

Chapitre 1

Architecture

1.1 Introduction

Un système informatique se compose de deux parties :

- une partie matérielle (hardware en anglais) qui représente l'ensemble des composants de la machine,
- une partie logicielle (software en anglais) constituée des logiciels s'exécutant sur le matériel.

Une bonne connaissance du fonctionnement interne de l'ordinateur et des caractéristiques du matériel permet de comprendre pourquoi certains algorithmes se révèlent efficaces alors que d'autres le sont moins, par rapport à une architecture donnée, et comment en améliorer le fonctionnement.

1.1.1 Définition : ordinateur

Un ordinateur est une machine électronique qui effectue des calculs et traite des informations de manière automatique.

Le terme ordinateur a été proposé pour la première fois par Jacques Perret, philologue français, à la demande d'IBM France en 1955, afin de traduire le terme anglais computer.

Un ordinateur est composé de plusieurs parties appelées :

- composants (carte mère, microprocesseur, barrette de mémoire, carte graphique, ...);
- périphériques (disque dur, lecteur de DVD, clavier, souris, moniteur, ...).

Un périphérique est éloigné de la carte mère alors qu'un composant est en contact direct avec elle.

Pour certains, le terme périphérique fait plutôt référence à tout ce qui est externe au boîtier : clavier, souris, moniteur, imprimante, ..., bref ce qui se trouve à la périphérie.

1.1.2 Définition : informatique

C'est la science de la recherche et du traitement de l'information effectués de manière automatique par une machine (un ordinateur) à l'aide de logiciels ou programmes.

Le terme informatique a été traduit de l'allemand "informatik" en 1962 par Philippe Dreyfus (Directeur du centre national de calcul électronique de la société Bull dans les années 1950) à partir des mots information et automatique.

Les anglophones emploient les termes Computer Science ou Computer Engineering.

1.2 Histoire

1.2.1 Première génération

Les premiers ordinateurs datent des années 1940 et étaient utilisés par l'armée, par exemple L'ENIAC (Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer) aux Etats-Unis, qui pesait 30 tonnes, ou bien la série Z1, Z2 et Z3, en Allemagne. Leur technologie était basée sur des tubes électroniques qui prenaient une place importante et dégageaient beaucoup de chaleur. De plus ils coûtaient très cher. Leur puissance de calcul (unité : le Flop, floating point operation per seconde) était comparable à celle d'une petite calculatrice actuelle.

En 1951, Grace Hopper (1906-1992), informaticienne américaine, conçoit le premier compilateur. Elle est à l'origine de l'expression "bug informatique".

1.2.2 Deuxième génération

Vers la fin des années 1950, les tubes sont remplacés par des transistors avec un gain en puissance de calcul. La consommation électrique, la taille et le prix sont réduits. Les ordinateurs entrent dans les universités.

1.2.3 Troisième génération

Dans les années 1960, le circuit intégré est inventé, (puce en français, chip en anglais). Un circuit remplace de très nombreux tubes ou transistors. La NASA (National Aeronautics and Space Administration) va pouvoir embarquer un ordinateur pour aller sur la Lune.

1.2.4 Quatrième génération

A partir de 1971, le cœur de l'ordinateur est un ensemble de circuits intégrés appelé processeur. Actuellement, la puissance de calcul d'un ordinateur personnel est d'environ 100 Gigaflops, (Giga = milliard). La démocratisation de l'informatique a suivi l'apparition des micro-ordinateurs.

1.3 Architecture matérielle

1.3.1 Architecture de Von Neumann

L'architecture des ordinateurs actuels repose sur le modèle de Von Neumann.

John Von Neumann (1903-1957) était un mathématicien américain d'origine hongroise. Il travailla comme consultant dans le projet ENIAC. Selon lui la mémoire de l'ordinateur, qui servait à stocker des données, devait également stocker les programmes : c'est le concept de programme enregistré.

L'organisation est la suivante :

- une mémoire
- une unité de calculs CA (Central Arithmetical part) ou ALU (Arithmetic and Logic Unit)
- une unité de contrôle CC (Central Control device)
- des entrées/sorties
- une horloge

La mémoire stocke des nombres et des instructions sur 32 bits ou 64 bits pour les ordinateurs les plus récents.

Le processeur (CA + CC) communique avec la mémoire et les entrées/sorties par des "bus".

L'horloge est un circuit qui émet un signal périodique afin de synchroniser les circuits qui en ont besoin (en particulier les circuits mémoires).

1.3.2 Une machine

- Le boîtier contient l'ensemble des composants ; c'est un élément important pour les raisons suivantes :
 - les composants électroniques dégagent de la chaleur qui doit être évacuée pour éviter les risques de surchauffe ;
 - certains composants comme les disques durs ou les ventilateurs font du bruit et une bonne isolation phonique n'est pas négligeable.
- Un bloc d'alimentation convertissant le courant alternatif 220 V en courant continu 12 V et 5V. (Une batterie rechargeable sur les ordinateurs portables).
- L'unité centrale :
 - Carte mère
 - Micro-processeur
 - Mémoire
 - Périphériques internes : disque dur, lecteur DVD, carte graphique, carte réseau, ...
 - Ports de communication

- Les périphériques externes d'entrée/sortie :
 - Moniteur
 - Clavier
 - Souris
 - Enceintes
 - Imprimante
 - Graveur externe

Carte mère

La carte mère est un circuit imprimé qui permet de mettre en contact physique les composants et les périphériques. Les différents composants de la machine sont reliés par des canaux de communication, appelés bus, permettant d'échanger l'information. La carte mère détermine la vitesse des différents bus.

Sur une carte mère se trouvent :

- le socket qui est le support sur lequel se connecte le processeur et qui détermine son type ;
- des connecteurs pour la mémoire qui déterminent le type de mémoire à utiliser ainsi que la taille de la mémoire maximale ;
- différents ports :
 - PCI (Peripheral Component Interconnect) pour les cartes d'extension graphique, son, réseau ;
 - AGP (Accelerated Graphics Port) pour les cartes graphiques hautes performances ;
 - IDE (Integrated Device Electronics) pour les périphériques internes, les disques durs, les lecteurs/graveurs de CD/DVD ;
 - USB (Universal Serial Bus) destiné à remplacer et uniformiser les différentes connexions comme les claviers, souris, imprimantes qui utilisent les ports parallèle, série, ... ;
 - IEEE 1394 (FireWire ou i.Link) pour des périphériques à très haut débit comme les caméras numériques.

Notion de bus

Un bus se décompose en 3 parties :

- le bus d'adresses pour spécifier l'adresse mémoire visée ;
- le bus de données pour envoyer ou recevoir une donnée ;
- le bus de commandes pour spécifier si c'est une lecture ou une écriture qui doit s'effectuer.

Sa largeur, (en nombre de bits ou d'octets) indique le nombre de bits qui sont transférés en même temps et sa fréquence, (en hertz), indique la vitesse de transfert de l'information. La bande passante est : fréquence \times largeur.

Mémoires

L'information est stockée en mémoire :

- mémoire vive (RAM = Random Access Memory) accessible en lecture et en écriture ;
- mémoire morte (ROM = Read Only Memory) accessible en lecture seule ;
- mémoire de masse (disque dur, clé USB, CD, DVD, bandes).

La mémoire vive est une mémoire volatile : si l'alimentation est coupée, les données qu'elle contient sont perdues. Elle stocke les programmes exécutés par le processeur.

La mémoire morte est une mémoire non volatile. Elle contient du code et des données qui ne sont modifiés que très rarement. Les ROM contiennent généralement les routines d'accès de base aux périphériques.

Dans les ROM classiques, l'information contenue est enregistrée de manière irréversible lors de la fabrication du circuit.

La mémoire de masse est un support de stockage généralement de grande capacité sur lequel des informations sont stockées et archivées de manière persistante.

1.4 Fonctionnement

Une machine ne comprend que le langage binaire et elle exécute tout ce qui lui est demandé sans intelligence. L'utilisateur communique avec elle en utilisant un langage de programmation qui est traduit en langage machine par un compilateur ou un assembleur. Si l'information peut s'écrire avec des nombres, il s'agit donc de pouvoir représenter un nombre dans une machine.

Dans un circuit avec un interrupteur, il passe du courant si l'interrupteur est fermé, et il n'en passe pas si l'interrupteur est ouvert. Si nous ajoutons une lampe dans ce circuit alors si la lampe est allumée, cela signifie "un", et si elle est éteinte cela signifie "zéro". Si un nombre peut s'écrire en base deux, il est donc possible de le représenter physiquement dans la machine avec plusieurs circuits en parallèle.

1.4.1 Systèmes d'exploitation

Un système d'exploitation, (OS = Operating System en anglais), est un ensemble de programmes qui s'exécutent lorsqu'un ordinateur est allumé. Tous les systèmes d'exploitation sont basés sur des concepts communs : des objets (les répertoires et fichiers, les processus, le matériel interne et périphérique, ...) chacun avec son outil respectif (gestion des fichiers, gestion des processus, gestion des périphériques). La mise en œuvre de ces concepts dépend du système d'exploitation. Pour Windows, nous avons les formats Fat32 et NTFS avec l'outil "Explorateur

de fichiers", les applications, les processus ou services avec l'outil "Gestionnaire de tâches", les cartes graphiques, les moniteurs, le réseau avec l'outil "Panneau de configuration".

Le système d'exploitation permet de :

- communiquer avec le disque dur afin d'y gérer les fichiers (leur attribuer un nom, les organiser en arborescence, ...);
- gérer les périphériques à l'aide de "pilotes" ;
- exécuter simultanément plusieurs programmes (en partageant le temps alloué à chacun) ;
- gérer l'authentification de chaque utilisateur et ses droits d'accès sur les fichiers (lecture, écriture, ...)

1.4.2 Organisation du disque dur

Un programme permet d'installer sur le disque dur le système d'exploitation. Un partitionnement peut être effectué ; ceci consiste à partager le disque en plusieurs parties afin de séparer par exemple les programmes des données ou d'installer différents systèmes d'exploitation.

Le disque a subi un "formatage de bas niveau" en usine lors de sa fabrication. Ceci a pour but d'organiser la surface du disque en éléments simples, (pistes, secteurs), qui permettent de localiser l'information. L'installation procède à un "formatage de haut niveau" qui organise les pistes et secteurs en un système de fichier qui sera géré par le système d'exploitation (système de fichier NTFS pour Windows, système Ext3, Ext4 pour Linux, ...).

Le système d'exploitation permet de procéder à un formatage de haut niveau autant de fois que nécessaire.

Durant le formatage les secteurs sont regroupés en blocs. Un bloc ou "cluster" devient alors la plus petite unité d'allocation ; la FAT (File Allocation Table) contient la liste des clusters du disque ou de la partition. Avec le système NTFS et une partition d'au moins 2 Go (Giga-octet), un cluster correspond à 4 Ko (Kilo-octet). Donc pour un fichier de 33,6 Ko, c'est 36 Ko qui sont réservés sur le disque, et pour un fichier de quelques octets, le minimum est réservé, soit 4 Ko.

1.4.3 Environnement de développement

Différentes distributions permettent de travailler avec le langage de programmation Python. La distribution standard en version au moins 3.5 nous suffira.

Aller sur la page <https://www.python.org/downloads/> et télécharger le fichier d'installation correspondant à votre système d'exploitation, "python-3.5.0.exe" par exemple pour un système Windows. Lorsque le téléchargement est terminé, lancer l'installation.

En général Python est déjà livré avec les différentes distributions Linux.

Pendant l'installation, un raccourci "Python IDLE (Python GUI)" est créé et servira à ouvrir l'interpréteur Idle. Si ce n'est pas le cas, il est possible de lancer l'application à partir du fichier de commande "idle.bat" qui se trouve à l'adresse "Python .../Lib/idlelib/".

Ouvrir Idle puis tester dans la fenêtre "Python shell" les différents menus. Le plus important sera de savoir ouvrir une nouvelle fenêtre, écrire et enregistrer un programme (nom de fichier avec l'extension ".py"), le fermer, l'ouvrir et lancer l'exécution avec la commande "Run Module". Deux raccourcis claviers seront très utilisés : les touches ctrl-s pour sauvegarder un fichier et la touche F5 pour interpréter et exécuter un programme.

Note : un fichier ".py" ne s'**ouvre** pas avec Idle mais il s'**édite** avec Idle.

Les bibliothèques complémentaires Matplotlib, NumPy et SciPy pourront être installées plus tard. Elles se trouvent sans difficulté sur le Web, par exemple à l'adresse <http://sourceforge.net/>.

Attention, il peut y avoir des problèmes de compatibilité entre les différentes versions de Python et des bibliothèques complémentaires.

L'installation d'une version portable sur un ordinateur ou sur une clé USB permet d'éviter toutes sortes de problèmes.

Winpython est un environnement complet pour Windows. Brancher une clé USB sur un ordinateur, aller sur la page <http://winpython.sourceforge.net/> où tout est expliqué.

Quand l'installation est terminée, la clé contient un dossier "WinPython-...". Ce dossier peut être copié à volonté sur d'autres clés ou ordinateurs.

Pour ouvrir l'interpréteur Idle, cliquer dans le dossier "WinPython-..." sur "IDLE (Python GUI).exe" (ou sur le fichier de commande "idle.bat" qui se trouve à l'adresse "WinPython .../Python .../Lib/idlelib/").

La clé USB peut être utilisée sur n'importe quel ordinateur même si Python n'y est pas installé.

1.5 Exercices corrigés

Exercice 1.5.1 Architecture et système d'exploitation

Il s'agit ici d'un système Windows. Les questions peuvent facilement se transposer pour un autre système. Les réponses dépendent de la machine et du système installé.

1. Donner les caractéristiques de l'ordinateur utilisé (marque, type, ...).
Quels sont les périphériques externes connectés à l'ordinateur ?
2. Le système d'exploitation permet d'explorer l'ordinateur (le matériel et les logiciels). Cependant, certaines actions peuvent être impossibles ; il y a des

comptes administrateurs, des comptes utilisateurs dont certains avec des droits restreints. Noter quelques-unes de ces actions qui sont restreintes ou interdites (accès à une ressource, modification, utilisation d'une application) et justifier la raison de ces interdictions.

3. En utilisant un outil du **panneau de configuration**, donner la version du système d'exploitation installé sur l'ordinateur et les paramètres de l'ordinateur (nom, groupe de travail) ; préciser le type du système, les caractéristiques du processeur, la quantité de mémoire RAM installée.
4. Le système d'exploitation permet de gérer tous les périphériques. Lister les différents périphériques et préciser s'ils sont internes ou externes ; donner le modèle de la **carte graphique**, de la **carte réseau**, le modèle du **processeur**.
5. Quelle est la capacité du disque dur (hard drive) et, éventuellement, quelles sont les différentes partitions avec les capacités et les systèmes de fichiers respectifs ?
Quelle est la taille de l'espace utilisé et quelle est la taille de l'espace libre ?
Windows utilise une zone du disque dur (un fichier d'échange) comme de la mémoire RAM (mémoire virtuelle). Quel est la taille de ce fichier et sur quelle partition se trouve-t-il ?
6. La plus grande partie des fichiers du système d'exploitation sont regroupés dans un même dossier ; comment se nomme ce dossier ? Quelle est la taille de ce dossier sur le disque dur ? Combien contient-il de dossiers et fichiers ?
7. Les programmes sont en général regroupés dans un même dossier ; comment se nomme ce dossier et quelle est sa taille ? Combien de programmes sont installés sur l'ordinateur ? (Explorer le disque dur et utiliser le **gestionnaire de programmes**).
A l'aide du **gestionnaire des tâches**, donner des informations sur les programmes et les processus qui s'exécutent en permanence sur l'ordinateur.
8. Les fichiers personnels d'un utilisateur sont en général regroupés dans un dossier. Comment se nomme ce dossier et où est-il stocké ?

Exercice 1.5.2

Supposons que le système de fichiers créé au formatage du disque dur d'un ordinateur utilise des clusters de 4 Ko. (1Ko = 1024 octets)