

## 5.3

### Le modèle de Von Newmann

NSI 1ÈRE - JB DUTHOIT

Afin d'exécuter des algorithmes, tous les ordinateurs actuels sont bâtis autour du même modèle architectural théorique : l'*L'architecture de Von Newmann*

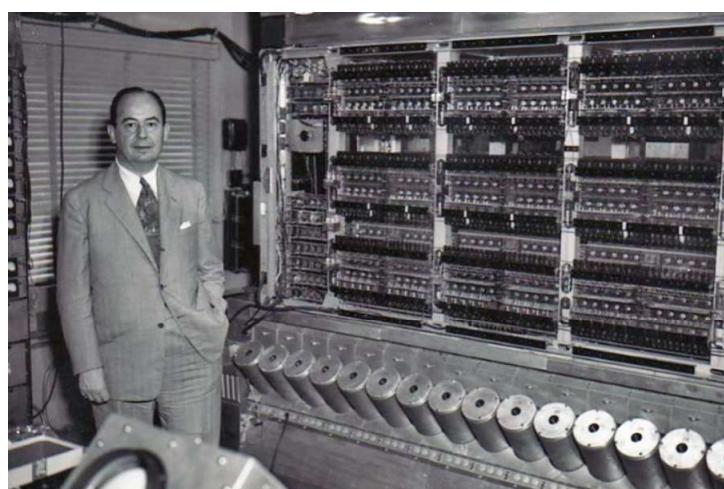
#### Histoire

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.

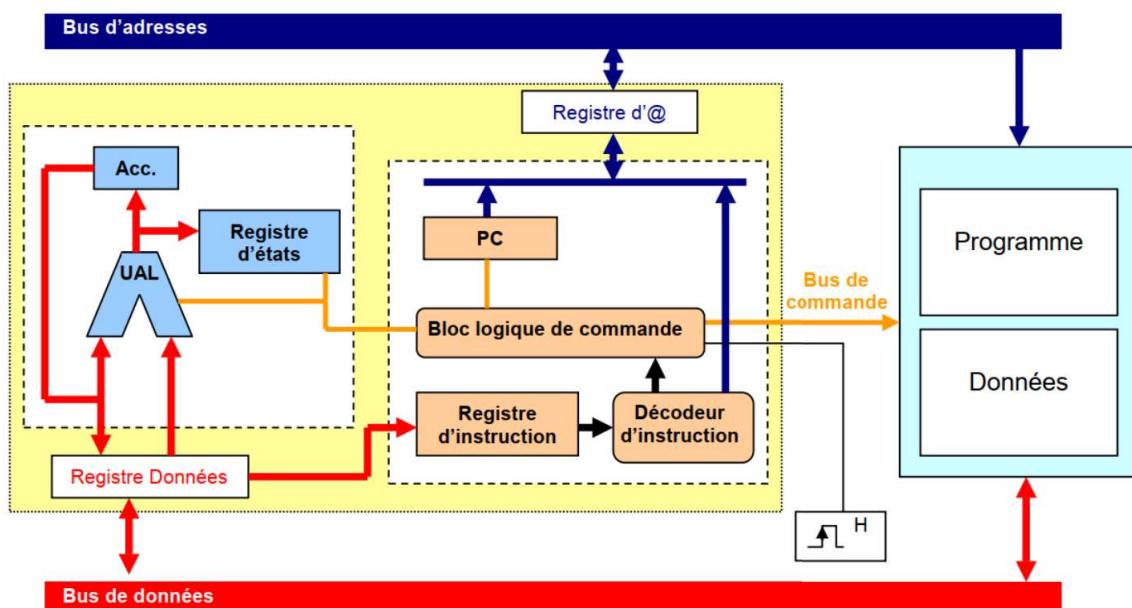
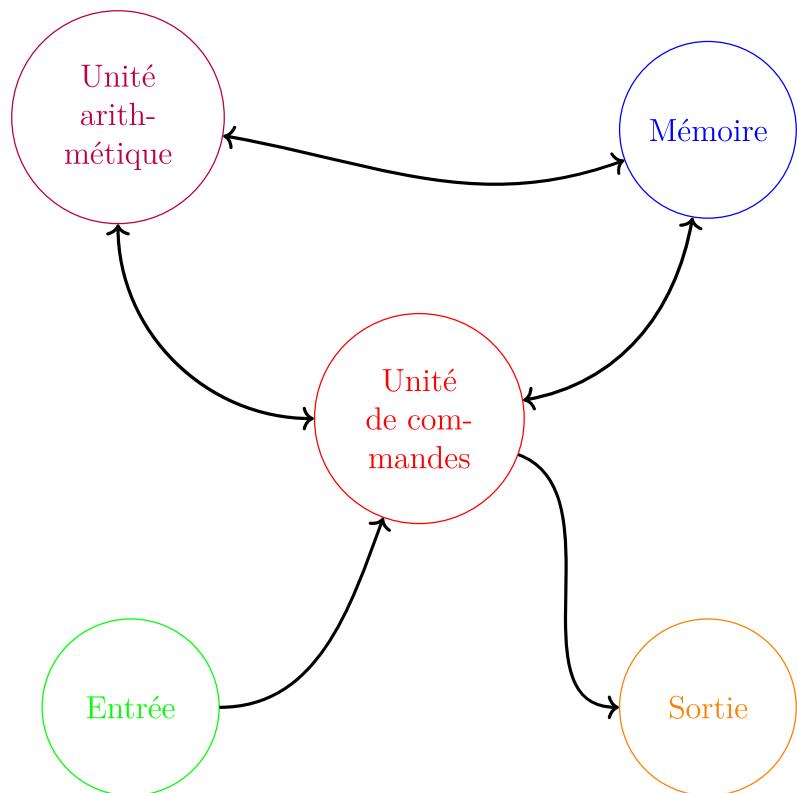
Sa capacité mémoire est l'équivalent actuel de 5,5ko.

Pourtant, il pèse 7850 kg, occupe une surface 45.5m<sup>2</sup> et nécessite des dizaines de personnes à son chevet en permanence....



Von Newmann et sa machine

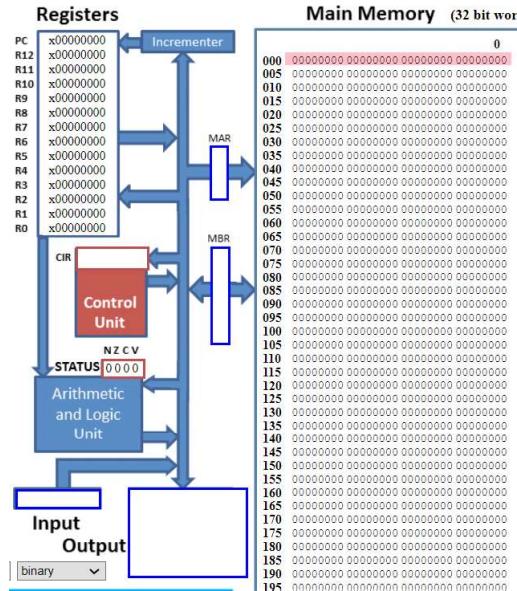
Le schéma de référence est celui-ci :



### 5.3.1 Les différentes phases

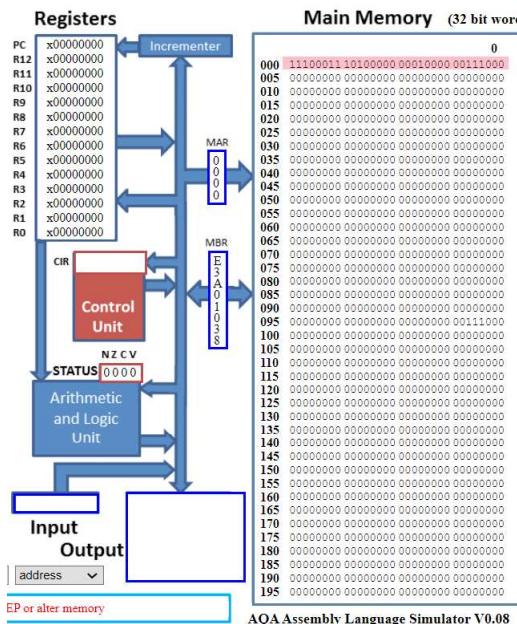
#### Au départ...

Au départ, toutes les mémoires (RAM et registres) sont vides :



#### Initialisation

Imaginons que l'on charge dans la mémoire vive l'instruction **MOV R1, # 56**.

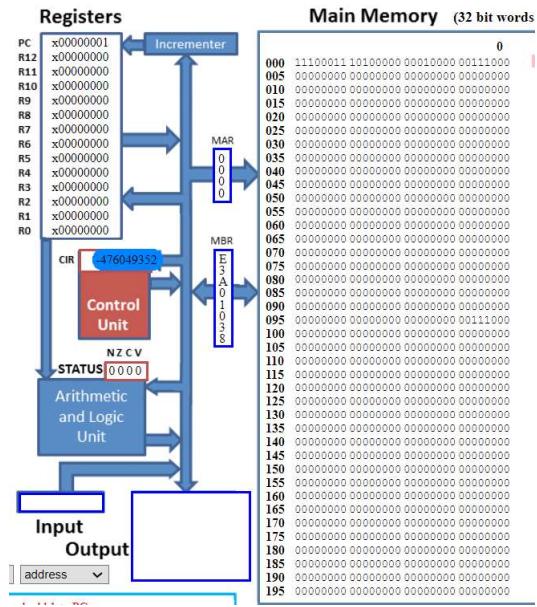


AQA Assembly Language Simulator V0.08

## Phase d'extraction

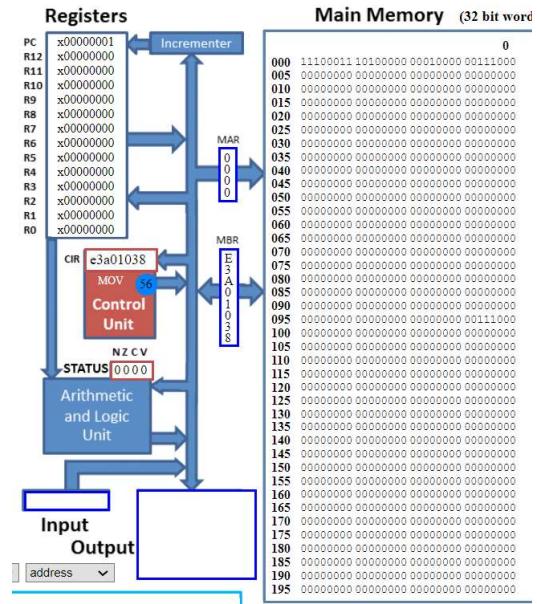
La valeur du registre d'adresse d'instruction est à 0 , donc la RAM retourne la valeur stockée à l'adresse 0.

Cette valeur est ensuite copiée dans le registre d'instruction.



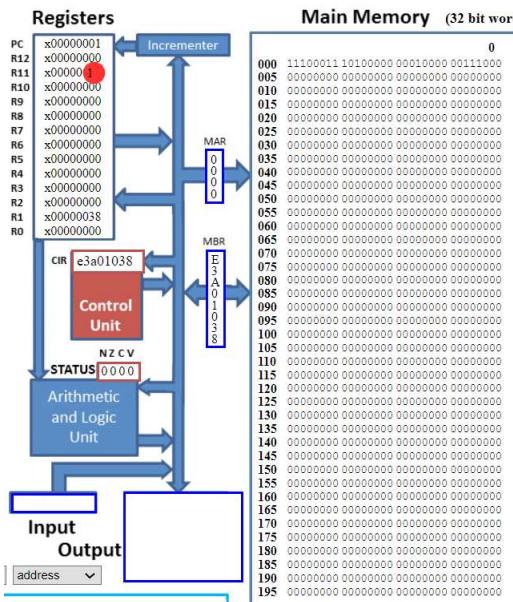
## Phase de décodage

Il est maintenant indispensable de décoder cette instruction. Ici ,l'instruction correspond à MOV R1, # 56.



## Phase d'exécution

Une fois l'instruction décodée, il est possible de l'exécuter. On remarque ici que la valeur du registre R1 est bien à 56.



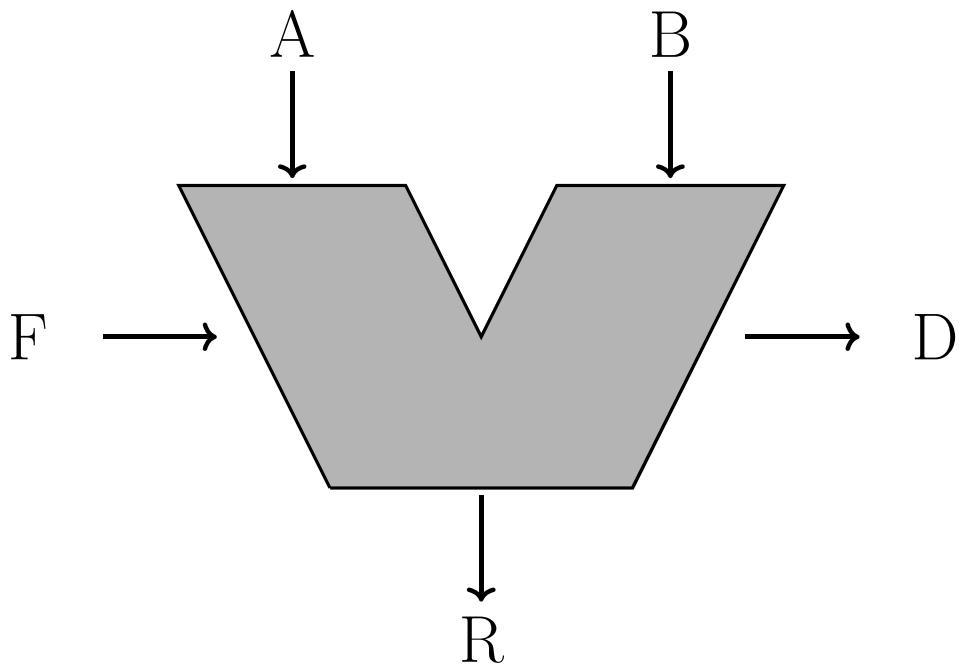
### 5.3.2 L'unité arithmétique et logique

l'unité *arithmétique et logique*, appelée **UAL** ou **ALU** en anglais, ou *unité de traitement* a pour rôle d'effectuer les opérations de base.

☞ l'UAL est situé dans le microprocesseur.

l'UAL est un circuit imprimé qui permet de réaliser les opérations logiques et arithmétiques de bases sur des données numériques : -ET logique, -OU logique, -NON logique, -OU exclusif logique, addition, soustraction, division, multiplication, comparaison...

L'UAL est habituellement représentée comme ceci :



**A et B** : ce sont des *opérandes* (les entrées)

**R** : Le résultats

**F** : Fonction binaire (l'opération à effectuer)

**D** : Un drapeau indiquant un résultat secondaire (signe, erreur, division par zéro...)

#### Exercice 5.108

Supposons une UAL fonctionnant en 8 bits (comme par exemple sur les anciennes Gameboy!).

Prenant comme opérandes en binaire :  $A=10010001$  et  $B=10000011$ .

Supposons que l'on demande à cette UAL d'effectuer l'addition de ces deux nombres : cette information correspond à F.

Quel sera le résultat R ? Quelle information comportera le drapeau D ?

\*\*\*

### 5.3.3 L'unité de contrôle

l'*unité de contrôle* est chargée de la partie séquentielle des opérations.

☞ L'unité de contrôle se trouve dans la microprocesseur.

L'unité de contrôle utilise une horloge pour cadencer le rythme de travail du microprocesseur. Plus la vitesse de l'horloge est grande, plus le microprocesseur effectue d'instructions en une seconde.

La combinaison de la vitesse de cadencement de l'horloge et l'architecture du microprocesseur détermine la puissance du microprocesseur qui s'exprime en «millions d'instructions par seconde» (MIPS). À leur naissance dans les années 1970, les micro-processeurs effectuaient moins d'un million d'instructions par seconde sur 4 bits, puis en 2007, naissance des microprocesseurs sur 64 bits, ils pouvaient effectuer plus de 10 milliards d'instructions par seconde.

C'est l'unité de contrôle qui donne les ordres à toutes les autres parties de l'ordinateur.

Elle est composé de registres :

**CO** : Le *compteur ordinal*, qui contient l'adresse de la prochaine instruction à exécuter

**RI** : Le *registre d'instruction* qui contient l'instruction en cours d'exécution

**AC** : L'*accumulateur* chargé de stocker des opérandes intermédiaires.

**CC** : Le *code condition*, utilisé pour les instruction de ruptures conditionnelles (saut).

### 5.3.4 La mémoire

Une mémoire peut être représentée comme une armoire de rangement constituée de différents tiroirs. Chaque tiroir représente alors une case mémoire qui peut contenir un seul élément : des données. Le nombre de cases mémoires pouvant être très élevé, il est alors nécessaire de pouvoir les identifier par un numéro. Ce numéro est appelé adresse. Chaque donnée devient alors accessible grâce à son adresse.

La *mémoire* contient à la fois les données et le programme qui indiquera à l'unité de contrôle quels sont les calculs à faire sur ces données.

Il existe deux type de mémoires :

- La *mémoire volatile* : programme et données en cours de fonctionnement
- La *mémoire permanente* : programme et données de base de la machine.

#### La RAM

La *mémoire vive* est appelé **RAM** pour *Random Acces Memory*. Elle contient les programmes et les données en cours d'utilisation dans le processeur.

► Le contenu de la RAM disparaît lors de la mise hors tension de l'ordinateur.  
 ► La RAM est organisée en cellules qui contiennent chacune une donnée ou une instruction ; Ces cellules sont repérées par un entier : leur *adresse mémoire*.  
 Le temps d'accès à chaque cellule est la même, et on parle donc de mémoire à accès aléatoire(RAM)

Voici quelques ordres de grandeur :

**Capacité** : jusqu'à 32 Go

**vitesse** : jusqu'à 2 Go/s

#### La ROM

La *mémoire morte*, appelée **ROM** pour "*read only memory*" contient les programmes et les données de base de la machine.

Ils sont stockés en lecture seule dans l'EEPROM (stockage du BIOS qui est un programme nécessaire au démarrage de la machine)

## La mémoire externe ou mémoire de masse

Ce sont les disques durs, les clefs USB, etc...

Elles visent à obtenir une capacité de stockage élevée à faible coût et ont généralement une vitesse inférieure aux autres mémoires.

Voici quelques ordres de grandeur :

**capacité** : jusqu'à 10 To (HDD)

**vitesse** : jusqu'à 500 Mo/s (SSD)

## Le registre

☞ Intégré au processeur.

Ce type de mémoire est très rapide mais aussi très cher et est donc réservé à une très faible quantité de données.

Voici quelques ordres de grandeur :

**capacité** : quelques dizaines d'octets

**Vitesse** : jusqu'à 30 Go/s

## La mémoire cache

⚠ La mémoire cache permet de régler les problèmes qui se posent devant la différence de vitesse entre le CPU et la mémoire vive.

La mémoire cache sert à conserver un court instant des informations fréquemment consultées.

☞ On part du principe qu'une instruction ou donnée en cours d'utilisation a plus de probabilité d'être réutilisées que les autres.

Les technologies des mémoires caches visent à accélérer la vitesse des opérations de consultation.

Elles ont une très grande vitesse, et un coût élevé pour une faible capacité de stockage.

Ordres de grandeur :

**capacité** : quelques ko à quelques Mo

**vitesse** : jusqu'à 5 Go/s

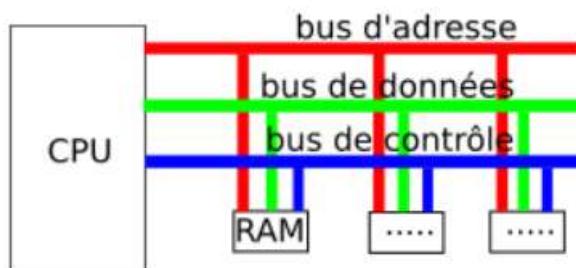
### 5.3.5 Les dispositifs d'entrée et de sortie

Les *dispositifs d'entrée et de sortie* permettent de communiquer avec la machine.

### 5.3.6 Les bus

Il existe trois type de bus :

- Le **bus de données**, ou les données circulent à double sens, notamment entre le processeur et la mémoire.
- Le **bus d'adresse**, c'est par là que passe le numéro de la case dont le processeur demande le contenu. Il est à sens unique, du processeur vers la mémoire.
- Le **bus de commande**, c'est là que passent les actions à réaliser, le tout dans une certaine synchronisation



bus d'adresse, bus de données et bus de contrôle

#### Exercice 5.109

Voici différents composants.

Identifier ces composants et préciser leur rôle suivant le modèle de Von Newmann



1



2



3