

Ministère d'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université A/Mira –Bejaia-

Faculté des sciences Exactes  
Département de mathématique et informatique  
1<sup>ere</sup> Année License



جامعة بجاية  
Tasdawit n Bgayet  
Université de Béjaïa

Module : Electronique et Composants des systèmes

Cours N°4 : Carte mère, Bus informatique, Mémoires et  
Microprocesseur



# **1- Carte Mère**

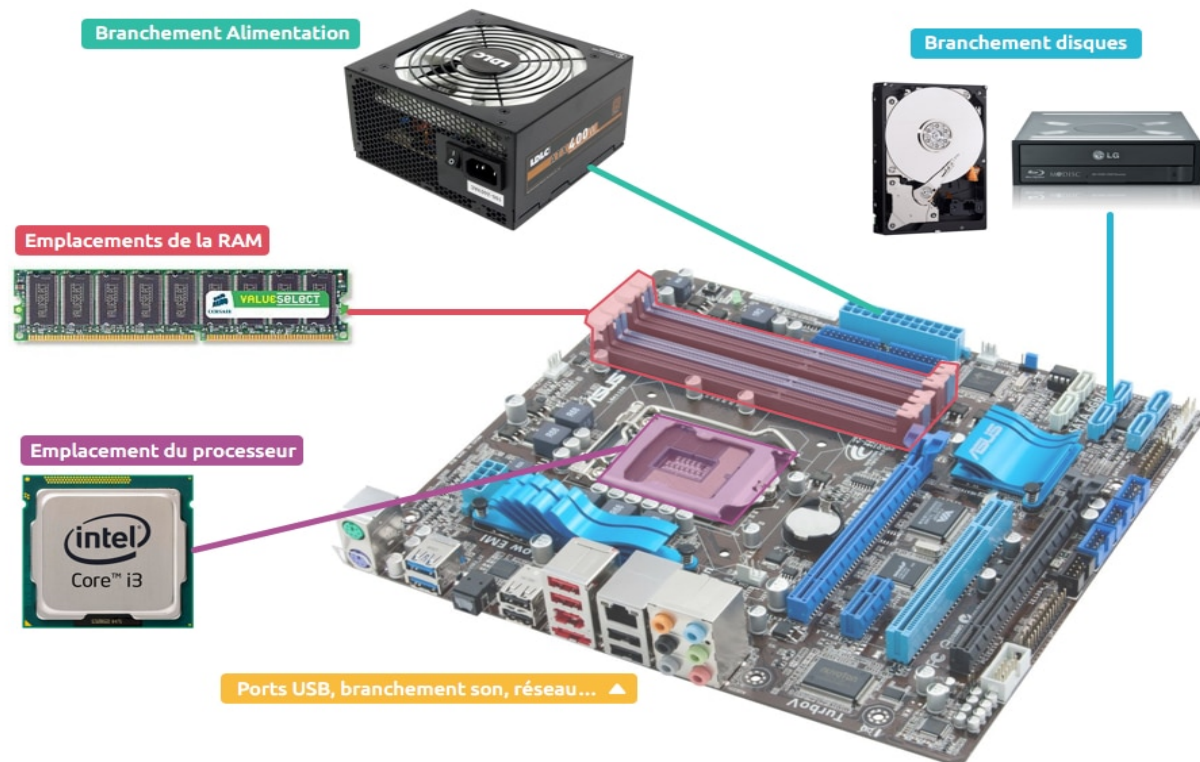


# **1- Définition**

# La Carte Mère

## 1- Définition :

La **carte mère** est une carte électronique qui permet d'interconnecter les différents composants d'un ordinateur.





## **2- Caractéristiques de la Carte Mère**

# Les Caractéristiques de la Carte Mère

Il existe plusieurs façons de **caractériser** une carte mère, notamment selon les caractéristiques suivantes :

- **Le facteur d'encombrement (facteur de format)**
- **Le chipset**
- **Le type de support de processeur**
- **Les connecteurs d'entrée-sortie**

# Facteur d'encombrement

## Facteur d'encombrement (Facteur de Forme) :

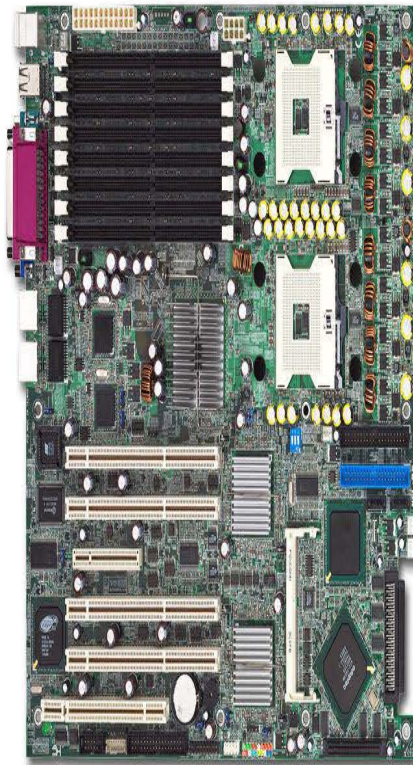
- La majorité des cartes mères sont au format **ATX (Advanced Technology Extended)**, est un format étudié pour améliorer l'ergonomie.
- Les composants de la carte mère sont orientés parallèlement, de manière à permettre une meilleure évacuation de la chaleur.
- Des modèles aux dimensions plus réduites existent et le format le plus courant est alors le  $\mu$ ATX qui permet notamment d'assembler certains Mini PC.

Il existe plusieurs formats physiques:

- ✓ Le format **ITX (Information Technology eXtended)**, porté par la société **Via**.
- ✓ Le format **BTX (Balanced Technology eXtended)**, porté par la société **Intel**.

# Facteur d'encombrement

Facteur d'encombrement (Facteur de Forme) :



Extended-ATX



Standard-ATX



Micro-ATX



Mini-ITX



Nano-ITX



Pico-ITX





# Facteur d'encombrement

## Facteur d'encombrement (Facteur de Forme) :

Facteur de forme	Dimensions	Emplacements
ATX (Advanced Technology Extended)	305 mm x 244 mm	AGP / 6 PCI
Mini ATX	284 mm x 208 mm	AGP / 4 PCI
Micro ATX	244 mm x 244 mm	AGP / 3 PCI
Flex ATX	229 mm x 191 mm	AGP / 2 PCI
Mini ITX	170 mm x 170 mm	1 PCI
BTX (Balanced Technology Extended)	325 mm x 267 mm	7 PCI
Micro BTX	264 mm x 267 mm	4 PCI

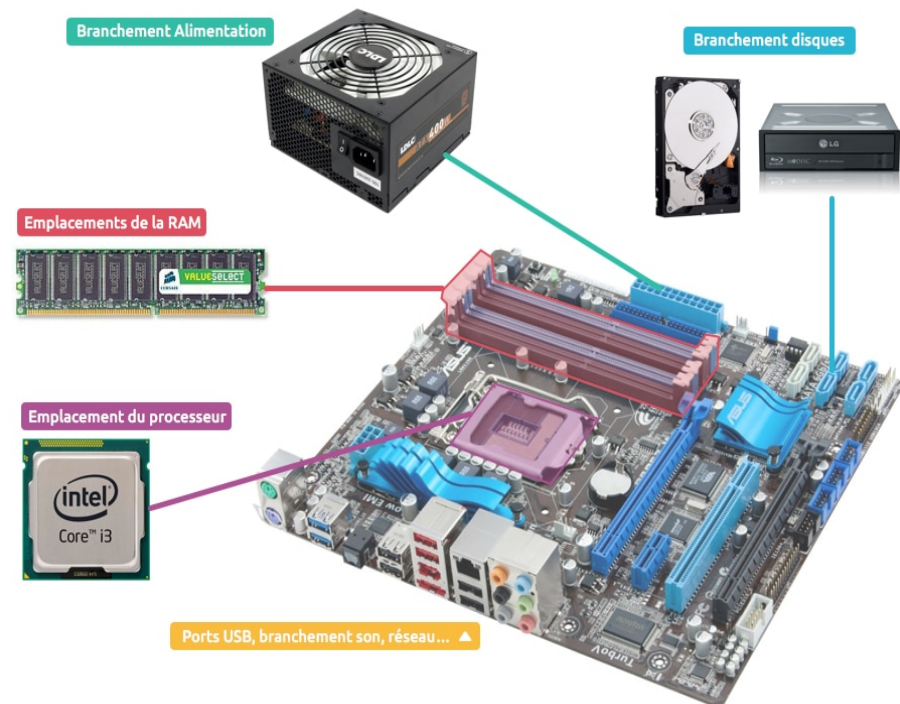


# **3- Composition de la Carte Mère**

# Composition de la Carte Mère

La **carte mère** est composée principalement de :

- Les connecteurs électriques
- Les slots d'extension
- Les slots mémoire
- Les connecteurs de stockage
- Le support processeur
- Le chipset
- Les bus
- Le BIOS
- La pile CMOS
- Les cartes intégrées
- Les connecteurs d'entrées/sorties

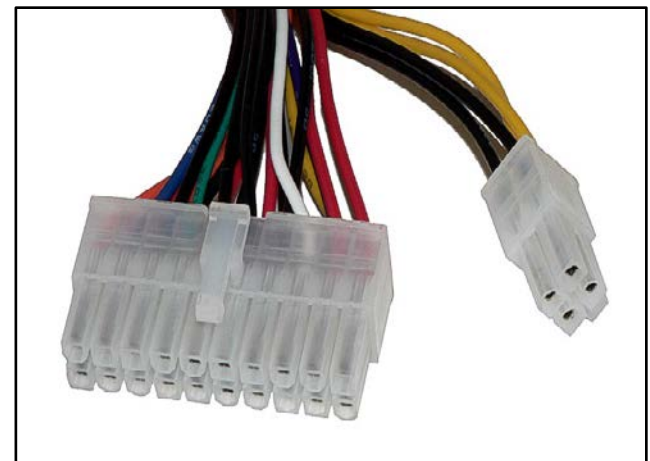
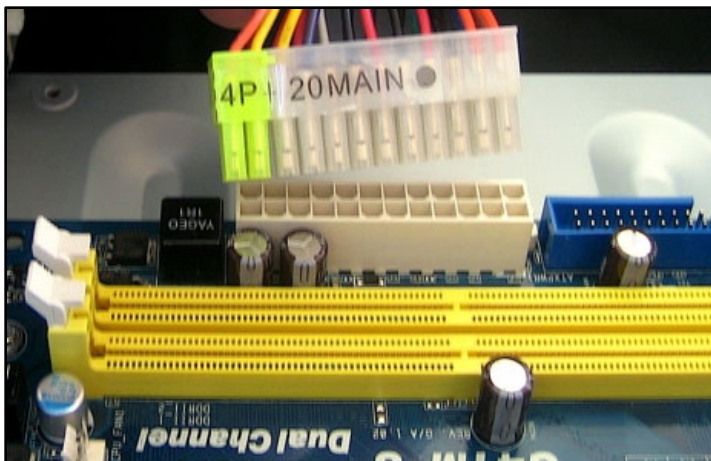


# Les Connecteurs Électriques

## 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: pour alimenter les différents composants.
- Le connecteur 4 ou 8 pins pour CPU.

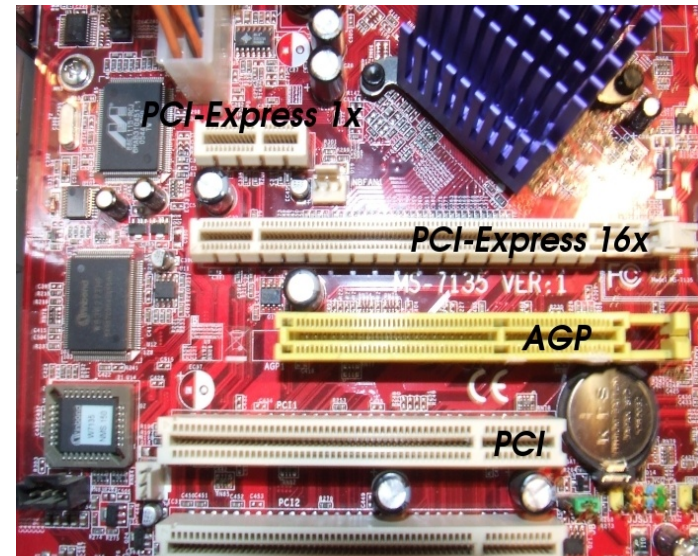


# Les Connecteurs d'extension (Slot)

## 2- Les connecteurs d'extension (Slot) :

Les **connecteurs d'extension** (anglais : *slot*) sont des réceptacles pouvant accueillir des **cartes d'extension**. Ces cartes sont utilisées pour ajouter des fonctionnalités ou augmenter les performances d'un **micro-ordinateur**.

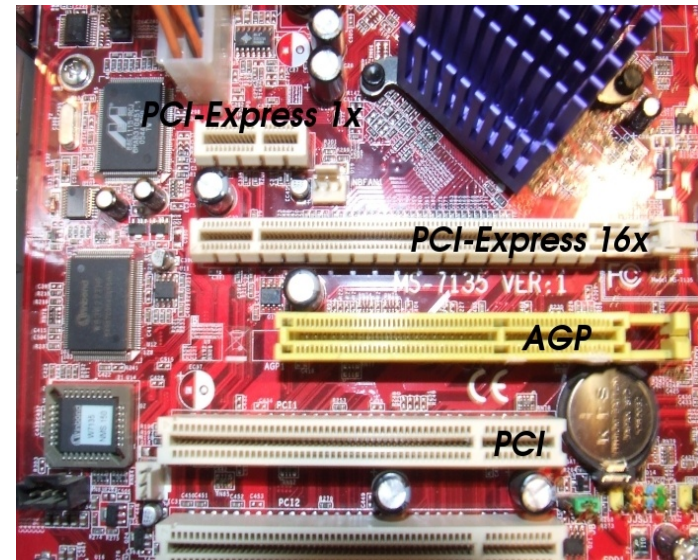
- Les connecteurs **ISA** fonctionnant en **16 bits**. Peu d'ordinateurs récents possèdent encore ce type de connecteur car il s'agit d'un bus peu rapide.
- Les connecteurs **PCI** fonctionnant en **32 bits**. Il s'agit du type de connecteur pour la plupart des cartes d'extension, à l'exception des cartes graphiques de dernière génération.



# Les Connecteurs d'extension (Slot)

## 2- Les connecteurs d'extension (Slot) :

- Les connecteurs **AGP** fonctionnant en **32 bits**. Il s'agit d'un port rapide réservé à la carte graphique, généralement repérable par sa couleur brune.
- Les connecteurs **PCI Express** fonctionnant en **32 bits**, allant de 250 Mo/s à 4 Go/s, il est suffisamment rapide pour pouvoir remplacer non seulement le PCI classique mais aussi l'AGP, un port rapide pour **cartes graphiques**.



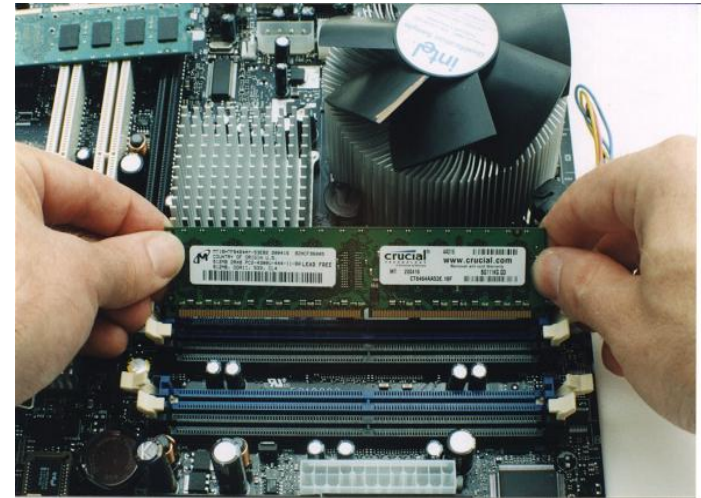
# Les Slots mémoire

## 3- Les slots mémoire :

Disposés à côté du socket processeur, les connecteurs mémoire 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.

Actuellement les slots mémoire accueillent des barrettes de mémoire au format **DDR3** ou **DDR4**.



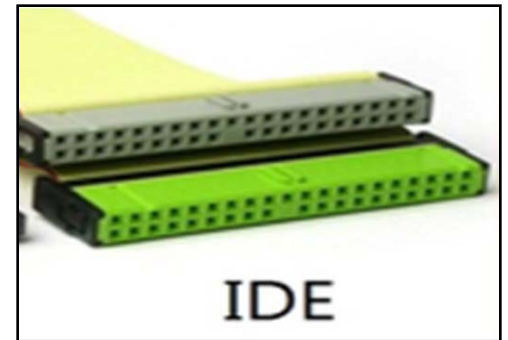
# Les connecteurs de Stockage

## 4- Les connecteurs de stockage :

### 4-1 Le connecteur IDE

**Integrated Drive Electronics**, aussi appelé **PATA** pour **Parallel ATA**. Ces connecteurs sont plus longs que les connecteurs floppy, permettent de connecter deux types de périphériques : les **disques durs IDE** et les **lecteurs/graveurs de disques optiques IDE**.

Cette interface créé en 1986 a été remplacée par le SATA, plus petit et plus rapide.





# Les connecteurs de Stockage

## 4- Les connecteurs de stockage :

### 4-2 Le Serial ATA

Le standard **Serial (ATA Advanced Technology Attachment ou SATA)** est un bus standard permettant la connexion de périphériques de stockage haut débit sur les ordinateurs de type PC.

Le standard Serial ATA est apparu en février 2003 afin de pallier les limitations de la norme PATA



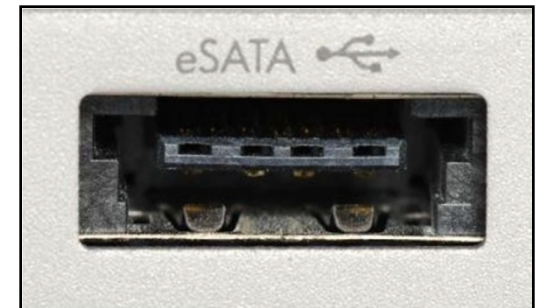
# Les connecteurs de Stockage

## 4- Les connecteurs de stockage :

### 4-3 Le eSATA

il existe une version de connecteurs destinés au stockage externe appelés **External SATA** ou **eSATA**. La longueur maximale de câble est alors de 2 m.

La norme eSATA est similaire à la norme SATA, à la différence près qu'elle est destinée à la connexion de disques externes.



# Le Support processeur

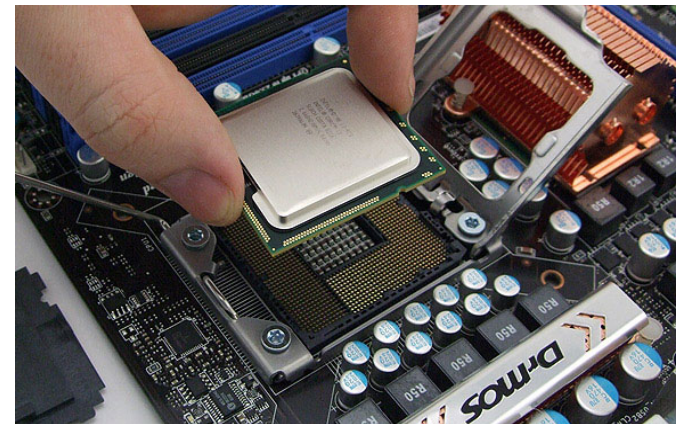
## 5- Le support processeur :

C'est connecteur qui permet d'insérer le processeur a la carte mère, et de le retirer en toute facilité. On trouve différents type de socket selon:

- **La marque du processeur (ou fabricant).**
- **Et la génération du processeur.**

### Ex:

- Socket LGA1151 - Core i5 et i7 (Skylake)
- Socket 423 - Pentium 4
- Socket 940 - AMD Athlon 64, Opteron
- ...

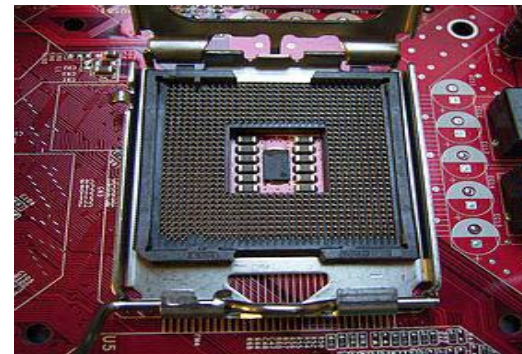


# Le Support processeur

## 5- Le support processeur :

On a deux types de support processeur:

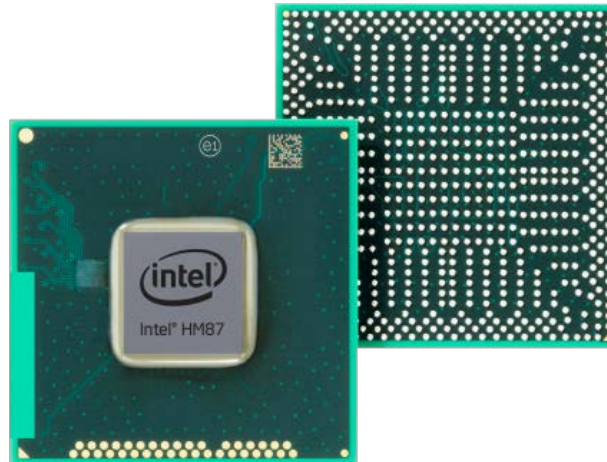
- **Slot** : il s'agit d'un connecteur rectangulaire dans lequel on enfiche le processeur verticalement .
- **Socket** : il s'agit d'un connecteur carré avec un nombre de petits connecteurs sur lequel le processeur vient directement s'enficher.



# Chipset

## 6- Chipset :

**Le chipset** (aussi appelé **jeu de composants**) peut être défini comme un ensemble de circuits (**Chip Set**) qui définit l'intelligence et les possibilités de la carte mère. Il est chargé de coordonner les échanges de données entre les divers composants de l'ordinateur (processeur, mémoire...). C'est le lien entre les différents bus de la carte mère.

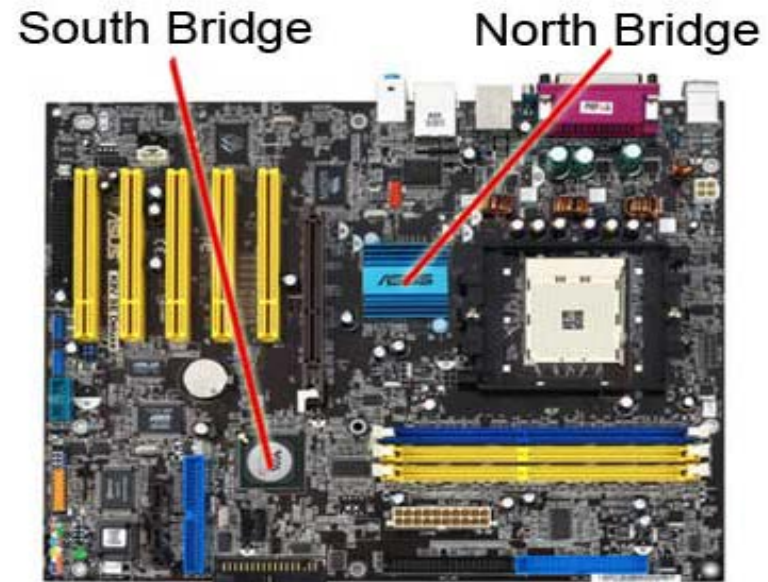


# Chipset

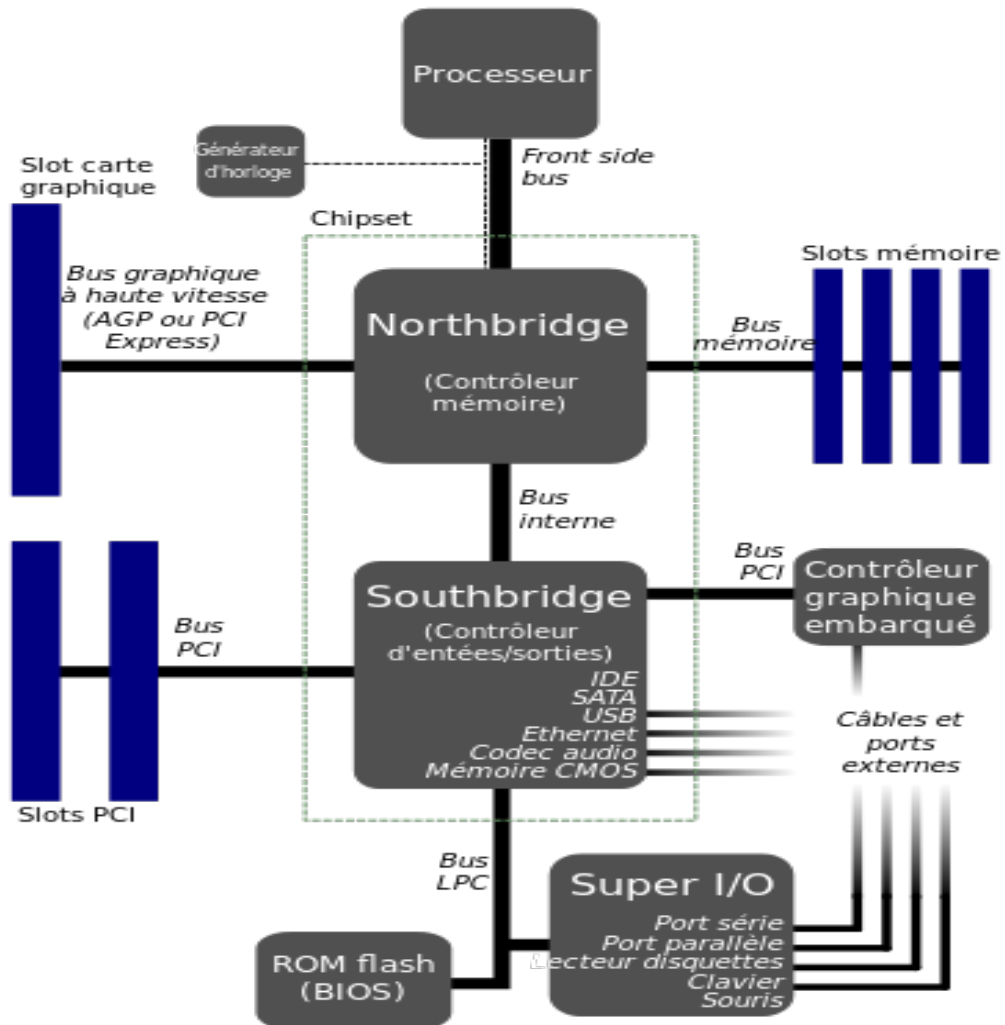
## 6- Chipset :

Le chipset est composé par deux composants baptisé **Pont Nord** et **Pont Sud**.

- **Le Northbridge (Pont Nord) :** S'occupe d'interfacer le microprocesseur avec les périphériques rapides (mémoire et carte graphique) nécessitant une bande passante élevée.
- **Le Southbridge (Pont Sud) :** S'occupe d'interfacer le microprocesseur avec les périphériques plus lents (disque dur, CD-ROM, lecteur de disquette, réseau, etc...).



# Chipset



# Les Bus Informatique

## 7- Les Bus :

Un **bus informatique** est un dispositif de transmission de données partagé entre plusieurs composants d'un système numérique.

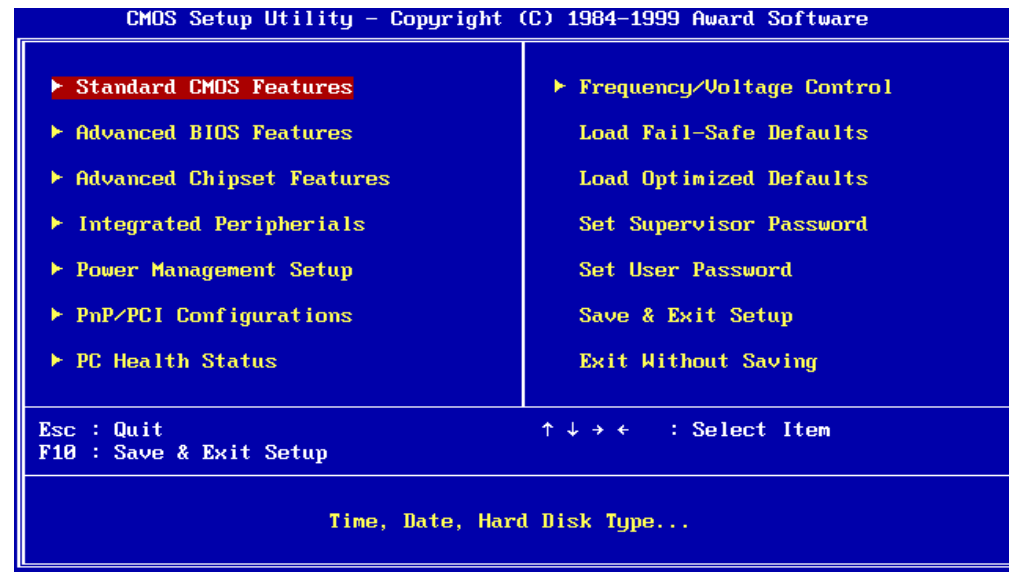
- **Le bus système** (aussi appelé bus interne ou *Front Side Bus* (FSB) en anglais) : Il relie le micro-processeur au chipset.
- **Le bus mémoire** relie le chipset à la mémoire vive.
- **Le bus d'extension** (aussi appelé bus d'entrées/sorties) : Il relie le micro-processeur aux connecteurs d'entrée/sortie et aux connecteurs d'extension.



# Le BIOS

## 8- Le BIOS :

Le **BIOS (Basic Input Output System)** : C'est un programme responsable de la gestion du matériel : clavier, écran, disques durs, liaisons séries et parallèles. Il est sauvegardé dans une mémoire morte (**ROM**) (mémoire morte, c'est-à-dire une mémoire en lecture seule).



# Le BIOS

## 8- Le BIOS :

Il permet d'effectuer des opérations élémentaires lors de la mise sous tension:

- Il initialise tous les composants de la carte mère, du chipset et de certains périphériques.
- Il identifie tous les périphériques internes et externes qui lui sont connectés.
- Si cela n'a pas déjà été fait il initialise l'ordre de priorité des périphériques d'entrée.
- Il démarre le système d'exploitation présent sur le premier périphérique disponible.



# La pile CMOS

## 9- La Pile CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) :

- Lorsque vous éteignez l'ordinateur, il conserve l'heure et tous les paramètres qui lui permettent de démarrer correctement.
- Le **CMOS** est une mémoire lente mais qui consomme peu d'énergie, voilà pourquoi on l'utilise dans nos PC alimentés par des piles à l'arrêt.
- Enlever la pile permet aussi de restaurer les paramètres par défaut du BIOS.



# Les Cartes Intégrées

## 10- Les cartes intégrées :

Les cartes mères récentes embarquent généralement un certain nombre de périphériques multimédia et réseau pouvant être désactivés :

- **Carte réseau intégrée.**
- **Carte graphique intégrée.**
- **Carte son intégrée.**

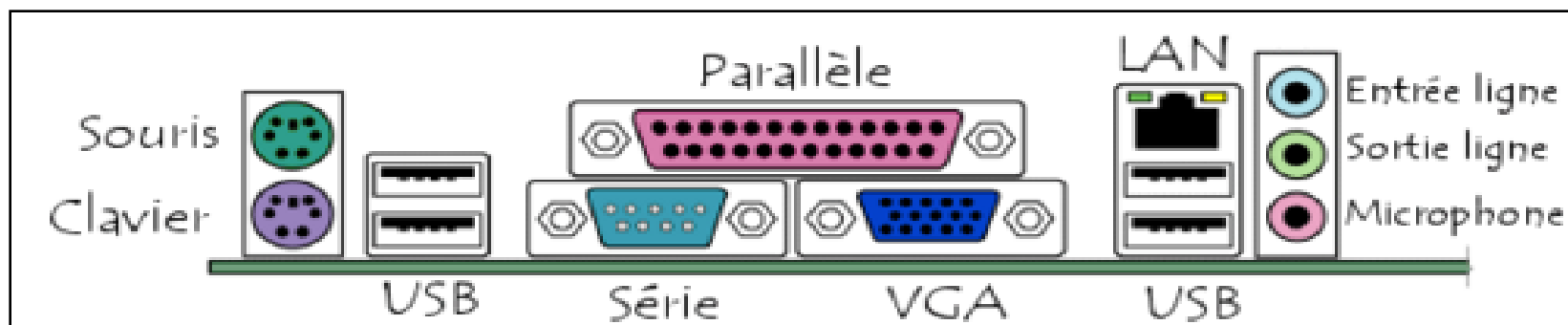
**RQ**: Simplement il est suffisant de mettre en place une carte d'extension suffisante pour désactiver la carte intégrée.

# Les connecteurs d'Entrée-Sortie

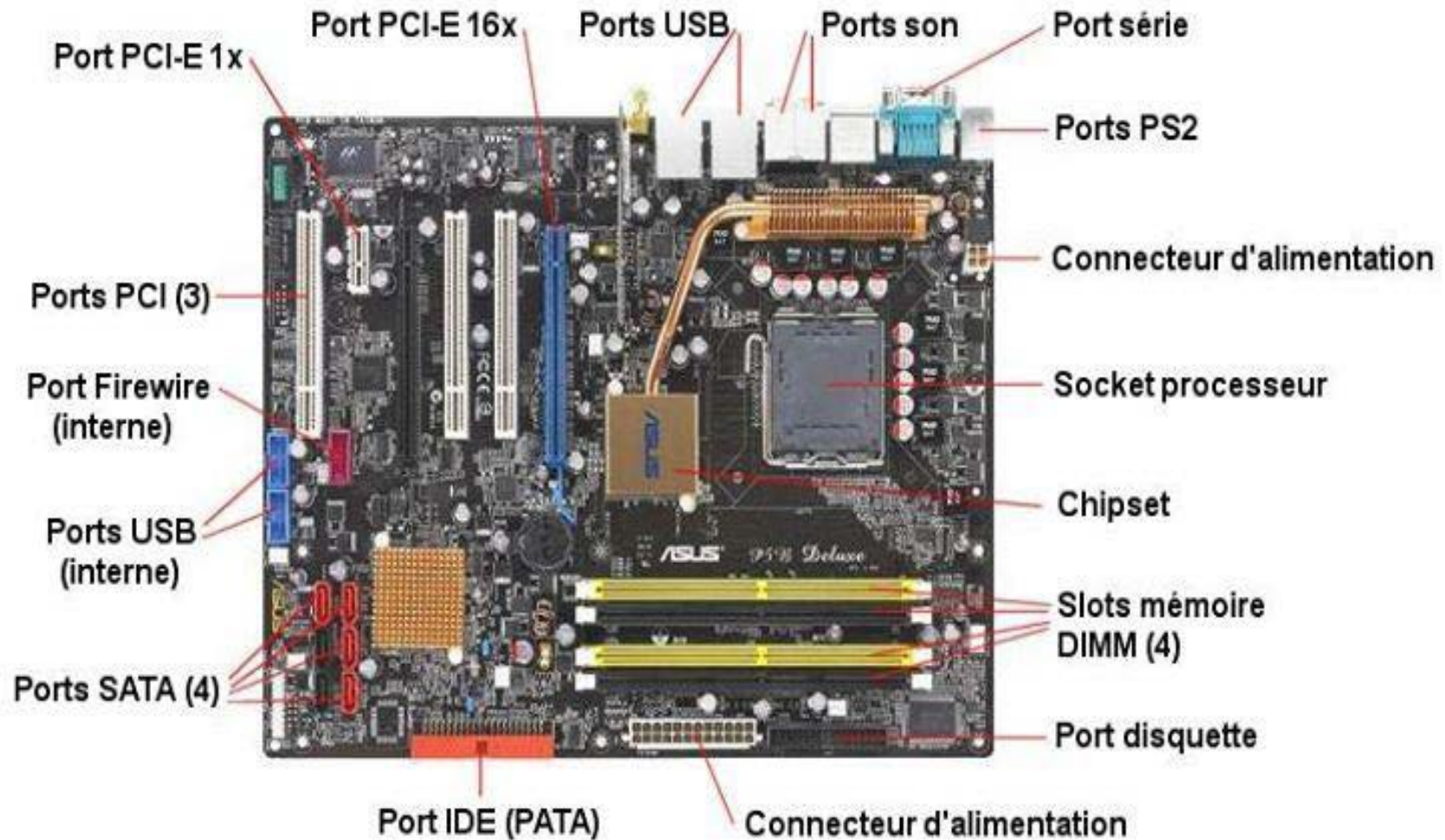
## 11- Les connecteurs d'entrée-sortie :

Les connecteurs (ports) d'entrée-sortie sont des éléments matériels de l'ordinateur, permettant au système de communiquer avec des éléments extérieurs, c'est-à-dire d'échanger des données, (notée interface d'E/S ) regroupés sur le « **panneau arrière** ».

Port série, Port parallèle, Ports USB, Connecteur RJ-45, Connecteur moniteur (VGA), Prises audio (entrée Line-In, sortie Line-Out et microphone).



# Composants de la Carte Mère

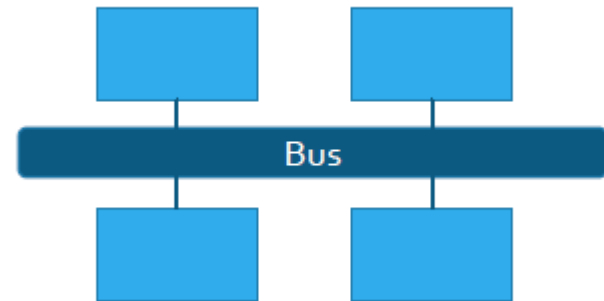
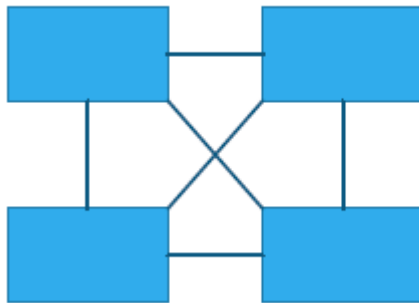




## **2- Bus Informatique**

# Les bus informatique

Un **bus informatique** est un dispositif de transmission de données partagé entre plusieurs composants d'un système numérique.



- Les bus ont pour but de réduire le nombre de « voies » nécessaires à la communication des différents composants.
- Dans le cas où la ligne sert uniquement à la communication de deux composants matériels, on parle de port matériel (**port série**, **port parallèle**, etc..).



# Les principaux bus

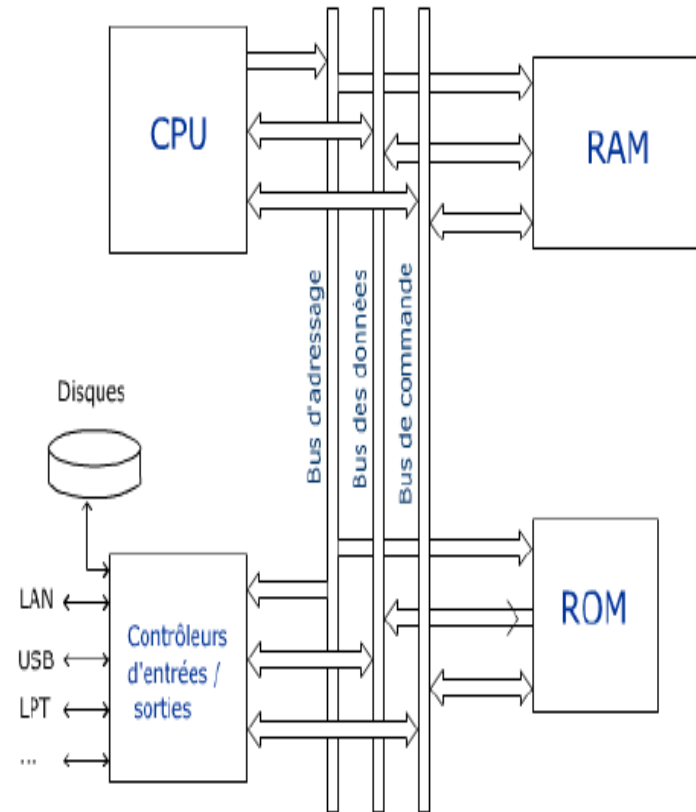
Les **principaux bus** sont :

- **Le bus système** (aussi appelé bus interne ou *Front Side Bus* (FSB) en anglais) : Il relie le micro-processeur au chipset.
- **Le bus mémoire** relie le chipset à la mémoire vive.
- **Le bus d'extension** (aussi appelé bus d'entrées/sorties) : Il relie le micro-processeur aux connecteurs d'entrée/sortie et aux connecteurs d'extension.

# Catégories de bus

Les **bus** véhiculent trois types de signaux : **les adresses, les données et les commandes.**

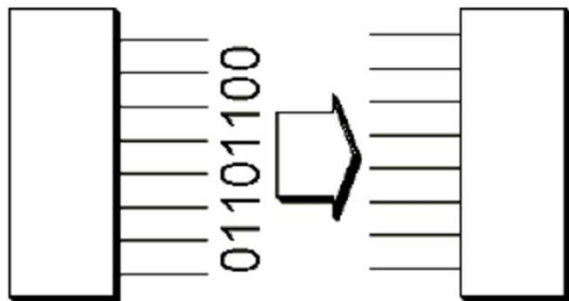
- Le **bus d'adresse** est **unidirectionnel** sur lequel le processeur envoie les adresses des cellules mémoire et des entrées/sorties auxquelles il veut accéder.
- Le **bus de données** est **bidirectionnel** puisque le processeur l'utilise pour lire et pour écrire en mémoire ou dans les I/O.
- Le **bus de commande (contrôle)** constitué par quelques conducteurs qui assure la synchronisation des flux d'information sur les bus de données et des adresses.
  - Le CPU utilise l'un d'eux pour indiquer les sens des transferts sur le bus de données (lecture ou écriture).
  - C'est par un autre de ces conducteurs que les mémoires signalent quand elles prêtes pour répondre à une commande de lecture.



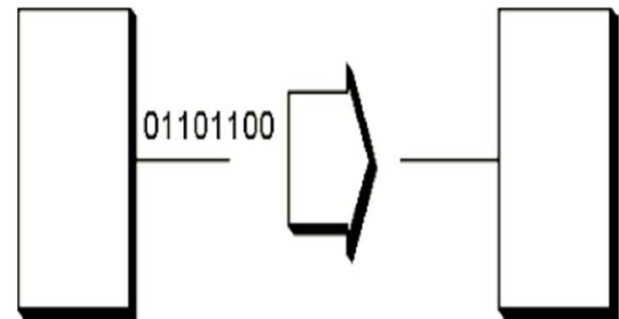
# Types de bus

On distingue **deux types** de bus :

- **Le bus parallèle** transmet simultanément les données, ce type de bus se décompose en trois sous-ensembles :
  - Les lignes de données transmettent les données.
  - Les lignes d'adresse.
  - La ou les lignes de contrôle.
- **Le bus série** transmet les données élément par élément.



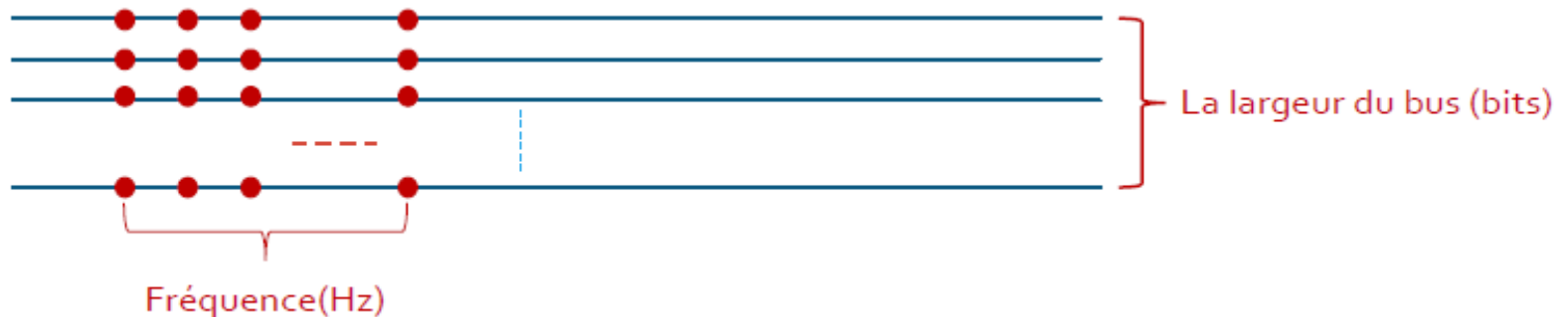
**Bus parallèle**



**Bus Série**

# Caractéristiques d'un bus

- **La largeur** c'est le nombre de bits qui peuvent être transmis simultanément sur le bus.
- **La fréquence** (exprimé en Hertz) exprimant le nombre de paquets de données envoyés ou reçus par seconde.



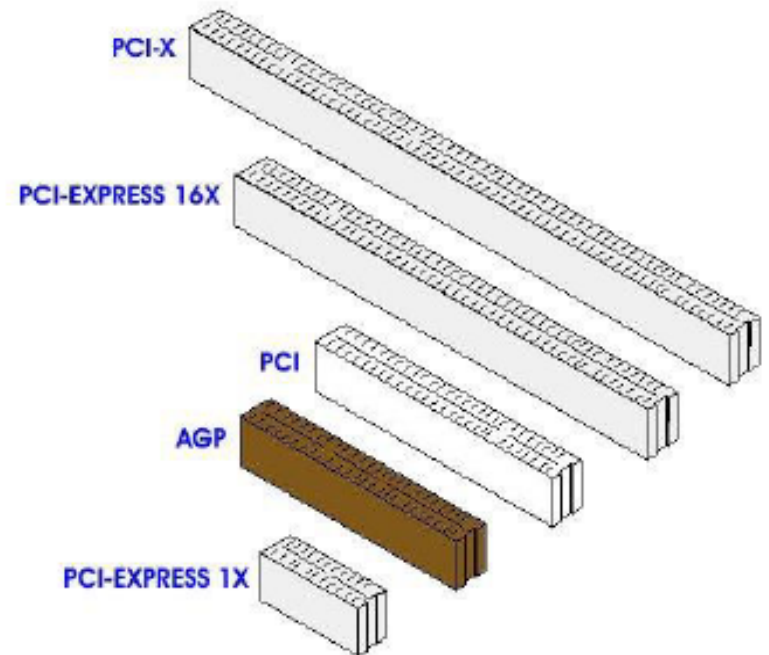
- **Le débit maximal du bus** (ou taux de transfert), c'est la quantité de données qu'il peut transporter par unité de temps.

$$\text{Le débit max (Bits/Seconde)} = \text{Largeur (Bits)} * \text{fréquence (Hz)}$$

# Les bus d'extension

Les **connecteurs d'extension** (anglais : *slot*) sont des réceptacles pouvant accueillir des **cartes d'extension**. Ces cartes sont utilisées pour ajouter des fonctionnalités ou augmenter les performances d'un **micro-ordinateur**.

Exemple: ISA, PCI, AGP, PCI<sub>Express</sub>



# Bus ISA

- Slot **ISA** (**I**ndustry **S**tandard **A**rchitecture) de couleur noire ou brune, existe en version courte ou en version longue et destiné comme son nom l'indique à recevoir des cartes de types ISA. Ce connecteur est désormais obsolète. Il a été remplacé par le port PCI.
- C'est bus de largeur 16 bits, avec une fréquence d'horloge de 8 Mhz.



# Bus PCI

- Slot **PCI (Peripheral Component Interconnect)** est un standard de bus local (interne).
- Généralement blanc, destiné à recevoir des cartes PCI. Il est en train d'être remplacé le port PCI Express.
- L'un des intérêts du bus PCI est que deux cartes PCI dialoguer entre elles sans passer par le processeur.



# Bus PCI

**Variantes:** Il existe en plusieurs format suivant de la norme PCI adoptée.

- **PCI 1:** Fréquence 33Mhz, largeur 32 bits ou 64 bits.
- **PCI 2** qui existe en deux versions:
  - Bus 32 bits à 33 Mhz (soit une bande passante maxi de 133 Mo/s), la plus répondu.
  - Bus 64 bits à 66Mhz (soit une bande passante maxi de 528 Mo/s), utilisé sur certaines cartes mères professionnelles ou sur des serveurs (elles font deux fois la largeur du PCI 2.2 à bus 32 bits).
- **PCI-X :** Bus 64 bits à 133 Mhz (soit une bande passante maxi de 1066 Mo/s), utilisé principalement dans les machines professionnelles.
- **PCI-X 2.0 :** 266 Mhz (soit une bande passante maxi de 2133 Mo/s).

Connecteur PCI 32 bits, 5V



Connecteur PCI 64 bits, 5V



Connecteur PCI 32 bits, 3.3V



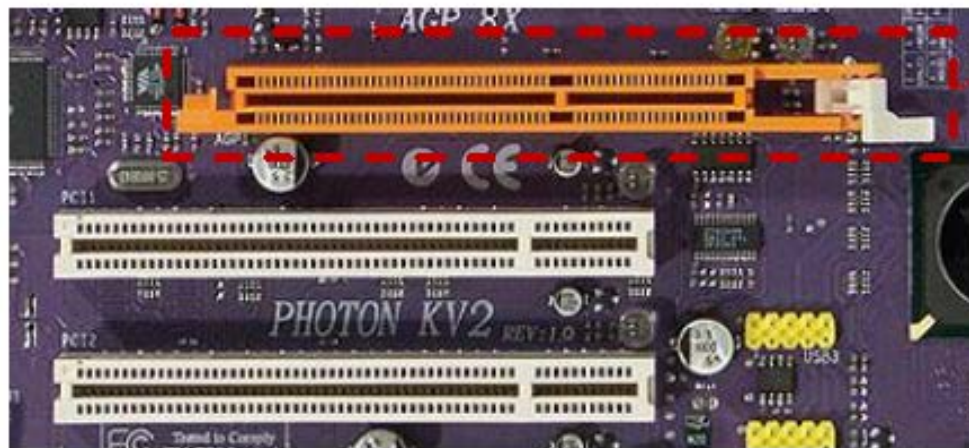
Connecteur PCI 64 bits, 3.3V





# Bus AGP

- Slot **AGP (Accelerated Graphics Port)** de couleur noire ou brune et destiné à recevoir les cartes graphique, le slot AGP est un exemplaire unique et c'est le plus proche du processeur sur les cartes mères des PC. Il est en train d'être remplacé par le port PCI Express.



AGP

# Bus AGP

**Variantes:** Le port **AGP** se décline en plusieurs variantes avec compatibilité ascendante et dont les fréquences sont des multiples (x) de l'AGP de base:

- AGP 1X :  $66,66 \text{ Mhz} \times 1(\text{coef}) \times 32 \text{ bits} / 8 = 266,67 \text{ Mo/s}$ .
- AGP 2X :  $66,66 \text{ Mhz} \times 2(\text{coef}) \times 32 \text{ bits} / 8 = 533,33 \text{ Mo/s}$ .
- AGP 4X :  $66,66 \text{ Mhz} \times 4(\text{coef}) \times 32 \text{ bits} / 8 = 1,06 \text{ Go/s}$ .
- AGP 8X :  $66,66 \text{ Mhz} \times 8(\text{coef}) \times 32 \text{ bits} / 8 = 2,11 \text{ Go/s}$ .

Connecteur AGP 1,5 volts



Connecteur AGP 3,3 volts

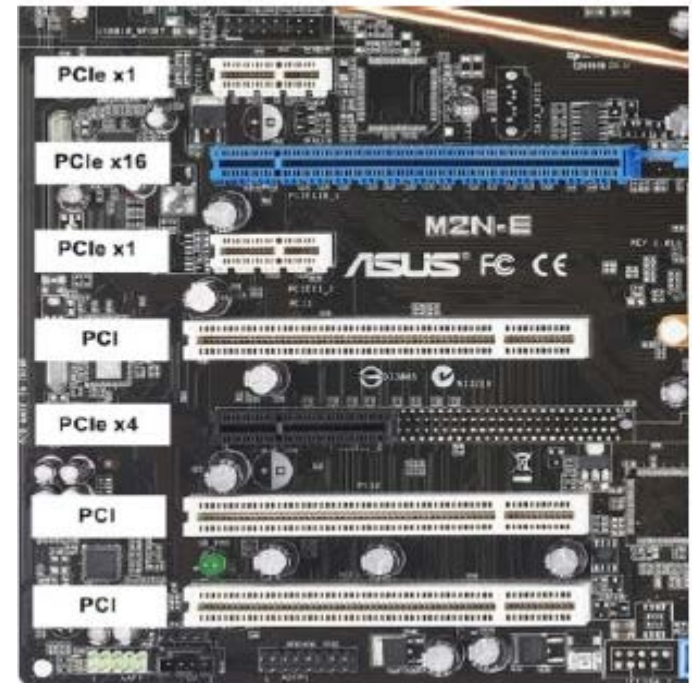


Connecteur AGP universel



# Bus PCI<sub>Express</sub>

- Slot **PCI<sub>Express</sub>** (Peripheral Component Interconnect Express) est un bus d'interconnexion permettant l'ajout d'une carte graphique, carte son, ou autre carte additionnelle. Il fonctionne en interface série, ce qui lui permet d'obtenir une bande passante beaucoup plus élevée que ce dernier.
- Le bus PCI<sub>Express</sub> se décline en plusieurs versions, 1X, 2X, 4X, 8X, 12X, 16X et 32X permettant d'obtenir des débits compris entre 250 Mo/s et 8 Go/s.



# Bus PCI<sub>Express</sub>

Le connecteur PCI<sub>Express</sub> 1X possède 36 connecteurs et est destiné à usage d'entrées-sorties à haut débit:



Le connecteur PCI<sub>Express</sub> 4X possède 64 connecteurs et est destiné à usage sur serveurs :



Le connecteur PCI<sub>Express</sub> 8X possède 98 connecteurs et est destiné à usage sur serveurs :



Le connecteur PCI<sub>Express</sub> 16X possède 164 connecteurs, et mesure 89 mm et a vocation à servir de port graphique :



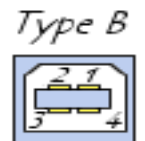
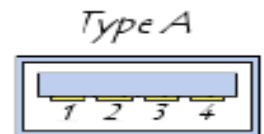
# Bus USB

Le bus **USB** (**Universal Serial Bus**, en français **Bus Série Universel**) est basé sur une architecture de type **série**. Il s'agit toutefois d'une interface entrée-sortie beaucoup plus rapide que le port série standards.

- L'architecture série permet d'utiliser une cadence d'horloge beaucoup plus élevée.
- Les câbles série coutent beaucoup moins cher que les câbles parallèles.

Il existe deux types de connecteurs USB:

- Les connecteurs dits de **type A**, dont la forme est rectangulaire et servant généralement pour des périphériques peu gourmands en bande passante (clavier, souris, webcam, etc.).
- Les connecteurs dits de **type B**, dont la forme est carrée et utilisés principalement pour des périphériques à haut débit (disques durs externes, imprimante, etc.).



# Bus USB

Le standard USB <sub>1.0</sub> propose deux mode de communication :

- 12 Mb/s en mode haute vitesse.
- 1.5 Mb/s à basse vitesse.

Le standard USB <sub>1.1</sub> apporte quelques clarifications aux constructeurs de périphériques USB mais ne modifie en rien le débit. Les périphériques certifiés USB <sub>1.1</sub> porte le logo suivant :



La norme USB <sub>2.0</sub> permet d'obtenir des débits atteindre 480 Mo/s. Les périphériques certifiés USB <sub>2.0</sub> porte le logo suivant :



La norme USB <sub>3.0</sub> permet d'obtenir des débits pouvant atteindre à 4,8 Gb/s. Les périphériques certifiés USB <sub>3.0</sub> portent le logo suivant :



# Bus et Port

On va dire que le **BUS** ce sont les pistes de cuivres qui courent sur la carte mère, le **PORT** c'est un connecteur ou une prise.

- Un **bus** sert à transporter des données.
- Un **port** est une interface de connexion.

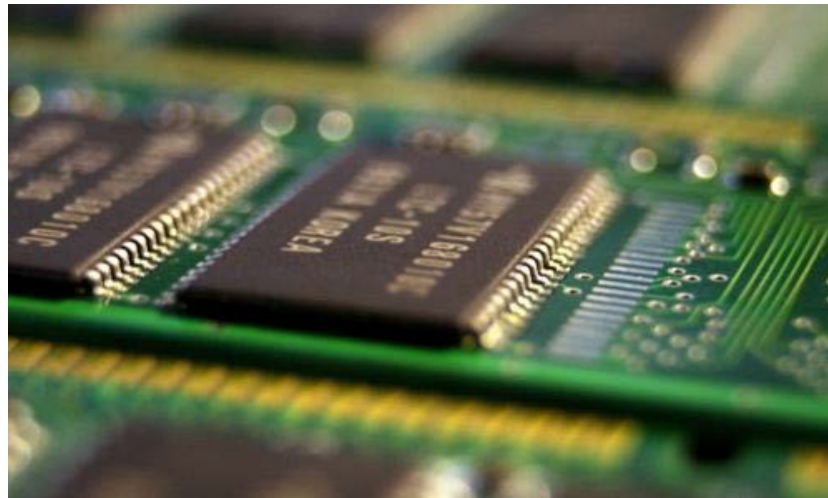


## **3- Mémoires**



# Définition

La **mémoire** est un dispositif électronique qui sert à stocker des informations. C'est un composant essentiel, présent dans tous les ordinateurs, les consoles de jeux, les GPS et de nombreux appareils électronique.



# Organisation d'une mémoire

La mémoire principale est caractérisée par :

- Taille d'un mot mémoire **M**
- Taille de l'adresse mémoire **A**

**A: Taille de l'@ mémoire**

**M: Taille d'un mot mémoire**

The diagram illustrates the organization of memory. A red bracket labeled 'A: Taille de l'@ mémoire' spans the address bits of the first row. A green bracket labeled 'M: Taille d'un mot mémoire' spans the data bits of the first row. A blue bracket labeled 'Nombre de mot mémoire' spans the entire table of 8 rows.

<b>@000</b>	1	0	1	1	1	0	1	0
<b>@ 001</b>	1	1	1	0	0	0	0	1
<b>@ 010</b>	1	1	0	1	0	0	1	1
<b>@ 011</b>	1	1	0	0	0	0	1	0
<b>@ 100</b>	0	1	1	1	1	1	1	1
<b>@ 101</b>	1	0	1	0	0	1	0	1
<b>@ 110</b>	0	1	0	1	0	0	1	0
<b>@ 111</b>	1	1	1	0	0	1	0	1

# Organisation d'une mémoire

A= 3 bits

M= 8 bits

@000	1	0	1	1	1	0	1	0
@001	1	1	1	0	0	0	0	1
@010	1	1	0	1	0	0	1	1
@011	1	1	0	0	0	0	1	0
@100	0	1	1	1	1	1	1	1
@101	1	0	1	0	0	1	0	1
@110	0	1	0	1	0	0	1	0
@111	1	1	1	0	0	1	0	1

1<sup>er</sup> mot mémoire: **10111010** est à l'adresse **000**

2<sup>ème</sup> mot mémoire: **11100001** est à l'adresse **001**

3<sup>ème</sup> mot mémoire: **11010011** est à l'adresse **010**

4<sup>ème</sup> mot mémoire: **11000010** est à l'adresse **011**

5<sup>ème</sup> mot mémoire: **01111111** est à l'adresse **100**

6<sup>ème</sup> mot mémoire: **10100101** est à l'adresse **101**

7<sup>ème</sup> mot mémoire: **01010010** est à l'adresse **110**

8<sup>ème</sup> mot mémoire: **11100101** est à l'adresse **111**

Nombre de  
mot mémoire  
=  $2^A$

$$\text{Taille de la mémoire} = 2^A * M$$

# Organisation d'une mémoire

**Exemple :** Dans une mémoire la taille du bus d'adresses  $a=16$  et la taille du bus de données  $m=8$ .

Calculer la taille de cette mémoire.

- Nbre d'@ =  $2^{16} = 65\ 536$  Mots mémoire de 8 bits.
- Taille de la mémoire =  $2^{16} * 8 = 524\ 288$  bits.

# Opérations sur la mémoire

## **1- LECTURE (READ) notée R :**

Le processeur demande à la mémoire quelle est la valeur d'une case mémoire. Le contenu de l'emplacement lu reste inchangé.

## **2- ECRITURE (WRITE) notée W :**

Le processeur donne une valeur et une adresse, et la mémoire range la valeur à l'emplacement indiqué par l'adresse.

# Caractéristiques d'une Mémoire

**1- La capacité (Taille) :** C'est le nombre de bits ou d'octets qu'elle peut contenir une mémoire (ex: 4Go).

**2- La longueur du mot mémoire :** C'est le nombre de bits que l'on peut mémoriser par case mémoire. On dit aussi que c'est la largeur du mot mémorisable.

**3- Le temps d'accès :** C'est le temps pour la lecture ou l'écriture d'un mot mémoire. Il varie de quelques dizaines de microsecondes à quelques nanosecondes.

**4- Le temps de cycle mémoire :** C'est le temps minimal entre 2 accès mémoire.

# Caractéristiques d'une Mémoire

**5- Volatilité** : Le besoin d'alimentation électrique continue pour conserver l'information qui y est enregistrée.

**6- Le débit (bande passante ou taux de transfert)** : C'est le nombre maximum d'informations lu ou écrit par seconde.

**7- Dual-Channel** : Technologie gérée par le contrôleur mémoire permettant de doubler théoriquement le débit.

# Caractéristiques d'une Mémoire

Le débit théorique d'une mémoire d'un ordinateur dépend de **trois facteurs** :

- La **fréquence** du bus FSB reliant le CPU à la mémoire.
- La **largeur** du bus en nombre de bits.
- Un **coefficient**, multiplicateur qui dépend de la technologie utilisée (normal = 1, DDR = 2, .....).

Le débit mémoire est donc donné par la formule suivante :

$$\text{Débit} = \text{Fréquence} * \text{Largeur} * \text{Coefficient}$$

OU

$$\text{Débit} = \text{Largeur mot mémoire} / \text{Cycle mémoire}$$



# Caractéristiques d'une Mémoire

**Exemple 1 :** Un ordinateur doté d'un FSB à 133 Mhz de largeur 64 bits utilisant la technologie DDR2 possède un débit mémoire théorique de :

$$133 \times 10^6 \times 64 \times 2 \text{ bits/s} = 1,98 \text{ Go/s}$$

**Exemple 2 :** Considérons une mémoire ayant un cycle de 1,2 ms et des mots mémoire d'une largeur de 32 bits, donc le débit mémoire théorique:

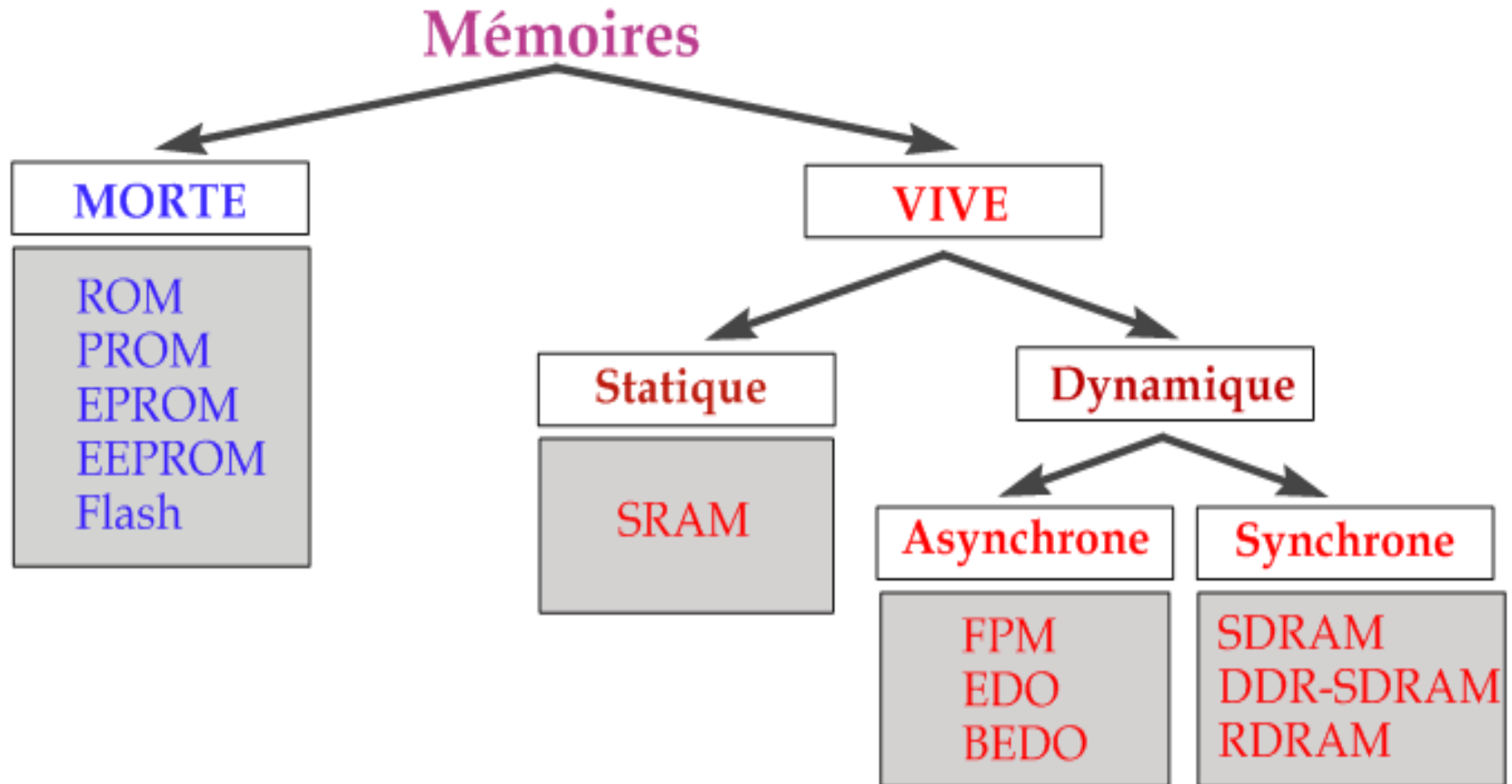
$$32 \text{ bits} / 1,2 \times 10^{-3} \text{ s} = 26,66 \times 10^3 \text{ bits/s}$$

# Types d'accès à la mémoire

On distingue généralement **deux modes d'accès** aux données stockées en mémoire :

- **L'accès direct** : Qui consiste à aller chercher l'information **directement** où elle est enregistrée.
- **L'accès séquentiel** : Pour accéder à une information sur bande magnétique, il faut dérouler la bande en repérant tous les enregistrements jusqu'à ce que l'on trouve celui que l'on désire. On dit alors que l'accès à l'information est **séquentiel** (qui est celui des disques dur ou des disques magnétiques).
- Le **temps d'accès** correspondant à l'intervalle de temps entre la demande de lecture/écriture et la disponibilité de la donnée. Il diffère selon le type de la mémoire.

# Différents types de Mémoire



# Différents types de Mémoire

## 1- Les mémoires MORTES

La mémoire morte ou **ROM (Read Only Memory)** circuit intégré. Elle contient les données qui sont gravées une fois lors de la fabrication de cette puce, il est impossible de les modifier par la suite.

- **PROM (Programmable ROM)** : C'est une ROM qui peut être programmée une seule fois par l'utilisateur.
- **EPROM (Erasable PROM)** : Effaçable par les rayons Ultra Violet (UV).
- **EEPROM (Electrically EPROM)** : Est une mémoire programmable et effaçable électriquement.
- **FLASH ROM** : La mémoire Flash s'apparente à la technologie de l'EEPROM. Elle est programmable et effaçable électriquement comme les EEPROM.

# Différents types de Mémoire

## 2- Les mémoires VIVES

La mémoire **vive** ou **RAM (Random Access Memory)** sert au stockage temporaire de données. Les mémoires vives sont en général volatiles.

Il existe deux grandes familles de mémoires vives :

- **Static RAM** : Ne nécessite pas le rafraichissement (conserve l'information sur plusieurs heures).
- **Dynamic RAM** : Nécessite le rafraichissement de l'information plusieurs fois par seconde.
  - **Mémoire Asynchrone**: Le processeur ne peut pas engager un nouvel accès tant que l'accès précédent n'est pas terminé.
    - **FPM: Fast Page Mode**
    - **EDO: Extended Data Out**
    - **BEDO: Burst EDO**

# Différents types de Mémoire

- **Mémoire Sychrone:** Le processeur peut engager des accès consécutifs même si l'accès précédent n'est pas achevé.
  - **SDRAM: Synchronous DRAM**
  - **DDR-SDRAM: Double Data Rate SDRAM**
  - **DR-SDRAM: Direct Rambus SDRAM**

# Différents types de Mémoire

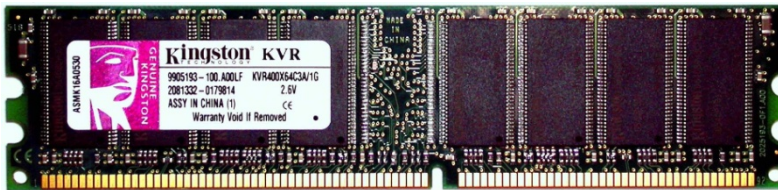
**SDRAM**



**FPM RAM**



**DDR SDRAM**



**EDO RAM**



**DR RAM**

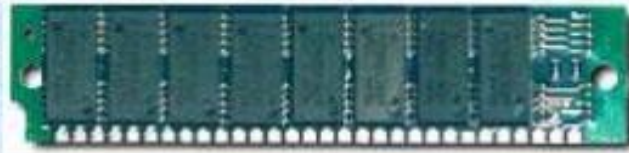


# Différents format de RAM

- Format **SIMM (Single In-line Memory Module)** : Ce type de mémoire était utilisé avec les anciens systèmes.
- Format **DIMM (Dual In-line Memory Module)**: Ce type de mémoire est actuellement utilisé dans nos PC. Il s'agit de mémoires 64 bits. Leur dimension est de 130x25mm.
- Format **SO-DIMM (Small Outline Dual In-line Memory Module)** : Ce type de mémoire est actuellement utilisé dans nos PC portable. C'est un format compact DIMM.



# Différents format de RAM



Mémoire SIMM 30 broches  
16 bits (80486 Pentium)

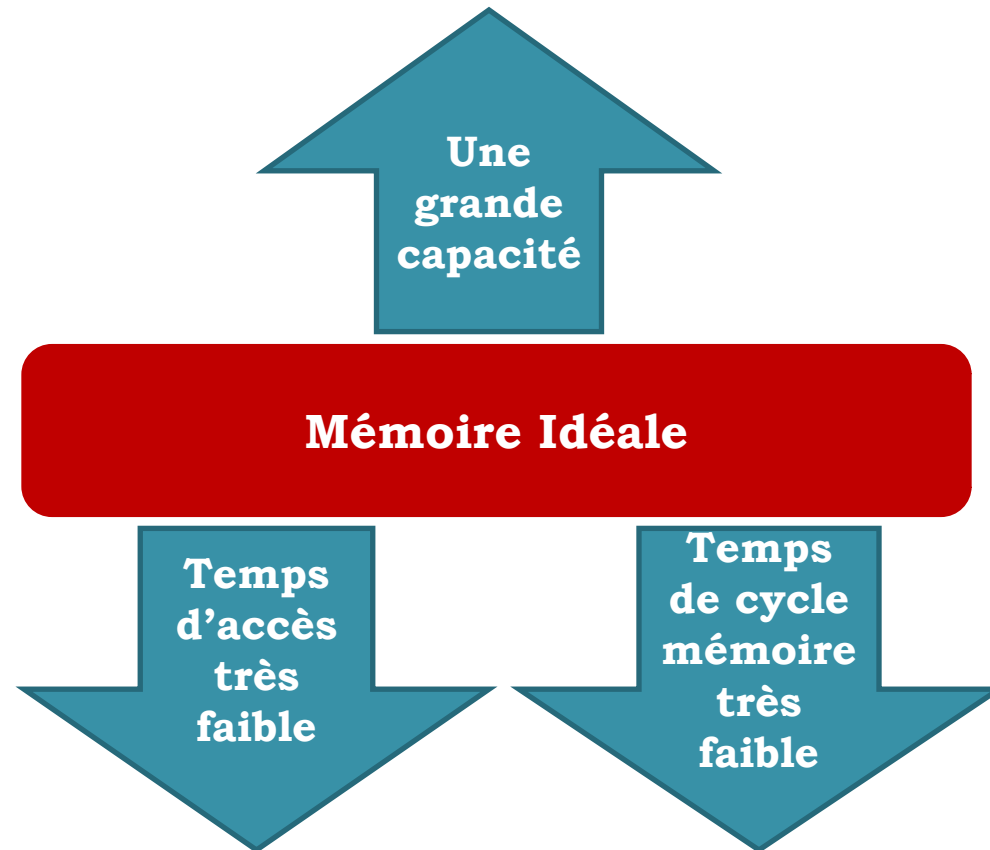


Mémoire SIMM 72 broches  
32 bits (Pentium)



Mémoire DIMM 168 broches  
64 bits (Pentium MMX, P2, P3, P4)

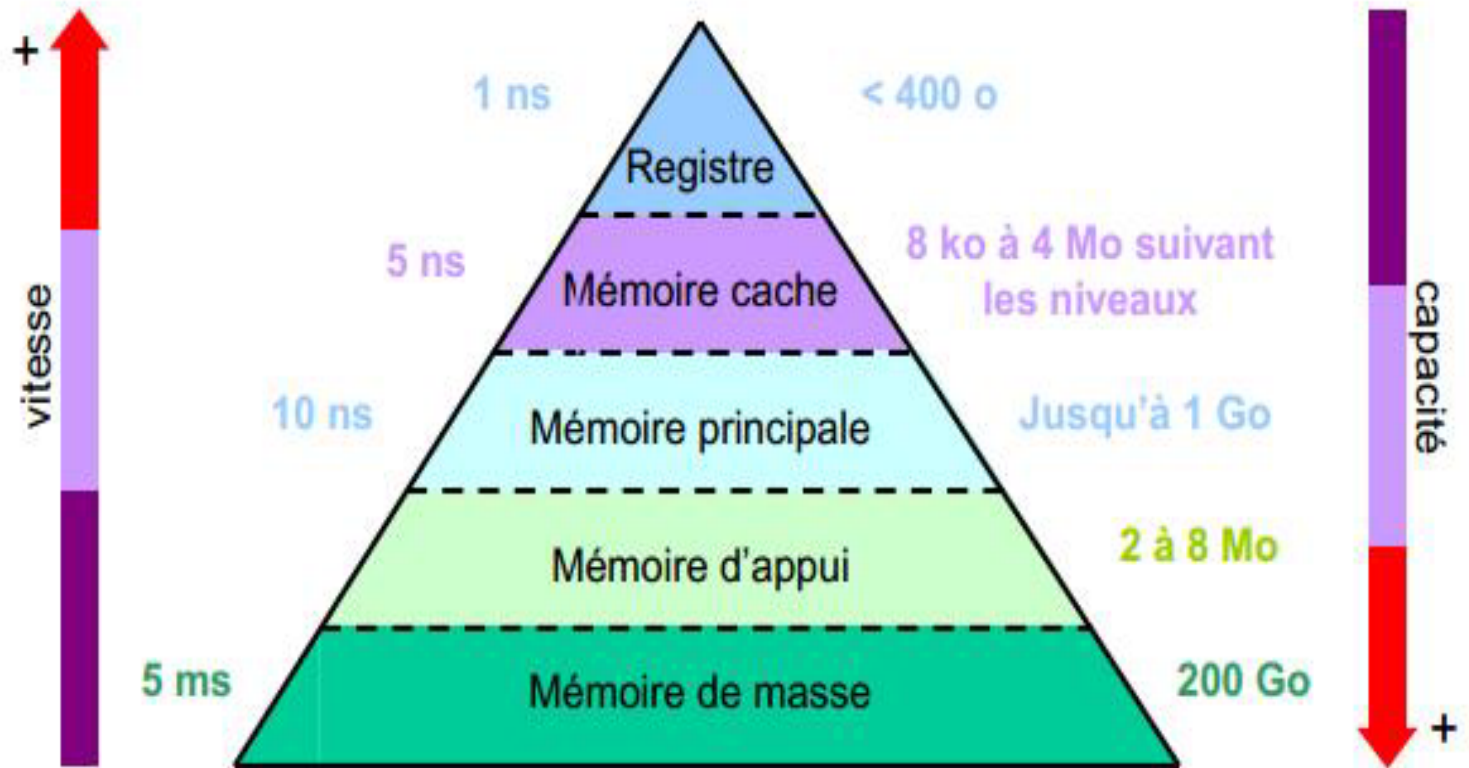
# Notion d'hierarchie



## Inconvénients :

- Les mémoires de grande capacité sont très lente.
- Et les mémoires rapide sont très chères.

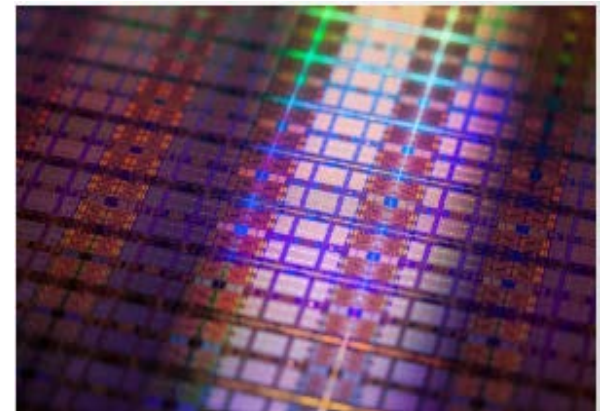
# Notion d'hierarchie



# Notion d'hierarchie

Un **registre** est une mémoire interne à un processeur.

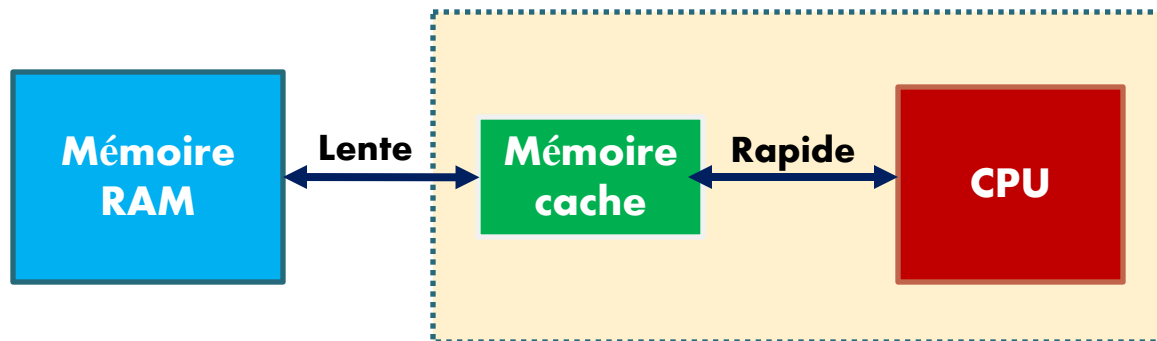
- Elle se situe au sommet de la hiérarchie mémoire.
- Il s'agit de la mémoire la plus rapide d'un ordinateur, mais dont le coût de fabrication est le plus élevé.
- Leur capacité dépasse donc rarement quelques dizaines d'octets.



# Notion d'hierarchie

Une **mémoire cache** sert à conserver un court instant des informations fréquemment consultées.

- Les technologies des mémoires caches visent à accélérer la vitesse des opérations de consultation.
- Elles ont une très grande vitesse et un coût élevé pour une faible capacité de stockage.



# Notion d'hierarchie

La **mémoire d'appui** sert de mémoire intermédiaire entre la mémoire centrale et les mémoires de masse. Elle joue le même rôle que la mémoire cache.

La **mémoire de masse** est une mémoire périphérique de grande capacité utilisée pour le stockage permanent ou la sauvegarde des informations. Elle utilise pour cela des supports magnétiques (disque dur) ou optiques (CD-ROM, DVD-ROM).



## **4- Microprocesseur**

# Architecture de VON NEUMANN

Pour traiter une information, un microprocesseur seul ne suffit pas, il faut l'insérer au sein d'un système minimum de traitement programmé de l'information.

**John Von Neumann** est à l'origine d'un modèle de machine universelle de traitement programmé de l'information (1946).

Cette architecture sert de base la plupart des systèmes à microprocesseur actuel.

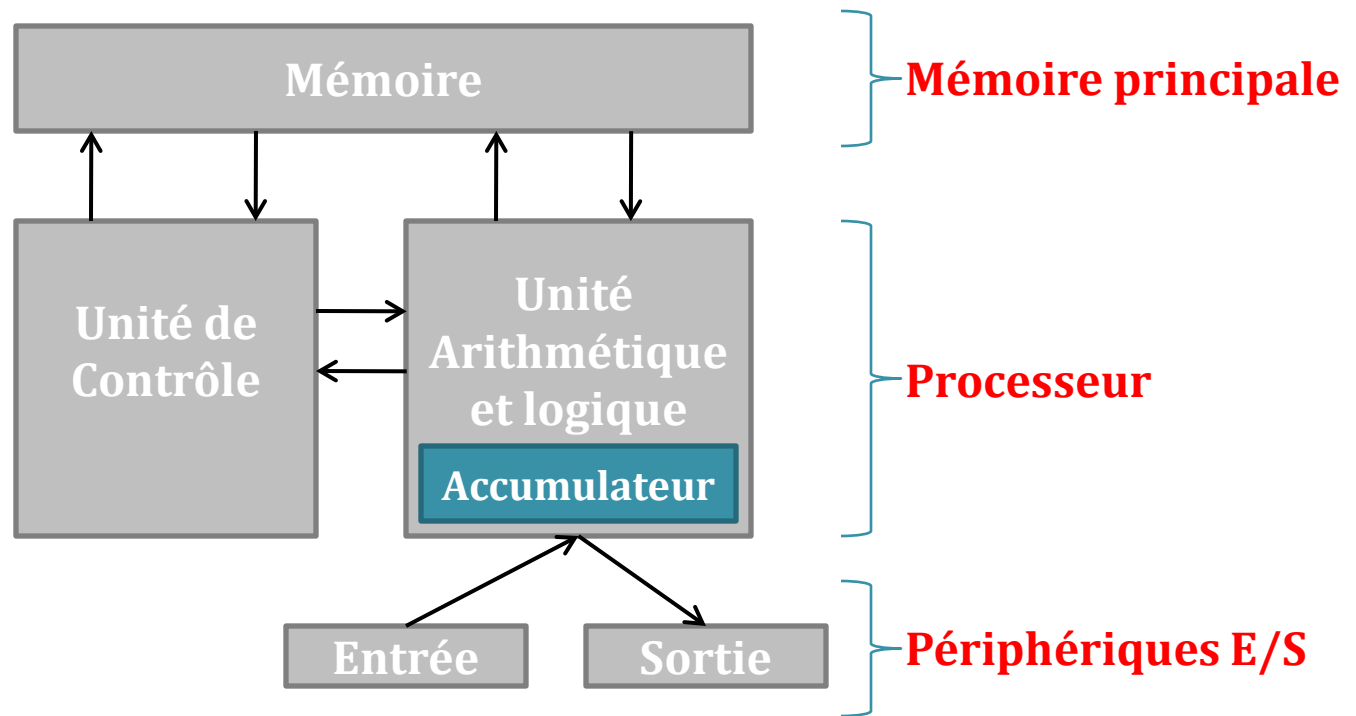
Elle est composé des éléments suivants :

1. Une **mémoire principale**
2. Un **processeur**
3. Des **périphériques d'entrées/sorties**

Les différents organes du système sont reliés par des voies de communication appelées **bus**.



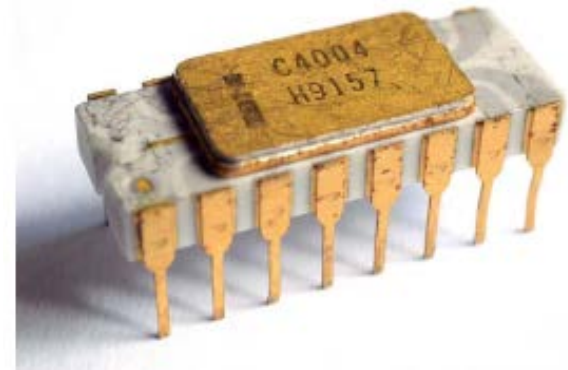
# Modèle VON NEUMANN



- La **mémoire principale** qui contient à la fois les données et le programme en cours de fonctionnement.
- Le **processeur** qui exécute pas à pas les instructions du programme.
- Des **périphériques d'entrées/sorties**, qui permettent de communiquer avec le monde extérieur.

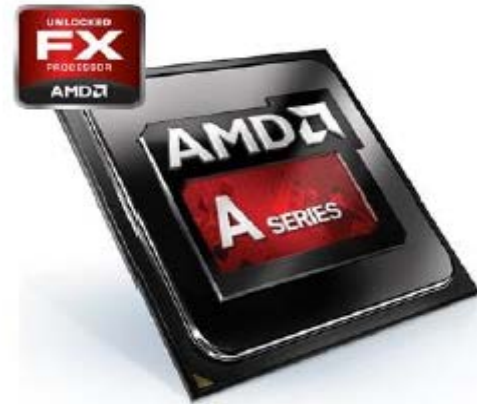
# Historique

- Jusqu'au début des années 1970, les différents composants électroniques formant un processeur ne pouvaient pas tenir sur un seul circuit intégré.
- Nécessité d'interconnecter de nombreux composants dont plusieurs circuits intégrés.
- En 1971, la société américaine **Intel** réussit, pour la première fois, à placer tous les composants qui constituent un processeur sur un seul circuit intégré donnant ainsi naissance au **microprocesseur**.



# Microprocesseur

Le **Microprocesseur** (CPU, pour Central Processing Unit, soit Unité Centrale de Traitement) est le cerveau de l'ordinateur. Il permet de manipuler des informations numériques, c'est-à-dire des informations codées sous forme binaire, et d'exécuter les instructions stockées en mémoire.

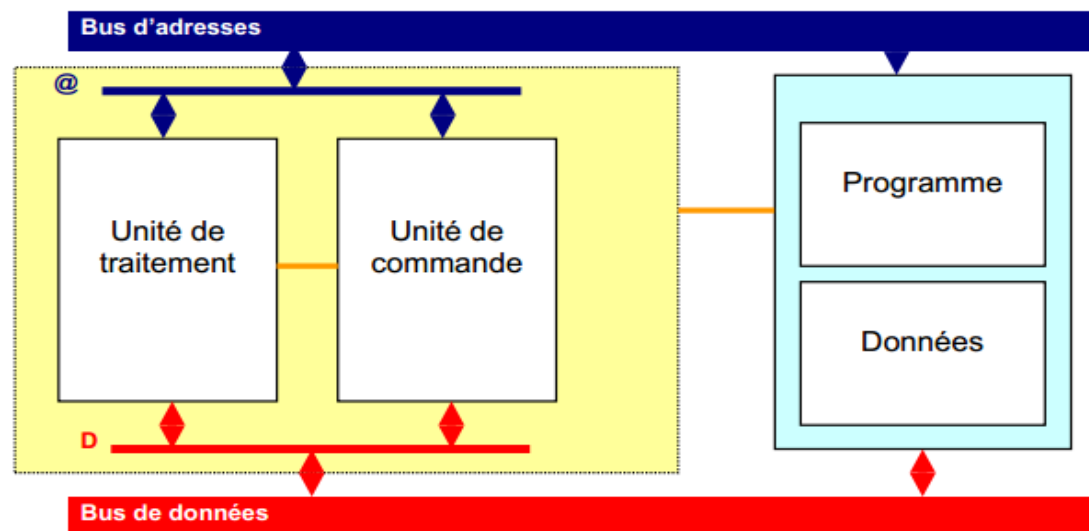


# L'architecture d'un microprocesseur

Un microprocesseur est constitué essentiellement de **trois** parties:

- **Une unité de commande**
- **Une unité de traitement**
- **Des registres** chargées de stocker les différentes informations à traiter.

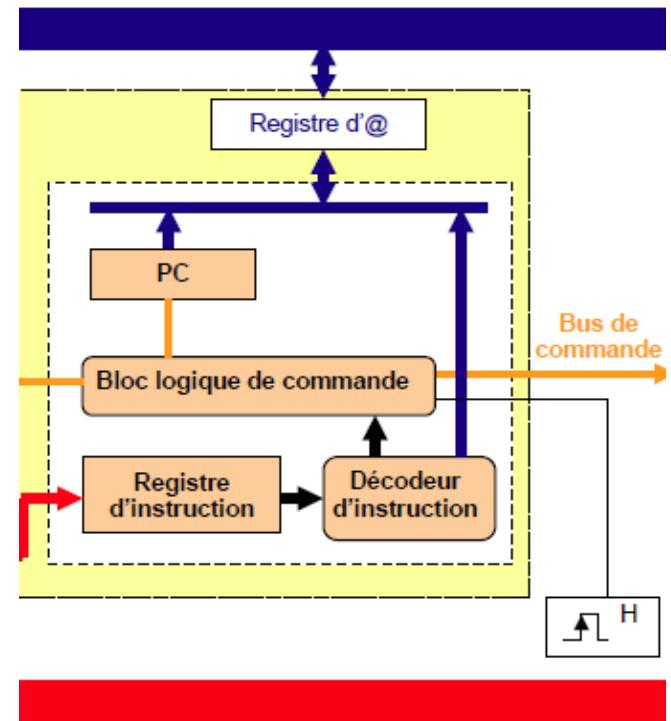
Ces éléments sont reliés par des **bus internes** permettant les échanges d'informations.



# L'architecture d'un microprocesseur

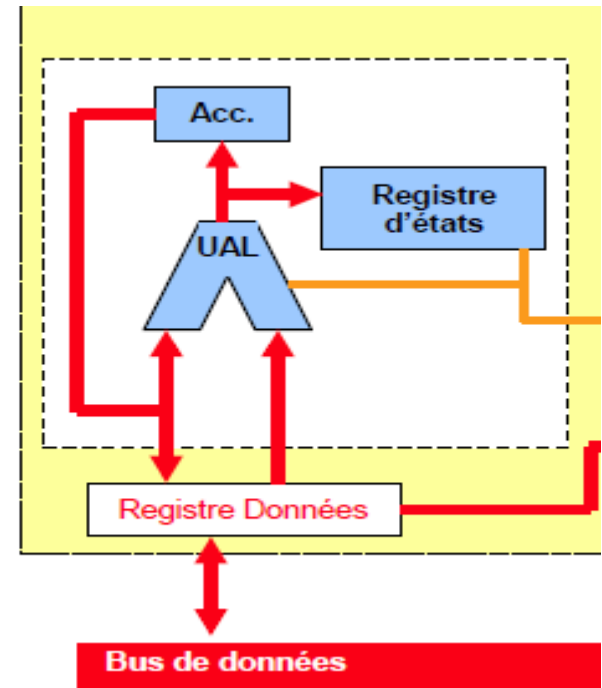
## L'unité de commande :

- Elle permet de séquencer le déroulement des instructions.
- Elle en assure le décodage de l'instruction.
- Organise son exécution.
- Effectue la préparation de l'instruction suivante.



# L'architecture d'un microprocesseur

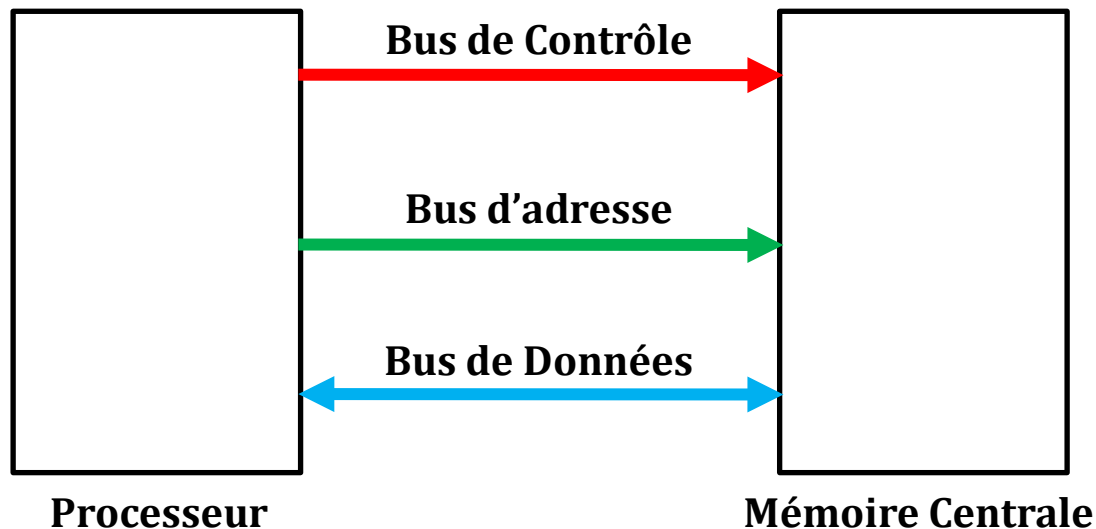
**L'unité Arithmétique et logique (ALU) :** est un circuit complexe qui assure les fonctions logiques (ET, OU, Comparaison, Décalage , etc...) ou arithmétique (Addition, soustraction).



# L'architecture d'un microprocesseur

- **Les registres** sont des cellules mémoire interne au CPU. Ils sont peu nombreux mais d'accès très rapide. Ils servent à stocker des variables intermédiaires d'opérations (arithmétiques ou logiques) ou encore des informations de contrôle du processeur.

Ces trois éléments sont reliés entre eux par **des bus interne** permettant les échanges d'informations. Il existe **3 types** de bus :



# L'architecture d'un microprocesseur

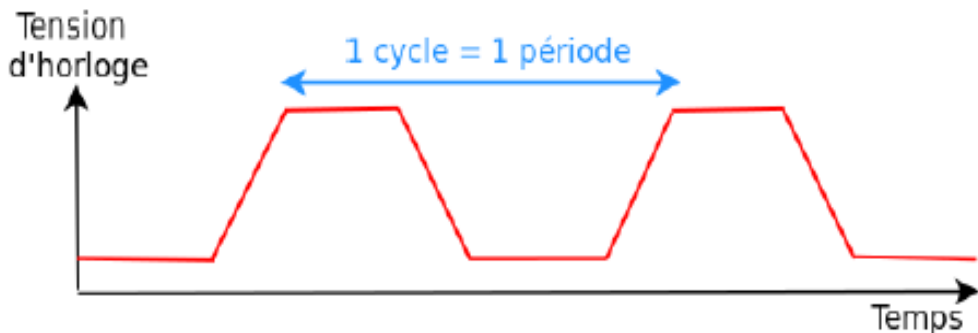
- **BUS de Contrôle** : Bus UNIDIRECTIONNEL, il permet d'indiquer s'il s'agit d'une opération de Lecture (R) ou d'écriture (W).
- **BUS d'adresse** : Bus UNIDIRECTIONNEL il permet d'envoyer une adresse du processeur vers la mémoire principale.
- **BUS de Données** : Bus BIDIRECTIONNEL, il permet d'envoyer des données (valeurs) soit :
  - Du processeur vers la mémoire : ECRITURE.
  - De la mémoire vers le processeur : LECTURE.



# Principe de fonctionnement du CPU

Le **CPU** est cadencé au rythme d'une horloge interne, qui envoie des impulsions, appelées « **Top** »

- **La fréquence d'horloge** (appelée également **cycle mémoire**), correspondant au nombre d'impulsions par seconde, s'exprime en Hertz (Hz).
  - *Ainsi, un ordinateur à 200 MHz possède une horloge envoyant 200 000 000 de battements par seconde.*
- La fréquence d'horloge est généralement un multiple de la fréquence du système (*FSB, Front-Side Bus*).



# Principe de fonctionnement du CPU

A chaque top d'horloge le processeur exécute une instruction ou une partie d'instruction.

- L'indicateur appelé **CPI** (**C**ycle **P**ar **I**nstruction) permet de représenter le nombre moyen de cycles d'horloge nécessaire à l'exécution d'une instruction sur un processeur.

$$\text{CPI} = \text{Nombre de cycles requis pour son exécution} / \text{Nombre d'instructions}$$

- La puissance du processeur peut ainsi être caractérisée par le nombre d'instruction qu'il capable de traiter par seconde. L'unité utilisée est le **MIPS** (**M**illion d'**I**nstructions **P**ar **S**econde) correspondant à la fréquence du processeur que divise le CPI.

$$\text{MIPS} = \text{Fréquence} / \text{CPI}$$

$$\text{Temps d'un cycle processeur} = 1 / \text{Fréquence}$$

# Instruction

Une **instruction** est l'opération élémentaire que le processeur peut accomplir. Les instructions sont stockées dans la mémoire principale, en vue d'être traitée par le processeur. Une instruction est composée de **deux** champs :

- Le **code opération « instruction »**, représentant l'action que le processeur doit exécuter.
- Le **code opérande**, définissant les paramètres de l'action. Le code opérande dépend de l'opération. Il peut être une donnée ou bien une adresse mémoire.

Code opération

Code opérande

# Instruction

Les **instructions** peuvent être classées en catégories dont les principales sont:

- **Accès à la mémoire** : des accès à la mémoire ou transferts de données entre registres.
- **Opérations arithmétiques** : opérations telles que les additions, soustractions, divisions ou multiplications.
- **Opérations logiques** : opérations ET, OU, NON, OU exclusif, etc.
- **Contrôle** : contrôles de séquence, branchements conditionnels, etc.

# Jeu d'instructions

On appelle Le **jeu d'instructions** l'ensemble des opérations **élémentaires** qu'un processeur peut exécuter. Le jeu d'instruction d'un processeur détermine ainsi son architecture.

- L'architecture **CISC** (*Complex Instruction Set Computer*), soit « *ordinateur à jeu d'instruction complexe* » consiste à câbler dans le processeur des instructions complexes, difficiles à créer à partir des instructions de base.
- L'architecture **RISC** (*Reduced Instruction Set Computer*), soit « *ordinateur à jeu d'instruction réduit* » n'a pas de fonctions évoluées câblées.

# Registres

Lorsque le processeur exécute des instructions, les données sont temporairement stockées dans de petites mémoires rapides de 8, 16, 32 ou 64 bits que l'on appelle **registres**.

Les registres principaux sont :

- Le **registre accumulateur (ACC)**, stockant les résultats des opérations arithmétiques et logiques.
- Le **registre d'état (PSW, Processor Status Word)**, permettant de stocker des indicateurs sur l'état du système (retenue, dépassement, etc.....).
- Le **registre instruction (RI)**, contenant l'instruction en cours de traitement.
- Le **compteur ordinal (CO ou PC pour Program Counter)**, contenant l'adresse de la prochaine instruction à traiter.
- Le **registre tampon**, stockant temporairement une donnée provenant de la mémoire.

# Mémoire cache

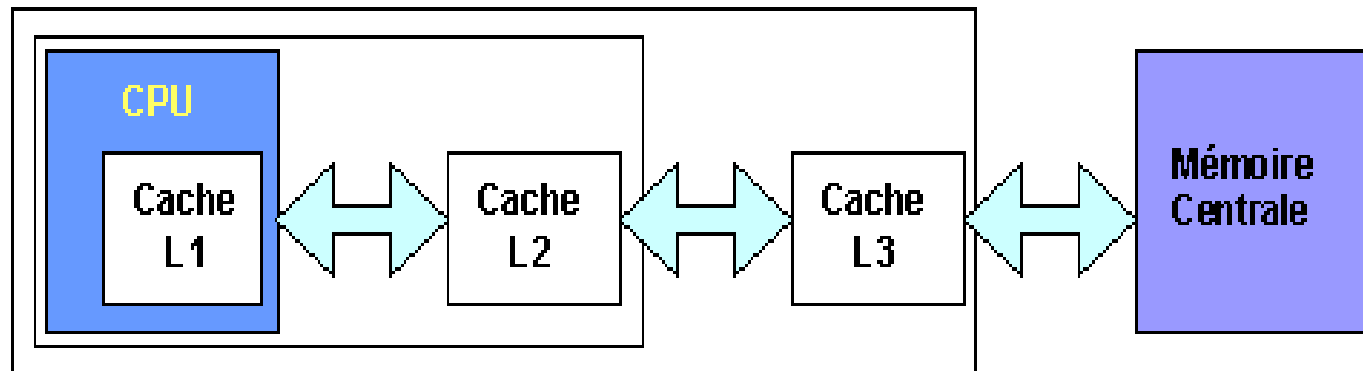
La **mémoire cache** (également appelée **antémémoire** ou **mémoire tampon**) est une mémoire rapide permettant de **réduire les délais d'attente** des informations stockées en mémoire vive.

- La **mémoire cache de premier niveau (Level 1 Cache)** est directement intégrée dans le processeur. Elle se subdivise en 2 parties :
  - La première est **le cache d'instructions**, qui contient les instructions issues de la mémoire vive et déjà décodées.
  - La seconde est **le cache de données**, qui contient des données issues de la mémoire vive et les données récemment utilisées lors des opérations du processeur.

Les caches du premier niveau sont très rapides d'accès. Leur délai d'accès tend à s'approcher de celui des registres internes aux processeurs.

# Mémoire cache

- La **mémoire cache de second niveau (L2 Cache)** est située au niveau du boîtier contenant le processeur (dans la puce). Le cache de second niveau vient s'intercaler entre le processeur avec son cache interne et la mémoire vive. Il est plus rapide d'accès que cette dernière mais moins rapide que le cache de premier.
- La **mémoire cache de troisième niveau (L3 Cache)** autrefois située au niveau de la carte mère, elle est aujourd'hui intégrée directement dans le CPU.





# Améliorations technologiques

Pour augmenter les performances du CPU, on peut donc :

- Augmenter la fréquence de l'horloge (problème limitation matérielle).
- Soit diminuer le CPI (choix d'un jeu d'instruction adapté).
- **Amélioration de l'architecture de base (améliorations technologiques).**

# Améliorations technologiques

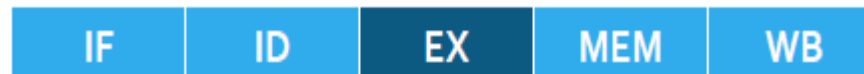
Pour augmenter les performances du CPU, on peut donc :

- Toutes les tâches qui constituent une instruction s'exécutent les unes à la suite des autres.
- L'exécution d'une instruction dure donc plusieurs cycles. Comme il n'est pas possible d'augmenter la fréquence, la seule manière d'accroître le nombre d'instructions traitées en un temps donné est de chercher à en exécuter plusieurs simultanément.
- On y arrive en fractionnant les ressources du processeur, les données et/ou les processus. C'est ce qu'on appelle la **parallélisation**.

# Améliorations technologiques

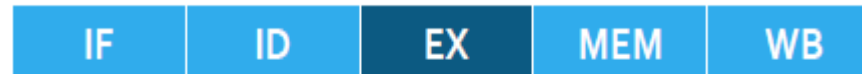
Le fonctionnement du processeur est rythmé par une horloge défini par sa fréquence (MHz ou GHz).

- A chaque impulsion d'horloge (exemple classique d'un processeur à 5 étages) :
  1. Lecture de l'instruction (IF, Instruction Fetch).
  2. Décodage de l'instruction (ID, Instruction Decode).
  3. Exécution de l'instruction (EX, Excecute).
  4. Écriture ou chargement depuis de la mémoire en fonction du type de l'instruction (MEM, Memory).
  5. Stockage du résultat dans un registre (WB, Write Back).
- Plus la fréquence est élevée et plus le processeur peut traiter les instructions rapidement.
- 5 cycles sont nécessaire pour accomplir une instruction.

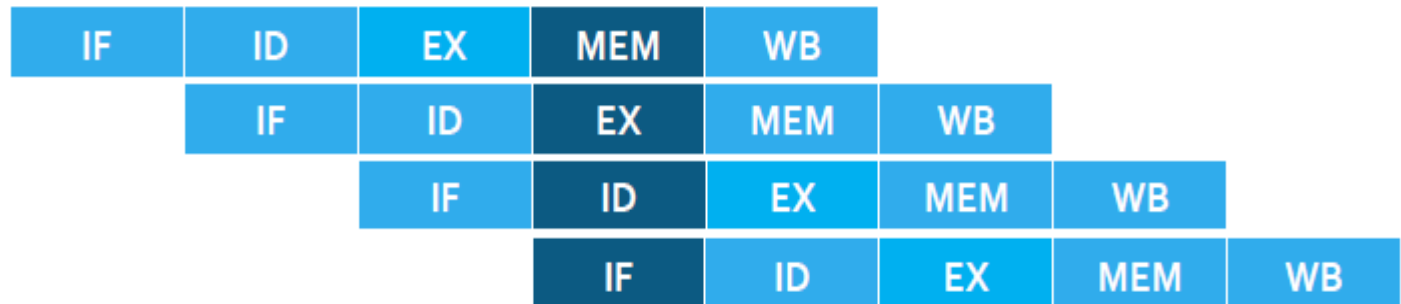


# Architecture Pipeline

Pipeline (ou pipelining) : technologie visant à permettre une plus grande vitesse d'exécution des instructions en parallélisant des étapes.

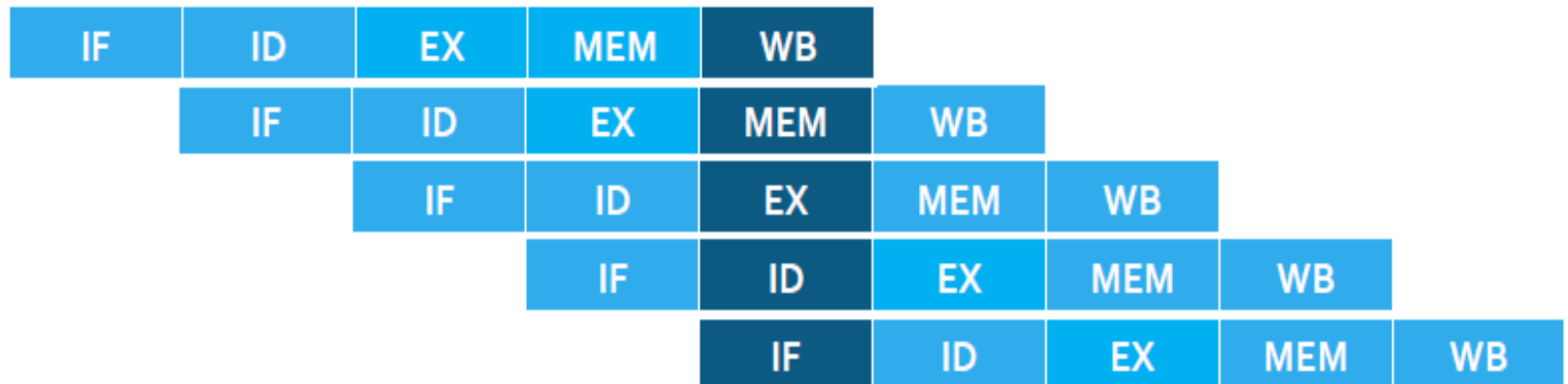


- L'ordre des étapes est invariable.
- Chaque étape est réalisée par un circuit différent.



# Architecture multi-scalaire

Exécution de plusieurs instructions simultanément, chacune dans un pipeline différent. Le processeur dispose alors de plusieurs unités de calcul.



# Hyperthreading

- **Principe:** créer deux processeurs logiques sur une seule puce, chacun doté de ses propres registres. Ces deux unités partagent les éléments du cœur physique comme le cache et le bus système.
- Dégradation des performances individuelles des threads mais amélioration des performances de l'ensemble.

# Multi- Cœur

- Un **processeur multi-cœur** est tout simplement un processeur composé non pas de **1** mais de **2 (ou 4 ou 8)** unités de calcul.
- Pour un processeur bi-cœur (ou DualCore) le processeur dispose à fréquence d'horloge égale d'une puissance de calcul **deux fois plus importante**. Pour autant, le gain n'est pas systématiquement visible.
- En effet, il faut que les logiciels et les systèmes d'exploitation sachent gérer correctement ces processeurs afin qu'un gain significatif soit perceptible.