

Algorithmique et programmation C

Michaël Krajecki

Université de Reims Champagne-Ardenne
Département de Mathématiques et Informatique
Moulin de la Housse - BP 1039
51687 Reims Cedex 2.

Tél. : 03 26 91 33 45, michael.krajecki@univ-reims.fr

DESS IAS
Année 2003–2004.

Objectifs et plan du cours

⇒ **Objectif : définir la notion d'algorithme et les principes de base de la programmation.**

1. Introduction à l'algorithmique
 - Historique
 - Définition de variables
 - Structures de sélection et schémas itératifs.
2. Le langage C (et les tableaux)
 - Compilation et exécution d'un programme en C
 - Les tableaux en C : définition, utilisation, tris.

Plan du cours (suite)

3. Récursivité et listes

- Principes
- Définition, représentation et utilisation des listes en C.

4. Compléments d'algorithmique

- Les Types Abstraites de Données (TAD)
- Piles et files en C.

5. Structures arborescentes

Chap. 1. Introduction à l'architecture des ordinateurs

Pour résumer l'histoire de l'informatique ou des ordinateurs, il est souvent nécessaire de schématiser.

Pour chaque invention, nous ne retenons en général qu'un nom. Mais souvent cette invention concrétise une démarche collective qui s'est étalée sur plus ou moins de temps.

De tout temps l'homme a eu besoin de moyens de calcul :

- l'étymologie *calculi* signifie cailloux en latin ;
- la numérotation décimale liée à la technologie de la première calculatrice de poche : la main ;
- calcul digital signifiait alors compter sur ses doigts.

Qu'est ce qu'un ordinateur ?

En fait, un ordinateur n'est qu'une machine capable d'exécuter automatiquement une série d'opérations simples qu'on lui a demandé de faire.

L'intérêt de l'ordinateur est sa capacité de manipuler rapidement et sans erreur un grand nombre d'informations.

Pour résoudre un problème à l'aide d'un ordinateur, il faut :

- analyser ce problème ;
- déterminer les méthodes de résolution : il s'agit de déterminer la suite des opérations à effectuer (*l'algorithme*) pour obtenir la solution ;
- traduire l'algorithme dans un langage de programmation adapté.

Historique

L'idée d'utiliser des supports matériels pour manipuler les nombres d'une manière répétitive est très ancienne :

- vers 2500 avant J-C, apparaissait déjà le boulier qui permettait d'effectuer des opérations arithmétiques élémentaires ;
- les premiers dispositifs mécaniques d'aide au calcul apparaissent seulement à la Renaissance : en 1642, Blaise PASCAL invente une machine permettant d'additionner et de soustraire.
- En 1671, le mathématicien allemand Gottfried Wilhelm LEIBNIZ conçoit une machine permettant les quatre opérations arithmétiques.

La machine différentielle

L'anglais Charles BABBAGE propose en 1822 sa *machine différentielle* permettant d'élever un nombre à la puissance n . on retrouve les trois éléments essentiels de nos calculateurs :

- un organe d'introduction des données (cartes perforées ou cadrans) ;
- un organe de sortie des résultats (cartes perforées, cadrans ou papier)
- un organe de contrôle et de calcul qui utilisait des dispositifs mécaniques ;
- une mémoire était réalisée par l'intermédiaire de roues dentées ;
- la machine de Babbage, limitée par les possibilités techniques de l'époque, restera cependant à l'état de plans.

L'ENIAC

La guerre 1940-1945, suite à l'effort de plusieurs pays, va donner l'impulsion décisive à la naissance des premiers ordinateurs :

l'ENIAC (1943-1946), destiné initialement au calcul de tables d'artillerie, de Prosper Eckert et John Mauchly, utilisait des tubes à vide.

- Les temps de calcul sont divisés par 1000.
- Cette machine qui comporte 18000 tubes à vide, 1500 relais, 10000 condensateurs et 70000 résistances, prend une place considérable (270 m³ - 30 tonnes) et consomme 150 kw.
- Il fallait changer le câblage et les switches pour modifier le programme. L'ENIAC était une machine décimale dont les entrées-sorties et la mémoire auxiliaire étaient réalisées par cartes perforées.

Les principes de base

Dès 1944, des théoriciens de Princeton tels que J.Von Neumann, A.Buks et H.Goldstine se penchent sur les problèmes logiques posés par la réalisation des ordinateurs.

Ils établissent les bases des futurs développements :

- l'utilisation du binaire ;
- les notions de programmes stockés en mémoire ;
- d'ordinateurs à usages multiples ...

2ème génération d'ordinateurs

Entre 1953 et 1960 apparaissent de nombreuses innovations :

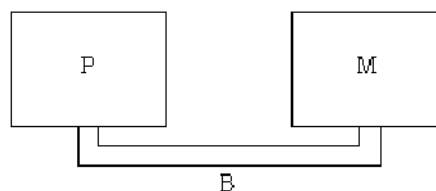
- les tores de ferrite utilisés comme mémoire (d'après les travaux de J.W. Forrester en 1951 au MIT) ;
- les circuits imprimés, les disques magnétiques, les transistors (inventés en 1948),...
- Les vitesses de traitement et les capacités de mémoire augmentent considérablement. Les *ordinateurs* (mot inventé en 1953 par M. PERRET pour traduire *computer*) acquièrent une plus grande sécurité de fonctionnement.
- La production en série commence et les coûts de production diminuent rapidement.

3ème génération d'ordinateurs

- En 1963, les circuits imprimés sont remplacés par des circuits intégrés. Les équipements se miniaturisent et on voit apparaître les mini et micro-ordinateurs. Les vitesses d'exécution diminuent : quelques dizaines de picosecondes (1 picos=.000000000001 $s = 10^{-12} s$).
- 1976 : mise au point de la fabrication de masse des composants de très haute intégration (Very Large Scale Integration ou VLSI). Les unités centrales réalisées sous de très faibles volumes et forment ce qu'on appelle les microprocesseurs.
- Début des années 80 : IBM propose son PC (*Personal Computer*) : Intel fournira le processeur et Microsoft livrera le système d'exploitation MS-DOS.

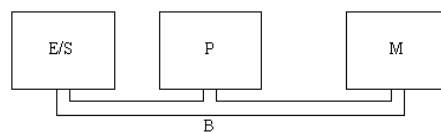
L'architecture de Von Neuman

- Cette architecture est caractérisée par un processeur et une mémoire reliés par un bus.
- Les instructions et les données sont stockées dans la mémoire.
- Pour accéder à une information contenue en mémoire le processeur affiche sur le bus l'adresse de celle-ci.
- Après un certain temps le contenu demandé est affiché par la mémoire sur le bus.



Architecture de Von Neuman

- La rapidité d'une machine sera limitée par l'élément le plus lent.
- Il ne sert à rien de fabriquer un processeur très rapide si la mémoire n'est pas capable de lui fournir à un rythme suffisant les instructions à exécuter, ni les données à traiter.
- L'efficacité d'un ordinateur est directement liée au débit des informations (instructions et données) qui circulent entre les différents éléments.
- Au moins un dispositif d'entrées/sorties est nécessaire pour permettre une communication avec l'extérieur.



Le processeur

Sans développer ici les principes de fonctionnement d'un processeur, nous pouvons déjà dire que l'exécution des instructions peut se découper en grandes étapes :

- chargement de l'instruction à exécuter ;
- décodage de l'instruction ;
- localisation dans la mémoire des données utilisées par l'instruction ;
- chargement des données si nécessaire ;
- exécution de l'instruction ;
- sauvegarde des résultats à leurs destinations respectives ;
- passage à l'instruction suivante.

Le processeur

À chacune de ces étapes peut correspondre une unité fonctionnelle. Dans la plupart des processeurs, l'unité centrale de traitement se décompose en :

l'unité de commande qui contient un dispositif de décodage des instructions (décodeur) et un séquenceur qui contrôle les circuits nécessaires à l'exécution de l'instruction en cours ;

l'unité arithmétique et logique (UAL) qui exécute des opérations arithmétiques comme l'addition, la soustraction, des opérations booléennes,...

Le processeur

Les registres : mémoire locale très rapide qui permet de stocker des résultats temporaires ou des informations de commande. Certains registres ont des fonctions particulières. On trouve par exemple :

- le compteur ordinal (CO) qui pointe sur la prochaine instruction à exécuter ;
- le registre d'instruction (RI) qui contient l'instruction en cours d'exécution ;

Toutes ces unités fonctionnent au même rythme, à une cadence imposée par une horloge, généralement externe à l'unité centrale.

Les mémoires

Nous appelons mémoire tout dispositif capable de stocker des informations (instructions et données) de telle sorte que l'organe qui les utilise puisse à n'importe quel moment accéder à l'information qu'il demande.

- Les informations peuvent être écrites ou lues. Il y a écriture lorsqu'on enregistre des données en mémoire, lecture lorsqu'on sort des informations précédemment enregistrées.
- Le **temps d'accès** est le temps qui s'écoule entre l'instant où a été lancée une opération de lecture en mémoire et l'instant où la première information est disponible.
- On appelle **cadence de transfert** ou débit d'une mémoire, le nombre maximum d'informations lues ou écrites par unité de temps.

Les mémoires

- Une mémoire est formée d'un certain nombre de cellules, ou cases, contenant chacune une information.
- Chaque cellule a un numéro qui permet de la référencer et de la localiser. Ce numéro est son adresse.
- Avec une adresse de n bits il est possible de référencer directement au plus 2^n cellules.
- La capacité d'une mémoire est le nombre total de cellules qu'elle contient. Elle s'exprime en nombre de bits, d'octets (bytes).
- L'information stockée est volatile si elle risque d'être altérée par un défaut d'alimentation électrique et non volatile dans le cas contraire.

Le bus

Bus : le squelette des ordinateurs.

- Un bus est un moyen de communication entre les différents éléments constituant une machine. Il s'agit en général d'un ensemble de fils électriques.
- Les différents éléments sont reliés au bus par des connecteurs, dont l'ensemble constitue un fond de panier.
- Sur un bus circulent différents types de signaux : adresses, données, contrôle, alimentations, etc.

Entrées/Sorties

Pour pouvoir exécuter une tâche, l'ordinateur doit disposer du programme et des données (s'il y a lieu) qui s'y réfèrent. Dès que le travail est accompli, les résultats du traitement sont communiqués à l'utilisateur.

- Les techniques d'échange d'informations entre l'ordinateur et son environnement externe sont appelées techniques d'Entrées/Sorties (E/S ou I/O pour Input/Output).
- L'ordinateur échange des informations par l'intermédiaire de périphériques de communication (clavier, souris, imprimantes, lecteurs, etc).