



Modèle d'architecture séquentielle

Un nom est clairement associé aux machines que nous utilisons aujourd'hui : Von Neumann

Il s'agit d'un ingénieur Hongro-Américain qui allait avoir une idée pour développer la science informatique : **Les instructions sont enregistrées dans la mémoire** (et non plus sur un support externe comme c'était le cas pour les machines antérieures) et **on utilise une structure de stockage unique pour les données et les instructions. Ainsi un programme peut être traité comme donnée par d'autres programmes.**

C'est en 1945, dans le cadre de recherche pour l'US ARMY que Von Neumann et son équipe ont conçu une machine révolutionnaire :

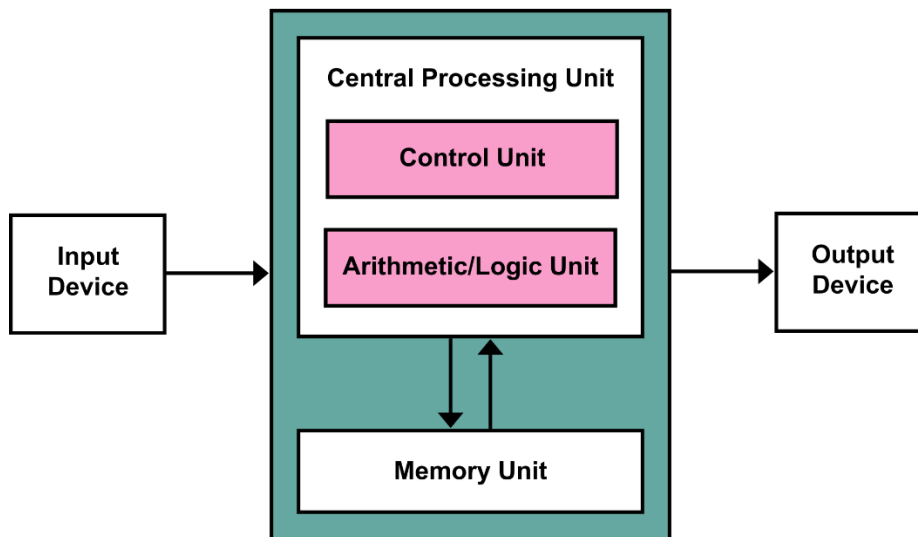
Cet ordinateur est capable d'additionner, soustraire, multiplier en binaire. Sa capacité mémoire est l'équivalent actuel de 5,5ko. Pourtant, il pèse 7850 kg, occupe une surface 45.5m² et nécessite des dizaines de personnes à son chevet en permanence....

Une telle machine a trois composants principaux :

- Des interfaces entrées/sorties
- Une unité centrale, composée d'une unité centrale de traitement (UCT), où l'on retrouve l'UAL (unité arithmétique et logique) et l'UC (unité de contrôle). On retrouve aussi des registres, espaces permettant de stocker de petites quantités de données.
- Une mémoire principale.

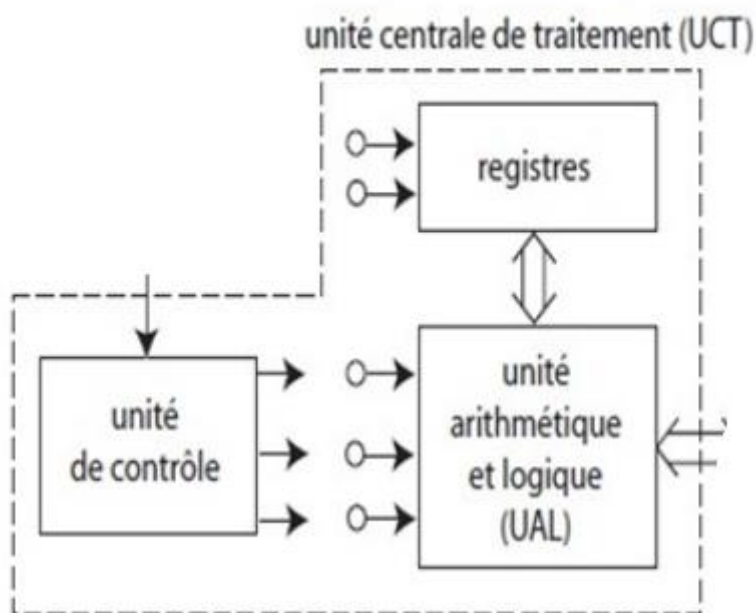
Tous ces éléments sont connectés à l'aide de bus qui assurent l'interconnexion des différentes composantes de la machine.

I. Les caractéristiques des constituants de la machine.



By Kapoht - Own work, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25789639>



Source : [Nizar Toujeni](#)

- **L'UCT est composée :**

1. D'une unité arithmétique et logique dont le rôle est d'effectuer les calculs.
2. D'une unité de contrôle qui envoie les ordres à l'UAL afin que le programme s'exécute.
3. De registres qui sont des zones de stockage de très faibles tailles, permettant de stocker le travail de l'UAL.

Un microprocesseur (UAL+ registres+ UC) est une UCT contenu sur un circuit intégré. On y reviendra

- **La mémoire** généralement composée de deux types :
 1. **Mémoire Rom (read only memory)** : le contenu est fixé lors de la fabrication, peut être lu plusieurs fois par l'utilisateur et n'est pas prévu pour être modifié. C'est là par exemple où sont stockées les informations pour démarrer un ordinateur (BIOS). Le temps d'accès à cette mémoire est de l'ordre de 150 nanosecondes.
 2. **Mémoire Ram (random access memory)** : sert à stocker provisoirement les informations envoyées par un composant informatique . Son accès est très rapide (10 nanosecondes) . On y stocke les programmes en cours d'exécution afin que le processeur puisse y accéder rapidement. Il s'agit d'une mémoire volatile, à savoir qu'elle est effacée à l'arrêt de l'ordinateur (de l'alimentation électrique en fait), contrairement à la Rom. Cette mémoire peut être vue comme des « cellules » capables de stocker chacune une certaine quantité d'octets. Elles sont associées à un numéro. Pour écrire dans la mémoire, on se rend à la cellule dont le numéro est indiqué dans l'instruction. On fait de même pour lire des données stockées en mémoire.

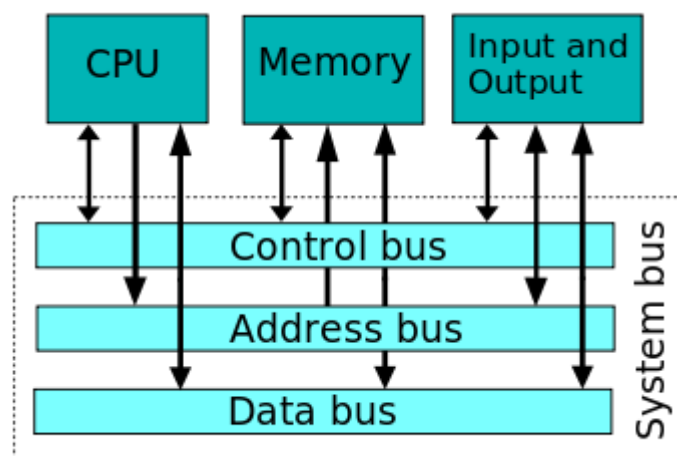
On verra, grâce à un simulateur , le fonctionnement d'un processeur et son lien avec la mémoire.

- **Les autres composants principaux :**

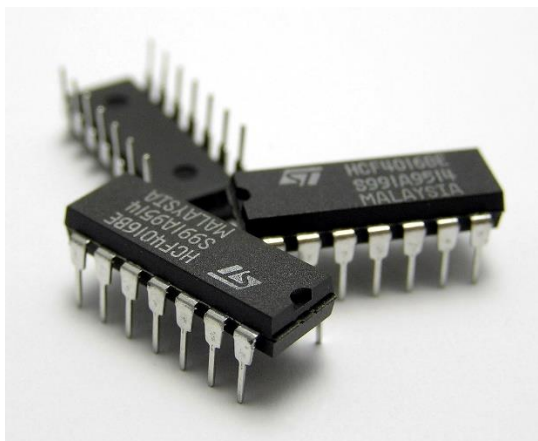
1. Les bus

Ce sont les composants qui permettent aux informations de circuler entre les différents composants de l'ordinateur, notamment en la mémoire RAM et l'UCT. Il existe trois types de bus :

- a. Bus de données : Permet la circulation des données
- b. Bus d'adresses : Permet la transmission des adresses (par exemple, le numéro de la cellule de la RAM où aller chercher l'information)
- c. Bus de contrôle : Permet de spécifier le type d'action à effectuer (lecture, écriture...)



2. **Les transistors** : S'ils ne sont plus présents physiquement dans les ordinateurs, ils continuent à jouer un rôle primordial. Et vous allez voir, la lumière va se faire sur un phénomène qui doit vous sembler bien louche.
- Les transistors n'ont qu'un seul rôle : laisser passer le courant ou pas. Aujourd'hui ils sont gravés sur une plaque de silicium et leur réseau forme le fameux circuit intégré vu plus haut



Circuit intégré de la société franco-italienne Stmicroelectronics.

Lorsque le courant passe, on parle d'état haut (et on lui associe le nombre 1) et lorsqu'il ne passe pas, on parle d'état bas (et on lui associe le 0).

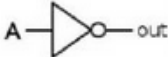



Il n'y a que deux états et avec la combinaison des opérateurs logiques, on va pouvoir matérialiser tous les états possibles. On n'a donc besoin que de deux symboles : Le 0, le courant ne passe pas et le 1, le courant passe. D'où le binaire...

II. Circuits combinatoires

On rappelle les tables des opérateurs booléens

| a | b | NON a | NON b | a AND b | a OR b | a XOR b |
|---|---|-------|-------|---------|--------|---------|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |

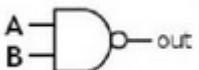
Voici les symboles utilisés :

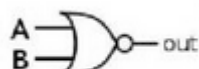
| | |
|-----|--|
| Non |  |
| AND |  |
| OR |  |
| XOR |  |

Il y a deux autres opérateurs que l'on n'a pas vus au moment des opérateurs booléens :

NAND et NOR, « NON ET » et « NON OU »

A l'aide de vos connaissances, établissez les tables de vérités de ces deux opérateurs.

| | | | |
|---|---|------|--|
| A | B | NAND |  |
| 0 | 0 | | |
| 0 | 1 | | |
| 1 | 0 | | |
| 1 | 1 | | |

| | | | |
|---|---|-----|---|
| A | B | NOR |  |
| 0 | 0 | | |
| 0 | 1 | | |
| 1 | 0 | | |
| 1 | 1 | | |

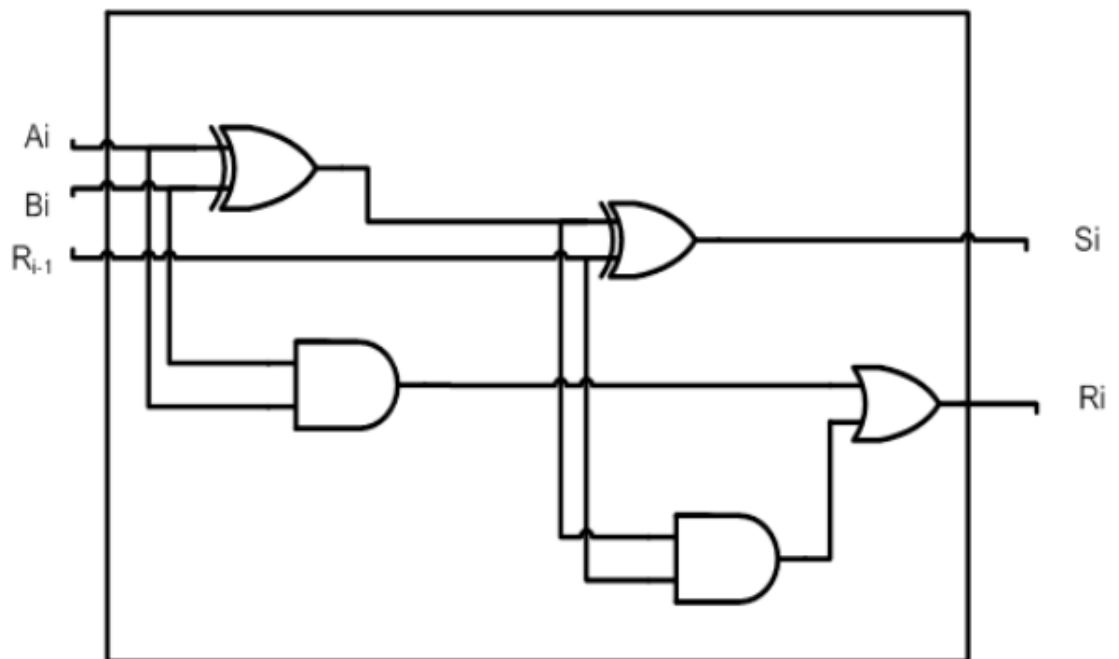
Exercices

Exercice 1 : Remplir la table de vérité suivante, correspond à l'addition de deux entiers binaires . On travaille sur le i ème bit, R_{i-1} correspondant à la retenue

| A_i | B_i | R_{i-1} | S_i | R_i |
|-------|-------|-----------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | | |
| 0 | 0 | 1 | | |
| 0 | 1 | 0 | | |
| 0 | 1 | 1 | | |
| 1 | 0 | 0 | | |
| 1 | 0 | 1 | | |
| 1 | 1 | 0 | | |
| 1 | 1 | 1 | | |

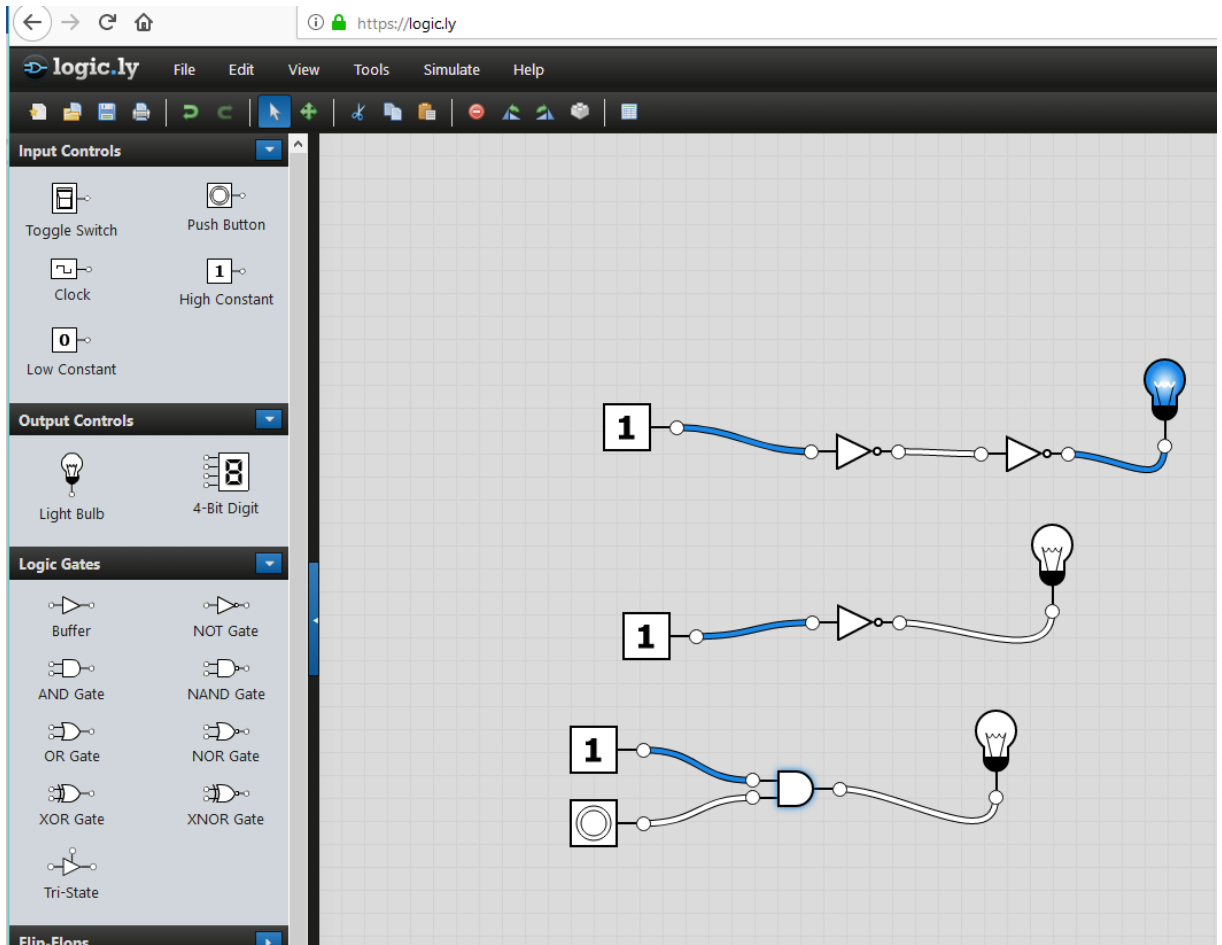
Voici le schéma correspondant à l'additionneur .

On suppose $A_i = 0$, $B_i = 1$ et $R_{i-1} = 1$. Expliquez en détail l'obtention de S_i et de R_i .

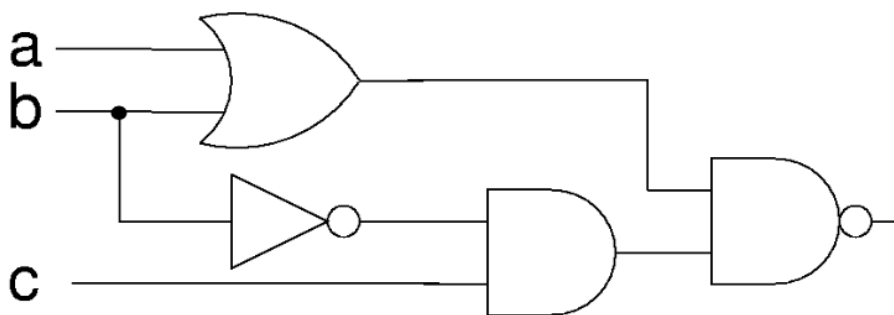


Exercice 2

Le site <https://logic.ly/demo/samples> permet d'effectuer des simulations . Si la lampe est allumée, cela correspond à 1 en sortie. Le bouton permet d'allumer ou d'éteindre (comme dans la vraie vie !!!).



1. Expliquez très sommairement à quoi correspondent les trois schémas, eux aussi sommaires 😊 !
2. Réalisez ce schéma à l'aide du logiciel et établissez sa table de vérité. Attention, il y a trois entrées.



III. Architecture multiprocesseurs

L'évolution des ordinateurs a été dictée par le gain de place, de mémoire, de vitesse. Le cœur de l'ordinateur, le processeur, joue pour la vitesse un rôle très important. Une des caractéristiques du processeur est sa fréquence, exprimée en Hertz.

Augmenter la fréquence (qui est aujourd'hui de l'ordre de quelques Ghz (entre 2 et 4) a atteint des limites.

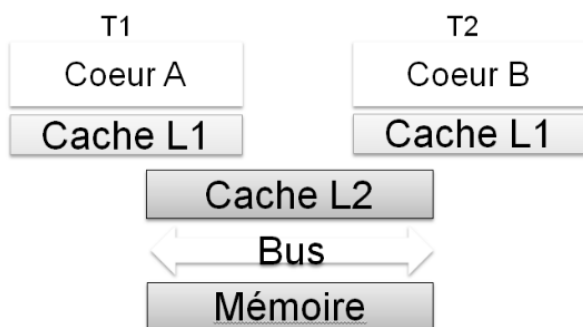
En effet, cela créé une surchauffe que les constructeurs ne peuvent éviter.

Ils ont donc en partie résolu le problème en multipliant le nombre de cœurs (UAL+UC+registres). La technologie actuelle permet de graver plusieurs cœurs sur un même support. Aujourd'hui, certains ordinateurs ont jusqu'à 16 cœurs (et même sans doute un peu plus). Cela permet d'effectuer simultanément plusieurs tâches. Parallèlement, une mémoire locale, la mémoire cache, proche du cœur est très rapidement accessible et permet de minimiser les temps. Il se peut que les différents cœurs partagent la même mémoire cache.

Il y a trois niveaux de mémoire cache :

- Le cache de premier niveau (L1), plus rapide et plus petit (cache de données pouvant être séparé du cache d'instructions) ;
- Le cache de second niveau (L2), moins rapide et plus gros ;
- Le cache de troisième niveau (L3), encore moins rapide et encore plus gros ;

(https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9moire_cache)



Source :<https://perso.telecom-paristech.fr/>



Processeur 4 cœurs.