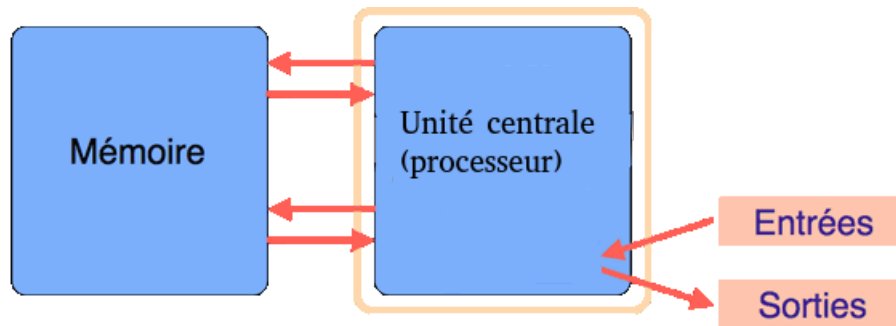


# Chapitre : S.O.C (Système On a Chip)

## 1 Introduction

Depuis plus de soixante ans, l'architecture des ordinateurs est conforme à un schéma qui a peu évolué depuis son origine : le modèle dit « de von Neumann ». Ce modèle est représenté par le schéma ci-dessous :



On distingue trois éléments :

- Le processeur (CPU) : élément permettant d'exécuter les instructions d'un programme
- La mémoire : éléments permettant de stocker les données.
- Les entrées et sorties : éléments permettant la communication entre l'ordinateur et l'être humain appelés périphériques.

## 2 Le processeur

### 2.1 Présentation

Le processeur (CPU, pour Central Processing Unit) effectue les calculs à partir des données, des instructions(codées sous forme binaires) qui lui parviennent. Le processeur est composés de millions de transistors placés dans un boîtier comportant des connecteurs d'entrée-sortie.

Quelques caractéristiques d'un processeur :

- **L'horloge** Le processeur est cadencé par une horloge interne qui envoie des impulsions. La fréquence d'horloge, correspond nombre d'impulsions par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz). Pour un ordinateur à 2 GHz, l'horloge envoie 2 000 000 000 impulsions par seconde. Cette horloge permet notamment au processeur de basculer constamment d'un processus à l'autre sans que l'utilisateur ne s'en aperçoive.
- **MIPS**
- **32bits - 64bits**
- **Le nombre d'unités de calcul**

## 3 Les mémoires

### 3.1 Présentation

Une « mémoire » est un composant électronique capable de stocker des informations.

Une mémoire est caractérisée par :

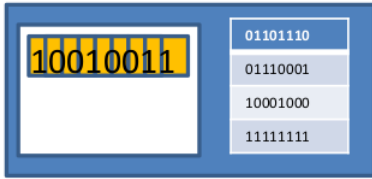
- Sa capacité, représentant le volume global d'informations (en bits) que la mémoire peut stocker.
- Son temps d'accès, correspondant à l'intervalle de temps entre la demande de lecture/écriture et la disponibilité de la donnée.
- Sa persistance

### 3.2 Volatile V.S permanente

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Octet>

Mémoires vives : mémoires **volatiles** :

Mémoires de masse :  
mémoires **permanentes**



**REGISTRES**  
**N bits (32, 64)**  
**1 nanoseconde**

**Mémoires Caches**  
**Koctets (L1,L2)**  
**5 nanosecondes**

**Mémoires Centrales**  
**Goctets**  
**10 nanosecondes**

**Mémoires de masse**  
**500 Goctets - Toctets**  
**5 millisecondes**

Au plus près du cpu

Capacité, vitesse

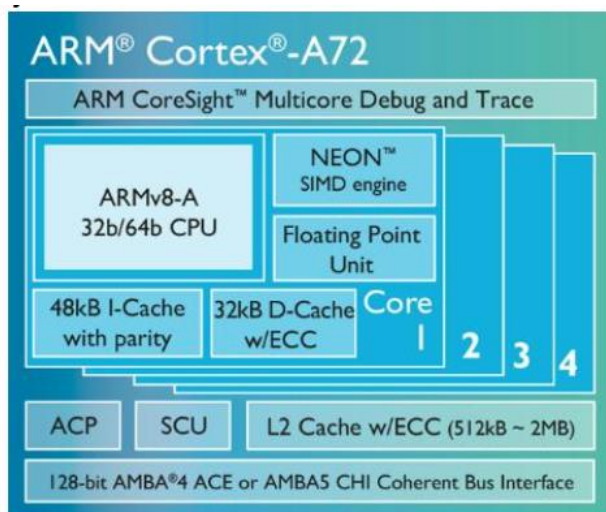
Au plus loin du cpu

- **Mémoire volatile** : le contenu de la mémoire n'existe que si il y a une alimentation électrique (typiquement les mémoires caches et mémoire centrale)
- **Mémoire permanente**, de masse : mémoire de grande capacité dont le contenu demeure même sans alimentation électrique (typiquement le disque dur)

## 4 Exercices

### Exercice n° 1

Voici un extrait des caractéristiques du dernier Raspberry PI 4 :



- Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
- 2GB, 4GB or 8GB LPDDR4-3200 SDRAM (depending on model)
- 2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless, Bluetooth 5.0, BLE
- Gigabit Ethernet
- 2 USB 3.0 ports; 2 USB 2.0 ports.
- Raspberry Pi standard 40 pin GPIO header (fully backwards compatible with previous boards)
- 2 × micro-HDMI ports (up to 4kp60 supported)
- 2-lane MIPI DSI display port
- 2-lane MIPI CSI camera port
- 4-pole stereo audio and composite video port
- H.265 (4kp60 decode), H264 (1080p60 decode, 1080p30 encode)
- OpenGL ES 3.0 graphics
- Micro-SD card slot for loading operating system and data storage
- 5V DC via USB-C connector (minimum 3A\*)
- 5V DC via GPIO header (minimum 3A\*)

1. Que signifie SoC (en français et en anglais) ?
2. Quelle est la différence entre un SoC d'un nano-ordinateur et un processeur d'un ordinateur classique ?
3. Qu'est ce que la SDRAM ?
4. Que signifie Quad Core ?
5. Quelle est la fréquence de l'horloge ?
6. Qu'est ce que L2 Cache ?
7. Qu'est ce que floating-point unit ?
8. Que signifie 64bits SoC ?
9. Pour calculer le nombre d'opérations par seconde (FLOPS<sup>1</sup>) du SoC, on utilise la formule suivante :  
$$FLOPS = nb_{coeur} \times freq \times nb_{flops/cycle}$$

Sachant que le SoC réalise 4 flops par cycle d'horloge :

  - a. De combien de cœur(s) est constitué le SoC de ce Raspberry ?
  - b. Calculer le nombre d'opérations du Raspberry :
  - c. Comparez le résultat aux 6 Tflops de la Xbox one X :

### Exercice n° 2 Un peu d'histoire ...

Depuis le tout premier circuit intégré (le 4004) jusqu'à nos jours, cette loi s'est toujours vérifiée, même si on s'en éloigne actuellement. Voici un exemple avec quelques processeurs d'Intel :

- 1971 : Intel 4004 : 2 300 transistors
- 1978 : Intel 8086 : 29 000 transistors
- 1982 : Intel 80286 : 275 000 transistors
- 1989 : Intel 80486 : 1 160 000 transistors
- 1993 : Pentium : 3 100 000 transistors
- 1995 : Pentium Pro : 5 500 000 transistors
- 1997 : Pentium II : 27 000 000 transistors
- 2001 : Pentium 4 : 42 000 000 transistors
- 2004 : Pentium Extreme Edition : 169 000 000 transistors
- 2006 : Core 2 Quad : 582 000 000 transistors
- 2010 : Core i7 : 1 170 000 000 transistors

En 1965, la loi de Moore affirme que tous les 18 mois, le nombre de transistors gravés sur un même circuit intégré double. Est-ce que les données vérifient la loi de Moore ?

1. <https://fr.wikipedia.org/wiki/FLOPS>