

Chapitre 3 - Carte mère

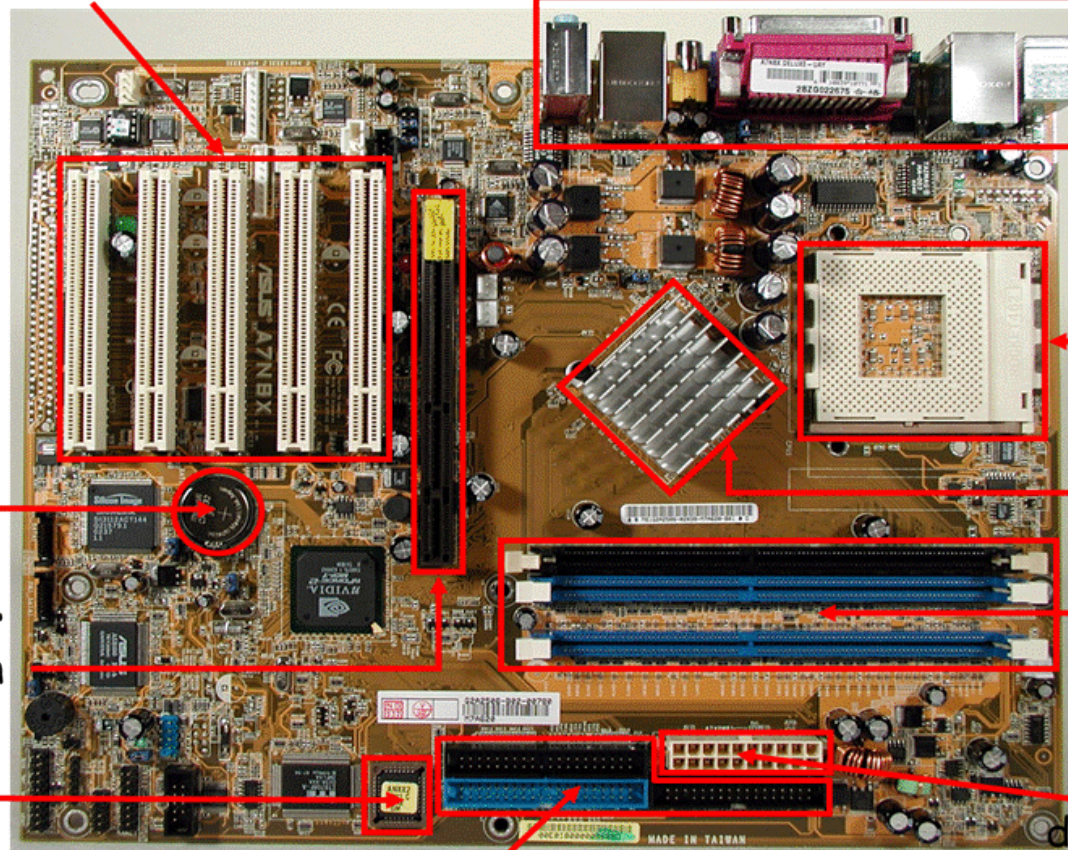
1 Introduction

- La **carte mère** est le cœur de tout ordinateur.
- Elle est essentiellement composée de **circuits imprimés** et de **ports de connexion**, par le biais desquels elle assure la connexion de tous les composants et périphériques propres à un micro-ordinateur (disques durs, mémoire vive, microprocesseur, cartes filles, etc.) afin qu'ils puissent être reconnus et configurés par la carte lors du démarrage.
- La carte mère représente le plus grand circuit électronique du PC.
- la carte-mère gère l'ensemble des composants électroniques en charge du transfert des données entre les différents composants.
- Les connecteurs fixés à la carte-mère permettent la connexion des cartes d'extension : **carte son, carte graphique**, etc.
- Le socket de la carte-mère accueille le processeur et détermine sa compatibilité avec celle-ci.
- Les ports d'entrée et de sortie sont également raccordés à la carte-mère.
- C'est la carte principale d'un micro-ordinateur qui regroupe les circuits principaux, tel que :
 - Le micro-processeur ;
 - Les **bus** (lent et rapide) ;
 - La **mémoire** centrale.
 - Et les connecteurs d'extension (pour par exemple: carte graphique, modem, etc.) et les interfaces pour les périphériques.
 - Les connecteurs électriques
 - Le support processeur
 - Les *slots* mémoire
 - Les *slots* d'extension
 - Les connecteurs de stockage
 - Le panneau d'entrées/sorties

La carte mère

Connecteurs d'extension PCI

Connecteurs d'entrée - sortie



Support du processeur

Pile du CMOS

Chipset

Connecteur d'extension AGP

Connecteurs de mémoire vive RAM

Bios

Connecteur d'alimentation

Connecteurs de lecteurs de disques et disquettes

2 Organisation générale

Depuis sa création, la carte mère s'est sans cesse enrichie de nombreuses fonctionnalités. Parmi celles-ci, on peut notamment citer :

- Le contrôleur USB ;
- Le contrôleur Ethernet (qui permet de gérer le réseau fonctionnant par câble) ;
- La puce audio (qui permet de gérer le son) ;
- Et d'autres.

Ces fonctionnalités, qui n'étaient disponibles que par le biais de **cartes d'extension** jusque dans les années 1990, se retrouvent aujourd'hui sur la majorité des cartes mères. Néanmoins, certaines d'entre elles embarquent des fonctionnalités supplémentaires (par exemple une carte **Wi-Fi**). On peut donc dire que toutes les cartes mères du marché se distinguent par les fonctionnalités qu'elles proposent.

Pour faire cohabiter et fonctionner tous ces composants, la carte mère utilise un circuit spécifique appelé **Chipset**.

2.1 Chipset

- Un **chipset** (de l'anglais, **jeu de puces**) est un jeu de composants électroniques inclus dans un circuit intégré préprogrammé permettant de gérer les flux de données numériques entre le ou les processeur(s), la mémoire et les périphériques.
- On en trouve dans des appareils électroniques de type micro-ordinateur, console de jeux vidéo, téléphone mobile, appareil photographique numérique, GPS, etc.
- Dans le cas des micro-ordinateurs, on peut voir le chipset comme une sous-partie de la carte mère regroupant plusieurs composants importants (par exemple un substitut de carte graphique), qui serait préfabriquée, standardisée et prête au montage, fournie au fabricant de la carte mère par un constructeur tiers.
- Ce circuit a pour rôle principal de contrôler les composants que le **processeur** ne peut pas contrôler lui-même.
- Toutefois, il a tendance à disparaître (fin des années 2010) car il est directement intégré aux processeurs modernes.
- Un chipset pour micro-ordinateur se trouve sur la carte mère. Il est spécifiquement conçu pour un type de microprocesseur et joue un rôle important dans la souplesse des échanges d'une même carte.

- Les performances globales de l'ordinateur dépendent donc en grande partie des chipsets et de celle du microprocesseur.
- **Son rôle est de gérer des flux de données numériques entre le microprocesseur et les divers composants et sous-ensembles de composants de la carte mère, bus informatique, mémoire vive (RAM), accès direct à la mémoire (DMA), Bus IDE ou Serial ATA, PCI, AGP, disque dur, réseau informatique, port série, port parallèle, USB, FireWire, clavier, souris, Entrées-Sorties, carte graphique, carte son, *Hyper-Threading*, *Front side bus*, lecteur de disquette et les entrées-sorties en général, etc.**

Celui-ci se divise en deux parties distinctes :

- Le **northbridge** ou pont nord gère des communications entre le microprocesseur et les périphériques rapides tels que : la mémoire vive (RAM) ; les bus AGP ; les bus PCI Express et le pont sud.
- La puce **southbridge** définit et commande le fonctionnement de tous les bus et dispositifs plus lents que ceux pris en charge par le northbridge.
- Ceci inclut presque toujours le bus PCI, l'interface PS/2 pour le clavier et la souris, le port série, le port parallèle et le contrôleur de disquette.
- Certaines de ces fonctions sont souvent prises en charge par un contrôleur secondaire d'I/O et, dans ce cas, le southbridge fournit une interface à ce contrôleur.

2.2 Le PCI Express

- Le PCI Express, abrégé PCI-E ou PCIe (anciennement 3GIO, 3rd Generation Input/Output) est un standard développé par Intel et introduit en 2004.
- Il spécifie un bus local série (« bus PCI express ») et un connecteur qui sert à connecter des cartes d'extension sur la carte mère d'un ordinateur.
- Il est destiné à remplacer tous les connecteurs d'extension d'un PC, dont le PCI et l'AGP.
- La spécification 4.0 est prévue pour 2016.
- Un intérêt notable du bus PCIe est que deux cartes PCIe peuvent dialoguer entre elles sans passer par le processeur

Tableau comparatif

	PCI 2.2 (32bits)	PCI-Express 1.x	PCI-Express 2.x	PCI-Express 3.x	PCI-Express 4.x
Année d'introduction	1992	2003	2007	2012	2016
Fréquence	33 Mhz	100 MHz	100 MHz	100 MHz	100 MHz
Puissance max délivrée (12V+3V3)	25 watts	75 watts	75 watts	75 watts	A définir
Bande passante	133 Mo/s	2,5 GT/s	5 GT/s	8 GT/s	16 GT/s
débit par ligne	non applicable	250 Mo/s	500 Mo/s	984,6 Mo/s	1969,2 Mo/s
débit pour 16 lignes	non applicable	4 Go/s	8 Go/s	15,754 Go/s	31,508 Go/s

- Lors du démarrage, la carte mère a besoin de savoir quels périphériques lui sont connectés.

Pour effectuer cette tâche, elle dispose d'un **firmware** appelé **BIOS** (*Basic Input Output System* en anglais).

Ce dernier, qui est contenu dans une puce de mémoire EEPROM (ou EPROM/ROM pour les cartes les plus anciennes) soudée à même la carte mère, se lance automatiquement lorsque la carte est mise sous.

2.3 Le BIOS

- Le Basic Input Output System (BIOS, en français : « système élémentaire d'entrée/sortie ») est un ensemble de fonctions, contenu dans la mémoire morte (ROM) de la carte mère d'un ordinateur, lui permettant d'effectuer des opérations élémentaires lors de sa mise sous tension, par exemple la lecture d'un secteur sur un disque. Par extension, le terme est souvent utilisé pour décrire l'ensemble du micrologiciel de la carte mère.
- Le **BIOS** configure chaque périphérique connecté à la carte (mémoire vive, disques durs, cartes d'extension,...) selon les instructions contenues dans le **Master Boot Record**, puis il lance le système d'exploitation contenu dans un périphérique de stockage de masse (qui peut être un disque dur, un SSD ou encore une clé USB).
- Si un périphérique n'est pas présent ou ne peut pas être configuré, la carte émet des signaux sonores qui permettent d'informer l'utilisateur de la panne. Leur signification est précisée dans le manuel de la carte.

2.4 Firmware

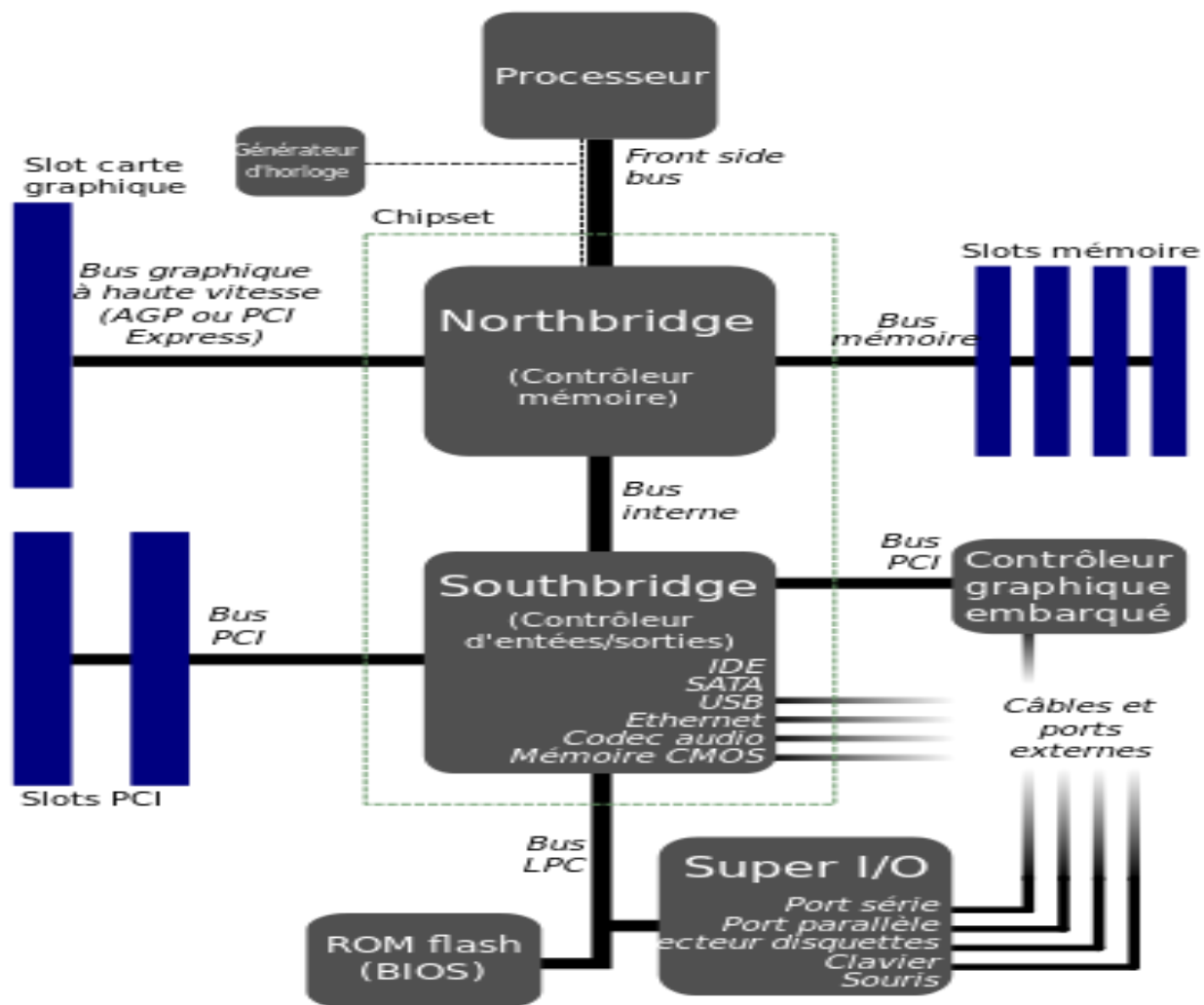
- Un firmware, parfois appelé micrologiciel ou microcode, ou plus rarement logiciel interne ou logiciel embarqué, ou encore microprogramme, est un ensemble d'instructions et de structures de données qui sont intégrées dans du matériel informatique (ordinateur, photocopieur, automate (API, APS), un disque dur, un routeur, un appareil photo numérique, etc.) pour qu'il puisse fonctionner.

2.5 EEPROM

- La mémoire EEPROM (Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory ou mémoire morte effaçable électriquement et programmable) (aussi appelée E2PROM ou E²PROM) est un type de mémoire morte. Une mémoire morte est une mémoire utilisée pour enregistrer des informations qui ne doivent pas être perdues lorsque l'appareil qui les contient n'est plus alimenté en électricité.

2.6 Le Master Boot record - MBR

- Le Master Boot Record ou MBR (parfois aussi appelé « zone amorce ») est le nom donné au premier secteur adressable d'un disque dur (cylindre 0, tête 0 et secteur 1, ou secteur 0 en adressage logique).
- Sa taille est de 512 octets. Le MBR contient la table des partitions (les quatre partitions primaires) du disque dur. Il contient également une routine d'amorçage dont le but est de charger le système d'exploitation, ou le chargeur d'amorçage (boot loader) s'il existe, présent sur la partition active.



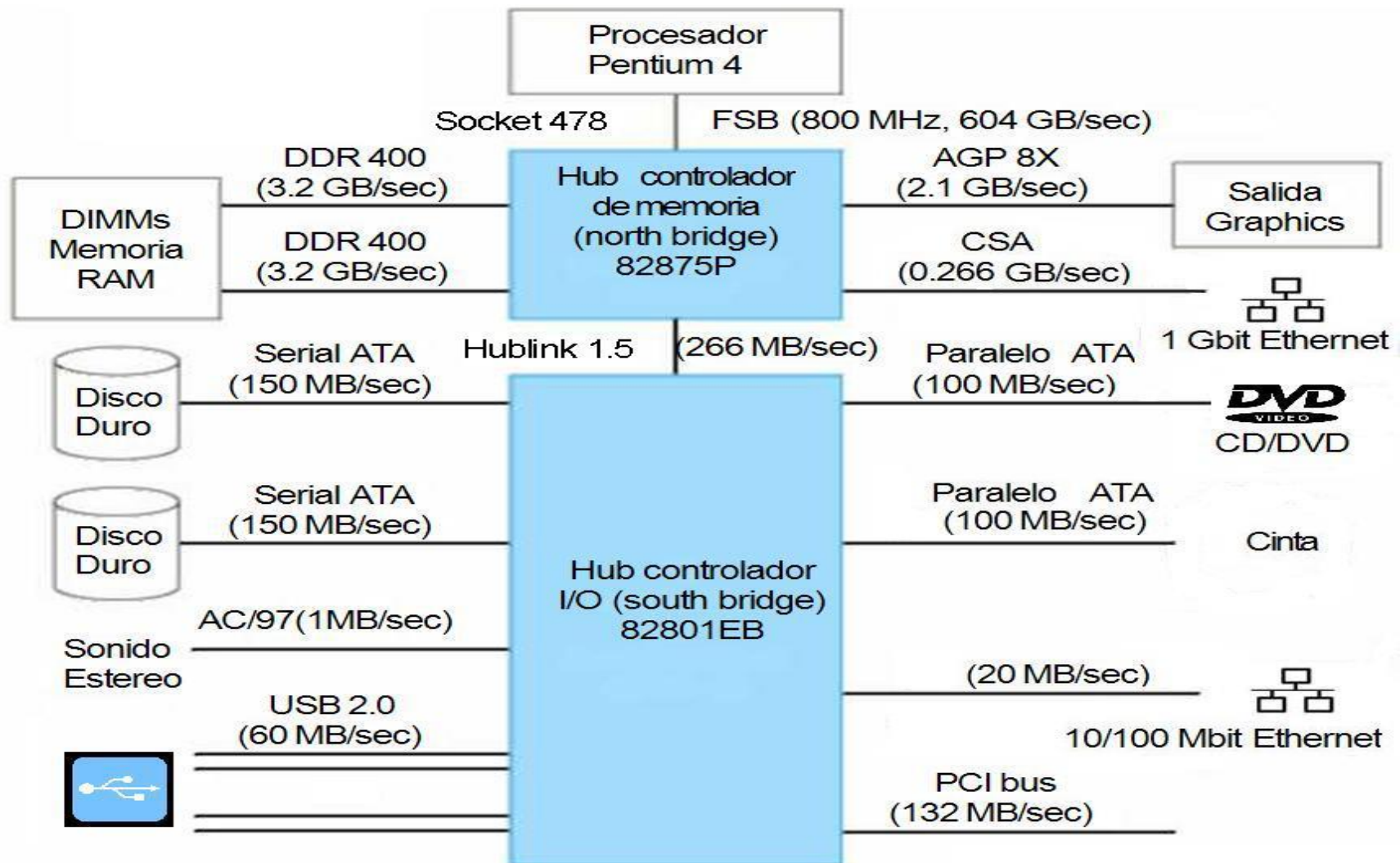


Figure : Schéma de principe du Chipset 875 Intel

3 Échelle d'intégration

L'échelle d'intégration (en anglais *scale integration*) définit le nombre de portes logiques par boîtier :

Nom	Signification	Année de sortie	Nombre de transistors ²	Nombre de portes logiques par boîtier ³
SSI	<i>small-scale integration</i>	1964	1 à 10	1 à 12
MSI	<i>medium-scale integration</i>	1968	10 à 500	13 à 99
LSI	<i>large-scale integration</i>	1971	500 à 20 000	100 à 9 999
VLSI	<i>very large-scale integration</i>	1980	20 000 à 1 000 000	10 000 à 99 999
ULSI	<i>ultra-scale integration</i>	1984 ⁴	1 000 000 et plus	100 000 et plus

Ces distinctions ont peu à peu perdu de leur utilité avec la croissance exponentielle du nombre de portes. Aujourd'hui plusieurs centaines de millions de transistors (plusieurs dizaines de millions de portes) représentent un chiffre *normal* (pour un microprocesseur ou un circuit intégré graphique haut de gamme). Afin de parvenir à de tels niveaux d'intégrations, un flot de conception complexe est utilisé.

4 Structure

Voici une liste non exhaustive des éléments principaux présents sur une carte mère, ainsi que leur utilité :

4.1 Les connecteurs électriques

- Ces connecteurs permettent d'acheminer le courant électrique du bloc d'alimentation vers la carte mère. Chaque carte en compte deux :
- Le connecteur 24 pins de type **ATX** : c'est l'alimentation principale de la carte. Comme son nom l'indique, cette prise compte 24 broches qui permettent d'acheminer les différentes tensions d'alimentation vers la carte. En effet, tous les composants d'une carte mère ne fonctionnent pas à la même tension électrique.
- Le connecteur 4 pins pour CPU : ce connecteur de forme carrée compte seulement quatre broches. Il permet d'assurer l'alimentation électrique du processeur. Il délivre une tension de +12V.

4.2 Le support processeur

- Le support processeur (ou *socket* en anglais) peut être considéré comme le support du processeur.
- S'il est dit « libre » (ZIF, Zero Insertion Force en anglais) il permet d'insérer et de retirer le processeur simplement en soulevant le levier présent sur son côté afin de débloquer le socket aisément et installer ou retirer le processeur.
- Ce système présent sur toutes les cartes mères récentes permet une grande modularité puisque l'on peut y installer, en théorie, n'importe quel processeur.
- En pratique, certaines contraintes s'imposent, à savoir :
 - La marque du processeur : aujourd'hui, les deux principaux constructeurs de processeurs sont Intel et AMD. Ces deux entreprises utilisent chacune un type de processeur différent de par ses caractéristiques physiques.
 - Chez AMD, les processeurs sont couverts de petites broches de connexion sur leur face inférieure et le socket correspondant est percé de trous dans lesquels vient s'enficher le processeur.
 - Intel utilise la technique inverse, c'est-à-dire que les broches de connexion se trouvent sur le socket alors que la surface inférieure du processeur est couverte de petites surfaces de contact.
 - La génération du processeur : chaque nouvelle génération de processeur (que ce soit chez Intel et AMD) utilise un socket légèrement différent (de par le placement des broches de connexion).
 - De ce fait, chaque nouvelle génération n'est pas rétrocompatible avec la précédente ce qui oblige l'utilisateur à changer de carte mère lorsqu'il veut installer un processeur qui n'est pas compatible avec la carte qu'il possède déjà.

4.3 Les *slots* mémoire

- Dans un ordinateur, un **slot** (de l'anglais) est une fente dans laquelle on insère une carte d'extension ou une barrette de mémoire, voire certains processeurs conditionnés sous forme de cartouche.
- Le composant doit être enfoncé (enfiché) dans le connecteur de la carte mère pour être maintenu en place. La communication entre le composant enfiché et les autres composants se fait alors à travers un bus informatique.
- Selon le type de composant accueilli, on peut utiliser d'autres mots pour désigner des slots:
 - un port d'extension ou un connecteur d'extension pour enficher une carte d'extension
 - un support SIMM, DIMM ou SO-DIMM pour enficher une barrette de mémoire vive
 - un slot pour enficher un processeur, à ne pas confondre avec un socket car ils n'ont pas le même aspect

- Disposés à côté du socket processeur, les connecteurs mémoire (slots en anglais) se trouvent au nombre de deux, quatre, six ou plus rarement huit. De forme longiligne, ils se distinguent des autres connecteurs par la présence de deux ergots de sécurité à leurs deux extrémités. Ils permettent de connecter les barrettes de mémoire vive sur la carte mère.

4.4 Les *slots* d'extension

- Situés vers le bas de la carte mère, ces gros connecteurs servent à connecter les cartes d'extension sur la carte mère, afin de lui rajouter de nouvelles fonctionnalités. On retrouve plusieurs types d'interfaces permettant de connecter des cartes d'extension :
- Le bus ISA (*Industry Standard Architecture*) : créé à la base par IBM, ce fut le tout premier bus informatique interne utilisé pour la connexion de cartes d'extension. Il a disparu des cartes mères depuis les années 1994 au profit d'un bus plus compact (d'un point de vue physique) et aussi plus rapide : le PCI.
- Le bus PCI (*Peripheral Component Interconnect*) : apparu en 1994, c'est le descendant du bus ISA. Il est toujours présent aujourd'hui (années 2010) mais dans une version plus rapide et compacte : le bus PCI Express.
- Le bus AGP (*Accelerated Graphics Port*) : lancé en 1997 par Intel, c'était un bus réservé aux cartes graphiques, créé afin de s'affranchir du bus PCI que le fondateur jugeait trop lent pour l'affichage en 3D temps réel. Il n'est aujourd'hui plus présent sur nos cartes mères car il a été remplacé par le bus PCI Express, plus rapide et plus apte à supporter les cartes graphiques (bien qu'il soit aussi capable de supporter d'autres types de cartes).

4.5 Les connecteurs de stockage

- Les connecteurs de stockage sont des connecteurs spécifiques présents sur toutes les cartes mères, permettant de lui adjoindre des périphériques de stockage de masse (disque dur, lecteur de disque optique, disque SSD). On en trouve trois types :
- Le connecteur Floppy : le connecteur Floppy permet de connecter un lecteur de disquettes à la carte mère. C'est une interface assez ancienne que l'on ne trouve plus sur les cartes mères depuis la fin des années 2010 (les clés USB eu beaucoup de succès). Néanmoins, il existe des lecteurs de disquettes qui peuvent se raccorder à l'ordinateur en USB.
- Les connecteurs IDE (aussi appelés PATA pour *Parallel ATA*): ces connecteurs, qui sont plus longs que les connecteurs floppy (même s'ils leur ressemblent au premier abord), permettent de connecter deux types de périphériques : les

disques durs IDE et les lecteurs/graveurs de disques optiques à connectique IDE. Cette interface créée en 1986 a été remplacée par le SATA, plus petit et plus rapide.

- ATA IDE
- The parallel bus transfers data from hard disks and optical stores (CD and DVD) and back. It is known as Parallel ATA and today gives a up the place Serial ATA. Last version uses a 40-contact wire with 80 veins (half on "ground"). Each such cable allows to connect, a maximum, two devices when one works in a mode "master", and the second - in "slave". Usually the mode is switched by means of the small lintel on the device.
- Les connecteurs SATA (pour *Serial ATA*) : ces connecteurs permettent de connecter trois types de périphériques : les disques durs SATA, les SSD et les lecteurs-graveurs de disques optiques DVD et Blu-Ray. Cette interface créée en 2003 est actuellement en version trois.
 - La norme Serial ATA ou SATA (Serial Advanced Technology Attachment), permet de connecter à une carte mère tout périphérique compatible avec cette norme (mémoire de masse, lecteur de DVD, etc.). Elle spécifie notamment un format de transfert de données et un format de câble.
 - Cette norme succède à la norme Parallel ATA
 - SATA is the serial interface for connection of storing devices (today it, basically, hard disks) and it is called to replace old parallel interface ATA. Standard Serial ATA of the first generation today is used very widely and provides the maximal speed of data transmission 150 Mbit/s. The maximal length of a cable - 1 meter. SATA uses connection "point-to-point" when one end of cable SATA connects to a motherboard, and the second - to a hard disk. Additional devices are not connected to this cable, unlike parallel ATA, when it is possible to connect two drives to each cable

4.6 Le panneau d'entrées/sorties

• Le panneau d'entrées/sorties (aussi appelé *I/O Panel (Input/Output Panel)* en anglais) est une interface qui regroupe tous les connecteurs d'entrée/sortie. Ces connecteurs, qui respectent la norme PC 99, permettent à l'utilisateur de connecter des périphériques externes à l'ordinateur (comme un écran, un clavier, une souris, un kit d'enceintes ou une imprimante). On retrouve plusieurs types de connecteurs :

- Les ports USB (*Universal Serial Bus*) permettent de connecter la quasi-totalité du matériel récent (clés USB, imprimantes,...). La norme USB est apparue en 1996 et est toujours présente aujourd'hui (la version 3.1 ne devrait pas tarder à arriver sur le marché à l'heure où vous lirez ces lignes).
- Le connecteur RJ45 qui permet de connecter l'ordinateur à un réseau informatique câblé.

- Le connecteur VGA (*Video Graphics Array*) : c'est un connecteur vidéo analogique qui permet de relier un écran à l'ordinateur. Ce connecteur est relié à l'IGP (*Integrated Graphics Processor*) du processeur (qui est une sorte de petite carte graphique intégrée au processeur. Tous les processeurs modernes en ont un).
- Le connecteur DVI (*Digital Visual Interface*) : c'est un connecteur vidéo numérique qui permet de relier un écran à l'ordinateur. Il est lui aussi relié à l'IGP du processeur.
- Le connecteur HDMI : c'est un connecteur qui gère l'audio et la vidéo en haute définition. Il permet de connecter un écran Haute Définition à l'ordinateur.
- Le connecteur DisplayPort : c'est un connecteur qui gère l'audio et la vidéo en haute définition (comme l'HDMI). Il permet de connecter un écran Haute Définition à l'ordinateur.
- Les connecteurs audio analogiques : ce sont les petits connecteurs jack 3.5 mm multicolores présents sur le bord du panneau. Ils permettent de relier un système audio à l'ordinateur (comme un kit d'enceintes ou un casque audio) ou un microphone.
- Les connecteurs audio numériques (SPDIF) : ces connecteurs permettent de relier un système audio à l'ordinateur.
- Le connecteur Firewire (IEEE1394) : c'est un connecteur qui permet de relier certains périphériques à l'ordinateur (disques durs externes, caméscopes...).

Voir <http://pinouts.ws/> pour plus de détails.

4.7 Principaux fabricants de chipsets compatibles pour PC dans le monde

- AMD
- VIA Technologies (Cyril)
- Silicon Integrated Systems
- nVIDIA

5 Les fabricants majeurs de cartes mères

- Asus
- Gigabyte
- MSI
- ASRock
- EVGA

- Intel (cartes NUC et Galileo)

6 Carte multiprocesseur

- Une carte multiprocesseur (comme son nom l'indique) peut accueillir plusieurs processeurs physiquement distincts (généralement 2 voire quatre, rarement plus). Ces cartes relativement onéreuses sont principalement utilisées dans les architectures serveur ou les superordinateurs. En effet, la présence de deux processeurs permet de doubler la puissance de calcul de la machine. Pour gérer deux processeurs ensemble, deux techniques existent :
 - La gestion asymétrique : avec cette méthode, chaque processeur se voit attribuer une tâche différente. Cela permet de confier une tâche à un processeur alors que le second est occupé à autre chose.
 - La gestion symétrique : avec cette méthode, chaque tâche est répartie également sur chaque processeur (c'est-à-dire que chaque processeur se charge d'une moitié de la tâche)
 - Le système d'exploitation Linux permet la gestion symétrique de deux processeurs depuis la sortie du noyau Linux version 2.6 (2003).

7 Les différents formats de carte mère

Facteur de forme.

- Au fur et à mesure de l'évolution de l'informatique, plusieurs formats standardisés de carte mère ont vu le jour. Voici les principaux :
 - 1984 AT : 305 × 305 mm (IBM)
 - Baby AT : 216 × 330 mm
 - 1995 ATX : 305 × 244 mm (Intel)
 - MicroATX : 244 × 244 mm
 - FlexATX : 229 × 191 mm
 - MiniATX : 284 × 208 mm
 - 2001 ITX : 215 × 195 mm (VIA)
 - MinilTX : 170 × 170 mm
 - NanoITX : 120 × 120 mm
 - PicoITX : 100 × 72 mm

- 2005 BTX : 325 × 267 mm (Intel)
 - MicroBTX : 264 × 267 mm
 - PicoBTX : 203 × 267 mm
- 2007 DTX : 248 × 203 mm (AMD)
 - mini-DTX : 170 × 203 mm
- 2009 ITX
 - mini-ITX : 170 × 170 mm