

1. Introduction

L'informatique est une science ayant pour objet le traitement automatique de l'information. Le mot "informatique" est construit à base de «information» et de «automatique».

L'information est une entité abstraite mettant en relation

- ✓ des objets du monde réels (support objet de l'information)
- ✓ un support de communication de l'information
- ✓ un support de stockage de l'information
- ✓ un support de traitement de l'information

L'information peut être définie comme le support formel d'un élément de connaissance humaine susceptible d'être représentée à l'aide de conventions (codages) afin d'être **conservée, traitée** ou **communiquée**.

Si on se place dans le contexte de l'informatique, Il existe deux types d'informations :

- ✓ **Information analogique** qui est une information à structure continue traduisant les phénomènes naturels avec le plus d'exactitudes possibles en s'épousant parfaitement avec la réalité.
- ✓ **Information digitale (numérique ou binaire)** est caractérisée par une structure discontinue, elle traduit la réalité grâce à ce qu'on appelle par **bits**, c'est à dire un état qui peut être vrai ou faux. L'information est représentée par une combinaison de bits (codage).

L'une des innovations les plus importante de l'informatique est l'invention de l'ordinateur. Ce dernier peut être qualifié d'outil, de machine ou de calculateur. Il s'agit d'un dispositif permettant de **traiter** d'une façon **automatique** (sans l'intervention de l'homme) **l'information**. Il effectue à lui seul trois types de services : **stockage, traitement** et **communication** de l'information. La communication est souvent effectuée à travers un dialogue homme – machine.

Au sein d'un ordinateur on distingue deux entités: le matériel du logiciel. le matériel (hardware) englobe les équipements physiques (clavier, écran, processeurs, mémoire etc.) composants l'ordinateur. Logiciel (software) englobe les programmes habillant l'ordinateur avec plusieurs couches d'abstraction permettant l'exploitation du matériel afin de réaliser des travaux tel que le calcul scientifique ou le traitement de texte.

Afin que l'homme puisse se servir d'un ordinateur, il faut qu'il puisse communiquer avec lui. Pour cela il doit apprendre ses langages. De façon générale, un langage est un ensemble de règles et de conventions spécialement établies pour permettre une communication entre les individus d'une même population. On distingue le langage naturel des langages associés à l'ordinateur (langage binaire, langage machine, langage de programmation etc.). Le langage naturel est généralement associé à l'homme. Il fixe les règles de base d'une langue.

En général, l'Homme et l'ordinateur ne sont pas au même pied d'égalité! L'Homme est celui qui donne des ordres (on parle d'instructions) et l'ordinateur est celui qui les exécute. Ces ordres sont organisés selon des plans que l'on appelle "programmes".

Pour que les instructions écrites par l'Homme soient compréhensibles par l'ordinateur (la machine), il faut que des règles strictes soient définies. Ces règles définissent ce l'on appelle par langage de programmation. L'Homme qui utilise ces règles pour écrire des programmes est appelé programmeur (ou développeur). On distingue plusieurs langages de programmation suivant leur rapprochement au langage humain ou au langage de l'ordinateur. Parmi ces langages on cite : langage machine (binaire), langage assembleur, langage évolué, etc.

Deux concepts très importants sont souvent évoqués en architecture des ordinateurs: Ce sont le matériel et le logiciel. En effet, quand on regarde un ordinateur, seul sa carcasse apparaît. Cette carcasse est appelée matériel. Bien que ce ne soit pas évident de le percevoir, dans l'ordinateur se cache la partie la plus importante par rapport à nous les utilisateurs, c'est le logiciel. Ce dernier peut être considéré comme l'âme de l'ordinateur. En effet, un ordinateur sans logiciel est comme un être sans âme : il ne servira à rien. Par contre avec son logiciel, l'ordinateur pourra exploiter les ressources matérielles dont il dispose pour répondre à des besoins de traitement de l'information exprimé par des utilisateurs

2. Concept d'architecture

Définition

En parlant d'architecture, on pense directement aux briques composant un bâti. L'architecture d'un ordinateur se définit comme la façon dont sont bâtis ses différents composants. On distingue au moins deux types d'architectures dans un ordinateur :

- ✓ L'architecture matérielle
- ✓ L'architecture logicielle

L'architecture matérielle détermine la façon dont les composants matériels (processeur, mémoire, unités d'échanges, périphériques etc.) sont interconnectés pour mener à bien son fonctionnement. L'architecture logicielle détermine la façon dont sont organisés les différents programmes permettant l'exploitation de l'ordinateur.

Une architecture d'un système (logicielle ou matérielle) doit être conçue de sorte à assurer les propriétés suivantes :

- ✓ Ouverture
- ✓ Souplesse
- ✓ Indépendance vis-à-vis de la technologie

Une architecture doit être ouverte pour permettre de prendre en compte de nouvelles extensions et offrir de nouvelles possibilités non prévues lors de sa conception mais exigées ultérieurement par les besoins des utilisateurs. Elle doit être souple pour faciliter la maintenance des composants qui la constituent et faciliter sa configuration.

Elle doit être indépendante de la technologie car, la technologie évolue constamment ce qui fait qu'une technologie d'un moment ne dure que très peu alors que l'architecture elle doit durer très longtemps (l'architecture de V. Newman a duré depuis la naissance du premier ordinateur).

Organisation d'un ordinateur : modèle en couche

En général pour mener à bien une conception d'un système quelconque, on utilise une organisation en couches de plusieurs niveaux d'abstraction du modèle du système cible. Chaque couche du modèle présente une facette du système disposant de son propre langage. Chaque couche communique avec sa couche inférieure et sa couche supérieure. Cette organisation est utilisée pour simplifier la conception tout en assurant une plus grande maîtrise et fiabilité du système global.

L'organisation d'un ordinateur n'échappe pas à cette règle : Il est définie comme un ensemble complexe matériel et logiciel, et se conçoit comme une hiérarchie d'abstractions appelées **machines virtuelles**. Cette hiérarchie est aussi nommée **modèle en couches**. En ce sens, **abstraction** et **couche** (ou niveau) sont des synonymes de **machine virtuelle**. Chaque machine virtuelle possède son langage particulier, composé d'instructions. Ces instructions sont implémentées par les machines virtuelles de niveau inférieur, les couches inférieures, qui traduisent ou interprètent les instructions des couches supérieures en utilisant leurs propres instructions ou services.

Il est courant de présenter l'ordinateur en sept couches :

niveau	Abstraction
6	Programmes d'application les logiciels de l'utilisateur : texteur, tableur, etc.
5	Langages de programmation pour développer les programmes d'application : Java, C++, FORTRAN, et des centaines d'autres
5	Langage assembleur où chaque instruction symbolique correspond à une instruction du langage machine
3	Noyau du système d'exploitation gestion de la mémoire, des fichiers, de la mémoire virtuelle, du multitâche, etc.
2	Langage machine le seul langage que 'comprend' la machine, le langage natif propre à chaque processeur et qui les rend incompatibles entre eux
1	Langage de microprogrammation le langage qui correspond exactement à l'architecture matérielle et qui commande directement les portes, les bus, etc. Chaque instruction machine est exécutée comme une suite d'instructions microprogrammées
0	Logique numérique le « hard » ou circuiterie, lieu de rencontre de l'informatique et de l'électronique numérique

Remarque : Les trois premiers chapitres que nous avons fait jusqu'à présent traitent de la couche 0 du modèle présent dans le tableau ci-dessus.

Compromis Matériel/Logiciel

Le matériel d'un ordinateur peut être assimilé à l'architecture d'une maison. Le logiciel peut être assimilée à la façon de meubler cette maison. Chaque locataire de cette maison peut décider de la disposition des ses meubles. On dira que ce

locataire programme la disposition de sa maison à sa guise. Imaginons que dans la maison, les meubles sont fait en béton et son figés à des emplacements bien précis. A ce moment, le locataire est déchargé de la tâche de planifier l'emplacement de ses meubles mais, peut éventuellement souffrir d'un manque de souplesse. Par ailleurs, le coût du béton peut éventuellement être plus élevé que celui des meubles en bois. Il y a donc compromis à trouver en jouant sur les facteurs confort, souplesse et coût. Au sein de l'ordinateur ce problème se pose souvent pour les concepteur de machines. En effet, il y a toujours un compromis à trouver entre les fonctions réalisées par le matériel et celles réalisées par le logiciel. Plus on confère de fonctions au matériels, plus il devient complexe et coûteux et même si le matériel est plus rapide que le logiciel, il peut être ralenti par une complexité excessive.. Il faut donc trouver un compromis entre la complexité matérielle et les fonctions logicielles.

Machine réelle

Précédemment, nous avons évoqué la notion de machine virtuelle. Une machine virtuelle correspond à une couche d'abstraction dans le modèle en couches. Une machine virtuelle est définie par son propre langage lui permettant de communiquer avec les couches de dessus et de dessous par l'intermédiaire d'interfaces. Au plus bas niveau de ce modèle en couche, se trouve une couche nommée "couche matérielle" ou "couche physique". Cette couche constitue ce qu'on appel aussi "machine réelle". La machine réelle est essentiellement composées de composants physiques permettant de communiquer avec un langage binaire.

Architecture de la machine réelle

Il existe une multitude d'architectures de machines réelles. Cette diversité est due à la fois à la diversité des composants issues de diverses technologies et à divers possibilités conceptuelles d'un ordinateur (diversité au niveau de la disposition et de l'interaction des différents composants, diversité au niveau du jeu d'instruction, diversité au niveau du format des instructions etc.)

Un des éléments clé qui a influencé la diversité des architectures des ordinateurs est le compromis coût/performances. A ce propos les concepteurs d'ordinateurs ont proposé plusieurs modèles d'architectures : monoprocesseurs rapides, multiprocesseurs, multi-ordinateurs, etc.

Un processeurs (ou microprocesseur) représente l'unité centrale de traitement de l'ordinateur.
Une architecture monoprocesseurs représente un ordinateur contenant un seul processeur.
Une architecture multiprocesseurs représente un ordinateur avec plusieurs processeurs.
Une architecture multi – ordinateurs représente un ensemble d'ordinateurs reliés entre eux et permettant de traiter un programme d'une façon parallèle.

Il existe divers modèles d'architectures : Pipeline, super pipeline, super scalaire, VLIW, à flots de données etc.

Un autre élément qui a influencé la diversité des architectures des ordinateurs est l'usage que l'on attend des machines sous-jacentes : usage spécialisé, usage général.

- ✓ Une architecture à usage spécialisé produit une machine qui sera utilisée dans un domaine bien précis. Il existe

actuellement des milliers d'architectures d'ordinateurs spécialisées : architecture systoliques (calcul scientifique, traitement du signal), architecture destinée à l'intelligence artificielle, architecture orientée bases de données, architecture destinée aux traitements graphiques, architecture hautes performances (simulations par exemple), architecture serveurs d'accès etc.

- ✓ Une architecture à usage général produit un ordinateur pouvant être utilisé dans la majorité des domaines, mais se caractérise par une performance moindre que celle des architectures spécialisées.

Il existe plusieurs classifications des architectures d'ordinateurs. Parmi les plus utilisées, nous citons celle de Flynn. Ce dernier a proposé de classer les ordinateurs suivant le flux de données et d'instructions traité. Il a dégagé quatre types d'architectures :

- ✓ MIMD : Multiple Instructions Multiple Data : Machine exécutant à la fois plusieurs instructions opérant sur plusieurs données. (Exemple : multiprocesseurs)
- ✓ MISD : Multiple Instructions Single Data : Machine exécutant, à un moment donnée, plusieurs instructions opérant sur une seule donnée
- ✓ SISD : Single Instruction Single Data : Machine exécutant, à un moment donnée, une seule instruction opérant sur une seule donnée (exemple : monoprocesseur)

- ✓ SIMD : Single Instruction Multiple Data : Machine exécutant, à un moment donnée, une seule instruction opérant sur plusieurs données (exemple : ordinateurs vectoriel, machines systoliques).

Architecture cible

Les programmes d'application sont en général écrits avec un langage assez proche de celui de l'homme. Ce langage est appelé souvent **langage évolué**. L'ordinateur ne connaissant que le **langage machine** (binaire) ne peut pas directement interpréter les programmes écrits en langage évolué. De ce fait, un agent intermédiaire doit exister pour faire la traduction des programmes du langage évolué vers le langage de la machine. Cet agent est appelé **compilateur**.

Il existe divers langages évolués. Mais un langage évolué donné (Pascal ou C par exemple) présente une syntaxe (règle d'écriture) unique qui doit être respectée par les programmeurs. Par ailleurs, il se trouve que les architectures des ordinateurs sont diversifiées et n'ont donc pas toutes le même langage machine. Le compilateur doit donc, à partir d'un programme écrit selon un langage évolué, produire le même programme écrit selon un code binaire spécifique à une architecture bien précise. On dit que cette architecture est l'**architecture cible** du compilateur.

3. Architecture de Von Newman

Principe et Architecture

Le principe que l'on va présenter ici est issu des travaux de Von Newman. Ce dernier a imaginé une machine qui permet de stocker et de traiter des informations organisées sous forme de programmes et de données.

Un ordinateur, est composé d'un centre et d'une périphérie. Nous allons nous intéresser au cœur de l'ordinateur monoprocesseur. Nous savons que celui-ci est composé de :

- ✓ une unité de traitement,
- ✓ une unité de contrôle,
- ✓ une unités d'échanges.
- ✓ et une Mémoire Centrale.

Le programme est enregistré en mémoire avant le début de sont exécution. Cette mémoire est appelée **mémoire centrale** ou **mémoire principale**. Elle contient deux types d'information: d'une part, les **instructions** du programme (ou instructions traitantes) que la machine devra exécuter; d'autre part, les **données**, souvent appelées opérandes (ou informations traitées), sur lesquelles la machine effectuera les traitements dictés par les instructions. A ces deux types d'informations correspondent deux unités particulières de la machine: **l'unité de contrôle** également appelée **unité d'instructions** ou **unité de commande** pour les informations traitantes (instructions) et **l'unité arithmétique et logique** ou **unité de traitement** pour les informations traitées (données-résultats).

Unité de contrôle: Elle permet d'extraire de la mémoire centrale la nouvelle instruction à exécuter; elle analyse cette instruction et établi (envoi des signaux de commande) les connexions électriques correspondantes dans l'unité arithmétique et logique; elle extrait de la mémoire centrale les données sur lesquelles porte l'instruction; elle déclenche le traitement de ces données dans l'unité de traitement; elle range éventuellement les résultats de calcul dans la mémoire centrale.

Unité de traitement: Elle effectue sur les données qu'elle reçoit les traitement commandés par l'unité de commande.

Unité de commande et unité de traitement forment en générale un seule ensemble dans les ordinateurs. On appelle cet ensemble par **unité centrale** ou **processeur central**. Quelques fois, on désigne par unité centrale l'ensemble unité de commande, unité de traitement et mémoire centrale.

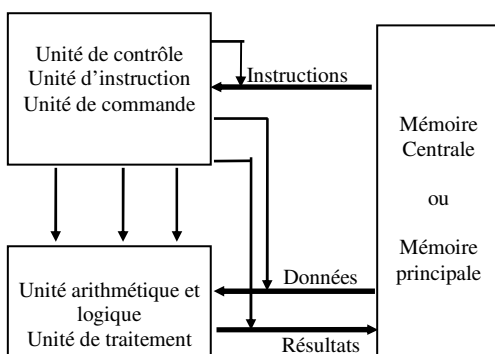


Fig.01 Organisation générale d'un ordinateur

La machine que nous avons présenté en figure 01 permet certes d'exécuter un programme initialement enregistré dans la mémoire centrale. Ce programme porte sur des données

également enregistrées en mémoire centrale. Les résultats sont rangés en mémoire centrale au fur et à mesure de leur obtention. Il faut maintenant donner à notre machine la possibilité de communiquer avec l'extérieur afin de lire le programme et ses données et de sortir les résultats. Pour cela notre machine doit être dotée de ce qu'on appelle par unités périphériques.

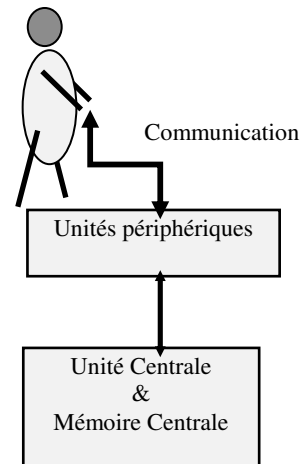


Fig.02 Les unités périphériques

Il existe deux classes d'**unités périphériques**: les **unités de communication** (clavier, écran, imprimante, ...) qui permettent le dialogue avec l'extérieur, et les **mémoires auxiliaires** (disques, disquettes, disque laser, bandes magnétiques, ...) dont les capacités mémoires sont de loin plus importantes que celle de la mémoire centrale.

Les unités périphériques sont reliées soit à l'unité centrale, soit directement à la mémoire centrale par l'intermédiaire d'unités spécialisées dans la gestion des transferts d'informations appelées **unités d'échange ou canaux**.

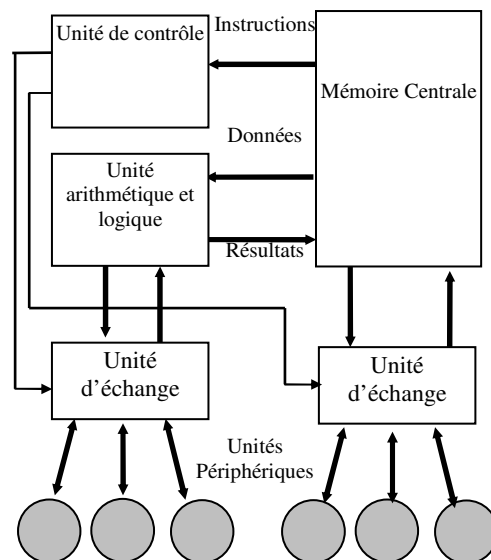


Fig.03 Les unités d'échanges

Lorsque l'unité de contrôle rencontre une instruction d'échange d'informations avec l'extérieur (**instruction d'entrée/sortie**) elle commande les unités d'échange.

En résumé, on peut dire ceci:

- ✓ un ordinateur peut être considéré comme un assemblage d'unités distinctes dont le fonctionnement est dicté par le programme contenu en mémoire centrale.
- ✓ L'unité de contrôle commande l'exécution des opérations demandées par le programme.
- ✓ Les opérations demandées peuvent être des traitements ou des échanges d'informations avec l'extérieur
- ✓ Si l'opération demandée concerne un traitement, elle est exécutée dans l'unité arithmétique et logique
- ✓ Si l'opération demandée concerne un échange d'information avec l'extérieur, elle est exécutée dans une unité d'échange.

Notion de programme, d'instruction et de donnée

On utilise le mot **programme** en générale pour désigner un plan ou une séquence d'opération à réaliser. En informatique, un programme peut être considéré comme constitué **d'instructions** supposées rangées dans l'ordre en mémoire centrale. Ceci implique que normalement les instructions qui doivent s'exécuter les une à la suite des autres doivent être rangées à des adresses successives de la mémoire. Lors de l'exécution de l'instruction d'adresse A, l'unité de commande enchaîne automatiquement sur l'exécution de l'instruction d'adresse A+1, sauf dans le cas d'une rupture de séquence. L'exécution des instructions consiste, en général, à traiter des données sauveées en mémoire centrale. Les données ne sont pas nécessairement stockées à des endroits successifs de la mémoire. Les données sont accessibles grâce à leur **adresses**. Une adresse est une valeur entière indiquant la case mémoire où se trouve une données ou une instruction.

L'ordinateur est une machine conçue pour exécuter des programmes. Un programme traite des données et produit des résultats eux même considérés comme des données. Les résultats peuvent être communiqués à l'homme par l'intermédiaire d'unité périphériques.

En général, on distingue trois types d'instructions :

- ✓ Les instructions de traitement portant sur des opérandes en mémoire, comportant essentiellement les opérations arithmétiques et logiques et l'opération de rangement en mémoire;
- ✓ Les instructions de rupture de séquence permettant de rompre l'enchaînement séquentiel des instructions et de passer à une autre partie du programme si certaines conditions sont réalisées;
- ✓ Les instructions d'échange permettant les échanges d'informations entre l'ordinateur et le milieu extérieur.

Organisation logique d'une machine Von Newman

La figure 04 montre le schéma général d'un ordinateur. Elle met en évidence six éléments fondamentaux : la CPU (Central Processing Unit) ou unité centrale de traitement, la mémoire centrale, différents bus, des unités d'échange, des mémoires auxiliaires et des périphériques.

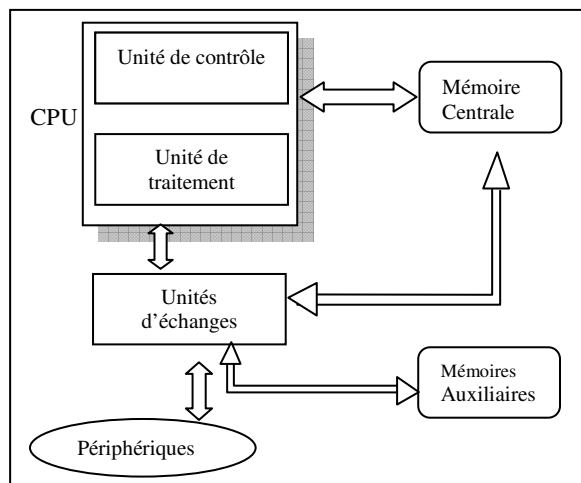


Figure 04 : Schéma général d'un ordinateur

La CPU (Central Processing Unit) ou unité centrale de traitement constitue le cœur de l'ordinateur. Elle se charge de l'exécution des programmes et de la coordination entre les différents organes de l'ordinateur. Elle est composée de l'unité de commande et de l'unité arithmétique et logique. La mémoire centrale est un dispositif capable d'acquérir des informations, de les stocker et de les restituer à la demande. Elle est formée de cellules capables de conserver deux états (l'état zéro et l'état un).

Les unités d'échange (ou sous système d'entrée/sortie) constituent des dispositifs permettant l'échange d'informations entre d'une part la CPU et les périphériques ou mémoires auxiliaires et d'autre part entre la mémoire centrale et les périphériques ou les mémoires auxiliaires.

Le bus permet de transporter (transférer) des informations entre les divers unités de l'ordinateur. Il est composé de plusieurs lignes électriques chacune pouvant véhiculer un bit d'information (un bit correspond à une information concernant un état parmi deux : 0 ou 1).

Description logique et fonctionnelle des composants de la machine

CPU : La CPU de l'ordinateur est composé de deux parties : la partie opérative qui correspond à l'unité de traitement ou l'unité arithmétique et logique et la partie contrôle qui correspond à l'unité de commande ou l'unité de contrôle.

Unité de traitement (UAL, Registres, ...) : L'unité de traitement (ou UAL) se charge d'effectuer les traitements demandés par les instructions. Ces traitements se résument en des opérations arithmétiques (addition, soustraction, division, multiplication) et logiques (comparaison, ET logique etc.).

Elle est essentiellement composée de trois types de composants :

- ✓ De registres servant à contenir les opérandes et les résultats intermédiaires. Un registre spéciale est utilisé, il est dénommé 'accumulateur'.
- ✓ Des circuits logiques permettant de réaliser les différentes opérations arithmétiques et logique. Ces circuits compose ce qu'on appel par UAL (Unité Arithmétique et Logique) ou ALU (en Anglais).
- ✓ D'un registre permettant de mémorisé l'état de l'accumulateur. Ce registre est dit registre indicateurs.

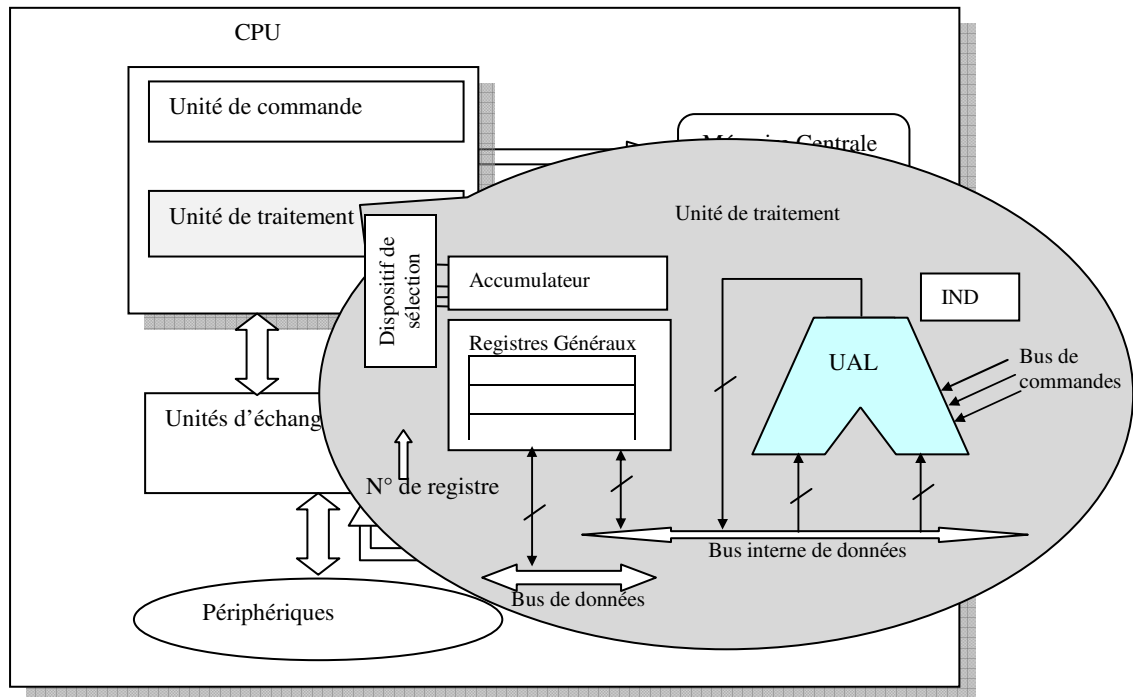


Figure 05 : Unité de traitement (UAL, registres, ...)

Pour effectuer les différents calculs demandés par les instructions, l'unité de traitement dispose de plusieurs registres permettant de contenir provisoirement les opérandes (données) requises par les calculs. Une fois, les opérandes stockés dans les registres de cette unité, un signal de commande (provenant du bus de commande) précisant l'opération à effectuer va activer le circuit logique permettant de réaliser l'opération (exemple pour une addition, c'est le circuit additionneur qui sera activé).

Les opérandes proviennent de la mémoire centrale, c'est pour cela que les registres de l'unité de traitement sont reliés au bus de données de l'ordinateur.

Etant données que cette unité dispose de plusieurs registres généraux (servant à contenir des opérandes), une disposition de sélection permet de sélectionner celui qui est concerné par l'opération pour soit mettre dedans un opérande en provenance de la MC ou récupérer depuis un opérande pour le stocker en MC ou l'utiliser dans l'UAL pour obtenir un résultat.

Le registre accumulateur a une fonction assez spéciale puisqu'il est utilisé par les instructions de branchement pour réaliser des ruptures de séquences au niveau de l'exécution des programmes. Ceci est réalisé grâce à des tests sur le contenu de ce registre. C'est le registre indicateurs IND qui indique l'état du registre

accumulateur. Ce registre est en fait relié à l'unité de contrôle qui s'en sert pour exécuter les instructions de branchement.

Certaines lignes de commandes proviennent de l'unité de contrôle. Ces lignes sont utilisées pour préciser le type d'opération à réaliser (addition, multiplication, décalage, opération logique etc.)

Partie Contrôle : La partie contrôle est aussi appelée unité de commande ou unité de contrôle. Son rôle est l'exécution des instructions. Elle est essentiellement composée :

- ✓ d'un registre appelé registre instruction (RI) utilisé pour contenir l'instruction à exécuter.
- ✓ D'un registre appelé compteur ordinal (CO) utilisé pour contenir l'adresse de l'instruction prochaine à exécuter.
- ✓ D'une circuiterie appelée « séquenceur ». Cette circuiterie, analyse le code opération de l'instruction et génère un ensemble de signaux de commande (appelée micro commandes) pour réaliser l'agencement de l'exécution de l'instruction. Le séquenceur génère des signaux en plusieurs phases composées de plusieurs étapes. (voir paragraphe concernant le déroulement de l'exécution d'une instruction)

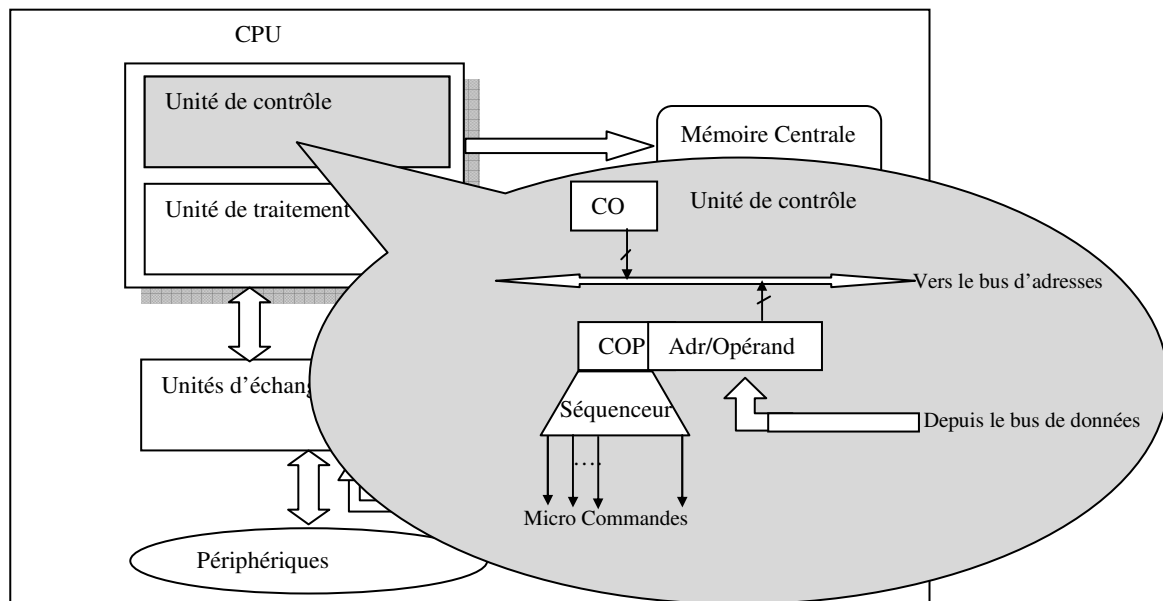


Figure 06 : Unité de contrôle

Mémoire: La mémoire de l'ordinateur permet de stocker des informations (instruction, données numérique ou alphanumériques, images etc.) sous forme binaire. La représentation binaire de l'information fait que l'information soit codée suivant des configuration de bits où chaque bit représente une information composé d'un « 1 logique » de d'un « 0 logique ». En général, physiquement, le « 0 logique » correspond à un état de tension électrique égal à 0V et le « 1 logique » correspond à un état de tension électrique égale à 5V.

En fait, il existe divers types de mémoire :

- ✓ Mémoire permanente / volatile

- ✓ Mémoire Morte / Vive
- ✓ Mémoire Principale / Secondaire
- ✓ Mémoire virtuelle
- ✓ Mémoire cache
- ✓ Etc.

Nous reviendront sur ces types ultérieurement. Pour l'instant, nous nous intéressons à la mémoire centrale de l'ordinateur. Cet intérêt est justifié par le fait que cette mémoire contient les programmes que l'ordinateur doit exécuter. C'est une mémoire volatile, c'est à dire qu'elle perd l'information qu'elle contient dès qu'on met hors tension l'ordinateur. La figure 6 illustre la composition de la mémoire centrale.

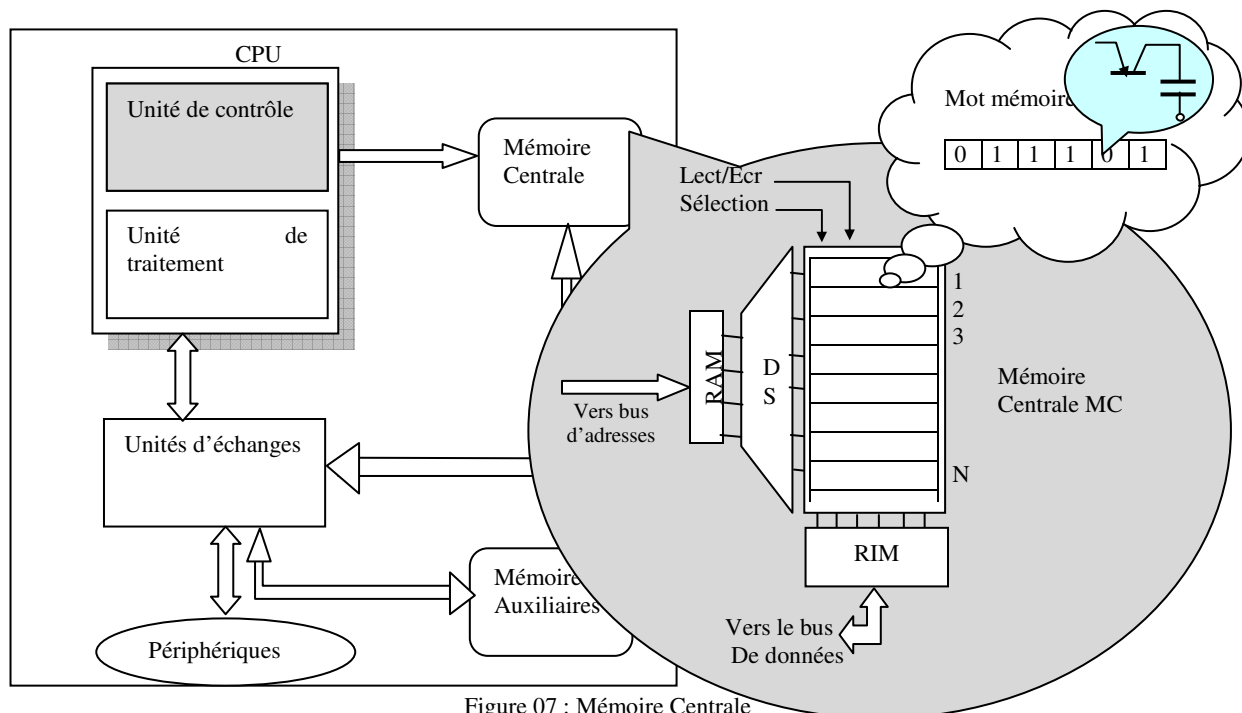


Figure 07 : Mémoire Centrale

La MC est composé :

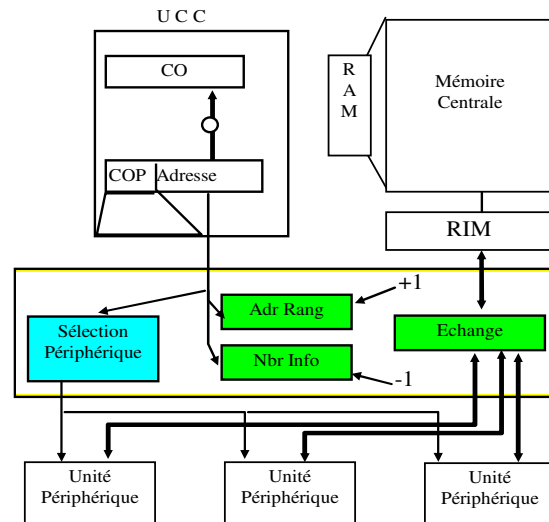
- ✓ D'un registre nommé « registre adresse mémoire :RAM »
- ✓ D'un dispositif de sélection DS
- ✓ D'un ensemble de mots mémoires composant la mémoire proprement dite
- ✓ Un registre nommé « registre information mémoire : RIM ».

La MC est en fait un dispositif capable d'acquérir des informations, de les stocker et de les restituer à la demande. Elle est composée d'un ensemble d'éléments nommés mots mémoires. Chaque mot mémoire est composé, à son tour, de plusieurs cellules chacun permettant de stocker un bit d'information (c'est-à-dire un « 1 » ou un « 0 »). Une cellule mémoire peut être construite physiquement à l'aide d'un transistor (on se sert de la capacité résiduelle du transistor pour stocker l'information binaire). Afin de repérer avec exactitude les mots mémoires, ces derniers sont disposés d'une façon ordonnée de sorte qu'à chacun soit associé un numéro ou une adresse.

Pour effectuer une lecture d'une information se trouvant dans un mot mémoire de la MC, il faut indiquer l'adresse de ce mot. Cette adresse, indiquée dans le registre adresse mémoire RAM, doit être décodée pour sélectionner le mot mémoire qui lui correspond. Ceci est réalisé grâce au dispositif de sélection DS. Le signal de sélection doit être positionné pour indiquer que la MC est choisie. Dès que le signal de lecture/écriture indique qu'il s'agit d'une lecture, l'information se trouvant dans le mot sélectionné est dupliquée dans le registre RIM (Registre Information Mémoire). Une fois dans le registre RIM, l'information peut être mise dans le bus de données pour être transférée dans une autre unité de l'ordinateur (unité de contrôle, unité de traitement, unités d'échange).

Pour effectuer une écriture d'une information dans un mot mémoire de la MC sachant que cette information se trouve dans le registre RIM, il faut indiquer l'adresse du mot ciblé. Cette adresse, indiquée dans le registre adresse mémoire RAM, doit être décodée pour sélectionner le mot mémoire qui lui correspond. Ceci est réalisé grâce au dispositif de sélection DS. Le signal de sélection doit être positionné pour indiquer que la MC est choisie. Dès que le signal de lecture/écriture indique qu'il s'agit d'une écriture, l'information se trouvant dans le registre RIM est dupliquée dans le mot mémoire sélectionné.

Unité d'échange : Elle permet de gérer le transfert d'information depuis des unités périphérique vers la mémoire ou inversement. En générale, ce transfert peut être effectué simultanément avec le déroulement d'un programme de calcul. Les informations transférées sont rangées en mémoire séquentiellement. Pour initialiser un tel transfert, des instructions spéciales d'entrée – sortie doivent fournir à l'unité d'échange, d'une part, l'adresse de l'unité périphérique concernée et, d'autre part, l'adresse de rangement de la première information et le nombre d'information à transférer. Par la suite, l'unité d'échange se chargera de la gestion du transfert proprement dit: à chaque information transférée, elle ajoutera 1 à l'adresse de rangement et retranchera 1 au nombre d'information à transférer. Elle avertira l'unité de contrôle lorsque toutes les informations auront été transférées (fig.08).



Légende:

Adr Rang: Adresse de Rangement
Nbr Info: Nombre d'informations à transférer

Les unités périphériques : Il existe deux types d'unités périphérique:

- ✓ Les mémoires auxiliaires
- ✓ Les unités de communication

Les mémoires auxiliaire sont aussi appelées mémoires secondaires par opposition à la mémoire principale (ou centrale). Elle sont utilisées pour stocker d'une manière permanente l'information. Les disques, les disquettes, les disques laser en sont des exemples de mémoires auxiliaires. Les unités de communication ont pour rôle de communiquer l'information soit depuis l'ordinateur (mémoire centrale) vers l'utilisateur ou l'inverse. L'écran, le clavier, la souris, l'imprimante, en sont des exemples.

La plupart des unités périphériques sont constituées de deux parties:

- ✓ Une partie purement électronique appelée unité de commande, unité de contrôle de périphérique ou encore unité de liaison, et
- ✓ Une partie électromécanique réalisant la lecture ou l'écriture des informations. Cette partie est commandée par la première (unité de contrôle de périphérique).

Exécution des programmes

Pour être exécuté, les programmes sont stockés en mémoire centrale. Les données sur lesquelles opèrent les instructions sont elles aussi stockées en mémoire centrale. Qu'il s'agisse des données ou des instructions, l'accès à ces informations s'effectue par un numéro appelé adresse précisant le mot où se trouve la donnée ou l'instruction désirée. On suppose qu'un programme (ensemble d'instructions) et ses données se trouvent en mémoire centrale, on suppose aussi que le compteur ordinal de l'unité de commande contient l'adresse de la première instruction de ce programme. Le processus d'exécution de ce programme va s'effectuer comme suit :

- ✓ Exécution de la première instruction
 1. Recherche de l'instruction
 2. Analyse et traitement de l'instruction
 3. Préparation de l'exécution de la prochaine instruction à exécuter

- ✓ Exécution de la prochaine instruction suivant le même processus que la première instruction
- ✓ Arrêter l'exécution du programme lorsqu'on arrive à la dernière instruction.

On remarque que dans l'exécution de chaque instruction, trois phases sont réalisées dans l'ordre : recherche de l'instruction, analyse et traitement puis préparation de la prochaine instruction à exécuter.

La phase de recherche de l'instruction est la même pour tous les types d'instructions, elle suppose que le compteur ordinal contient l'adresse de l'instruction. Cette phase se déroule comme suit :

Transférer l'adresse se trouvant dans le compteur ordinal CO vers le registre adresse mémoire RAM

Commander à la mémoire centrale un lecteur de l'information se trouvant dans le mot d'adresse précisée dans le registre RAM. Ceci en mettant en lecture la commande de lecture/écriture. A l'issue de la commande de lecture, la mémoire centrale va délivrer dans son registre RIM (registre information mémoire), l'instruction recherchée.

Cette instruction va être ensuite conduite vers le registre instruction RI.

Cette phase peut être résumée comme suit :

- ✓ RAM → (CO) Ceci doit être lu comme suit : le registre RAM reçoit le contenu du registre CO
- ✓ R/W → lecture Ceci doit être lu comme suit : commande d'une lecture
RIM → Mem.(RAM) Ceci doit être lu comme suit : Le registre RIM reçoit le contenu du mot d'adresse indiqué dans le registre RAM
- ✓ RI → (RIM) Ceci doit être lu comme suit : Le registre RI reçoit le contenu de RIM

La phase d'analyse et de traitement dépend de la nature des instructions (instruction de calcul, instruction de transfert, instruction d'entrée/sortie, instruction de contrôle, appel système etc.). En général elle se déroule comme suit :

Analyse du code opération de l'instruction (le code opération est une partie de l'instruction indiquant le type et la nature du traitement à effectuer). Cette analyse est réalisée par le séquenceur.

Après analyse, le séquenceur génère, en plusieurs étapes dans le temps, un ensemble de micro commandes qui vont permettre de commander les unités de l'ordinateur impliquées par l'instruction et de faire véhiculer l'information à travers les différents bus de l'ordinateur.

La dernière phase est celle de la préparation de la prochaine instruction à exécuter. Cette phase consiste simplement à mettre dans le compteur ordinal, l'adresse de la prochaine instruction. Cette adresse est soit obtenue par incrémentation du compteur ordinal lorsque l'exécution est en séquence, soit elle provient de l'actuelle instruction s'il s'agit d'une rupture de séquence.