

---

# PROGRAMMATION EN LANGAGE ASSEMBLEUR

## LES DIFFERENTS NIVEAUX DE LANGAGE DE PROGRAMMATION

### LE LANGAGE MACHINE

Le **langage machine**, ou **code machine**, est une suite de bits qui est interprétée par le processeur d'un ordinateur. C'est le langage natif d'un processeur, c'est-à-dire le seul qu'il puisse traiter. Il est composé d'instructions et de données codées en binaire.

**Chaque processeur possède son propre langage machine**, pas nécessairement compatible avec le langage machine d'autres processeurs.

Exemple : programme pour processeur ARM7, en langage machine, comportant quatre instructions, sur 32 bits

Version binaire :

```
1110010110010000001000000000000  
11100101100100100011000000000000  
1110000010000011010100000000001  
11100101100001000101000000000000
```

Version hexadécimale :

```
E5 90 10 00  
E5 92 30 00  
E0 83 50 01  
E5 84 50 00
```

### LE LANGAGE ASSEMBLEUR

Le **langage assembleur** possède les mêmes instructions que le langage machine, mais ces instructions sont écrites en lettres. A chaque instruction en langage machine correspond une instruction en langage assembleur.

**Chaque processeur possède son propre langage assembleur.**

Exemple : le programme précédent écrit en langage assembleur ARM7

```
LDR R1, [R0]    @recuperation du premier mot  
LDR R3, [R2]    @recuperation du second mot  
ADD R5, R3, R1  @addition des valeurs  
STR R5, [R4]    @rangement du resultat
```

## LES LANGAGES EVOLUES

Les **langages évolués** (comme Python, Java ou C) sont **indépendants des processeurs utilisés**. Les programmes sont traduits en langage machine par un **compilateur** ou un **interpréteur**.

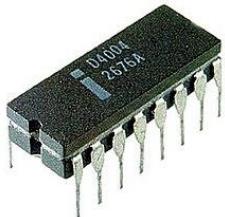


# PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN PROCESSEUR

## PROCESSEUR ET MICROPROCESSEUR

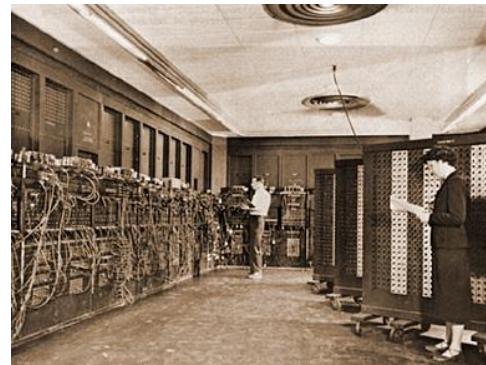
Le **processeur** est la partie d'un ordinateur qui exécute les instructions et traite les données des programmes. Jusqu'au début des années 1970, les différents composants électroniques nécessaires au fonctionnement d'un processeur étaient connectés entre eux.

En 1971, la société américaine Intel a réussi à placer tous les composants sur un seul circuit intégré, donnant ainsi naissance au **microprocesseur**. Cette miniaturisation a permis l'émergence des micro-ordinateurs à partir de 1977 (Apple, Commodore, Tandy).



← Le **microprocesseur Intel 4004** dans son boîtier à 16 broches, a été le premier microprocesseur commercialisé.

Avec une puissance de 92 600 opérations par seconde à une fréquence maximale de 740 kHz, le microprocesseur Intel 4004 est comparable à l'**ENIAC**, le premier ordinateur moderne dévoilé en 1946, qui occupait 167 m<sup>2</sup> pour un poids total de 30 tonnes. Une cause fréquente de panne était alors la combustion d'un insecte sur un tube chaud, provoquant la rupture de l'ampoule de verre. Le terme anglais pour insecte est « *bug* », qui est devenu le synonyme de dysfonctionnement informatique.



L'ENIAC (PHOTO PRISE ENTRE 1947 ET 1955)

Un **microprocesseur** est un processeur dont tous les composants ont été suffisamment miniaturisés pour être regroupés dans un unique boîtier.

## PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'UN PROCESSEUR

**Le jeu d'instructions** : additionner, multiplier, comparer deux nombres... Un processeur peut exécuter plusieurs dizaines, voire centaines ou milliers, d'instructions différentes.

**La complexité** : plus le microprocesseur contient de transistors, plus il pourra effectuer des opérations complexes.

**Le nombre de bits pouvant être traités simultanément** : les premiers microprocesseurs ne pouvaient pas traiter simultanément plus de 4 bits. A partir de 2007 les microprocesseurs peuvent traiter des nombres sur 64 bits. Le nombre de bits des bus, de la mémoire et du processeur permet de manipuler rapidement des grands nombres, ou des nombres d'une grande précision.

**La vitesse de l'horloge** : plus la vitesse de l'horloge est grande, plus le microprocesseur effectue d'instructions en une seconde.

La combinaison des caractéristiques précédentes détermine la **puissance du microprocesseur** qui s'exprime en « millions d'instructions par seconde » (**MIPS**).

La **puissance d'un processeur** est sa capacité de traiter un grand nombre d'opérations par seconde, sur de grands nombres et en grande quantité.

## ARCHITECTURE D'UN PROCESSEUR

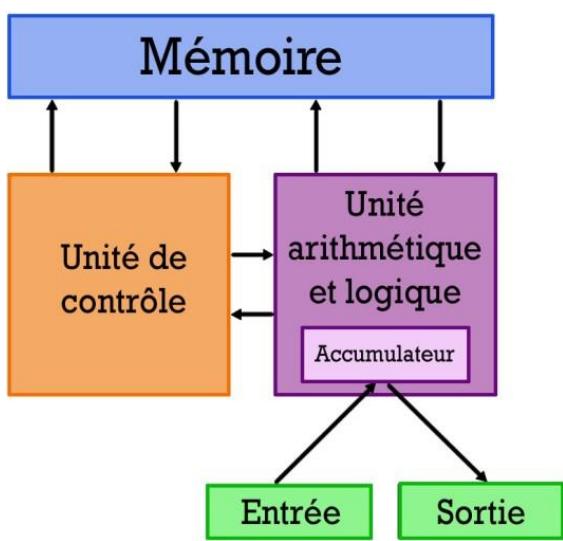
### ARCHITECTURE VON NEUMAN

Si la complexité, les dimensions, et la forme générale des processeurs ont fortement évolué au cours des soixante dernières années, la conception et la fonction de base ont peu changé. La plupart des processeurs d'aujourd'hui peuvent être décrits très précisément par l'**architecture de Von Neumann**.

Cette architecture est appelée ainsi en référence au mathématicien et physicien américano-hongrois **John von Neumann** (1903-1957) qui a élaboré en juin 1945 la première description d'un ordinateur dont le programme est stocké dans sa mémoire.

John von Neumann attribuait lui-même la paternité de cette architecture au mathématicien anglais **Alan Turing** (1912-1954).

L'**architecture de von Neumann** décompose l'ordinateur en 4 parties distinctes :



- l'**unité arithmétique et logique** (UAL ou ALU en anglais) ou **unité de traitement** est chargée d'effectuer les opérations de base ;
- l'**unité de contrôle** est chargée du séquençage des opérations ;
- la **mémoire** contient à la fois les données et le programme. Le programme indique à l'unité de contrôle les calculs à faire sur les données. La mémoire est divisée en **mémoire volatile** (programmes et données en cours de fonctionnement) et **mémoire permanente** (programmes et données de base de la machine). Un emplacement de mémoire interne à un processeur est appelé un **registre**.
- les dispositifs d'**entrée-sortie**, qui permettent de communiquer avec le monde extérieur.

### ARCHITECTURE HARVARD

L'**architecture Harvard** se distingue de l'architecture Von Neuman uniquement par le fait que les mémoires programmes et données sont séparées. Cette organisation permet de transférer instructions et des données simultanément, ce qui améliore les performances, mais augmente les coûts.

### ARCHITECTURE MULTIPROCESSEUR

Les ordinateurs multiprocesseurs permettent un parallélisme de tâches pour obtenir une plus grande puissance de calcul. Cette technologie a été utilisée pour des supercalculateurs, elle peut aussi l'être pour s'affranchir des limites de la montée en fréquence des processeurs : de nombreux processeurs actuels sont dits multi-cœur, et embarquent en fait plusieurs monoprocesseurs sur une même puce.

## MICROPROCESSEUR ET MICROCONTROLEUR

Les microcontrôleurs sont moins puissants que les microprocesseurs, mais ils intègrent au sein de la même puce les éléments essentiels d'un ordinateur : processeur, mémoires, unités périphériques et interfaces d'entrées-sorties. Les microcontrôleurs sont utilisés dans les systèmes embarqués. Ils sont conçus pour consommer le moins d'énergie électrique possible.

# PRINCIPES DE PROGRAMMATION EN LANGAGE MACHINE (OU ASSEMBLEUR)

## LE ROLE DES REGISTRES

Les registres sont des éléments de stockage temporaires, au cœur de la programmation en assembleur.

En langage machine ou en assembleur, les instructions permettent d'effectuer des calculs arithmétiques ou logiques, déplacer ou copier des données, ou déclencher l'exécution d'autres instructions. Les programmes transfèrent des données de la mémoire centrale vers des registres, puis effectuent des opérations sur ces registres, et transfèrent le résultat en mémoire centrale ou vers les entrées-sorties.

Selon les processeurs, les registres sont plus ou moins spécialisés. On rencontre les registres suivant :

- les registres entiers, chargés de stocker des nombres entiers
- les registres flottants, qui stockent des nombres à virgule
- les registres d'adresses qui stockent les adresses mémoires à manipuler
- des registres qui stockent des résultats de comparaisons et d'instructions de tests
- un registre d'état qui décrit l'état du processeur
- un pointeur de pile (SP) indique la position du prochain emplacement disponible dans la pile mémoire

Dans certains processeurs, les registres spécialisés sont remplacés par un ensemble de registres d'usage général interchangeables. Ceux-ci peuvent stocker indifféremment adresses, entiers, flottants, etc...

