

## Cours Introduction aux systèmes informatiques

*Elaboré par Mme Abir BEN ALI ELABED*

---

### Nombre d'heures :

- 31,5 heures réparties en
- 10,5 Heures de cours
- 21 Heures de Travaux Pratiques

### Objectifs

Cours d'introduction aux systèmes informatiques, il est destiné aux étudiants de 1<sup>ère</sup> année Licence Informatiques.

Ce cours prépare l'étudiant à se familiariser avec le monde et le vocabulaire informatique qu'il aura l'occasion de voir plus en détails dans les autres modules.

### Pré requis

Aucun.

### Plan du cours

1. Introduction et définitions
2. Les systèmes de numération
3. Architecture des ordinateurs
4. Les périphériques
5. Les systèmes d'exploitation
6. Les logiciels
7. Les Bases de données
8. Réseaux et Internet

## Chapitre I

### Introduction

C'est devenu une banalité : l'ordinateur s'accapare nos bureaux, modifie nos modes de travail, envahit nos maisons, s'intègre dans les objets les plus quotidiens et nous propose des loisirs inédits. Il est même à l'origine de nouveaux modes de sociabilité et d'une nouvelle économie : l'informatique est partout !

Pourtant, l'ordinateur lui-même demeure pour beaucoup une énigme, un objet mystérieux et un peu magique. Le terme d'informaticien semble d'ailleurs recouper une grande diversité de métiers et d'occupations réelles, allant du technicien à l'ingénieur réseau, en passant par le webmaître. Quant à la nature du travail de ceux qui font de la «recherche en informatique», c'est sans doute une mystère encore plus épais, malgré le prestige un peu mythique que conservent des projets comme ceux de la robotique ou de l'intelligence artificielle.

Ce document se veut (en partie) une réponse à ceux qui se demandent quels sont les fondements de l'informatique.

#### 1. Qu'est ce que l'Informatique ?

Le statut de l'informatique en tant que discipline est ambigu et mal compris : est-il à chercher du côté de la science ou du côté de la technique ? Quel est l'objet d'étude propre aux informaticiens ? Quelles sont leurs vraies compétences ? Avant de nous engager sur ces points, commençons par éliminer les mauvaises réponses :

- *l'informatique n'est pas la "science des ordinateurs"* (ce que, pourtant, laisse croire sa traduction anglaise, "computer science") : non, les informaticiens ne savent pas nécessairement réparer un ordinateur en panne, diagnostiquer un problème électronique ou effectuer des branchements compliqués, ils ne sont pas toujours les meilleurs guides quand il s'agit d'acheter un nouveau modèle de scanner ou de modem ; oui l'informatique peut s'étudier avec un papier et un crayon, même en absence d'ordinateur...
- *l'informatique n'est pas la "science des logiciels"* : non, les informaticiens ne connaissent pas nécessairement toutes les nouvelles versions des programmes du commerce, ils ne savent pas toujours utiliser toutes leurs fonctions, ils ne passent pas (toujours) leurs journées à tester des jeux ou à chercher des bugs...

La compétence réelle des informaticiens n'est ni matérielle, ni fonctionnelle. Alors, qu'est ce que l'informatique ? C'est quelque chose entre les deux, quelque chose de plus abstrait et de plus fondamental sans quoi ni les ordinateurs ni les logiciels ne pourraient fonctionner... Pour arriver à une définition satisfaisante, notre démarche sera de partir de ces deux niveaux de description habituels : matériel et logiciel, et de faire émerger leurs principes sous-jacents.

Commençons donc par l'aspect logiciel. La connaissance commune de l'informatique se fonde en effet généralement sur la pratique de quelques logiciels d'usage courant : traitements de texte, tableurs, navigation sur l'Internet... L'image de l'ordinateur comme "grosse machine à calculer", fonctionnant pendant des heures pour réaliser ses calculs, reste également présente, mais de façon plus mythique et lointaine, *vue au cinéma*. Y a-t-il une base commune à tous ces usages, apparemment si disparates ? Quelles sont les caractéristiques partagées par tous ces logiciels ?

Pour aborder ces questions, on peut commencer par remarquer que tout programme peut être décrit par deux aspects fondamentaux : les *données* qu'il manipule et les *traitements* qu'il permet de

réaliser sur ces données. Le tableau suivant permet de résumer ces caractéristiques pour les logiciels les plus couramment utilisés.

logiciel	données	traitements
traitement de textes	caractères alpha-numériques (lettres de l'alphabet, chiffres et tous les autres caractères du clavier)	copier, coller, effacer, déplacer, intervertir, changer la casse ou la police, mettre en page...
calculs numériques, tableaux, outils de gestion	nombres, opérations et symboles mathématiques	calculer, écrire et résoudre des équations, faire des graphiques
jeux	dessins, personnages animés, sons	appliquer les règles du jeu
bases de données, logiciels documentaires	textes, images, données factuelles	stocker en mémoire et rechercher des données
Internet, CD-Rom	toutes les données citées précédemment	tous les traitements cités précédemment + communication entre machines, échange de données

Toutes les données citées dans ce tableau (et toutes celles, en général, manipulées par les ordinateurs) ont un point commun : ce sont des *données discrètes*, c'est-à-dire distinctes les unes des autres et qu'on peut énumérer une par une. Tous les traitements évoqués ici (et tous les autres traitements possibles en informatique) ont également en commun d'être des *traitements effectifs*, exprimables par des algorithmes. Les fondements de l'informatique sont à chercher dans ces deux notions, que nous allons donc maintenant détailler.

## 2. Définitions

### Information :

Nous appelons information tout ensemble de données. On distingue généralement différents types d'informations : textes, nombres, sons, images, etc., mais aussi les instructions composant un programme. Toute information est manipulée sous forme binaire (ou numérique) par l'ordinateur.

### Informatique :

*Sciences et techniques du traitement de l'information*

Le mot « informatique », inventé en 1962 avec la naissance de la troisième génération d'ordinateurs caractérisée par le développement des composants électroniques, est composé des mots "information" et "automatique". Il désigne la science de la préparation et du traitement des informations (saisie, transmission, triage, transformation, stockage, etc.). Ses objectifs sont avant tout le développement du matériel informatique et des logiciels, ainsi que l'utilisation des ordinateurs pour le traitement des informations.

L'informatique est une discipline scientifique :

- fortement liée au mathématiques historiquement et conceptuellement ;
- théorie des graphes, modélisation, maths discrètes, algorithmique, calculabilité, complexité ;

L'informatique est une discipline technologique :

- matériel : fortement liée à l'électronique, architecture des ordinateurs, évolution des composants (SSI ® VLSI), multiprocesseurs ;
- logiciel : "art de la programmation", ateliers de génie logiciel, programmation orientée objet, parallèle, systèmes d'exploitation...

### **Ordinateur** (computer) :

Est un ensemble de circuits électroniques (machine) effectuant le traitement de l'information sous forme binaire. Le terme anglais computer signifiait au départ calculateur numérique électronique. Le terme français « ordinateur » est mieux adapté car il s'éloigne de la connotation numérique. Il a été proposé par la société IBM France en 1955.

Un ordinateur est capable de :

- calculer : C'est la tâche pour laquelle l'ordinateur a été conçu au départ. D'ailleurs, le nom anglais de l'ordinateur, « computer », signifie en français « calculateur ». La fonction de calcul d'un ordinateur ne se limite pas à l'utilisation de la calculette, d'un tableur ou à l'exécution de programmes de calculs scientifiques. Il y a en fait du calcul dans toutes les opérations que réalise un ordinateur :

- L'affichage d'une page web ou d'un document réalisé avec un traitement de texte,
- Le codage et le décodage des informations stockées dans les fichiers,
- La gestion des communications avec d'autres ordinateurs sur un réseau...

Par exemple, lorsque l'on rédige une lettre dans un traitement de texte, celui-ci doit être capable de transformer l'ensemble de son contenu (ici, le texte et sa mise en forme) en une suite de nombres que l'ordinateur peut ensuite stocker ou manipuler. Cette opération, appelée « codage de l'information », est l'une des nombreuses opérations de calcul nécessaires au fonctionnement des différents programmes

- gérer de données : Lorsque vous utilisez un ordinateur, vous avez souvent besoin de conserver les résultats de votre travail. C'est par exemple le cas si vous rédigez votre CV, utilisez un outil de messagerie ou travaillez sur un logiciel de retouche d'image. Dans toutes ces situations, une fois votre travail terminé, vous souhaitez que l'ordinateur puisse **enregistrer** les données correspondantes, et vous les restituer ultérieurement.

Quels que soient les éléments de l'ordinateur où ce **stockage** aura lieu, il est nécessaire de mettre en forme ces données et de les organiser, pour que vous puissiez les **retrouver (restituer)** au milieu de l'ensemble des autres données également stockées au même endroit.

- communiquer : Un ordinateur peut communiquer soit avec un utilisateur, soit avec un autre ordinateur. La fonction de communication ne consiste donc pas uniquement à échanger des informations sur Internet. Cette utilisation de l'ordinateur est d'ailleurs la plus récente, puisqu'elle ne s'est réellement développée qu'avec l'essor du Web, dans les années 1990.

En revanche, quelle que soit la tâche que vous réalisez avec votre ordinateur, vous passez votre temps à **interagir** avec lui, soit pour lui donner des ordres, soit pour prendre connaissance des résultats. Dans ce cadre, un grand nombre d'éléments, matériels et logiciels, font partie de **l'interface homme-machine**, qui permet la communication entre l'utilisateur et l'ordinateur.

### **Instruction et programme** :

Une instruction est une opération de base qu'un ordinateur est capable d'exécuter. (ex : l'addition de deux nombres).

N'importe quel traitement revient à exécuter une séquence d'instruction dans un ordre précis. Par exemple le calcul de la moyenne de deux nombres.

Un programme est constitué de deux parties :

- Une partie contenant les données.
- Une partie code qui représente la séquence des instructions à exécuter.

**Hardware (Matériel) :**

Ensemble de composantes matérielles (mécaniques et électroniques) constituant l'ordinateur : processeur(s), mémoires, périphériques, bus de liaison, alimentation...

**Software (Logiciel) :**

Ensemble de programmes (de taille importante) permettant de combler en terme de traitement un besoin spécifique. Exemple le logiciel de traitement de texte « Microsoft Word ». Il y a deux types de logiciels :

- Logiciel standard qui peut être utilisé par un grand nombre d'utilisateurs sans qu'il soit modifié.
- Logiciel spécifique qui correspond aux besoins particuliers de certains utilisateurs.

**Système informatique :**

C'est l'ensemble de matériels et de logiciels nécessaires pour satisfaire les besoins informatiques d'un ensemble d'utilisateurs.

**Système d'exploitation :**

Première couche logicielle permettant d'utiliser un ordinateur. Il supervise et coordonne les différents modules qui le composent. Il joue le rôle d'interface indispensable entre les différentes ressources matérielles et les applications logicielles. Exemples : Linux, Windows, Mac Os, Unix, Etc.

**Cycle de traitement de l'information :**

Pour tout type d'ordinateurs et pour tout type d'applications, le principe fondamental de l'informatique repose sur un processus comportant généralement 3 phases :

- Entrée des données.
- Leur traitement et/ou leur sauvegarde.
- Sortie des résultats.

### 3. Historique

**Les inventions**

A partir du 17<sup>e</sup> siècle, certains savants ont commencé à penser que certaines tâches, comme le calcul arithmétique simple (addition, soustraction, ...), étaient suffisamment mécaniques pour être automatisables. Ne restait plus qu'à inventer les machines correspondantes.

– Première réalisation, la machine à calculer de PASCAL (1623-1662) était destinée à effectuer mécaniquement des additions et des soustractions. L'automatisation était réalisée à l'aide de roues dentées.

– LEIBNIZ (1646-1716) va plus loin ; il envisage qu'une machine puisse raisonner, c'est-à-dire qu'elle puisse enchaîner des propositions élémentaires pour effectuer des déductions. Pour LEIBNIZ le lien entre W et Z dans la suite « si W alors X; si X alors Y; si Y alors Z » s'impose avec un tel degré d'évidence qu'une machine devrait pouvoir le retrouver. Cela a amené LEIBNIZ à imaginer une machine à raisonner qui se calquerait sur une machine à calculer. De plus, il a rajouté la multiplication et la division à la machine de PASCAL.

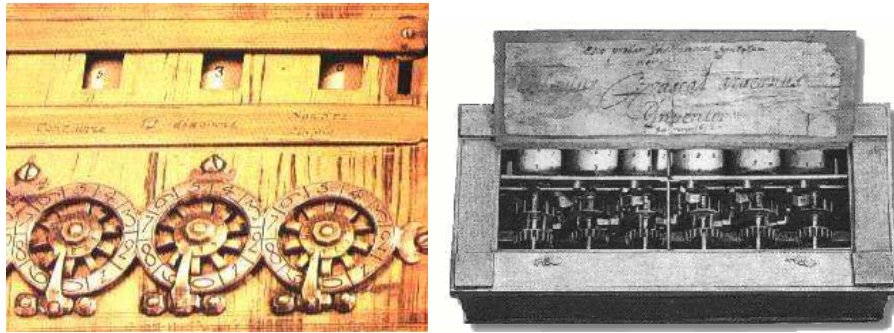


Figure 1. Machine de Pascal (Pascaline)

### Les théories

– En 1854, un mathématicien anglais, GEORGE BOOLE (1815-1864), publie un essai intitulé Une étude des lois de la pensée, et présente une algèbre pour simuler les raisonnements logiques. Son étude reprend celle de LEIBNIZ qui voulait déterminer de manière automatique si un raisonnement est correct. L'algèbre booléenne définit un ensemble à deux éléments contenant vrai et faux ainsi que des opérations pouvant toutes se ramener à deux opérations de base.

– Les travaux de BOOLE auraient pu rester dans les placards comme le sont tant d'autres, mais dans les années 30, CLAUDE SHANNON (1916-2001) fit le rapprochement entre les nombres binaires, l'algèbre de Boole et les circuits électriques. Il montra que le système binaire, manipulé par les opérations logiques de BOOLE (en prenant 1=vrai et 0=faux), permettait de réaliser toutes les opérations logiques et arithmétiques.

### Naissance de l'ordinateur

#### Modèles

**1945** : ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator) 18 000 tubes, 30 tonnes, multiplie 2 nombres de 10 chiffres en 3 millisecondes. Inconvénients : les données sont sur des cartes perforées mais les programmes sont câblés en mémoire et donc, pour passer d'un programme à un autre, il faut débrancher et rebrancher des centaines de câbles (ce n'est pas vraiment le premier ordinateur au sens actuel).



Fig 2. ENIAC : le premier ordinateur entièrement numérique

**1945** : JOHN VON NEUMANN, associé à l'ENIAC, propose un modèle d'ordinateur qui fait abstraction du programme et se lance dans la construction d'un EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer).

L'ordinateur est né, c'est la machine de VON NEUMANN. Celui-ci décrit les cinq composants essentiels de ce qu'on appellera l'architecture de VON NEUMANN (cf. figure 3) :

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

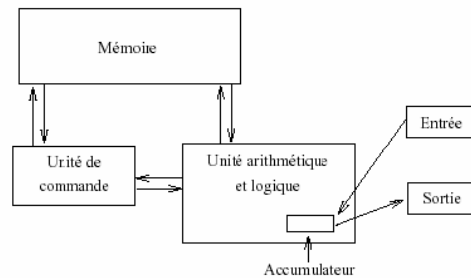


Figure 3. Machine de Von Neumann

## Chronologie des générations informatiques

### 1ère génération : 1946 -1958

- En 1946, le premier calculateur électronique qui pèse 30 tonnes, est composé de 170 468 tubes électroniques, 70 000 résistances, 6000 commutateurs. Chaque commutateur devait être tourné à la main, et il fallait brancher des centaines de câbles pour chaque opération.
- tubes à vides : Composant inventé en 1906 par les américains De Forrest et Bryce. C'est une capsule de verre dans laquelle on a fait le vide et qui contient des électrodes et des grilles de métal conçues pour guider les flux d'électrons, vecteurs d'information (amplification, bascule). Ils étaient utilisés dans les premiers ordinateurs.

### 2ème génération : 1958- 1965

Cette génération est caractérisée par l'apparition des composants à base de semi conducteurs (diodes et transistors). La fiabilité, le temps de réponse ainsi que la taille se sont améliorés. Un transistor est un composant électronique semi-conducteur, utilisé à la fois comme amplificateur et comme interrupteur. Il a remplacé les tubes électroniques et est à l'origine du développement des circuits intégrés.

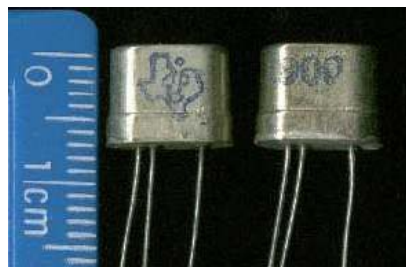


Figure 4. Représentation de Transistors

### 3ème génération : 1965 – 1970

Cette génération est caractérisée par l'apparition des techniques d'intégration des transistors. C'est la naissance des circuits intégrés : transistors, résistances et connexions sont rassemblés sur une petite surface.

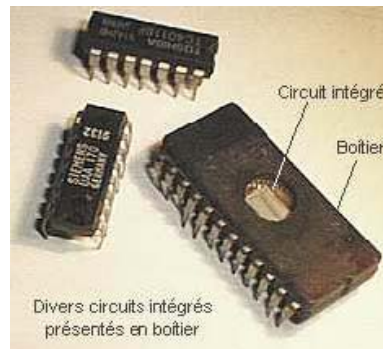


Figure 5. Représentation de quelques circuits intégrés

### 4ème génération : 1970 - 1980

- Le microprocesseur naît en 1971 (société Intel), le premier micro-ordinateur sort en 1973, le premier IBM-PC en 1981.
- Différents niveaux d'intégration des circuits intégrés sont apparus :
  1. LSI ("Large Scale Integration" = "très grande intégration") : de 1000 à 10 000 fonctions de transistor par puce (pastille qui contient un circuit intégré) ;
  2. VLSI ("Very Large Scale Integration") : de 10 000 à 1 000 000 fonctions de transistor
  3. ULSI ("Ultra Large Scale Integration") : de 1 000 000 à 100 000 000 fonctions de transistor;
  4. GLSI ("Giant Large Scale Integration") : plus de 100 000 000 fonctions de transistor.



Figure 6. Microprocesseur F-100  
D'une surface de 0,6 cm<sup>2</sup>, le microprocesseur F-100 est assez petit pour passer dans le chas d'une aiguille.

### 5ème génération : 1980...

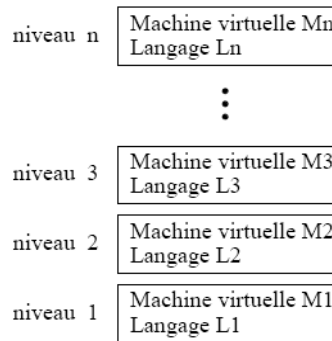
- intelligence Artificielle
- Réseaux ...



#### 4. Principe de décomposition

##### Architecture multi-niveaux (ou couches)

Afin d'améliorer les performances, et en raison des impératifs technologiques, le jeu d'instructions des machines réelles est limité et primitif. On construit donc au-dessus, une série de couches logicielles permettant à l'homme un dialogue plus aisé.



Les programmes en  $L_i$  sont :

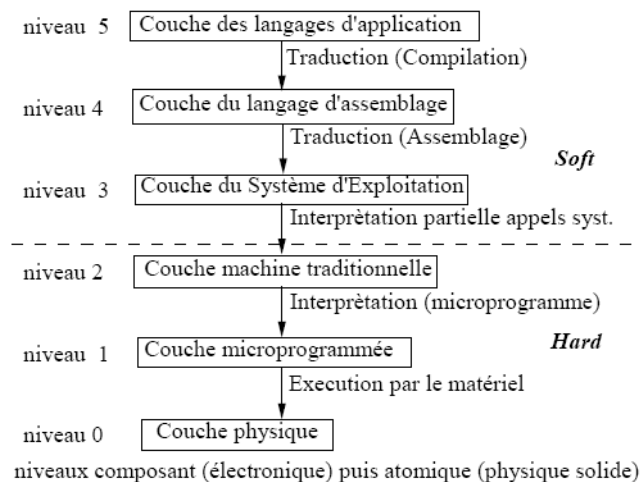
- soit traduits (compilés) en  $L_{i-1}$  ou  $L_{i-2}$  ou ...  $L_1$ ,
- soit interprétés par un interpréteur tournant sur  $L_{i-1}$  ou  $L_{i-2}$  ou ...  $L_1$

Le principe conceptuel du découpage en plusieurs couches de complexités croissantes est omniprésent en informatique.

Exemples :

- Les systèmes informatiques (matériel + logiciel).
- La conception des systèmes d'exploitation (noyau et couches Unix)
- Les réseaux informatiques : les 7 couches de la norme Open System Interconnection de l'ISO
- Les méthodes de conception de systèmes d'information (méthode Merise)
- Les compilateurs (code source, intermédiaire, objet)
- Les Types Abstraits de Données et les langages Orientés-Objet ...

##### Décomposition des SI



- 0 : portes logiques, circuits combinatoires, à mémoire ;
- 1 : une instruction machine (code binaire) interprétée par son microprogramme ;
- 2 : suite d'instructions machines du jeu d'instructions
- 3 : niveau 2 + ensemble des services offerts par le S.E. (appels systèmes) ;
- 4 : langage d'assemblage symbolique traduit en 3 par le programme assembleur ;
- 5 : langages évolués (de haut niveau) traduits en 3 par compilateurs ou alors interprétés par des programmes de niveau 3.