Mhz	533 Mhz	8,5 Go/s
DDR II 800	PC2 6400	800 Mhz	400 Mhz	6,4 Go/s
DDR II 667	PC2 5400 PC2 5300 PC2 5200	666 Mhz	333 Mhz	5,33 Go/s
DDR II 533	PC2 4400 PC2 4300 PC2 4200	533 Mhz	266 Mhz	4,27 Go/s
DDR II 400	PC2 3200	400 Mhz	200 Mhz	3,2 Go/s

## La DDR III SDRAM

Cette nouvelle mémoire permet une réduction de la consommation énergétique de 40% comparativement aux barrettes de mémoire utilisant la technologie DDR2 SDRAM. Ceci est dû au fait que la DDR3 utilise une technologie de fabrication dite de 90 nanomètres. En effet, pour la DDR3, la tension passe à 1.5 V, alors qu'elle était de 1.8 V pour la DDR2 et de 2.5 V pour la DDR. La mémoire tampon de prélecture pour la DDR3 est d'une largeur de bus de 8 bits, alors qu'elle était de 4 et 2 bits pour la DDR2 et la DDR respectivement.



Puces	Barrettes	Fréquence théorique (DDR)	Fréquence BUS système théorique	Débit
DDR III 2000	PC3 16000	2000 Mhz	1 Ghz	16 Go/s
DDR III 1600	PC3 12800	1600 Mhz	800 Mhz	12,8 Go/s
DDR III 1333	PC3 10600	1333 Mhz	667 Mhz	10,6 Go/s
DDR III 1066	PC3 8500	1066 Mhz	533 Mhz	8,5 Go/s
DDR III 800	PC3 6400	800 Mhz	400 Mhz	6,4 Go/s

**La mémoire DDR3, sur trois canaux est uniquement opérationnelle sur les cartes mères avec un chipset adapté (socket 1366) sur quatre canaux sur les cartes mères avec un chipset adapté et un socket 2011 (pour l'instant !).**

Avec le dispositif de détection et de correction automatique d'erreur (dispositif **ECC** : **Error Correcting Code**) : Ce système détecte les erreurs éventuelles de façon nettement plus fiable que le dispositif de parité et les corrige automatiquement, sans planter le PC. Il est donc à conseiller dans le cas d'une machine qui traite des données « critiques » (organismes financiers, assurances, domaine scientifique et médical...), ou dans le cas d'un superserveur. Les mémoires ECC sont toutefois **plus coûteuses** que celles qui ne disposent pas de cette technique et elles nécessitent une carte-mère avec un chipset prévu pour.

### Les RAM vidéo :

Ce sont également des RAM qui ont été optimisées pour transférer plus efficacement des données du type graphique. On les trouve donc uniquement sur certaines cartes vidéo. Ceci dit, les cartes vidéo actuelles ne les utilisent plus et sont équipées de simple DDRI/DDRII/DDRIII/DDRIV.

### La **DDR** ou **GDDR** :

Alors que la carte mère du PC se contente de classique DDRI/II/III-SDRAM, la carte graphique utilise déjà de la GDDR3 ou GDDR5 depuis un bon moment, ce qui permet une fréquence de fonctionnement plus élevée sur une largeur de 384 bits afin d'approvisionner à plein régime le processeur graphique. Les cartes emportent désormais des quantités de mémoire démentes (1 Go voir plus de 4 Go) pour stocker les données des textures de plus en plus précises utilisées dans les jeux.

### Les RAM statiques (SRAM) (mémoire-cache) :

- ⇒ Il s'agit de puces RAM dont le contenu persiste tant que la tension d'alimentation leur est appliquée.
- ⇒ Il ne faut donc pas les rafraîchir périodiquement, ce qui permet des temps d'accès plus courts.
- ⇒ Malheureusement, la RAM statique est assez coûteuse. On ne l'utilise donc que pour les circuits de mémoire-cache qui servent à compenser la relative lenteur de la RAM dynamique (en « prédisant » les données dont le processeur devrait avoir besoin).
- ⇒ On trouve un circuit de mémoire-cache SRAM sur la plupart des cartes-mères 386 DX-40 (il s'agit alors de mémoire cache de premier niveau), 486 et Pentium (il s'agit alors de mémoire cache de second niveau, car le  $\mu$ P comporte lui-même une petite quantité de mémoire cache L1 (interne au cpu)) et dans tous les  $\mu$ P récents une mémoire cache de troisième niveau, la L3.

Il existe plusieurs qualités de circuits de mémoire cache, mais on n'a généralement pas le choix puisque c'est le fabricant de la carte-mère ou le fondeur du microprocesseur qui choisit la technologie qu'il désire employer.

### La mémoire CMOS

- ⇒ Il s'agit d'une mémoire vive un peu spéciale dont la consommation électrique est très faible.
- ⇒ Ainsi, une petite pile suffit pour éviter l'effacement de son contenu lorsque l'ordinateur est éteint (la plupart des piles tiennent au moins 1 ou 2 ans).

Toutes les cartes-mères 286 (sauf les 286 à 8 bits, appelées aussi XT286) ou supérieures sont équipées d'une petite quantité de mémoire CMOS qui sert à mémoriser les données du *Setup* c.-à-d. les informations concernant la configuration de base du PC (le type de lecteurs de disquettes, de disque dur, etc.). Il y en a également dans certains périphériques pour mémoriser leur configuration (ex : Smartphone).



## Les différents conditionnements des mémoires

**Puces DIP** (*dual inline package*) : les « puces » classiques avec une rangée de pattes de chaque côté



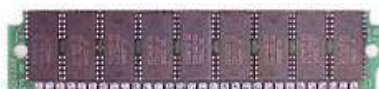
Puce au format DIP (*Dual In-line Package*)

Les mémoires de type DRAM qui équipaient les premiers modèles de PC AT (286 et quelques 386) se présentaient sous la forme de puces directement implantées sur la carte mère :  
A l'heure actuelle, ces formats ont été abandonnés. La forme triomphante de présentation de la RAM depuis la fin des années 1980 est la **barrette**, qui est une mini carte d'extension sur laquelle sont fixées des puces de mémoire.

*Il existe 3 grands formats :*

### Le format SIMM (*Single Inline Memory Module*)

Les barrettes SIMM se présentent sous la forme de petits circuits imprimés rectangulaires, disposant sur une de leurs faces de 30 ou 72 broches de connexion, assurant l'interface entre le reste de l'ordinateur et sa mémoire. Les SIMM 30 broches mesurent 89 x 13 mm et ont surtout servi à équiper les PC 386 et les premiers 486. Les SIMM 72 broches, quant à elles, mesurent 108 x 25 mm et ont largement servi à équiper les 486 et les PC de type Pentium et compatibles, jusqu'à l'avènement de la RAM sous forme DIMM.



Barrettes SIMM 30 broches



Barrettes SIMM 72 broches

Les barrettes SIMM 30 broches, capables de gérer des flux de données de **8 bits** (capacités de 256 KB, 1MB ou 4 MB), suffisaient à assurer les échanges entre la mémoire et les processeurs anciens comme les 286 et les premiers 386. Dès que sont apparus des processeurs capables de gérer des flux de 32 bits (386DX, 486), les SIMM 72 broches travaillant également en **32 bits** se sont imposées d'office. D'une capacité de 4 MB, 8 MB, 16 MB et 32 MB. Il en existe également à 64MB, 128MB et 256MB mais elles sont rares et ne sont pas supportées par beaucoup de cartes-mères.

- ⇒ Sur les cartes-mères disposant d'un bus de données externes de 16 bits (286, 386SX), il faut donc regrouper les barrettes à 30 contacts par 2 (identiques) pour obtenir un « banc ».
- ⇒ Sur les cartes-mères avec un bus de données externe de 32 bits (386DX, 486), il faut les grouper par 4 pour obtenir un « banc ».

Par la suite sont survenus les microprocesseurs fonctionnant sur un bus de données d'une largeur de 64 bits (Intel Pentium et compatibles), ce qui explique que les barrettes SIMM 72 broches doivent toujours être employées par paires en corrélation avec de tels processeurs (lorsqu'un flux de 64 bits est expédié depuis le processeur vers la RAM, il est indispensable que celle-ci soit à même de réceptionner l'intégralité des données).

- ⇒ Sur les cartes-mères 486 (bus de données externe de 32 bits), on peut les placer une à la fois.
- ⇒ Sur les cartes-mères Pentium et supérieur (bus de données externe 64 bits), il faut toujours les grouper par 2 pour remplir un « banc ».

## Le format DIMM (Dual Inline Memory Module)

Les barrettes DIMM ressemblent aux SIMM, mais elles affichent des dimensions plus importantes (130 x 25 mm) et comportent un nombre plus important de broches de contact (168 broches pour les barrettes DIMM de SDRAM, 184 broches pour celles de DDR-SDRAM, 240 broches pour celles de DDRII et DDRIII par exemple).



Barrettes DIMM 168 broches (SDRAM)

Les barrettes au format DIMM sont capables de gérer des flux de données de **64 bits** en provenance du microprocesseur. Ceci correspond justement à la largeur du bus de données couramment utilisé depuis l'apparition des processeurs de cinquième génération. Les barrettes DIMM se placent sur des connecteurs totalement différents des connecteurs SIMM, reconnaissables à leur couleur noire ou bleu et aux ergots de fixation situés à leurs extrémités.

Les DIMM les plus courantes ont des capacités de 16, 32, 64, 128, 256, 512MB ou 1GB, 2GB et 4GB (attention : vérifier si la carte-mère les accepte).

Barrettes **SO-DIMM** : utilisées principalement sur certaines cartes vidéo et sur la carte-mère de portables ou de certains « mini-PC » (ITX).

## Le format RIMM

Barrettes **RIMM** : plusieurs puces sont soudées sur un circuit imprimé d'une longueur de 13,3 cm possédant 184 contacts. Les « détrompeurs » ne se trouvent pas au même endroit, on ne peut donc pas les confondre avec les DIMM. Ces barrettes sont destinées exclusivement aux mémoires DRDRAM (Rambus). Elles existent en versions à 32MB, 64MB, 96MB, 128MB, 192MB, 256MB et 512MB.

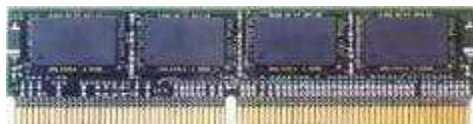
Lorsque l'on utilise ce type de mémoire, **tous les sockets RIMM de la carte mère doivent absolument être occupés, car le signal électrique doit passer dans tous les sockets**. Il existe pour cela des barrettes *continuity module* (ne comportant pas de puces mémoire) permettant de compléter les sockets ne comportant pas de module de mémoire afin de faire passer le signal.



Barrettes **SO-RIMM** : version réduite (160 contacts), essentiellement utilisée pour les portables.

## Barrettes CELP

Ce sont des barrettes réservées à la RAM statique (mémoire cache). On les utilise sur certaines cartes mères Pentium ou supérieures. Elles permettent d'augmenter facilement la quantité de mémoire cache installée sur la carte mère sans devoir disposer d'une « pince à puces » ou d'autres outils : il suffit de remplacer la barrette de 256 KB, par exemple, par une autre de 512 KB.



Barrette de mémoire cache de second niveau

## Autres :

**Cartes PCMCIA** ou **PC Card** : de la taille d'une carte de banque : utilisées surtout pour la mémoire Flash dans des portables.

**Bâtons de mémoire (memory sticks) ou Clé USB (dans le langage courant)** : Présentation de mémoire (Flash), sous forme de « bâtonnets » à insérer dans un support prévu pour (USB). Même usage que les cartes mémoire.

**Cartes mémoire** : CompactFlash, SD, xD, MemoryStick, SmartMedia, HDSD... présent dans certains appareils électroniques (tels que les appareils photo numériques, les lecteurs MP3, les PDA ou les GSM-à-tout-faire (Smartphone), ...)

**SSD**, pour « **Solid State Drive** » : Un disque dur constitué de mémoire flash. Ces mémoires sont des éléments immobiles à la différence des disques durs classiques, sur lequel les données sont écrites sur un support magnétique en rotation rapide.

Un SSD est moins fragile, ils offrent un temps d'accès bien plus court qu'un disque dur à plateau, des débits augmentés en lecture et en écriture, ainsi qu'une consommation électrique diminuée (voir cours d'Arnaud).

## Quelques conseils :

- ⇒ Avant d'installer ou d'ajouter de la mémoire dans un PC, consultez toujours la documentation technique de la carte-mère ou du périphérique sur lequel vous désirez placer/ajouter de la mémoire afin de voir quelles sont les différentes configurations permises ainsi que la quantité et le type de puces à utiliser. N'oubliez jamais que les puces ou barrettes sont regroupées sous forme de « bancs ».
- ⇒ Évitez de mélanger des puces/barrettes ayant des temps d'accès ou des taux de transfert différents.
- ⇒ Vérifiez si le chipset accepte la technologie de mémoire que vous désirez placer
- ⇒ Ne mélangez pas des puces de technologies différentes, sauf si la docu de la carte-mère vous y autorise explicitement (toutefois, dans bien des cas, vous risquez alors de perdre le gain de performances apporté par les meilleures, car le système se configurera en fonction des moins performantes).
- ⇒ Évitez si possible de mélanger des puces de marques différentes.
- ⇒ Dans le cas de barrettes SDRAM ou mieux, essayez d'utiliser de la mémoire prévue pour la vitesse du bus externe du µp.
- ⇒ Attention au voltage des DIMM.

<http://www.offtek.fr/>

# LES BUS

## Terminologie

Attention : la plupart du temps, on a tendance à confondre les termes « bus » et « slot ». En ce qui concerne ce cours, il faut cependant bien distinguer les deux :

- Le terme « **bus** » désigne les différentes pistes qui sillonnent la carte-mère et qui relient le microprocesseur à la plupart des composants de la carte-mère et aux cartes d'extension, ainsi que le circuit qui gère le trafic (le contrôleur de bus, qui fait partie du chipset de la carte-mère).
- Le terme **slot** désigne uniquement le connecteur qui est soudé aux bus et dans lequel on insère la carte d'extension. Chaque type de bus est prévu pour gérer un nombre maximal de slots (par contrôleur).

## 1. LES ANCIENS BUS (ISA) 8 BITS et 16 BITS

Au "bon vieux temps" du 8088, les cartes-mères des ordinateurs compatibles IBM comportaient un bus capable de véhiculer des paquets de données de 8 bits. Ce bus 8 bits pouvait gérer jusqu'à 8 slots. Au début des années 80, ce bus ne portait pas de nom particulier. Il a été rebaptisé « bus ISA (*Industry Standard Architecture*) 8 bits » quelques années plus tard lorsque sont apparus d'autres types de bus (16 bits).

On trouve donc toujours le bus ISA et quelques connecteurs ISA-16 sur beaucoup de cartes-mères jusqu'au Pentium III, ce qui permet de continuer à utiliser l'une ou l'autre carte récupérée dans une ancienne machine ou des cartes qui n'ont pas un grand débit d'informations à envoyer/recevoir (carte son, modem ou carte réseau Ethernet ou Token Ring, p.ex.).



Connecteur d'extension du bus ISA 16 bits

## 2. LES BUS 32 BITS

### a) LES PREMIERS BUS 32 BITS ("BUS PROPRIÉTAIRES")

Le 80386DX était le premier microprocesseur capable de traiter des flux d'informations d'une "largeur" de 32 bits à des vitesses de plus en plus élevées. Il a donc fallu imaginer un bus 32 bits à l'attention des utilisateurs désirant tirer un maximum de leur PC 386 (puis 486), car le bus ISA 16 bits devenait un "goulet d'étranglement" pour les données de/vers certains périphériques, forçant des états d'attente (*wait states*) pour le microprocesseur (ce qui revient à dire que le  $\mu$ p devait parfois se « tourner les pouces » en attendant l'arrivée des données).

Au début, c'était la pagaille, chaque fabricant de cartes-mères imaginant le sien (d'où le terme "propriétaire"). Il n'y avait généralement qu'un seul slot propriétaire 32 bits sur la carte-mère et il n'était prévu uniquement que pour des cartes d'extension mémoire du même fabricant (à l'époque, la plupart des cartes-mères ne pouvaient recevoir que 4 ou 8 MB de RAM au maximum, il fallait donc utiliser obligatoirement une carte d'extension RAM si on en désirait plus), ou parfois pour une carte vidéo propriétaire.

Le gros problème avec les bus 32 bits propriétaires, c'était que l'utilisateur était obligé d'acheter sa carte d'extension chez le même fabricant, d'où : peu de choix, difficulté de se la procurer, prix élevé, problèmes en cas de panne... Bref, il a fallu imaginer quelque chose de plus standardisé.

### b) LE BUS MCA

IBM mit alors au point le bus MCA (*Micro Channel Architecture*) et en équipa d'office la plupart des machines de sa nouvelle gamme d'ordinateurs (équipés par la même occasion du nouveau système d'exploitation OS/2). Techniquement parlant, c'était un progrès énorme par rapport au bus 16 bits ISA traditionnel, mais le connecteur du bus MCA n'était pas du tout compatible avec le slot ISA : il était donc impossible d'insérer une carte ISA dans un slot MCA.

Ce n'était pas là son seul inconvénient : IBM désirait aussi se réserver l'exclusivité de ce bus, espérant ainsi récupérer les parts du marché des micro-ordinateurs personnels qu'il avait perdues de façon dramatique suite au succès des fabricants de "clones". Seuls quelques "amis" d'IBM pouvaient

donc commercialiser des machines 386/486 MCA-compatibles. En fait, on devenait "ami" d'IBM en lui versant de plantureuses *royalties*. Par conséquent, les machines MCA étaient plus coûteuses que des machines équipées d'un bus ISA et les rares cartes d'extension MCA l'étaient également.

### c) LE BUS EISA

Les concurrents d'IBM se sont associés, sous la direction de Compaq, pour mettre au point leur propre bus à 32 bits et arrêter la pagaille induite par les bus propriétaires : ce fut le bus EISA (pour *Enhanced ISA*). Bien que techniquement un peu moins bon que le système MCA, il présentait deux avantages majeurs :

- ⇒ le slot EISA était compatible avec les slots ISA. En effet, grâce à sa conception en "deux étages", il pouvait recevoir les deux types de cartes : ISA, bon marché, ou EISA, plus chère, mais plus performantes
- ⇒ puisque tous les concurrents d'IBM (et même certains de ses soi-disant "amis") l'adoptèrent très rapidement, il y avait un plus grand choix possible de cartes d'extension EISA que de cartes MCA, et elles étaient moins chères

Cependant, les acheteurs ne s'arrachèrent pas les machines EISA : elles étaient quand même nettement plus coûteuses que les machines ISA et, à l'époque, ce nouveau bus ne se justifiait que pour des machines très puissantes (avec de nombreuses cartes d'extension à débit important, comme des serveurs équipés de plusieurs cartes SCSI par exemple). En effet, pour l'utilisateur moyen de l'époque, propriétaire d'un 386DX ou d'un 486 "bas de gamme" (jusqu'à 33 MHz), une carte-mère avec des slots ISA 16 bits convenait dans la plupart des cas. Le seul périphérique pouvant parfois engorger le bus de données était la carte vidéo (surtout en mode graphique 800x600 ou 1024x768 avec 256 couleurs simultanées, c.-à-d. généralement sous Windows), mais là aussi une parade fut trouvée : les cartes vidéo accélératrices (voir cours sur les cartes vidéo).

### d) LES BUS LOCAUX

Au début des années 90, les percées techniques furent tellement importantes que les systèmes basés sur l'architecture ISA ou même sur les architectures MCA ou EISA risquaient de s'engorger de plus en plus facilement :

- ⇒ D'une part, avec l'apparition de microprocesseurs de plus en plus rapides (486DX-40 et supérieurs et les premiers Pentium).
- ⇒ D'autre part, les fabricants de disques durs avaient également amélioré de façon remarquable les performances de leurs produits, ce qui leur permit d'atteindre un taux de transfert maximal de données parfois plusieurs fois supérieur à celui des disques durs plus anciens.
- ⇒ En outre, c'est également à cette époque qu'a commencé la « mode multimédia » (grâce à la démocratisation des CD-ROM et cartes son). Pour qu'une machine multimédia fonctionne parfaitement, le couple microprocesseur + bus doit être capable de traiter et transporter simultanément (donc très rapidement) des quantités énormes d'informations : les données provenant du disque dur ou du CD-ROM, l'image (souvent animée, en haute définition avec 256 couleurs ou plus) et le son. L'utilisateur moyen est donc devenu de plus en plus "gourmand" en ce qui concerne la quantité d'informations à véhiculer dans le bus de données.

Cette quantité d'informations maximale que peut "digérer" le bus de données s'appelle la « bande passante » (ou « taux de transfert » ou « débit ») et est exprimée en mégabytes par seconde. Elle dépend à la fois de la technologie du bus et de sa vitesse de fonctionnement maximale. Le bus ISA 16 bits "tourne" normalement à une vitesse de 8 MHz (le bus ISA 8 bits à 4,77 MHz), ce qui lui confère une bande passante maximale de 5 MB/seconde (mais en pratique, il s'est avéré qu'il dépassait rarement les 3 MB/s). Les bus EISA (à 8 MHz) et MCA (à 14,3 MHz maximum) peuvent tous deux atteindre une bande passante d'environ 33 MB/sec.

Sachant qu'à l'époque le meilleur contrôleur pour disque dur SCSI pouvait transférer plusieurs dizaines de MB/sec, une carte vidéo haut de gamme plusieurs dizaines GB/sec, une carte réseau bas de gamme environ 100 Mb/sec, une machine "bien équipée", nécessitait dans ses "périodes de pointe" (dans certaines situations, lorsque jusqu'à 90% des opérations effectuées dans le PC sont des opérations d'entrée/sortie), une bande passante de plusieurs MB voire GB/sec et ce chiffre ne fera qu'augmenter avec les produits de demain et d'après-demain. Vous constatez à quel point le bus ISA était dépassé.

La solution : le bus local. Le bus local est un autre type de bus dont la vitesse peut théoriquement être la même que celle du bus externe du  $\mu$ p (alors que les bus plus anciens avaient des vitesses plus

ou moins fixes). De plus, les bus locaux peuvent avoir la même "largeur" que le bus de données externe du microprocesseur (donc actuellement 64 bits). Conclusion : un bus local peut atteindre une bande passante nettement supérieure que les bus plus anciens. Les bus locaux tiennent leur nom du fait qu'ils sont associés de plus près au processeur que les autres types.

### *Les bus locaux "propriétaires" (32 bits)*

C'est vers 1993 que sont apparues les premières cartes-mères équipées d'un "bus local" (relié généralement à un ou deux slots). Tout comme les premiers bus 32 bits non locaux, les premiers bus locaux étaient "propriétaires" : ils étaient conçus par le fabricant de la carte-mère et ne permettaient que l'utilisation de cartes (généralement vidéo) conçues par ce même fabricant. Généralement, la carte-mère et la carte vidéo local bus appropriées étaient d'ailleurs vendues ensemble (bonjour les problèmes en cas de panne...). Sur certaines cartes-mères, le(s) slot(s) du bus local étai(en)t "compatible(s) vers le bas" : il y avait donc moyen d'insérer une simple carte ISA 16 bits, sur d'autres non.

### *Le bus local VESA*

Les fabricants de cartes vidéo regroupés au sein de l'association VESA (*Video Electronics Standard Association*) ont alors repris l'idée du bus local et ont décidé de mettre eux-mêmes au point un "standard" de bus local : le bus local VESA. Tout comme le slot EISA, le slot du bus VESA était entièrement compatible avec les cartes ISA, le slot ISA était "rallongé" par un connecteur VESA-LB (ou VLB).

Sa bande passante était de 133 MB/seconde sur une carte-mère à 33 MHz, voire même de 148 MB/seconde à 40 MHz (attention : dans ce cas, toutes les cartes d'extension VESA doivent pouvoir fonctionner à cette vitesse).

Il fut rapidement adopté par la plupart des fabricants de cartes-mères de l'époque, c.-à-d. les cartes 486. Quelques mois après son introduction, 90% des cartes 486 en étaient équipées. Ceci est également dû au fait que le système VL-bus n'était pas très coûteux à implémenter sur une carte-mère.

Le bus local VESA n'est pas destiné aux cartes vidéo uniquement. Il existe des cartes multi-IO au format VESA (c'est le contrôleur de disques durs EIDE intégré qui en profite) ainsi que des contrôleurs SCSI et des cartes réseau. En plus du bus VESA, une machine 486 comporte donc un second bus du type ISA-16 pour les autres cartes d'extension.



Connecteur d'extension du bus VLB



### Le bus local PCI (32 bits)

Ceci dit, VL-bus n'était pas encore la meilleure alternative au bus ISA traditionnel. La société Intel, en collaboration avec les principaux fabricants de cartes mères et de cartes d'extension de l'époque, a en effet introduit en 1994 un autre type de bus local : le bus PCI (*Peripheral Component Interconnect*). On trouve encore celui-ci sur la plupart des cartes-mères actuelles. Sa bande passante peut atteindre 133 MB/seconde s'il tourne à 33 MHz (120 MB/secondes sur une vieille carte-mère Pentium 60, car il tourne alors à 30 MHz).

Un bus PCI n'est hélas pas du tout compatible avec les cartes ISA. C'est pour cela que la plupart des vieilles cartes-mères équipées d'un bus PCI disposent aussi d'un bus ISA avec quelques connecteurs ISA-16 permettant d'utiliser des cartes de ce type. Parfois, on rencontre aussi un « double connecteur » (*shared slot*), composé d'un connecteur ISA et d'un connecteur PCI « collés ensemble », dans lequel on peut y insérer l'un **ou** l'autre type de carte.



Connecteur d'extension du bus PCI

Le système PCI dispose en outre de quelques atouts techniques supplémentaires par rapport au bus local VESA :

- ⇒ La configuration des cartes est plus simple. Sur les cartes VL-Bus il faut souvent chipoter. Le système PCI est d'office prévu pour la norme "Plug and Play" (attention : pour que cela fonctionne bien, il faut un BIOS PnP, un système d'exploitation PnP et uniquement des cartes PnP ou indiquer au Setup et si possible au système d'exploitation quelles sont les ressources utilisées par les cartes non PnP). Grâce à ce système, il suffit d'insérer la carte (PC éteint !) et, à l'allumage du PC, celle-ci se configurera elle-même pour éviter tout conflit avec les autres cartes PnP.
- ⇒ Le système PCI dispose d'une technique baptisée *Bus Mastering* qui ne nécessite aucun réglage (chouette !) et qui permet à une carte d'extension de communiquer directement avec d'autres périphériques sans passer par l'intermédiaire du  $\mu$ p : avec d'autres cartes d'extension prévues elles aussi pour le *Bus Mastering* ou avec la RAM (cela s'apparente alors au système DMA).
- ⇒ Les cartes PCI sont beaucoup plus petites (courtes) que les cartes VESA. Plus faciles à installer, donc, et elles ne se « déchaussent » pas du slot (gros problème des cartes VESA).
- ⇒ Le système PCI consomme moins (généralement 3.3 V).
- ⇒ Le système PCI permet de mettre des cartes PCI "en cascade", plusieurs cartes reliées en série sur un seul slot avec une sorte de connecteur domino.
- ⇒ Le système PCI est totalement indépendant du type de processeur utilisé : il fonctionne donc avec tous les  $\mu$ p 80x86 et même avec d'autres processeurs (les machines d'Apple en sont équipées), ce qui permet d'utiliser certaines cartes d'extension sur plusieurs types de machines différentes (PC, Mac, Alpha...), il suffit au fabricant de la carte d'écrire des pilotes pour le processeur et le système d'exploitation appropriés.

Enfin, Intel n'a pas décidé d'en faire un système réservé à l'élite. On trouve le bus PCI sur presque toutes les cartes-mères Pentium, celles d'Intel et celles des autres fabricants.

### 3. LES BUS PLUS PERFORMANTS

Les 486 étaient des microprocesseurs ayant un bus de données de 32 bits. Les bus locaux VESA et PCI leur convenaient donc parfaitement. Le Pentium, lui, dispose d'un bus de données externes de 64 bits. Les machines Pentium ou supérieur ne devraient-elles donc pas être équipées d'un nouveau bus à 64 bits ? D'autant que ces processeurs sont capables de transmettre/recevoir beaucoup plus d'informations que les 486 et inférieurs.

Jusqu'en 1998, la réponse des fabricants était « non » : le bus PCI à 32 bits, avec sa bande passante de 133 MB, suffisait alors pour les besoins de la majorité des utilisateurs et était capable de « suivre » les performances de la plupart des cartes d'extension. Mais depuis lors, beaucoup de machines disposent de périphériques ayant des débits de plus en plus élevés et qui peuvent donc saturer le bus PCI. Ce sont surtout les cartes SCSI et les cartes vidéo dont le prix est devenu très démocratique. Il faut donc remplacer ou compléter le bus PCI par un nouveau type de bus.

#### a) le bus PCI à 64 bits

Lorsque les ingénieurs d'Intel ont élaboré le bus local PCI, ils l'ont prévu en trois versions : à 32 bits et 33 MHz (utilisé massivement) et à 64 bits pour la version PCI 2.1. La version 2.2 qui est utilisée dans les **systèmes multiprocessing**, incluant un mécanisme de réduction d'alimentation électrique, on débit maximum est de 528 MB/seconde.

Une carte d'extension PCI 64 bits peut bien entendu être branchée dans un slot 64 bits, mais on peut également l'insérer dans un slot 32 bits, elle sera simplement moins performante. Les slots et cartes PCI 32 et 64 bits sont donc entièrement interchangeables. Attention toutefois : si on insère une carte fonctionnant à 33 MHz dans un des slots du bus, toutes les autres cartes du même bus fonctionneront à 33 MHz, ce qui réduit de moitié la bande passante maximale.

Note : Il existe également la norme PCI 2.3 (février 2002) qui normalement est un PCI 2.2 utilisant une tension de 3,3 V au lieu de 5 V (en fait ne supporte plus les cartes bloquées sur 5 volts).

#### b) Le bus PCI-X (64 bits)

Mis au point par HP, Compaq et IBM, il s'agit d'une variante du bus PCI d'Intel, fonctionnant à 133 MHz et permettant d'atteindre une bande passante d'environ 1 GB/s. Seules quelques machines haut de gamme en sont équipées.

Révision	2.0	2.1	2.2	PCI-X 1.0 PCI-X 66 ou 133	PCI-X 2.0 PCI-X 266 ou 533
Année	1993	1995	1998	1999	2001
Largeur (bits)	32	32/ <b>64</b>	32/ <b>64</b>	64	64
Fréquence (Mhz)	33	33	33/ <b>66</b>	66/ <b>133</b>	266/ <b>533</b>
Bande passante <b>Max</b> (Mo/s)	132	<b>264</b>	<b>528</b>	<b>1064</b>	<b>4264</b>
Signaux (Volts)	5	5	5 ou 3,3	3,3	3,3

#### c) Les bus AMR et CNR

Le but de l'architecture Intel CNR avec ses minicartes CNR était de diminuer les coûts d'implémentation des entrées-sorties modem/réseau/audio, en gagnant de la place, sans trop sacrifier sur la robustesse. Intel a tenté d'imposer cette architecture CNR après le demi-échec de l'architecture AMR (Audio Modem Riser), lancée en 1998, que l'on trouvait déjà sur de nombreuses cartes mères.

Tout comme l'AMR, **le CNR est en fait un port pouvant accueillir des cartes d'extensions peu coûteuses, car dépourvues de la plupart des composants traditionnels**. Le CNR permet d'utiliser plus de types de cartes filles (alors que l'AMR se contentait de cartes audio et de cartes modems. L'AMR se situait généralement entre le premier slot PCI et le slot AGP, alors que le slot CNR est placé après le dernier slot PCI.

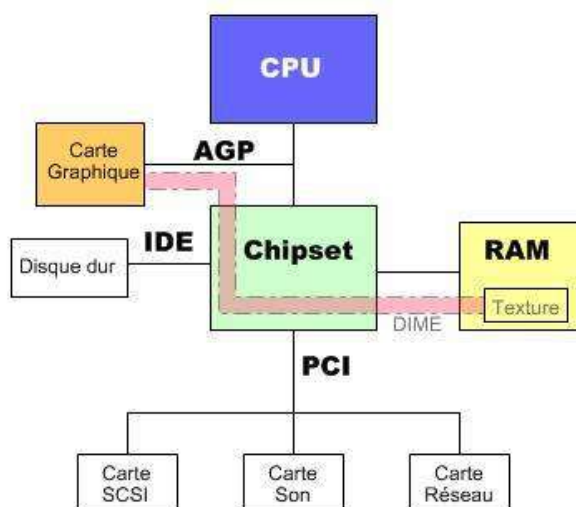
#### d) Le bus AGP (32 bits)

Intel a également mis au point un autre bus (32 bits), dédié uniquement aux cartes vidéo, le bus *AGP (Accelerated Graphics Port)* que l'on trouvait sur pratiquement toutes les cartes-mères Pentium II au P IV (équipées d'un chipset supportant ce bus). Il ne supporte qu'un seul slot par bus. Sa vitesse de fonctionnement est de 66 MHz.



Connecteur d'extension du bus AGP

Ce bus permet aussi l'utilisation de la mémoire centrale de la carte-mère en lieu et place de la mémoire dédiée de la carte vidéo (on peut donc utiliser des cartes vidéo dépourvues de RAM) ou en complément à la RAM de la carte vidéo (si celle-ci est insuffisante, comme dans le cas de scènes 3D très gourmandes en RAM par exemple).



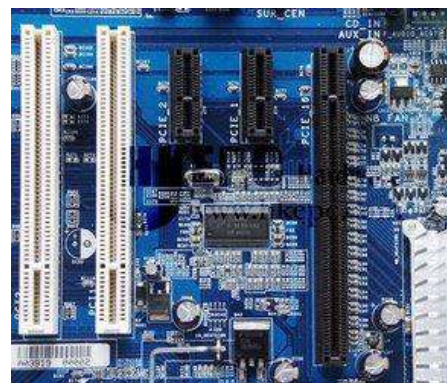
Attention, il existe cinq types de bus (et donc de cartes vidéo) AGP :

- ⇒ le système **AGP 1X**, dont le débit maximal est de 264 MB/s.
- ⇒ le système **AGP 2X** dont le débit peut atteindre 528 MB/s.
- ⇒ le système **AGP 4X** ou **AGP Pro** dont le débit peut atteindre 1,06 GB/s. Attention : il y a une petite différence entre une carte-mère équipée de l'AGP 4X et une autre carte équipée de l'AGP Pro. Même si leur débit maximal est identique, la carte équipée de l'AGP Pro est meilleure, car elle permet d'insérer des cartes vidéo consommant plus (jusqu'à 50 ou 110W selon la carte-mère), alors qu'un bus AGP 4X ne peut délivrer que 25W.
- ⇒ Pour profiter pleinement des performances du bus AGP 4X, la carte-mère doit également être équipée de RAM capable d'atteindre ce débit, par exemple de la DDR.
- ⇒ le système **AGP 8X** dont le débit peut atteindre 2112 MB/s.

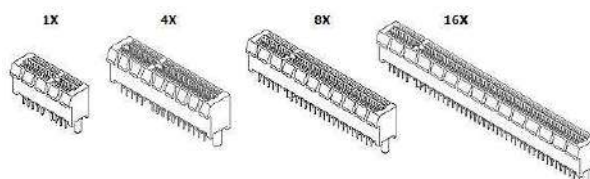
Révision	AGP 1X	AGP 2X	AGP 4X	AGP 8X
Largeur (bits)	32	32	32	32
Fréquence (Mhz)	66	66x2	66x4	66x8
Bande passante (Mo/s)	264	528	1056	2112

### e) Le bus PCI-E (PCI-Express)

L'interface physique équipant actuellement la grande majorité des cartes sont au format **PCI-Express** et requiert alors des cartes mères appropriées. Il s'agit du bus remplaçant du PCI et de l'AGP. Le PCI-Express est en quelque sorte au PCI ce qu'est le SATA au PATA ; ainsi les données transitent sur un ou des liens de type série, on parle, par exemple, de PCI-E x1 ou de PCI-E x16. Les ports PCI-E x16 comportent donc 16 liens PCI-E mis en parallèle et sont destinés à remplacer les ports AGP c'est-à-dire à supporter les cartes graphiques. Les ports PCI-E x1, x2, x4 sont eux destinés à remplacer les ports PCI classiques (carte son, réseaux, ...).



Ainsi, selon ces spécifications, la taille des connecteurs PCI Express accueillant des cartes d'extension n'est plus figée. Ces connecteurs sont composés, suivant leur taille, de 1, 2, 4, 8, ou 16 voies. La bande passante disponible augmentant en fonction de leur nombre. Chaque voie est composée de deux paires de liaisons dédiées à la transmission et la réception des données. Il s'agit là d'une interface série et non parallèle, contrairement au bus PCI. Chaque paire de liaisons assure un débit unidirectionnel de 250 Mo/s, lors de la transmission ou la réception de données. Un connecteur 16 voies bénéficie ainsi d'un débit de 8 Go/s.



Outre des débits initiaux allant jusqu'à 8 Go/s, Le PCI Express prend en compte le contrôle de l'intégrité des données durant les échanges, les informations étant alors retransmises si des erreurs ont été détectées. Parmi les applications les plus évidentes, il y a les adaptateurs de stockage de masse et les adaptateurs réseaux.

PCI Express modifie également les habitudes d'installation. Des cartes d'extension PCI Express peuvent être ajoutées sous tension, sans redémarrage du système. Des cartes au format Mini PCI Express (3 cm de large) sont exploitées actuellement par les ordinateurs portables. En terme de coût de fabrication, l'architecture PCI Express est, selon les dires de ces concepteurs, moins coûteuse à implémenter que l'interface PCI.

Type de bus	Largeur	Fréquence	B.P.	Broches
PCI Express 1X	1 bit	2,5 Ghz	500 Mo/s	8
PCI Express 2X	2 bits	2,5 Ghz	1000 Mo/s	?
PCI Express 4X	4 bits	2,5 Ghz	2 Go/s	20
PCI Express 8X	8 bits	2,5 Ghz	4 Go/s	40
PCI Express 16X	16 bits	2,5 Ghz	8 Go/s	80

### Évolutions des versions du PCI-E (2.0, 2.1, 3.0)

Avec PCI Express 2.0, la bande passante passe à 16 Go/s sur 16 lignes. À titre de comparaison, l'interface graphique AGP, technologie précédente au PCI Express, atteint 2,1 Go/s (en version 8X). Les cartes graphiques peuvent exploiter cette bande passante pour gagner encore en performance. Autre avancée de PCI Express 2.0 : La puissance électrique transmise par le port PCI Express est augmentée. Elle passe de 75 watts pour la première génération à 225, voire 300 watts. Cela évite pour certains modèles d'avoir en plus à brancher la carte graphique sur un câble d'alimentation. Enfin, la génération 2.0, avec sa bande passante renforcée, ouvre la porte à l'utilisation en parallèle de plus de deux cartes graphiques, ce qui devrait séduire les joueurs passionnés (fortunés !). La révision PCI Express 2.1 n'apporte rien de plus que la 2.0 en terme de performance, mais introduit des outils de diagnostics du bus. La version 3.0 double, une fois de plus, la bande passante allouée à chaque ligne, ce qui nous donne 32 Go/s pour un lien en PCIe 3.0 en x16, de quoi laisser un champ d'action plus large aux cartes graphiques. Côté consommation, aucun changement n'est à noter, on reste avec un maximum de 300W. Le tout est bien entendu rétrocompatible avec les ports PCIe 1.x et 2.x.

#### 4. LES BUS : PCMCIA/PC CARD/CARDBUS/EXPRESSCARD

Signalons qu'au niveau des ordinateurs portables, il existe également un bus normalisé. Jusqu'à son invention, chaque fabricant de portables avait son propre type de bus et de connecteur externe permettant de brancher des accessoires sur ses appareils, forçant le client à acheter chez lui, ce qui limitait forcément le choix et rendait tous ces accessoires assez coûteux.

Ce type de bus d'extension est le port PC Card ou Cardbus (autrefois appelé PCMCIA, *Personal Computer Memory Card International Association*) qui permet de brancher sur les portables qui en sont équipés n'importe (en principe) quel périphérique PC Card-compatible. Avec ce système, tous les périphériques (disques durs, modems, interfaces réseau, mémoire RAM supplémentaire, mémoire Flash...) ont la même taille : environ celle d'une carte de crédit (54 x 86 mm), reliée au portable via un connecteur à 68 contacts. Au niveau des performances, il est loin d'atteindre le débit des bus PCI ou AGP. Il n'est donc pas à ranger dans la catégorie des bus locaux. Son grand intérêt est de normaliser la connexion des portables avec le monde extérieur.

Il existe actuellement 4 types de bus PCMCIA/PC Card

- PCMCIA type I (16 bits) : 3,3 mm d'épaisseur (généralement extension RAM ou soft sur carte)
- PCMCIA type II (16 bits) : 5 mm d'épaisseur (fax modem, carte réseau)
- PCMCIA type III (16 bits) : 10,5 mm d'épaisseur (disque dur, carte avec coprocesseur)

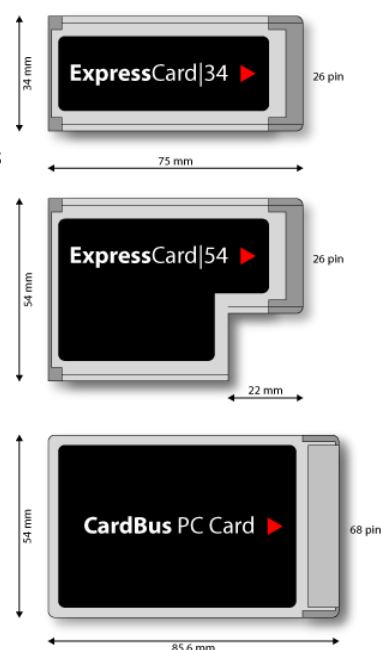
Il existe une carte de type IV d'épaisseur 15,5 mm, mais elle n'est pas reconnue par le consortium PCMCIA.

Plusieurs modifications ont vu le jour entre 1990 et 1994, mais durant tout ce temps la norme PC Card est restée une interface 16 bits relativement lente, à la bande passante limitée (2 Mo/s), incapable de supporter le bus mastering et dont les 26 lignes du bus d'adresses ne permettaient de gérer que 64 Mo de RAM au maximum. Le principal avantage du bus PC Card est avant tout la petite taille des connecteurs et des cartes d'extension ainsi que la possibilité de connexion et de déconnexion à chaud des périphériques. En 1995 enfin, une nouvelle version de la norme PC Card a été introduite sous l'appellation **CardBus** : il s'agit d'une interface 32 bits bien plus performante, fonctionnant à 33 MHz, supportant le bus mastering et dont la tension a été réduite à 3,3V (au lieu de 5V).

Les cartes PC Card sont en théorie « Hot Plug and Play » : on peut en retirer une et en insérer une autre sans éteindre le PC ou sans devoir installer de nouveaux drivers. En pratique, cela s'avère encore rarement vrai (surtout si on ne travaille pas avec Windows 9x).

**ExpressCard** est un format de carte d'extension pour ordinateur portable qui remplace le format PC Card ; les deux ont été développés par la **Personal Computer Memory Card International Association** dont le sigle PCMCIA a longtemps désigné le premier format. Les cartes sont enfichables « à chaud » (*hotplug*).

Le format ExpressCard 54 est un peu moins long que les PC Card. Le format ExpressCard 34 se limite à 34 mm de largeur.



Notons que de moins en moins de portables sont équipés d'un slot d'extension, car la plupart des périphériques externes peuvent désormais être connectés via les ports USB (2 ou 3), Firewire et/ou eSata.



## 5. USB 3.0 : l'interface grande vitesse

Avec des fichiers notamment vidéo de plus en plus gros et des besoins de sauvegarde gargantuesques, le disque externe en USB 2.0 commence à afficher ses limites en termes de taux de transfert. C'est donc avec impatience que l'on attendait l'USB 3.0. Récemment adoptés par les différents constructeurs, les premiers périphériques compatibles commencent à apparaître sur le marché.



Avec près de 15 ans d'existence, la norme qui a permis d'unifier la manière dont on connecte un périphérique à un ordinateur évolue avec la version 3.0. Après les versions FullSpeed (USB 1.1), HighSpeed (USB 2.0), voici la version appelée SuperSpeed (USB 3.0). Les périphériques compatibles se voient apposer un logo « SuperSpeed » pour les différencier des autres versions. Bien entendu, la principale différence est le taux de transfert proposé, qui est largement supérieur à celui des deux précédentes versions. Avec l'USB 3.0, on annonce un débit théorique de 5 Gbits/s, comparé aux 480 Mbits/s de l'USB 2.0 et aux 12 Mbits/s de l'USB 1.1. En d'autres termes, on a multiplié les performances par dix ...en théorie bien sûr. Comme un tableau vaut mieux qu'un long discours, voici une petite comparaison entre les débits théoriques proposés par les trois normes USB, ainsi que ceux proposés par la norme Serial ATA dans ses différentes versions.

Débits théoriques	USB 1.1	USB 2.0	USB 3.0	SATA I (10 bits)	SATA II (10 bits)	SATA 6G (10 bits)
En Mbits ou Gbits/s	12 Mb/s	480 Mb/s	5 Gb/s	1,5 Gb/s	2,4 Gb/s	4,8 Gb/s
En Mo/s	1.5 MB/s	60 MB/s	640 MB/s	150 MB/s	300 MB/s	600 MB/s

### Connectique et compatibilité

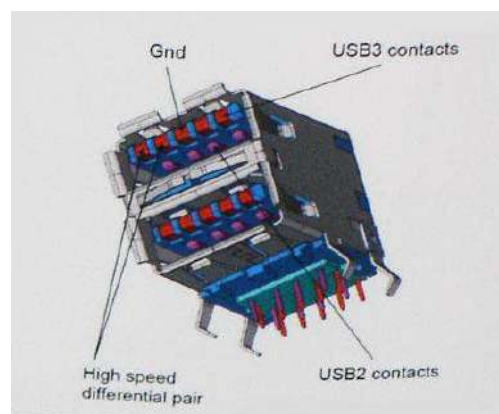
Si les versions 1.0 et 2.0 utilisent des câbles et connecteurs identiques, l'USB 3.0 nécessite, quant à lui, des contacts supplémentaires au niveau de la prise USB (côté ordinateur). De même, la prise présente sur les périphériques a légèrement évolué.

Comme on peut le voir sur la photo, le connecteur (partie gauche de l'image) qui relie le périphérique à l'ordinateur n'est pas physiquement différent. Les changements se situent à l'intérieur... En revanche, la prise qui se branche côté périphérique (partie droite de l'image), voit apparaître une excroissance.



Si on regarde de plus près une prise USB 3.0 femelle, on s'aperçoit que 5 contacts supplémentaires (en rouge) sont présents, ils sont dédiés à la version 3.0. En violet, ce sont les contacts pour la liaison USB 2.0.

L'autre différence est la manière dont le dialogue est effectué entre le contrôleur USB 3.0 et les périphériques. Pour faire simple, dans le cas de l'USB 2.0, le contrôleur envoie les informations sur le « réseau » USB (broadcast) et chaque périphérique se doit de les récupérer, ce qui peut être assez chaotique si beaucoup de périphériques sont présents. Avec l'USB 3.0, le contrôleur ouvre un canal de communication avec chaque périphérique concerné ce qui garantit un échange plus rapide et plus sûr. Si vous souhaitez de plus amples détails sur les spécifications de l'USB 3.0, je vous invite à jeter un œil sur ce document :



[http://www.usb3.com/whitepapers/USB%203%200%20\(11132008\)-final.pdf](http://www.usb3.com/whitepapers/USB%203%200%20(11132008)-final.pdf)



## Installation

Évidemment, les ordinateurs actuels ou plus anciens, que ce soit les PC de bureaux ou les portables, ne sont pas forcément équipés en standard de l'USB 3.0. Il faut donc y installer une carte contrôleur. Pour les ordinateurs portables, il s'agit d'une carte **Express Card** qui s'insère dans l'emplacement idoine. Bien entendu, il est conseillé de vérifier que votre ordinateur dispose de cet emplacement. Ce n'est pas le cas de tous.



À l'instar d'une carte d'extension, il suffit d'insérer l'Express Card dans l'emplacement prévu à cet effet puis d'installer le pilote pour prendre en charge la nouvelle norme.

Pour les PC de bureau, il faut installer une carte PCI Express dans l'unité centrale. Rien de bien compliqué en soi, l'opération reste un jeu d'enfant. Petite particularité, la carte d'extension dispose d'un connecteur d'alimentation pour fournir du courant supplémentaire aux ports USB 3.0 si nécessaire. Le cas échéant, il suffit de connecter un des câbles disponibles servant habituellement à alimenter un disque dur ou un lecteur de disquette.



## Performances

Dans la pratique, le taux de transfert théorique de 640 Mo/s n'est évidemment jamais atteint. Il pourrait être amélioré avec des périphériques capables de fournir un tel débit. Hors, avec les disques durs d'aujourd'hui, ce n'est pas le cas. Les résultats peuvent légèrement varier et dépendent évidemment des caractéristiques des disques durs intégrés dans le boîtier USB 3.0.

Un disque SSD en lieu et place d'un disque dur traditionnel améliorerait les résultats. Cela étant, c'est déjà un progrès énorme puisque ces mêmes tests réalisés sur une connectique USB 2.0 donnent un débit de 36 Mo/s en lecture et 31 Mo/s en écriture. On a donc au final un débit qui a été multiplié par 3 !

Taux de transfert mesuré avec SiSoft Sandra 2010	USB 3.0	USB 2.0
En lecture	120 Mo/s	36 Mo/s
En écriture	95 Mo/s	31 Mo/s

L'USB 3.0 apporte clairement un bénéfice pour la copie de fichiers et sera un plus pour la lecture de vidéos Full-HD. À défaut de trouver des PC de bureau ou des ordinateurs portables déjà équipés avec cette norme, l'installation du matériel compatible reste aisée, surtout sur le portable avec une Express Card.

Remarque : Pour le Thunderbolt, FireWire, etc. Jetez à nouveau un coup d'œil à votre cours sur les connecteurs.

...