Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Carthage

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage



وزارة التعليب العالي و البدك العلمي جامعة قرطح المحرمة الوطنية الممنحمين بقرطح

Architecture des systèmes à microprocesseurs

Niveau: 1 ING INFO

Année Universitaire 2019/2020

R. TLILI, I. BEN SLIMEN & A. GUEDDANA

Plan du module

- Introduction aux systèmes à microprocesseurs
 - 2 Les mémoires
 - 3 Les microprocesseurs
 - 4 Architecture d'un processeur RISC (Cortex M4)
- Programmation Assembleur Cortex M4

Plan du module

- Introduction aux systèmes à microprocesseurs
 - 2 Les mémoires
 - 3 Les microprocesseurs
 - Architecture d'un processeur RISC (Cortex M4)
- Programmation Assembleur Cortex M4

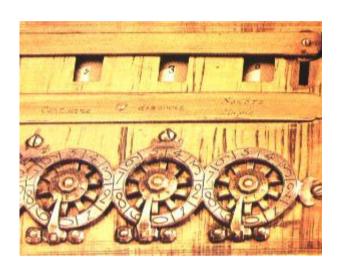
Générations des calculateurs

Génération Zéro: (Avant 1945) calculateurs non universels non programmables

Dates			
1642	Machine mécanique des additions et soustractions par Pascal		
1728	Ajout des multiplications et divisions par Leibniz		
1833	Machine analytique de Babbage comportant: ✓ Magasin (mémoire) ✓ Moulin (unité de calcul) ✓ Entrée (lecteur de carte perforé) ✓ Sortie (sous forme d'impression de perforation)		
1838	Fondement de l'algèbre de Boole par Georges Boole		
Fin 19 ^e siècle	Calculateur de statistique avec des cartes perforées suivant un système de codage de Hollerith (américain)		
1936	Machine universelle (imaginaire) de Turing		
1940	Premier ordinateur non programmable ABC (Atanasoff And Berny Computer)		



Pendant la deuxième guerre mondiale, les deux ordinateurs ENIGMA (Allemagne) et COLOSSUS (Bretagne), ont vus le jour, pour déchiffrer les messages codés.

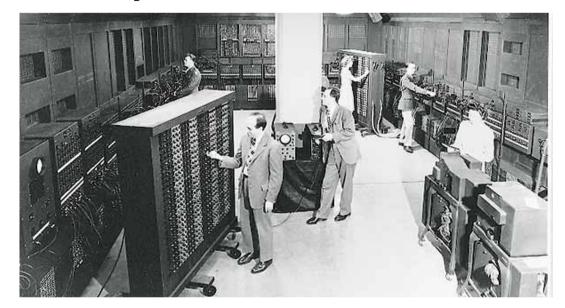






Première Génération : (1945-1955) calculateurs programmables à base des tubes à vide

- ➤ Premier ordinateur aux USA s'appelle ENIAC
- ✓ sorte de calculatrice électronique à base de lampes (durée de vie très limitée)
- ✓ 30 tonnes pour 20000 lampes
- ✓ consommation de 140 kw
- ✓ surface occupée: plusieurs dizaines de m²
- ✓ Sa programmation nécessite le branchement et le débranchement de plusieurs dizaines de câbles (pour passer d'un calcul à un autre).
- ✓ Un pas important mais peu fiable



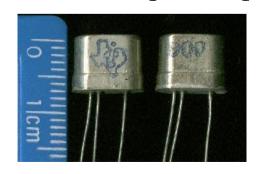


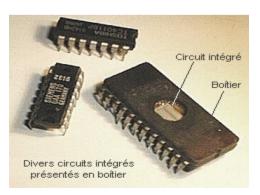
Deuxième Génération : (1955-1965) Apparition des composants à semiconducteurs

- > composants: diodes et transistors
- ✓ La fiabilité, le temps de réponse ainsi que la taille se sont améliorés.
- ✓ Les machines de cette génération sont caractérisées par la multiprogrammation
- ✓ Apparition de disques durs et de langages de programmation notamment algol, PL1 et COBOL.

Troisième Génération : (1965-1980) Intégration des transistors

- ✓ intégrer deux transistors sur une plaque en silicium d'un cm², puis dix jusqu'à quelques centaines et ce pour réaliser les circuits de calcul.
- ✓ La fiabilité, le temps de réponse ainsi que la taille ont connu des améliorations de plus en plus importantes.

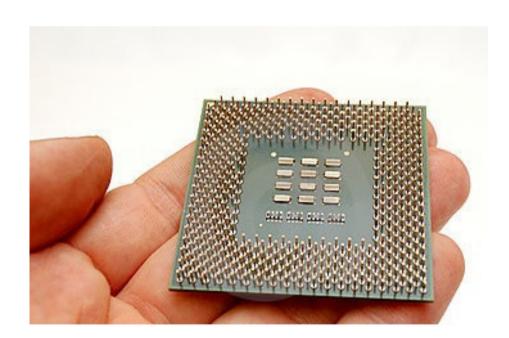






Quatrième Génération : (à partir de 1980) Large Scale Integration

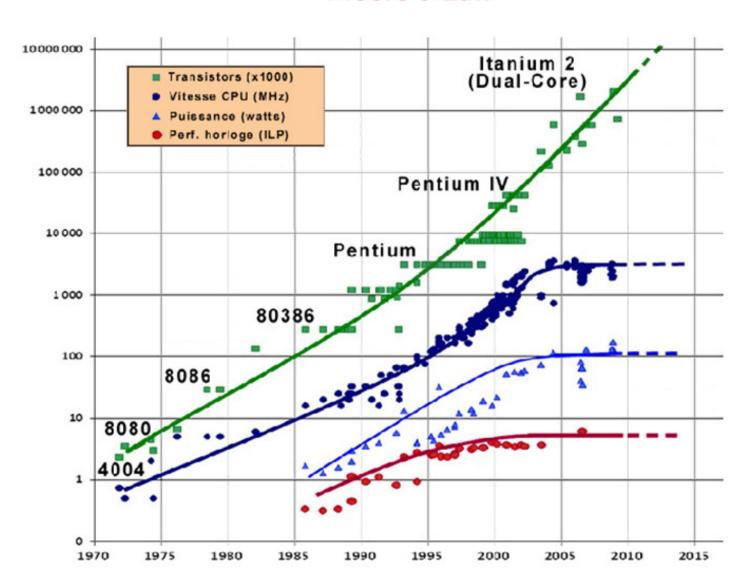
- ✓ intégration à large échelle dans laquelle un calculateur complet tient sur
- 2 à 3 plaques de 5 à 10 cm de côté
- ✓ Apparition des processeurs sur une seule puce
- ✓ Fabrication des petits ordinateurs qui utilisent des systèmes d'exploitation faciles à manipuler.



M

Exemple: Processeurs Intel

Moore's Law

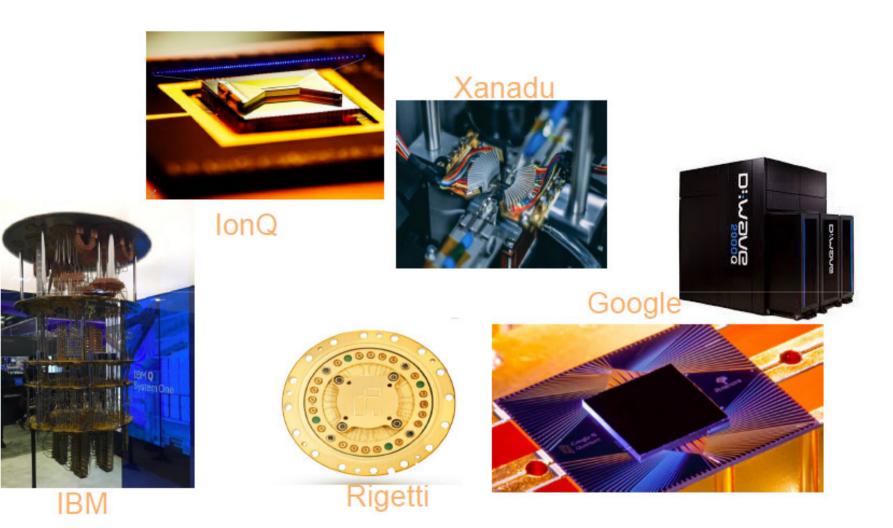




Vers la cinquième Génération : Quantum Computing

- ✓ Les PC actuels fonctionnent suivant les principes de la physique quantique. Seulement, ce comportement quantique est un comportement collectif.
- ✓ La miniaturisation croissante de l'électronique trouve ses limites en raison des effets quantiques, qui vont devenir incontournables en dessous du nanomètre.
- ✓ Il serait indispensable de coder l'information sur des objets quantiques individuels (photons, électrons...) régis par les postulats de la physique quantique
- ✓ On ne parle plus de bits mais plutôt de qubits (superposition d'états 0 et 1)
- ✓ IBM a déjà lancé son premier ordinateur quantique commercialisé à 20 qubits en Janvier 2019.
- ✓ On ait arrivé pour calcul universel à 52/53 qubits (concurrence IBM et Google) et plus de 2000 qubits pour les machines d'optimisation (Dwave)





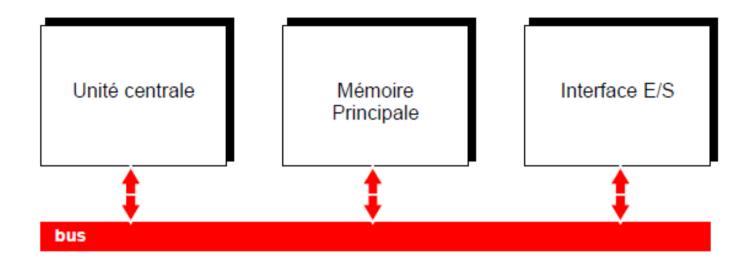


Informatique?

- Science de traitement automatique de l'information
- **Motivation**: faciliter et accélérer le calcul, automatisation, contrôle et commande de processus, communication ou partage de l'information
- Le cours d'architecture des systèmes à microprocesseurs expose les principes de base du traitement programmé de l'information
- La mise en œuvre de ces systèmes s'appuie sur deux modes de réalisation distincts:
- Le matériel (hardware) correspond à l'aspect concret du système : unité centrale, mémoire, organes d'entrées-sorties, etc...
- Le logiciel (software) correspond à un ensemble d'instructions, appelé programme, qui sont contenues dans les différentes mémoires du système et qui définissent les actions effectuées par le matériel.



Modèle de Von Neumann



Cette architecture sert de base à la plupart des **ordinateurs** actuels



Unité Centrale

- # Elle est composée essentiellement par le microprocesseur qui est chargé de:
 - ➤ Interpréter et exécuter les instructions d'un programme,
 - > Lire ou de sauvegarder les résultats dans la mémoire,
 - > Communiquer avec les unités d'échange

Toutes les activités du microprocesseur sont cadencées par une horloge.

- On caractérise le microprocesseur par :
 - ➤ Sa fréquence d'horloge en MHz ou GHz.
 - Le nombre d'instructions par secondes qu'il est capable d'exécuter en MIPS.
 - ➤ La taille des données qu'il est capable de traiter en bits.



Mémoire Principale

- * Elle contient:
- ✓ les instructions des programmes
- ✓ les données associées à ces programmes.
- * Elle se décompose essentiellement en :
 - ➤ Mémoire morte (ROM = Read Only Memory) chargée de stocker le programme du constructeur. C'est une mémoire à lecture seule.
 - ➤ Mémoire vive (RAM = Random Access Memory) chargée de *stocker les instructions d'un programme utilisateur, les données intermédiaires* ou *les résultats de calculs*. On peut lire ou écrire des données dedans, ces données sont perdues à la mise hors tension.



- On caractérise une mémoire par :
- ➤ sa capacité : c'est le nombre total de bits que contient la mémoire. Elle s'exprime aussi souvent en octet (byte).

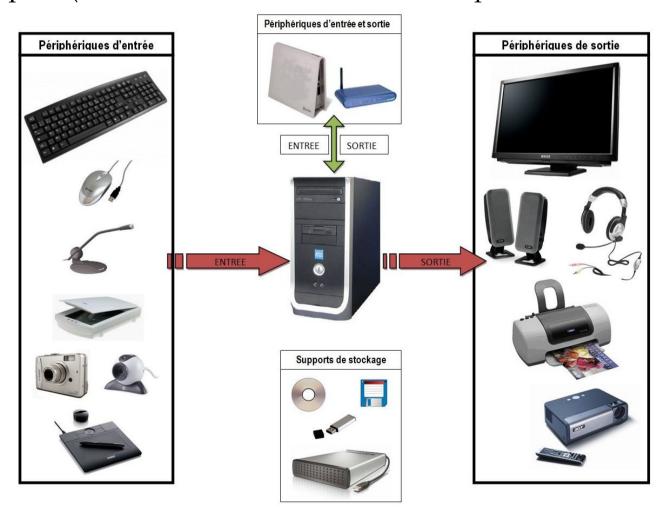
Symbole	Préfixe	Décimal	Binaire
1 K	Kilo	10^{3}	2 ¹⁰
1 M	Méga	10^{6}	2^{20}
1 G	Giga	109	2^{30}
1 T	Téra	10^{12}	2^{40}

- ➤ le format des données : c'est le nombre de bits que l'on peut mémoriser par case mémoire (unité d'adressage) . On dit aussi que c'est la largeur du mot mémorisable.
- ➤ **Volatilité** : c'est la permanence des informations dans la mémoire. L'information stockée est volatile si elle risque d'être altérée par un défaut d'alimentation électrique et non volatile dans le cas contraire.



Interfaces d'Entrées/Sorties

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

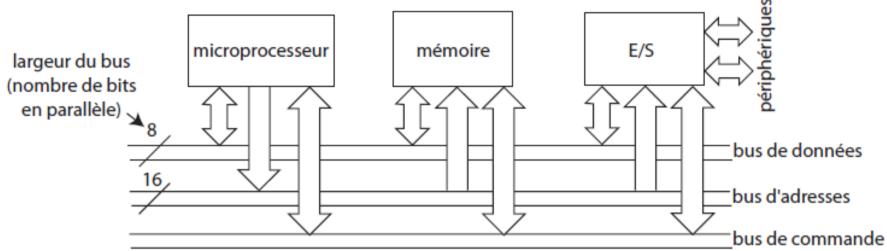


W

Les Bus

- * Un bus est un ensemble de fils qui assure la transmission du même type d'information.
- * Trois types de bus véhiculant des informations en parallèle:
 - ➤ Bus de données : bidirectionnel qui assure le transfert des informations entre le microprocesseur et son environnement, et inversement. Généralement, son nombre de lignes est égale à la capacité de traitement du microprocesseur.
 - ➤ Bus d'adresses : unidirectionnel qui permet la sélection des informations à traiter dans un espace mémoire ou espace adressable qui peut avoir 2ⁿ emplacements, avec n est le nombre de conducteurs du bus d'adresses.
 - ➤ **Bus de commande :** constitué par quelques conducteurs qui assurent la synchronisation des flux d'informations sur les bus des données et des adresses. Il transmet les ordres de lecture et d'écriture de la mémoire et des E/S.





Les microprocesseurs peuvent être classés selon la longueur maximale des mots binaires qu'ils peuvent échanger avec la mémoire et les E/S : microprocesseurs 8 bits, 16 bits, 32 bits,



Description matérielle d'un microprocesseur

Un microprocesseur se présente sous la forme d'un circuit intégré muni d'un nombre généralement important de broches.

Exemples:

Intel 8085, 8086, Zilog Z80 : 40 broches;

Motorola 68000 : 64 broches;

Intel 80386 : 196 broches.

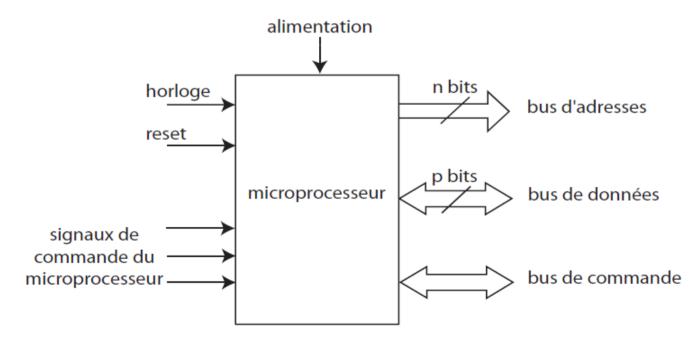
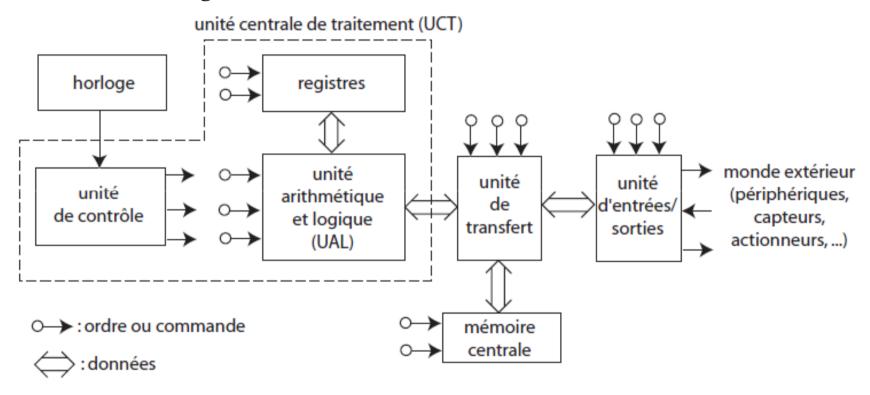


Schéma fonctionnel d'un microprocesseur



Un microprocesseur consiste essentiellement en une unité centrale de traitement (UAL + registres + unité de contrôle) entièrement contenue dans un seul circuit intégré.



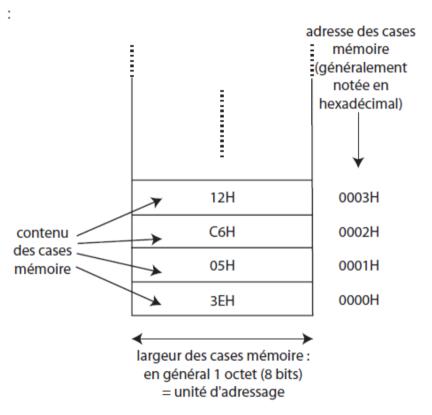


- *****L'unité centrale de traitement (UCT, CPU : Central Processing Unit) est constituée de :
- *Une unité arithmétique et logique* (UAL, ALU : Arithmetic and Logic Unit) : c'est l'organe de calcul du calculateur ;
- *Registres* : zones de stockage des données de travail de l'UAL (opérandes, résultats intermédiaires) ;
- *Unité de contrôle* (UC, CU : Control Unit) : elle envoie les ordres (ou commandes) à tous les autres éléments du calculateur afin d'exécuter un programme.
- * L'unité de transfert est le support matériel de la circulation des données.



Organisation de la mémoire centrale

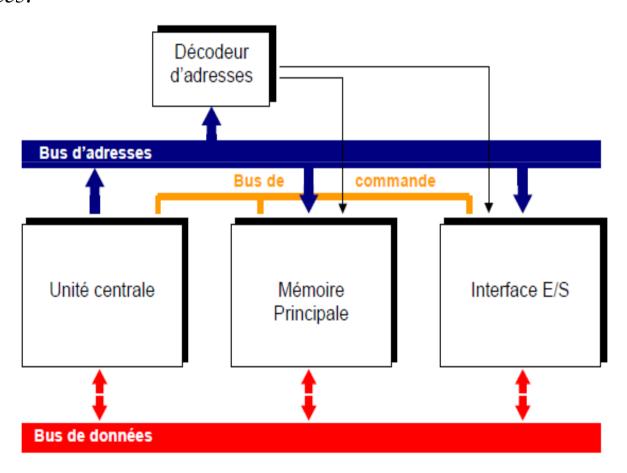
- * La mémoire peut être vue comme *un* ensemble de cellules ou cases contenant chacune une information ou une instruction ou une donnée.
- * Chaque case mémoire est repérée par un numéro d'ordre unique : son adresse.
- * Une case mémoire peut être lue ou écrite par le microprocesseur (cas des *mémoires vives*) ou bien seulement lue (cas des *mémoires mortes*).





Décodage d'adresses

La multiplication des périphériques autour du microprocesseur oblige la présence d'un décodeur d'adresse chargé d'aiguiller les données présentes sur le bus de données.





- Le microprocesseur peut communiquer avec les différentes mémoires et les différents boîtiers d'interface, tous reliés sur le même bus de données
- Pour éviter des conflits, un seul composant doit être sélectionné à la fois.
- On attribue à chaque périphérique une zone d'adresse
- Une fonction « décodage d'adresse » est donc nécessaire afin de fournir les signaux de sélection de chacun des composants.