

Notes de cours : Bases de la numération

UE Informatique - L1

Basé sur un document de Lhouari NOURINE
Modifié par Aurélie LAGOUTTE
Université Clermont Auvergne
Version 2018

29 octobre 2018

Chapitre 0

Histoire de l'informatique

Sommaire

| | | |
|------------|--|----------|
| I | Intérêt du module | 3 |
| II | Fondations de l'informatique | 3 |
| III | XIX^e siècle : apparition de calculateurs | 4 |
| IV | XX^e siècle : naissance de l'ordinateur | 5 |

I Intérêt du module

Avoir une idée de la manière dont sont stockées les données dans un ordinateur est une première étape dans votre formation en Informatique, et qui vous permettra d'appréhender ensuite les cours d'algorithmique et de programmation. Vous savez probablement que les composants élémentaires des machines sont des composants électroniques tels que des fils électriques et des transistors, et que l'information qui y circule est *binnaire* : soit le courant passe (au-dessus d'un certain seuil), soit il ne passe pas.

Le but de ce cours de Bases de la numération est de comprendre comment un tel fonctionnement binaire permet de stocker une multitudes d'informations tels que des nombres, des caractères, etc...

L'ordinateur est né du besoin de calculer, de calculer toujours plus et toujours plus vite. Dès que les moyens techniques l'ont permis, l'homme a essayé d'automatiser le calcul. Mais avant d'en arriver à la première machine à calculer, puis à l'ordinateur, il a fallu que certaines bases, certains concepts soient développés. Faisons un petit tour d'horizon de l'histoire de l'informatique, pour alimenter votre culture générale scientifique.

II Fondations de l'informatique

Depuis longtemps, l'homme sait compter par exemple sur ses doigts (*digitus* en latin) et, bien avant l'ère chrétienne, les chinois utilisaient des bouliers pour calculer. Mais les méthodes utilisées (base 5, 10, 20 pour ceux comptant sur leurs doigts, 12, 14, 15, 24, 30 et

60 pour les asiatiques qui utilisaient aussi les articulations et les phalanges, chiffres romains) étaient loin de permettre une avancée vers l'automatisation.

Un premier pas est fait avec la découverte du zéro par les arabes quelques siècles après Jésus-Christ, zéro qui fait son apparition en Europe en 820 ap. JC. Il faudra attendre le XI^e siècle pour voir adopter les chiffres arabes en Europe.

Enfin au XVII^e siècle, le développement des mathématiques en tant que science ouvre la voie à des systèmes de calcul plus rapide et plus automatique.

En 1614, le mathématicien écossais *Neper* présente sa théorie des logarithmes permettant de transformer des multiplications en additions. Cette théorie amènera à la réalisation de la *règle à calcul*, premier outil de calcul pratique et efficace et qui resta longtemps utilisé.

En 1642, *Blaise Pascal* présente la Pascaline, première machine à calculer mécanique basée sur un principe de roues dentées. Cette machine pouvait additionner et soustraire des nombres de six chiffres et prenait en compte les retenues !

En 1673, *Leibniz*, mathématicien de génie, améliore la machine de Pascal en y ajoutant un mécanisme permettant d'automatiser l'exécution répétitive d'additions et de soustractions. La première machine à calculer autorisant les 4 opérations arithmétiques était née. Il inventa également le système binaire sous sa forme moderne, basé sur les deux chiffres 0 et 1 et montra la puissance et la simplicité de l'arithmétique binaire, système binaire utilisé par les ordinateurs actuels.

III XIX^e siècle : apparition de calculateurs

Au cours du XVIII^e siècle, le métier à tisser est inventé, puis perfectionné par *Jacquard* par l'apport du système de cartes perforées (système des orgues de certains manèges).

Au milieu du XIX^e siècle, *Charles Babbage* fait le rapprochement entre les machines à calculer et le système de commandes automatique de Jacquard. Le concept de la première machine à calculer programmable est né. Il est d'ailleurs considéré comme le père de l'ordinateur. Mais il se heurtera à des problèmes techniques dans la réalisation de sa Machine Analytique et malgré l'aide d'*Ada Augusta*, fille du célèbre poète anglais Lord Byron, qui écrira les premiers programmes de l'histoire de l'informatique, il ne put jamais réaliser son projet.

En 1854, *George Boole*, conçoit un système de logique symbolique, appelée algèbre booléenne. Ce système appliqué à l'arithmétique binaire permettra la conception de l'ordinateur électronique.

En 1890, *Hollerith* construit un calculateur statistique fonctionnant avec des cartes perforées. Ce calculateur servira au recensement de la population américaine et, bien que la population ait augmenté de près de 25% par rapport au dernier recensement, les résultats seront complets et publiés "seulement" deux ans et demi après ; soit trois fois plus rapidement que le recensement précédent. Il fonda la "Tabulating Machine Company", chargée de fabriquer des systèmes de cartes perforées.

IV XX^e siècle : naissance de l'ordinateur

Les machines à cartes perforées continuent à se développer et en 1924, la TMC de Hollerith devient l'International Business Machines, autrement dit IBM.

Au début du vingtième siècle, des avancées fondamentales importantes vont influencer le développement de l'ordinateur. Ainsi *Shannon* prouva que les chiffres binaires conviennent pour les relations logiques et que tous les calculs logiques et arithmétiques peuvent être réalisés à l'aide des trois opérations logiques de base : ET, OU et NON. *Turing* énonce le principe d'une machine universelle, la *Machine de Turing* qui est à la base de sa théorie des nombres calculables (1936).

Vers la fin des années trente, suite aux travaux de Shannon et Turing, les chercheurs arrivent à la conclusion que la logique booléenne pouvait être employée efficacement dans la conception des calculateurs. En 1944, IBM construit une machine électromécanique (SSEC) capable de multiplier deux nombres de 23 chiffres décimaux en 6 secondes. Cette machine, conçue sur la base du système décimal et composée de milliers de roulements à billes et 760 000 pièces électromécaniques, est conceptuellement dépassée. Pourtant, dès les années 1930, *Zuse* fabrique en Allemagne un calculateur binaire universel avec des milliers de relais de téléphone. Le projet initial prévoyait de construire un calculateur électronique à l'aide de 1500 tubes à vides mais il avait été jugé irréalisable par le gouvernement allemand. En 1945, l'ENIAC (Electronical Numerical Integrator And Calculator), machine universelle, programmable, numérique, basée sur le système décimal et entièrement électronique est construite. Cette machine de 30 tonnes et 18000 tubes et multipliant deux nombres de 10 chiffres en 3 millisecondes sonne le glas des machines électromécaniques. Le défaut de l'ENIAC est que les programmes étaient câblés donc difficilement modifiables.

Également en 1945, *John von Neumann* conçoit une abstraction du système de commande. Son modèle, la *Machine de von Neumann* est le premier concept d'ordinateur. Elle possède les caractéristiques suivantes :

- machine *universelle* contrôlée par *programme* ;
- instructions du programme codées sous forme numérique binaire et *enregistrées en mémoire* ;
- instructions exécutées normalement en séquence mais pouvant être modifiées par le programme lui-même ;
- existence d'instructions permettant les ruptures de séquences.

Il décrit également les cinq composants essentiels de sa machine. Cette architecture, connue sous le nom d'*Architecture de von Neumann* (voir Fig. 1 est toujours celle sur laquelle est basée la conception des ordinateurs modernes. Ces 5 composants sont :

- l'unité arithmétique et logique (UAL) ;
- l'unité de commande ;
- la mémoire centrale ;
- l'unité d'entrée ;
- l'unité de sortie.

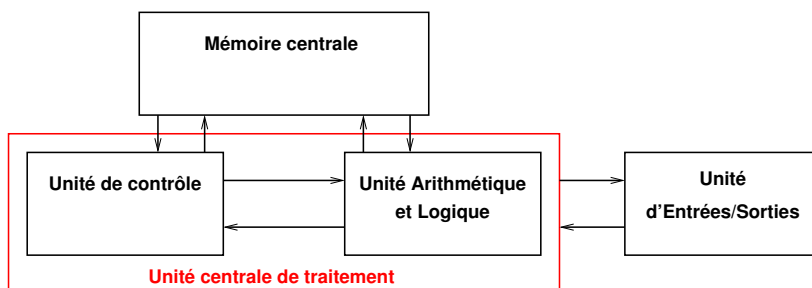


FIGURE 1 – Représentation schématisée de l'architecture de von Neumann

En 1949, l'EDSAC, machine basée sur les principes de von Neumann est construite et constitue donc le premier calculateur électronique à haute performance stockant données et programme dans sa mémoire centrale.

En 1948, la découverte par les laboratoires Bell du transistor permet l'apparition en 1960 d'une deuxième génération d'ordinateurs où les tubes sont remplacés par des transistors, augmentant ainsi considérablement la fiabilité tout en réduisant l'encombrement et la consommation électrique.

Ensuite, apparaissent les circuits intégrés qui amènent, dès 1970, la troisième génération d'ordinateur. En 80, l'intégration toujours plus grande permet des puces contenant des centaines de milliers de transistors. C'est la quatrième génération. Apparaissent aussi des unités de périphériques de grande capacité (CD/DVD), les imprimantes laser, les écrans couleurs et surtout la naissance des communications inter-ordinateurs et donc des réseaux.

L'importance majeure de l'ordinateur dans notre société et les progrès considérables qu'il a permis ont donné naissance à une nouvelle discipline : l'*informatique*. Cette discipline contient à la fois la conception, l'exploitation et l'évolution de l'ordinateur et des algorithmes. L'académie française en a donné en 1965 la définition suivante :

Important 1 *L'informatique est la science du traitement rationnel de l'information, considérée comme le support des connaissances dans les domaines scientifiques, économiques et sociaux, notamment à l'aide de machines automatiques.*