

# ***Chapitre1: Approche des circuits programmables***

## **1. Introduction**

L'informatique, contraction d'information et automatique, est la science du traitement de l'information. Apparue au milieu du 20ème 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 [1].

Le cours calculateurs et interfaces 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 et le logiciel. 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.

L'architecture de base des circuits programmable comprend notamment la donnée d'un jeu d'instructions, d'un ensemble de registres visibles par le programmeur, d'une organisation de la mémoire et des entrées sorties, des modalités d'un éventuel support multiprocesseur, des interfaces d'entrées/sorties, les bus, etc.

## **2. Histoire de l'électronique et de l'informatique**

- 1642 - Pascal invente la *Pascaline*, **calculatrice** entièrement **mécanique**.
- 1792 - Les frères Chappe inventent le **télégraphe optique** (Le premier réseau ?)
- 1981 – jacquard : métiers à tisser à cartes perforées
- Langage binaire
- Programme enregistré
- 1904 - la **diode** par John FLEMING : Premier tube à vide.
- 1932 - **Compteur à tubes** (premier « calculateur » électronique)

- 1940 - **Circuit Imprimé** Les composants devenant de plus en plus petits, on les fixe sur des petites plaquettes isolantes sur lesquelles ces composants sont reliés électriquement par des pistes métalliques très fines.
- 1946 - **ENIAC premier ordinateur**, Consommation : 140KW, Horloge : 100 kHz, 5,000 additions par seconde, 500 multiplications par seconde
- 1947 - **Le transistor bipolaire à jonction**. Le commencement de l'électronique « moderne »
- 1951 - **Transistor FET et Disque Dur (5Mo)**
- 1958 - **Circuit intégré** par Jack KILBY. Le principe consiste à fabriquer dans un même bloc de semi-conducteur (une puce) plusieurs composants (résistances, condensateurs, transistors).
- 1960- **Diodes Électroluminescentes** Fabriquées à l'aide de semi-conducteurs (sous forme d'alliage binaire de Phosphore de Gallium et d'Arséniure de Gallium), ces diodes ont la propriété d'émettre de la lumière dans le spectre infrarouge ou visible. Leurs principales qualités sont une très faible consommation, une grande rapidité et une durée de vie quasi-illimitée.
- 1971 - **Le premier microprocesseur** : le 4004 d'Intel. Il comporte 2250 Transistors et exécute 60 000 opérations par seconde à une fréquence de 108 Khz. Sa puissance était égale à celle de l'ENIAC.
- 1974 - **La carte à puce** par Roland Moreno, objet fait d'une lame de plastique standardisée sur laquelle est déposée une puce. Cette dernière dispose d'un microprocesseur lui permettant de faire des calculs, d'une mémoire permettant de les traiter et d'un port pour communiquer avec les ordinateurs. Dès 1981, la carte à puce est utilisée dans les cartes bancaires françaises, mais elle aura aussi des applications dans la téléphonie grâce aux cartes téléphoniques puis aux cartes SIM.
- 1974 - **Intel 8080**, Mots de 8 bits, bus adresses 16 bits, bus données 8 bits, 7 registres de 8 bits, 64 k octets adressables, 6000 transistors, Horloge : 2 MHz
- 1981 - **L'Intel 8086** équipe le premier PC et le MOTOROLA 68000, l'Apple II, début de l'informatique grand public.

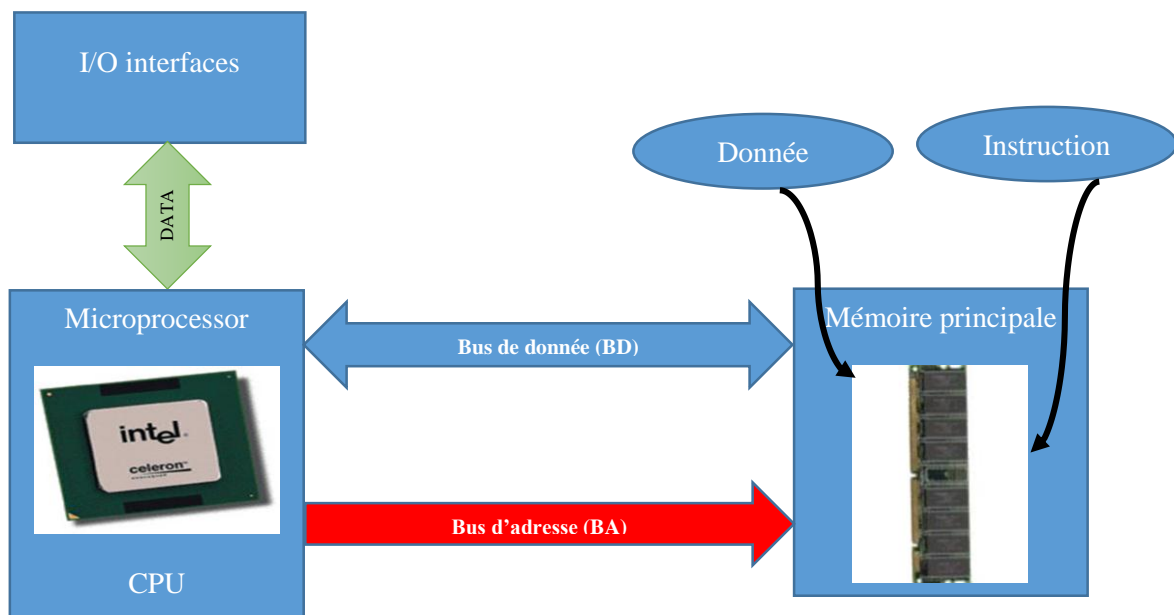
- 1985 - 1990 - **premiers microcontrôleurs industriels** INTEL 8051 et MOTOROLA 68HC11.
- 1995 - La puissance des ordinateurs permet la vulgarisation des outils de CAO et des compilateurs C avec comme cibles les microcontrôleurs

### 3. Architecture de base d'un circuit programmable

#### 3.1 Modèle Von Neumann

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.

L'architecture de base d'un circuit programmable est basée sur un seul mémoire principale qui contient en même temps les données et les instructions. De plus, elle est contient des bus adresses, de données ainsi que des interfaces entrées/sorties. La figure.1.1 représente l'architecture de base d'un circuit programmable basée sur le modèle Von Neumann [2].



**Figure.1.1** : Architecture de base d'un circuit programmable modèle Von Neumann.

L'architecture dite architecture de Von Neumann est un modèle pour un ordinateur qui utilise une structure de stockage unique pour conserver à la fois les instructions et les données demandées ou produites par le calcul. De telles machines sont aussi connues sous le nom d'ordinateur à programme enregistré. La séparation entre le stockage et le processeur est implicite dans ce modèle.

### 3.2 Unité centrale de traitement (CPU)

CPU (Central Processing Unit) désigne l'unité de traitement ou microprocesseur principal d'un ordinateur. Il est soumis à divers paramètres tels que la cadence, la fréquence, la mémoire cache, eux même assujettis à la finesse de gravure et au nombre de transistors gravés lors de l'usinage de cette puce composée de silicium.

CPU est en réalité une puce électronique qui sert à échanger des données entre les différents composants d'un dispositif électronique. Cette puce mesure généralement moins de 5 cm de long et de large, avec une épaisseur de quelques millimètres. Intel et AMD figurent parmi les principaux fabricants de CPU sur le marché mondial.

Elle traite et organise les données des autres composants de la machine comme la mémoire et le disque dur, puis réalise des calculs divers pour faciliter l'interaction entre l'utilisateur et la machine.

Parmi les registres qui composent le CPU, on en distingue deux très importants : l'accumulateur qui conserve les données traitées, et le compteur ordinal qui fournit l'adresse mémoire des instructions à exécuter. Les processeurs modernes intègrent d'autres éléments comme la mémoire cache, qui améliore le traitement des données tout en limitant leur accès à la mémoire vive.

### 3.3 Mémoire principale

Le but de l'informatique étant de traiter des informations. Il faut pour cela pouvoir ranger ces informations et les programmes qui les manipulent dans une mémoire ou plus exactement dans des mémoires car la mémorisation des données et des instructions est réalisée à l'aide d'une variété de composants mémoire qui se caractérisent par leur vitesse, leur capacité, leur volatilité, leur prix et leurs dimensions physiques [3].

On distingue :

- ❖ La mémoire de masse, dont le rôle est d'être une zone de stockage permanent. Ce rôle est assuré par les disques (disques durs, disquettes, CD-ROM ou DVD) ou par des bandes. Les données y sont enregistrées par des procédés magnétiques ou optiques, elles subsistent même quand ces équipements sont hors tension. Ce sont par contre des systèmes relativement lents.

- ❖ La mémoire centrale dont le rôle est d'être une zone de travail et de stockage temporaire. Les programmes que l'on veut exécuter et les données que l'on veut traiter doivent d'abord être chargés en mémoire centrale pour y être à la disposition du processeur.

La mémoire centrale est un organe passif qui reçoit des ordres de lecture/écriture du CPU.

- ✓ Les ordres de lecture/écriture lui sont envoyés par le bus de commande "*Control Bus*".
- ✓ Les emplacements à lire ou écrire sont signifiés par le bus d'adressage "*Address Bus*".
- ✓ Les données transitent par le bus des données "*Data Bus*".

Cette partie est conçue principalement pour le stockage des éléments suivants:

- ❖ Les programmes
- ❖ Les données

Elle est composée par:

- ❖ 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.
- ❖ Mémoire morte ROM (Read Only Memory): chargée de stocker le programme. C'est une mémoire à lecture seule.

### 3.4 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...).

### 3.5 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 :

#### a) *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.

**b) Un bus d'adresses :**

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

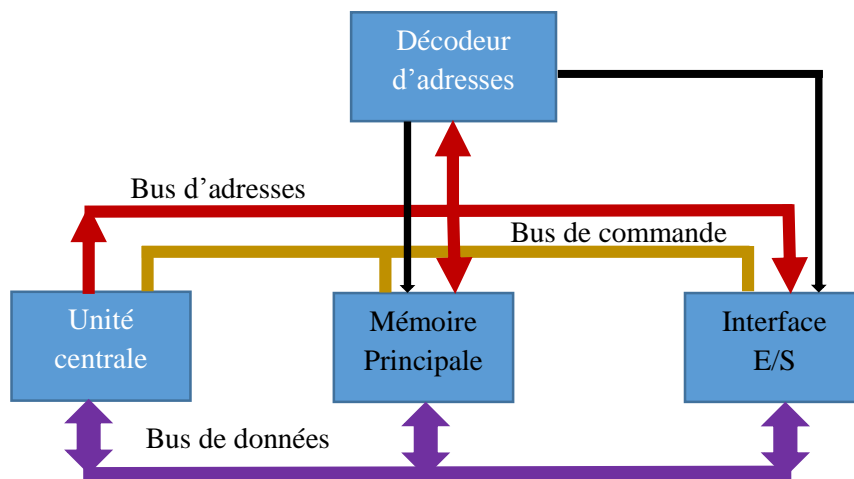
**c) Un bus de commande :**

Constitué par quelques conducteurs qui assurent la synchronisation des flux d'informations sur les bus des données et des adresses.

**3.6 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 [1].

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.



**Figure.1.3 :** Présentation d'interconnexion entre le décodeur et les autres blocs.

**Référence :**

- [1] S. HAROUN, Approche des systèmes à microprocesseurs, chapitre, 2019.
- [2] Debyo SAPTONO, Conception d'un outil de prototypage rapide sur le FPGA pour des applications de traitement d'images, thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, 04 novembre 2011.
- [3] S.G. Shiva, "Computer design and Architecture", Third edition, Marcel Dekker editor, ISBN 0 8247 0368 5, 2000.