

ENSEIGNEMENT DE PROMOTION SOCIALE

Cours de
STRUCTURE DES ORDINATEURS
- Introduction -

H. Schyns

Septembre 2003

Sommaire

1. INTRODUCTION

2. STRUCTURE DU COURS

3. L'ORDINATEUR

3.1. Définition de l'ordinateur**3.2. PC, minis et gros systèmes****3.3. Evolution du concept**

3.3.1. L'unité de traitement

3.3.2. Les périphériques

3.3.3. L'unité de contrôle

3.3.4. La programmation

3.3.5. Le stockage des programmes

3.3.6. Le bus

3.3.7. Finalement...

3.4. Aperçu de l'architecture d'un micro-ordinateur

3.4.1. Vu de l'extérieur

3.4.2. A l'intérieur...

3.5. Principe de fonctionnement

1. Introduction

Choisir un ordinateur est une tâche complexe car il s'agit pratiquement de choisir chacun des éléments qui le compose. Or, il suffit de lire les publicités spécialisées pour se rendre compte que les prix varient facilement du simple au quintuple sans laisser au novice la moindre chance de comprendre pourquoi.

Pc C3000 Works Amd Duron 2000 pro, cd, hdd 40 gb 7200, 128 ddr, moniteur 17" vga 32 mb, cl., hp, souris 375€	CPU Amd Athlon 2800 177 € Graveur dvd Nec 1300 164 € CM Amd 2000, vga, lan 92 € CM Asrock K7VTZ 36 € GF5 5600 256 ddr 175 € Dvd-r 4 X 1,25 €	Pc C3000 Game Intel P4 2.4, 17", hdd 80gb, GF5 5200 128 ddr, 512 ddr 333, dvd 16x, graveur 52 x cl, hp, souris 825€
PROMOTION DE LA RENTREE DES CLASSES PC complet : Celeron 2000 Mhz, 256 DDR pc 2100, hdd 40 gb Dvd & graveur cd combo, moniteur 17", usb 2.0, carte réseau 10/100, vga intégrée, clavier multimedia, hp, souris net scroll + imprimante hp 3325 pour 579 € TVA comprise		
PC ATHLON XP 2400 ASUS K4400 AGP 8x DDR DDR 512 - FDD - HD 80 Gb 7200 - DVD 16/48 Graveur 52/24/52 - Geforce FX 5200 64 DDR Tv-out CS 5.1 digital - Kb Multimedia - Souris - HP 360w 549 €		
Geforce fx 5600 asus 160 € DVD-Sony 2,75 € DVD Princo 4x 140 €/100pc Graveur Asus 52x 49 € Portable asus 158c - Pentium 4 2.8 - 15" tft - 512 ddr pc 2700 - graveur cd - dvd - lan - hd 60G - modem - tv out - 5usb - ati radeon 9000 - window xp 2130 € ttc		

Quelques publicités tirées d'un tout-boîtes de septembre 2003

Le PC présente deux facettes :

L'aspect matériel concerne la **structure du PC** et ses **composants** : alimentation électrique, carte mère, processeur, disque dur, mémoires, etc. C'est tout le problème du montage et de la maintenance évolutive .

L'architecture est l'étude du fonctionnement des composants interne d'un ordinateur. Elle traite :

- du type des informations manipulées et de leur codage,
- du fonctionnement logique et électronique des composants,
- du dialogue entre composants.

L'objectif de ce cours est de familiariser l'étudiant avec l'aspect matériel. Nous y apprendrons à identifier les principaux composants d'un ordinateur, à décoder leur jargon, à comprendre leur fonctionnement et à connaître leurs principales caractéristiques.

L'aspect fonctionnel concerne les **logiciels** nécessaires au bon fonctionnement et à une bonne utilisation du PC : système d'exploitation, installation et désinstallation d'applications, etc.

En particulier, le **système d'exploitation** est un programme qui réalise l'interface entre l'utilisateur et la machine. C'est lui qui permet à l'utilisateur de soumettre des travaux à la machine sans en connaître l'architecture.

Cet aspect est développé dans un autre cours.

Les présentes notes n'ont pas la prétention de constituer un traité exhaustif d'architecture des machines, de maintenance ou de dépannage. Elles se veulent juste un support au cours oral et un fil conducteur. Elles ne remplacent pas le cours oral. Elles ne dispensent pas non plus l'élève de consulter d'autres ouvrages et les informations innombrables que l'on trouve sur Internet et dans l'aide en ligne de nombreux logiciels.

N'oublions pas que toute intervention tant sur le matériel que sur le logiciel **doit** être **précédée** d'une profonde réflexion. Au début, les erreurs sont **inévitables**.

Dès lors, nous conseillons vivement à l'étudiant de se procurer une machine d'un ancien modèle afin de faire ses premières armes. Sur le marché de l'occasion, on trouve sans problème des PC Pentium 2, 200 MHz complets à moins de 100 EUR. Il est même souvent possible de récupérer gratuitement des machines abandonnées par leurs anciens maîtres...

2. Structure du cours

Nous aborderons les aspects matériels en donnant d'abord une **définition de l'ordinateur** et en décrivant les grands principes de son fonctionnement.

Dans un ordinateur, toutes les informations sont représentées par des tensions, des courants ou des charges électriques. Ces grandeurs physiques lui permettent de travailler en binaire. Un chapitre sera donc consacré à la transformation et à la manipulation des nombres en **décimal, binaire et hexadécimal**. Un autre à la manipulation des concepts logiques selon l'**algèbre de Boole**.

Nous nous attacherons ensuite à décrire chacun des éléments qui composent la machine.

Nous commencerons par **la mémoire**. Il ne s'agit pas seulement de distinguer deux types de barrettes; il faut aussi comprendre en quoi leur structure et leur fonctionnement diffèrent. Les différents usages de la mémoire seront passés en revue : RAM, ROM, Cache, etc.

Nous passerons ensuite à la notion **de bus** et **de chipset** en insistant à nouveau sur le fonctionnement, sur leur évolution et sur leur interaction avec les autres composants.

A ce stade, nous serons en mesure d'aborder **le processeur**. De quoi est-il fait ? Comment s'y prend-il pour exécuter une instruction ? Qu'est-ce que le pipelining ?

Nous aborderons ensuite le **disque dur**, son formatage et son partitionnement.

Avec **la carte mère**, nous verrons comment la vie de ces composants est organisée. Ceci nous amènera aux **ressources systèmes** (IRQ, DMA, etc.) et au fonctionnement des différents **ports** série et parallèle.

Enfin, nous détaillerons **les principaux périphériques** : le clavier, l'écran, le CD-ROM et le DVD.

Notre parcours se terminera avec les caractéristiques de **l'alimentation** électrique et quelques notions sur le rôle du **système d'exploitation**.

Chacun de ces points fera l'objet d'un fascicule au format pdf, disponible librement sur Internet.

3. L'ordinateur

3.1. Définition de l'ordinateur

En termes "classiques" :

Ensemble de systèmes électroniques utilisés pour résoudre des problèmes mathématiques d'une grande complexité.

En termes "modernes"

Ensemble de systèmes électroniques utilisés pour l'acquisition, la conservation, le traitement et la restitution des données.

Le mot français "ordinateur" provient de la firme IBM. Celle-ci demanda en 1954 à un professeur de lettres à Paris de trouver un mot pour désigner ce que les Américains appelaient "computer" (*litt.: calculateur*).

3.2. PC, minis et gros systèmes

Aujourd'hui, quand on parle d'ordinateur, on comprend presque toujours ordinateur personnel ou PC (*ang.: personal computer*). Bien que leur puissance augmente d'année en année, les performances des PC ⁽¹⁾ restent modestes comparées à celle des gros systèmes (*ang.: mainframes*) construits par IBM et consorts. Ces gros systèmes sont utilisés notamment dans l'industrie et dans le secteur des services, là où le volume de données à traiter est considérable et où une certaine centralisation est nécessaire : banques, chaînes de fabrication, grandes administrations, recherche scientifique, etc.

Un PC est à un gros système ce qu'une voiture est à un semi-remorque.

Savoir conduire une voiture ne vous permet pas de piloter un camion. Et pourtant, tout conducteur de voiture placé dans la cabine d'un semi-remorque retrouvera un certain nombre d'éléments qui lui sont familiers : un tableau de bord, un volant, des pédales, un levier de changement de vitesse, etc.

Il en va de même en ce qui concerne le fonctionnement des deux véhicules : un réservoir contient un carburant dont la combustion dans un moteur fournit l'énergie mécanique nécessaire au mouvement. Cette énergie est transmise aux roues par l'intermédiaire d'un embrayage et d'une boîte de vitesses.

Le même raisonnement s'applique aux PC, mini et gros systèmes.

Les concepts qui sont à la base de leur fonctionnement sont assez semblables. Cependant, pour des raisons de facilité assez évidentes à comprendre, nous prendrons nos exemples principalement dans le monde des PC.

3.3. Evolution du concept

3.3.1. L'unité de traitement

Par définition, un ordinateur doit comprendre une unité de traitement des données :

¹ En toute rigueur, le terme PC désigne exclusivement un modèle de micro-ordinateur créé par IBM dans les années 80. Grâce à son succès commercial, le terme est devenu un nom commun qui désigne aujourd'hui tous les micro-ordinateurs personnels, quels que soient leur fabricant ou leur modèle.



Fig. 3.1

Cette unité de traitement contient l'unité arithmétique et logique (en abrégé **UAL** ou **ALU** en anglais). Ses circuits électroniques sont capables d'effectuer les trois opérations logiques élémentaires (ET, OU, NON).

Ces trois opérations logiques sont combinées pour rendre l'UAL capable d'effectuer les quatre opérations mathématiques élémentaires (addition et soustraction, multiplication et division) ainsi que les opérations de comparaison élémentaires (plus grand que, égal). Celles-ci, à leur tour, seront combinées pour accomplir d'autres fonctions (logarithmes et exponentielles, fonctions trigonométriques,...).

3.3.2. Les périphériques

Disposer d'une unité de traitement n'est pas suffisant. Comment peut-elle savoir ce qu'on lui demande ? Comment peut-elle fournir ses résultats ? Il faut donc lui adjoindre :

- une ou plusieurs unités pour permettre l'acquisition des données : les **périphériques d'entrée** (clavier, scanner, souris, ...)
- une ou plusieurs unités pour permettre la restitution des résultats : les **périphériques de sortie** (écran, imprimante, ...)
- une unité de conservation des données (mémoire)

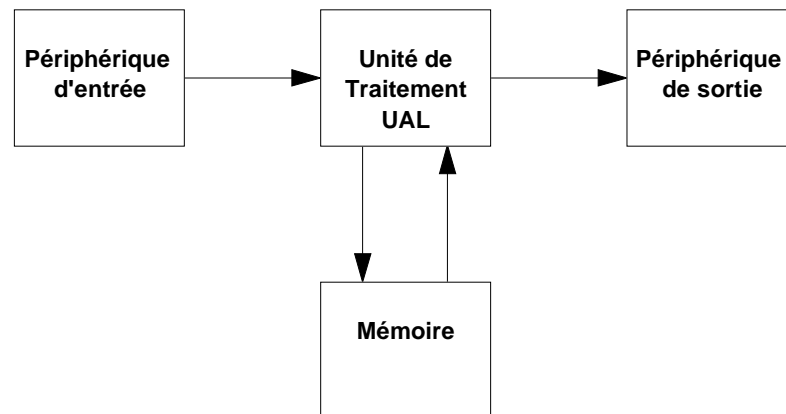


Fig. 3.2

3.3.3. L'unité de contrôle

Dès que plusieurs composants doivent dialoguer, il est nécessaire d'ajouter **processus de contrôle** ou de commande. Son rôle est de veiller à la régularité des échanges en donnant la parole à chacun des éléments au moment opportun.

Vu la position centrale de l'unité de traitement, il paraît logique de lui confier ce rôle d'agent de police chargé de la circulation.

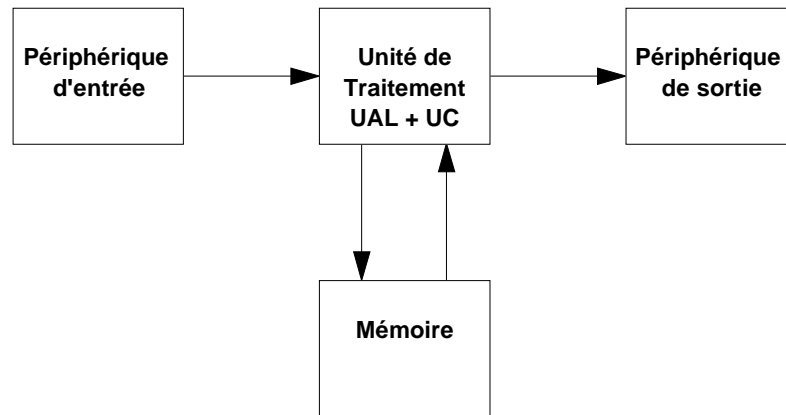


Fig. 3.3

Voilà cette unité promue "unité *centrale* de traitement des données" (ang.: *Central Processing Unit* ou *CPU*).

A ce stade, la structure correspond à celle d'une calculatrice électronique. Une calculatrice dispose en effet :

- d'un clavier comme périphérique d'entrée,
- d'un affichage comme périphérique de sortie,
- d'une unité de calcul qui effectue les opérations demandées,
- d'une ou plusieurs mémoires pour retenir les résultats intermédiaires.

Pourtant personne ne prétendra qu'une calculatrice est un ordinateur. Il manque donc quelque chose.

3.3.4. La programmation

Ce qui manque à notre calculatrice pour qu'elle devienne un "vrai" ordinateur, c'est la mémorisation des **procédures de traitement**.

Dans le cas de la calculatrice, c'est l'opérateur qui effectue la séquence d'opérations. Dans le cas de l'ordinateur, la procédure est stockée indépendamment et fournie à la machine. La machine est capable de lire les instructions pas à pas et de les exécuter au fur et à mesure, sans intervention de l'utilisateur.

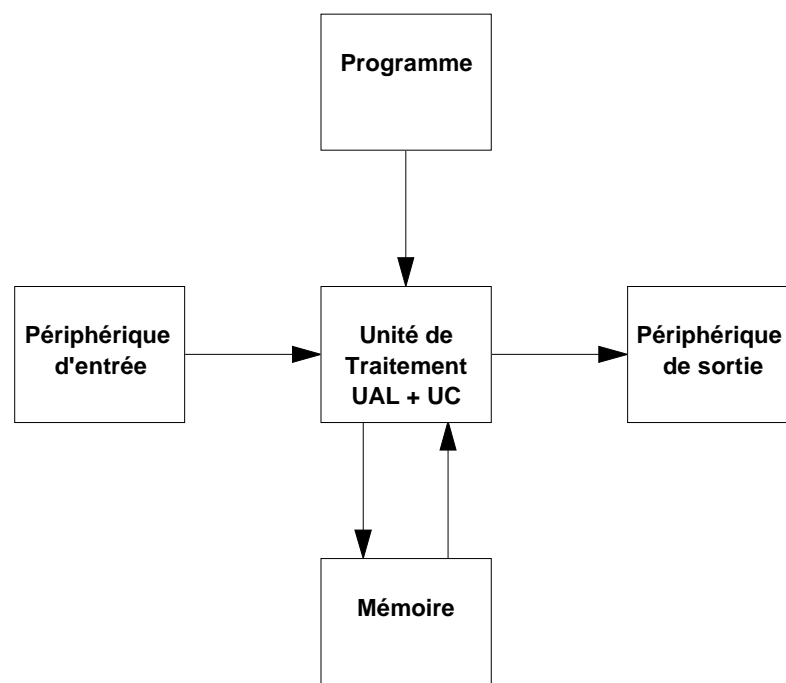


Fig. 3.4

Les premiers programmes étaient câblés "dans" la machine, un peu à la manière des téléphonistes d'antan qui réalisaient manuellement les connexions entre les appelants et les appelés.

L'apparition des rubans et des cartes perforées a grandement simplifié le processus d'écriture et de conservation des programmes. Mais dans ce concept, la machine doit encore lire chaque l'instruction sur la bande avant de l'exécuter.

3.3.5. Le stockage des programmes

Pour éviter cette lecture pas à pas d'une bande de papier, on a eu l'idée de stocker en mémoire le programme à exécuter ⁽¹⁾.

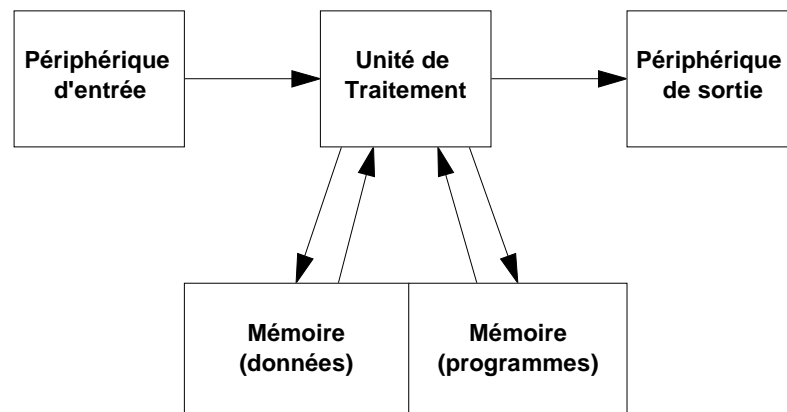


Fig. 3.5

Le principe consiste à lire le programme sur un périphérique d'entrée, à le stocker dans une mémoire *permanente* et à le charger en mémoire *centrale* au moment de l'exécuter.

Dans un premier temps, on a pensé à distinguer la mémoire des données de celle des programmes. Puis on s'est rendu compte que, dans les deux cas, l'information était stockée de la même manière, c'est-à-dire sous forme de bits, et qu'une zone de mémoire pouvait aussi bien recevoir une instruction qu'une donnée ⁽²⁾.

Tout cela est très joli, mais comment la machine sait-elle *quand* elle doit lire le périphérique d'entrée ? Et comment sait-elle *comment* elle doit lire l'information présentée sur le périphérique d'entrée ?

La lecture est une procédure, donc un programme. Or le programme doit être lu et stocké. On tourne en rond.

Le truc consiste à mettre "en dur" dans la machine un petit programme qui s'exécutera automatiquement dès la mise sous tension.

Aussi curieux que cela puisse paraître, un ordinateur se met à exécuter un programme dès qu'il est mis sous tension.

¹ Les puristes diront - avec raison - que, dans une calculatrice, une partie des procédures est déjà stockée dans la machine puisqu'elle est capable de faire les opérations arithmétiques sans intervention de l'utilisateur

² Pour des raisons d'efficacité, les compilateurs séparent les données (Data Segment) des instructions (Code Segment) mais, au sein de la mémoire, une zone peut tantôt recevoir les données, tantôt recevoir les instructions.

D'où vient ce premier programme qui va permettre de lancer tous les autres, c'est ce que nous verrons plus loin.

De même, un ordinateur exécute des programmes tant qu'il est sous tension. Il n'arrête son travail que lorsqu'on coupe son alimentation.

3.3.6. Le bus

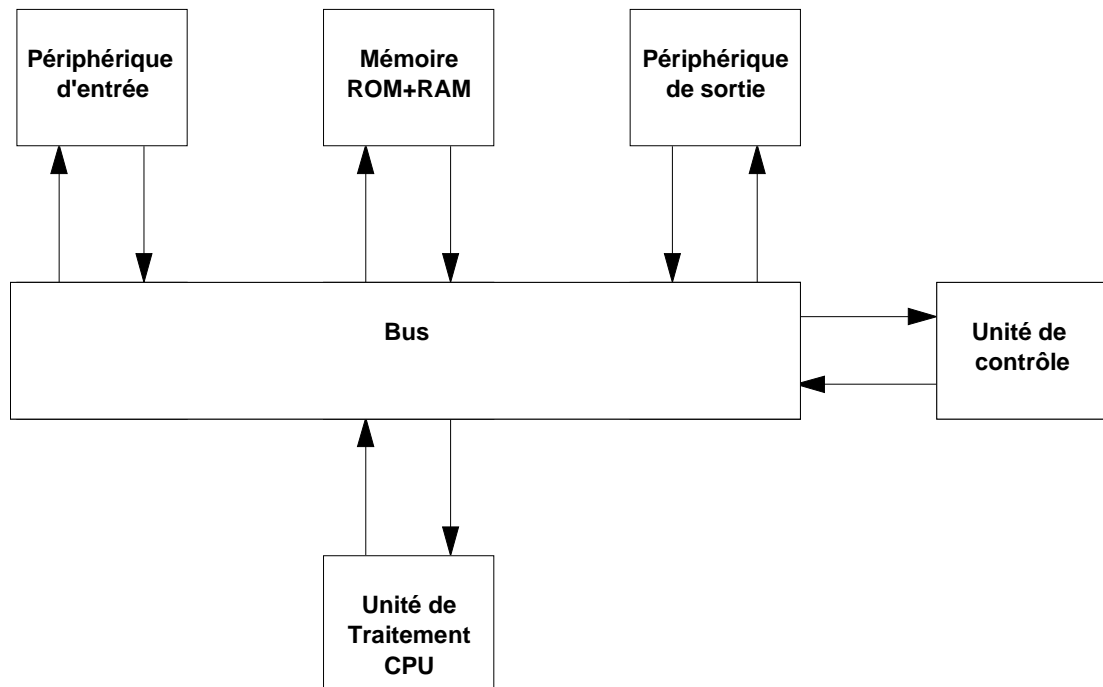


Fig. 3.6

On savait déjà que les différents éléments de la machine devaient échanger de l'information. On s'est rapidement aperçu que, pour augmenter la vitesse des traitements, il fallait créer une sorte d'autoroute (ou de plaque tournante) sur laquelle chaque constituant de l'ordinateur pourrait envoyer les informations qui lui sont demandées par un autre constituant. Cette autoroute a reçu le nom de **bus**.

D'autre part, pour pouvoir augmenter la vitesse de traitement du processeur, il fallait le décharger de la plupart des tâches de contrôle. Ceci allait conduire les concepteurs à placer des unités de contrôle spécialisées à différents endroits. Ces unités ont reçu le nom de **contrôleurs** (*ang.: controller*) et de **ponts** (*ang.: bridge*)

3.3.7. Finalement...

Finalement, du point de vue conceptuel, un ordinateur est composé d'un ou plusieurs processeur, de mémoires et d'interfaces qui communiquent au moyen d'un bus.

Le bus lui-même se compose de trois parties :

- le bus d'adresses (*ang.: address bus*), qui véhicule l'adresse du composant auquel les demandes ou les données sont destinées;
- le bus de données (*ang.: data bus*), qui véhicule l'information proprement dite;
- le bus de contrôle (*ang.: control bus*), qui sert au transport des signaux de synchronisation et de validation (clock, request, acknowledge,...)

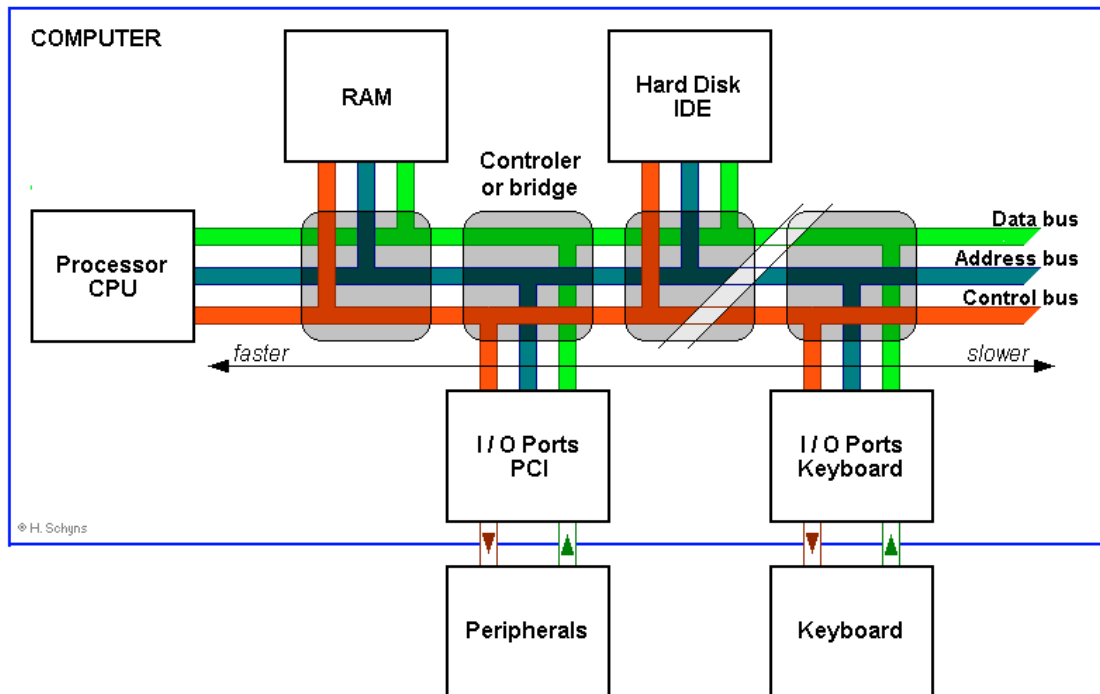


Fig. 3.7

3.4. Aperçu de l'architecture d'un micro-ordinateur

3.4.1. Vu de l'extérieur

Les ordinateurs sont semblables aux humains : certains sont sédentaires et restent sagement à l'endroit où ils ont été installés, d'autres voyagent avec leur propriétaire.

Habituellement, un micro-ordinateur sédentaire comprend :

- une **unité centrale** (*ang.: central unit*), sorte de grosse boîte métallique, sur laquelle se branchent les autres composants (*ang.: devices*);
- un **clavier** (*ang.: keyboard*);
- une **souris** (*ang.: mouse*)
- un **écran** ou un **vidéo** (*ang.: screen*)
- une **imprimante** (*ang.: printer*)

L'unité centrale peut être

- plus large que haute et conçue pour être posée à plat sur le plan de travail. On parle alors d'**ordinateur de bureau** (*ang.: desktop*);
- plus haute que large et conçue pour être posée verticalement sur le sol, à côté du plan de travail. Il s'agit alors d'une **tour** (*ang.: tower*)

Le boîtier de l'unité centrale comporte des boutons permettant la mise sous tension et l'arrêt de l'ordinateur. Il contient des voyants qui affichent l'état de marche de PC. La face avant présente aussi plusieurs ouvertures ou baies. Elles sont destinées à recevoir les périphériques de stockage tels que les lecteurs et graveurs de CD ou de DVD et les lecteurs de disquettes. La face arrière offre une série de connecteurs sur lesquels on branche le câble d'alimentation électrique, le clavier, la souris, l'imprimante et d'autres périphériques.

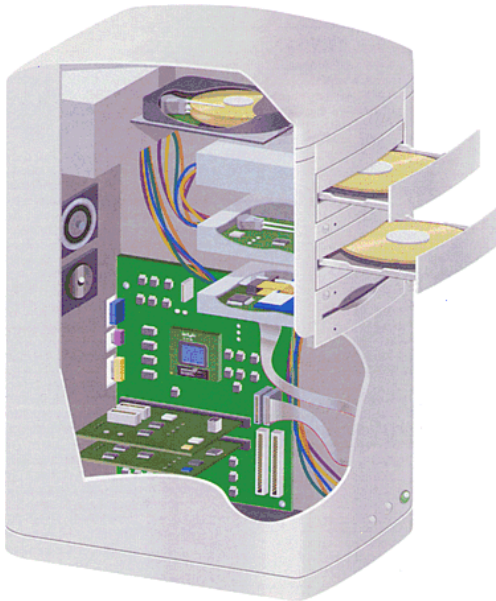


Fig. 3.8 Une tour (ang.: tower)



Fig. 3.9 Un portable (ang.: laptop)

Les ordinateurs voyageurs sont des modèles portables (ang.: *laptop*). Ils ont la forme d'une valisette très compacte et contiennent tout ce qui est nécessaire à leur fonctionnement.

La partie inférieure (horizontale) de la valisette intègre l'unité centrale, le clavier et la souris (souvent remplacée par un panneau sensible). Les connecteurs sont répartis sur les quatre faces latérales, souvent protégés par un volet. La partie supérieure (verticale) contient l'écran. L'imprimante n'est pas intégrée à l'ensemble.

3.4.2. A l'intérieur...

Lorsqu'on enlève le capot d'une tour, on découvre une plaque rigide, en matière plastique, généralement de couleur verte, de la taille d'une feuille A4. Elle est fixée sur le fond ou sur une paroi latérale du caisson métallique.

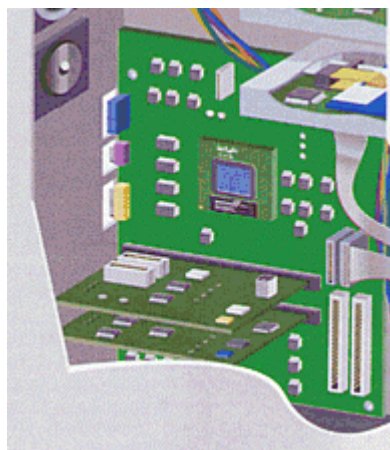


Fig. 3.10 Détail de la Fig. 3.8 montrant la carte mère

Cette plaque, appelée **carte mère** (ang.: *motherboard*) supporte un bon nombre de circuits intégrés et une multitude de composants électroniques qui échangent des informations. La carte mère est l'élément constitutif principal de l'ordinateur.

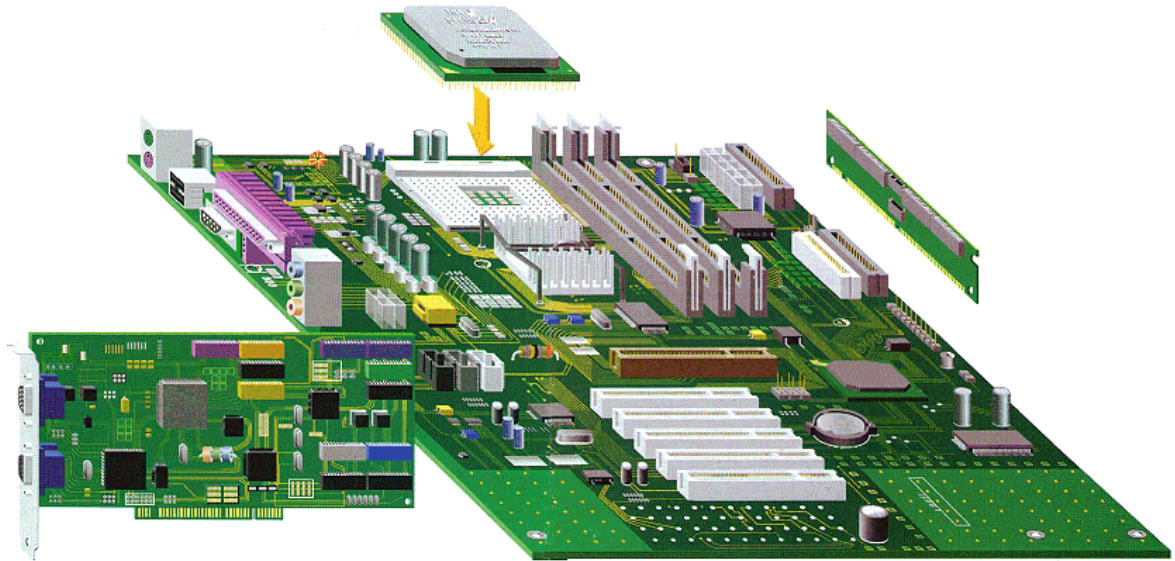


Fig. 3.11 Une carte mère typique (ang.: motherboard)

La plupart des cartes mères possèdent un emplacement carré (parfois deux) destiné à accueillir le processeur. D'autres possèdent un connecteur allongé dans lequel s'enfiche une autre carte portant le processeur.

Le **processeur** (aussi appelé microprocesseur) est le centre de l'ordinateur. Il récupère les données, exécute les instructions des programmes, stocke le résultat etc. Le processeur est caractérisé par sa fréquence, c'est-à-dire la cadence à laquelle il exécute les instructions. Ainsi, un processeur cadencé à 2 GHz (gigahertz ou $2 \cdot 10^9$ Hz) effectue 2 milliards d'opérations élémentaires par seconde ⁽¹⁾. Autrement dit, le temps nécessaire à chaque opération n'est que de un demi milliardième de seconde ($0.5 \cdot 10^{-9}$ s).

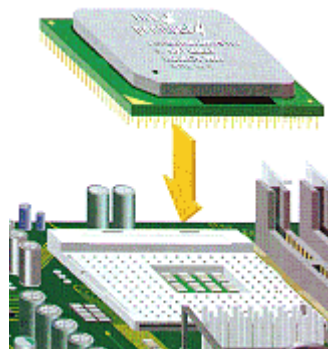


Fig. 3.12 Un processeur enfichable

Le processeur consomme de l'énergie et la plus grande partie de celle-ci est convertie en chaleur. Il est nécessaire de dissiper cette chaleur pour éviter que les circuits du processeur fondent ou se détériorent. C'est la raison pour laquelle le processeur surmonté d'un **dissipateur thermique** (ang.: *heat sink*) et d'un **ventilateur** (ang.: *fan*).

Les processeurs récents contiennent une **mémoire-cache** (ang.: *cache memory*). C'est là que le processeur stocke les pages de mémoires qu'il a utilisées récemment.

La carte mère supporte aussi deux ou trois gros circuits intégrés, de la taille d'un timbre-poste. Ils constituent le **chipset**. Ces circuits sont chargés de coordonner et

¹ On perd rapidement la notion des grands chiffres. Pour fixer les idées, une vie humaine telle que la vôtre, compte environ 2,5 milliards de secondes. Autrement dit, si vous faites une opération élémentaire par seconde, tout le travail de votre vie pourrait être accompli en une seconde par un processeur. Mais rassurez-vous : pour un ordinateur, lire et comprendre ce seul paragraphe demande déjà des millions d'opérations élémentaires.

de réguler les échanges de données entre les divers composants de l'ordinateur. Certains chipsets intègrent des capacités de traitements graphiques ou audio.

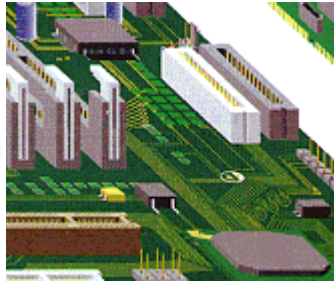


Fig. 3.13 Deux éléments du chipset (en haut et en bas de l'image)

Le chipset intègre l'**horloge** de temps réel (*ang.: Real Time Clock*), un autre composant essentiel de l'ordinateur. Son principe est celui d'une horloge à quartz : elle contient un cristal qui, en vibrant, donne des impulsions électriques. Celles-ci servent à cadencer le système et à synchroniser les signaux. Plus la fréquence de vibration de l'horloge est élevée, plus le système peut traiter d'informations en une seconde.

La **mémoire vive** ou **RAM** (*ang.: Random Access Memory*) permet de stocker des informations pendant tout le temps de fonctionnement de l'ordinateur. Elle se présente généralement sous la forme de barrettes d'une dizaine de centimètres de long et de deux centimètres de haut.

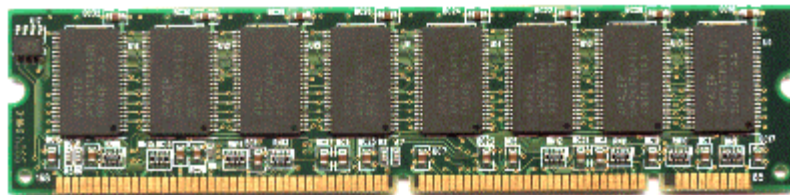


Fig. 3.14 Une barrette de mémoire SDRAM

Celles-ci s'enfichent verticalement dans un connecteur de la carte mère. Les informations stockées dans la RAM sont perdues dès que l'ordinateur est éteint ou redémarré. C'est pourquoi il est nécessaire de disposer d'une mémoire de masse, tel qu'un disque dur, pour conserver les informations même lorsque le PC n'est pas alimenté.

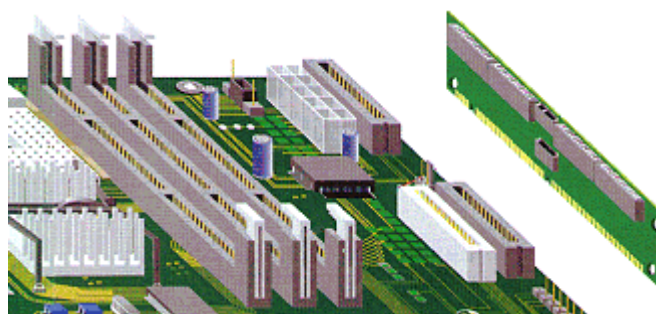


Fig. 3.15 Une barrette de RAM et trois connecteurs verticaux

Les deux faces de la carte mère comportent des dizaines de traces parallèles conductrices. Ces traces vont du processeur à l'un ou l'autre des gros circuits intégrés du chipset, du chipset aux barrettes de mémoire, etc. Elles forment le **bus** (*ang.: bus*) ou, plus exactement, chaque section de traces parallèles forme un bus. Les bus sont mis à la disposition des différents éléments de l'ordinateur afin qu'ils puissent se transmettre des informations (voir 3.3.6)

Dans l'un des coins de la carte mère, on trouve un circuit intégré recouvert d'une étiquette holographique : le **BIOS** (*ang.: Basic Input/Output System*). Il contient un petit programme qui permet de configurer et de démarrer la machine.

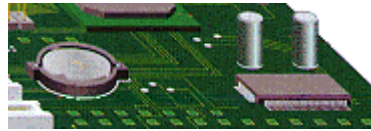


Fig. 3.16 Le CMOS et sa pile

Le BIOS est associé à une mémoire spéciale appelée **CMOS** (*ang.: Complementary Metal-Oxide Semiconductor*). Le CMOS conserve les informations importantes pour le système telles que le nombre de disques durs et leurs caractéristiques ainsi que la date et l'heure. Le CMOS doit être maintenu sous tension. C'est à ça que sert la pile bouton que l'on trouve également sur la carte mère.

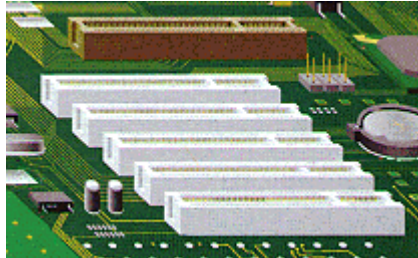


Fig. 3.17 Les connecteurs d'extension (1 AGP et 5 PCI)

Les **connecteurs d'extension** (*ang.: slots*) sont des réceptacles allongés dans lesquels il est possible d'enficher des cartes d'extension. Il existe plusieurs sortes de connecteurs : ISA, PCI, AGP. Ils se distinguent par leur taille, leur couleur et le nombre de contacts électriques.

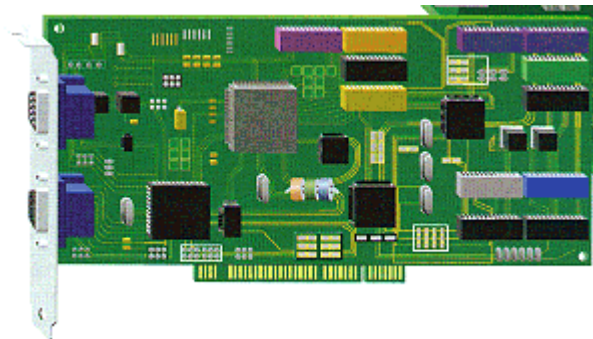


Fig. 3.18 Une carte d'extension

Les cartes d'extension permettent d'offrir nouvelles fonctionnalités ou de meilleures performances à l'ordinateur : carte vidéo, carte son, carte modem ADSL, etc.

A plusieurs endroits de la carte mère, ainsi que sur de nombreuses cartes d'extension, on trouve des **cavaliers** (*ang.: jumpers*). Ce sont de petits morceaux de métal recouverts de plastique qui servent d'interrupteur. Selon leur position, ils activent telle ou telle fonction de la carte.

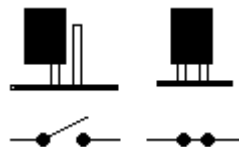


Fig. 3.19 Un jumper (ouvert ou fermé)

Sur un côté de la carte mère on trouve une autre série de connecteurs, appelés **ports** (*ang.: ports*) qui se distinguent par leur forme, leur taille et le nombre de contacts. Ces ports servent à brancher tous les éléments qui sont extérieurs à l'unité centrale : le clavier et la souris, le signal vidéo, l'imprimante, les haut-parleurs, etc.

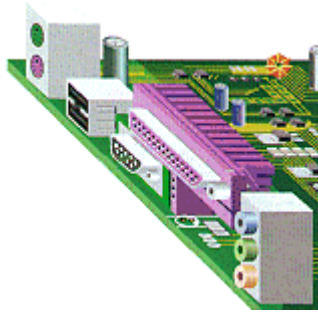


Fig. 3.20 Les ports pour le clavier, la souris, l'imprimante, etc

Ainsi qu'il a été dit plus haut, la mémoire RAM perd les informations qu'elle contient dès que l'ordinateur est arrêté. Il est donc nécessaire de disposer d'une mémoire, appelée mémoire de masse, dans laquelle l'information peut être stockée de manière permanente. C'est le rôle des **disques durs** (ang.: *hard disk*).

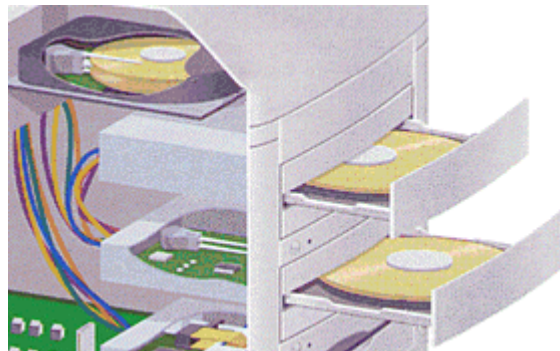


Fig. 3.21 Détail de la Fig. 3.8 montrant un disque dur (écorché) et les lecteurs CD et DVD

Un PC contient souvent plusieurs disques durs. Ils se présentent sous la forme de boîtiers rectangulaires fixés à la structure du caisson.

Les lecteurs et graveurs de CD et DVD (ang.: *CD-R*, *CD-RW*, *DVD-R*, *DVD-RW*) ont la taille d'une petite boîte de cigare. Ils comprennent un tiroir dans lequel on introduit le disque. Ils sont glissés dans l'une des baies de la face antérieure de l'unité centrale.

Les disques durs, les lecteurs et graveurs de CD et DVD sont généralement reliés à la carte mère par une nappe de 40 ou 80 fils.

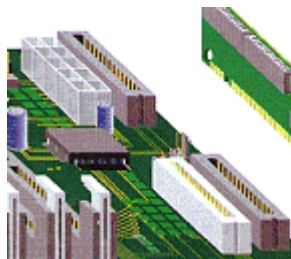


Fig. 3.22 Les connecteurs des disques durs, CD-ROM et du lecteur de disquettes

La plupart des PC actuels comportent encore un lecteur de disquettes.

L'ensemble de l'unité centrale fonctionne grâce à l'énergie électrique fournie par **l'unité d'alimentation** (ang.: *power supply*). Il s'agit d'une grosse boîte cubique fixée à la structure métallique du caisson. Sa face externe présente le connecteur pour le cordon d'alimentation (type américain) et l'orifice d'aspiration du ventilateur. La face interne laisse passer un faisceau d'une vingtaine de fils multicolores qui viennent se brancher sur la carte mère pour l'alimenter.

Les PC actuels contiennent au moins un **autre ventilateur** chargé d'extraire l'air chaud du boîtier ou de forcer l'air frais provenant de l'extérieur à y entrer.

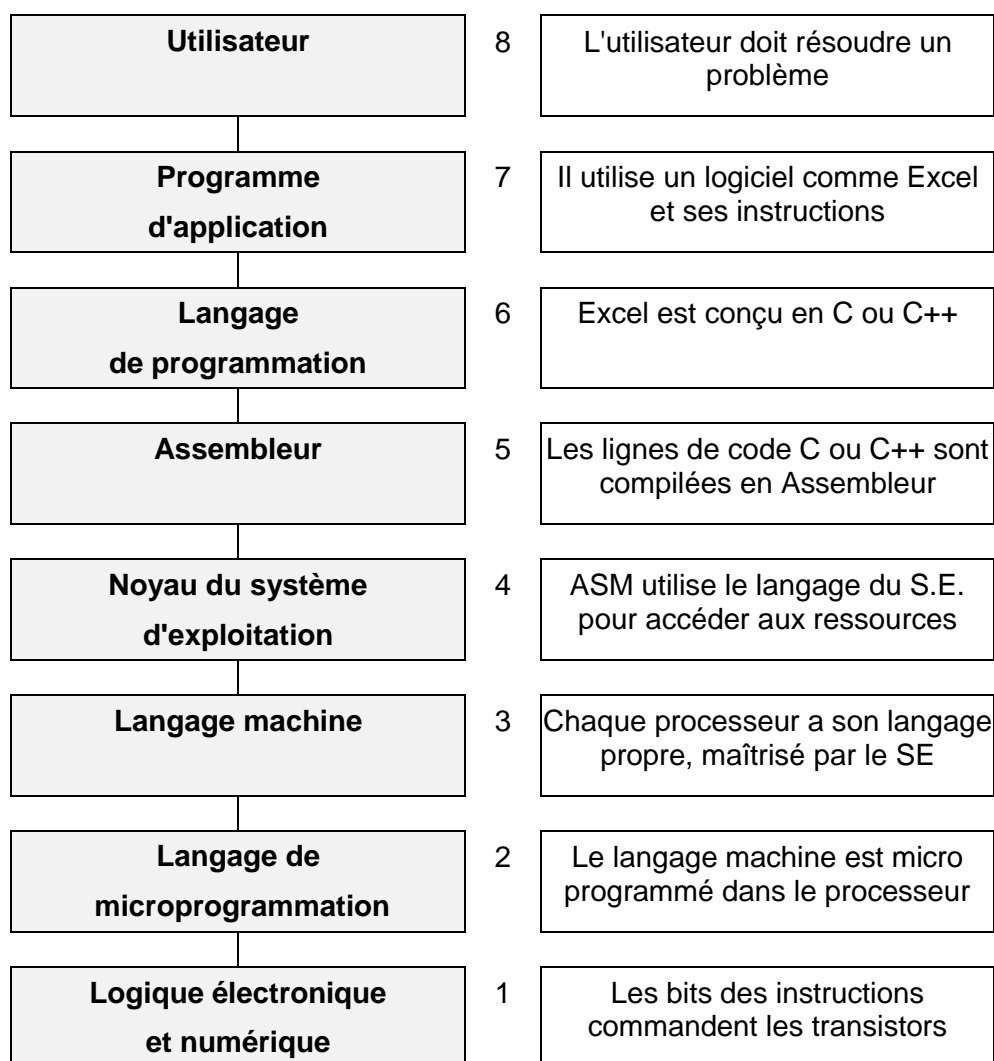
3.5. Principe de fonctionnement

Un ordinateur est un ensemble complexe de matériels et de logiciels. Il est commode de présenter son fonctionnement selon un **modèle en couches** superposées.

Chaque couche possède son langage particulier, c'est à dire un jeu d'instructions qui lui est propres. Chaque couche se fonctionne comme un traducteur placé entre la couche qui lui est supérieure et la couche qui lui est inférieure.

On s'adresse à un traducteur ou à un interprète dans un langage qu'il comprend (son jeu d'instructions). Le traducteur transforme ces informations (instructions) en les traduisant dans le langage qui est compris par le traducteur suivant.

Ce modèle en couches est aussi appelé hiérarchie de **machines virtuelles**. Pour résoudre un problème à l'aide d'un ordinateur, on empile généralement huit couches :



Les programmes d'application sont tous les logiciels dont l'utilisateur se sert couramment : tableur, traitement de texte, navigateur internet. Tous ces logiciels ont leur propre jeux de commandes et de fonction.

Pour développer ces logiciels, un programmeur a du imaginer les fonctions qu'il mettrait à la disposition de l'utilisateur puis les traduire dans l'une des nombreux langages de programmation tels que Java, C++, FORTRAN et des centaines d'autres.

Tel quel, le langage de programmation n'est pas compréhensible par l'ordinateur. Chaque instruction doit être décomposée et détaillée dans un langage beaucoup plus universel mais aussi plus limité : l'assembleur. C'est la compilation. Chaque instruction symbolique en Assembleur correspond à une instruction du langage machine.

Le logiciel va utiliser des ressources système : il doit lire la souris, scruter le clavier, afficher des informations à l'écran, utiliser de la mémoire. Toutes ces ressources sont gérées de manière standard par le système d'exploitation. C'est lui par exemple qui sait comment on ouvre un fichier sur le disque dur, comment on y inscrit une information, comment on la relit. Le système d'exploitation a son propre langage : on ne s'adresse pas à DOS comme à Windows ou à Linux.

Chaque processeur a son propre langage machine (¹). C'est un langage natif, codé en "dur" dans chaque processeur, le seul qu'il comprenne; ce qui rend incompatibles des processeurs de familles différentes.

Chaque instruction machine du processeur correspond à un microprogramme gravé dans le chip. Ce langage de microprogrammation correspond exactement à l'architecture matérielle du processeur. Il commande directement les portes, les bus, etc.

Enfin, les portes, les lignes, les transistors sont agencés selon des schémas électroniques qui produisent les effets désirés. Nous sommes ici au cœur du "hard", le lieu de rencontre de l'informatique et de l'électronique numérique...

¹ Plus exactement, ce langage est particulier à chaque famille de processeurs p.ex. la ligne des processeurs Pentium II de Intel.