

Chapitre 1 : Introduction à l'architecture des ordinateurs

1. Introduction

L'informatique, contraction d'information et automatique, est la science du traitement de l'information. Apparue au milieu du 20^{ème} siècle, elle a connu une évolution extrêmement rapide. A sa motivation initiale qui était de faciliter et d'accélérer le calcul, se sont ajoutées de nombreuses fonctionnalités, comme l'automatisation, le contrôle et la commande de processus, la communication ou le partage de l'information.

Le cours d'architecture des ordinateurs expose les principes de base du traitement programmé de l'information.

2. Définitions

- **L'ordinateur** est une machine électronique, qui traite l'information dans une unité centrale (UC, ou CPU pour Central Processing Unit), selon un programme qui est enregistré en **mémoire**.
- **Les données** fournies par un organe d'entrée (par exemple de type clavier) sont traitées par l'unité centrale en fonction du programme pour délivrer les résultats en sortie, via un organe de sortie (par exemple un écran).
- **Un système informatique** est le système de traitement automatique de l'information. Il se compose de deux parties :

La partie matérielle (Hardware) : l'ensemble des éléments physiques constituant la machine.

La partie logicielle (Software) : l'ensemble des logiciels (programmes).

- Au début, les humains transformaient leurs problèmes en instructions compréhensibles directement par la machine. Actuellement ces problèmes sont décrits dans des langages plus proches du langage humain.
- **Architecture**

Étude et description du fonctionnement des composants internes d'un ordinateur

- Type et codage des informations manipulées
- Dialogue entre les composants
- Fonctionnement logique interne des composants

Le choix d'une architecture est toujours le résultat d'un compromis :

- entre performances et coûts
 - entre efficacité et facilité de construction
 - entre performances d'ensemble et facilité de programmation
- etc ...

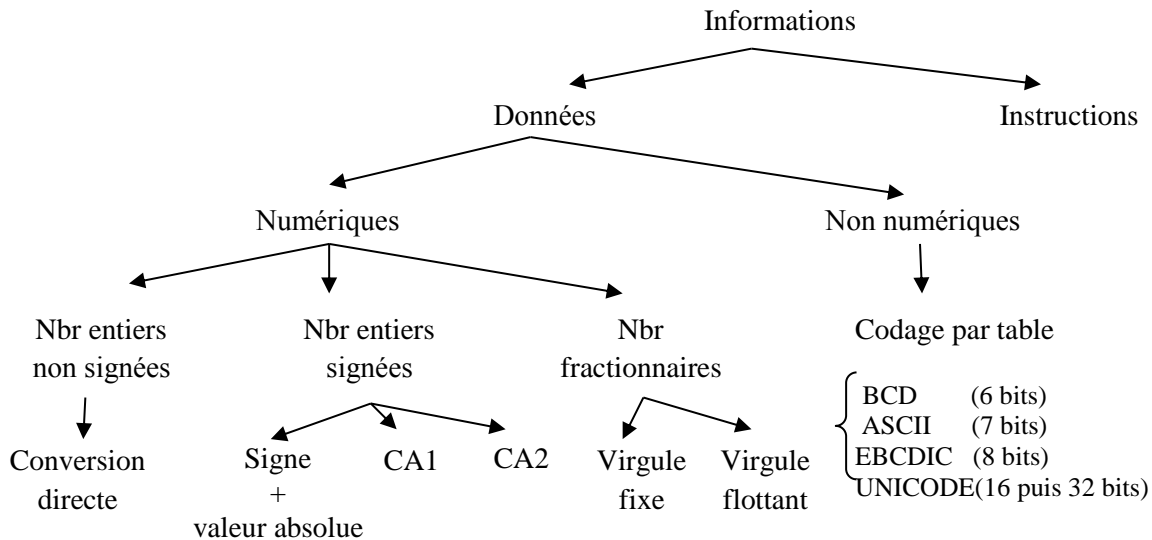
3. Représentation des informations

Les informations traitées par un microprocesseur sont de différents types (nombres, instructions, images, vidéo, etc...) mais elles sont toujours représentées sous un format binaire. Seul le codage changera suivant les différents types de données à traiter. Elles sont représentées physiquement par 2 niveaux de tensions différents.

En binaire, une information élémentaire est appelé **bit** et ne peut prendre que deux valeurs différentes : **0** ou **1**.

Une information plus complexe sera codée sur plusieurs bits. On appelle cet ensemble un **mot**. Un mot de 8 bits est appelé un **octet**.

La mémoire d'un ordinateur contient deux types d'information (les instructions et les données).



4. Notion de Programme

- Un programme est une suite d'instructions élémentaires, qui vont être exécutées dans l'ordre par le processeur.
- Ces instructions correspondent à des actions très simples, comme additionner deux nombres, lire ou écrire une case mémoire, etc.
- Le processeur est capable d'exécuter des programmes en langage machine.
- Chaque type de processeur est capable d'exécuter un certain ensemble d'instructions, son jeu d'instructions.
- Il existe deux méthodes pour transformer un programme écrit dans le nouveau langage L2 en une suite d'instructions dans le langage L1:
 - a) La compilation: Elle consiste à remplacer chaque instruction du programme L2 par la suite d'instructions en L1 équivalente de façon à obtenir un nouveau programme écrit entièrement en L1 qui sera exécuté.
 - b) L'interprétation: Chaque instruction du programme L2 est examinée, et la séquence d'instructions équivalente L1 est immédiatement exécutée.
- L2 est plus proche du langage humain, mais pour que la traduction ou l'interprétation reste simple, il faut que L2 et L1 ne soient pas trop différents.
- Du fait que L2 reste peu pratique à utiliser, on peut définir un nouveau langage L3 composé d'instructions plus proche de l'utilisateur final.
- Les programmes écrits en L3 sont traduits ou interprétés en L2.
- D'une manière ascendante, on peut définir une suite de langages L_i , chacun plus pratique que son prédécesseur jusqu'à obtenir un langage acceptable et plus proche du langage naturel humain.

5. Historique (évolution architecturale)

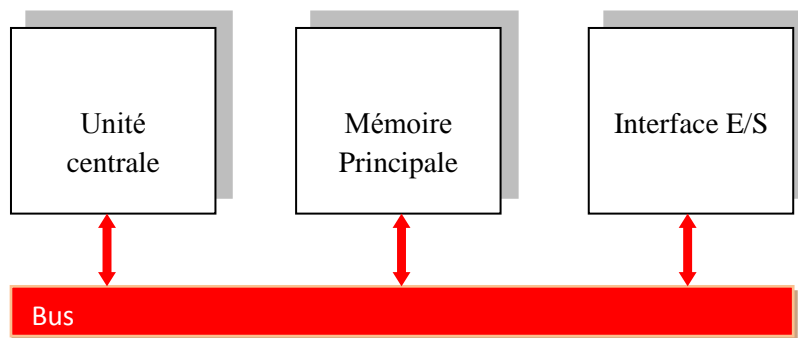
- Calculettes
- **1946** ENIAC 1^{ère} machine programmable
(Univ. Pensylvannie, 30m, programmable à la main)
- **1949** Machine programmable, modèle Von Neumann (programme stocké)
Machines à accumulateurs
- **1956** Machines à registres généraux
(Pegasus, IBM 701)
- **1963** Machines à pile
(B5000)
- **1964** IBM 360 Control Data CDC 6600
"Architecture des ordinateurs"
- **1970** architectures orientées logiciel micro-processeurs
Intel 4004, 8008
- **1978** VAX DEC
Architecture orthogonale
Instruction mémoire / mémoire
1 Architecture ---- 1 système d'exploitation
- **1980** IBM PC 8086, 8088 Motorola Macintosh Projets architectures RISC
Architecture ouverte 68000 IBM 801
 MIPS Stanford
 RISC Berkeley
- **1986** Commercialisation architectures RISC
SPARC SUN, 88000, DECstation 3200
- **1993** Architectures superscalaires + traitement parallèle de flots de données (vidéo, son, ...)
+ organisation mémoire
Intel Pentium, PowerPC, Ultra SPARC
- **2000** toujours plus de parallélisme, exécution dans le désordre, prédiction des
branchements, DSP (Digital Signal Processor), multi- Processeur Pentium 4 : multi-
threading
- **2015** Processeurs dédiés (téléphonie mobile, reconnaissance et synthèse de la
parole, biomédical, ...), parallélisme de haut niveau, des mémoires plus grandes
économies d'énergies !

6. Architecture de base d'un ordinateur (Modèle de Von Neumann)

Pour traiter une information, un microprocesseur seul ne suffit pas, il faut l'insérer au sein d'un système minimum de traitement programmé de l'information. John Von Neumann est à l'origine d'un modèle de machine universelle de traitement programmé de l'information (1946). Cette architecture sert de base à la plupart des systèmes à microprocesseur actuel. Elle est composée des éléments suivants :

- une unité centrale
- une mémoire principale
- des interfaces d'entrées/sorties

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



4.1 L'unité centrale

Elle est composée par le microprocesseur qui est chargé d'interpréter et d'exécuter les instructions d'un programme, de lire ou de sauvegarder les résultats dans la mémoire et de 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

4.2 La mémoire principale

Elle contient les instructions du ou des programmes en cours d'exécution et les données associées à ce programme. Physiquement, elle se décompose souvent en :

- une mémoire morte (**ROM** = Read Only Memory) chargée de stocker le programme. C'est une mémoire à lecture seule.
- une mémoire vive (**RAM** = Random Access Memory) chargée de stocker 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.

Remarque :

Les disques durs, disquettes, CDROM, etc... sont des périphériques de stockage et sont considérés comme des mémoires secondaires.

4.3 Les interfaces d'entrées/sorties

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

4.4 Les bus

Un bus est un ensemble de fils qui assure la transmission du même type d'information. On retrouve trois types de bus véhiculant des informations en parallèle dans un système de traitement programmé de l'information :

- **un bus de données** : bidirectionnel qui assure le transfert des informations entre le microprocesseur et son environnement, et inversement. Son nombre de lignes est égal à la capacité de traitement du microprocesseur.
- **un bus d'adresses**: unidirectionnel qui permet la sélection des informations à traiter dans un *espace mémoire* (ou *espace adressable*) qui peut avoir 2 emplacements, avec $n =$ nombre de conducteurs du bus d'adresses.
- **un bus de commande**: constitué par quelques conducteurs qui assurent la synchronisation des flux d'informations sur les bus des données et des adresses.

7. 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.

En effet, le microprocesseur peut communiquer avec les différentes mémoires et les différents boîtiers d'interface. Ceux-ci sont tous reliés sur le même bus de données et afin d'éviter des conflits, un seul composant doit être sélectionné à la fois.

Lorsqu'on réalise un système microprogrammé, on attribue donc à chaque périphérique une zone d'adresse et une fonction « décodage d'adresse » est donc nécessaire afin de fournir les signaux de sélection de chacun des composants.

