

Chapitre I : Introduction à la notion d'architecture des ordinateurs

1. Evolution des systèmes informatiques : Historique et dates importantes

1642: Invention de la machine à calculer de Pascal, appelée la « Pascaline », utilisée pour des opérations arithmétiques.



Fig 1: La Pascaline

1822 : Conception de la *machine à différences* par Charles Babbage pour calculer les tables numériques pour l'astronomie et la navigation.

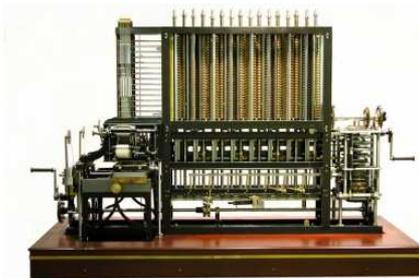


Fig 2: La machine à différences

1854: Georges Boole établit les fondements mathématiques de la logique. L'électronique actuelle repose sur l'algèbre de Boole.

1938: Claude Shannon (Théorie de l'information) émet que tout peut être représenté par des 0 et des 1 : c'est la numérisation.

Plusieurs classifications ont été données quant à l'évolution des machines informatiques. La classification la plus utilisée est la suivante :

1^{ère} génération (1945-1957): les machines étaient constituées de tubes à vides ou de lampes à vides, c'étaient des machines géantes construites à partir de câblages électriques.

2^{ème} génération (1958-1964): les tubes électriques ont été remplacés par les transistors récemment apparus, et donc la taille des ordinateurs a beaucoup diminué, on commence alors à parler de mini-ordinateurs.

3^{ème} génération (1965-1980) : est marquée par l'apparition des circuits intégrés, plusieurs composants ont pu être intégrés sur un seul circuit, ce qui a permis de diminuer la taille des ordinateurs encore plus. C'est l'apparition des ordinateurs personnels. On parle alors de micro-ordinateurs. Aussi, la création de Unix (1972)

4^{ème} génération (1980 à ce jour): est caractérisée par l'utilisation de processeurs de plus en plus rapides, et du monopole de Microsoft sur le marché des systèmes d'exploitation. Aussi l'apparition de Linux, d'internet, et des microprocesseurs avec plusieurs cœurs (cores).

2. Machine de Von Neumann

John Von Neumann, un mathématicien Hongrois, est le premier à mettre en œuvre la notion de mémoire pour enregistrer un programme en utilisant le système binaire basé sur deux valeurs (0 et 1), ceci en 1945 dans le cadre du projet l'EDVAC.

Le premier ordinateur fonctionnant selon ce principe est baptisé l'EDSAC de l'université de Cambridge (1949).

La machine de Von Neumann est composée de 5 parties :

- La mémoire : Qui contient à la fois les données et le programme

- L'Unité arithmétique et logique (UAL) : qui effectue les opérations de base

Chapitre I : Introduction à la notion d'architecture des ordinateurs

- L'unité de contrôle et de commande (UCC) : qui est chargée du séquençage des opérations, de la lecture en mémoire et du décodage des instructions.
- L'unité d'entrée
- L'unité de sortie.

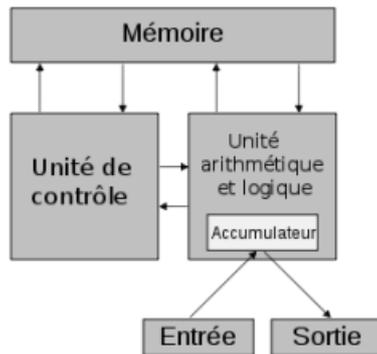


Fig 3: Le modèle de von Neumann

La première innovation de ce schéma est la séparation nette entre l'unité de commande, qui organise le flot de séquençement des instructions, et l'unité arithmétique, chargée de l'exécution proprement dite de ces instructions. La seconde innovation, la plus fondamentale, c'est la même mémoire qui contient le programme et les données. Les instructions, au lieu d'être codées sur un support externe (ruban, cartes, tableau de connexions), sont enregistrées dans la mémoire selon un codage conventionnel. Un compteur ordinal contient l'adresse de l'instruction en cours d'exécution; il est automatiquement incrémenté après exécution de l'instruction, et explicitement modifié par les instructions de branchement. Un emplacement de mémoire peut contenir indifféremment des instructions ou des données.

Remarque : En 1945, dans l'ENIAC les données étaient lues sur cartes perforées, mais le programme était représenté sur un support externe, sous la forme d'un panneau de connexion analogue à celui d'un standard téléphonique.

Architecture des ordinateurs actuels :

Actuellement, la plupart des ordinateurs sont des machines de Von Neumann, seules les technologies ont changé. Par rapport au schéma initial, on peut noter deux évolutions.

- Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes (canaux d'entrée-sortie et mécanismes assimilés). Associée à la multiprogrammation (partage de la mémoire entre plusieurs programmes), cette organisation a notamment permis le développement des systèmes en temps partagé.
- Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples, qu'il s'agisse d'unités séparées ou de « cœurs » multiples à l'intérieur d'une même puce. Cette organisation permet d'atteindre une puissance globale de calcul élevée sans augmenter la vitesse des processeurs individuels, limitée par les capacités d'évacuation de la chaleur dans des circuits de plus en plus denses.

Chapitre I : Introduction à la notion d'architecture des ordinateurs

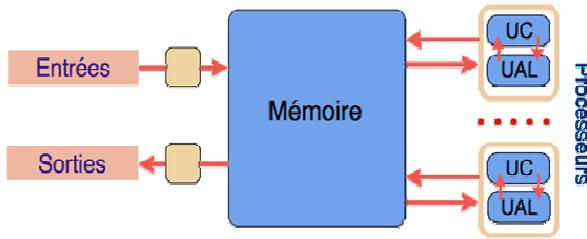


Fig 4: Le modèle de Von Neumann, aujourd'hui

L'accès des processeurs à la mémoire se fait à travers un bus (non représenté sur la figure), voie d'échange assurant un transfert rapide de l'information. Mais au cours du temps, et pour des raisons technologiques, le débit du bus a crû moins vite que le débit d'accès à la mémoire et surtout que la vitesse des processeurs. D'où un phénomène d'attente qui réduit les performances. Des palliatifs sont l'usage généralisé de caches à plusieurs niveaux (mémoire d'accès rapide, voisine du processeur, et retenant les données courantes), et le développement de machines à mémoire distribuée.

3. Architecture de Harvard

Une autre architecture plus ancienne a été proposée, c'est l'architecture d'Harvard (du calculateur Harvard Mark I, 1944), où il y'a deux mémoires séparées, une pour les données et une pour les programmes. Et il y'a donc deux bus de données (un pour les programmes et un pour les données) et deux bus d'adresses(un pour les programmes et un pour les données), ce qui optimise l'utilisation du CPU, puisque avec deux bus distincts, cela permet un accès indépendant aux programmes (instructions) et aux données; le CPU peut par exemple lire une instruction et faire

un accès à la mémoire de données en même temps. Avec deux bus distincts, l'architecture dite de Harvard permet de transférer simultanément les données et les instructions à exécuter. Cette architecture peut se montrer plus rapide que l'architecture de Von Neumann; le gain en performance s'obtient cependant au prix d'une complexité accrue de structure.

Un autre point négatif est qu'un des deux types de mémoire peut être saturé alors que de l'espace est encore disponible dans l'autre mémoire.

On trouve des exemples d'architecture Harvard sur des cartes spécialisées (cartes graphiques par exemple) ou des micro-contrôleurs.

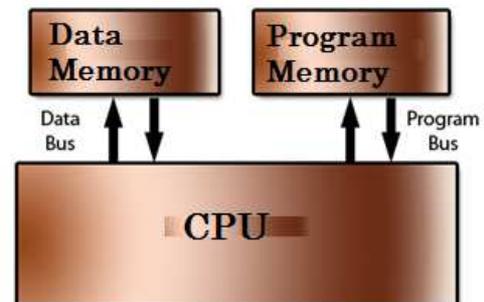


Fig 5: Architecture d'harvard