

Faculté des sciences exactes
Département d'informatique



Cours I: Organisation générale de l'unité centrale d'un ordinateur



NIVEAU: INGÉNIEUR I ANNÉE
PRÉSENTÉE PAR: DR. SAAD NARIMANE

2024/2025

Plan du Module

- **Chapitre I: Organisation générale de l'unité centrale d'un ordinateur**
- **1. Généralités sur l'Ordinateur**
 - Historique, concepts fondamentaux d'un ordinateur, Composants essentiels
- **2. Architecture de Base**
 - Modèle de Harvard et modèle de Von Neumann,
 - Processeur, Mémoire, Bus : rôle et composants
- **Chapitre 2: Architecture interne des processeurs**
- **1. Introduction**
 - Les éléments internes d'un processeur et de leur fonction

Plan du Module

- **2. Les Registres**
 - Types de registres, Rôle des registres
- **3. Unité Arithmétique et Logique (UAL)**
 - Rôle de l'UAL, Présentation des composants de l'UAL
- **4. Unité de Commande (U.C)**
 - Fonctionnement de l'unité de commande
- **5. Jeu d'instruction**
- **6. Mode d'adressage**

- **Chapitre 3: Étude de cas : processeur Intel 8086**
 - **1. Présentation de la famille 80x86**
 - Historique, caractéristiques générales
 - **2. Architecture du Intel 8086**
 - Registres, Adressage segmenté, Jeu d'instructions

Plan du Module

- **3. Étapes de fonctionnement d'une instruction dans le 8086**
- **4. Jeu d'instructions détaillé**
- **5. Gestion des entrées/sorties**
- **6. Gestion de la pile**
- **7. Fonctions et sous-programmes**
- **8. Interruptions**
- **Chapitre 4 : Étude de cas : Processeurs 32 et 64 bits**
- **1. Introduction aux architectures 32 bits et 64 bits**
- **Différences principales ,**

Plan du Module

- **2. Registres dans les processeurs 32 et 64 bits**
- **3. Modes d'adressage avancés**
- **4. Jeu d'instructions**
- **5. Cycle d'exécution d'une instruction**

- **Chapitre 5 : Architectures des processeurs récents**
- Introduction aux processeurs modernes
- Multi-cœurs et parallélisme
- Mémoire cache et hiérarchie mémoire

Introduction

- **Objectifs:**

- **Savoir,** Apprendre les notions de base sur les composants d'un ordinateur et leurs fonctionnements et l'interface des différents composants matériels d'un système informatique.
- **Savoir-faire,** Acquérir une connaissance de programmation en langage assembleur pour la conception des programmes qui manipule directement les composantes des ordinateurs tel que les registres, les mémoires et les périphériques d'entrées/ sorties.
- **Savoir-être,** Sensibiliser au rôle des concepteurs des processeurs et des architectures des ordinateurs.

I. Généralités sur l'Ordinateur

« *Information* »: **Données + Sens**

L'information texte, chiffres, image, son,.....

« *Informatique* »: en 1962 Philippe Dreyfus,
Information + Automatique.

- Les avantages de l'informatique :
 - ✓ Calculer avec une grande précision ;
 - ✓ Gain en termes de temps ;
 - ✓ Aider à prendre des décisions.

2. Historique des ordinateurs

La génération zéro : les calculateurs mécaniques

La première génération

1600

1642

.....

1854

.....

1904

1941

1945

.....

Les abaques

La Pascaline



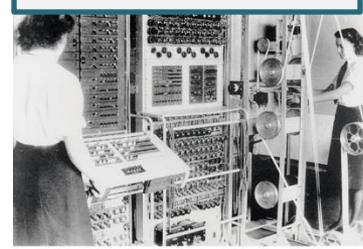
Algèbre de Boole



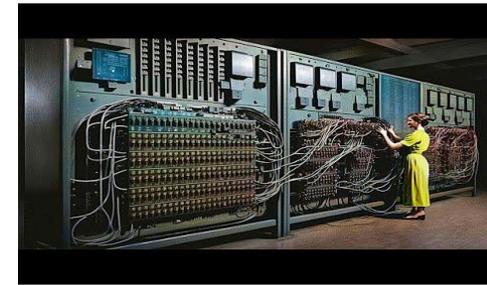
Les tubes à vide



Le COLOSSUS



L'ENIAC



2. Historique des ordinateurs

La deuxième génération

La troisième génération

1955

1958

.....

1965

.....

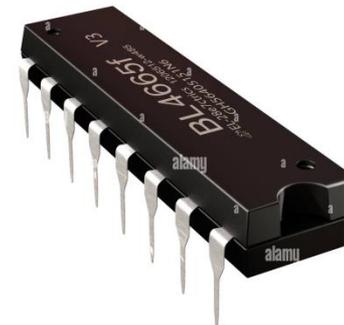
1971

Les transistors



IBM 7000

les circuits intégrés



2. Historique des ordinateurs

La quatrième génération

1971

.....

1974

1976

Les microprocesseurs

INTEL4004



Apple



La cinquième génération

.....

1984

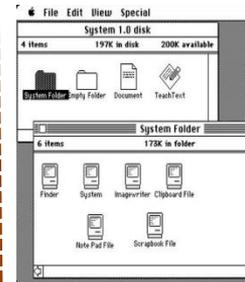
.....

1995

McIntosh

Interface graphique
(menus, icônes...)

Windows 95



Intel 8008 (processeur 8 bits).
Intel 8086 (16 bits).

- Jusqu'à nos jours le développement de la 6^{ième} génération « Pentium 1,2,3, 4 » et la 7^{ième} génération des ordinateurs « I3,I5,I7,I9 » avec l'apparition de l'internet et les réseaux informatiques ainsi les nouvelles technologies tel que: IA, Cloud Computing,.....
- **Architecture des ordinateurs** développée depuis des siècles ➡ l'architecture des ordinateurs le facteur clef de développement de l'informatique.



3. Concepts fondamentaux d'un ordinateur

• 3.1. Définitions

Un ordinateur est une machine capable de stocker, traiter l'information d'une manière automatique (résoudre des problèmes en appliquant des instructions « actions et opérations »)

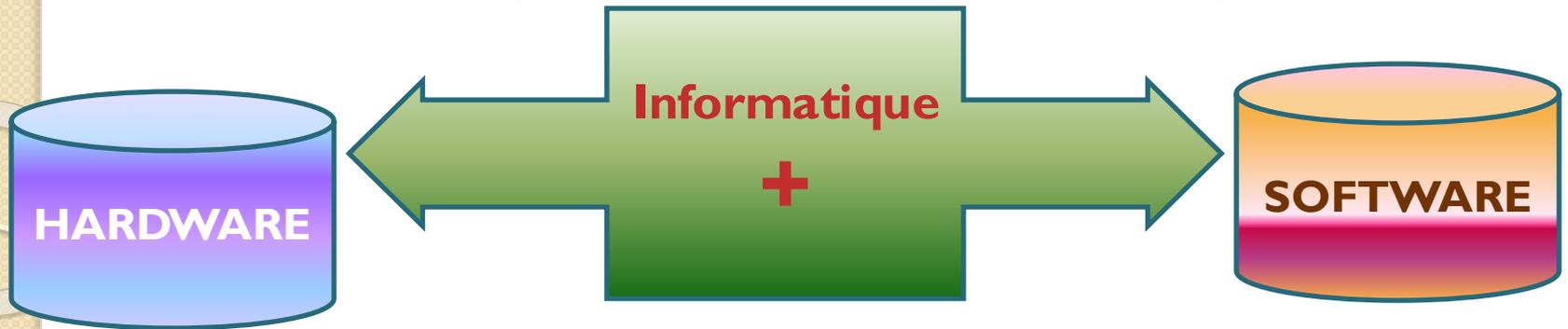
L'architecture : L'apparence fonctionnelle présentée à l'utilisateur. Une description de ce qui se passe du point de vue de l'utilisateur (le programmeur).

Instruction : Action à effectuer par l'ordinateur, correspondant à une étape dans un programme du système

Programme : Ensemble d'instructions indiquant à un ordinateur un travail à effectuer.

Langage de programmation: Un programme écrit en langage évolué se trouve sous forme de code source. Pour l'exécuté par un ordinateur, les premiers programmes étaient écrits en langage machine (code binaire pur), puis en langage assembleur

• 3.2. Les aspects de l'informatique



HARDWARE Y SOFTWARE



Matériels
Périphériques
d'entrée/sortie



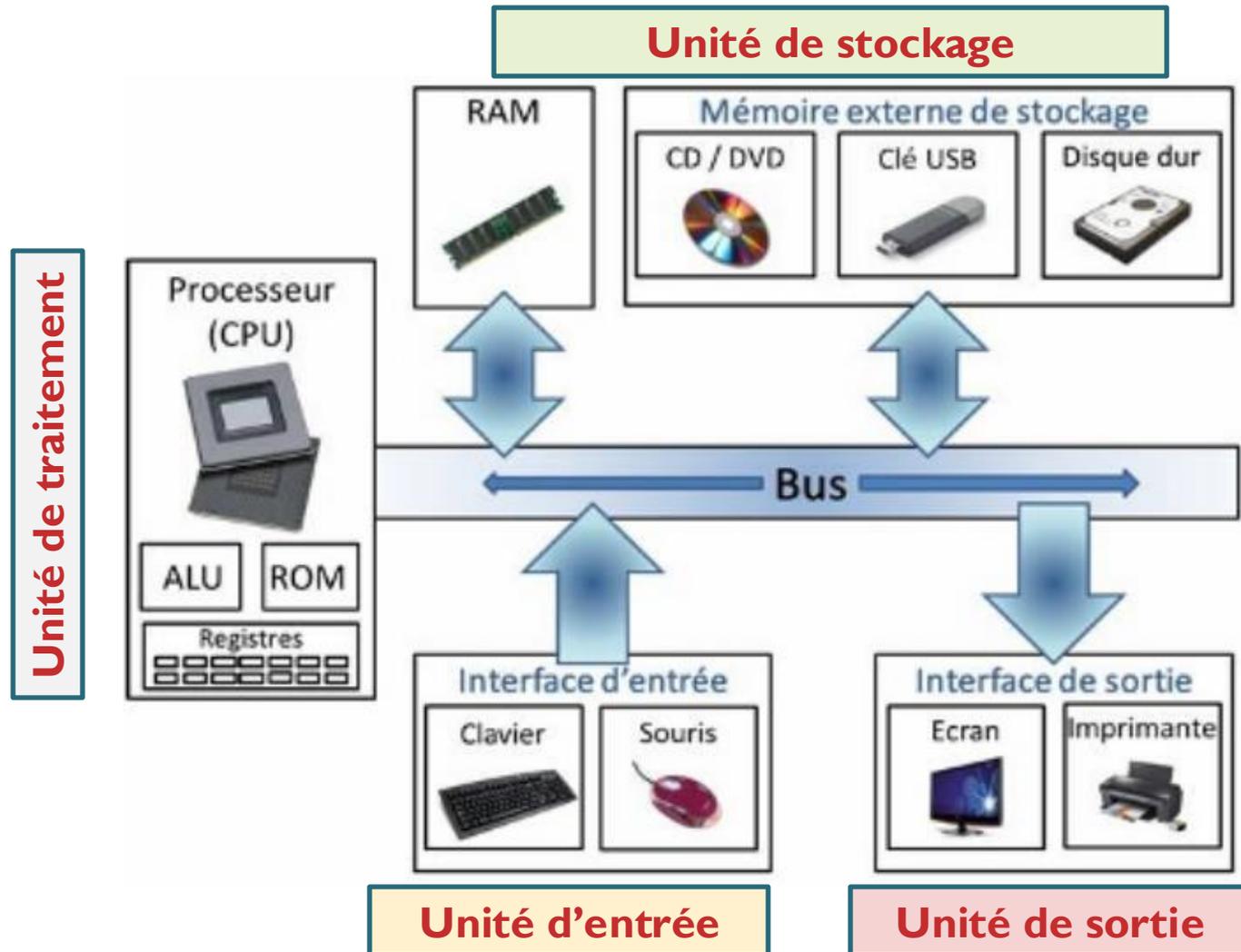
Logiciels
{ 1. System (Windows, MSDOS)
{ 2. Application (Word, Excel)

• 3.3. Les fonctions de l'ordinateur



- Un **ordinateur (computer)** est donc capable de :
 - ✓ Acquérir des informations ,
 - ✓ Conserver (stocker) des informations ,
 - ✓ Effectuer des traitements sur des informations,
 - ✓ Restituer des informations

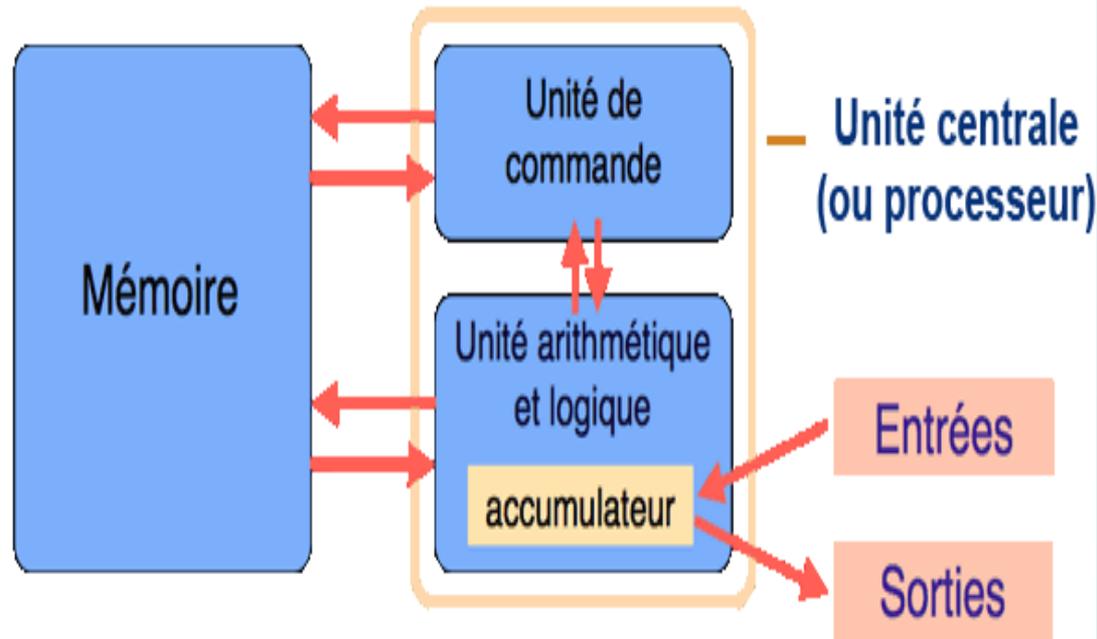
• 3.4. L'organisation de l'ordinateur



• 3.5. Architecture de Base d'un ordinateur

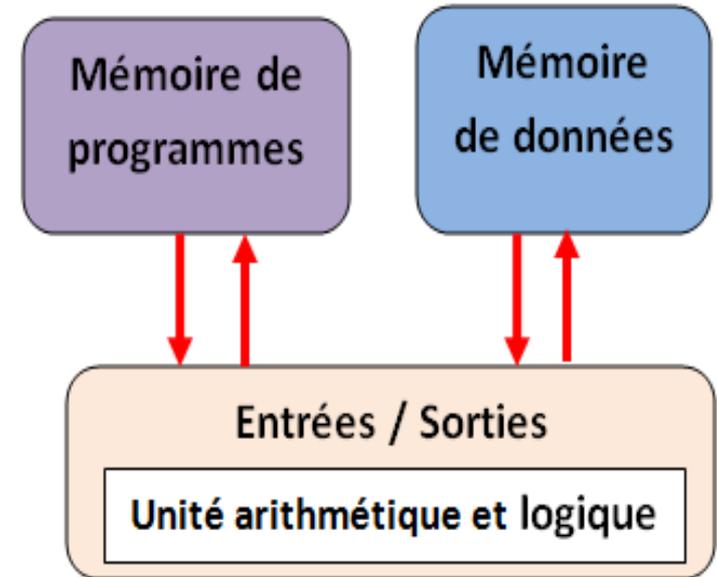
➤ L'architecture de **Von Neumann** et **Harvard**

L'architecture Von Neumann



- ✓ Créé en 1946
- ✓ Largement utilisés
- ✓ Programmes et données sont stockés dans la même mémoire
- ✓ Traitement par le même sous-système de traitement

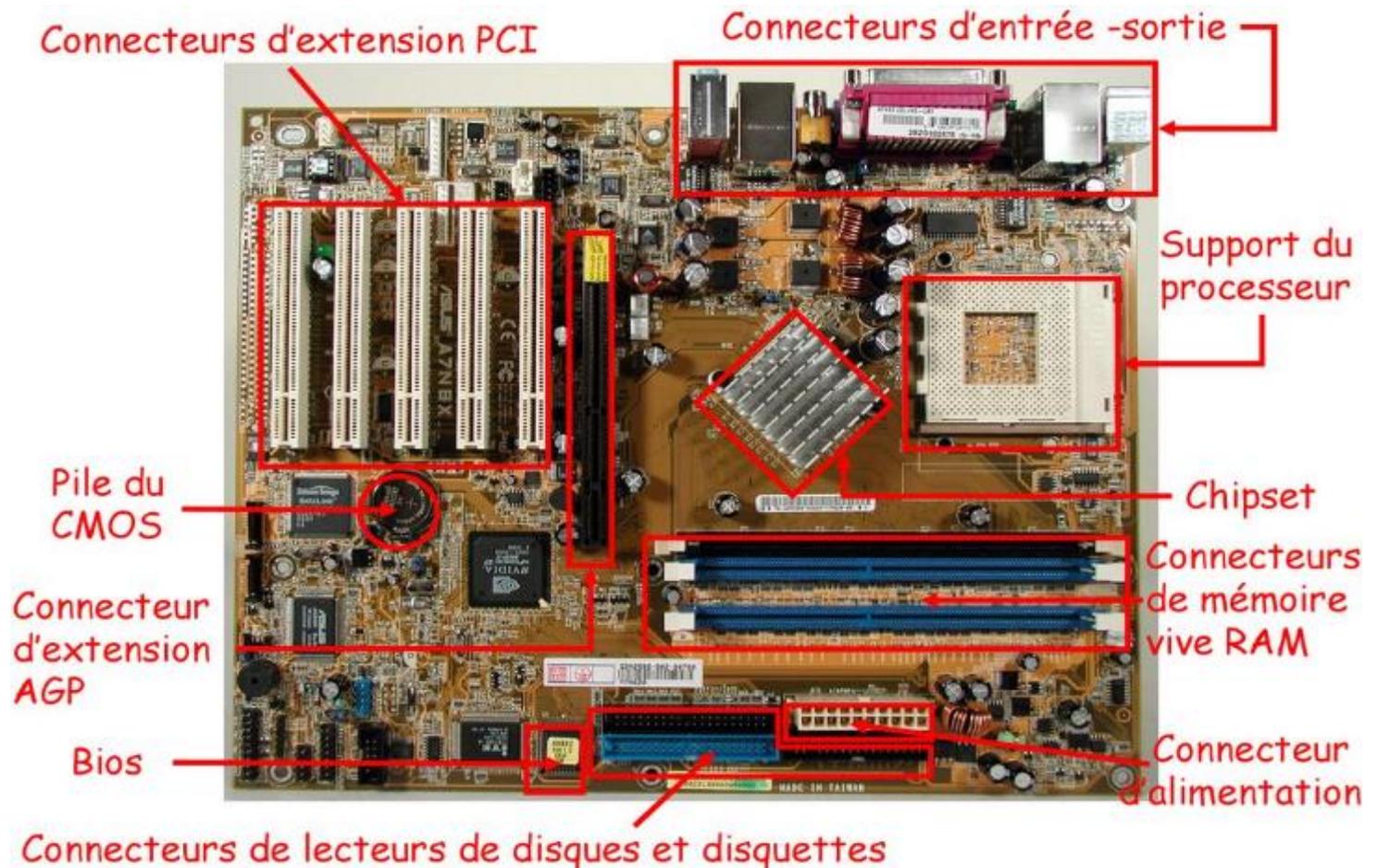
L'architecture Harvard



- ✓ Créé en 1944
- ✓ Mémoire de programme séparées de la mémoire des données
- ✓ Traitement des données vidéo et audio

- **3.6. Les principaux composants d'un ordinateur**

- **3.6.1. La carte mère: Les composants matériels architecturés autour de la carte mère**



❑ **Caractéristiques d'une carte mère**

• **1.Le facteur d'encombrement:**

- ✓ Les dimensions, caractéristiques électriques de la carte mère, EX :ATX, GYGABYTE, INTEL-ATLAS...

• **2.Le chipset**

- ✓ Assure communication microprocesseur /périphériques et mémoire

• **3.Le BIOS (*Basic Input Output System*)**

- ✓ Responsable la gestion du matériel (clavier, écran, disque dur....) sauvegardé dans une mémoire morte (ROM)

• **4.Le type de support**

- ✓ **Sockets** : Destiné au **processeur**
- ✓ **Slots**: Une barrette de **mémoire vive**

• **5.Les ports de connexion**

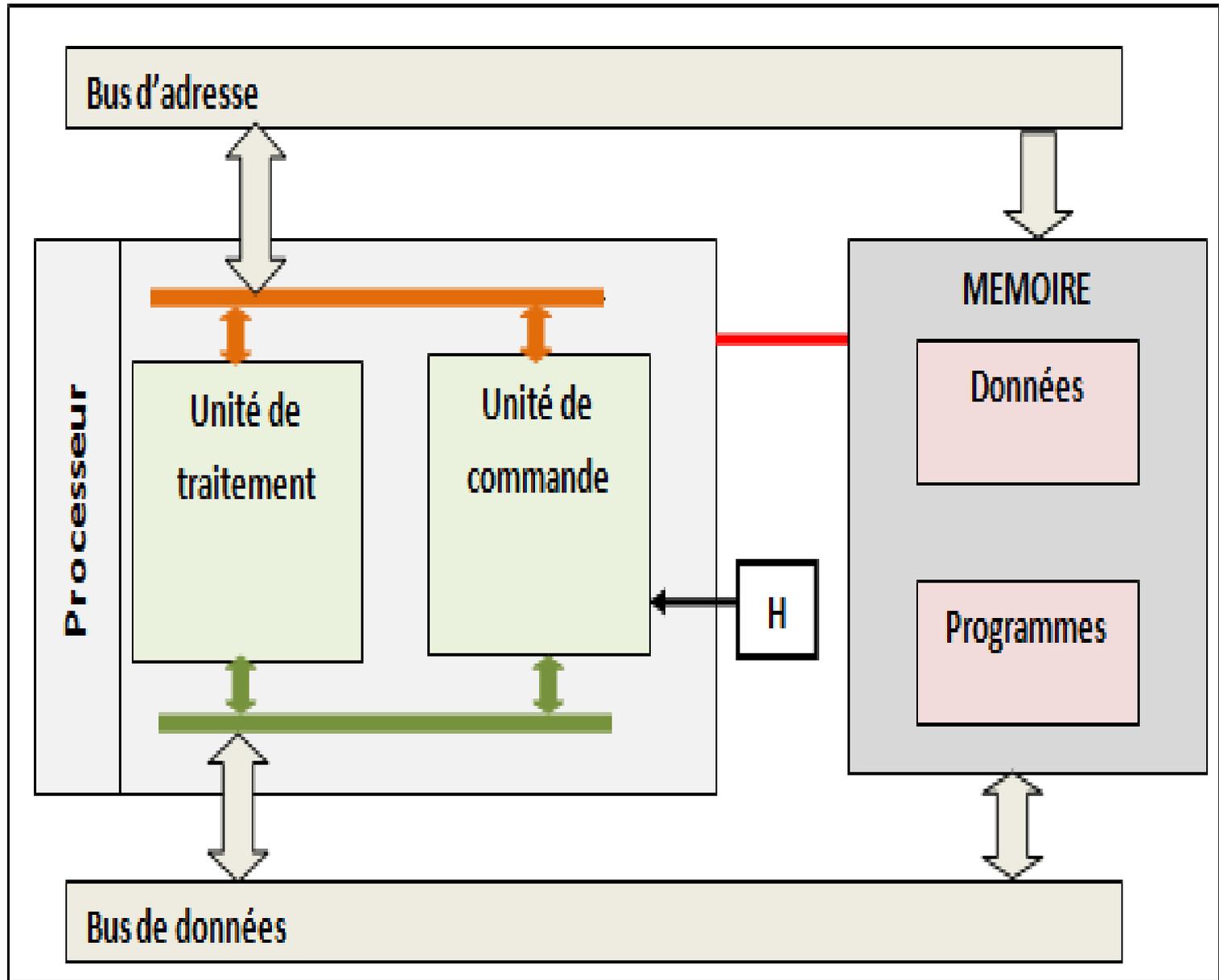
- ✓ **Les connecteurs internes** : **SATA, PCI**
- ✓ **Les connecteurs externes**: **USB, RJ45, VGA, HDMI**

- **3.6.2. Le microprocesseur (CPU « Central Processing Unit »)**
- Le cerveau de l'ordinateur
- Assure les échanges des données entre: disque dur, mémoire RAM, Carte graphique, ...
- Manipuler des informations binaire
- Exécuter les instructions stockées en mémoire
- Utilisent des petits transistors (plusieurs millions) pour faire des opérations de base



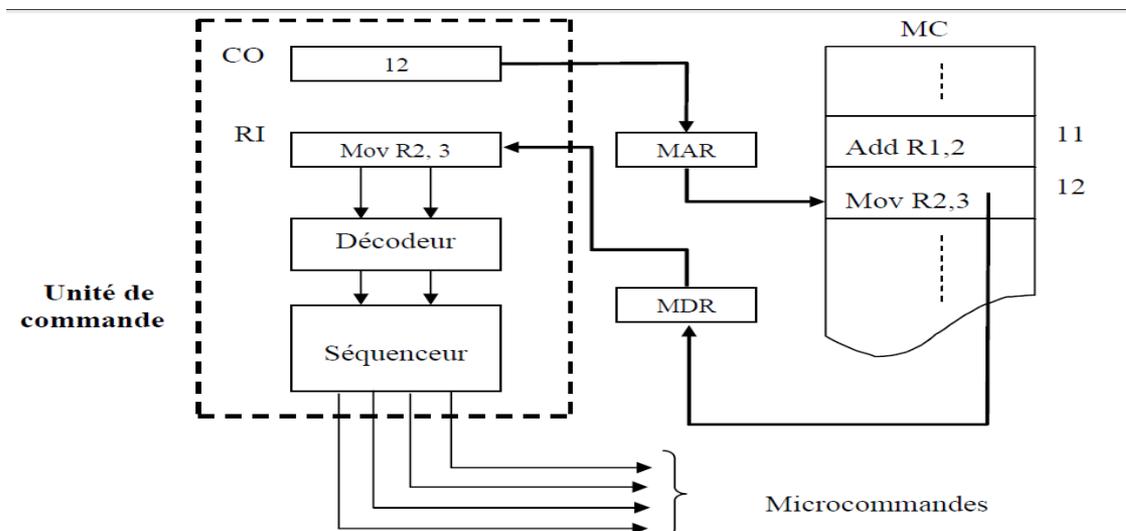
- 
- ❑ **Les unités principales d'un microprocesseur**
 - **1. Une horloge:** rythme le processeur. À chaque TOP d'horloge, le processeur effectue une instruction.
 - **2. Une unité de gestion** des bus qui gère les flux d'informations entrant et sortant
 - **3. Une unité d'instruction** qui lit les données, les décode puis les envoie à l'unité d'exécution;
 - **4. Une unité d'exécution** accomplit les tâches données par l'unité d'instruction
 - Le processeur travaille, grâce à des fonctions comme des **expressions logiques (ET, OU, NON, etc.)**, des **expressions mathématiques (addition, soustraction, multiplication, division)** Sont directement **câblées** sur les **circuits électroniques**.

Architecture interne d'un microprocesseur



- **L'unité de commande et de contrôle (UCC)**

- ✓ **Séquence** le déroulement des instructions
- ✓ Elle effectue la **recherche** de l'instruction en mémoire .
- ✓ Assure le **décodage** pour réaliser son exécution



- **L'unité UCC : composé de**
- **1. Séquenceur (ou bloc logique de commande) Synchroniser l'exécution des instructions au rythme d'une horloge.**
détermine la séquence des actions à réaliser.
- **2. Compteur ordinal :** Constitué par un registre contenant l'adresse de l'instruction en cours.
- **3. Registre d'instruction :** Constitué par un registre contenant l'instruction à exécuter.
- **4. Décodeur d'instruction: Identifie l'instruction à exécuter qui se trouve dans le registre RI.**

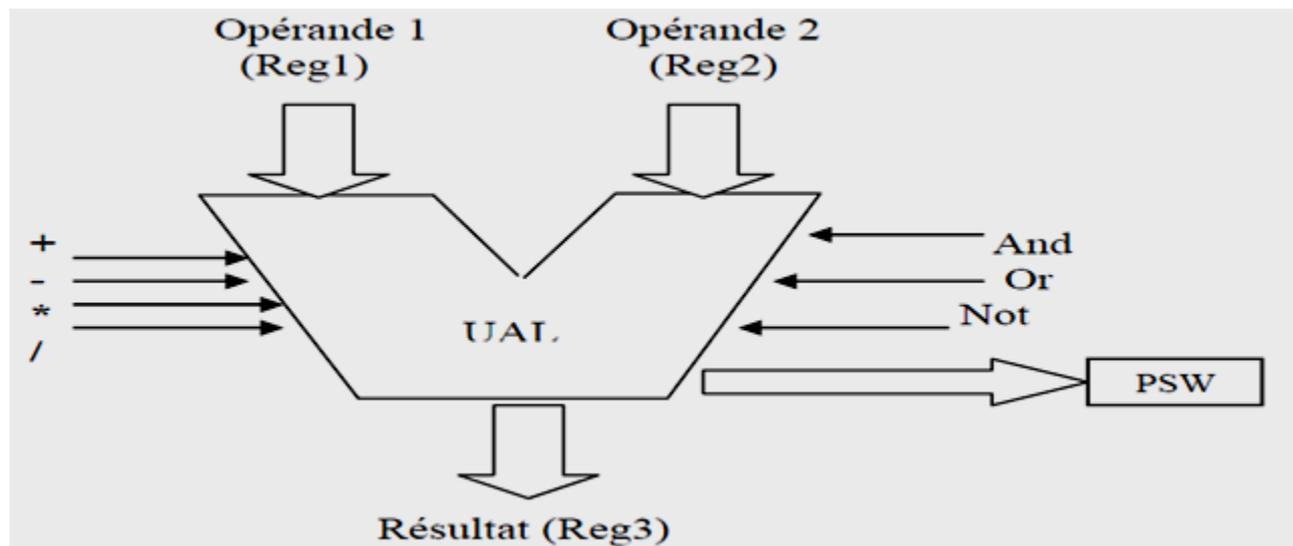
➤ **L'unité de traitement: composé de**

➤ **I. L'Unité Arithmétique et Logique (UAL)**

✓ C'est un circuit qui exécute les opérations:

Arithmétiques (+, -, *, /) et Logiques (AND, OR, NAND, NOR, XOR, NOT,.....)

✓ Comparaison, décalage à droite ou à gauche, incrémentation, décrémentation, mise à 1 ou à 0 d'un bit, test de bit sous le contrôle de l'unité de commande.



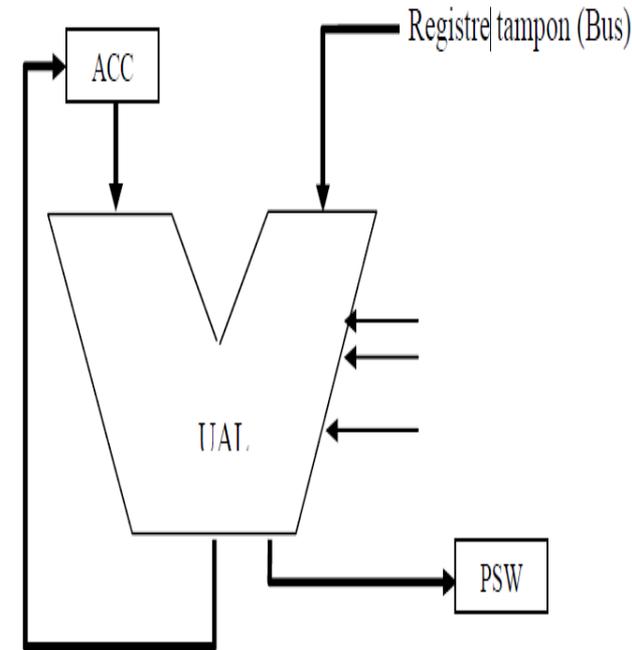
- **2. Le registre d'état** : composé de **8 bits**, Chacun de ces bits est **un indicateur de l'état du résultat** de la dernière opération effectuée par l'UAL. retenue (carry : C), signe (Sign : S)
- **3. Les accumulateurs**: registres de travail; de stocker **un opérande** au début d'une opération arithmétique et **le résultat** à la fin de l'opération.
- **4. Les registres auxiliaires** : de **stocker le résultat** des instructions exécutées par l'ALU, si c'est évident !
- Les composants internes du microprocesseur sont reliés par des **bus de communication** aux périphériques

• Exemples

Exemple1 (avec trois registres):

Pour effectuer l'opération $A+B$;

- $\text{Reg1} \leftarrow A$
 - $\text{Reg2} \leftarrow B$
 - Addition
 - $\text{Reg3} \leftarrow \text{Résultat}$
- } UC (pgm)
- } UAL



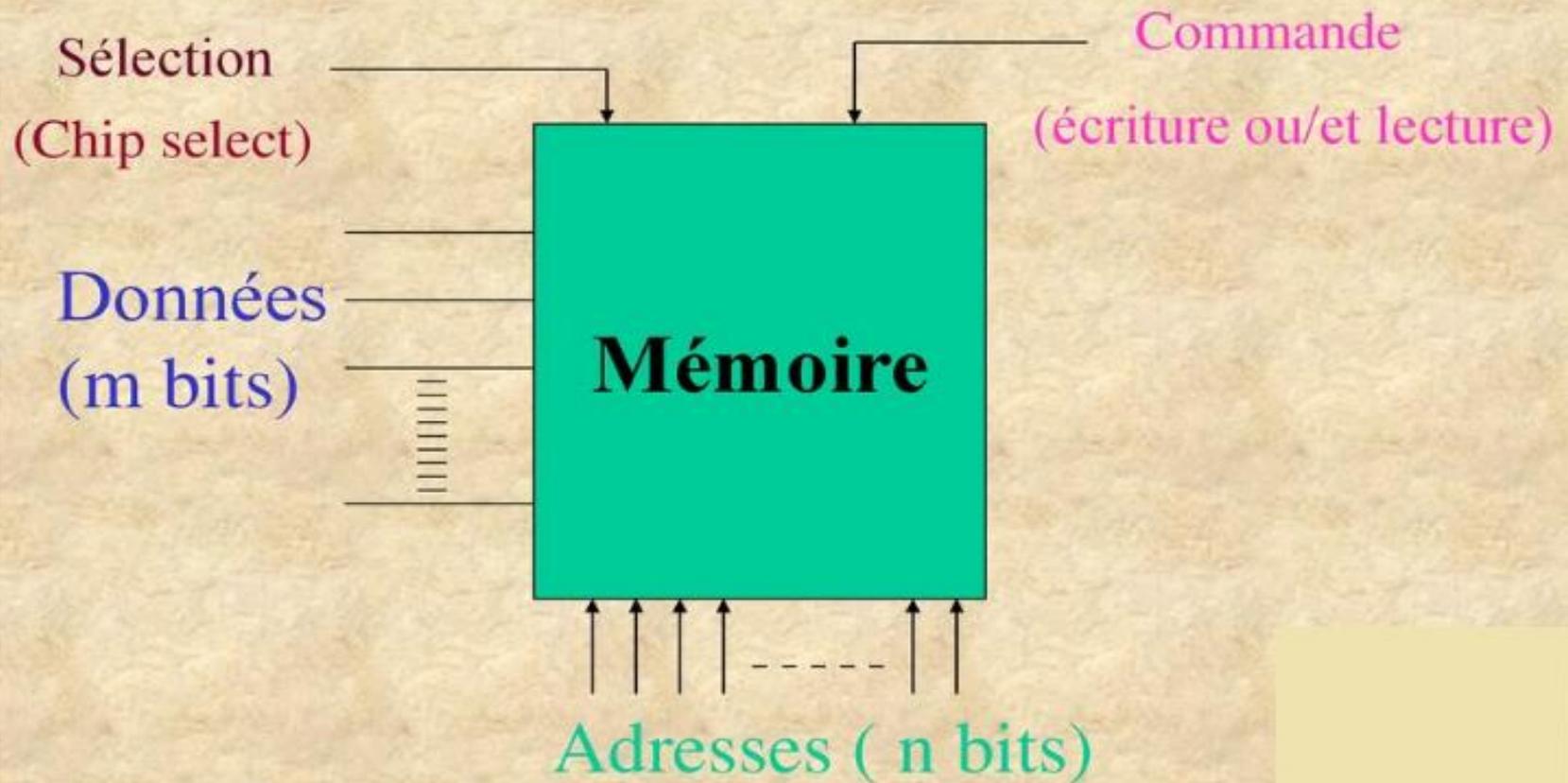
Exemple2 (avec un seul Registre : Accumulateur):

Pour effectuer la même opération : $A+B$:

- Charger A ($\text{ACC} \leftarrow A$)
 - Add B ($\text{ACC} \leftarrow \text{ACC} + B$)
 - $\text{ACC} \leftarrow \text{Résultat}$
- } UC (pgm)
- } UAL

3.6.3. La mémoire

Structure générale d'une mémoire



• 3.6.3. La mémoire

□ Définition

- Composant électronique capable **d'enregistrer (stocker des données)**.

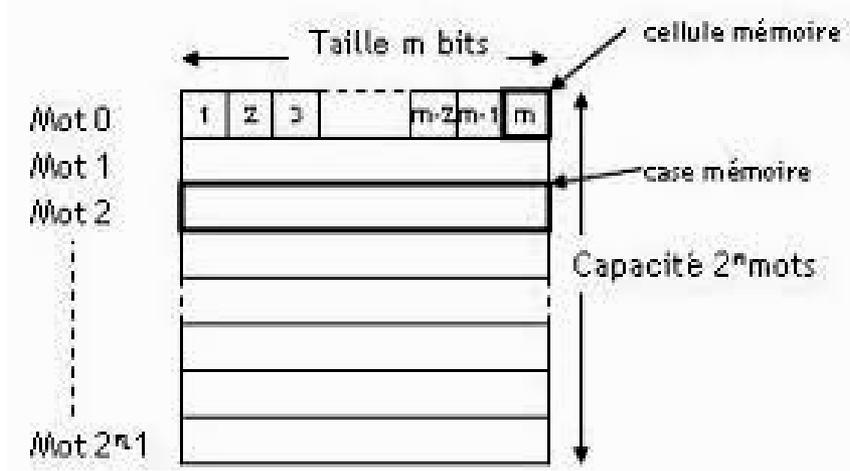
□ Les principales caractéristiques d'une mémoire

- ✓ **La capacité** : Le **volume global** d'informations à stocker. Elle s'exprime en **octet (8 bits)**.
- ✓ **Le format des données** : Nombre de **bits** que l'on peut mémoriser **par case mémoire**.
- ✓ **Le temps d'accès** : **L'intervalle de temps** entre la demande de **lecture/écriture** et la disponibilité de la donnée.
- ✓ **Le temps de cycle** : **L'intervalle de temps minimum** entre deux accès successifs.
- ✓ **Le débit** : Le **volume d'information échangé** par unité de temps, exprimé en : **bits /seconde**.
- ✓ **La non volatilité**: L'aptitude d'une mémoire à **conserver** les données lorsqu'elle n'est plus alimentée électriquement.

- Pour calculer:
- Avec une adresse de n bits il est possible de référencer 2^n au plus cases mémoire

Capacité = 2^n Mots mémoire = $2^n * m$ Bits

- EX: Notre mémoire a une capacité de 4 mots de 32 bits chacun. On exprime également cette capacité en nombre d'octets ou de bits???
- **Capacité d'une mémoire = Nombre de mots * Taille du mot**
- Notre mémoire a donc une capacité de $(4 * 4 \text{ octets}) = 16$ octets ou de $(4 * 32 \text{ bits}) = 128$ bits.



❑ Les types de mémoire

• I. La mémoire centrale (vive): RAM (Random Access Memory)



- Dans la RAM on peut **lire** et **écrire**
- Les données **sont perdues à la mise hors tension**
- **A la mise sous tension son contenu est aléatoires**

La RAM est utilisée pour le stockage **temporaires**
de données
(valeurs d'acquisition, résultats de calculs, etc.....)

2. La mémoire de masse

- Périphérique de **grande capacité** utilisée pour le **stockage permanent** des informations
- Les supports magnétiques (**disque dur**) ou optiques (**CDROM, DVD**)

3. ROM (Read Only Memory) ou mémoire en lecture seule) est appelée mémoire morte; Dans la ROM on peut que **lire** les données

Endgame ROM



La ROM est utilisée pour **le stockage permanent** de données

Le **BIOS** (Basic Input Output System) en ROM dans la carte mère



• On a aussi d'autres types de **mémoires** :

➤ **Les registres**

✓ Éléments de mémoire les **plus rapides**,

✓ Situés **au niveau du processeur**

✓ Servent au **stockage des opérandes et des résultats intermédiaires.**

➤ **La mémoire cache**

✓ Mémoire **rapide de faible capacité**

✓ **Accélérer l'accès** à la mémoire centrale en stockant les **données les plus utilisées.**

• 3.6.4. Les Bus

□ Définition de Bus

- ✓ Un bus est un ensemble de fils (conducteurs électriques)
- ✓ Permet l'échange et le **transfert** des **informations binaires** entre les éléments internes de l'ordinateur.
- ✓ Bus **spécialisés** en fonction des types de périphériques concernés et de la nature des informations transportées : **adresses, commandes ou données.**

❑ **Caractéristiques d'un bus**

- ✓ **Sa largeur** : le **volume** d'informations qui peuvent être envoyées en **parallèle** (exprimé en bits).
- ✓ **Sa vitesse (fréquence)** : le **nombre** de paquets de données **envoyés** ou reçus **par seconde**. (exprimée en Hertz).
- ✓ **Son débit** : Le débit maximal du bus (ou le **taux de transfert maximal**) est la **quantité de donnée** qu'il peut transfert par **unité de temps**, *en multipliant sa largeur par sa fréquence*.

Débit d'un bus (octets /s) = (largeur (bits) * vitesse (Hertz)) / 8

□ Les types de bus:

✓ Bus de données :

- Un bidirectionnel,
- Assure le **transfert des informations** (opérations et données) entre le microprocesseur et son environnement.
- Son nombre de lignes est égal à la capacité de traitement du microprocesseur.

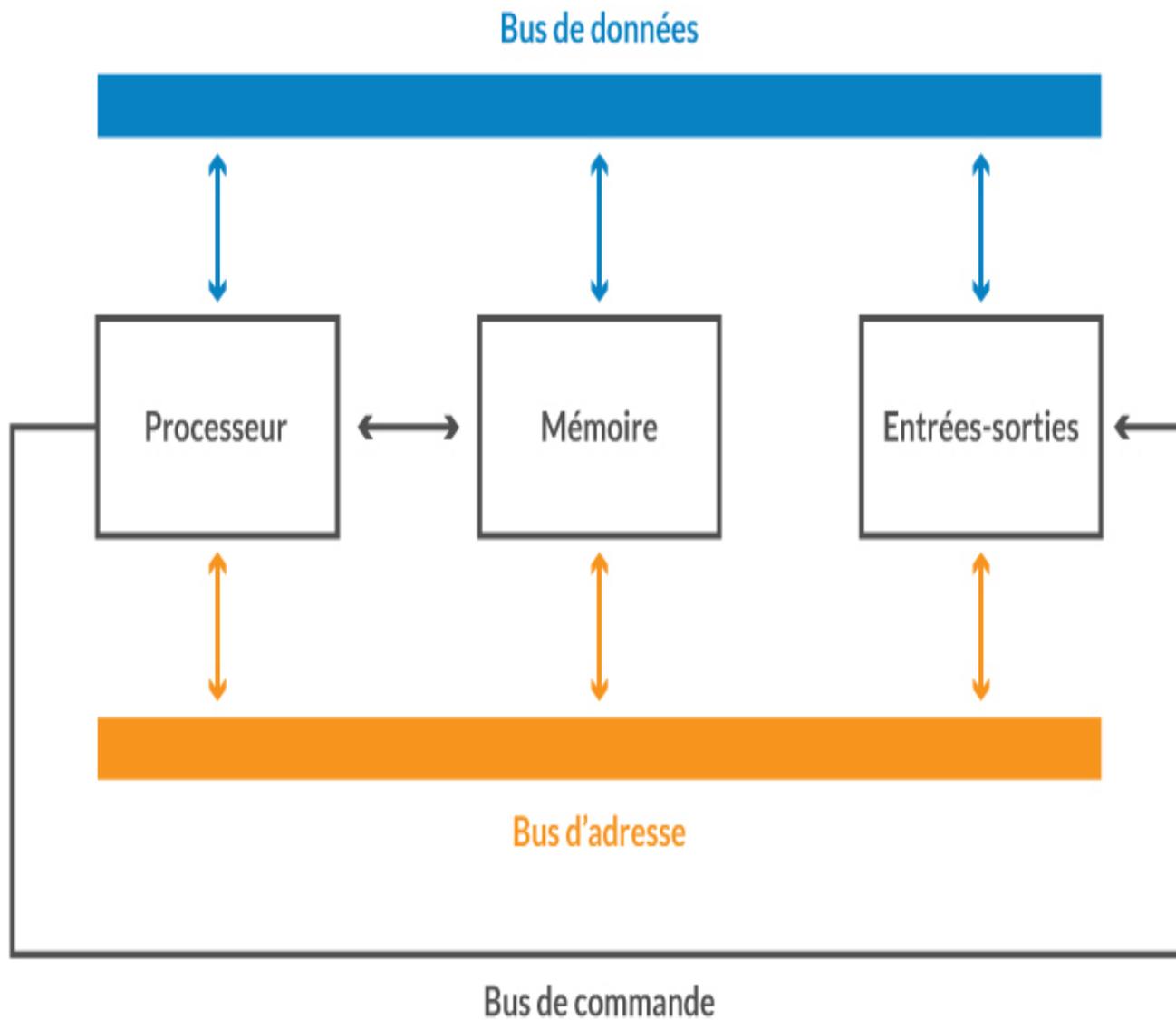
▪ Bus d'adresses (bus d'adressage ou mémoire) :

Un unidirectionnel,

- Permet la sélection des informations à traiter dans un espace mémoire (**ou espace adressable**).
- Il peut avoir 2^n emplacements, avec n = nombre de conducteurs du bus d'adresses.

✓ Bus de commande (bus de contrôle) :

- Un bidirectionnel,
- Constitué par quelques conducteurs qui assurent la **synchronisation** des flux d'informations sur **les bus donnés ou adresses**.



IMPORTANTS CALCULS

- ✓ **Capacité d'une mémoire = Nombre de mots**
*** Taille du mot**
- ✓ **Capacité d'une mémoire = Nombre de mots**
*** Taille du mot**
 - ✓ **Nombre de mots = $2^{\text{nombre de lignes d'adresses}}$**
 - ✓ **Taille du mot (en bits) = nombre lignes de données**