

ARCHITECTURE DES ORDINATEURS

PROF. M. BOUDHANE

2

Règles d'ors

3

AlphaGo Vs Lee Sedol



4

AlphaGo Vs Lee Sedol



5

Defaite !



QUESTION

► **Est-ce que ça veux dire
le mot Informatique?**



Informatique

❖ *Informatique* :

L'informatique c'est la science de traitement
l'*information* d'une façon *automatique*

Information

❖ *Information :*

- L'information est un renseignement qui permet de construire , de reconstruire ou d'enrichir la connaissance sur un sujet.
- ❖ L'information peut être présentée sous plusieurs formes : **Texte, Image, Son, Vidéo, etc.)**



Traitement:

- ❖ Traitement de l'information :
AUTOMATIQUE
- ❖ **Traitement automatique** c'est un traitement effectué en totalité par la machine

Système informatique:

❖ Système Informatique :

Un système informatique est un ensemble des moyens **matériels** et **logiciels** pour le traitement d'information (collecter, stocker, acheminer, présenter, supprimer les informations).

❖ Système Informatique :

❖ Matériel

Logiciel

QUESTION

► **Est-ce que nous allons apprendre dans ce cours?**

QUESTION

► **Est-ce nous allons apprendre dans ce cours?**

Comment les ordinateurs fonctionnent.

QUESTION

► Est-ce qu'un ordinateur

❖ ordinateur

Un ordinateur est une machine composée de circuit électroniques, utilisé pour le traitement de données.

Remarque : L'ordinateur est un exemple de système informatique.

QUESTION

► Pourquoi nous utilisons des ordinateurs?

Pour résoudre des problèmes

REONSE

► Pour permettre une vie
et un avenir meilleurs !

QUESTION

- ▶ Comment les ordinateurs résoudre des problèmes?
- ▶ Orchestrer les électrons !

La Hiérarchie de cette transformation

Probleme

Electron

Electron: La représentation de l'information dans un système informatique

18

- Le fonctionnement des ordinateurs repose sur des phénomènes physiques binaires c'est-à-dire ne pouvant prendre que 2 états !
 - comme une lampe.



Lampe allumée

1

Lampe éteinte

0

- Les deux états sont représentés par les chiffres « 0 » et « 1 » dit **chiffres binaires**.
- Par convention on dit que toutes les informations sont traduites en chiffres binaires (0 et 1)

La représentation de l'information dans un système informatique

19

Exemple

- ▶ 8 en décimal → 1000 en binaire
- ▶ 10 en décimal → 1010 en binaire

- ▶ Pour les caractères on attribut a chaque caractères une valeur numérique.

Exemple

- ▶ A (65) → 01000001 en binaire.
- ▶ a (96) → 01100001 en binaire.
- ▶ ! (33) → 00100001 en binaire.

20

La Hierarchie de cette transformation

Probleme

Electron

La Hierarchie de cette transformation

Probleme

Algorithme

Electron

La Hierarchie de cette transformation

Probleme

Algorithme

Programme

Electron

La Hierarchie de cette transformation

Probleme

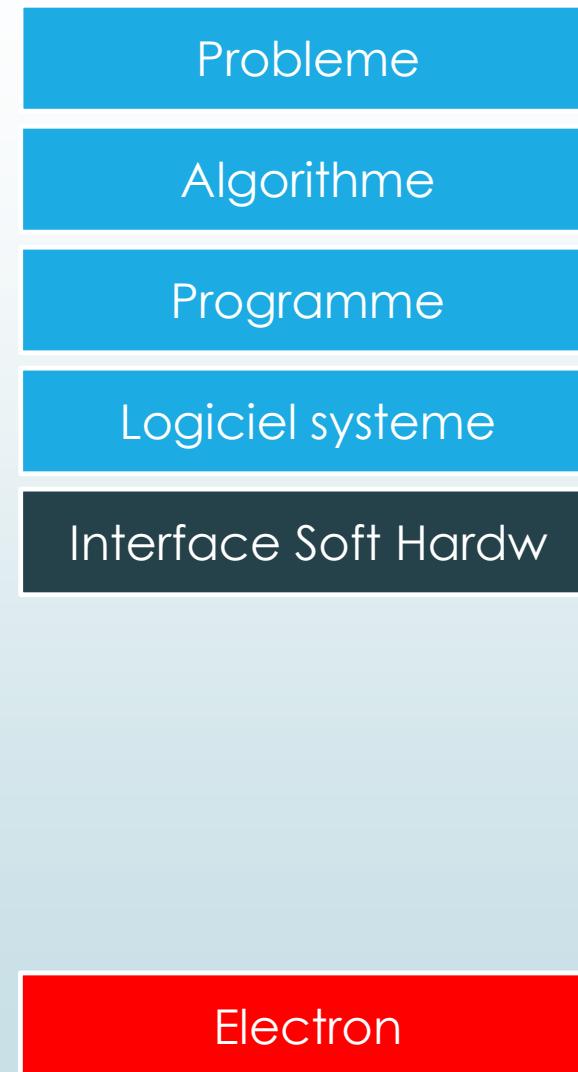
Algorithme

Programme

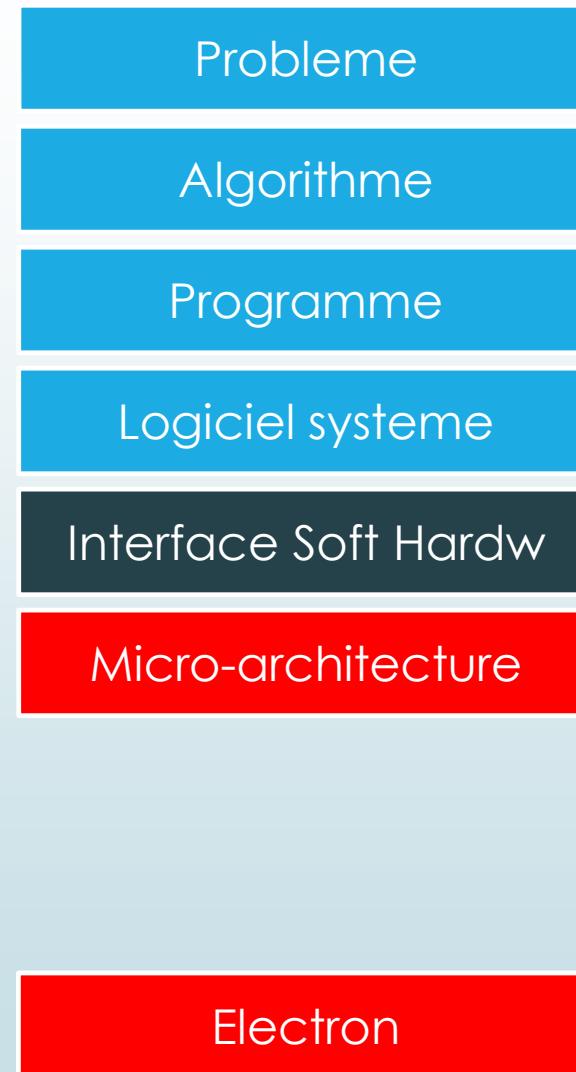
Logiciel système

Electron

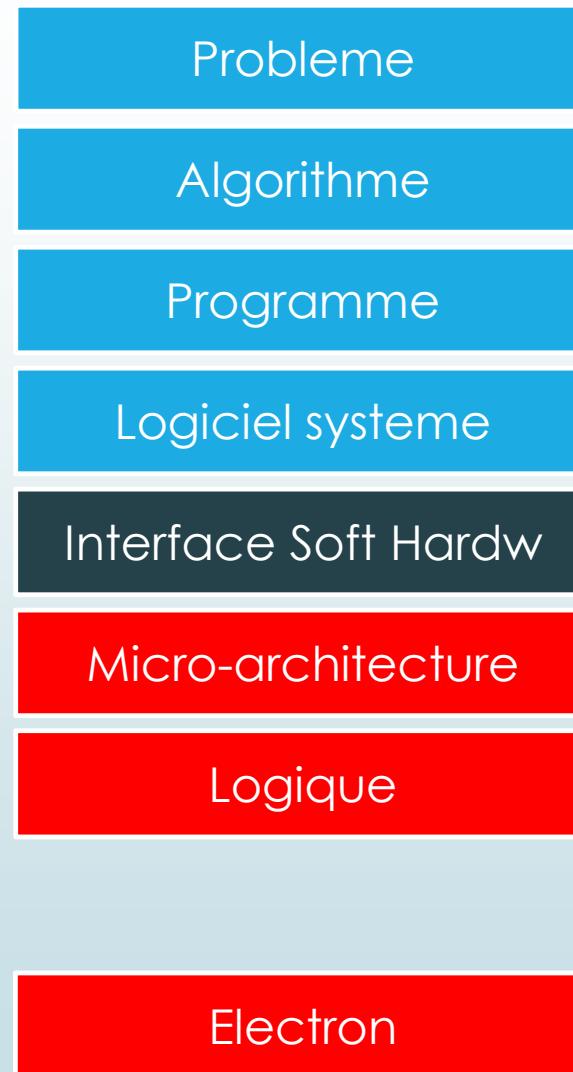
La Hierarchie de cette transformation



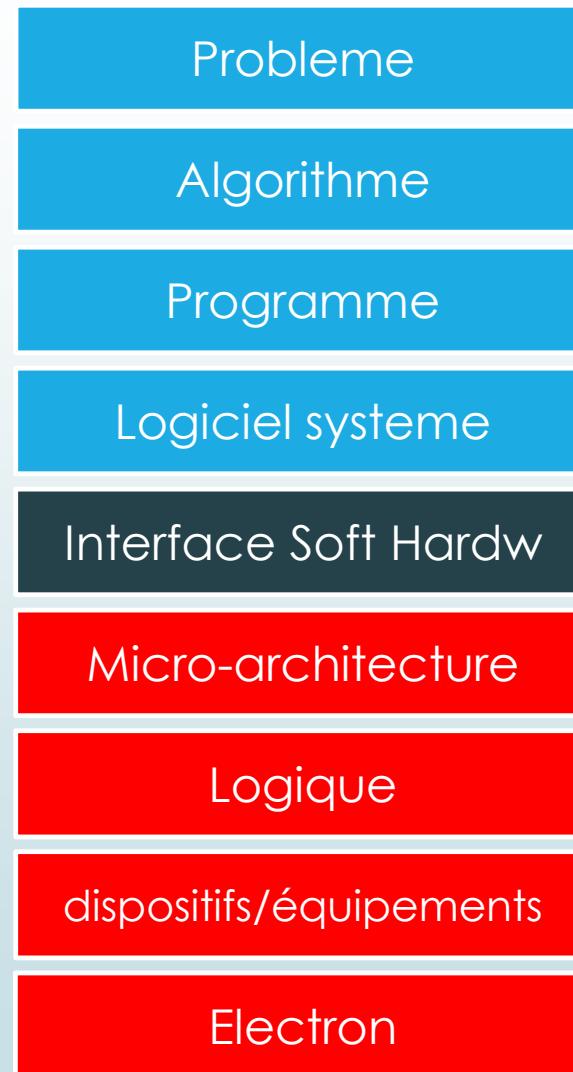
La Hierarchie de cette transformation



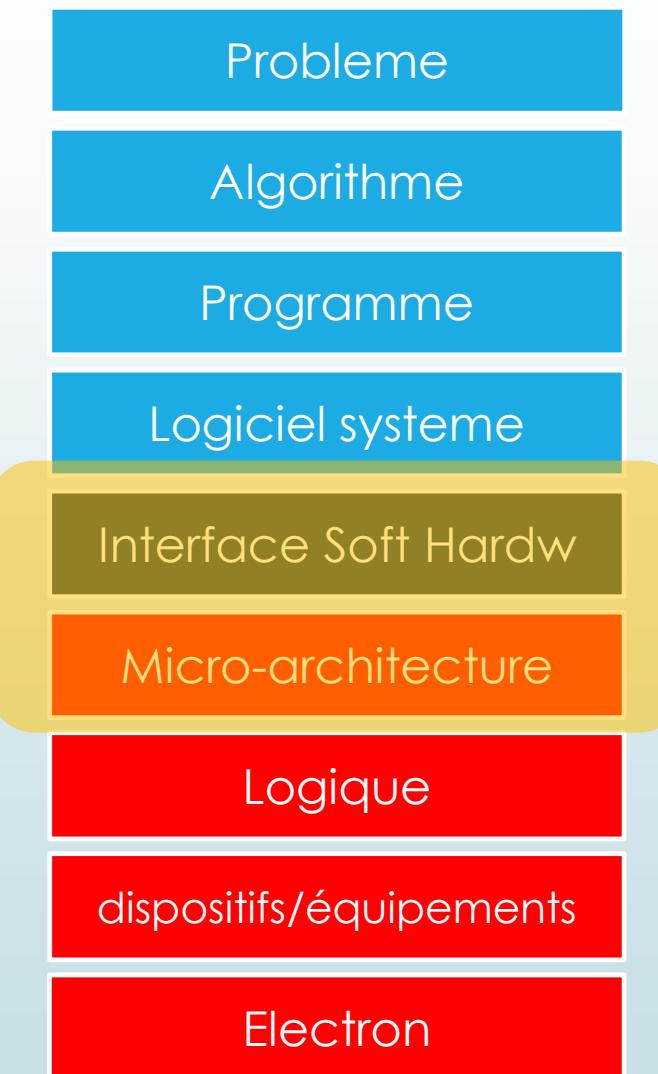
La Hierarchie de cette transformation



La Hierarchie de cette transformation

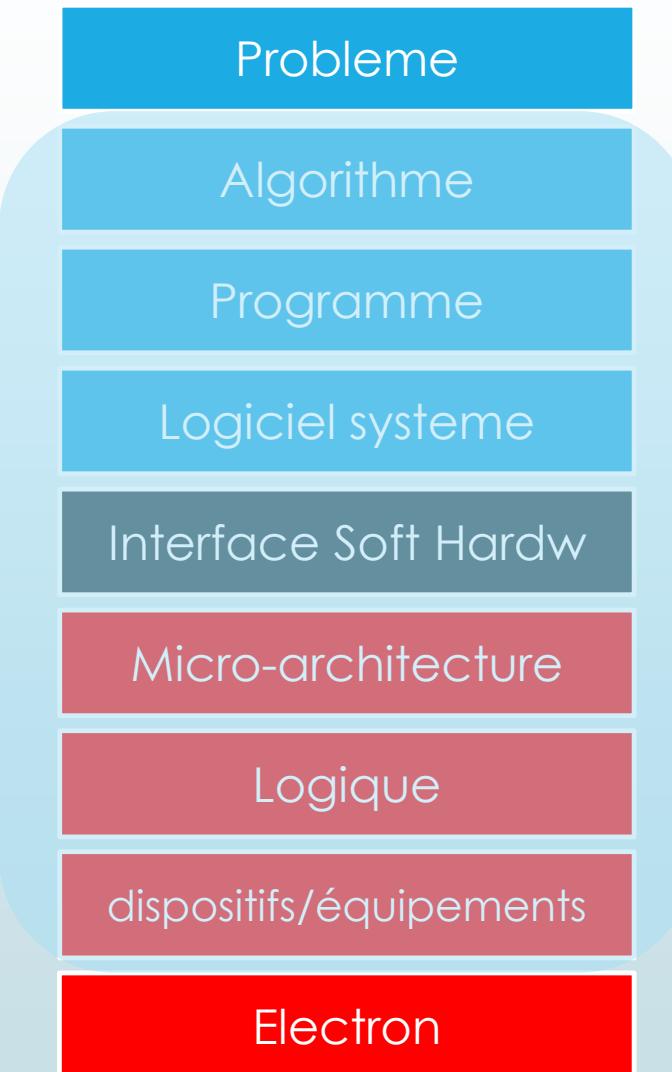


La Hierarchie de cette transformation



Architecture des ordinateurs
Version simple

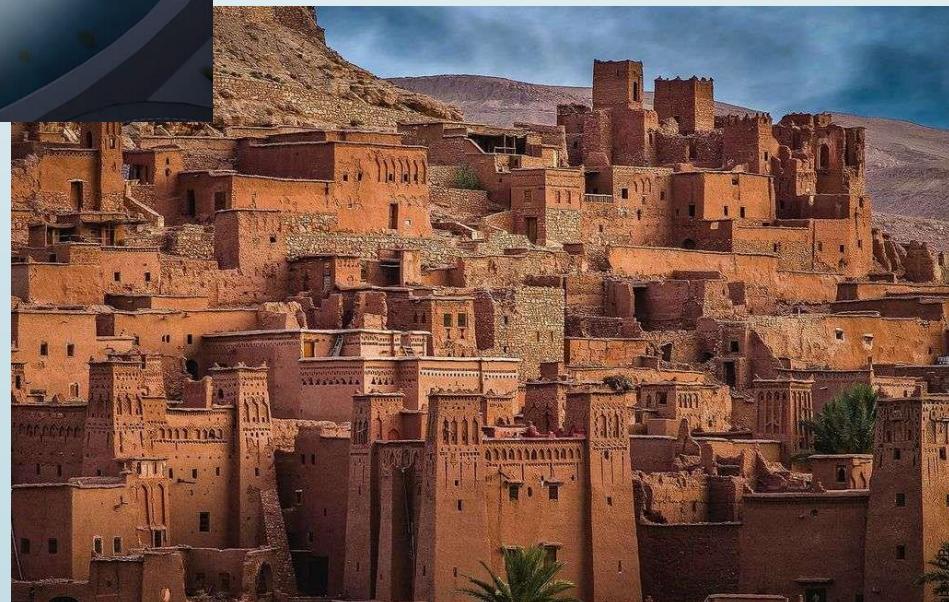
La Hierarchie de cette transformation



Architecture des ordinateurs

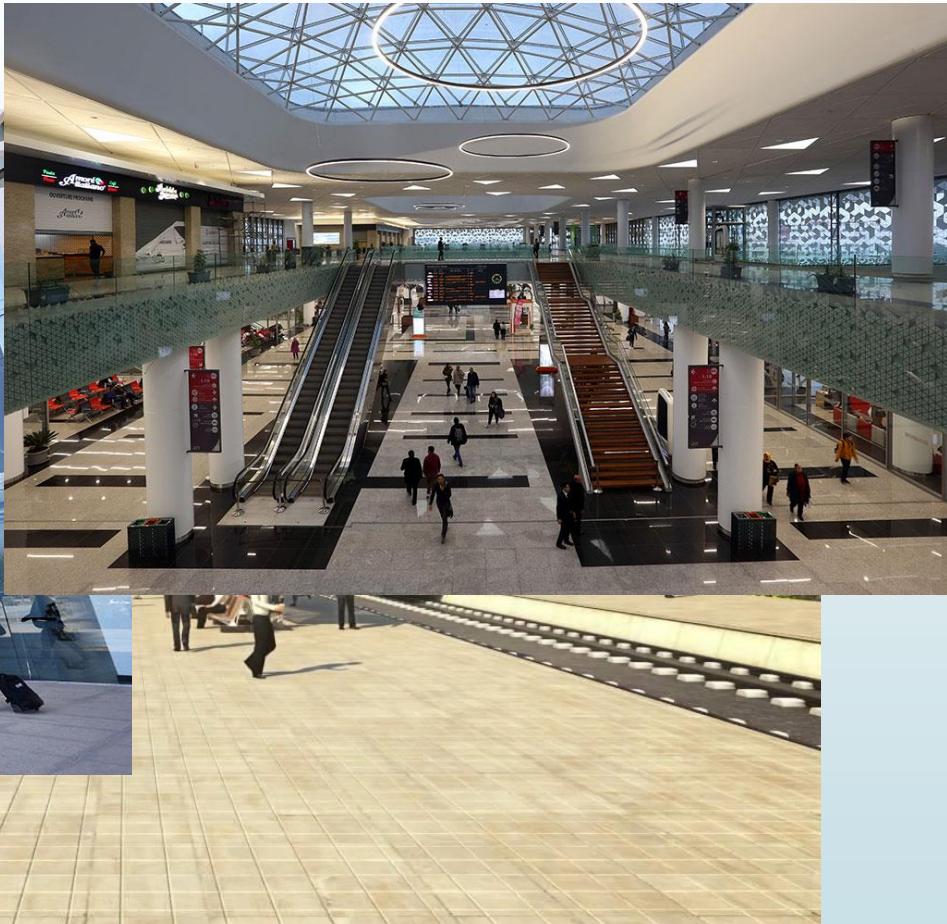
Vue étendue

Une architecture ! C'est quoi



31

Question : Qu'est-ce que c'est ?



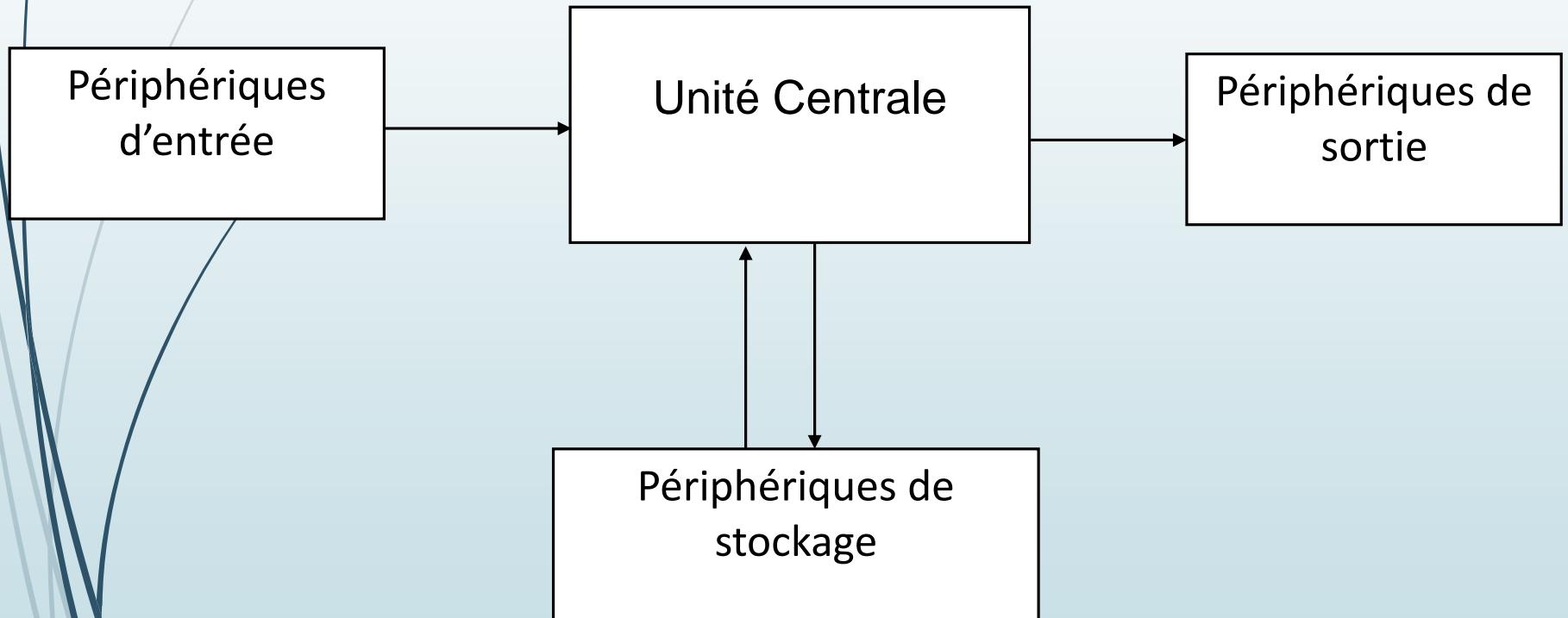
Les éléments clef d'une architecture

- ▶ Conception d'une architecture sécurisé, fiable, et sûr.
(voiture autonomes)
- ▶ architectures fondamentalement économies en énergie.
(changement climatique)
- ▶ Architecture prévisible à faible latence
(covid 19 et génétique)
- ▶ Architecture pour quelle domaine: Médecine, biologie, agriculture, IA, militaire..

Les composants de l'ordinateur



Schéma fonctionnel de l'ordinateur





Périphériques d'entrée

Les périphériques d'entrée

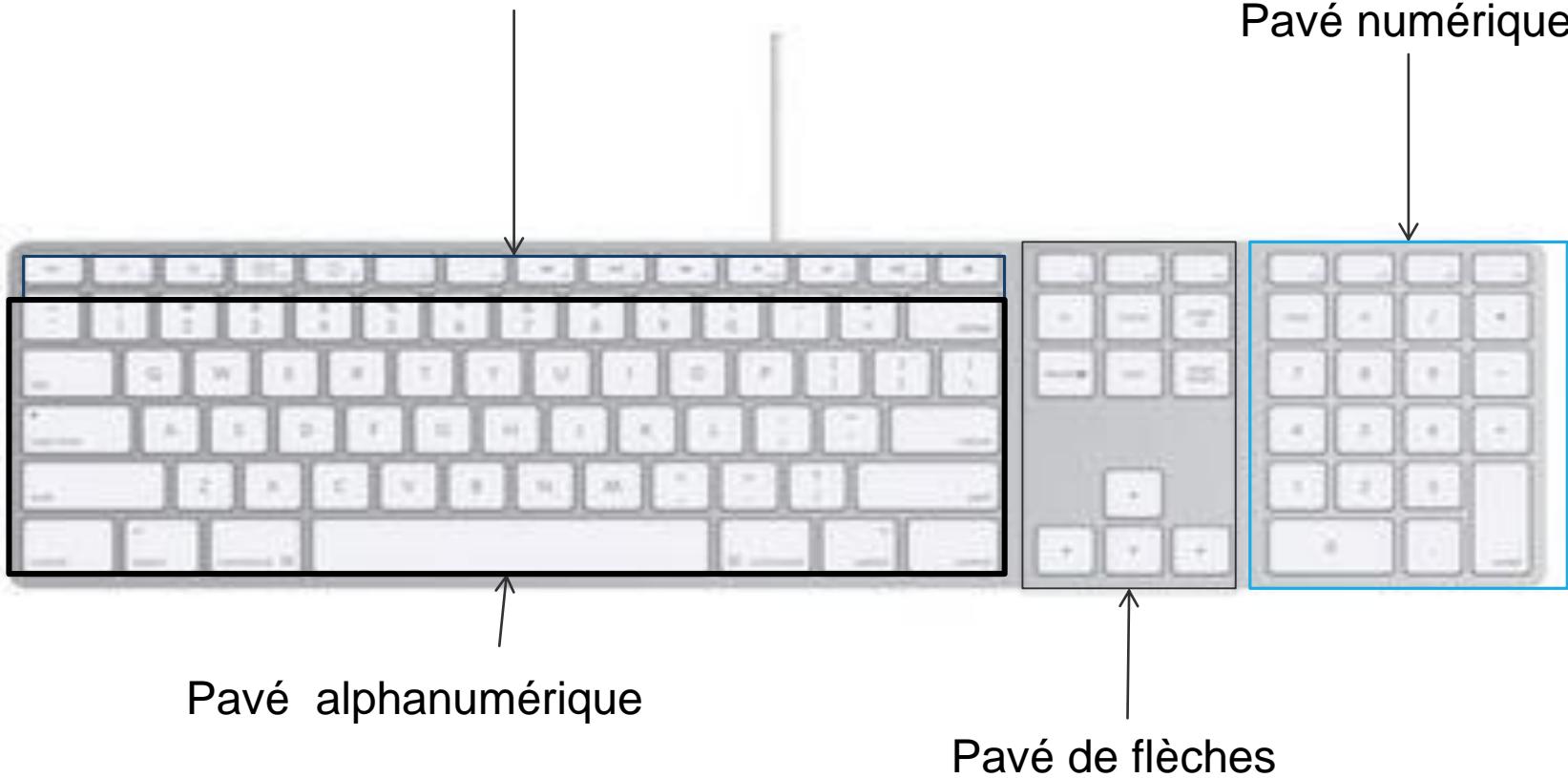
➤ Clavier



Les périphériques d'entrée

➤ Clavier

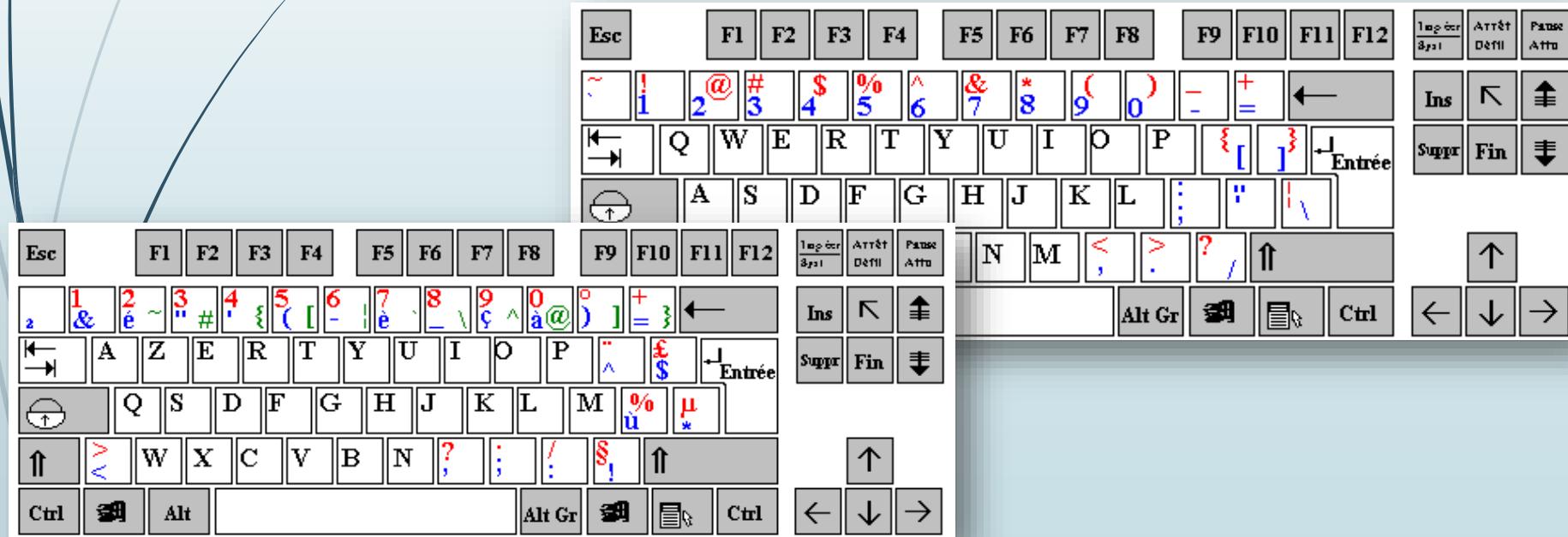
Les touches de fonction « F1..F12 »



Les périphériques d'entrée

- ▶ Les claviers sont de deux types

- Clavier AZERTY
- Clavier QWERTY



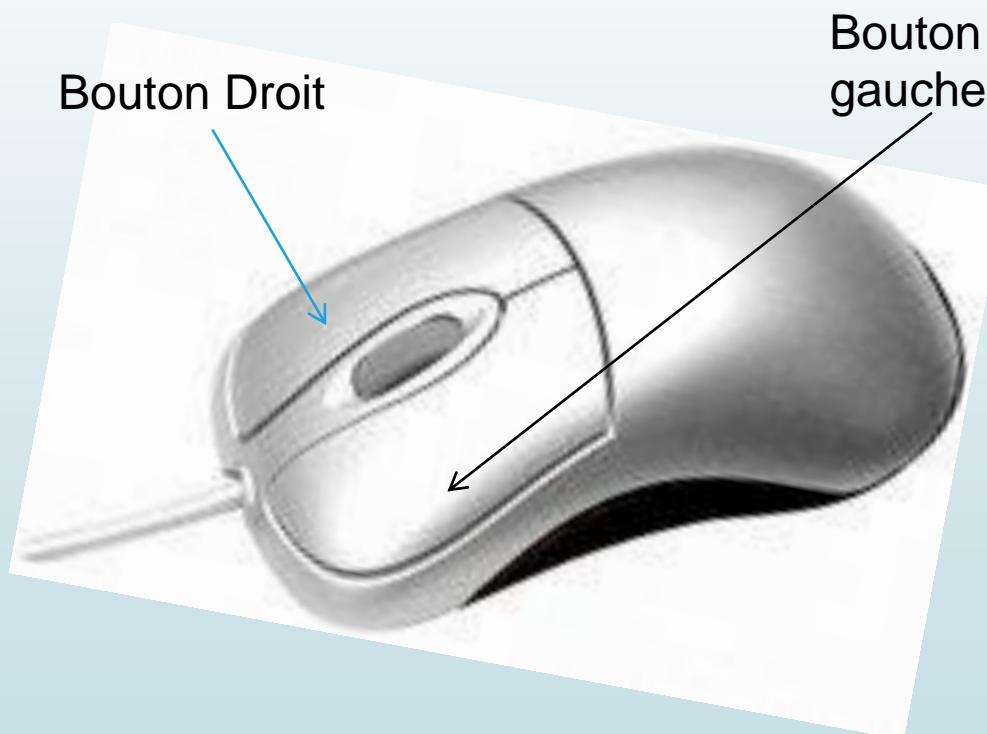
Les périphériques d'entrée

► La souris



Les périphériques d'entrée

► La souris

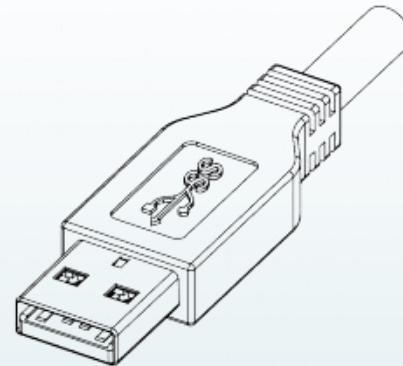


Périphériques d'entrée

Branchement des claviers et souris



Port PS/2



Port USB

Périphériques d'entrée



Lecteur CD/DVD

Périphériques d'entrée



Web Cam



Microphone

Scanner





Périphériques de sortie

Périphériques de sortie

➤ Ecran « Moniteur »



Ecran LCD



Ecran
cathodique

PÉRIPHÉRIQUES DE SORTIE

► Branchement des écrans



Connecteur HDMI



Connecteur DVI



Connecteur VGA



Port VGA

Périphériques de sortie



Haut-parleurs



Imprimante

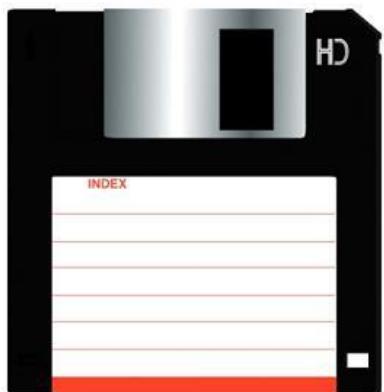


Vidéo projecteur



Périphériques de stockage

Périphériques de stockage



Disquette



Disque dur



Clé USB



CD / DVD



Péphériques d'entrée/Sortie

Périphérique d'Entrée / Sortie



Casque « haut parleur et microphone »



Modem



Ecran tactile



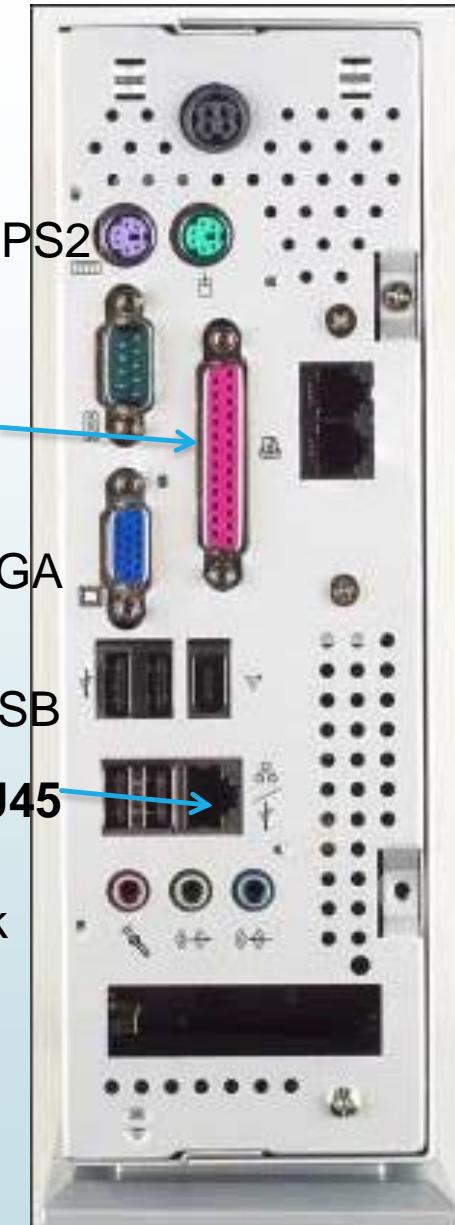
Graveur CD/DVD

Exercice 1 :

- Classer les périphériques en périphériques d'entrée ,de sortie, de stockage ou d'entrée Sortie



Exercice 2 : branchement des périphériques



Port PS2

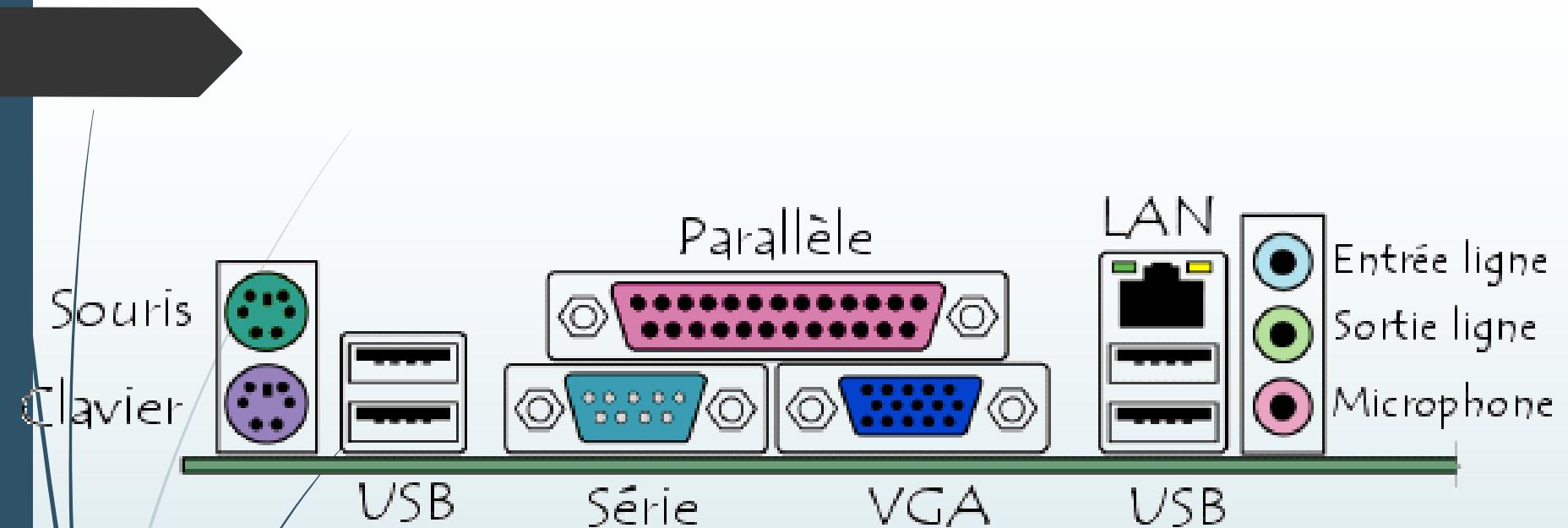
Port parallèle

Port VGA

Port USB

Connecteur RJ45

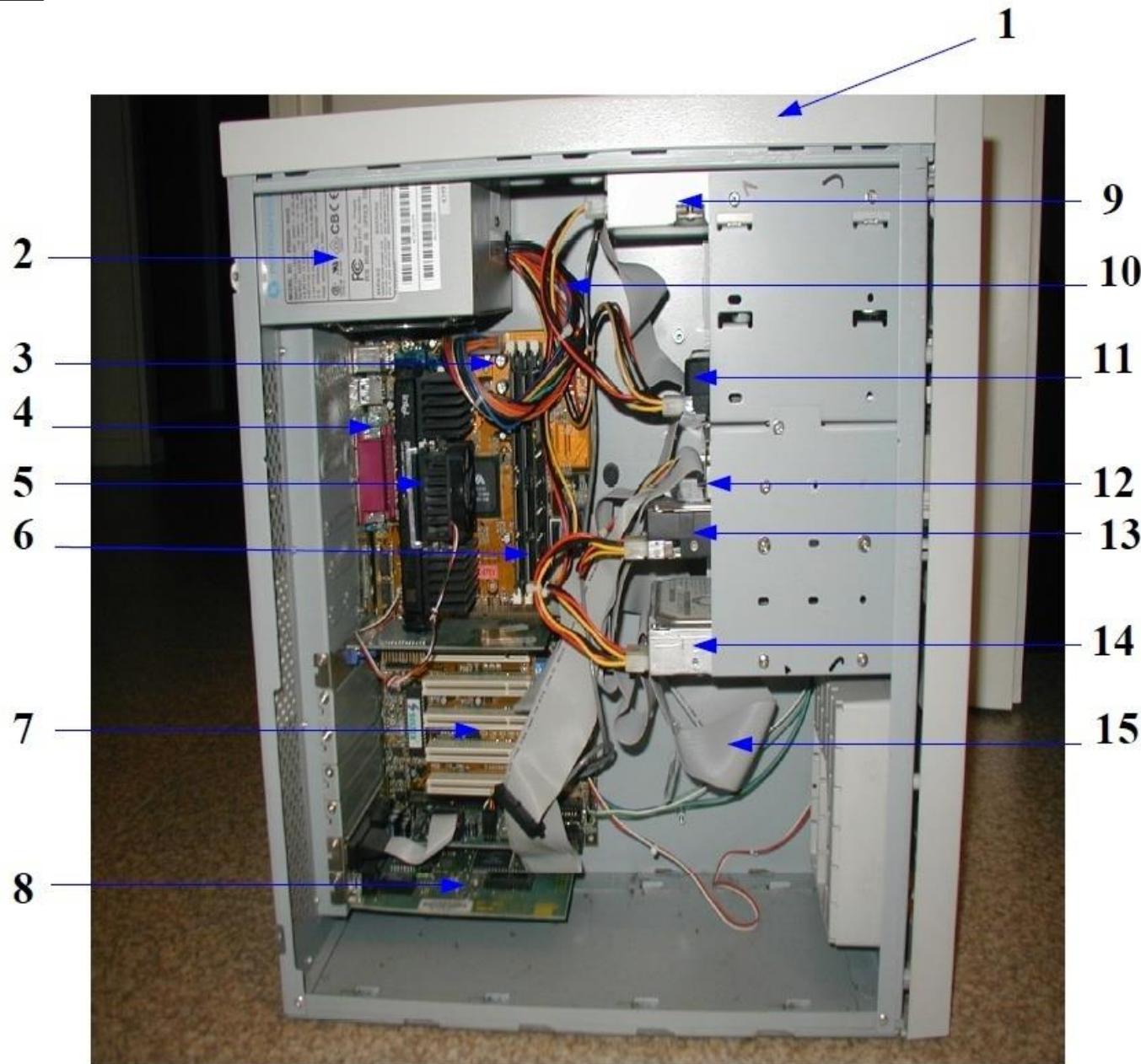
Port Jack





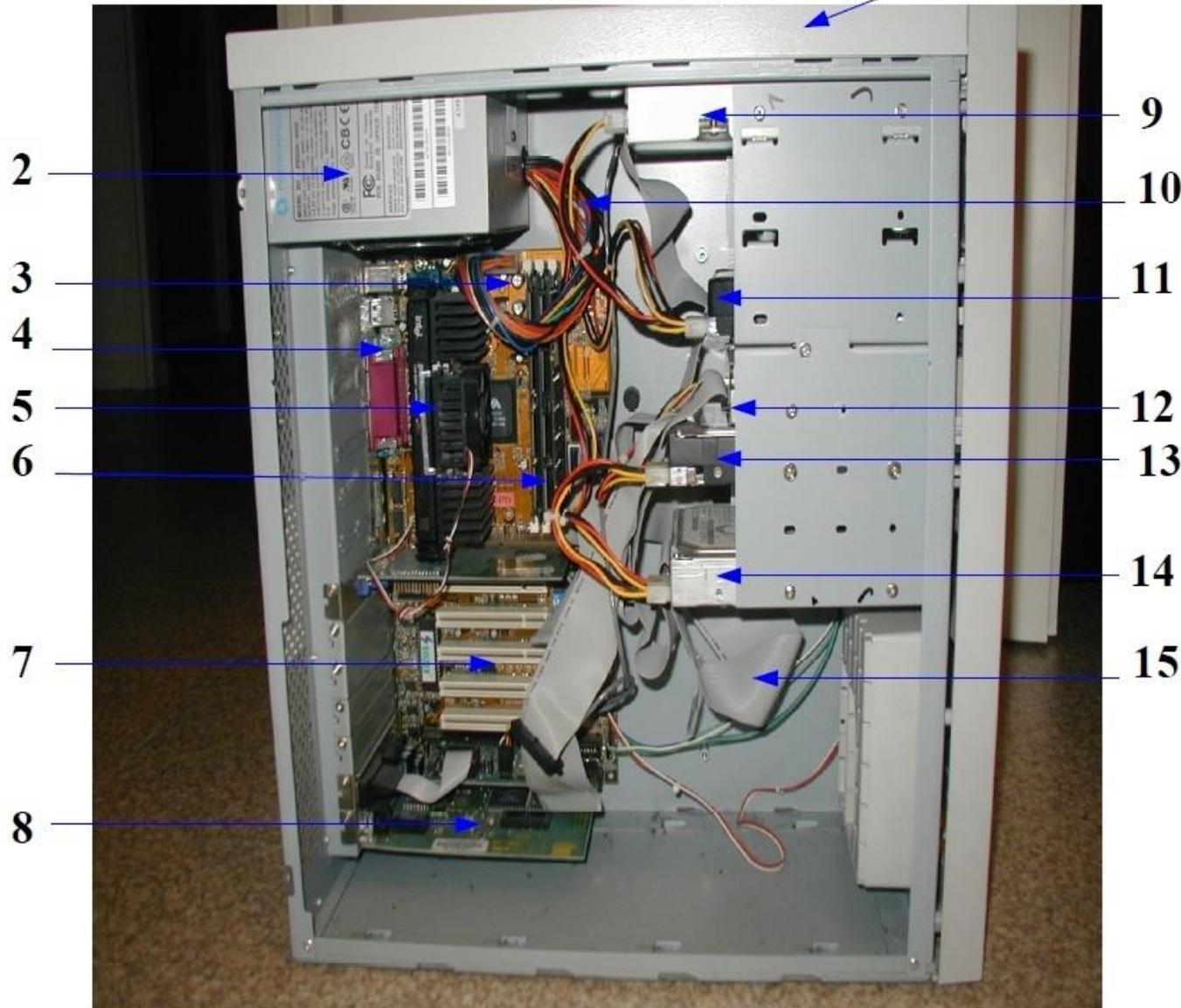
Unité centrale

L'unité centrale



L'unité centrale

1 Boîtier



Boîtier (ou châssis)

58

Le boîtier contenant les éléments internes de l'ordinateur. Il offre une protection et un support aux composants de l'ordinateur.



Boîtier Tour

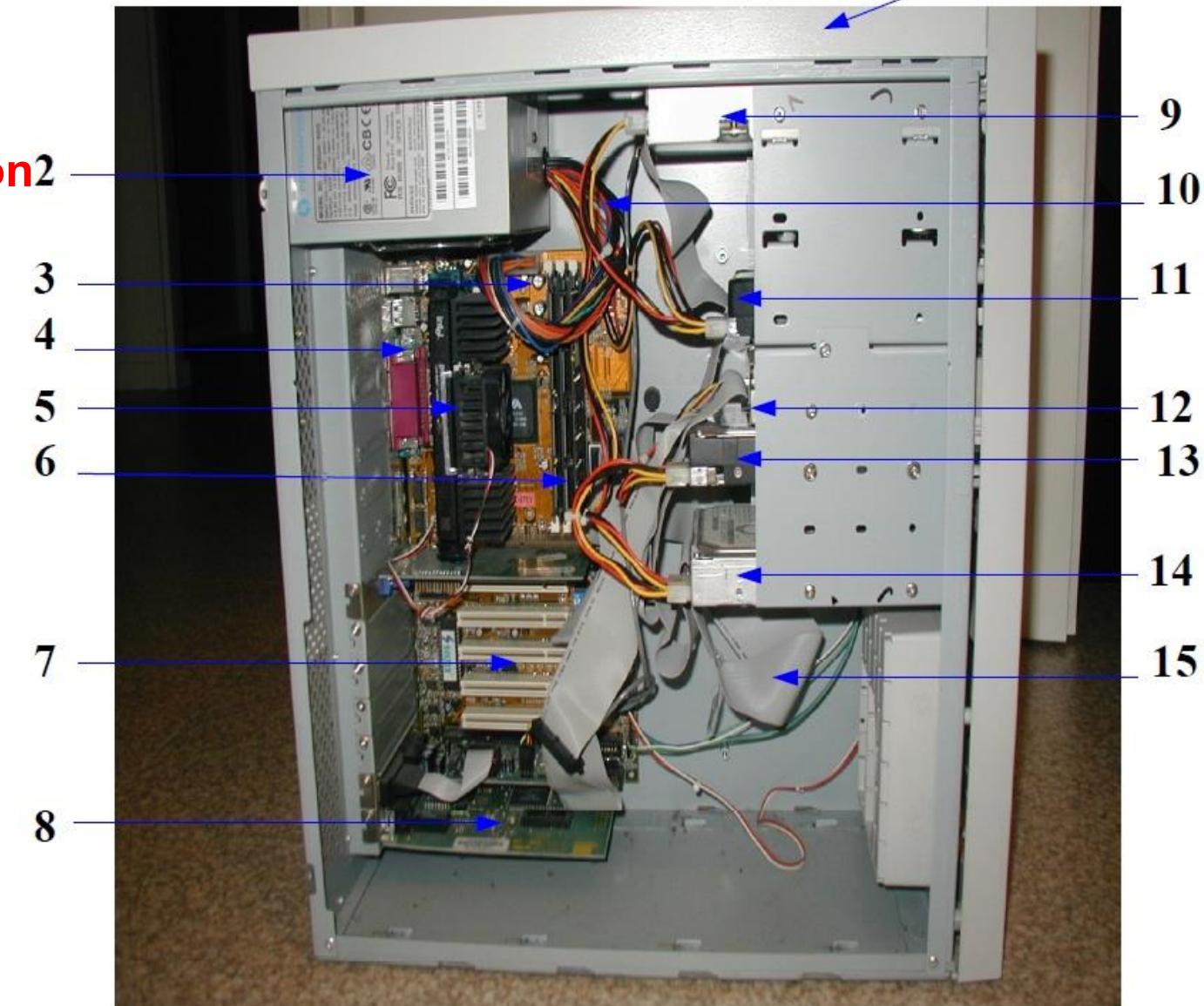


Boîtier Desktop

L'unité centrale

Boîtier

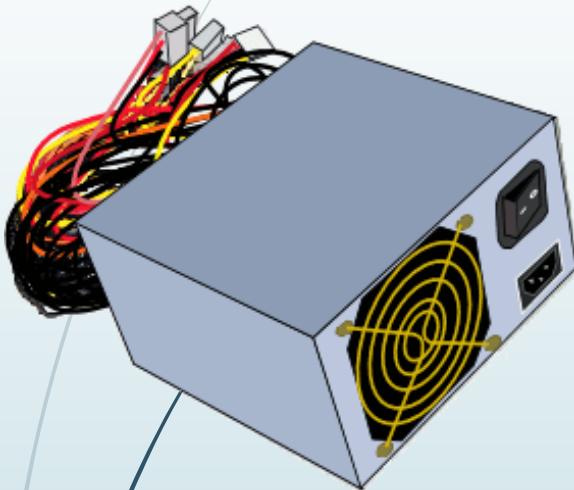
Bloc d'alimentation



Bloc d'alimentation (power supply)

60

- Le bloc d'alimentation permet de fournir du courant électrique à l'ensemble des composants de l'ordinateur.



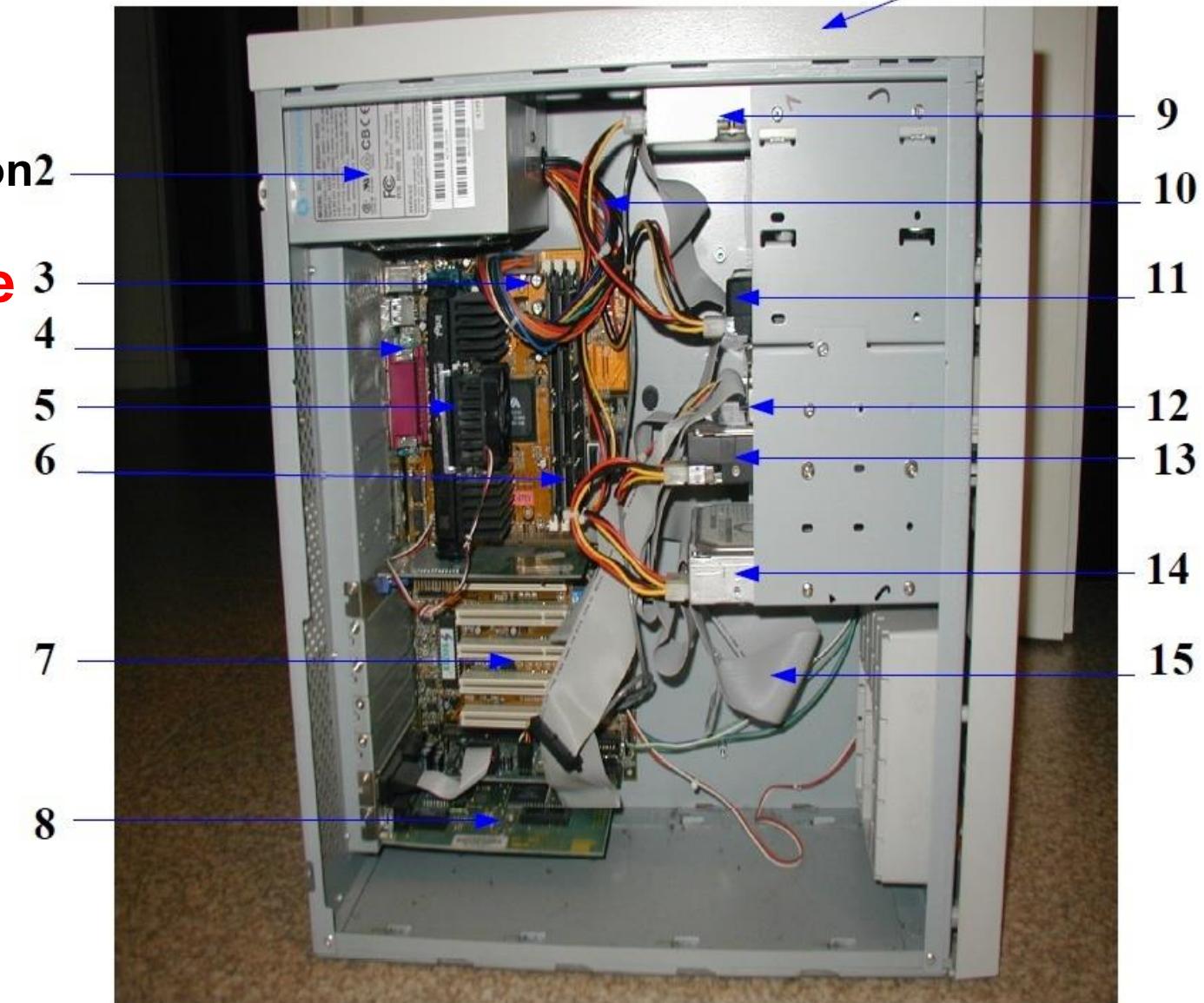
- Les blocs d'alimentation existent en 110V/220V

L'unité centrale

Boîtier

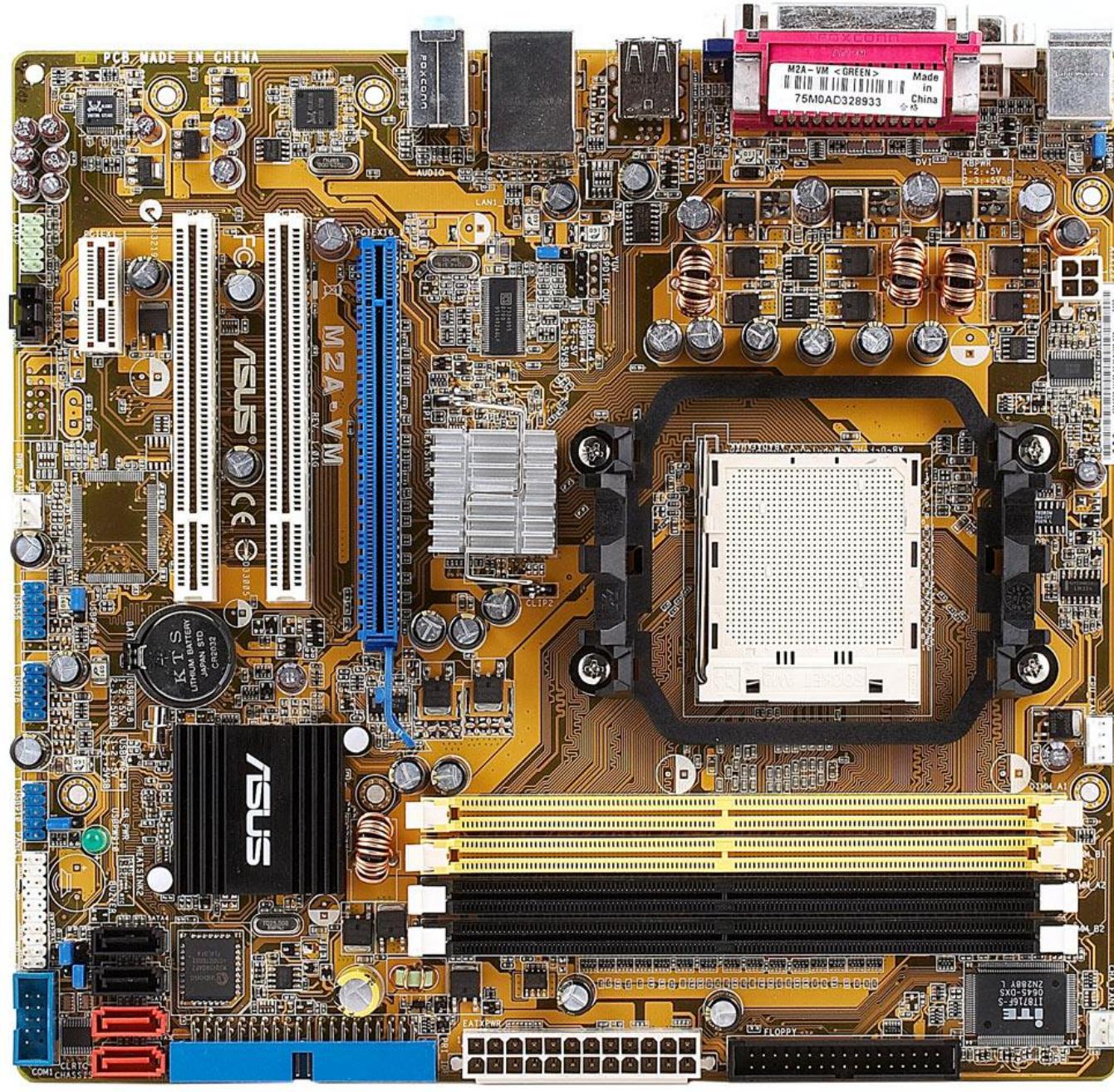
Bloc d'alimentation2

Carte mère



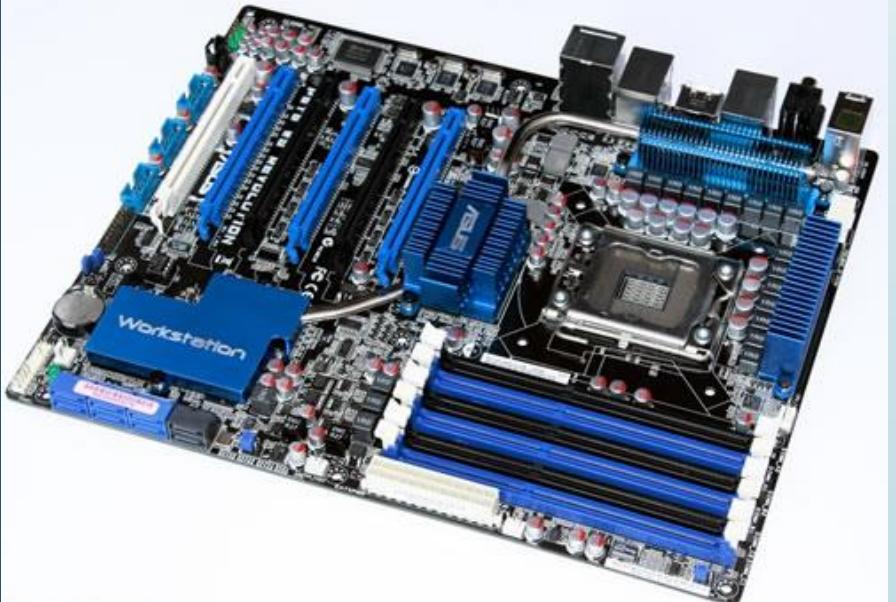
Carte mère

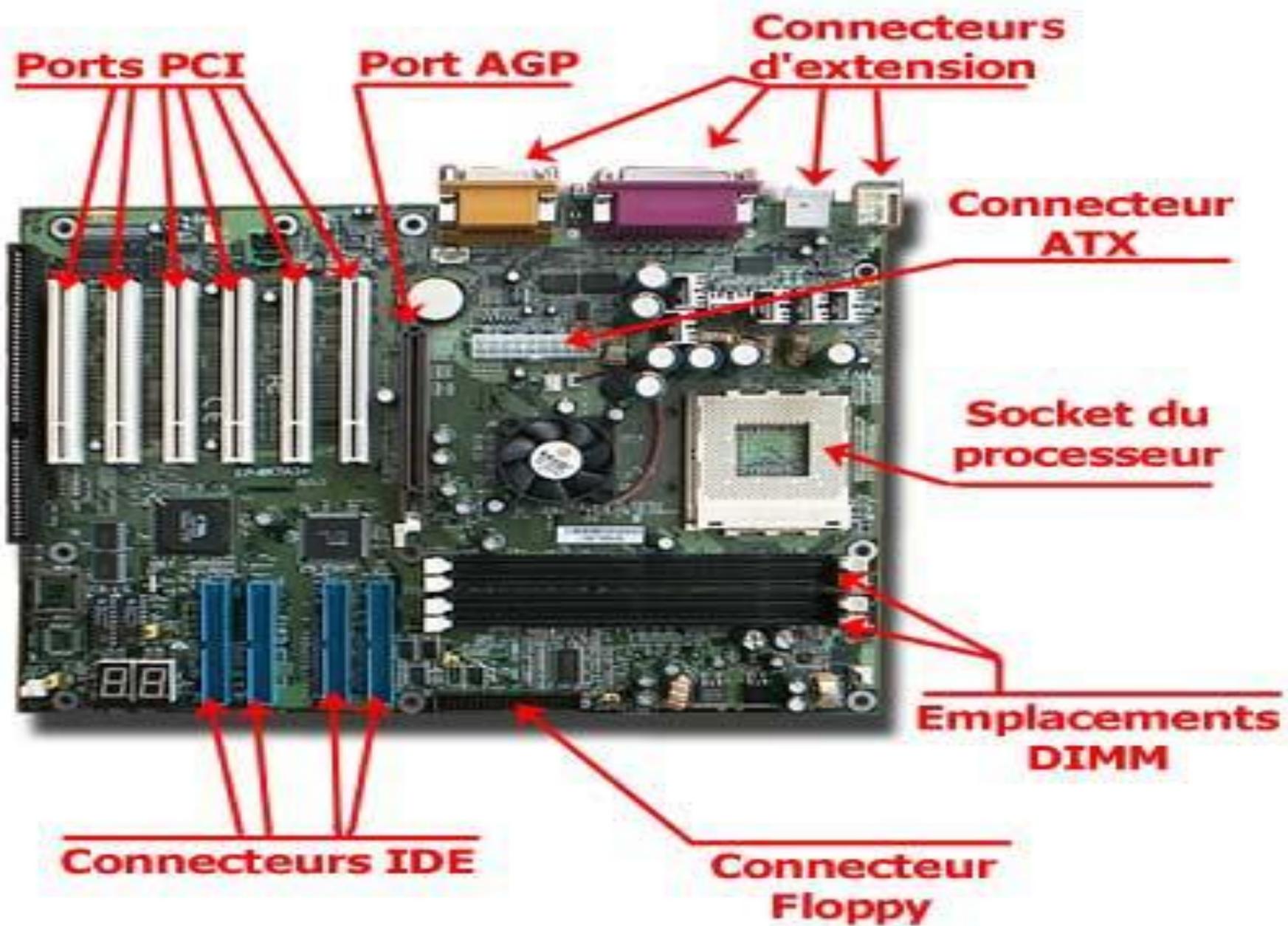
62



Carte mère

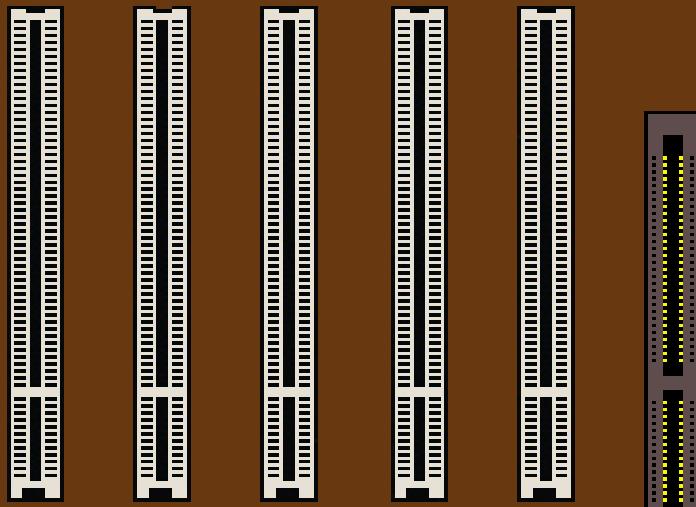
63





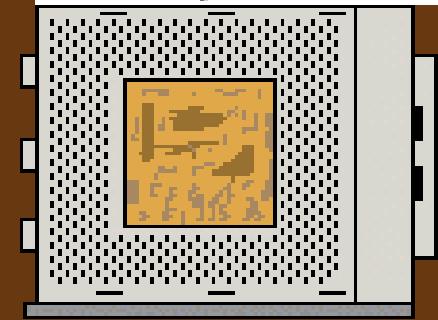
connecteurs externes

extensions PCI



chipset

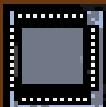
Socket processeur



chipset

AGP

pile

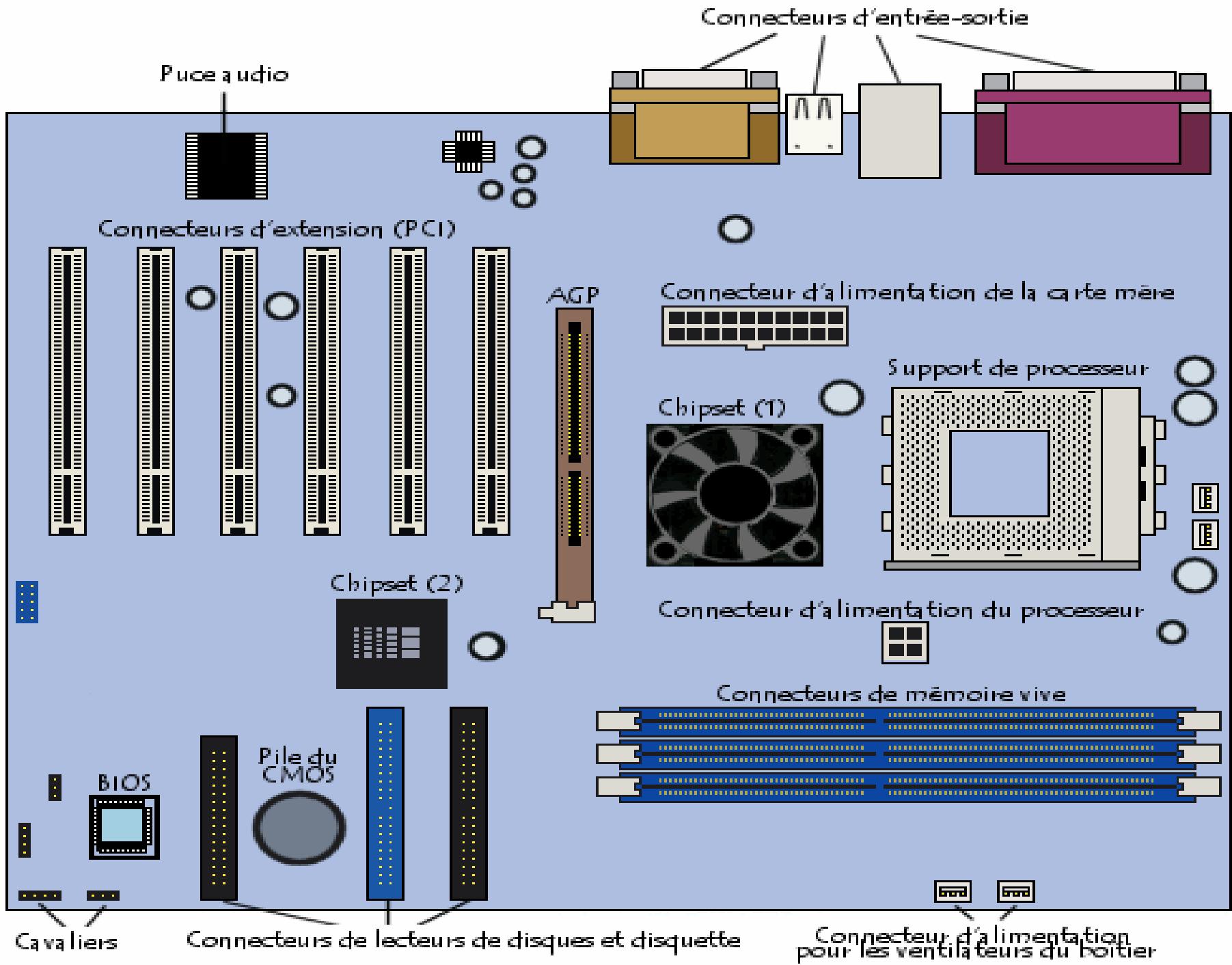


Bios

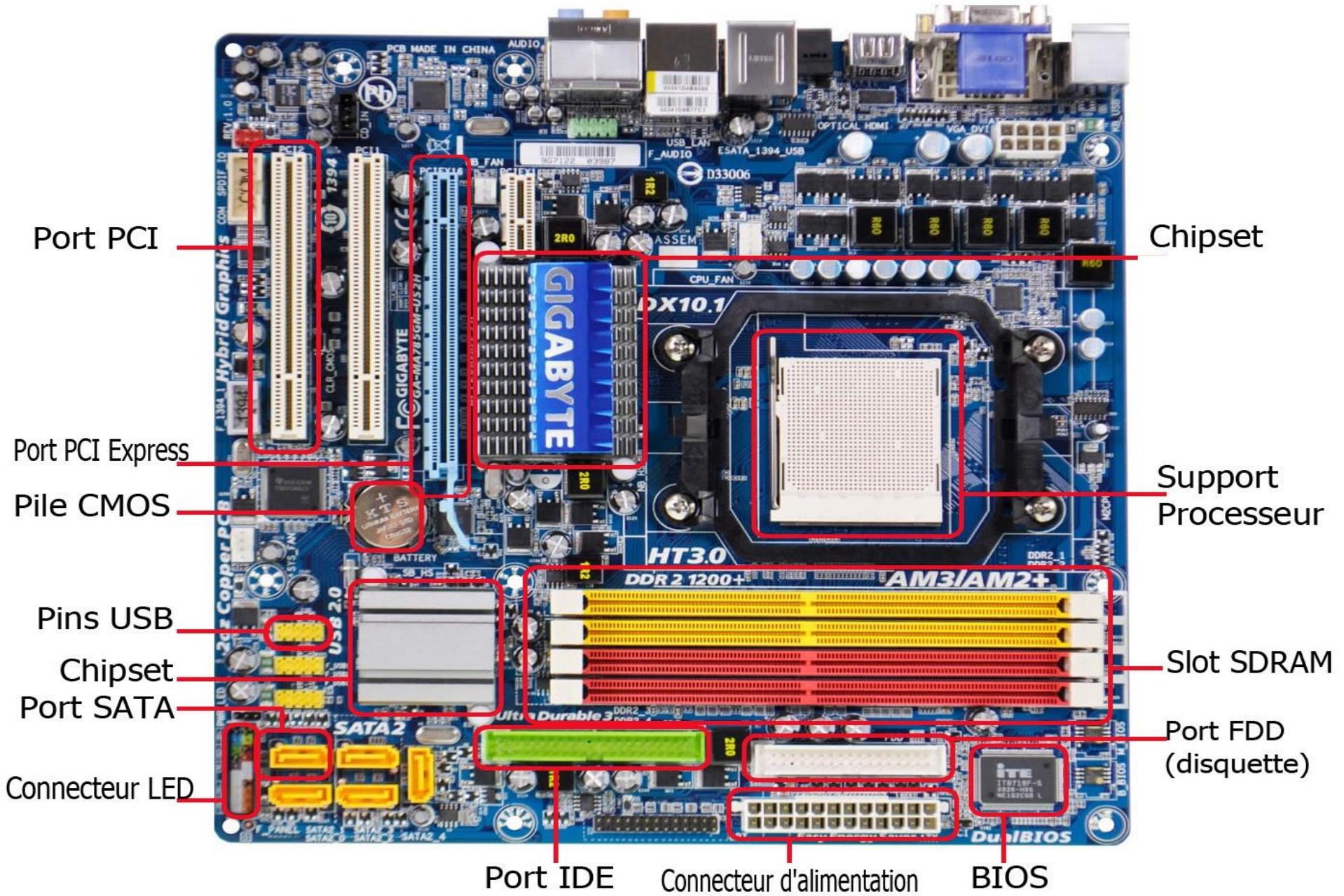
IDE



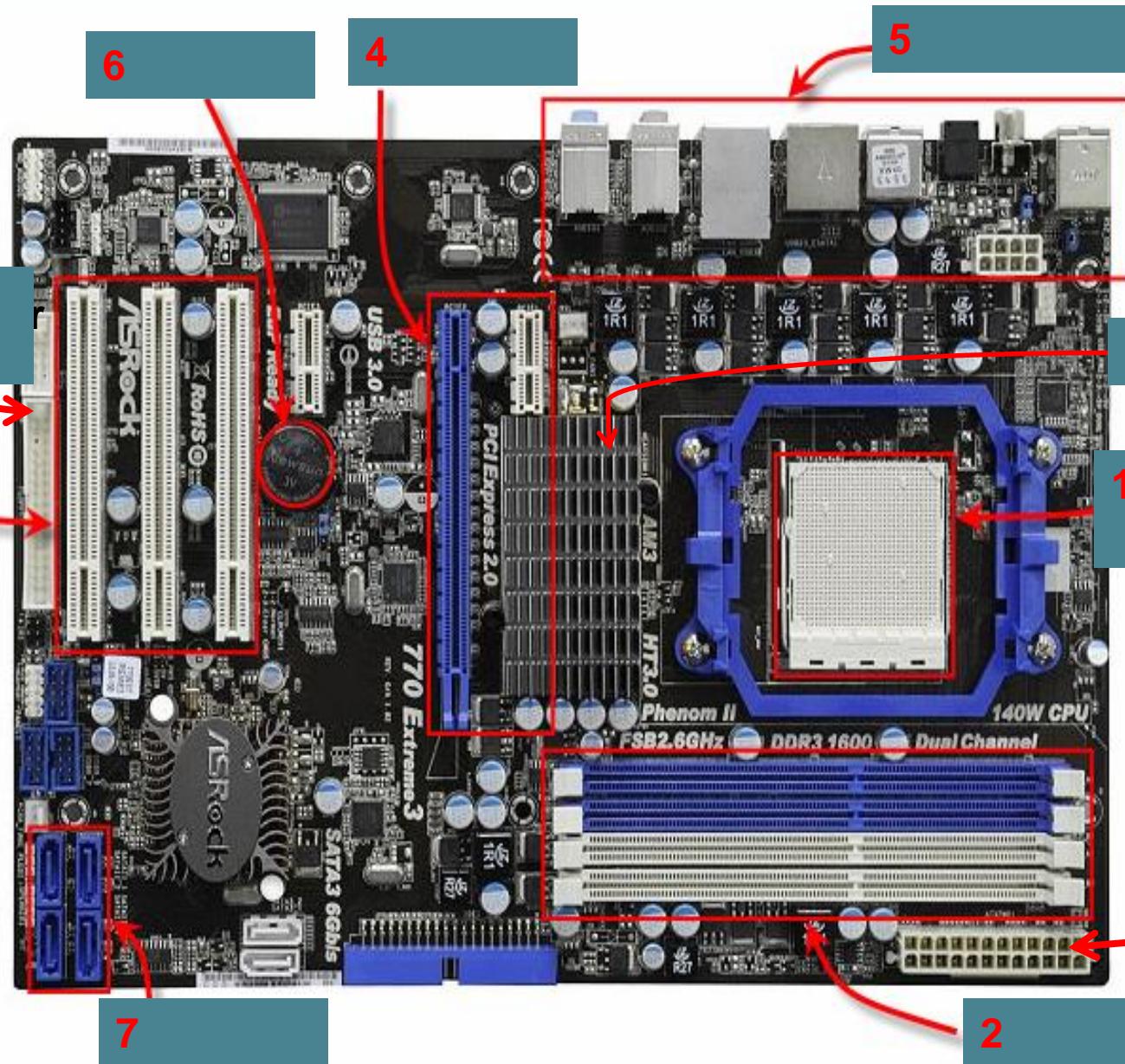
memoires vives



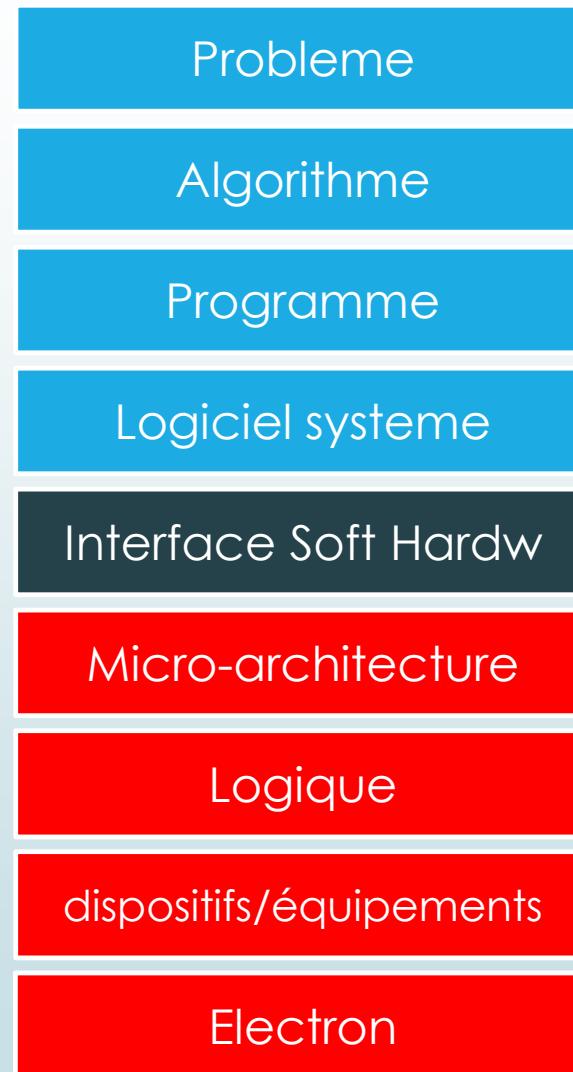
Carte mère détaillée



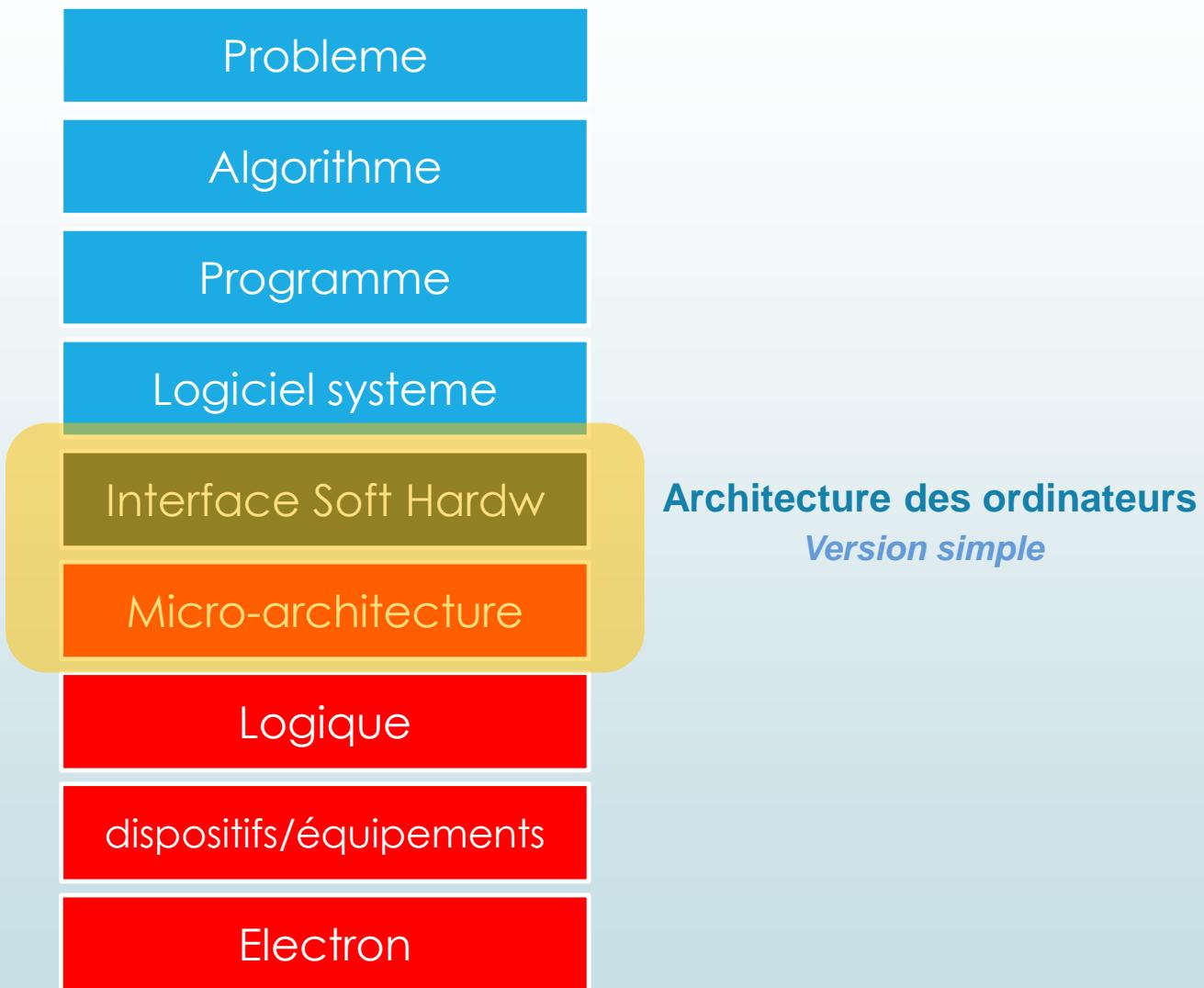
Exercice: identifier les composants de la carte mère



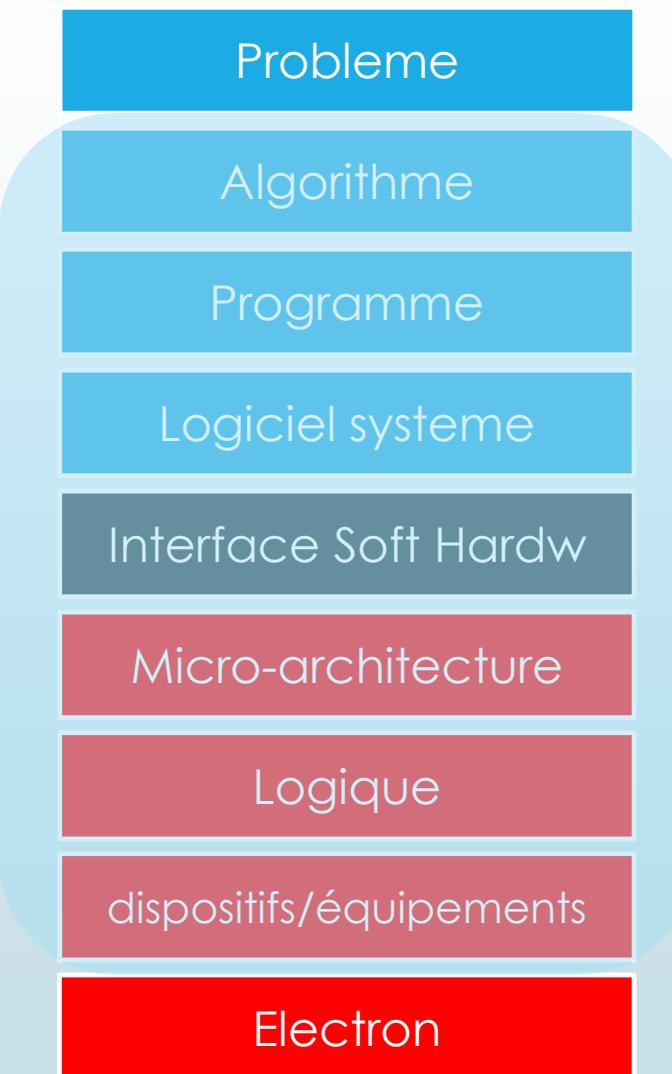
La Hierarchie de cette transformation



La Hierarchie de cette transformation



La Hierarchie de cette transformation



Architecture des ordinateurs

Vue étendue

À part : Critères d'évaluation des conceptions (design)

- ▶ Fonctionnalité (répond-il à la spécification ?)
- ▶ Fiabilité
- ▶ Encombrement
- ▶ Coût
- ▶ Extensibilité
- ▶ Niveau de confort des utilisateurs
- ▶ Niveau de satisfaction des utilisateurs
- ▶ Esthétique
- ▶ ...
- ▶ Comment évaluer la qualité de la conception est toujours une question difficile.

Architecture des ordinateurs

- C'est la science/art de concevoir des platforms (materiel, interface, Application software, et model de programmation)
- Pour atteindre une liste d'objectifs:
 - Les plus grande performances
 - Duree de batterie la plus longue possible; avec le plus faible cout.
 - Meilleur performance moyenne envers Meilleurs performances / cout
- Concevoir a superordinateur est different de concevoir un smartphone -> Mais plusieurs principes fondamentales sont similaires.



Section 3: Architecture des ordinateurs les éléments essentiels

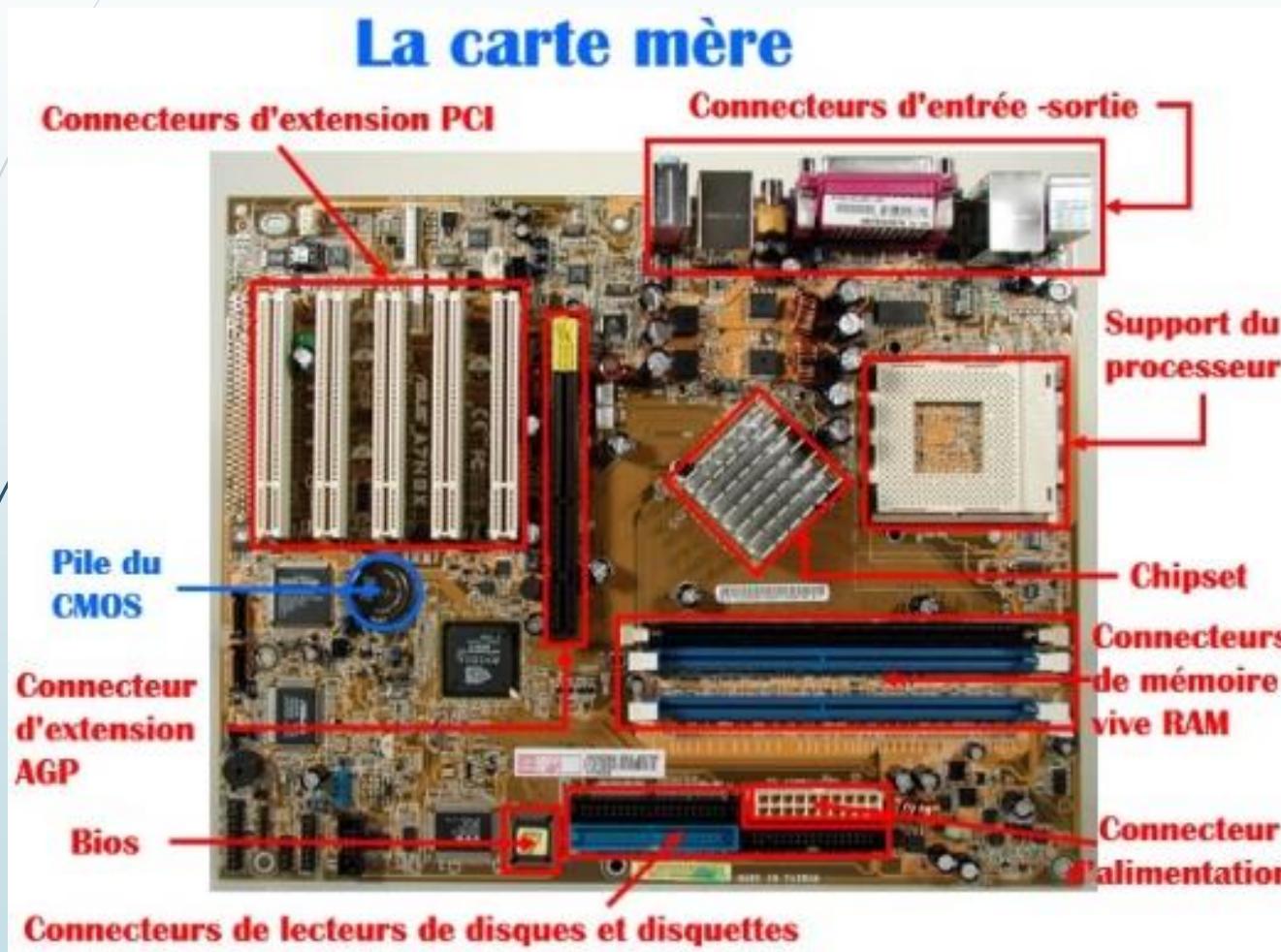
Section 3 : Le matériel

- ▶ Unité centrale de traitement (UCT)
- ▶ Horloge interne
- ▶ Bus Système
- ▶ Mémoire centrale et mémoire cache
- ▶ Mémoires auxiliaires
- ▶ Les Périphériques
- ▶ La carte mère





Les éléments de la carte mère



La carte mère

Quelques constituants d'une carte mère typique sont comme suit :

- **Connecteurs d'alimentation** : Par ces connecteurs une alimentation électrique fournit à la carte mère les diverses tensions électriques nécessaires à son fonctionnement.
- **Le support du processeur** : il s'agit d'un réceptacle qui reçoit le processeur et le relie au reste de l'ordinateur. Il détermine pour quel type de processeurs la carte mère est conçue. Le socket est en fait le type de "connecteur" dans laquelle s'insère le processeur. Chaque carte mère a un type de connecteur et un seul, il faut donc que le socket de la carte mère corresponde exactement au socket du processeur.

La carte mère

- **Les connecteurs de la mémoire vive (RAM)** : Memory Slot en anglais, au nombre de 4 sur les cartes mères communes.
- **Le chipset** : est un circuit électronique chargé de coordonner les échanges de données entre les divers composants de l'ordinateur (processeur, mémoire...). Il est souvent décomposé en 2 puces (le Northbridge et le Soutridge). Les chipsets des cartes-mères actuelles intègrent généralement une puce graphique et presque toujours une puce audio, ce qui signifie qu'il n'est pas nécessaire d'installer une carte graphique ou une carte son.

La carte mère

- **Une horloge** : elle cadence la vitesse d'exécution des instructions du processeur et des périphériques internes.
- **La CMOS** : Une petite mémoire conservant certaines informations importantes (comme la configuration de l'ordinateur, la date et l'heure) même lorsque l'ordinateur n'est pas alimenté en électricité.
- **La pile ou batterie d'accumulateurs** : Elle fournit l'électricité nécessaire au fonctionnement de la CMOS.





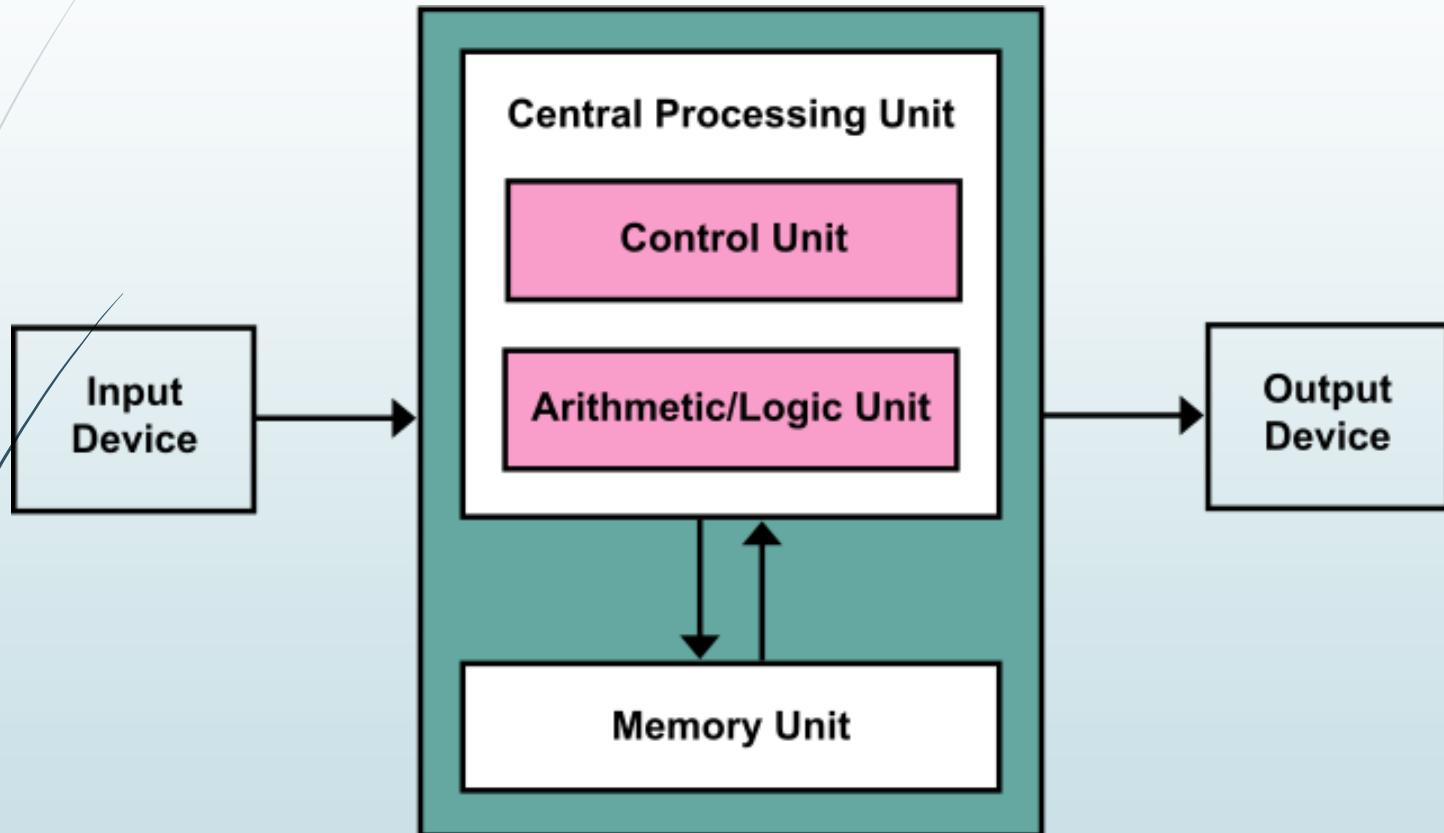
Les éléments de la carte mère

- **La carte mère** et ses composantes La carte mère est l'entité principale de l'UC.
- Parmi ses principaux éléments :
- **le microprocesseur**
- **la mémoire principale ou central**
- **les bus**

Les caractéristiques principales d'une carte mère sont :

- Type de microprocesseurs et la fréquence de travail ;
- Taille de la mémoire RAM ;
- Taille de la mémoire cache ;
- Vitesse des bus ;
- Type de bios utilisé.

Architectures des ordinateurs



La Hierarchie de cette transformation

- **Le bus système** : Il relie le processeur au chipset. Il permet au processeur de communiquer avec la mémoire centrale du système (RAM).
- **Le bus d'extension** : Il relie le processeur aux connecteurs d'entrée/sortie et aux connecteurs d'extension. Le bus d'extension (parfois appelé bus d'entrée/sortie) permet aux divers composants de la carte-mère (USB, série, parallèle, cartes branchées sur les connecteurs PCI, disques durs, lecteurs et graveurs de CD-ROM, etc.) de communiquer entre eux mais il permet surtout l'ajout de nouveaux périphériques grâce aux connecteurs d'extension (appelés slots) connectés sur le bus d'entrées-sorties.
- **Le bus mémoire** : relie le chipset à la mémoire vive (RAM).

Architectures des ordinateurs



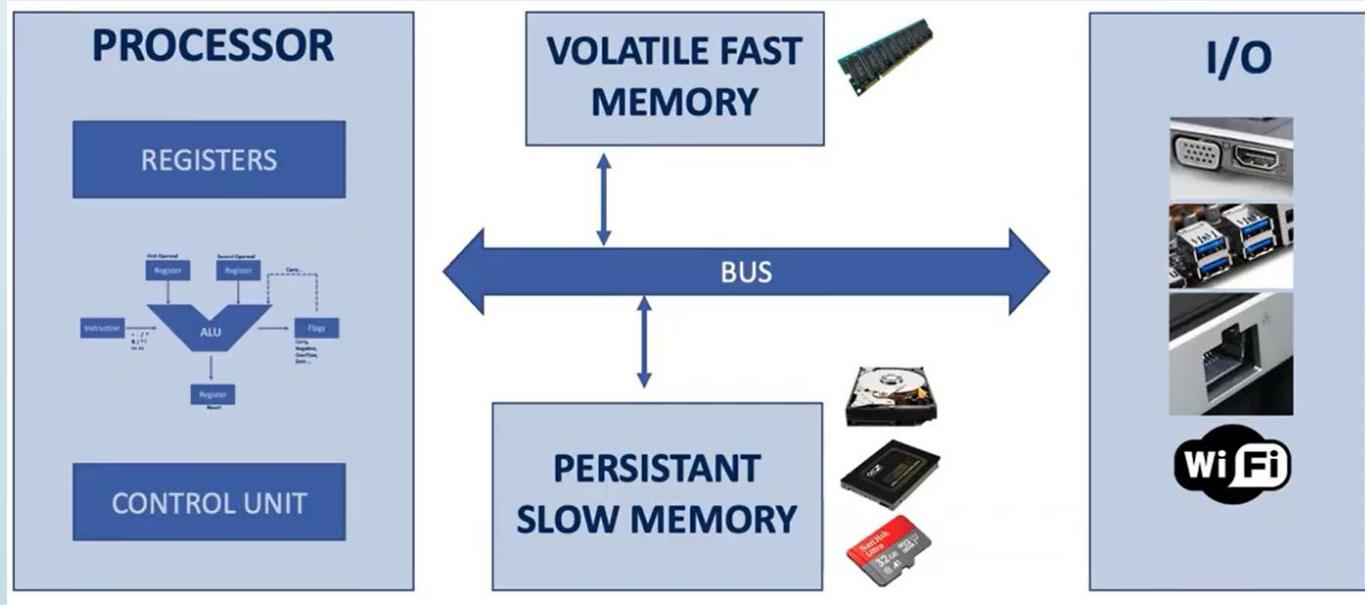
Architectures des ordinateurs

Il existe deux types d'architectures informatiques numériques qui décrivent la fonctionnalité et la mise en œuvre des systèmes informatiques.

- L'un est **l'architecture Von Neumann** qui a été conçue par le physicien et mathématicien renommé John Von Neumann à la fin des années 1940, l'autre est **l'architecture de Harvard** qui est basée sur le premier ordinateur basé sur un relais de Harvard Mark I qui utilisait des systèmes de mémoire séparés. Stocker des données et des instructions.
- L'architecture originale de **Harvard** utilisait le stockage d'instructions sur des bandes perforées et des données dans des compteurs électromécaniques. **L'architecture Von Neumann** constitue la base de l'informatique moderne et est plus facile à mettre en œuvre.

Architectures des ordinateurs

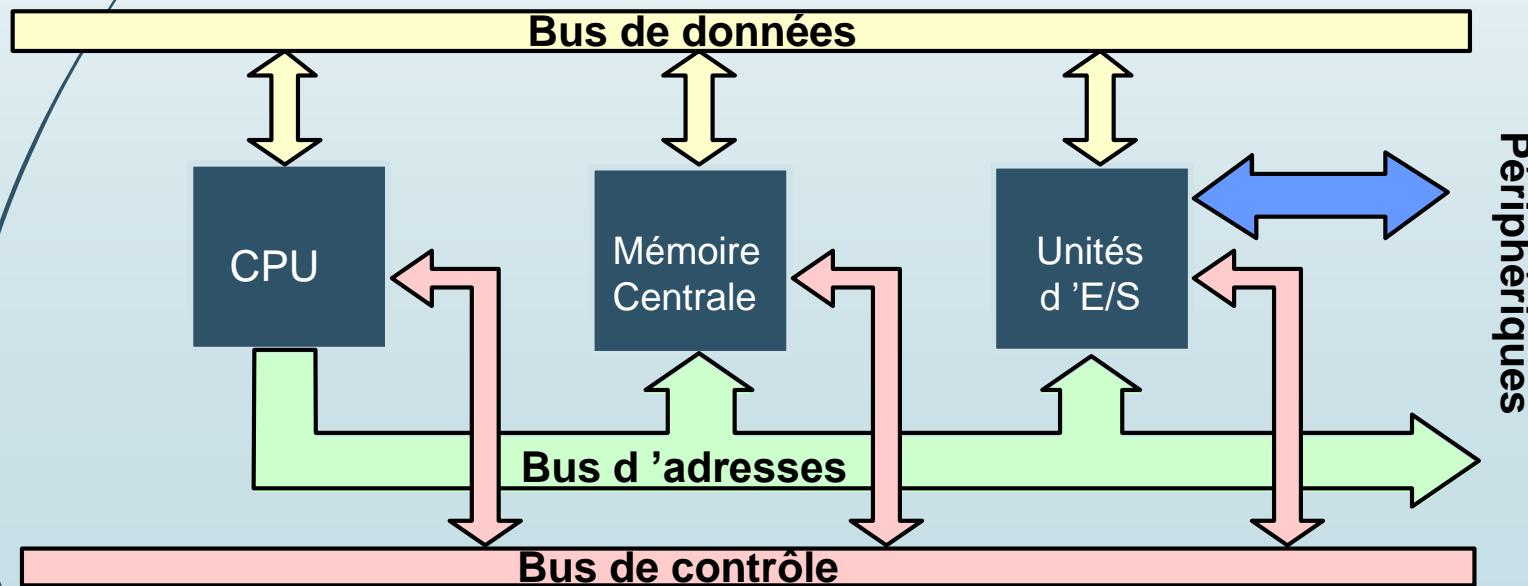
- ▶ Si nous allons remonter dans l'histoire, il est bien évident que l'architecture Von Neumann a été publiée pour la première fois dans le rapport de **John von Neumann** le 30 juin 1945 et depuis, le même principe est mis en œuvre pour la conception des ordinateurs ordinaires.
- ▶ Dans cette architecture, il existe un seul chemin à la fois pour les instructions et les données. Par conséquent, le CPU effectue une seule opération à la fois. Il effectue soit une opération de lecture/écriture sur les données, soit récupère un ensemble d'instructions de la mémoire.
- ▶ Par conséquent, une extraction d'instruction et une opération de transfert de données ne peuvent pas se produire simultanément en utilisant un bus commun.



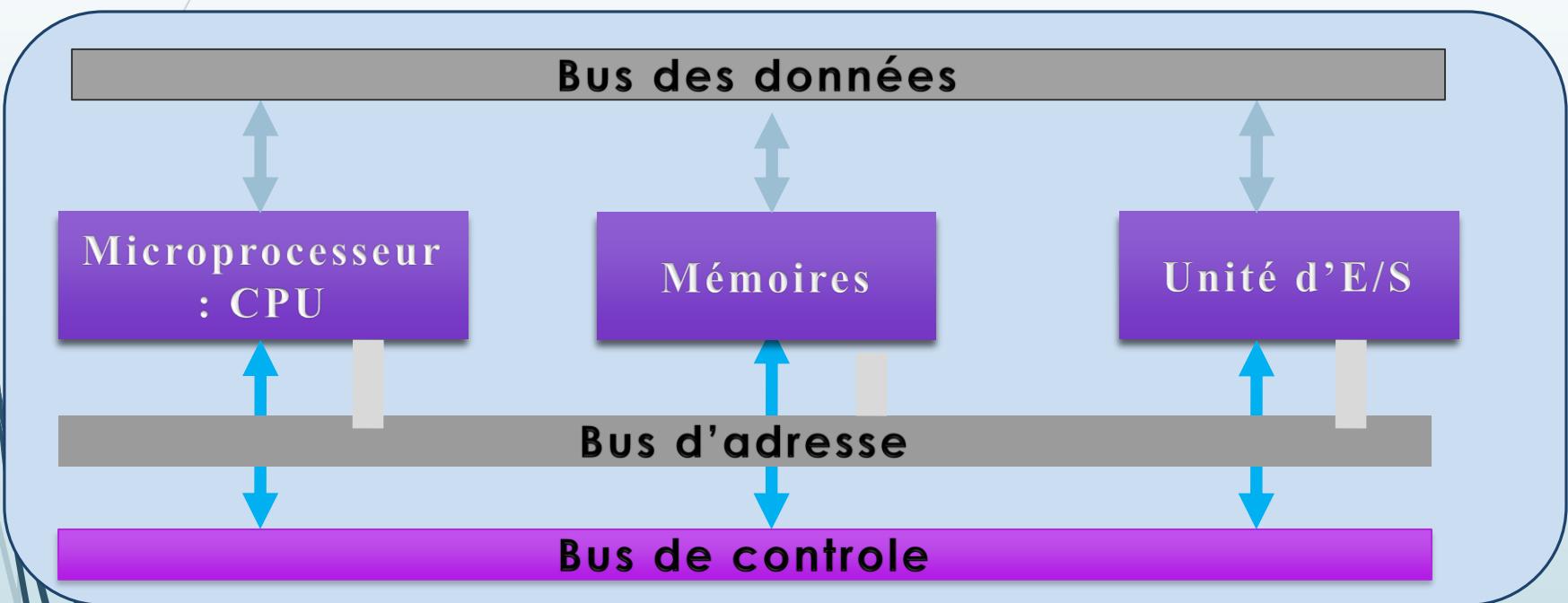
Architectures des ordinateurs

Architecture basée sur les propositions suivantes:

- L'ordinateur est structuré en unités séparées; processeur, mémoires, unités d'entrée/Sortie, reliées par des bus.
- La mémoire est divisée en cellules munies d'adresses.
- Les données et les programmes sont stockés en mémoire.
- On utilise le système binaire pour représenter les informations.



Architecture



Bus système

Bus système: Ou bus interne ou front-side bus, noté FSB

Ensemble de Bus : Canaux (pistes de la carte-mère) reliant le processeur à la mémoire vive du système

► Type de bus:

Bus des données

C'est un bus bidirectionnel. Lors d'une lecture, c'est la mémoire qui envoie un mot sur le bus lors d'une écriture, c'est le processeur qui envoie la donnée

Bus d'adresse

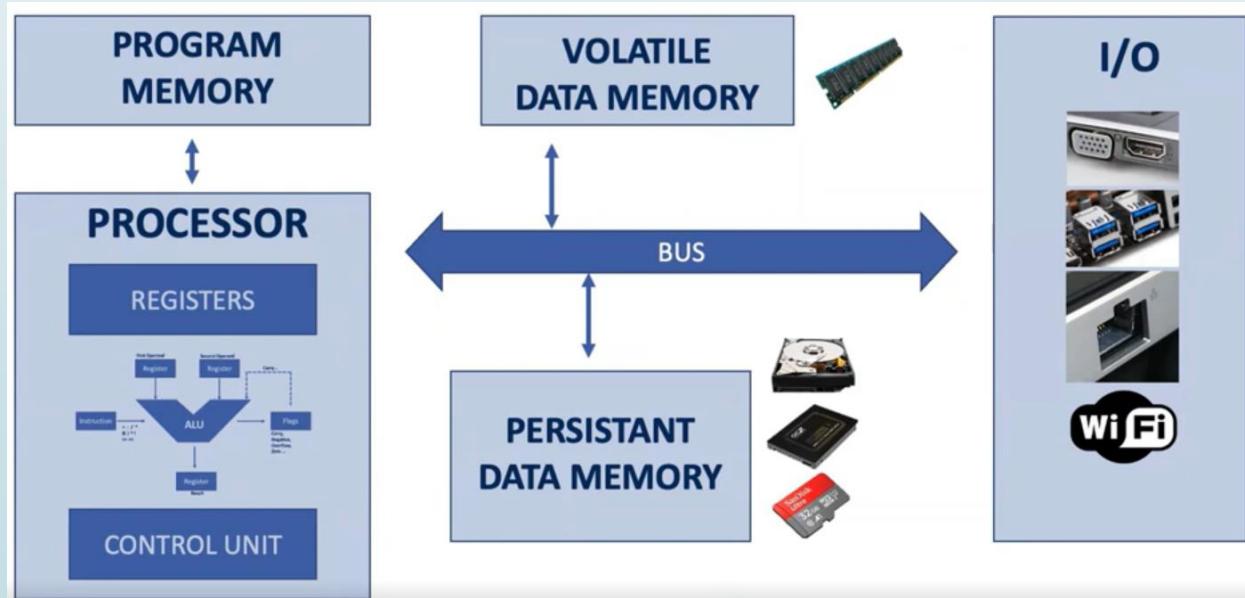
C'est un bus unidirectionnel : transporte les adresses mémoire auxquelles le processeur souhaite accéder pour lire ou écrire une donnée.

Bus de contrôle

Il transporte les ordres et les signaux de synchronisation en provenance de l'unité de commande et à destination de l'ensemble des composants matériels

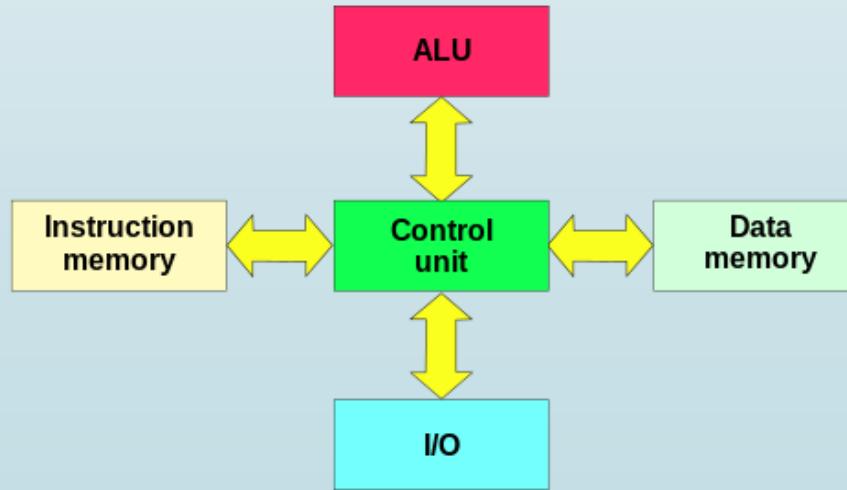
Architecture de Harvard

- Il s'agit d'une architecture informatique avec des voies de stockage et de signalisation physiquement séparées pour les données de programme et les instructions. Contrairement à l'architecture Von Neumann qui utilise un seul bus pour extraire des instructions de la mémoire et transférer des données d'une partie de l'ordinateur à l'autre, l'architecture de Harvard dispose d'un **espace mémoire séparé pour les données et les instructions..**



Architecture de Harvard

- ▶ Les deux concepts sont similaires sauf la façon dont ils accèdent aux mémoires. L'idée de l'architecture de Harvard est de scinder la mémoire en deux parties: l'une pour les données et l'autre pour les programmes. Les termes étaient basés sur le premier ordinateur à relais de Harvard Mark I, qui utilisait un système permettant à la fois les transferts de données et les transferts d'instructions.
- ▶ Les conceptions informatiques du monde réel reposent en réalité sur une architecture de Harvard modifiée et sont couramment utilisées dans les microcontrôleurs et le DSP (Digital Signal Processing)..



Différences entre les deux architectures

- ▶ **Bases de l'architecture de Von Neumann et Harvard**
- ▶ **Système de mémoire de l'architecture de Von Neumann et Harvard**
- ▶ **Traitement des instructions de Von Neumann et Harvard Architecture**
- ▶ **Coût de Von Neumann et Harvard Architecture**

Différences entre les deux architectures

- ▶ **Bases de l'architecture de Von Neumann et Harvard**
- ▶ **Système de mémoire de l'architecture de Von Neumann et Harvard**
- ▶ **Traitement des instructions de Von Neumann et Harvard Architecture**
- ▶ **Coût de Von Neumann et Harvard Architecture**

Etant donné que les instructions et les données utilisent le même système de bus dans l'architecture Von Neumann, la conception et le développement de l'unité de contrôle sont simplifiés, ce qui permet de réduire les coûts de production à un minimum. Le développement de l'unité de contrôle dans l'architecture de Harvard est plus coûteux que l'ancien en raison de l'architecture complexe qui utilise deux bus pour les instructions et les données..

Différences entre les deux architectures

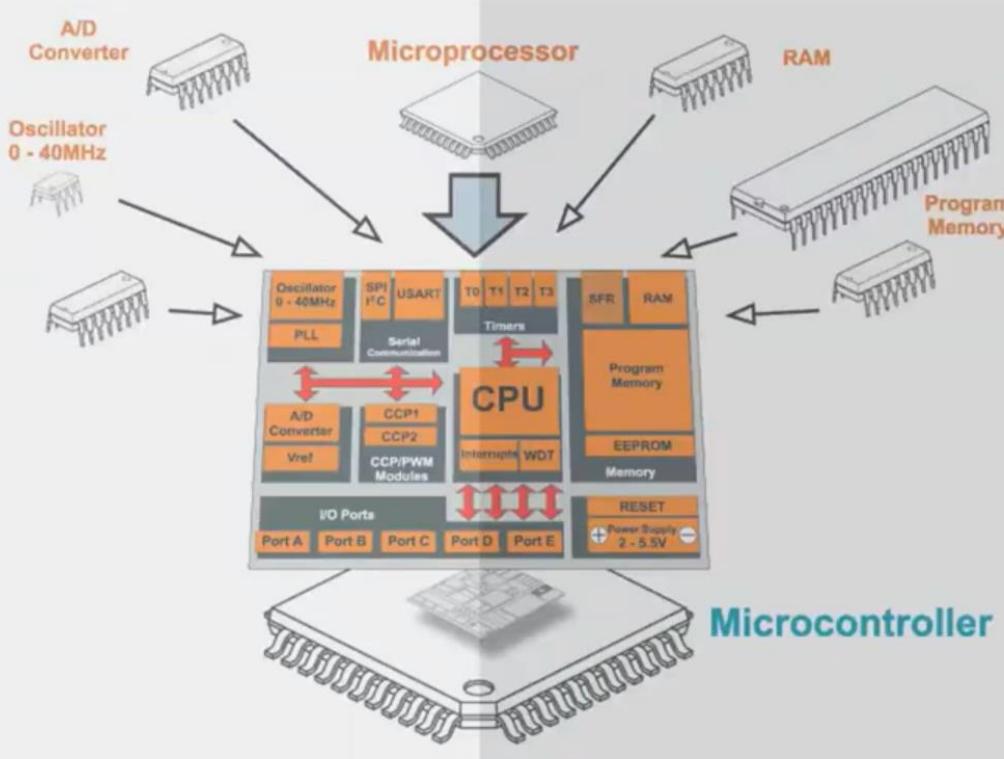
- ▶ **Bases de l'architecture de Von Neumann et Harvard**
- ▶ **Système de mémoire de l'architecture de Von Neumann et Harvard**
- ▶ **Traitement des instructions de Von Neumann et Harvard Architecture**
- ▶ **Coût de Von Neumann et Harvard Architecture**
- ▶ **Utilisation de Von Neumann et de Harvard Architecture**
- ▶ L'architecture Von Neumann est principalement utilisée sur toutes les machines que vous voyez, des ordinateurs de bureau et des ordinateurs portables aux ordinateurs et stations de travail hautes performances. L'architecture de Harvard est un concept relativement nouveau utilisé principalement dans les microcontrôleurs et le traitement du signal numérique (DSP)..

VON NEUMANN ARCHITECTURE VERSUS HARVARD ARCHITECTURE

<p>It is a theoretical design based on the stored-program computer concept.</p>	<p>It is a modern computer architecture based on the Harvard Mark I relay-based computer model.</p>
<p>It uses same physical memory address for instructions and data.</p>	<p>It uses separate memory addresses for instructions and data.</p>
<p>Processor needs two clock cycles to execute an instruction.</p>	<p>Processor needs one cycle to complete an instruction.</p>
<p>Simpler control unit design and development of one is cheaper and faster.</p>	<p>Control unit for two buses is more complicated which adds to the development cost.</p>
<p>Data transfers and instruction fetches cannot be performed simultaneously.</p>	<p>Data transfers and instruction fetches can be performed at the same time.</p>
<p>Used in personal computers, laptops, and workstations.</p>	<p>Used in microcontrollers and signal processing.</p>

CPU VS MPU

A CPU, like an Intel i7, is a computing component, it has no memory (other than cache), no IO, no storage...



An MCU, like an Arduino, is a System On Chip, including a CPU, memory, flash, IO, communication unit, clock...



Les éléments de la carte mère

- La carte mère et ses composantes La carte mère est l'entité principale de l'UC.
- Parmi ses principaux éléments :
- le microprocesseur
- **la mémoire principale ou central**
- les bus

Mémoire

- **La mémoire** : La mémoire est le lieu de stockage de l'information, c'est un dispositif composé d'un ensemble de cellules de un bit.



Mémoire Vive

La mémoire vive, appelée en anglais RAM (Random Access Memory) est un type de mémoire à accès aléatoire (par opposition à accès séquentiel) et en lecture-écriture (par opposition à lecture seule). On l'appelle aussi mémoire volatile pour signifier que toutes les données sont perdues à l'extinction de l'alimentation électrique.

La mémoire vive permet de stocker (écrire) et retrouver (lire) des données utiles à l'exécution des logiciels : variables, applications, librairies de fonctions, etc.

Les Mémoires dans un PC

Une mémoire est un circuit à semi-conducteur permettant d'enregistrer, de conserver et de restituer des informations (instructions et variables)

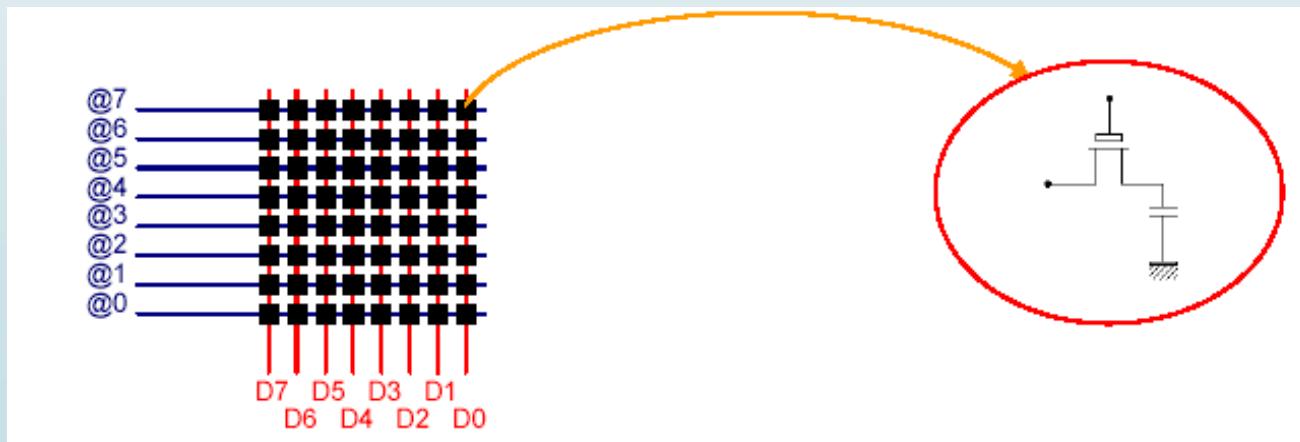
- Une mémoire = ensemble de cellules (**cases mémoire**) pouvant contenir des données ou résultats, chaque case est identifiée par une **adresse**

Les informations peuvent être écrites ou lues. Il y a :

- **écriture** lorsqu'on enregistre des informations en mémoire,
- **lecture** lorsqu'on récupère des informations précédemment enregistrées.

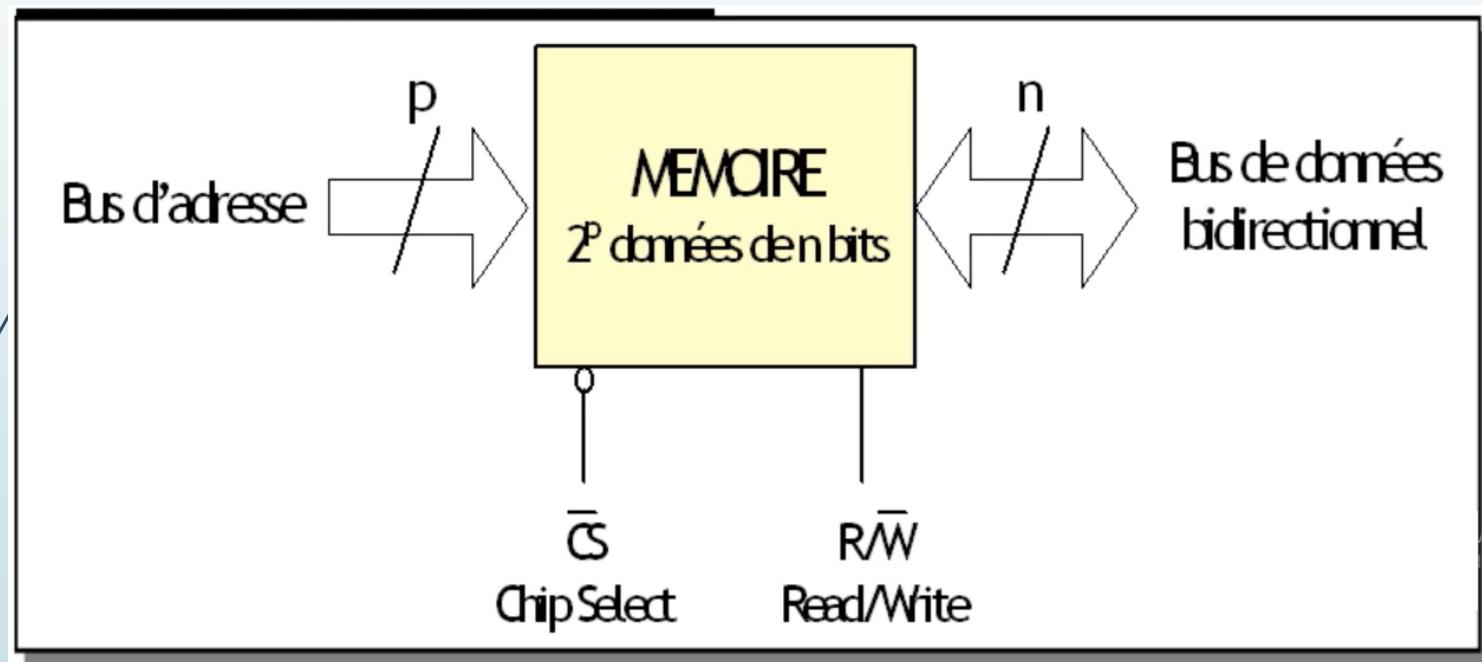
Les Mémoires dans un PC

- Principe de fonctionnement
 - Chaque cellule binaire est réalisée à partir d'un transistor, généralement relié à un petit condensateur.
 - L'état chargé du condensateur = bit 1
 - L'état déchargé = bit 0
 - Nécessité de rafraîchir les condensateurs (décharge)



Les Mémoires dans un PC

Schéma fonctionnel d'une mémoire



Les Mémoires dans un PC

Éléments d'une barrette mémoire

Elle est constituée de:

- La mémoire proprement dite (en réalité plusieurs tableaux de bits mémoire)
- Un Buffer, entre la mémoire et le bus de données
- Le bus de données (qui est relié à certains pins (contacts) de la barrette et est en relation avec la carte -mère)

Mémoires dans un PC

Capacité

le nombre total de bits que contient la mémoire

Caractéristiques

Débit

C'est le nombre maximum d'informations lues ou écrites par seconde

Temps d'accès

c'est le temps qui s'écoule entre l'instant où a été lancée une opération de lecture/écriture en mémoire et l'instant où la première information est disponible sur le bus de données.

Temps de cycle

c'est l'intervalle minimum qui doit séparer deux demandes successives de lecture ou d'écriture

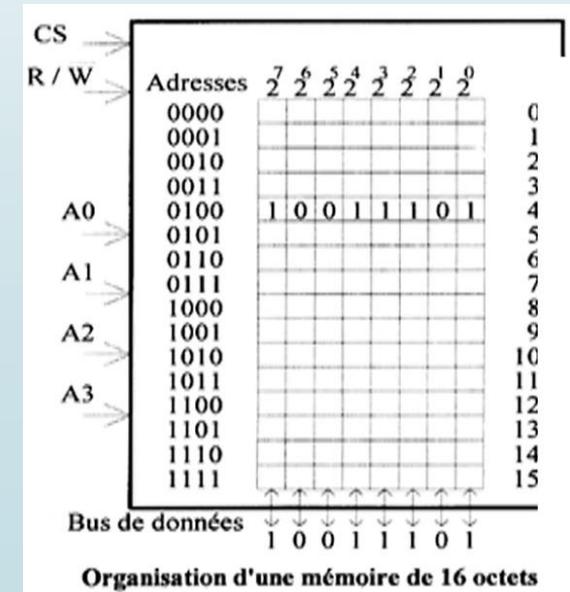
Volatilité

elle caractérise la permanence des informations dans la mémoire.

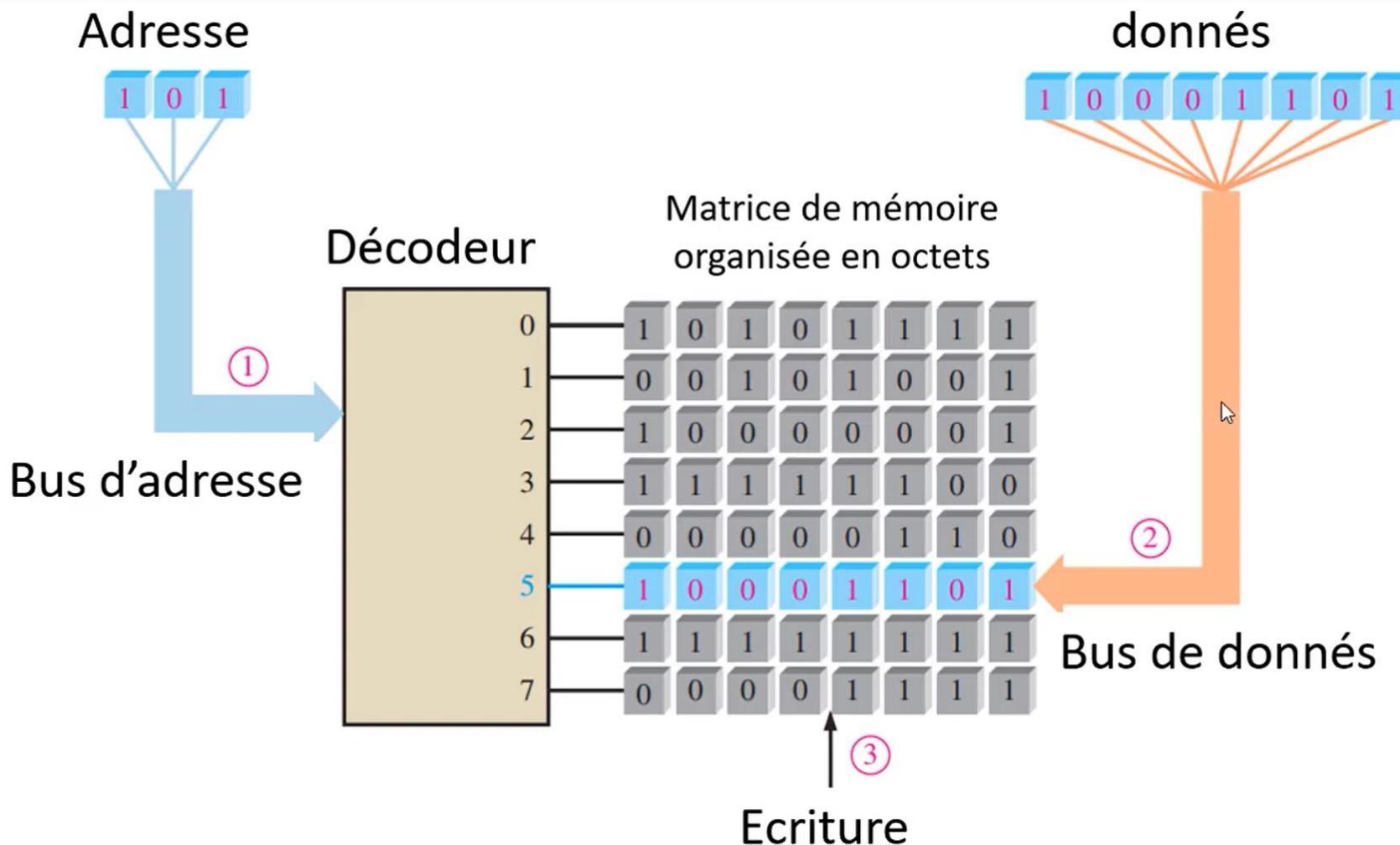
Caractéristiques de la Mémoire

- **La Capacité** : Elle représente la quantité de l'information (bits, octets ou mots) pouvant être stockée dans la mémoire exprimée en bit ou octet.
- La mémoire a une capacité de 2^P données de n bits avec P : nombres d'adresses.
- Exemple: soit 4 lignes d'adresses (A0 à A3) donc 2^4 cases mémoires de 8 bits (taille du bus de données).

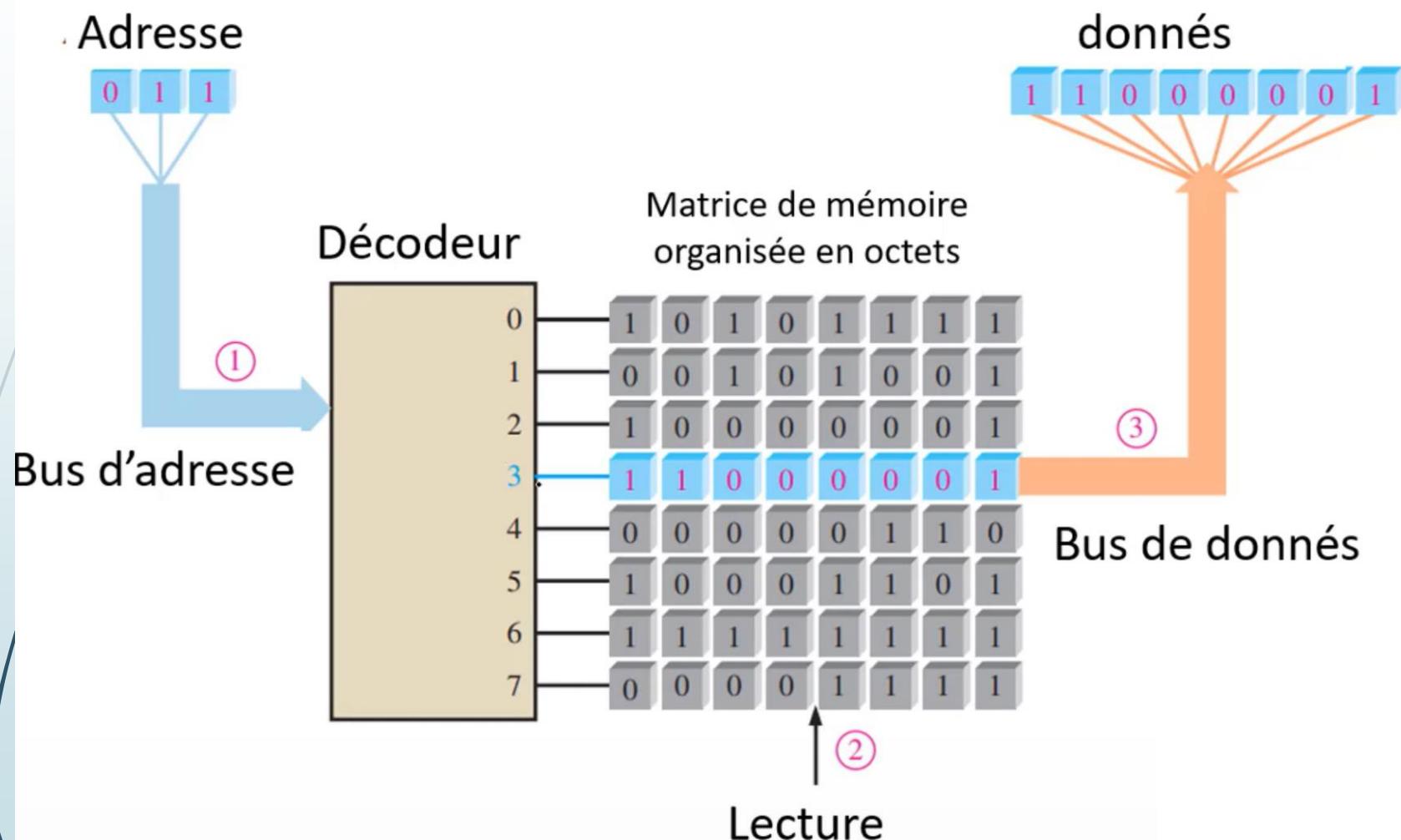
Donc $16 \times 8\text{bits} = 16 \text{ octets ou bien } 128 \text{ bits}$



Caractéristiques de la Mémoire



Caractéristiques de la Mémoire



Caractéristiques de la Mémoire

- **Temps d'accès** : Temps s'écoule entre une demande d'information et le moment où elle est effectivement disponible

Une opération de lecture ou d'écriture s'effectue avec les étapes suivantes :

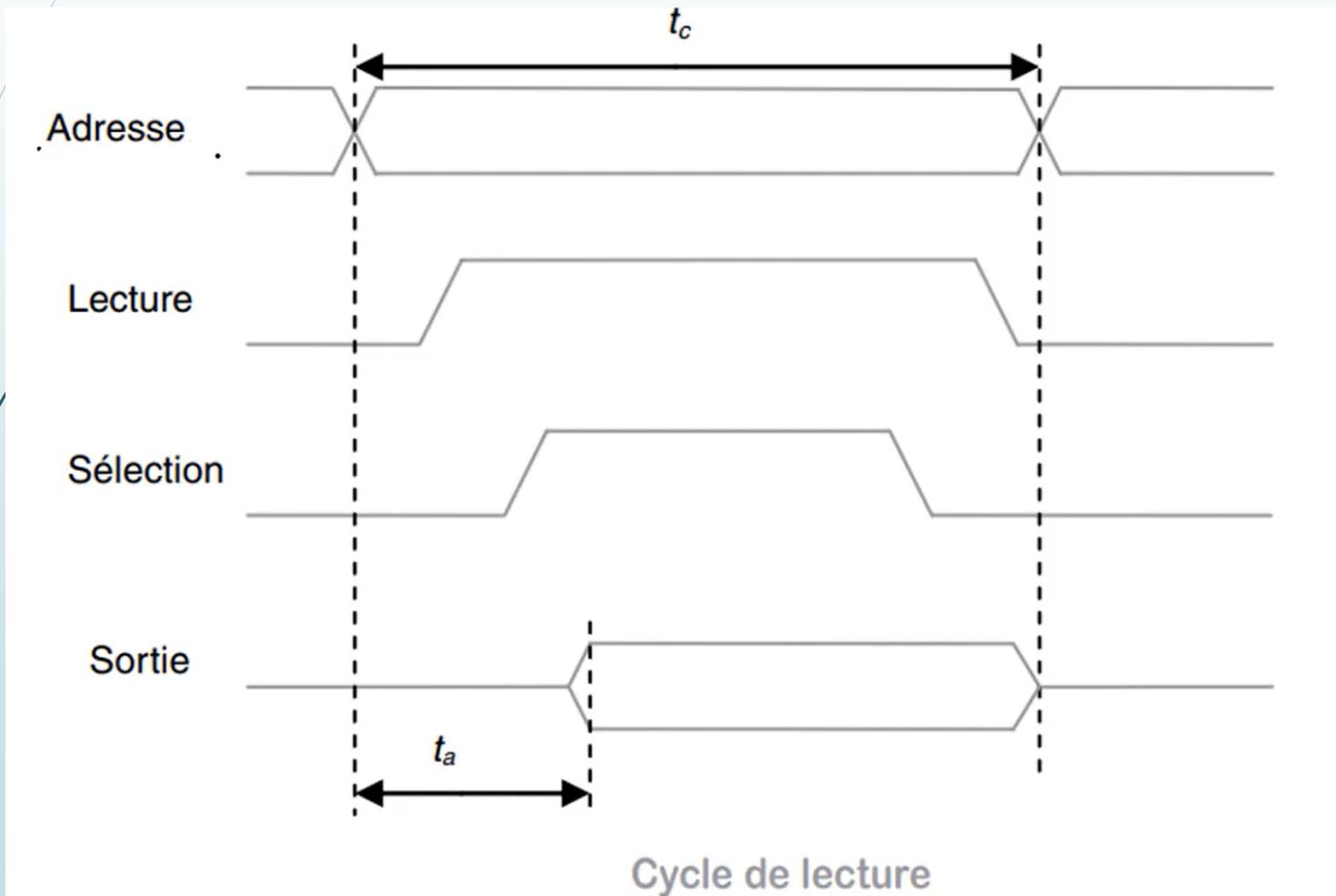
- la sélection de l'adresse ;
- le choix entre lecture et écriture (niveau appliqué sur R/W) ;
- la sélection du circuit (niveau appliqué sur CS) ;
- la lecture ou l'écriture de la donnée.

L'ensemble de ces opérations forment un cycle de lecture ou d'écriture .

Les chronogrammes font apparaître le temps d'accès t_a et le temps de cycle t_c .

Caractéristiques de la Mémoire

- **Temps d'accès** : Temps s'écoule entre une demande d'information et le moment où elle est effectivement disponible



Mémoires dans un PC

Types de mémoires:

Mémoire vive: RAM
(Random Acces Memory)

Mémoire morte: ROM
(Read Only Memory)

Mémoires auxiliaires

Mémoires

Mémoire vive: RAM
(Random Acces Memory)

Mémoire morte:ROM
(Read Only Memory)

Mémoires de masses ou
auxiliaires

Mémoire Centrale

- La **mémoire centrale**, appelée aussi **mémoire interne** ou **mémoire principale** est une mémoire vive; elle est aussi volatile
- Elle est utilisée par l'UCT pour stocker temporairement (pendant le traitement) les données, les instructions des programmes qui servent à les traiter et les résultats produits

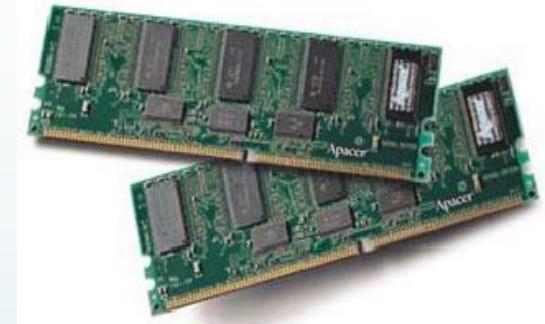
- Une mémoire vive = les informations stockées changent continuellement.
- Elle sert au stockage temporaire de données.
- Elle doit avoir un temps de cycle très court pour ne pas ralentir le microprocesseur.
- Les mémoires vives sont en général volatiles : elles perdent leurs informations en cas de coupure d'alimentation.

La mémoire vive, appelée en anglais RAM (Random Access Memory) est un type de mémoire à accès aléatoire (par opposition à accès séquentiel) et en lecture-écriture (par opposition à lecture seule). On l'appelle aussi mémoire volatile pour signifier que toutes les données sont perdues à l'extinction de l'alimentation électrique.

La mémoire vive permet de stocker (écrire) et retrouver (lire) des données utiles à l'exécution des logiciels : variables, applications, bibliothèques de fonctions, etc.

Mémoire Centrale

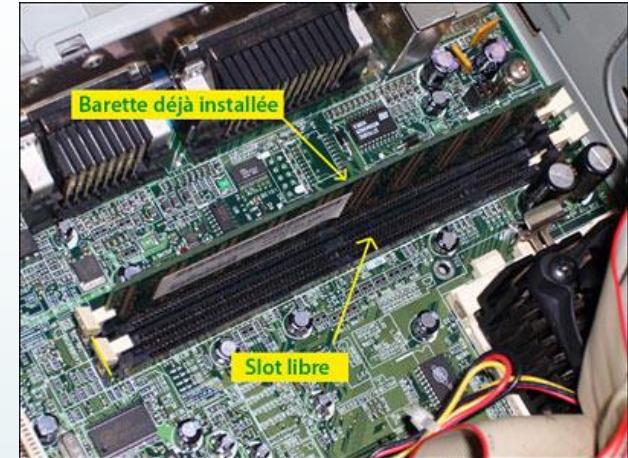
- Stockage temporaire
- Mémoire à accès directe
- Puces soudées sur des circuits électroniques
- Barrettes mémoire
 - SIMM ou DIMM



- Capacités:
 - les premières barrettes : 4 Mo,
 - Actuellement : jusqu'à une dizaine de Go.

Mémoire Centrale

- Types de mémoire vive :
 - Statiques : *SRAM*
 - Très rapide (entre 6 et 15 ns)
 - Chère
 - Donc utilisée pour des mémoires de faible capacité
 - Dynamiques : *DRAM*
 - Plus lentes
 - Temps d'accès : 10 à 60 ns
 - EDO, SDRAM, RDRAM
DDR I, DDR II, DDRIII,...



SDRAM



DDR-SDRAM



Parmis les types de mémoire vive dynamique on a (19) : SDRAM (Synchronous Dynamic RAM).

- **DDR SDRAM (Double Data Rate Synchronous Dynamic RAM)**. La plus vieille de toute est la DDR, qui ne sert désormais qu'à mettre à jour un vieux PC.
- **DDR2-SDRAM (Double Data Rate 2ème génération SDRAM)**. La DDR2 a eu son heure de gloire pendant plusieurs années, mais elle est actuellement en perte de vitesse, car elle correspond à des sockets en fin de vie.
- **DDR3-SDRAM (Double Data Rate 3ème génération SDRAM)**. Quant à la DDR3, elle est actuellement en voie de disparition, remplacée par la génération suivante. elle s'est généralisée avec les plateformes AMD AM3 et Intel 1366 et 1156.
- **DDR4-SDRAM** est apparue avec le socket 1151 chez Intel (CPU SkyLake et KabyLake) et les CPU Ryzen chez AMD, elle équipe toutes les cartes mères actuelles en 2017.

Mémoire Centrale

Exemples : Dénomination des mémoires SDRAM

Désignation	Type	FSB	Vitesse
PC 100	SDR	100 MHz	100 MHz
PC-1600	DDR-I	100 MHz	200 MHz
PC-2100	DDR-I	133 MHz	266 MHz
PC-2700	DDR-I	166 MHz	333 MHz
PC-3200	DDR-I	200 MHz	400 MHz
PC-3500	DDR-I	216 MHz	432 MHz
PC-3700	DDR-I	233 MHz	466 MHz
PC-4000	DDR-I	250 MHz	500 MHz
PC2-3200	DDR-II	100 MHz	400 MHz
PC2-4300	DDR-II	133 MHz	533 MHz
PC2-5300	DDR-II	166 MHz	667 MHz

PC2-9600	DDR2-1200	600 MHz	9,6 Go/s
PC3-14400	DDR3-1800	900 MHz	14,4 Go/s
PC3-17000	DDR3-2133	1066 MHz	17 Go/s

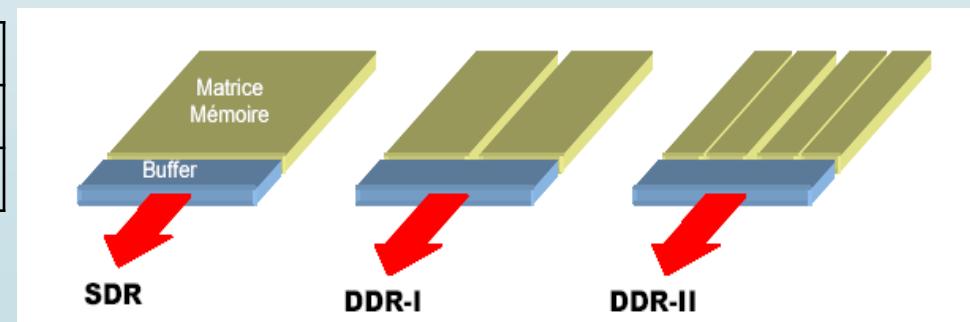
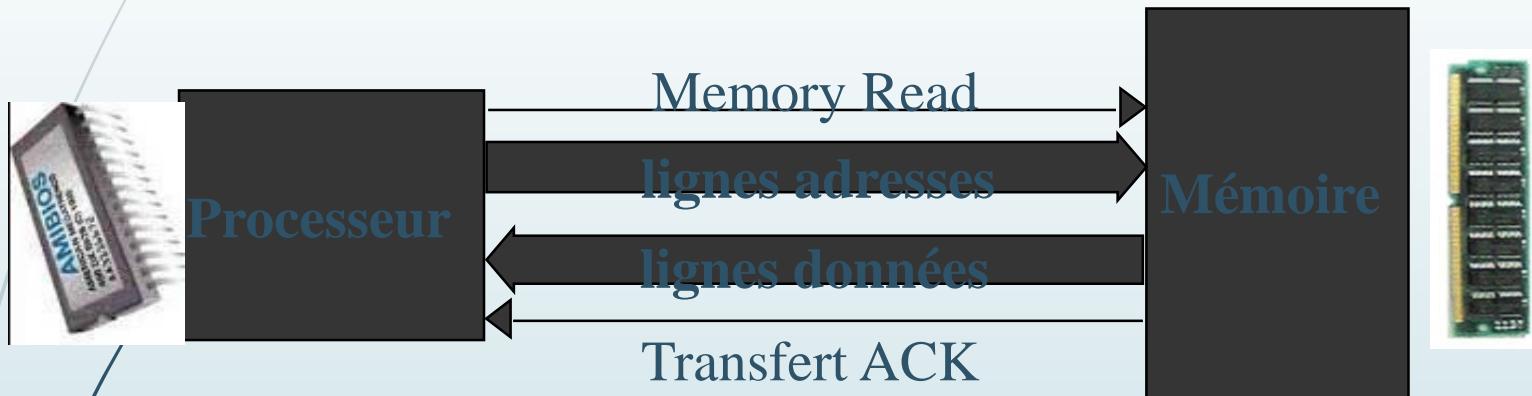


Schéma de fonctionnement du bus

Connexion entre le processeur et la mémoire
exemple : lecture d'un mot de la mémoire

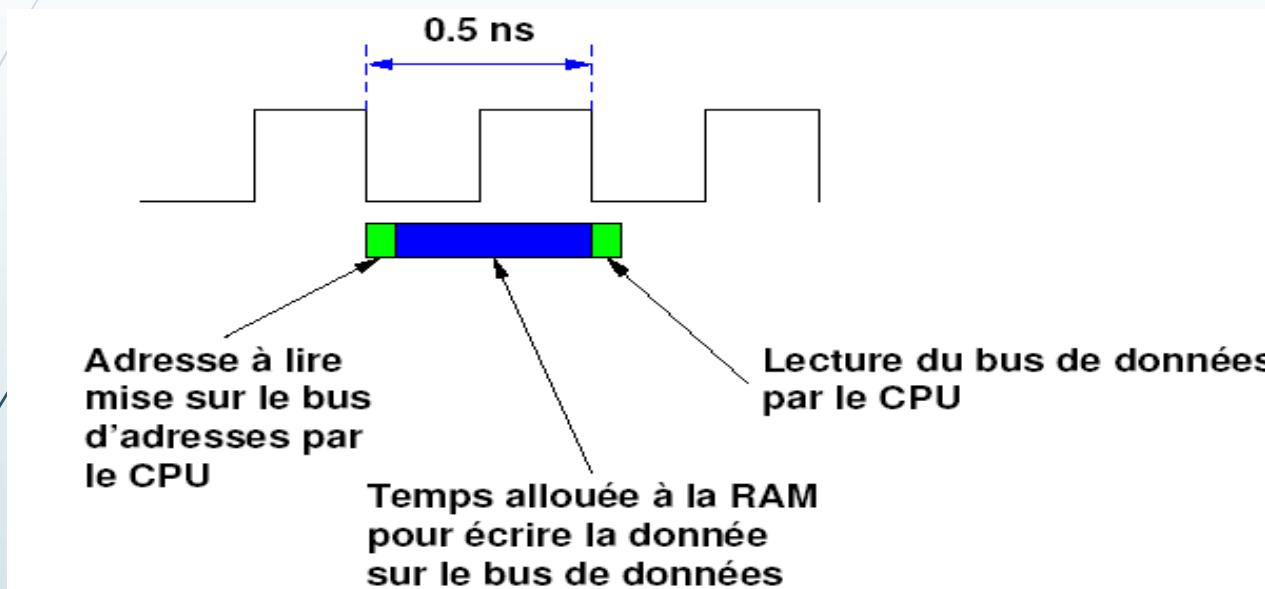


Memory Read : le processeur signale qu'il a placé l'adresse sur la ligne

Transfert ACK : la mémoire répond que les données sont disponibles

Communications CPU/RAM

Ex: Pentium à 2 GHz = 0.5 ns entre deux opérations

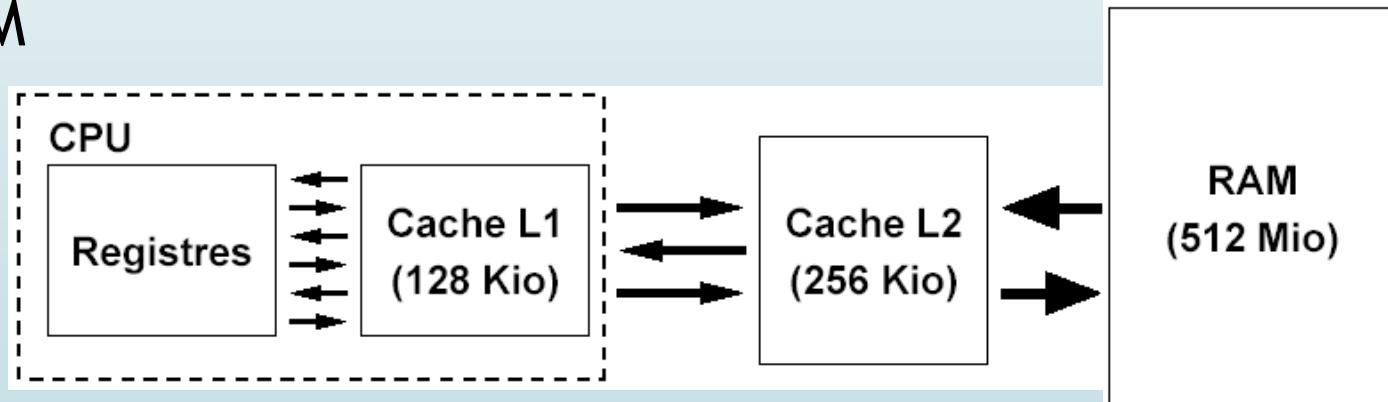


Problème : temps d'accès de la RAM de l'ordre de 50 ns
Le CPU va trop vite pour la RAM
Connexion directe CPU/RAM impossible

Antémémoire ou mémoire cache

Solution : utiliser de la mémoire très rapide en petite quantité pour stocker les cases de la RAM récemment accédées ou susceptibles de l'être bientôt

- Mémoire cache de niveau 1 (cache L1) sur le CPU
- Mémoire cache de niveau 2 (cache L2) entre le CPU et la RAM



Antémémoire ou mémoire cache

- Caractéristiques de la mémoire cache
 - Mémoire **vive**
 - plus rapide que la RAM
 - Stocke les données intermédiaires ou fréquemment utilisées par le CPU.
 - accélère l'accès aux données et aux programmes
 - Peut être présentée sous forme de barrettes SRAM

La mémoire Morte ROM



Ou Read Only Memory



- Elle permet de conserver les informations qui y sont contenues même lorsque la mémoire n'est plus alimentée électriquement.
- En principe , ce type de mémoire ne pouvait être accédée qu'en lecture.
- Elle conserve les données nécessaires au démarrage de l'ordinateur qui ne peuvent pas être stockées sur le disque dur
- Elle est beaucoup plus lente qu'une mémoire de type RAM (une ROM a un temps d'accès de l'ordre de 150 ns)

La mémoire Morte ROM

Caractéristiques

- le contenu y est « gravé » de façon permanente

Habituellement, on y trouve des programmes tels que:

- le BIOS (Basic Input Output System),
- le chargeur d'amorce,
- le Setup CMOS (écran disponible à l'allumage de l'ordinateur permettant de modifier les paramètres du système).
- le Power-On Self Test (POST) (programme exécuté automatiquement à l'amorçage du système permettant de faire un test du système)

La mémoire Morte ROM

Différents types :

- PROM (*Programmable Read Only Memory*) écrites par l'utilisateur et non pas à la fabrication de la mémoire
- EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) sont des PROM pouvant être effacées
- Les EEPROM (*Electrically Erasable read Only Memory ou mémoire flash*) sont aussi des PROM effaçables, mais, peuvent être effacées même lorsqu'elles sont en position dans l'ordinateur

Mémoires de masse

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, clé USB,...

ou optiques: CDROM, DVDROM.

- Également appelées mémoires secondaires ou mémoires auxiliaires
- Une mémoire de masse sert à stocker de façon permanente les données, les programmes et les résultats produits.
- C'est donc dans cette mémoire que l'ordinateur va rechercher ses données et programmes chaque fois que cela est nécessaire.

Les mémoires de masse

Caractéristiques:

- ▶ plus grande capacité de stockage,
- ▶ un accès plus lent que la mémoire centrale.
- ▶ Elle peut être fournie dans un boîtier séparé du boîtier système.

-Il y a plusieurs types de supports physiques de mémoires de masse :

- **le disque dur**
- **la disquette**
- **les CD-ROM, les DVD,**
- **les clés USB**
- **Les bandes magnétiques,...**

Les disques rigides ou Disques durs ou DD

- ▶ plateaux en aluminium couvert de vinyle + oxyde de chrome
- ▶ interne ou amovible
 - ▶ Transporte de grandes quantités d'informations
 - ▶ copie de sécurité
 - ▶ Chaque plateau est recouvert d'une surface magnétique sur ses deux faces et tourne à une vitesse comprise entre 4000 et 15000 tr/min (moteur)

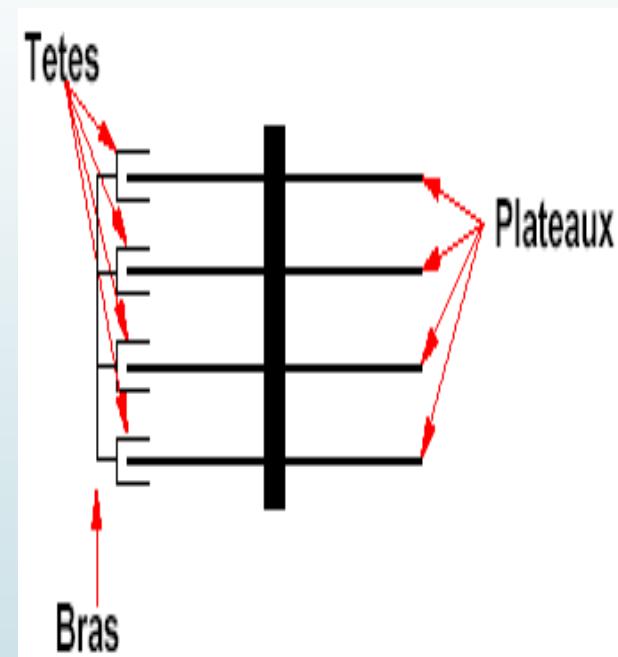
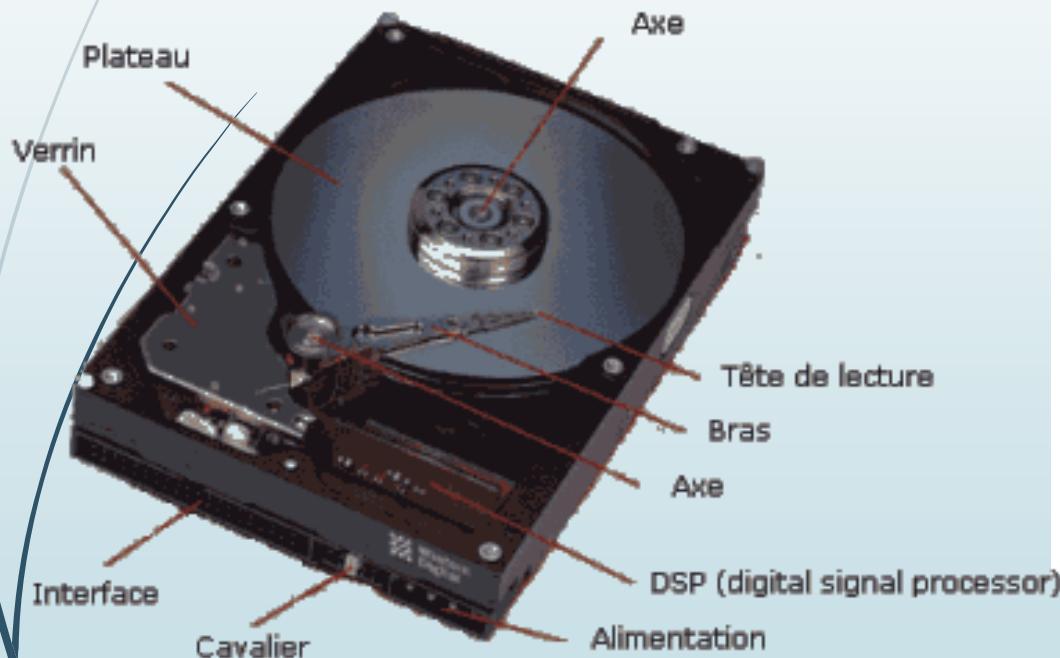
Les disques rigides ou Disques durs ou DD

- Les informations sont placées sur des pistes concentriques
- Chaque information est repérée par son emplacement : adresse
- Des têtes de lecture-écriture aimantées permettent d'écrire (enregistrer une information) et de lire sur le disque (l'information est recopiée en mémoire centrale)
- Accès direct à une information dont on connaît l'adresse

Les mémoires de masse

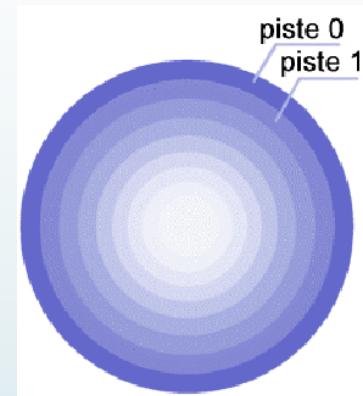
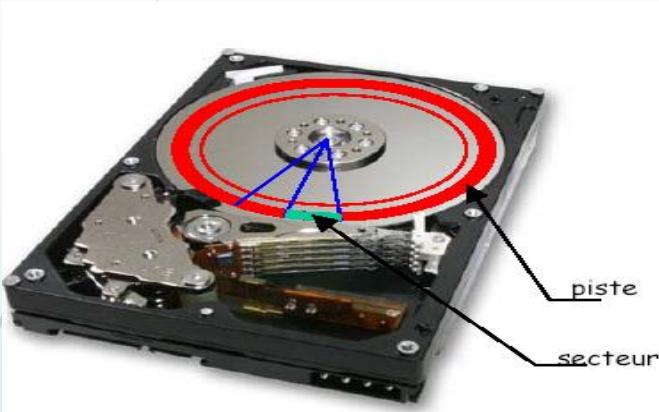
Les disques rigides ou Disques durs ou DD

La Mécanique:



Le Disque dur

Ensemble de plateaux empilés les uns sur les autres. La surface des plateaux est divisée en pistes concentriques.



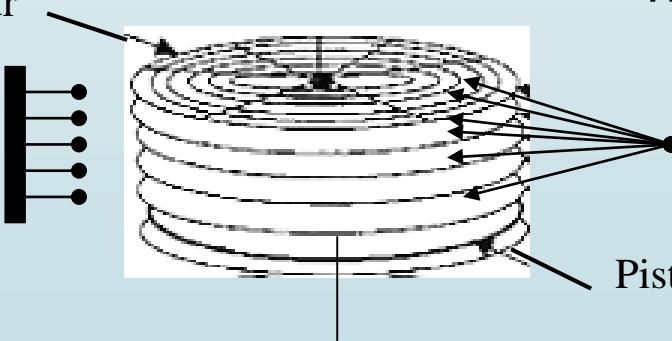
Cylindre =

Ensemble des pistes de numéro sur les différents

même plateaux.

Secteur

Têtes de lecture / écriture



Cylindre
(ensemble de pistes)

Piste (ensemble de secteurs)

Disques durs

► Caractéristiques:

- capacité en Go
- vitesse de rotation en tours minutes
- temps d'accès exprimé en millisecondes
- interface (IDE, SCSI, SATA)
- taux de transfert moyen exprimé en Mo par seconde
- Amélioration de performances
 - ✓ mise en antémémoire (caches L3 et L4)
 - ✓ compression/décompression des données



Les mémoires de masse: Les clés USB

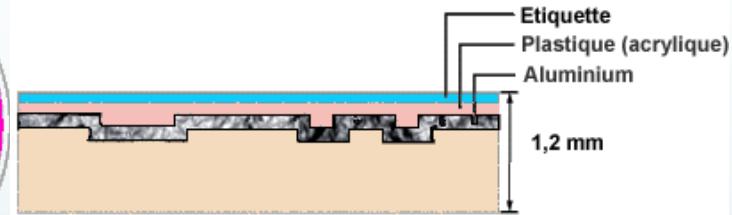


- Les clés USB ou mémoires flash sont de petits périphériques (quelques centimètres) ayant pour usage le stockage de données.
- Sous la coque de plastique se trouve une " mémoire flash ", fonctionnant comme un disque dur amovible
- La clé est directement alimentée en électricité par le port USB (Universal Serial Bus)
- Enfin, ces périphériques sont " Plug & Play ", ce qui signifie qu'il sont automatiquement détectés et reconnus par l'ordinateur hôte
- Plusieurs capacités sont disponibles, allant de 16 Mo à 32 Go

Les mémoires de masse

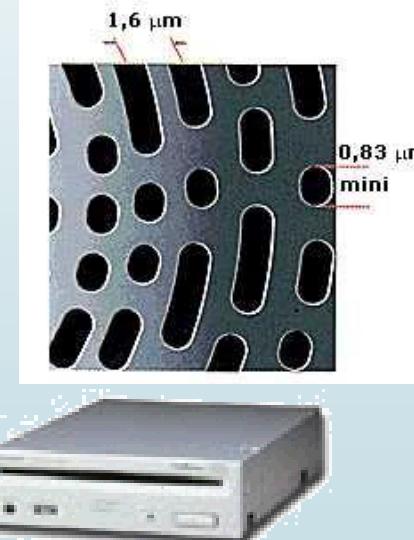
Disques optiques

(CD-ROM, Compact Disk -
Read Only Memory)



Caractéristiques :

- Disque de 12 cm de diamètre d'épaisseur comprise entre 1.1 à 1.5 mm au format d'un CD audio
- Informations gravées en binaire
- Gravage industriel ou par un graveur de CD-ROM
- Évolution vers le CD-ROM réinscriptible
- Capacité de 650 Mo
- Le CD n'a qu'une seule piste organisée en spirale.
- Utilisation : stockage d'informations volumineuses et stables (images, son, ...)



Les mémoires de masse

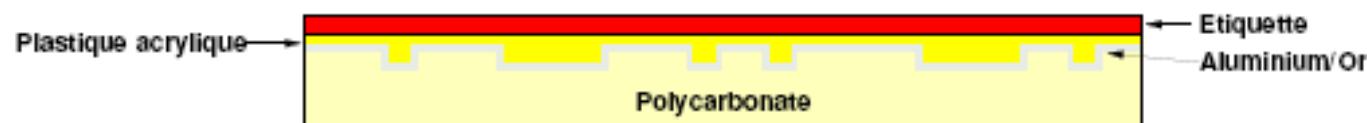
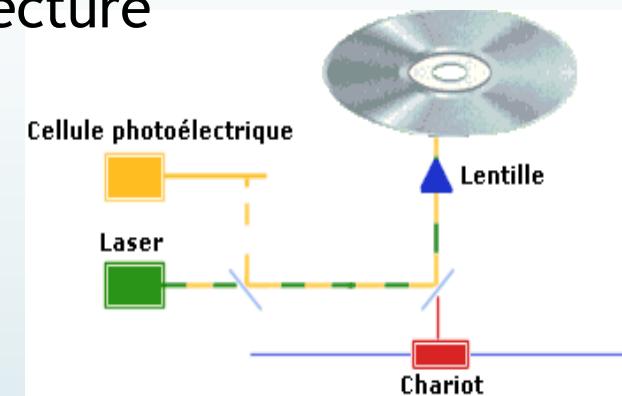
Disques optiques

Principe

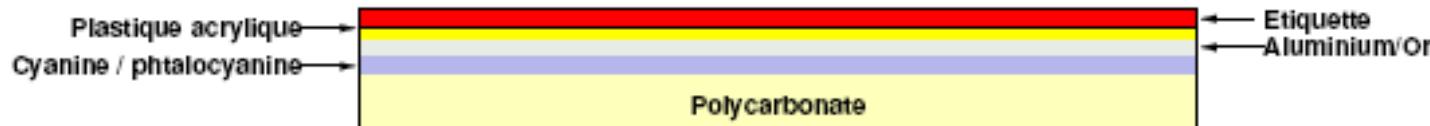
- rayon laser modifie la surface du disque
- rayon laser faible + détecteur pour la lecture

Caractéristiques d'un lecteur CD-ROM

- Vitesse: 1X = 150ko/seconde 2X à 52X
- Temps d'accès
- Interface : ATAPI (IDE) ou SCSI ;
- CD-R (Record), CD-RW (Rewrite)
- (CD-RAM) modifiable



CD: disque pressé

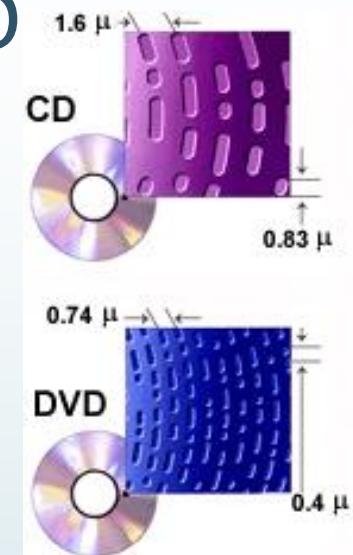
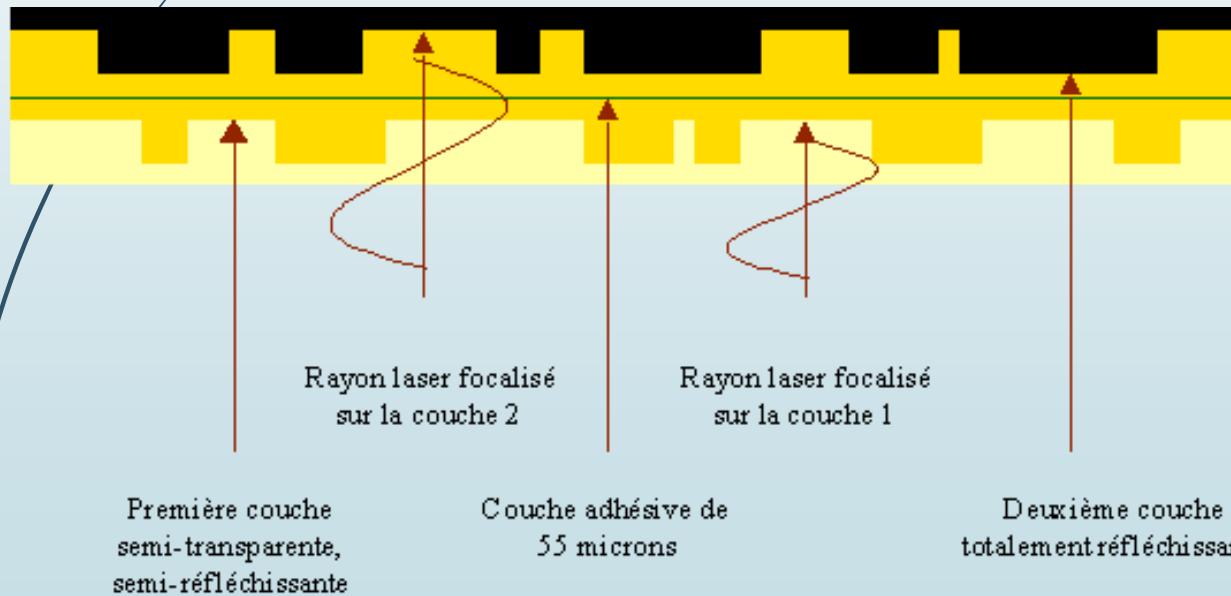


CD-R: disque gravable

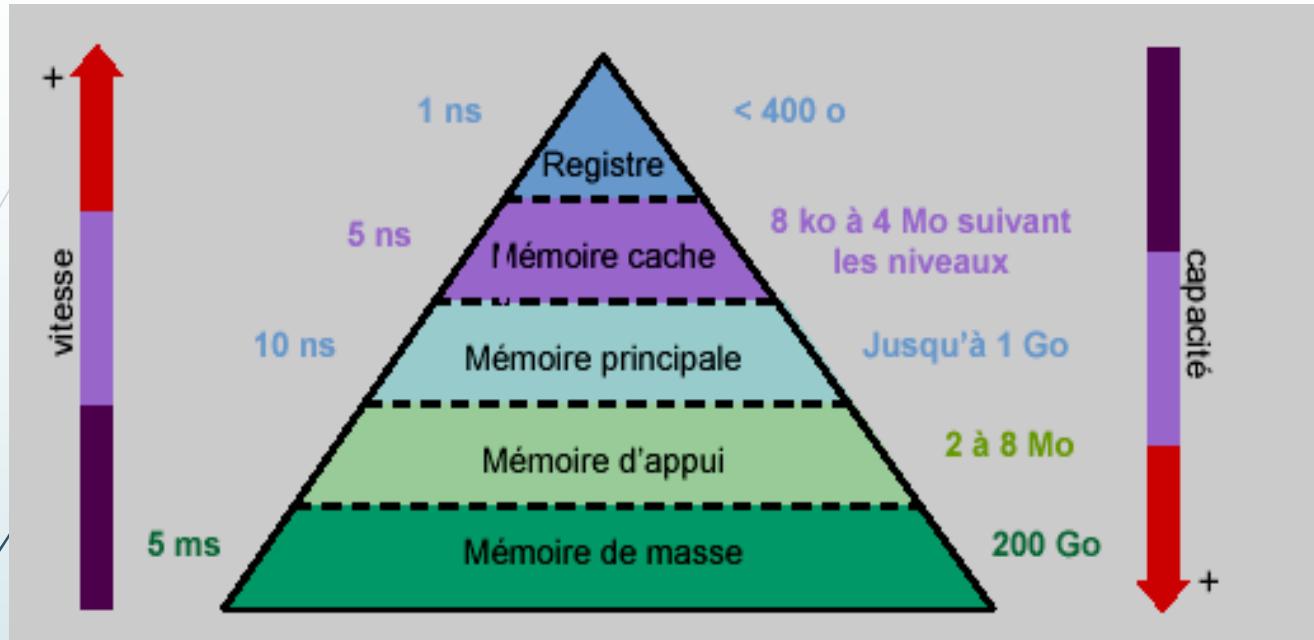
Les mémoires de masse

Disques optiques: Les DVD

- Digital Versatile Disk
- 4,7 Go jusqu'à 17 Go



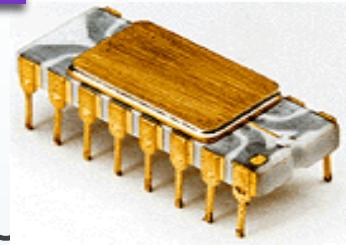
Hiérarchie des mémoires



- + Les registres : situés au niveau du processeur
- + La mémoire cache : au niveau du processeur ou entre le processeur et la RAM
- + La mémoire principale: RAM
- + La mémoire d'appui: mémoire intermédiaire entre la mémoire centrale et les mémoires de masse (mémoires caches L3, L4, ...)
- + Les mémoires de masse: disque dur, disquette, ZIP,CDROM, DVDROM,...

L'unité centrale de traitement

Elle est également appelée CPU pour "Central Processing Unit" ou processeur



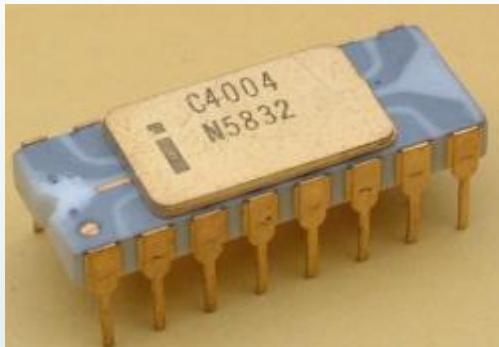
- ▶ C'est l'élément de l'ordinateur qui interprète et exécute les instructions d'un programme et effectue toutes les opérations de calcul . C'est le cerveau de l'ordinateur.
- ▶ L'UCT est en charge de réaliser les traitements des données
- ▶ Actuellement un processeur est un circuit électronique qui peut compter quelques dizaines de millions de transistors gravés sur une puce en silicium appelée Wafers

Un peu d'histoire

Qui a inventé le microprocesseur ?



quand ? En 1971

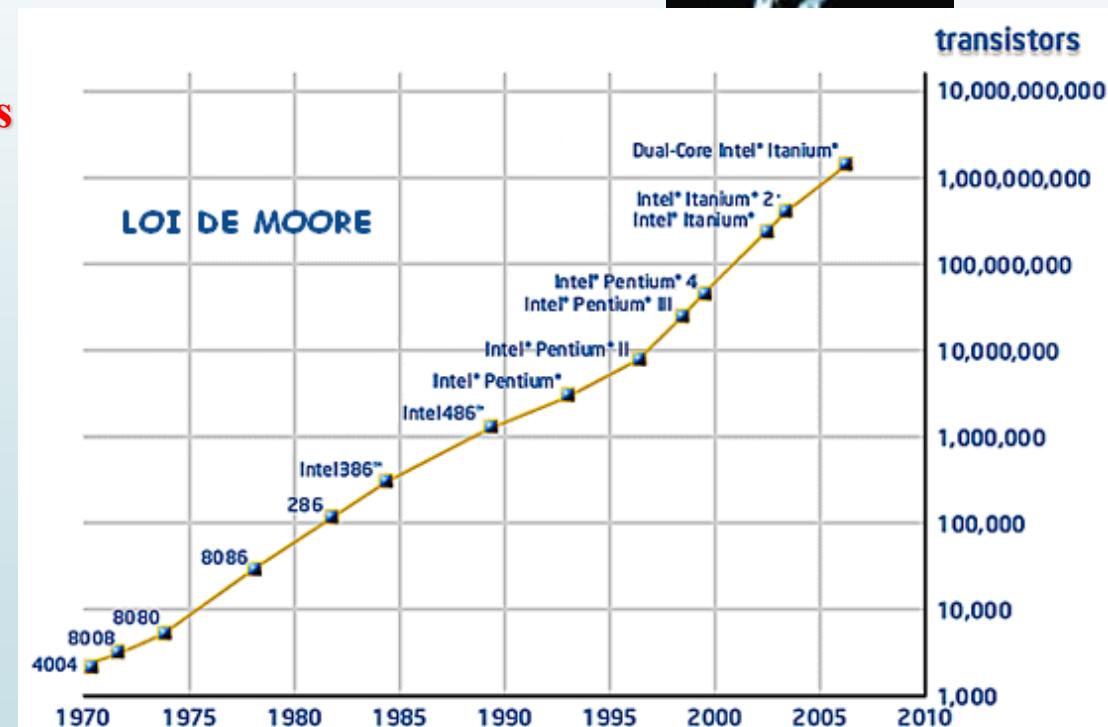


- Composant **micro programmé**
- 4 bits
- 2300 transistors
- Horloge 100 KHz
- Développé par INTEL pour BUSICOM

L'unité centrale de traitement

Loi de Moore « 1965 »

- Le nombre de transistors dans les circuits intégrés va doubler tous les 18 mois (donc croître d'une façon exponentielle)
- L'augmentation de la densité des circuits ➔
 - ✓ une augmentation de performance,
 - ✓ une réduction de la consommation électrique,
 - ✓ une augmentation de la fiabilité



(Source <http://www.astrosurf.com/luxorion/Sciences/loimoore-2010.gif>)

Microprocesseur: CPU

Unité de traitement ou Unité Arithmétique et Logique(UAL)

Unité de Commande

Registres

Microprocesseur: CPU

Les Registres

Ce sont des petites mémoires internes très rapides d'accès utilisées pour stocker temporairement une donnée, une instruction ou une adresse. Chaque registre stocke 8, 16 ou 32 bits.

• Les principaux registres

- Compteur ordinal: **CO**, pointe sur la prochaine instruction
- le registre d'instructions: **RI**, contient l'instruction à exécuter
- les registres arithmétiques: accumulateur **ACC**, ...
- Registre d'état : contient des informations sur l'état du système

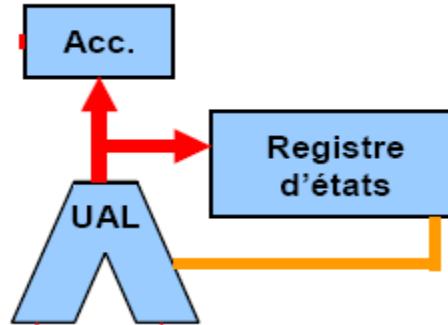
Micropuceur: CPU

Processeur

Unité de traitement

Unité de
commande

Unité de traitement ou UAL



Unité de traitement regroupe les circuits qui assurent les traitements nécessaires à l'exécution des instructions :

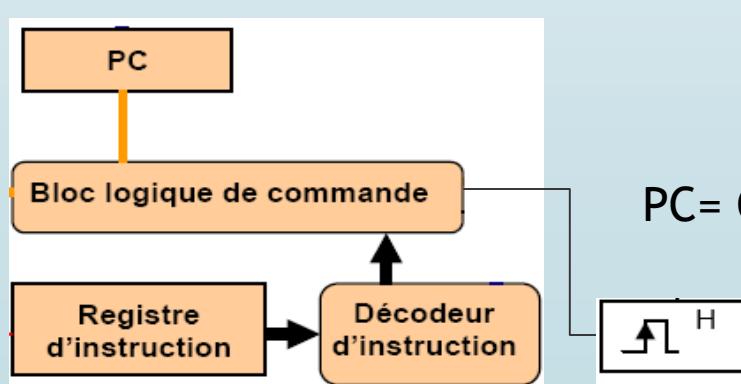
- **Unité Arithmétique et Logique (UAL)**: est un circuit complexe qui assure les fonctions logiques (ET, OU, Comparaison, Décalage...) ou arithmétique (Addition, soustraction...).
- **Accumulateurs** : sont des registres de travail qui servent à stocker une opérande au début d'une opération arithmétique et le résultat à la fin de l'opération
- **Registre d'état** : indique l'état de la dernière opération effectuée par l'UAL

Unité de contrôle ou UCC

Unité de commande (UCC) permet de séquencer le déroulement des instructions. Elle effectue la recherche en mémoire de l'instruction, assure son décodage pour enfin réaliser son exécution.

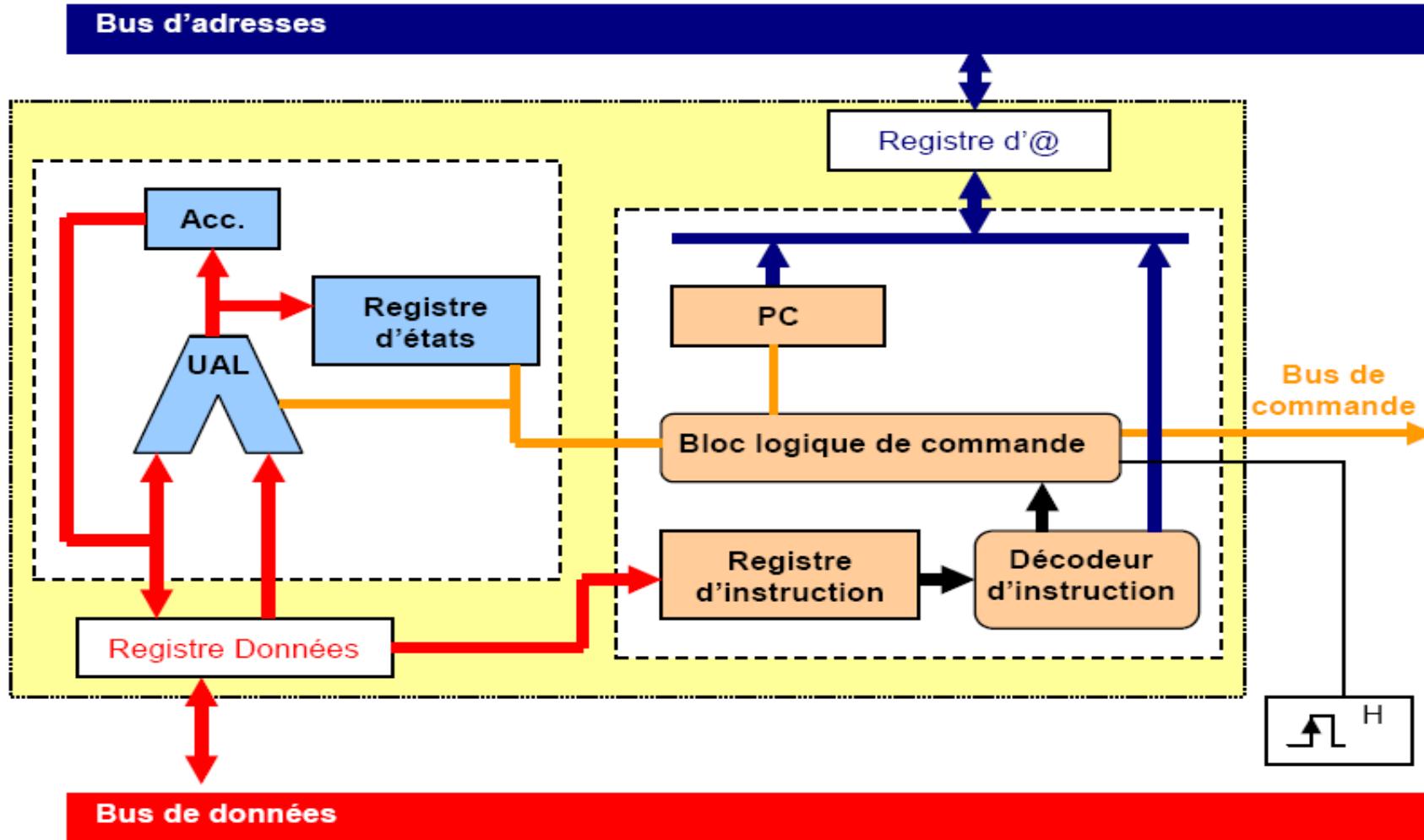
Elle est composée de :

- **Compteur ordinal (CO)** : contient l'adresse de la prochaine instruction.
- **Registre d'instruction** : enregistre le code de l'instruction qui vient d'être lue dans la mémoire et ramenée dans le microprocesseur.
- **Bloc logique de commande (ou séquenceur)** : Il organise l'exécution des instructions au rythme d'une horloge



PC= Compteur de Programme= CO

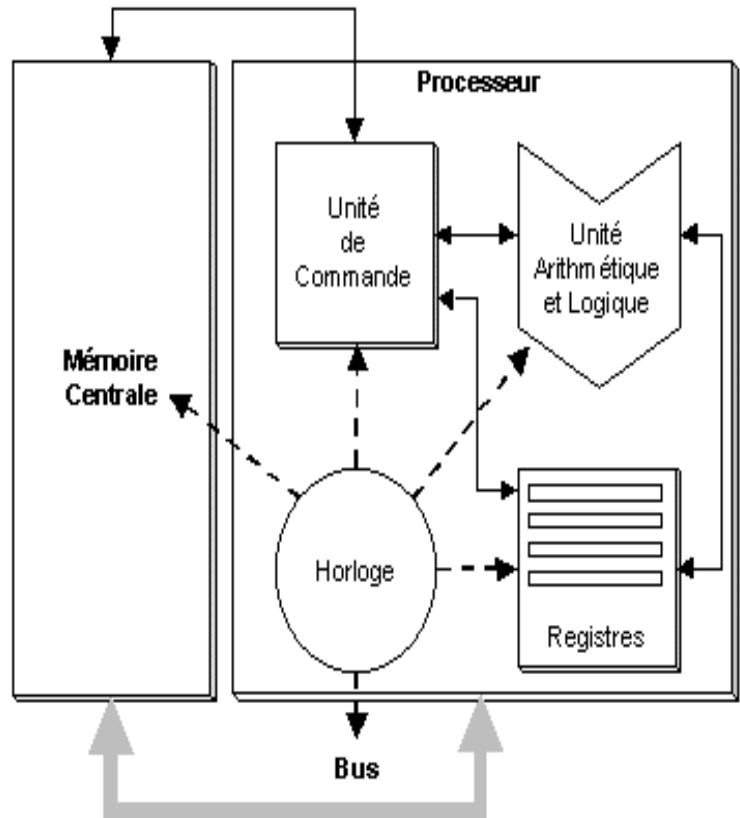
Schéma fonctionnel



Étapes d'exécution d'une instruction par l'UCT

1. Chargement de l'instruction à exécuter depuis la mémoire jusque dans le registre instruction (RI).
2. Modification du compteur ordinal (CO) pour qu'il pointe sur l'instruction suivante.
3. Décodage de l'instruction que l'on vient de charger.
4. Localisation dans la mémoire des éventuelles données utilisées par l'instruction.
5. Chargement des données, si nécessaire, dans les registres internes de l'unité centrale.
6. Exécution de l'instruction.
7. Stockage des résultats à leurs destinations respectives.
8. Retour à l'étape 1 pour exécuter l'instruction suivante.

Résumé: Fonctionnement du CPU



1. lecture : charger les opérations de base (micro-instructions) depuis une partie de la mémoire centrale
2. décodage : dicter les opérations de base (interprétation).
3. Exécution : effectuer les opérations, Unité arithmétique et logique reçoit comme opérandes les données et réalise l'opération.
4. accès mémoire & écriture du résultat

L'Horloge interne

- Elle assure le contrôle de la vitesse des opérations effectuées par l'ordinateur
- Cette vitesse est exprimée en mégahertz (MHz) soit le nombre de millions de cycles par secondes
- Le premier PC d'IBM avait une fréquence d'horloge de 4MHz; actuellement, on trouve des PC équipés de microprocesseurs dépassant les 2 GHz

Éléments caractéristiques d'un CPU

On caractérise le processeur par :

- sa fréquence d'horloge : en MHz ou GHz
- le nombre d'instructions par secondes qu'il est capable d'exécuter : en MIPS (million d'instructions par seconde)
- La taille des données qu'il est capable de traiter : en bits
- Par son architecture
- Par son support (socket ou slot)
- Par son constructeur : Intel (Pentium), Athlon AMD, ...



Socket 775

Il existe deux principales familles de processeurs.

- RISC (*Reduced Instruction Set Computer*)
- CISC (*Complex Instruction Set Computer*)



Architecture RISC	Architecture CISC
<ul style="list-style-type: none">+ instructions simples ne prenant qu'un seul cycle+ instructions au format fixe+ décodeur simple (câblé)+ beaucoup de registres+ seules les instructions LOAD et STORE ont accès à la mémoire+ peu de modes d'adressage+ compilateur complexe	<ul style="list-style-type: none">+ instructions complexes prenant plusieurs cycles+ instructions au format variable+ décodeur complexe (microcode)+ peu de registres+ toutes les instructions sont susceptibles d'accéder à la mémoire+ beaucoup de modes d'adressage+ compilateur simple

CISC ou RISC ?

- Dépend des applications visées.
- Diminution du nombre d'instructions ⇒ création d'instructions complexes (CISC) nécessitant plus de cycles pour être décodées
- Diminution du nombre de cycles par instruction ⇒ création d'instructions simples (RISC) mais augmentation du nombre d'instructions nécessaires pour réaliser le même traitement.

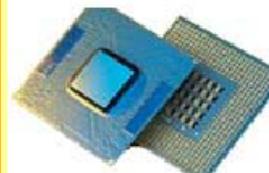
Évolution des processeurs



Intel Processeur	Date de mise en service	Perform en MIPS	CPU fréquence	Nb de Transistors	Taille des registres	Taille du bus de données	Taille mémoire adressable	Cache dans le CPU
8086	1978	0.8	4,77Mhz 8Mhz	29 K	16	16 20	1 Mo	None
80 286	1982	2.7	6 Mhz 25 Mhz	134 K	16	16 20	16 Mo	-
386 DX	1985	6	16 Mhz 50 Mhz	275 K	32	32 32	4 Go	-
486 DX	1989	20	25 Mhz 120 Mhz	1,2 M	32	32 32	4 Go	8 Ko L1
Pentium I & MMX	1993	100	60 Mhz 233 Mhz	3,1 M	32	64 32	4 Go	16 Ko L1
Pentium Pro	1995	440	150 Mhz 200 Mhz	5,5 M	32	64 36	64 Go	16 Ko L1 256/512 Ko L2
Pentium II Celeron	1997	466	233 Mhz 450 Mhz	7 M	32	64 36	64 Go	32 Ko L1 256 Ko ou 512Ko L2
Pentium III AMD Athlon	1999	1000	400 Mhz 1,2 Ghz	8,2 M	32 GP 128 SIMD	64 36	64 Go	32 Ko L1 512 Ko L2
Pentium IV AMD Athlon XP	2001	3000	1,4 Ghz	12 M	32 GP 128 SIMD	64 512	64 Go	8Ko L1 512 Ko L2

Pentium IV 3,06 Ghz HyperThreading

Exemple : Microprocesseur haut de gamme, Janvier 2005

			
Référence	Athlon 64 4000 +	Pentium 4 3.4GHz Extreme Edition	Pentium M 2GHz
Support	Socket 939	Socket 478	Socket 478 (portable)
Fréquence	2400 MHz	3400 MHz	2000 MHz
Bus processeur	200 MHz	200 MHz quad pumped	100 MHz quad pumped
Finesse gravure	0.13 µm	0.13 µm	0.09 µm
Cache L1	128 ko	8 ko	32 ko
Cache L2	1024 ko	512 ko	2048 ko
Fréquence cache L2	2400 MHz	3400 MHz	2000 MHz
Architecture	AMD K8	Intel NetBurst	Intel Dothan

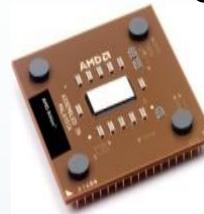
Exemple : Microprocesseur dernière génération



Pentium 4



intel_Core2Duo



Athlon xp_300

- ✓ Le core (ou die) d'un processeur est toute sa partie centrale
- ✓ Le Dual core consiste à mettre "deux processeurs en un"
- ✓ Avec le dual core on peut doubler les performances sans changer la fréquence (ex: Intel Pentium M et le core 2 Duo).
- ✓ Plus récemment est apparue chez Intel la technologie Quad Core avec ses processeurs **Core 2 Quad**.
- ✓ AMD a récemment proposé le processeur **Phenom** dotée de quatre coeurs également

Exemple : Microprocesseur dernière génération

- Avec les nouvelles architectures: il y a baisse de fréquence mais amélioration; ex: un processeur Intel Core 2 duo cadencé à 2.13 GHz est plus performant qu'un Intel Pentium EE cadencé à 3.73 GHz
- Les processeurs Intel à partir du Core 2 duo 6300 (I5, I7) ainsi que AMD Athlons 64 X2 4600+ et supérieurs sont capables de « faire tourner » les applications les plus exigeantes.
- Les entrées de gamme de ces deux processeurs sont parfaitement adaptées pour une utilisation bureautique, multimédia, ...

Exemple : Microprocesseur dernière génération



Intel® Core™ i7-950 Processor
(8M Cache, 3.06 GHz, 4.80 GT/s Intel® QPI)

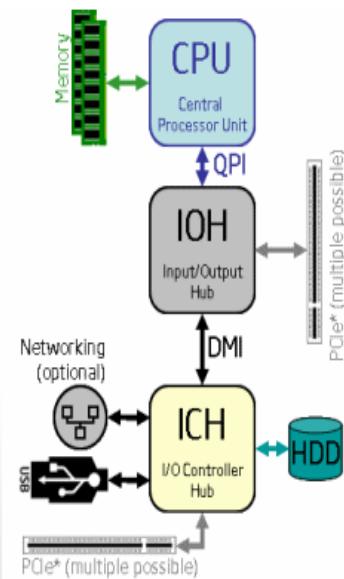
SPECIFICATIONS

COMPATIBLE PRODUCTS

BLOCK DIAGRAMS

ORDERING / SSPECS /
STEPPINGS

BLOCK DIAGRAMS



Les Unités d'Entrée/Sortie

- Assurent les opérations d'échanges entre le système informatique et le monde extérieur.

Elles sont composées :

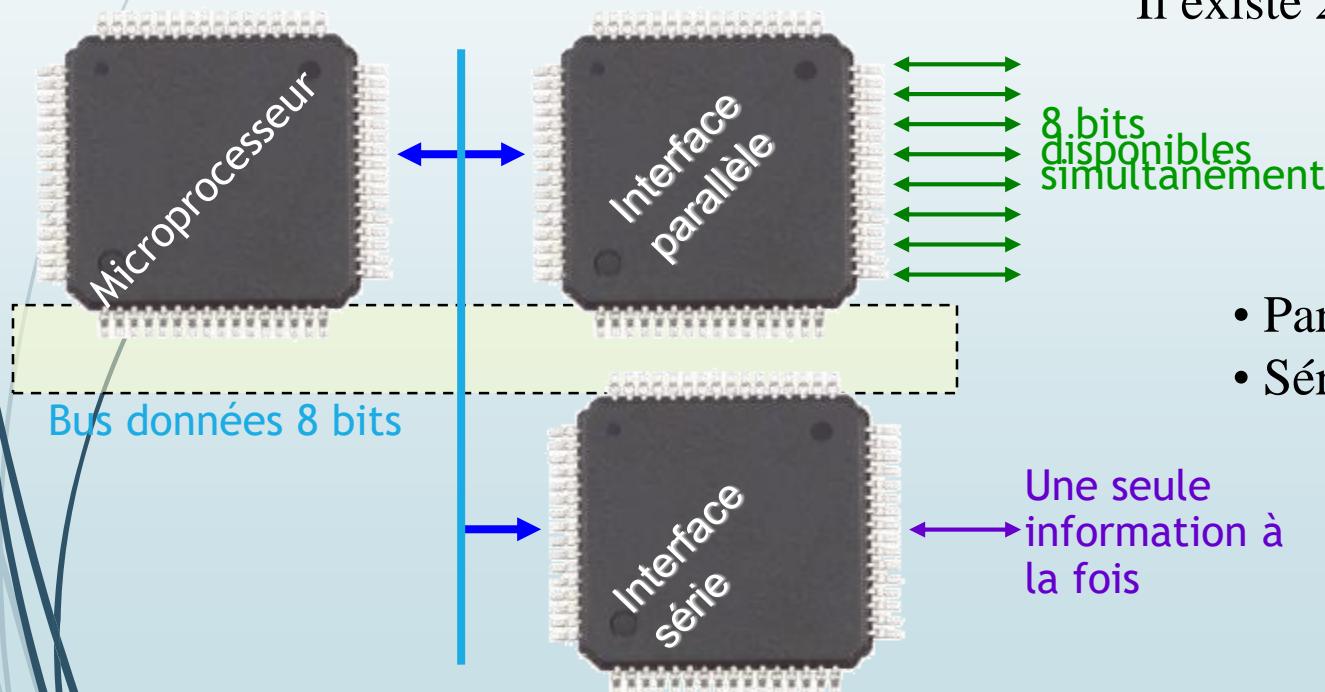
- De périphériques d'entrée/sortie
- D'interfaces d'entrée/sortie.

Les types d'interfaces que l'on trouve dans un PC sont:

- Les ports
- Les bus de communication
- Les cartes d'extension

Les interfaces d'entrée / sortie

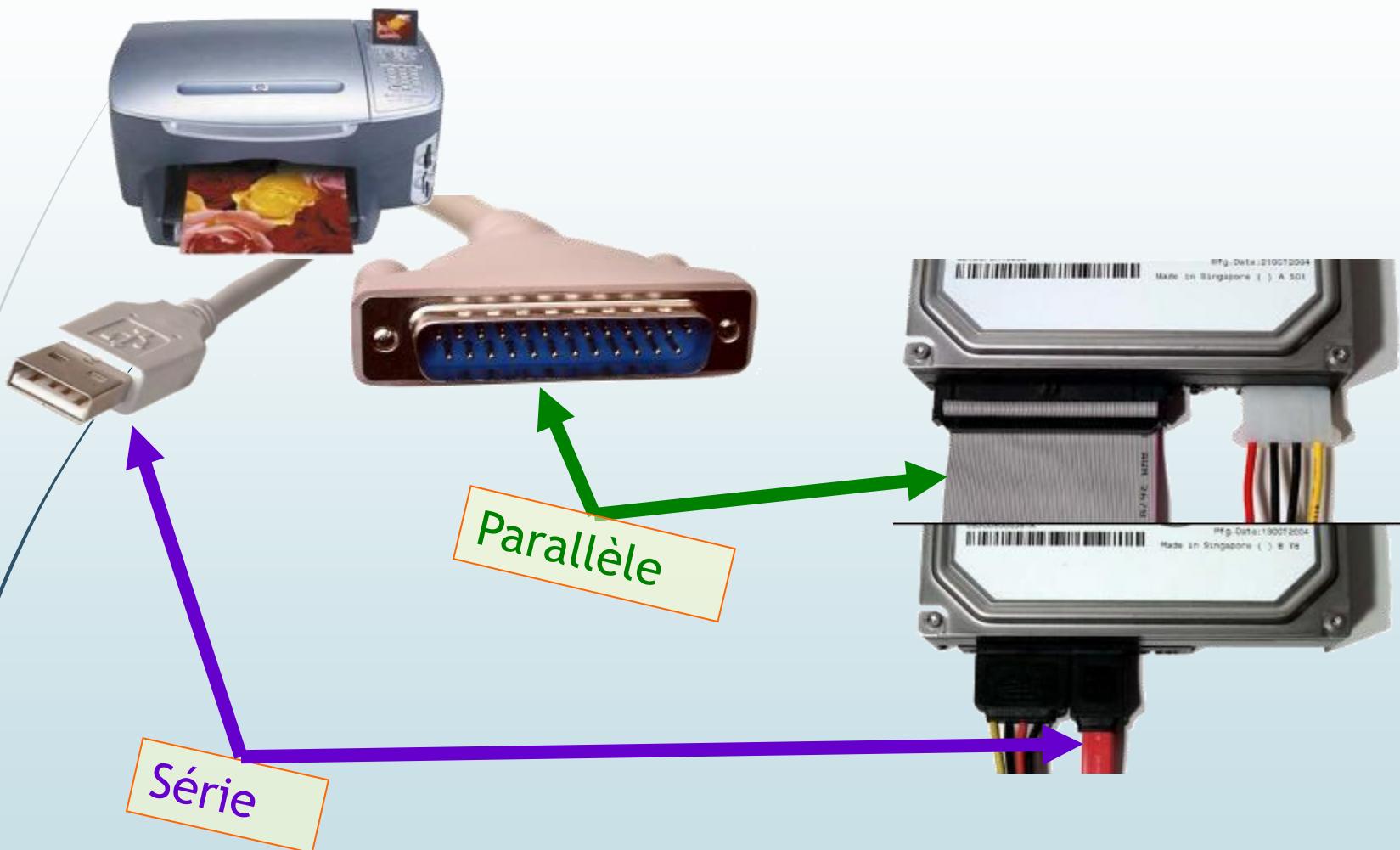
Elles permettent d'assurer la communication entre le microprocesseur et les périphériques. (capteur, clavier, afficheur, imprimante, modem, etc.)



Il existe 2 types :

- Parallèles
- Séries

Interfaces série et parallèle



Les interfaces d'Entrée/Sortie

▶ Ports de communication

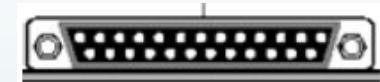
- ▶ interface électronique qui achemine les informations à une ou plusieurs prises de connexion situées à l'extérieur du bloc système
- ▶ permet de brancher souris, disques rigides, clavier, moniteur, etc.

Les interfaces d'Entrée/Sortie

- Port série : transmet les bits un à la fois
 - Représente les premières interfaces ayant permis aux ordinateurs d'échanger des informations avec le "*monde extérieur*"
 - À l'origine unidirectionnel : l'envoi de données mais pas la réception
 - Aujourd'hui bidirectionnel : besoin de deux fils pour effectuer la communication
 - Communication asynchrone : chaque caractère est émis de façon irrégulière dans le temps
 - Généralement intégré à la carte-mère
 - Permet une transmission à plus longue distance (clavier, souris)

Les interfaces d'Entrée/Sortie

- Port parallèle : transmet 8 bits d'information à la fois



- Transmission de données en parallèle consiste à envoyer des données simultanément sur plusieurs canaux (fils)
- Généralement intégré à la carte-mère
- Mode de transmission utilisé au sein de l'UC entre le processeur, la mémoire, ...
- Permet une transmission à courte distance
- disques, imprimantes

Autres ports d'entrées/sorties

- Port USB *Universal Serial Bus*, port série universel
 - Interface d'E/S beaucoup plus rapide que les ports série standards
 - propose deux modes de communication (12 Mb/s en mode haute vitesse et 1.5 Mb/s à basse vitesse) pour la connexion d'une grande variété de périphériques
 - fournit l'alimentation électrique aux périphériques qu'il relie
- Port Firewire :
 - Permet de faire circuler des données à haute vitesse en temps réel
 - Possibilité d'utiliser des ponts, systèmes permettant de relier plusieurs bus entre-eux

Autres ports d'entrées/sorties

- Interface SCSI

Standard *Small Computer System Interface*

- Permet la connexion de plusieurs périphériques de types différents sur un ordinateur par l'intermédiaire d'une carte, appelée adaptateur SCSI
- Le nombre de périphériques pouvant être branchés dépend de la largeur du bus SCSI

Ex : avec un bus 8 bits, il est possible de connecter 8 unités physiques

Les interfaces d'Entrée/Sortie

- Les Bus de communication ou d'extension
(ou bus d'entrée/sortie)

- Permettent aux divers composants de la carte-mère (USB, série, parallèle, cartes branchées sur les connecteurs PCI, disques durs, lecteurs et graveurs de CD-ROM, etc.) de communiquer entre eux
- Permettent surtout l'ajout de nouveaux périphériques grâce aux connecteurs d'extension (appelés slots) connectés sur les bus d'entrées-sorties

• Les bus de communication (suite)

Les différents bus de communication:

- **ISA (Industry Standard Architecture)**
 - 8 MHz, 16 bits
- **MCA (Micro Channel Architecture)**
 - 10 MHz, 32 bits
- **EISA (Extended ISA)**
 - 8,33 MHz, 32 bits
- **PCI (Peripheral Component Interconnect)**
 - 133 MHz, 32 bits
- **Bus AGP (Accelerated Graphic Port)**
 - 32 bits , Débit = 1Go/s
 - Les bus locaux PCI et AGP sont souvent ajoutés pour améliorer les capacités graphiques des ordinateurs
- **Bus SCSI (Small Computer System Interface)**

Les interfaces d'Entrée/Sortie

• Les bus de communication (suite)

Les bus PCI, IDE, AGP vont être amenés à disparaître très rapidement et seront remplacés par des bus série :

- Le **Serial ATA**, remplacera le bus IDE (débits: 150 à 300 Mo/s)

- Le **PCI Express**, remplaçant des bus PCI et AGP (8Go/s)

Les bus de connexions filaires tendent à être remplacés par des systèmes de communications sans fils. Il existe actuellement :

Le **Bluetooth** (débit de 1 Mb/s) (clavier, souris, etc...).
Le **WIFI** (WIreless FIdelity Network) qui permet de connecter des ordinateurs en réseau (débit allant à 54 Mb/s).

Les cartes d'extensions

Des cartes qui s'intègrent à la carte mère telles que :

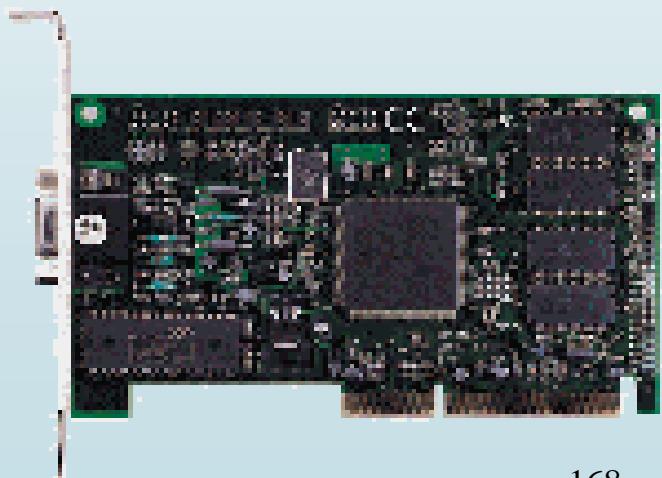
- carte son permet d'avoir le son sur le PC
- carte vidéo, (3D)
- carte modem
- carte réseau (Ethernet)
 - constitue l'interface entre l'ordinateur et le câble du réseau
 - prépare, envoie et contrôle les données sur le réseau

Les interfaces d'Entrée/Sortie

- ▶ Fiches et cartes d'extension

- ▶ carte réseau :carte SCSI
- ▶ cartes PCMCIA

(Personal Computer Memory Card International Association)



Les interfaces d'Entrée/Sortie

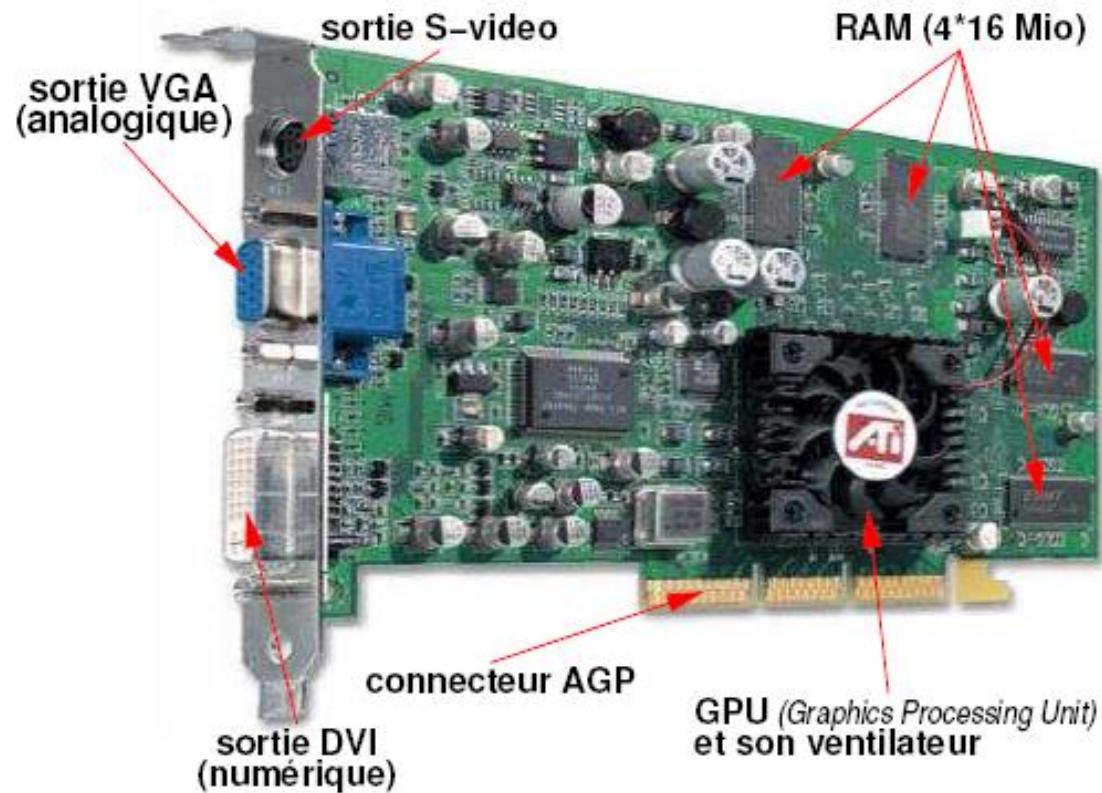
La Carte vidéo

carte fille

déterminant :

- La résolution et la profondeur de l'écran
- La couleur de chaque pixel affiché
- Carte connectée grâce au connecteur AGP

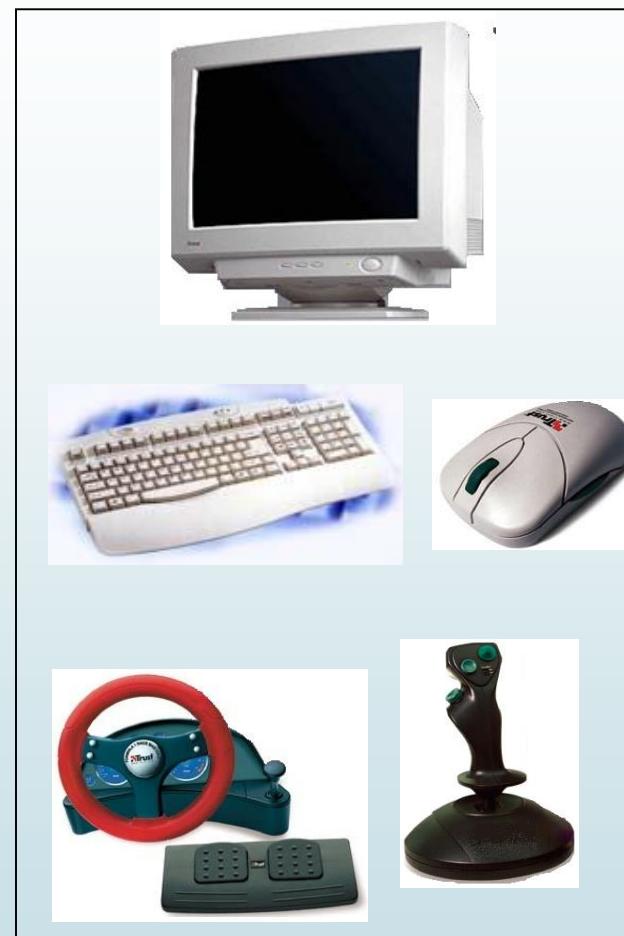
Mémoire vidéo sur la carte : stocke la couleur de chaque pixel affiché



Les Pérophériques



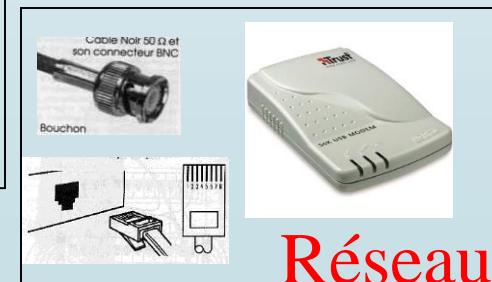
Stockage



Interface utilisateur



Entrée/Sortie



Réseau