

Architecture des Ordinateurs

Cours de Monsieur Mohamed CHAKRAOUI

UNIVERSITÉ SULTAN MOULAY  
SLIMANE LA FACULTÉ POLY  
DISCIPLINAIRE DE KHOURIBGA

# Plan

2

## **Première Partie:**

**Historique des ordinateurs**

**Composants des ordinateurs**

## **Deuxième Partie:**

**Algèbre de bool**

**Logique combinatoire**

## **Troisième partie:**

**Systèmes de calcul(binaire, octal, décimal, hexadécimal)**

**transformation d'un système à un autre**

## **Quatrième partie:**

**fonctionnement des microprocesseurs**

**programmation des microprocesseurs**

# Première Partie

3

## **Historique des ordinateurs**

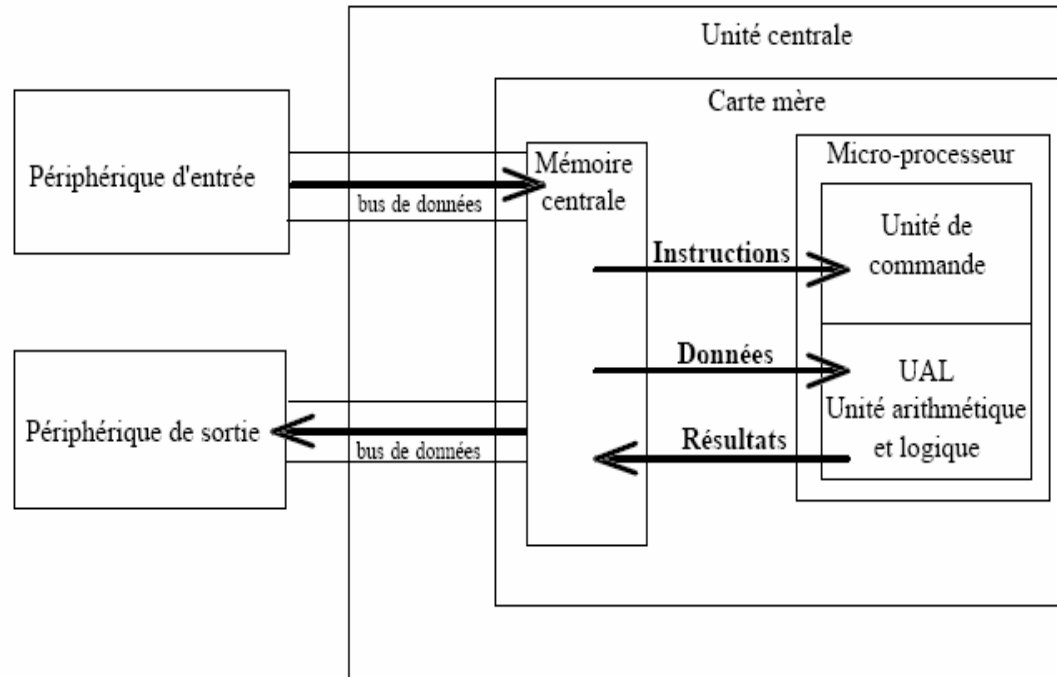
## **Composants des ordinateurs**

# Introduction

Un **ordinateur** est un ensemble de circuits électroniques permettant de manipuler des données sous forme binaire, c'est-à-dire sous forme de bits. Le mot « **ordinateur** » provient de la société *IBM France*. François Girard, alors responsable du service promotion générale publicité de l'entreprise IBM France, eut l'idée de consulter son ancien professeur de lettres à Paris, afin de lui demander de proposer un mot caractérisant le mieux possible ce que l'on appelait vulgairement un « **calculateur** » (traduction littérale du mot anglais « **computer** »).

# Introduction

5



# Types d'ordinateurs

6

## □ Définition

Toute machine capable de manipuler des informations binaires peut être qualifiée d'ordinateur, toutefois le terme « ordinateur » est parfois confondu avec la notion d'*ordinateur personnel* (**PC**, abréviation de *personal computer*), le type d'ordinateur le plus présent sur le marché. Or il existe beaucoup d'autres types d'ordinateurs (la liste suivante est non exhaustive) :

Apple Macintosh

Stations Alpha

# Constitution de l'ordinateur

7

Un ordinateur est un ensemble de composants électroniques modulaires, c'est-à-dire des composants pouvant être remplacés par d'autres composants ayant éventuellement des caractéristiques différentes, capables de faire fonctionner des programmes informatiques. On parle ainsi de « **hardware** » pour désigner l'ensemble des éléments matériels de l'ordinateur et de « **software** » pour désigner la partie logicielle.

# La carte mère

8

L'élément constitutif principal de l'ordinateur est la **carte mère** (en anglais « *mainboard* » ou « *motherboard* », parfois abrégé en « *mobo* »). La carte mère est le socle permettant la connexion de l'ensemble des éléments essentiels de l'ordinateur.

## Caractéristiques

Il existe plusieurs façons de caractériser une carte mère, notamment selon les caractéristiques suivantes :

Le facteur d'encombrement,

Le chipset,

Le type de support de processeur,

Les connecteurs d'entrée-sortie.



# Le chipset

- Le chipset (traduisez *jeu de composants* ou *jeu de circuits*) est un circuit électronique chargé de coordonner les échanges de données entre les divers composants de l'ordinateur (processeur, mémoire...). Dans la mesure où le chipset est intégré à la carte mère, il est important de choisir une carte mère intégrant un chipset récent afin de maximiser les possibilités d'évolutivité de l'ordinateur.
- Certains chipsets intègrent parfois une puce graphique ou une puce audio, ce qui signifie qu'il n'est pas nécessaire d'installer une carte graphique ou une carte son. Il est toutefois parfois conseillé de les désactiver (lorsque cela est possible) dans le setup du BIOS et d'installer des cartes d'extension de qualité dans les emplacements prévus à cet effet.

# Le chipset

10

Le chipset n'est généralement pas constitué d'un seul circuit intégré, mais parfois de 8 et parfois de 2.

Pour les ordinateurs contenant deux circuits intégrés constituant le CHIPSET, le premier sert de lien entre le processeur et la ram (northbridge) et l'autre circuit intégré (southbridge) gère les I/O, mais intègre aussi des circuits supplémentaires comme la carte réseau et la carte son

# L'horloge et la pile du CMOS

11

**L'horloge temps réel** (notée **RTC**, pour *Real Time Clock*) est un circuit chargé de la synchronisation des signaux du système. Elle est constituée d'un cristal qui, en vibrant, donne des impulsions (appelés *tops d'horloge*) afin de cadencer le système. On appelle *fréquence de l'horloge* (exprimée en *MHz*) le nombre de vibrations du cristal par seconde, c'est-à-dire le nombre de *tops d'horloge* émis par seconde. Plus la fréquence est élevée, plus le système peut traiter d'informations.

# Le BIOS

12

## □ 3.4. Le BIOS

Le BIOS (*Basic Input/Output System*) est le programme basique servant d'interface entre le système d'exploitation et la carte mère. Le BIOS est stocké dans une ROM (mémoire morte, c'est-à-dire une mémoire en lecture seule), ainsi il utilise les données contenues dans le CMOS pour connaître la configuration matérielle du système.

Il est possible de configurer le BIOS grâce à une interface (nommée *BIOS setup*, traduisez *configuration du BIOS*) accessible au démarrage de l'ordinateur par simple pression d'une touche (généralement la touche *Suppr.* En réalité le setup du BIOS sert uniquement d'interface pour la configuration, les données sont stockées dans le CMOS. Pour plus d'informations n'hésitez pas à vous reporter au manuel de votre carte mère).

# Le processeur

13

- Le **processeur** (**CPU**, pour *Central Processing Unit*, soit *Unité Centrale de Traitement*) est le cerveau de l'ordinateur. Il permet de manipuler des informations numériques, c'est-à-dire des informations codées sous forme binaire, et d'exécuter les instructions stockées en mémoire.
- Le premier **microprocesseur** (Intel 4004) a été inventé en 1971. Il s'agissait d'une unité de calcul de 4 bits, cadencé à 108 kHz. Depuis, la puissance des microprocesseurs augmente exponentiellement. Quels sont donc ces petits morceaux de silicium qui dirigent nos ordinateurs?

# Le processeur

14

## □ Fonctionnement

Le **processeur** (noté **CPU**, pour *Central Processing Unit*) est un circuit électronique cadencé au rythme d'une horloge interne, grâce à un cristal de quartz qui, soumis à un courant électrique, envoie des impulsions, appelées « **top** ». La **fréquence d'horloge** (appelée également **cycle**, correspondant au nombre d'impulsions par seconde, s'exprime en Hertz (Hz)). Ainsi, un ordinateur à 200 MHz possède une horloge envoyant 200 000 000 de battements par seconde. La fréquence d'horloge est généralement un multiple de la fréquence du système (*FSB*, *Front-Side Bus*), c'est-à-dire un multiple de la fréquence de la carte mère. À chaque top d'horloge le processeur exécute une action, correspondant à une instruction ou une partie d'instruction. L'indicateur appelé **CPI** (*Cycles Par Instruction*) permet de représenter le nombre moyen de cycles d'horloge nécessaire à l'exécution d'une instruction sur un microprocesseur. La puissance du processeur peut ainsi être caractérisée par le nombre d'instructions qu'il est capable de traiter par seconde. L'unité utilisée est le **MIPS** (Millions d'Instructions Par Seconde) correspondant à la fréquence du processeur que divise le *CPI*.

# Le support de processeur

15



# Performances d'un microprocesseur

16

On peut caractériser la puissance d'un microprocesseur par le nombre d'instructions qu'il est capable de traiter par seconde. Pour cela, on définit :

- le **CPI** (Cycle Par Instruction) qui représente le nombre moyen de cycles d'horloge nécessaire pour l'exécution d'une instruction pour un microprocesseur donné.
- le **MIPS** (Millions d'Instructions Par Seconde) qui représente la puissance de traitement du microprocesseur.

$$\text{MIPS} = \text{FH} / \text{CPI} \quad \text{avec FH en MHz}$$

Pour augmenter les performances d'un microprocesseur, on peut donc soit augmenter la fréquence d'horloge (limitation matérielle), soit diminuer le CPI (choix d'un jeu d'instruction adapté).



# Les connecteurs de mémoire vive

17

La mémoire vive (*RAM* pour *Random Access Memory*) permet de stocker des informations pendant tout le temps de fonctionnement de l'ordinateur, son contenu est par contre détruit dès lors que l'ordinateur est éteint ou redémarré, contrairement à une mémoire de masse telle que le disque dur, capable de garder les informations même lorsqu'il est hors tension. On parle de « volatilité » pour désigner ce phénomène.

# Les connecteurs de mémoire vive

18



# Les connecteurs d'extension

19

Les **connecteurs d'extension** (en anglais **slots**) sont des réceptacles dans lesquels il est possible d'insérer des cartes d'extension, c'est-à-dire des cartes offrant de nouvelles fonctionnalités ou de meilleures performances à l'ordinateur.

- Connecteur ISA (*Industry Standard Architecture*) : permettant de connecter des cartes ISA, les plus lentes fonctionnant en 16-bit
- Connecteur VLB (*Vesa Local Bus*): Bus servant autrefois à connecter des cartes graphiques
- Connecteur PCI (*Peripheral Component InterConnect*) : permettant de connecter des cartes PCI, beaucoup plus rapides que les cartes ISA et fonctionnant en 32-bit
- Connecteur AGP (*Accelerated Graphic Port*): un connecteur rapide pour carte graphique.
- Connecteur PCI Express (*Peripheral Component InterConnect Express*) : architecture de bus plus rapide que les bus AGP et PCI.
- Connecteur AMR (*Audio Modem Riser*): ce type de connecteur permet de brancher des mini-cartes sur les PC en étant équipés

# Les connecteurs d'entrée-sortie

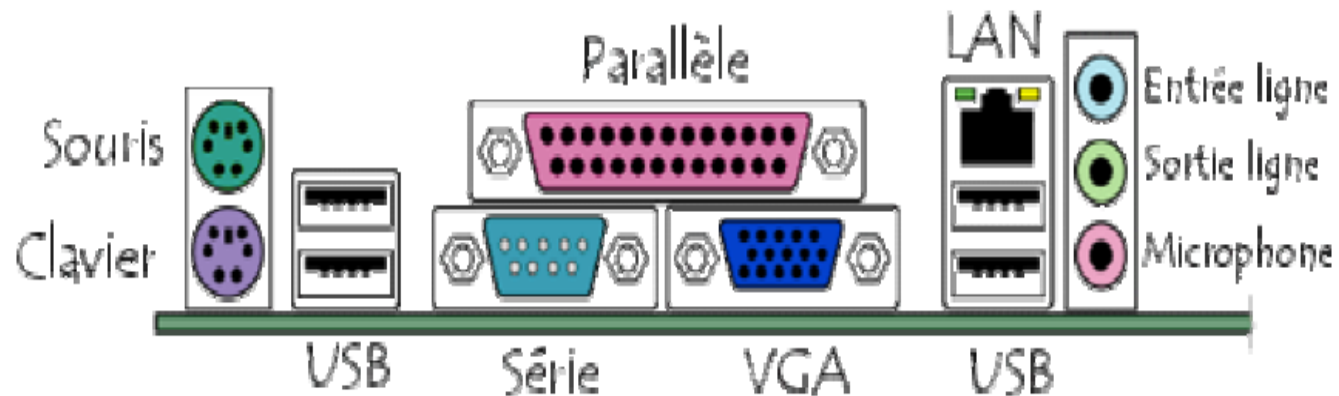
20

La carte mère possède un certain nombre de connecteurs d'entrées-sorties regroupés sur le « **panneau arrière** ».

- ❑ La plupart des cartes mères proposent les connecteurs suivants :
- ❑ Port série, permettant de connecter de vieux périphériques ;
- ❑ Port parallèle, permettant notamment de connecter de vieilles imprimantes
- ❑ Ports USB (1.1, bas débit, ou 2.0, haut débit), permettant de connecter des périphériques plus récents ;
- ❑ Connecteur RJ45 (appelés *LAN* ou *port ethernet*) permettant de connecter l'ordinateur à un réseau. Il correspond à une carte réseau intégrée à la carte mère ;
- ❑ Connecteur VGA (appelé *SUB-D15*), permettant de connecter un écran. Ce connecteur correspond à la carte graphique intégrée ;
- ❑ Prises audio (*entrée Line-In*, *sortie Line-Out* et *microphone*), permettant de connecter des enceintes acoustiques ou une chaîne hi fi, ainsi qu'un microphone. Ce connecteur correspond à la carte son intégrée.

# Les connecteurs d'entrée-sortie

21



# Le boîtier

22

Le **boîtier** de l'ordinateur est le squelette métallique abritant ses différents composants internes. Les boîtiers ont par ailleurs d'autres utilités telles que l'isolement phonique ou la protection contre les rayonnements électromagnétiques. Ainsi des normes existent afin de garantir un niveau de protection conforme à la réglementation en vigueur.

# Le boîtier

23



# Bloc d'alimentation

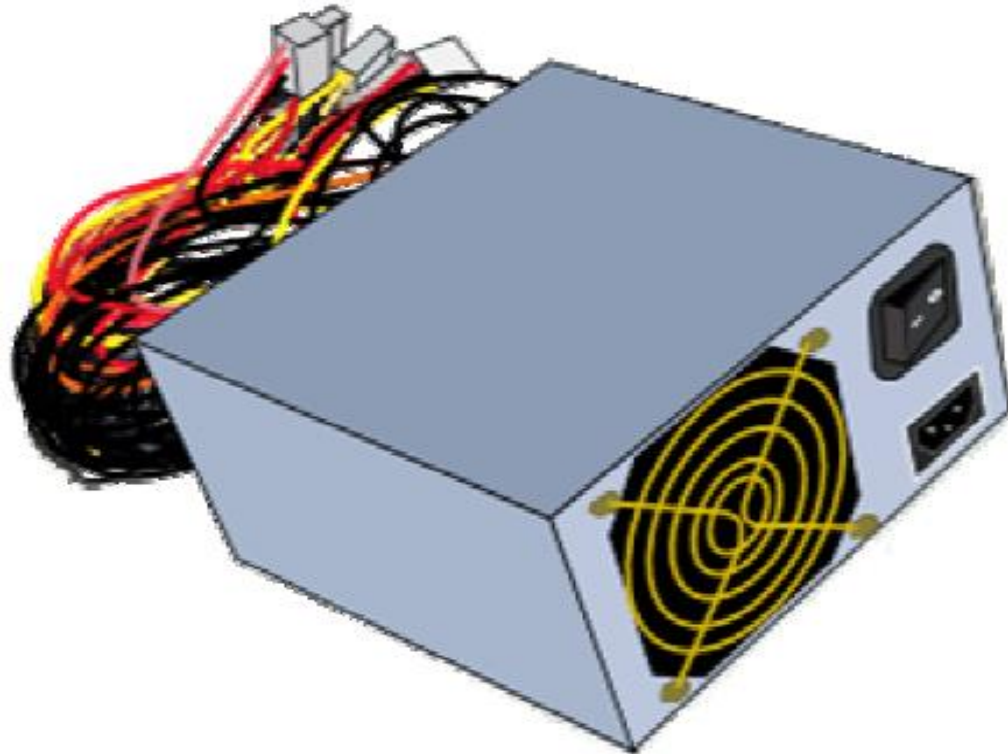
24

- La plupart des boîtiers sont fournis avec un **bloc d'alimentation** (en anglais *power supply*). L'alimentation permet de fournir du courant électrique à l'ensemble des composants de l'ordinateur. Aux Etats-Unis les blocs d'alimentation délivrent un courant à 110V et à 60 Hz, tandis qu'en Europe la norme est 220V à une fréquence de 50 Hz, c'est la raison pour laquelle les blocs d'alimentation possèdent la plupart du temps un commutateur permettant de choisir le type de tension à délivrer.
- Il est essentiel de s'assurer que le commutateur est bien positionné sur le bon voltage afin de ne pas risquer de détériorer des éléments de l'unité centrale.
- Le bloc d'alimentation doit posséder une puissance suffisante pour alimenter les périphériques de l'ordinateur



# Bloc d'alimentation

25



# MEMOIRE

26

## □ Rôle de la mémoire

On appelle « **mémoire** » tout composant électronique capable de stocker temporairement des données. On distingue ainsi deux grandes catégories de mémoires :

**La mémoire centrale** (appelée également *mémoire interne*) permettant de mémoriser temporairement les données lors de l'exécution des programmes. La mémoire centrale est réalisée à l'aide de micro-conducteurs, c'est-à-dire des circuits électroniques spécialisés rapides. La mémoire centrale correspond à ce que l'on appelle la mémoire vive.

**La mémoire de masse** (appelée également *mémoire physique* ou *mémoire externe*) permettant de stocker des informations à long terme, y compris lors de l'arrêt de l'ordinateur. La mémoire de masse correspond aux dispositifs de stockage magnétiques, tels que le disque dur, aux dispositifs de stockage optique, correspondant par exemple aux CD-ROM ou aux DVD-ROM.

# Caractéristiques techniques

27

Les principales caractéristiques d'une mémoire sont les suivantes :

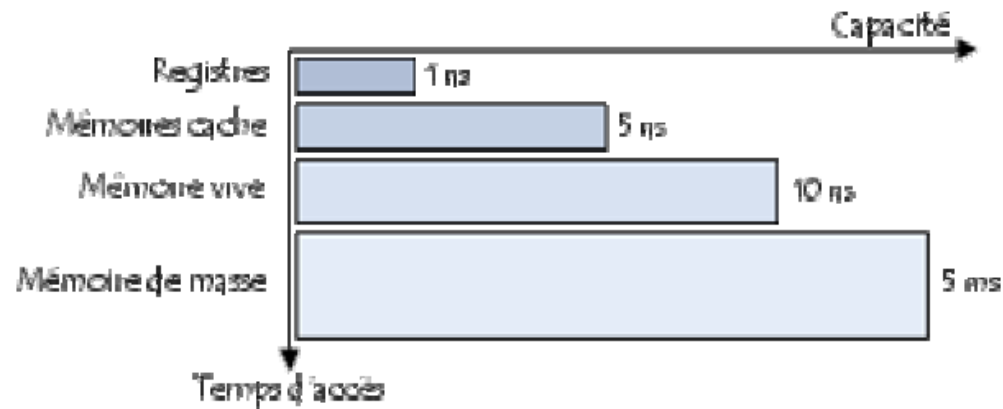
1. La **capacité**, représentant le **volume global d'informations (en bits)** que la mémoire peut stocker ;
2. Le **temps d'accès**, correspondant à l'**intervalle de temps** entre la demande de lecture/écriture et la disponibilité de la donnée ;
3. Le **temps de cycle**, représentant l'**intervalle de temps minimum** entre deux accès successifs ;
4. Le **débit**, définissant le **volume d'information échangé par unité de temps**, exprimé en bits par seconde ;
5. La **non volatilité** caractérisant l'**aptitude d'une mémoire à conserver les données** lorsqu'elle n'est plus alimentée électriquement.

Ainsi, la mémoire idéale possède une grande capacité avec des temps d'accès et temps de cycle très restreints, un débit élevé et est non volatile.

Néanmoins les mémoires rapides sont également les plus onéreuses. C'est la raison pour laquelle des mémoire utilisant différentes technologies sont utilisées dans un ordinateur, interfacées les unes avec les autres et organisées de façon hiérarchique.

# Caractéristiques techniques

28



# Types de mémoire

29

## □ Mémoire vive (RAM)

La mémoire **vive**, généralement appelée **RAM** (*Random Access Memory*, traduisez *mémoire à accès direct*), est la mémoire principale du système, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un espace permettant de stocker de manière temporaire des données lors de l'exécution d'un programme.

En effet, contrairement au stockage de données sur une mémoire de masse telle que le disque dur, la mémoire vive est volatile,

On distingue généralement deux grandes catégories de mémoires vives :

Les **mémoires dynamiques (DRAM, Dynamic Random Access Module)**, peu coûteuses. Elles sont principalement utilisées pour la mémoire centrale de l'ordinateur ;

Les **mémoires statiques (SRAM, Static Random Access Module)**, rapides et onéreuses. Les SRAM sont notamment utilisées pour les mémoires cache du processeur ;

# Fonctionnement de la mémoire vive

30

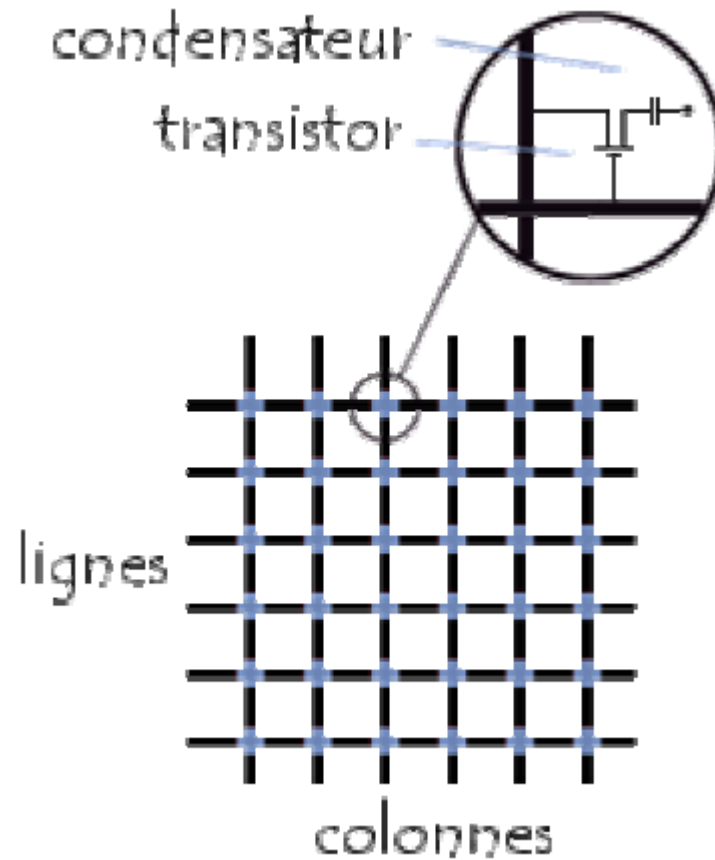
La mémoire vive est constituée de centaines de milliers de petits condensateurs **emmagasinant des charges**. **Lorsqu'il est chargé, l'état logique du condensateur** est égal à 1, dans le cas contraire il est à 0, ce qui signifie que chaque condensateur représente un bit de la mémoire.

Etant donné que les condensateurs se déchargent, il faut constamment les recharger (le terme exact est *rafraîchir*, en anglais *refresh*) à un intervalle de temps régulier appelé **cycle de rafraîchissement**. Les **mémoires DRAM** nécessitent par exemple des cycles de rafraîchissement est d'environ 15 nanosecondes (ns).

Chaque condensateur est couplé à un transistor (de type MOS) *permettant de « récupérer »* ou de modifier l'état du condensateur. Ces transistors sont rangés sous forme de tableau (matrice), c'est-à-dire que l'on accède à une *case mémoire* (aussi appelée *point mémoire*) *par une ligne et une colonne*.

# Fonctionnement de la mémoire vive

31



# Fonctionnement de la mémoire vive

32

Chaque point mémoire est donc caractérisé par une adresse, correspondant à un numéro de ligne (en anglais *row*) et un numéro de colonne (en anglais *column*).

Or cet accès n'est pas instantané et s'effectue pendant un délai appelé **temps de latence**. Par conséquent l'accès à une donnée en mémoire dure un temps égal au temps de cycle auquel il faut ajouter le temps de latence. Ainsi, pour une mémoire de type DRAM, le temps d'accès est de 60 nanosecondes (35ns de délai de cycle et 25 ns de temps de latence). Sur un ordinateur, le temps de cycle correspond à l'inverse de la fréquence de l'horloge, par exemple pour un ordinateur cadencé à 200 MHz, le temps de cycle est de 5 ns ( $1/(200 \times 10^6)$ ).

Par conséquent un ordinateur ayant une fréquence élevée et utilisant des mémoires dont le temps d'accès est beaucoup plus long que le temps de cycle du processeur doit effectuer des **cycles d'attente (en anglais *wait state*)** pour accéder à la mémoire. Dans le cas d'un ordinateur cadencé à 200 MHz utilisant des mémoires de types DRAM (dont le temps d'accès est de 60ns), il y a 11 cycles d'attente pour un cycle de transfert. Les performances de l'ordinateur sont d'autant diminuées qu'il y a de cycles d'attentes, il est donc conseillé d'utiliser des mémoires plus rapides.



# La mémoire morte

33

## □ Mémoire morte (ROM)

La **mémoire morte**, appelée **ROM** pour *Read Only Memory* (traduisez *mémoire en lecture seule*) est un type de mémoire permettant de conserver les informations qui y sont contenues même lorsque la mémoire n'est plus alimentée électriquement. A la base ce type de mémoire ne peut être accédée qu'en lecture. Toutefois il est désormais possible d'enregistrer des informations dans certaines mémoires de type ROM.

Différentes mémoires de type ROM contiennent des **données indispensables au démarrage**, c'est-à-dire :

**Le BIOS** est un programme permettant de piloter les interfaces d'entrée-sortie principales du système, d'où le nom de BIOS ROM donné parfois à la puce de mémoire morte de la carte-mère qui l'héberge.

**Le chargeur d'amorce**: un programme permettant de charger le système d'exploitation en mémoire (vive) et de le lancer. Celui-ci cherche généralement le système d'exploitation sur le lecteur de disquette, puis sur le disque dur, ce qui permet de pouvoir lancer le système d'exploitation à partir d'une disquette système en cas de dysfonctionnement du système installé sur le disque dur.

# La mémoire morte

34



# La mémoire morte

35

## Liste des chargeurs d'amorçage

Les chargeurs d'amorçage les plus usuels sont

- Société Microsoft :
  - ▣ NTLDR (NT LoaDeR ou Chargeur d'amorçage de Window NT) avec le BIOS. Sa configuration est stockée dans le fichier *boot.ini*.
  - ▣ *IA86ldr.efi* et *IA64ldr.efi* avec l'EFI
  - ▣ Pour le système d'exploitation Vista : le chargeur d'amorçage est *winload.exe* et sa configuration est stockée dans un registre : BCD (Boot Configuration Data)
- Open source:
  - ▣ AiR-Boot(gestionnaire de boot installé uniquement dans le Master Boot Record M) (sous licence GPLv3)
  - ▣ AKeL boot loader (sous licence GPLv2)
  - ▣ GAG : *Gestor de Arranque Grafico* (gestionnaire de boot installé uniquement dans le Master Boot Record) (sous licence GPL)
  - ▣ GRUB (GRand Unified Bootloader)(Sous license GNU)

# La mémoire morte

36

## Liste des chargeurs d'amorçage

- Apple :

- ▣ Boot Camp est un outil de partitionnement de disque qui écrit le chargeur d'amorçage utilisé par EFI

Il existe d'autres chargeurs d'amorçage moins connus, pour PC :

- Pour le système d'exploitation BeOS : *Bootman*
- Chos (Choose-OS)
- Le très ancien loadlin (en)
- PUPA (en), un dérivé de GRUB
- SC (System Commander (en))

# Mémoire ROM

37

**Le Setup CMOS** : c'est l'écran disponible à l'allumage de l'ordinateur permettant de modifier les paramètres du système (souvent appelé BIOS à tort...). **Le Power-On Self Test (POST)** : programme exécuté automatiquement à l'amorçage du système permettant de faire un test du système (c'est pour cela par exemple que vous voyez le système "compter" la RAM au démarrage). Etant donné que les ROM sont beaucoup plus lentes que les mémoires de types RAM (une ROM a un temps d'accès de l'ordre de 150 ns tandis qu'une mémoire de type SDRAM a un temps d'accès d'environ 10 ns), les instructions contenues dans la ROM sont parfois copiées en RAM au démarrage, on parle alors de shadowing (en français cela pourrait se traduire par ombrage, mais on parle généralement de mémoire fantôme).

# Types de mémoire ROM

38

- Les ROM ont petit à petit évolué de mémoires mortes figées à des mémoires programmables, puis reprogrammables.

Les premières ROM étaient fabriquées à l'aide d'un procédé inscrivant directement les données binaires dans une plaque de silicium grâce à un masque.

- PROM

Les PROM (Programmable Read Only Memory) ont été mises au point à la fin des années 70 par la firme Texas Instruments. Ces mémoires sont des puces constituées de milliers de fusibles (ou bien de diodes) pouvant être "grillés" grâce à un appareil appelé « programmeur de ROM », appliquant une forte tension (12V) aux cases mémoire devant être marquées. Les fusibles ainsi grillés correspondent à des 0, les autres à des 1.

- EPROM

Les EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) sont des PROM pouvant être effacées. Ces puces possèdent une vitre permettant de laisser passer des rayons ultra-violet. Lorsque la puce est en présence de rayons ultra-violet d'une certaine longueur d'onde, les fusibles sont reconstitués, c'est-à-dire que tous les bits de la mémoire sont à nouveau à 1. C'est pour cette raison que l'on qualifie ce type de PROM d'effaçable.

- EEPROM

# Types de ROM

39

## EEPROM

Les EEPROM (Electrically Erasable Read Only Memory) sont aussi des PROM effaçables, mais contrairement aux EPROM, celles-ci peuvent être effacées par un simple courant électrique, c'est-à-dire qu'elles peuvent être effacées même lorsqu'elles sont en position dans l'ordinateur

# Mémoire Flash

40

La mémoire flash est une mémoire à semi-conducteurs, non volatile et réinscriptible, c'est-à-dire une mémoire possédant les caractéristiques d'une mémoire vive mais dont les données ne se volatilisent pas lors d'une mise hors tension. Ainsi la mémoire flash stocke les bits de données dans des cellules de mémoire, mais les données sont conservées en mémoire lorsque l'alimentation électrique est coupée.

En raison de sa vitesse élevée, de sa durabilité et de sa faible consommation, la mémoire flash est idéale pour de nombreuses applications - comme les appareils photos numériques, les téléphones cellulaires, les imprimantes, les assistants personnels (PDA), les ordinateurs portables, ou les dispositifs de lecture ou d'enregistrement sonore tels que les baladeurs mp3. De plus ce type de mémoire ne possède pas d'éléments mécaniques, ce qui leur confère une grande résistance aux chocs.



# Différents types de mémoires de masse

41

**La mémoire de masse** (appelée également *mémoire physique* ou *mémoire externe*) permettant de stocker des informations à long terme, y compris lors de l'arrêt de l'ordinateur. La mémoire de masse correspond aux dispositifs de stockage magnétiques, tels que le disque dur, aux dispositifs de stockage optique, correspondant par exemple aux CD-ROM ou aux DVD-ROM, ainsi qu'aux mémoires mortes.

# Différents types de mémoires de masse

42

## □ LE DISQUE DUR

Le **disque dur** est l'organe servant à conserver les données de manière permanente, contrairement à la mémoire vive, qui s'efface à chaque redémarrage de l'ordinateur. Le disque dur est relié à la carte-mère par l'intermédiaire d'un **contrôleur de disque dur** faisant l'interface entre le processeur et le disque dur par une nappe PATA ou par un câble 8 broches(SATA). Le contrôleur de disque dur gère les disques qui lui sont reliés, interprète les commandes envoyées par le processeur et les achemine au disque concerné. On distingue généralement les interfaces suivantes :

- IDE
- SCSI
- Serial ATA

Avec l'apparition de la norme USB, des boîtiers externes permettant de connecter un disque dur sur un port USB ont fait leur apparition, rendant le disque dur facile à installer et permettant de rajouter de la capacité de stockage pour faire des sauvegardes. On parle ainsi de **disque dur externe par opposition aux** disques durs internes branchés directement sur la carte mère, mais il s'agit bien des mêmes disques, si ce n'est qu'ils sont connectés à l'ordinateur par l'intermédiaire d'un boîtier branché sur un port USB.

# Différents types de mémoires de masse: Disque dur

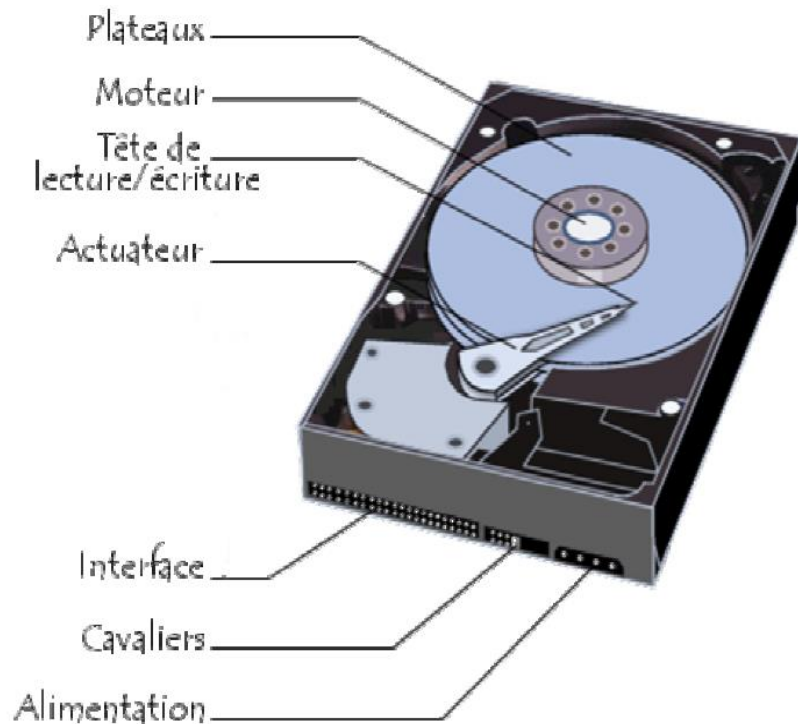
43

## □ *Structure*

Un **disque** dur est constitué non pas d'un seul disque, mais de plusieurs disques rigides (en anglais *hard disk* signifie *disque dur*) en métal, en verre ou en céramique, empilés à une très faible distance les uns des autres et appelés **plateaux** (en anglais *platters*).

# Différents types de mémoires de masse: Disque dur

44



# Différents types de mémoires de masse: Disque dur

45

Les disques tournent très rapidement autour d'un axe (à plusieurs milliers de tours par minute actuellement) dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Un ordinateur fonctionne de manière binaire, c'est-à-dire que les données sont stockées sous forme de 0 et de 1 (appelés bits). Il existe sur les disques durs des millions de ces bits, stockés très proches les uns des autres sur une fine couche magnétique de quelques microns d'épaisseur, elle-même recouverte d'un film protecteur.

La lecture et l'écriture se fait grâce à des **têtes de lecture (en anglais heads)** situées de part et d'autre de chacun des **plateaux**. **Ces têtes sont des électroaimants** qui se baissent et se soulèvent pour pouvoir lire l'information ou l'écrire. Les têtes ne sont qu'à quelques microns de la surface, séparées par une couche d'air provoquée par la rotation des disques qui crée un vent d'environ 250km/h ! De plus ces têtes sont mobiles latéralement afin de pouvoir balayer l'ensemble de la surface du disque.

# Différents types de mémoires de masse: Disque dur

46

- Cependant, les têtes sont liées entre elles et seulement une seule tête peut lire ou écrire à un moment donné. On parle donc de **cylindre pour désigner** l'ensemble des données stockées verticalement sur la totalité des disques. L'ensemble de cette mécanique de précision est contenu dans un boîtier totalement hermétique, car la moindre particule peut détériorer la surface du disque. Vous pouvez donc voir sur un disque des opercules permettant l'étanchéité, et la mention "*Warranty void if removed*" qui signifie littéralement "*la garantie expire si retiré*" car seuls les constructeurs de disques durs peuvent les ouvrir (dans des salles blanches, exemptes de particules).

# Disque dur : *Fonctionnement*

47

Les têtes de lecture/écriture sont dites « inductives », c'est-à-dire qu'elles sont capables de générer un champ magnétique. C'est notamment le cas lors de l'écriture : les têtes, en créant des champs positifs ou négatifs, viennent polariser la surface du disque en une très petite zone, ce qui se traduira lors du passage en lecture par des changements de polarité induisant un courant dans la tête de lecture, qui sera ensuite transformé par un convertisseur analogique numérique (CAN) en 0 et en 1 compréhensibles par l'ordinateur.

# Les unités de mesure d'un disque dur

48

Symbole	Kilo	Capacité
K	Kilo	$2^{10} = 1024$
M	Méga	$2^{20} = (1024)^2$
G	Giga	$2^{30} = (1024)^3$
T	Téra	$2^{40} = (1024)^4$
P	Péra	$2^{50} = (1024)^5$
E	Exa	$2^{60} = (1024)^6$
Z	Zetta	$2^{70} = (1024)^7$
Y	Yotta	$2^{80} = (1024)^8$



# Le nombre de têtes du lecteur.

49

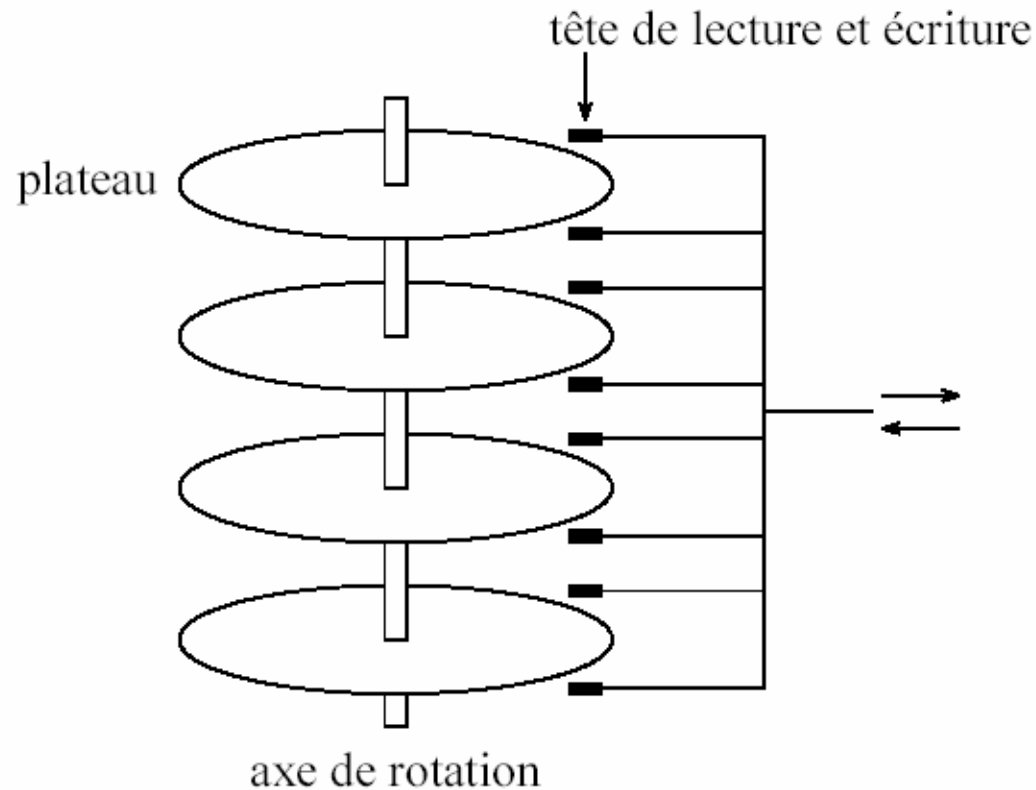
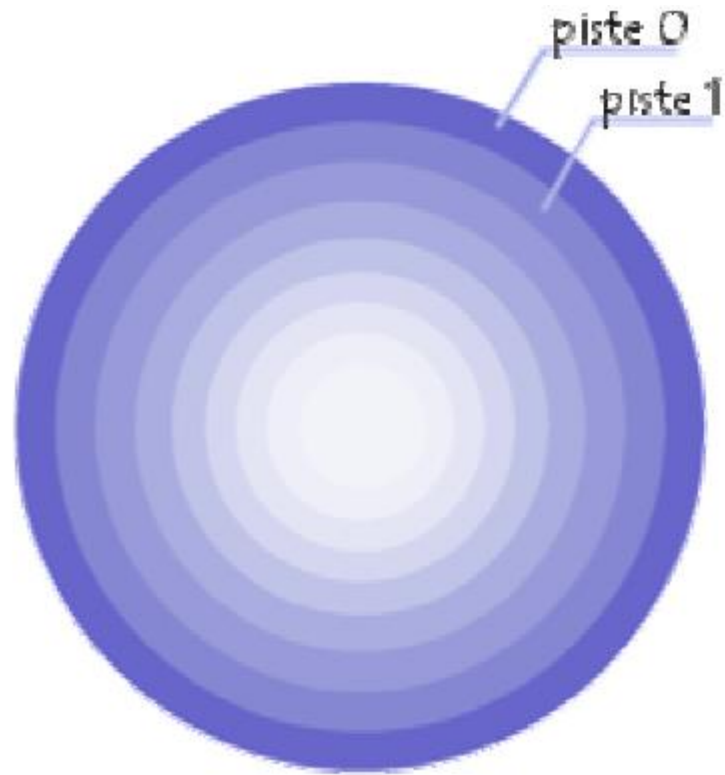


Schéma d'un disque dure représentant ses différentes composantes.

Cours de Mr Mohamed CHAKRAOUI

# Structure d'un disque dur

50



# Fonctionnement du disque dur

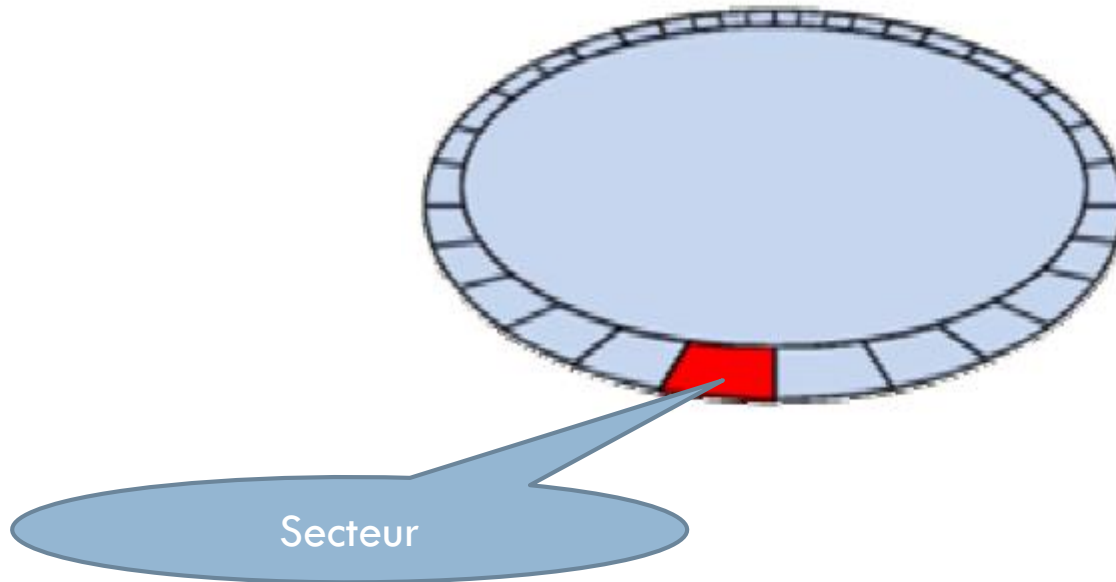
51

Les têtes commencent à inscrire des données à la périphérie du disque (piste 0), puis avancent vers le centre. Les données sont organisées en cercles concentriques appelés « **pistes** », **créées par le formatage de bas niveau**.

Les pistes sont séparées en quartiers (entre deux rayons) que l'on appelle **secteurs**, **contenant les données (au minimum 512 octets par secteur en général)**.

# Fonctionnement du disque dur

52



# Fonctionnement du disque dur

53

Une option du BIOS (IDE HDD block mode ou Multi Sector Transfer) permet parfois de déterminer le nombre de blocs pouvant être gérés simultanément. Ce nombre se situe entre 2 et 32. Si vous ne le connaissez pas, plusieurs solutions s'offrent à vous :

- Consulter la documentation de votre disque dur ;
- Rechercher les caractéristiques du disque sur internet ;
- Déterminer expérimentalement en effectuant des tests.
- Le mode bloc peut toutefois générer des erreurs sous certains systèmes, à cause d'une redondance de gestionnaire de disque dur. La solution consiste alors à désactiver l'un des deux gestionnaires :
  - La gestion logicielle du mode 32-bit sous le système d'exploitation ;
  - Le mode bloc dans le BIOS.

# Modes de transfert dans un disque dur

54

## **Mode 32 bits**

Le mode 32 bits (par opposition au mode 16 bits) est caractérisé par un transfert des données sur 32 bits. Le transfert sur 32 bits correspond à 32 portes qui s'ouvrent et se ferment simultanément. En mode 32 bits, deux mots (ensemble de bits) de 16 bits sont transmis successivement, puis assemblés. Le gain de performance lié au passage du mode 16 bits au mode 32 bits est généralement insignifiant. Quoiqu'il en soit il n'est la plupart du temps plus possible de choisir le mode, car la carte mère détermine automatiquement le type de mode à adopter en fonction du type de disque dur.

# Modes de transfert

55

- le mode PIO(programmed input output) date des premiers pentium. C'est une mise en forme des signaux des contrôles pour l'envoi/réception des données. Permettant des débit importants(à l'époque), il n'utilise pas le mode DMA(direct memory access), mobilisant beaucoup plus de processeur que les normes suivantes

# Modes de transfert

56

## **Mode bloc**

- Le mode bloc et le transfert 32 bits permettent d'exploiter pleinement les performances de votre disque dur. Le mode bloc consiste à effectuer des transferts de données par bloc, c'est-à-dire par paquets de 512 octets généralement, ce qui évite au processeur d'avoir à traiter une multitude de minuscules paquets d'un bit. Le processeur a alors du "temps" pour effectuer d'autres opérations. Ce mode de transfert des données n'a malheureusement une véritable utilité que sous d'anciens systèmes d'exploitation (tels que MS-DOS), car les systèmes d'exploitation récents utilisent leur propre gestionnaire de disque dur, ce qui rend ce gestionnaire obsolète.



# Fonctionnement du disque dur

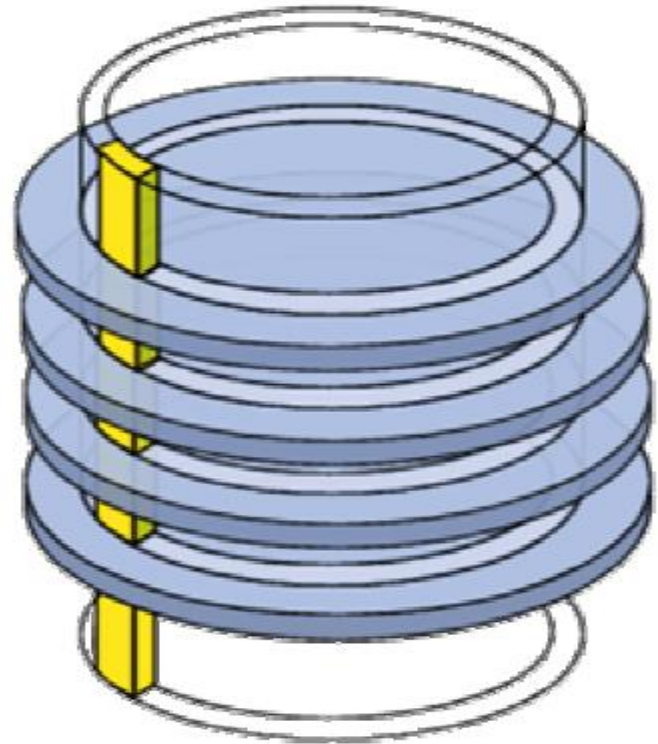
57

On appelle enfin **cluster** (ou en français **unité d'allocation**) la zone minimale que peut occuper un fichier sur le disque. En effet le système d'exploitation exploite des **blocs qui sont en fait plusieurs secteurs (entre 1 et 16 secteurs)**. Un fichier devra donc occuper plusieurs secteurs (un cluster). Sur les anciens disques durs, l'adressage se faisait ainsi de manière physique en définissant la position de la donnée par les coordonnées **cylindre / tête / secteur** (en anglais **CHS pour Cylinder / Head / Sector**).

# Fonctionnement du disque dur

58

On appelle **cylindre** l'ensemble des données situées sur une **même piste sur des** plateaux différents (c'est-à-dire à la verticale les unes des autres) car cela forme dans l'espace un "cylindre" de données.



# Caractéristiques techniques

59

- **Capacité : volume de données pouvant être stockées sur le disque.**
- **Taux de transfert (ou débit) : quantité de données pouvant être lues ou écrites** sur le disque par unité de temps. Il s'exprime en bits par seconde.
- **Vitesse de rotation : vitesse à laquelle les plateaux tournent, exprimée en tours par minutes** (notés rpm pour rotations par minute). La vitesse des disques durs est de l'ordre de 7200 à 15000 rpm. Plus la vitesse de rotation d'un disque est élevée meilleur est le débit du disque. En revanche, un disque possédant une vitesse de rotation élevée est généralement plus bruyant et chauffe plus facilement.
- **Temps de latence (aussi appelé délai rotationnel) : temps écoulé entre le moment où le disque trouve la piste et le moment où il trouve les données.**
- **Temps d'accès moyen : temps moyen que met la tête pour se positionner sur la bonne piste et accéder à la donnée.** Il représente donc le temps moyen que met le disque entre le moment où il a reçu l'ordre de fournir des données et le moment où il les fournit réellement. Il doit ainsi être le plus court possible.

# Caractéristiques techniques

60

- **Densité radiale : nombre de pistes par pouce (tpi: Track per Inch).**
  - **Densité linéaire : nombre de bits par pouce sur une piste donnée (bpi: Bit per Inch).**
  - **Densité surfacique : rapport de la densité linéaire sur la densité radiale (s'exprime en bits par pouce carré).**
  - **Mémoire cache (ou mémoire tampon) : quantité de mémoire embarquée sur le disque dur. La mémoire cache permet de conserver les données auxquelles le disque accède le plus souvent afin d'améliorer les performances globales ;**
  - **Interface : il s'agit de la connectique du disque dur. Les principales interfaces pour disques durs sont les suivantes :**
    - IDE/ATA ;
    - Serial ATA ;
    - SCSI ;
- Il existe par ailleurs des boîtiers externes permettant de connecter des disques durs en USB ou firewire.

# Exemple de cable firewire

61



# Différents types de mémoires de masse

62

## □ CD-ROM

Le Compact Disc a été inventé par Sony et Philips en 1981 afin de constituer un support audio compact de haute qualité permettant un accès direct aux pistes numériques. Il a été officiellement lancé en octobre 1982. En 1984, les spécifications du Compact Disc ont été étendues afin de lui permettre de stocker des données numériques.

# La géométrie du CD

63

**Le CD (Compact Disc) est un disque optique de 12 cm de diamètre et de 1.2 mm d'épaisseur (l'épaisseur peut varier de 1.1 à 1.5 mm) permettant de stocker des informations numériques, c'est-à-dire correspondant à 650 Mo de données informatiques (soient 300 000 pages dactylographiées) ou bien jusqu'à 74 minutes de données audio. Un trou circulaire de 15 mm de diamètre en son milieu permet de le centrer sur la platine de lecture.**

# La composition du CD

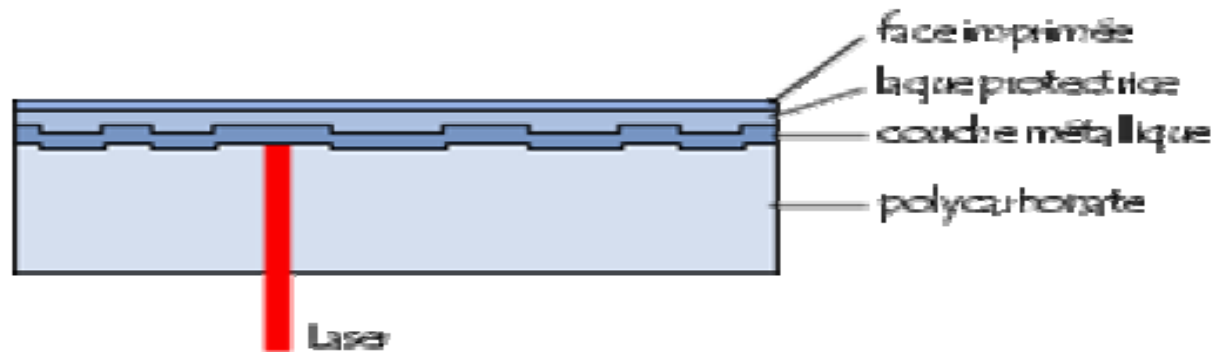
64

Le CD est constitué d'un substrat en matière plastique (polycarbonate) et d'une fine pellicule métallique réfléchissante (alliage d'argent). La couche réfléchissante est recouverte d'une laque anti-UV créant un film protecteur pour les données. Enfin, une couche supplémentaire peut être ajoutée afin d'obtenir une face supérieure imprimée.



# La composition du CD

65

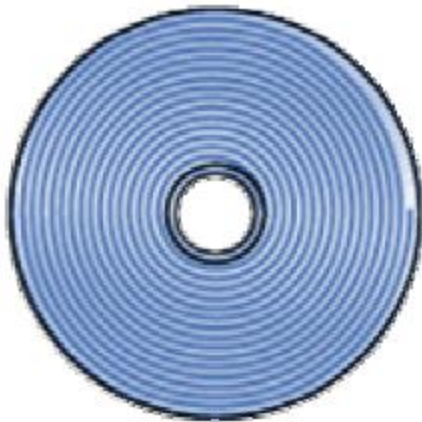


# La composition du CD

66

- La couche réfléchissante possède de petites alvéoles qui touchent la couche métallique. Ainsi lorsque le laser traverse le substrat de polycarbonate, la lumière est réfléchiée sur la couche réfléchissante, sauf lorsque le laser passe sur une alvéole, c'est ce qui permet de coder l'information.

Ces informations sont stockées sur 22188 pistes gravées en spirales (il s'agit en réalité d'une seule piste concentrique).



# Fonctionnement du CD ROM

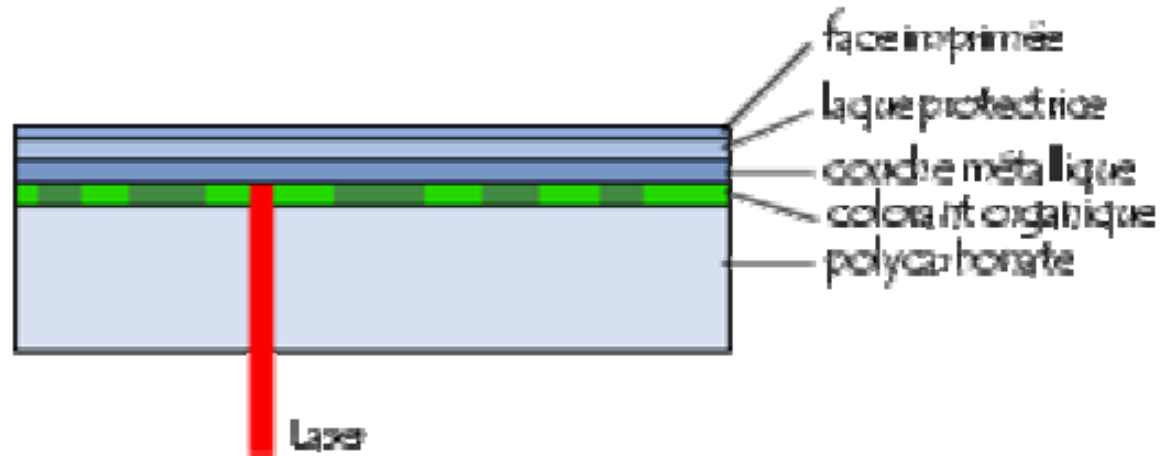
67

- Les CD achetés dans le commerce sont pressés, c'est-à-dire que les alvéoles sont réalisées grâce à du plastique injecté dans un moule contenant le motif inverse.

Une couche métallique est ensuite coulée sur le substrat en polycarbonate, et cette couche métallique est elle-même prise sous une couche protectrice. Les **CD vierges par contre (CD-R) possèdent une couche supplémentaire** (située entre le substrat et la couche métallique) composée d'un colorant organique (en anglais *dye*) *pouvant être marqué (le terme brûler est souvent utilisé) par un laser de forte puissance (10 fois celle nécessaire pour la lecture). C'est donc la couche de colorant qui permet d'absorber ou non le faisceau de lumière émis par le laser.*

# Fonctionnement du CD ROM

68



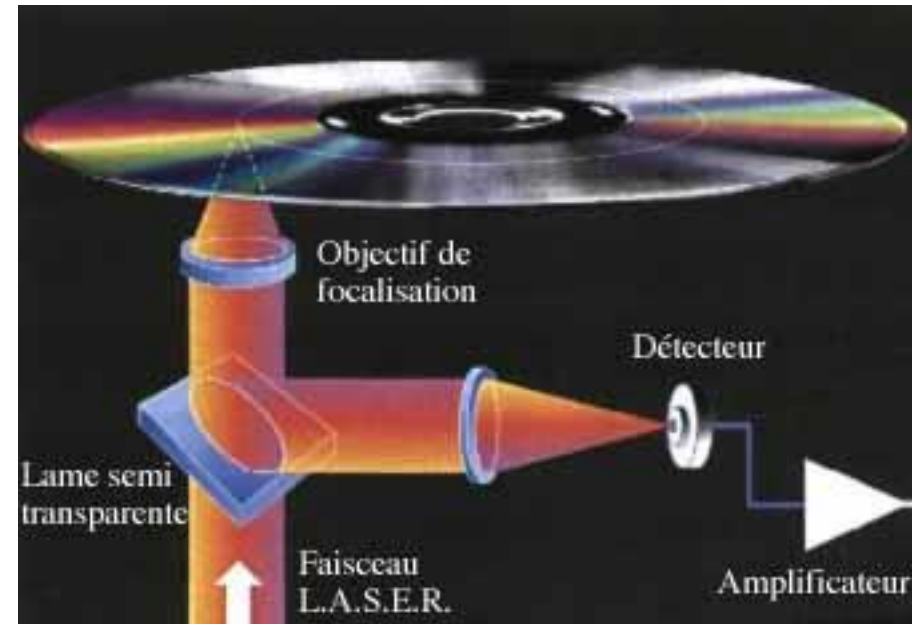
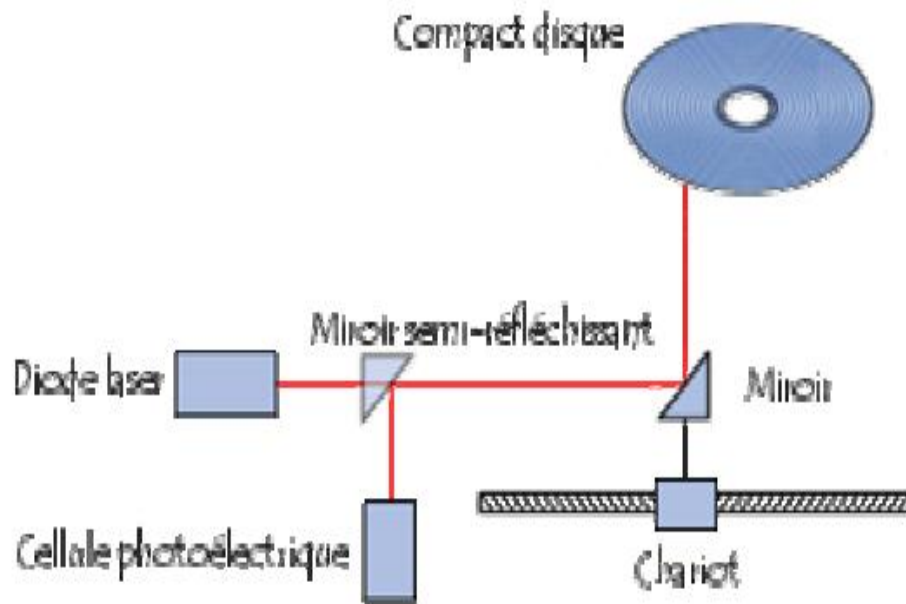
# Fonctionnement

69

La tête de lecture est composée d'un laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) émettant un faisceau lumineux et d'une cellule photoélectrique chargée de capter le rayon réfléchi. Le laser utilisé par les lecteurs de CD est un laser infrarouge (possédant une longueur d'onde de 780 nm) car il est compact et peu coûteux. Une lentille située à proximité du CD focalise le faisceau laser sur les alvéoles. Un miroir semi réfléchissant permet à la lumière réfléchie d'atteindre la cellule photoélectrique, comme expliqué sur le dessin suivant :

# Fonctionnement du CD ROM

70



# Fonctionnement du CD ROM

71

Un chariot est chargé de déplacer le miroir de façon à permettre à la tête de lecture d'accéder à l'intégralité du CD-ROM. On distingue généralement deux modes de fonctionnement pour la lecture de CD :

La lecture à **vitesse linéaire constante** (notée **CLV** soit **constant linear velocity**). *Il s'agit du mode de fonctionnement des premiers lecteurs de CD-ROM, basé sur le fonctionnement des lecteurs de CD audio.* Lorsqu'un disque tourne, la vitesse des pistes situées au centre est moins importante que celle des pistes situées sur l'extérieur, ainsi il est nécessaire d'adapter la vitesse de lecture (donc la vitesse de rotation du disque) en fonction de la position radiale de la tête de lecture. Avec ce procédé la densité d'information est la même sur tout le support, il y a donc un gain de capacité.

# Fonctionnement du CD ROM

72

Les lecteurs de CD audio possèdent une vitesse linéaire comprise entre 1.2 et 1.4 m/s. La **lecture à vitesse de rotation angulaire constante** (notée **CAV** pour *constant angular velocity*) consiste à ajuster la densité des informations selon l'endroit où elles se trouvent afin d'obtenir le même débit à vitesse de rotation égale en n'importe quel point du disque. Cela crée donc une faible densité de données à la périphérie du disque et une forte densité en son centre.

La vitesse de lecture du lecteur de CD-ROM correspondait à l'origine à la vitesse de lecture d'un CD audio, c'est-à-dire un débit de 1x équivalent à 150 ko/s. Cette vitesse a par la suite été prise comme référence et notée **1x**. **Les générations suivantes de lecteurs de CD-ROM** ont été caractérisées par des multiples de cette valeur. Le tableau suivant donne les équivalences entre les multiples de 1x et le débit :



# Fonctionnement du CD ROM

73

	Débit	Temps de réponse
1x	150 ko/s	400 à 600 ms
2x	300 ko/s	200 à 400 ms
3x	450 ko/s	180 à 240 ms
4x	600 ko/s	150 à 220 ms
6x	900 ko/s	140 à 200 ms
8x	1200 ko/s	120 à 180 ms
10x	1500 ko/s	100 à 160 ms
12x	1800 ko/s	90 à 150 ms
16x	2400 ko/s	80 à 120 ms
20x	3000 ko/s	75 à 100 ms
24x	3600 ko/s	70 à 90 ms
32x	4500 ko/s	70 à 90 ms
40x	6000 ko/s	60 à 80 ms
52x	7800 ko/s	60 à 80 ms

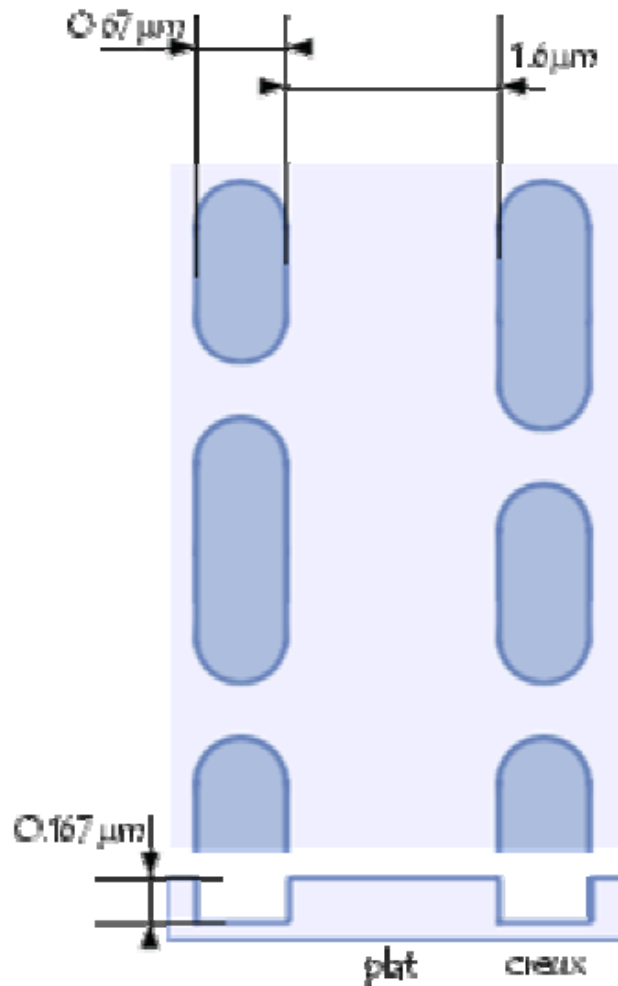
# Le codage des informations

74

La piste physique est en fait constituée d'alvéoles d'une profondeur de  $0,168\mu\text{m}$ , d'une largeur de  $0,67\mu\text{m}$  et de longueur variable. Les pistes physiques sont écartées entre elles d'une distance d'environ  $1.6\mu\text{m}$ . On nomme *creux* (en anglais *pit*) le fond de l'alvéole et on nomme *plat* (en anglais *land*) les espaces entre les alvéoles.

# Le codage des informations

75



# Le codage des informations

76

Le laser utilisé pour lire les CD a une longueur d'onde de 780 nm dans l'air. Or l'indice de réfraction du polycarbonate étant égal à 1.55, la longueur d'onde du laser dans le polycarbonate vaut  $780 / 1.55 = 503\text{nm} = 0.5\mu\text{m}$ .

La profondeur de l'alvéole correspond donc à un quart de la longueur d'onde du faisceau laser, si bien que l'onde se réfléchissant dans le *creux* parcourt une moitié de longueur d'onde de plus (un quart à l'aller plus un quart au retour) que celle se réfléchissant sur le *plat*.

# Structure logique

77

Un CD-R, qu'il soit audio ou CD-ROM, est généralement constitué, de trois zones constituant la zone d'information (*information area*) : La zone **Lead-in Area (parfois notée LIA) contenant uniquement** des informations décrivant le contenu du support (ces informations sont stockées dans la **TOC, Table of Contents**). **La zone Lead-in s'étend du rayon 23 mm au rayon 25 mm.** Cette taille est imposée par le besoin de pouvoir stocker des informations concernant un maximum de 99 pistes. La zone *Lead-in* sert au lecteur de CD à suivre les creux en spirale afin de se synchroniser avec les données présentes dans la zone *programme*

# Structure logique

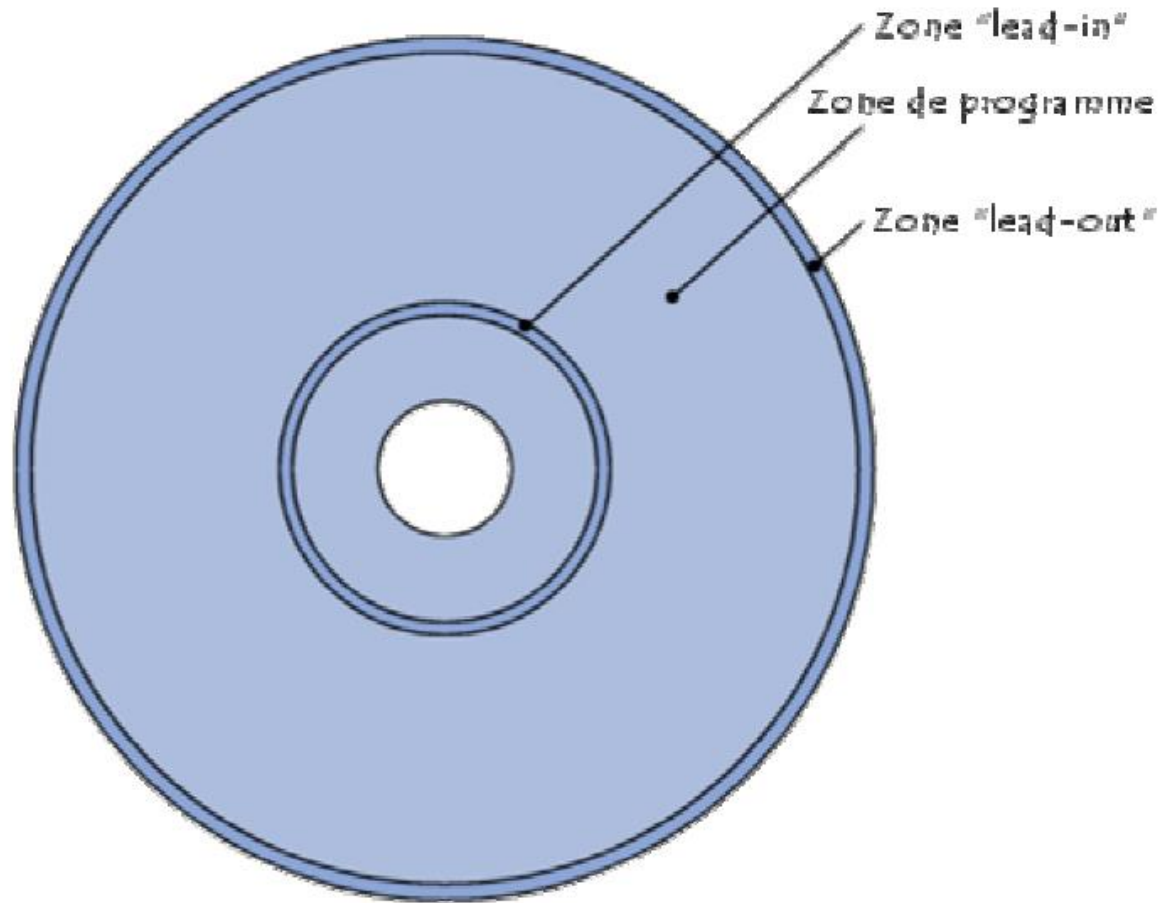
78

La zone **Programme** (*Program Area*) est la zone contenant les données. Elle commence à partir d'un rayon de 25 mm, s'étend jusqu'à un rayon de 58mm et peut contenir l'équivalent de 76 minutes de données. La zone programme peut contenir un maximum de 99 pistes (ou sessions).

La zone **Lead-Out** (parfois notée *LOA*) contenant des données nulles (du silence pour un CD audio) marque la fin du CD. Elle commence au rayon 58 mm et doit mesurer au moins 0.5 mm d'épaisseur (radialement). La zone lead-out doit ainsi contenir au minimum 6750 secteurs, soit 90 secondes de silence à la vitesse minimale (1X).

# Structure logique

79



# Structure logique

80

Un CD-R contient, en plus des trois zones décrites ci-dessus, une zone appelée *PCA* (*Power Calibration Area*) et une zone *PMA* (*Program Memory Area*) constituant à elles deux une zone appelé *SUA* (*System User Area*).

La *PCA* peut être vue comme une zone de test pour le laser afin de lui permettre d'adapter sa puissance au type de support. C'est grâce à cette zone qu'est possible la commercialisation de supports vierges utilisant des colorants organiques et des couches réfléchissantes différents. A chaque calibration, le graveur note qu'il a effectué un essai. Un maximum de 99 essais par media est autorisé.



# Caractéristiques techniques

81

Un lecteur CD-ROM est caractérisé par les éléments suivants :

- **Vitesse: la vitesse est calculée par rapport à la vitesse d'un lecteur de CD-Audio (150 Ko/s).** Un lecteur allant à 3000Ko/s sera qualifié de 20X (20 fois plus rapide qu'un lecteur 1X).
- **Temps d'accès : il représente le temps moyen pour aller d'une partie du CD à une autre.**
- **Interface : ATAPI (IDE) ou SCSI ;**

# Bus d'extension

82

On appelle *bus d'extension* (parfois *Bus de périphérique* ou en anglais *expansion bus*) les bus possédant des connecteurs permettant d'ajouter des cartes d'extension (périphériques) à l'ordinateur. Il existe différents types de bus internes normalisés caractérisés par :

- Leur forme,
- Le nombre de broches de connexion,
- Le type de signaux (fréquence, données, etc).

# Le bus ISA

83

La version originale du **bus ISA** (*Industry Standard Architecture*), apparue en 1981 avec le PC XT, était un bus d'une largeur de 8 bits cadencé à une fréquence de 4,77 MHz.

En 1984, avec l'apparition du PC AT (processeur *Intel 286*), la largeur du bus est passée à 16 bits et la fréquence successivement de 6 à 8 MHz, puis finalement 8,33 MHz, offrant ainsi un débit théorique maximal de 16 Mo/s

Le bus ISA permettait le **bus mastering**, c'est-à-dire qu'il permettait de communiquer directement avec les autres périphériques sans passer par le processeur. Une des conséquences du *bus mastering* est l'**accès direct à la mémoire (DMA, pour Direct Memory Access)**. Toutefois le bus ISA ne **permettait** d'adresser que les 16 premiers mégaoctets de la mémoire vive.

Jusqu'à la fin des années 1990 le bus ISA équipait la quasi-totalité des ordinateurs de type PC, puis il a été progressivement remplacé par le bus PCI, offrant de meilleures performances.

# Le bus ISA

84



Connecteur ISA 16 bits :



# Le bus MCA

85

**Le bus MCA (*Micro Channel Architecture*) est un bus propriétaire amélioré conçu** par IBM en 1987 afin d'équiper leur gamme d'ordinateurs PS/2. Ce bus, d'une largeur de 16 et 32 bits, était incompatible avec le bus ISA et permettait d'obtenir un taux de transfert de 20 Mo/s.

# Le bus EISA

86

Le **bus EISA** (*Extended Industry Standard Architecture*), a été mis au point en 1988 par un consortium de sociétés (AST, Compaq, Epson, Hewlett-Packard, NEC, Olivetti, Tandy, Wyse et Zenith), afin de concurrencer le bus propriétaire MCA lancé par IBM l'année précédente. Le bus EISA utilisait des connecteurs de même dimension que le connecteur ISA, mais avec 4 rangées de contacts au lieu de 2, permettant ainsi un adressage sur 32 bits.

Les connecteurs EISA étaient plus profonds et les rangées de contacts supplémentaires étaient placées en dessous des rangées de contacts ISA. Il était ainsi possible d'enficher une carte ISA dans un connecteur EISA. Elle rentrait cependant moins profondément dans le connecteur (grâce à des ergots) et n'utilisait ainsi que les rangées de contacts supérieures (ISA).

# Notion de bus local

Les bus d'entrée-sortie traditionnels, tels que le bus ISA, MCA ou EISA, sont directement reliés au bus principal et sont donc forcés de fonctionner à la même fréquence, or certains périphériques d'entrée-sortie nécessitent une faible bande passante tandis que d'autres ont besoin de débits plus élevés : il existe donc des **goulots d'étranglement sur le bus** (en anglais le terme « **bottleneck** », littéralement « *goulot de bouteille* » est couramment utilisé). Afin de remédier à ce problème l'architecture dite de « **bus local** » (en anglais **local bus**) propose de tirer partie de la vitesse du bus processeur *FSB* ( *front side bus*), aussi appelé bus système ou bus interne en *s'interfaçant directement* sur ce dernier.

# Le bus VLB

88

En 1992 le **bus local VESA (VLB pour VESA Local Bus)** a été mis au point par l'association VESA (Video Electronics Standard Association sous l'égide de la société NEC) afin de proposer un bus local dédié aux systèmes graphiques. Il s'agit d'un connecteur ISA 16-bits auquel vient s'ajouter un connecteur supplémentaire de 16 bits :





# Le bus VLB

89

Le bus VLB est ainsi un bus 32-bit prévu initialement pour fonctionner à une fréquence de 33 MHz (fréquence des premiers PC 486 de l'époque). Le bus local VESA a été utilisé sur les modèles de 486 (respectivement 40 et 50 MHz) ainsi que sur les tout premiers Pentium, mais il a rapidement été remplacé par le bus PCI.

« Connecteur PCI (*Peripheral Component InterConnect*) : permettant de connecter des cartes PCI, beaucoup plus rapides que les cartes ISA et fonctionnant en 32-bit »

# Bus PCI

90

Le bus PCI (Peripheral Component Interconnect) a été mis au point par Intel. Contrairement au bus VLB il ne s'agit pas à proprement parler d'un bus local mais d'un bus intermédiaire situé entre le bus processeur et le bus d'entres/sories(DMA)

Le bus PCI utilise le DMA (Direct Memory Access) pour le transfert de données vers la RAM ou entre les cartes, avec quelques limitations pour d'anciens chipset vers le port AGP qui utilise également cette technique.

# Bus

91



En haut 2 bus PCI  
En bas 4 bus VLB

# Les périphériques d'entrées et de sorties

92

Un ordinateur c'est une machine qui reçoit des données pour les stocker ou les traiter et ensuite faire retourner ces données aux utilisateurs. Les échanges de ces données entre l'ordinateur et l'utilisateur se fait par les périphériques d'entrées et de sorties.

# Périphériques d'entrées:

93

Les périphériques d'entrées se sont des outils qui aident l'utilisateur à faire entrer ses données à l'ordinateur. Il existe plusieurs périphériques d'entrées, parmi lesquels on cite : carte magnétique, lecteur optique (lecteur des codes barres (utilisé dans les super marché)), le clavier, la souris, le scanner, etc.

## **Clavier :**

Le clavier est le périphérique d'entrée le plus commode pour saisir des caractères (lettres, chiffres, symboles, etc), ce dernier est composé de trois parties : partie alphanumérique (A,B,C,...), partie numérique (0,1,...,9), partie fonction (Enter, Shift, Ctrl,...). Les claviers se différencient selon le nombre de leurs touches (102 touches, 105 touches,...).

# Périphériques d'entrées:

94

## **Souris:**

En 1964, Dougle Englebrat a crée pour la première fois dans l'histoire un indicateur de coordonnées pour un système d'affichage, dénommé souris en raison de sa petite taille et de son câble. La souris est une petite boîte de plastique ayant la forme d'une souris et c'est parmi les périphériques d'entrées les plus important car sans cette dernière on ne peut pas se communiquer avec la plus part des logiciels qui se trouvent sur notre ordinateur. Le mouvement de la souris sur un plan entraîne un déplacement d'un curseur sur l'écran de l'ordinateur ce qui permet d'appliquer certaines tâches sur ce dernier.

La souris comprend de 1 à 4 boutons sur sa face supérieure, ces boutons sont utilisés pour sélectionner et d'activer les items de menus ou pour défiler un texte, etc. En général, il existe 2 types de souris : Souris mécaniques et Souris optiques

# Types de souris

95

- Souris mécanique : il dispose sous sa face inférieure d'une bille en contact avec deux roulettes. Le déplacement de la souris, entraîne la rotation de ces roulettes ce qui entraîne le déplacement du curseur de la souris sur l'écran de l'ordinateur.
- Souris optique : il ne contient ni bille ni roulette, elle dispose seulement d'une diode optique de type LED (Light Emitting Diode) et d'un photo-détecteur sous sa face inférieure. La souris optique doit se déplacer sous une plaque spéciale (réfléchissante) constituée d'une grille rectangulaire qui permet de caractériser le déplacement de chaque déplacement de la souris.

# Périphériques d'entrées:

96

## **Scanner :**

Le clavier est un outil très efficace pour saisir les données de type texte ou des symboles simples (+, μ,...), mais il est incapable de saisir des informations graphiques (des images par exemple). Actuellement, il existe plusieurs outils qui permettent de saisir des données graphique, on cite parmi ces outils : le scanner, caméra reliée à une carte vidéo, appareil photo numérique, etc.

Pour stocker une image sur un ordinateur, il faut la numériser, c'est-à-dire la décomposer en un très grand nombre de valeurs numériques, chaque valeur numérique représente toute une bande dans l'image réelle. Scanner veut dire numériser. Le scanner décompose l'image en un grand nombre de points. Pour chaque point le scanner mesure sa couleur qu'est une valeur située dans un intervalle de valeurs (par exemple 0,...,16777215).



# Périphériques d'entrées:

97

Lorsqu'on veut scanner un document, le scanner est illuminé par une lumière fluorescente, ensuite le document reflète cette lumière qu'est plus au moins intense suivant que la zone illuminée est plus au moins sombre. La lumière reflétée est redirigée à l'aide d'un miroir et une lentille focalisante vers une composante photo-sensible qui contient une rangée de capteurs qui convertissent la lumière reçue en signaux électriques qui sont convertis en valeurs numériques par un convertisseur analogique/numérique.

Parmi les facteurs de la qualité d'un scanner :

- \* la résolution d'analyse est le nombre de points de l'image qui sont scannés par unité de surface, elle est exprimée en points par pouce (Dots Per Inch). Si cette valeur est 300 dpi, alors la résolution est  $300 \times 300$  points par pouce<sup>2</sup> (1 pouce=2,54cm).
- \* la profondeur d'échantillonnage : elle correspond le nombre de couleurs que le scanner est capable de capter. Si cette profondeur est de 8 bits signifie que le scanner capable de distinguer  $2^8=256$  nuances de chaque primaire, c'est-à-dire le scanner fait la différence de  $256^3=16.777.216$  couleurs.

# Périphériques de sorties

Le rôle principal d'un ordinateur est de fournir les résultats d'un traitement réalisé par un utilisateur sur des données saisies par ce dernier. Les outils qui permettent de retourner ces résultats à l'utilisateur sont appelés périphériques de sortie. Parmi ces périphériques, on cite : l'écran, l'imprimante, etc.

# Périphériques de sorties

99

Ecran :

L'écran de l'ordinateur (appelé aussi moniteur) est le périphérique de sortie le plus répandu. Il permet d'afficher du texte et de graphique. En général, il existe plusieurs types d'écrans : écran à tube cathodique, écran plat, etc.

- \* Ecran à tube cathodique : cet écran contient un tube cathodique comme celui des télévisions à tubes cathodiques. Ce type d'écran est caractérisé par : la fréquence de balayage horizontale et verticale, la taille de son écran (on parle d'écran de 14, 15, 17 pouces (pouce=2,54 cm)) elle représente la longueur de son diagonal, finesse ou pitch elle indique le nombre de points par unités de longueur de l'écran, plus la finesse est grande plus l'image est précise, la fréquence maximale de balayage, elle indique la fréquence de rafraîchissement, plus cette fréquence est grande plus que l'image apparaît plus stable.

# Périphériques de sorties

100

## **Imprimante :**

L'écran est le périphérique de sortie le plus utilisé de nos jours, mais parfois il est nécessaire de disposer d'une copie des résultats retournés sur écran sur papier (les factures, les rapports, etc). L'imprimante est l'outil qui permet de faire ceci. En général, il existe plusieurs 3 types d'imprimantes : imprimante matricielle (en train de disparaître), imprimante jet d'encre et imprimante laser.

\* Imprimante matricielle ou imprimante à aiguille: elle comprend une tête contenant un ensemble d'aiguilles très fines activées par un électro-aimant et agissant de façon semblable aux soupapes d'un moteur, ensuite des points sont propulsés sur le ruban encre. Ainsi une caractère est obtenue à l'aide d'une matrice de points, le nombre de lignes correspond au nombre d'aiguilles et le nombre de colonnes correspond au nombre de déplacement de la tête de l'imprimante.

Afin d'obtenir une qualité d'impression bonne, il faut augmenter le nombre d'aiguilles sur la tête de l'imprimante, il existe des têtes à 24 à 36 aiguilles.

\* Imprimante laser ou imprimante page : comme son nom indique, ce type d'imprimante a une technique d'impression par page utilisant la même technique que celui de photocopieur.

# Périphériques de sorties

101

- L'imprimante laser est constituée d'un tambour rotatif, ou début d'impression le tambour est placé dans un champ électrique de 100 volts pour le rendre photosensible. Ensuite ce tambour est balayé ligne par ligne par un faisceau laser et ceci grâce à un miroir rotatif octogonal. Ce faisceau produira un ensemble de points lumineux et sombres sur la surface du tambour. Ensuite la rotation du tambour amène ce dernier devant un réservoir de tonner qui est attiré seulement par les points qui ont perdu leurs charges électriques, ensuite cet encre se trouvant sur ce tambour se dépose sur le papier qui passe dans un four pour imprégner cet encre sur le papier.

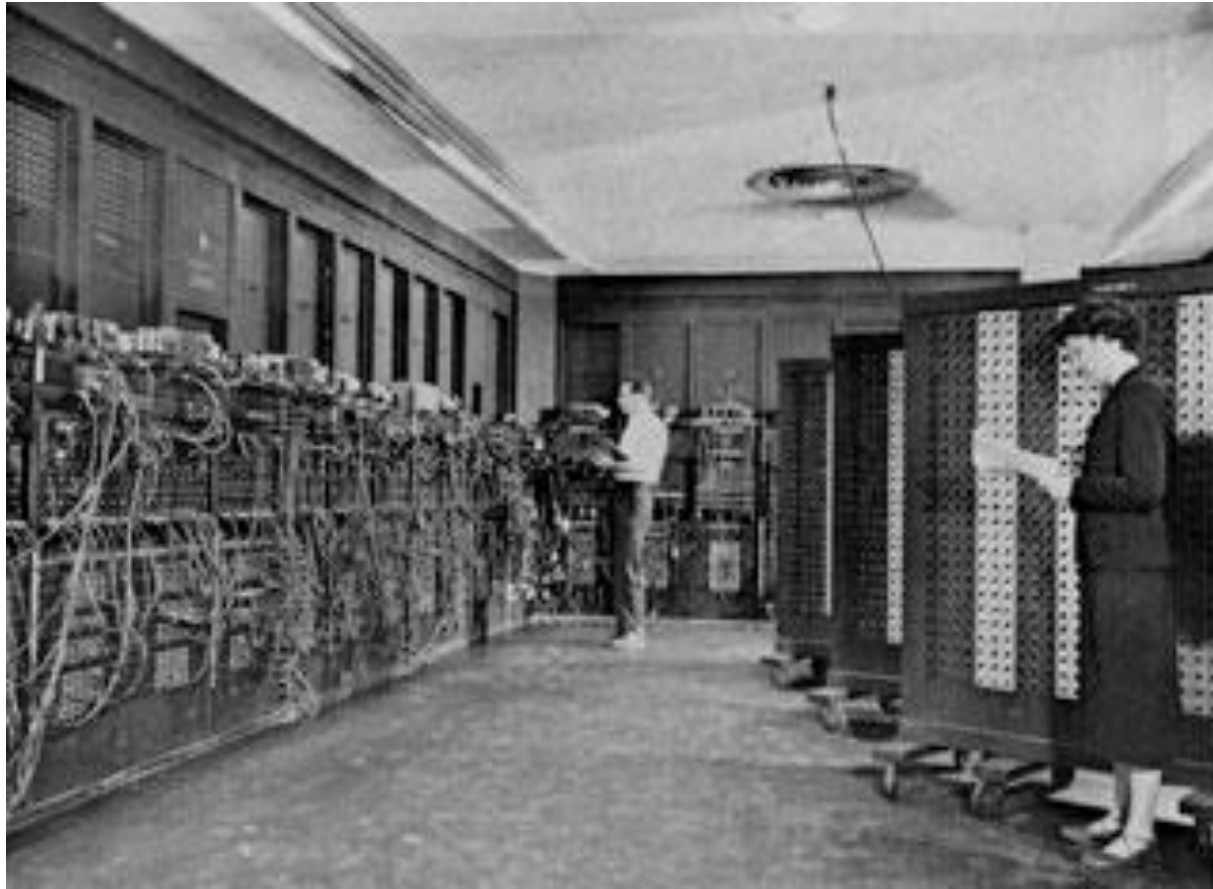
# Architecture Von Neumann

102

- John Von Neumann 1946
    - Projet ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer* ) fut le premier calculateur entièrement électronique; de dimensions plus de 20m de longueur, 2,50m de hauteur, 30 tonnes. Comportant 18 000 tubes électroniques, il consommait 150 kw
    - Appliqués jusqu'à nos jours
- Trois blocs fonctionnels:
- \* le processeur
  - \* la mémoire
  - \* le bus

# Architecture Von Neumann

103

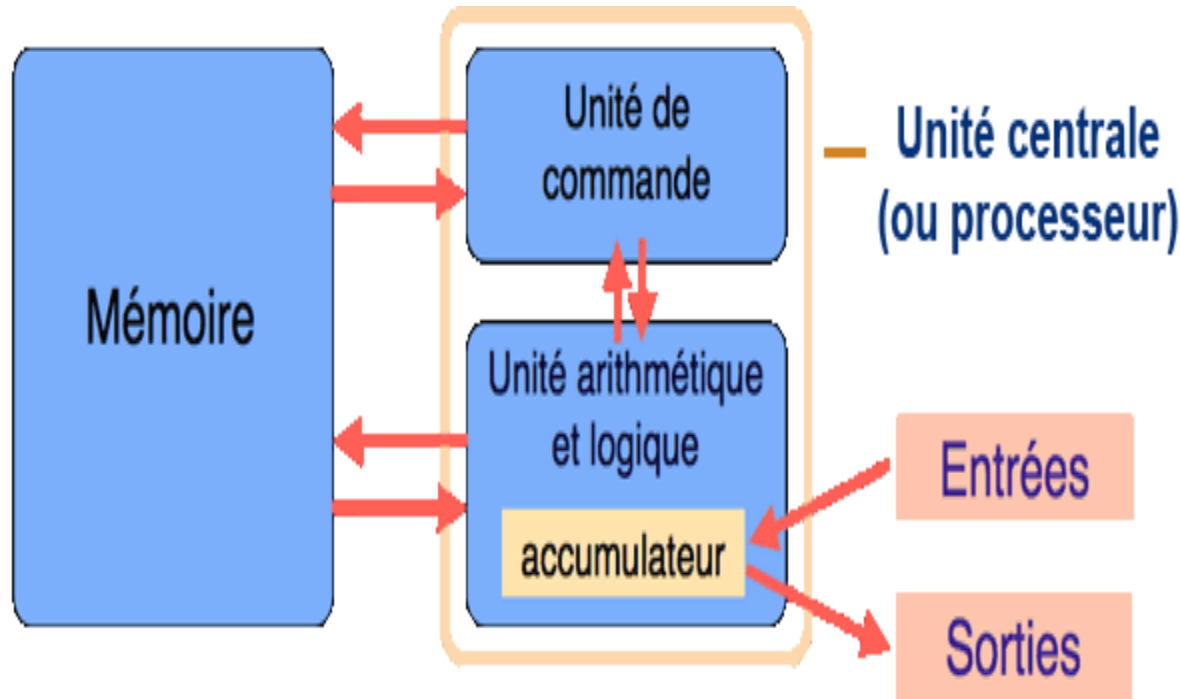


L'ENIAC

Cours de Mr Mohamed CHAKRAOUI

# Architecture Von Neumann

104



Le modèle originel de Von Neumann pour l'architecture des ordinateurs.



# Architecture Von Neumann

105

- La première innovation est la séparation nette entre l'unité de commande, qui organise le flot de séquençement des instructions, et l'unité arithmétique, chargée de l'exécution proprement dite de ces instructions. La seconde innovation, la plus fondamentale, est l'idée du programme enregistré : les instructions, au lieu d'être codées sur un support externe (ruban, cartes, ...), sont enregistrées dans la mémoire selon un codage conventionnel. Un compteur ordinal contient l'adresse de l'instruction en cours d'exécution; il est automatiquement incrémenté après exécution de l'instruction, et explicitement modifié par les instructions de branchement.
- Un emplacement de mémoire peut contenir indifféremment des instructions et des données, et une conséquence majeure (dont toute la portée n'avait probablement pas été perçue à l'époque) est qu'un programme peut être traité comme une donnée par d'autres programmes.

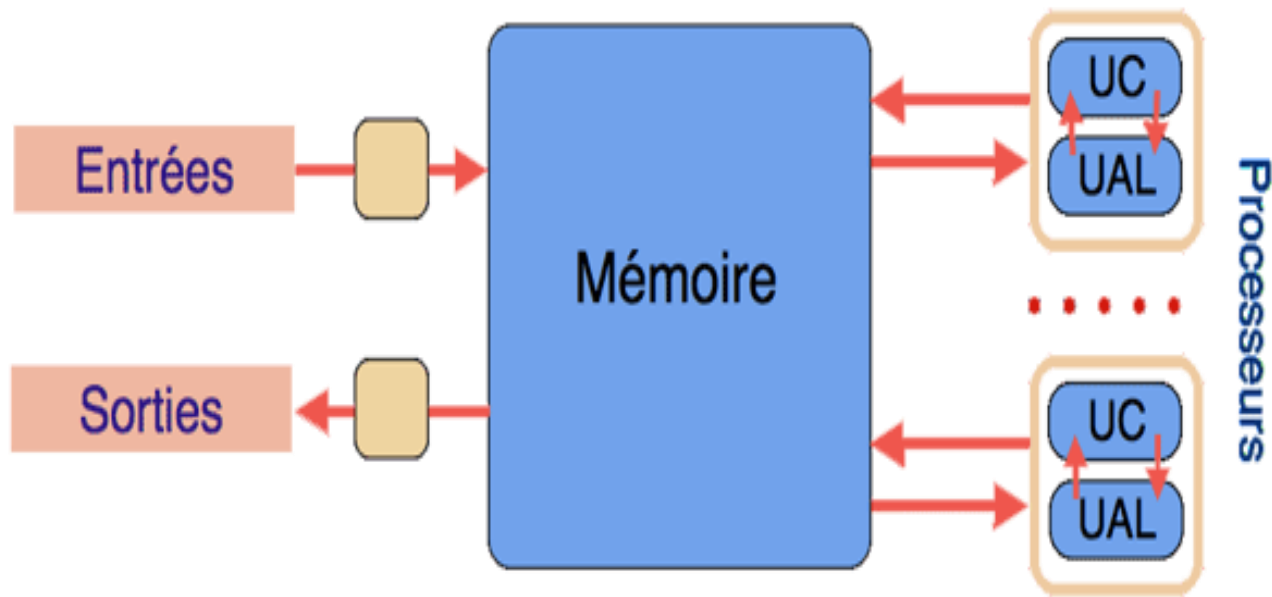
# Architecture Von Neumann

106

- Plus de 60 ans après son invention, le modèle d'architecture de von Neumann régit toujours l'architecture des ordinateurs. Par rapport au schéma initial, on peut noter deux évolutions.
- Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes (canaux d'entrée-sortie et mécanismes assimilés). Associée à la multiprogrammation (partage de la mémoire entre plusieurs programmes), cette organisation a notamment permis le développement des systèmes en temps partagé.
- Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples, qu'il s'agisse d'unités séparées ou de « cœurs » multiples à l'intérieur d'une même puce. Cette organisation permet d'atteindre une puissance globale de calcul élevée sans augmenter la vitesse des processeurs individuels, limitée par les capacités d'évacuation de la chaleur dans des circuits de plus en plus denses.

# Architecture Von Neumann

107



Le modèle de von Neumann, aujourd'hui.

# Notion d'architecture RISC et CISC

108

Actuellement l'architecture des microprocesseurs se composent de deux grandes familles :

- L'architecture CISC (Complex Instruction Set Computer)
- L'architecture RISC (Reduced Instruction Set Computer)

# L'architecture CISC

109

## *Pourquoi*

Jadis, la conception des machines CISC était la seule envisageable. En effet, vue que la mémoire travaillait très lentement par rapport au processeur, on pensait qu'il était plus intéressant de soumettre au microprocesseur des instructions complexes. Ainsi, plutôt que de coder une opération complexe par plusieurs instructions plus petites (qui demanderaient autant d'accès mémoire très lent), il semblait préférable d'ajouter au jeu d'instructions du microprocesseur une instruction complexe qui se chargerait de réaliser cette opération. De plus, le développement des langages de haut niveau posa de nombreux problèmes quant à la conception de compilateurs. On a donc eu tendance à incorporer au niveau processeur des instructions plus proches de la structure de ces langages.

# L'architecture CISC

110

## *Comment*

C'est une architecture avec un grand nombre d'instructions où le microprocesseur doit exécuter des tâches complexes par instruction unique. Pour une tâche donnée, une machine CISC exécute ainsi un petit nombre d'instructions mais chacune nécessite un plus grand nombre de cycles d'horloge. Le code machine de ces instructions varie d'une instruction à l'autre et nécessite donc un décodeur complexe (micro-code)

# L'architecture RISC

111

## *Pourquoi*

Des études statistiques menées au cours des années 70 ont clairement montré que les programmes générés par les compilateurs se contentaient le plus souvent d'affectations, d'additions et de multiplications par des constantes. Ainsi, 80% des traitements des langages de haut niveau faisaient appel à seulement 20% des instructions du microprocesseur. D'où l'idée de réduire le jeu d'instructions à celles le plus couramment utilisées et d'en améliorer la vitesse de traitement.

## *Comment*

C'est donc une architecture dans laquelle les instructions sont en nombre réduit (chargement, branchement, appel sous-programme). Les architectures RISC peuvent donc être réalisées à partir de séquenceur câblé. Leur réalisation libère de la surface permettant d'augmenter le nombre de registres ou d'unités de traitement par exemple. Chacune de ces instructions s'exécute ainsi en un cycle d'horloge. Bien souvent, ces instructions ne disposent que d'un seul mode d'adressage. Les accès à la mémoire s'effectuent seulement à partir de deux instructions (Load et Store). Par contre, les instructions complexes doivent être réalisées à partir de séquences basées sur les instructions élémentaires, ce qui nécessite un compilateur très évolué dans le cas de programmation en langage de haut niveau.

# Comparaison

112

Le choix dépendra des applications visées. En effet, si on diminue le nombre d'instructions, on crée des instructions complexes (CISC) qui nécessitent plus de cycles pour être décodées et si on diminue le nombre de cycles par instruction, on crée des instructions simples (RISC) mais on augmente alors le nombre d'instructions nécessaires pour réaliser le même traitement.



# Comparaison des différentes architectures

113

## Architecture RISC

- **instructions simples ne prenant qu'un seul cycle**
- **instructions au format fixe**
- **décodeur simple (câblé)**
- **beaucoup de registres**
- **seules les instructions LOAD et STORE ont accès à la mémoire**
- **peu de modes d'adressage**
- **compilateur complexe**

## Architecture CISC

- **instructions complexes prenant plusieurs cycles**
- **instructions au format variable**
- **décodeur complexe (microcode)**
- **peu de registres**
- **toutes les instructions sont susceptibles d'accéder à la mémoire**
- **beaucoup de modes d'adressage**
- **compilateur simple**

# Améliorations de l'architecture de base

114

L'ensemble des améliorations des microprocesseurs visent à diminuer le temps d'exécution du programme.

La première idée qui vient à l'esprit est d'augmenter tout simplement la fréquence de l'horloge du microprocesseur. Mais l'accélération des fréquences provoque un surcroît de consommation ce qui entraîne une élévation de température. On est alors amené à équiper les processeurs de systèmes de refroidissement ou à diminuer la tension d'alimentation.

Une autre possibilité d'augmenter la puissance de traitement d'un microprocesseur est de diminuer le nombre moyen de cycles d'horloge nécessaire à l'exécution d'une instruction. Dans le cas d'une programmation en langage de haut niveau, cette amélioration peut se faire en optimisant le compilateur. Il faut qu'il soit capable de sélectionner les séquences d'instructions minimisant le nombre moyen de cycles par instructions. Une autre solution est d'utiliser une architecture de microprocesseur qui réduise le nombre de cycles par instruction.

# Pipeline

115

# Cycle d'exécution d'une instruction

116

Le microprocesseur ne comprend qu'un certain nombre d'instructions qui sont codées en binaire. Le traitement d'une instruction peut être décomposé en trois phases.

## □ **Phase 1:** *Recherche de l'instruction à traiter*

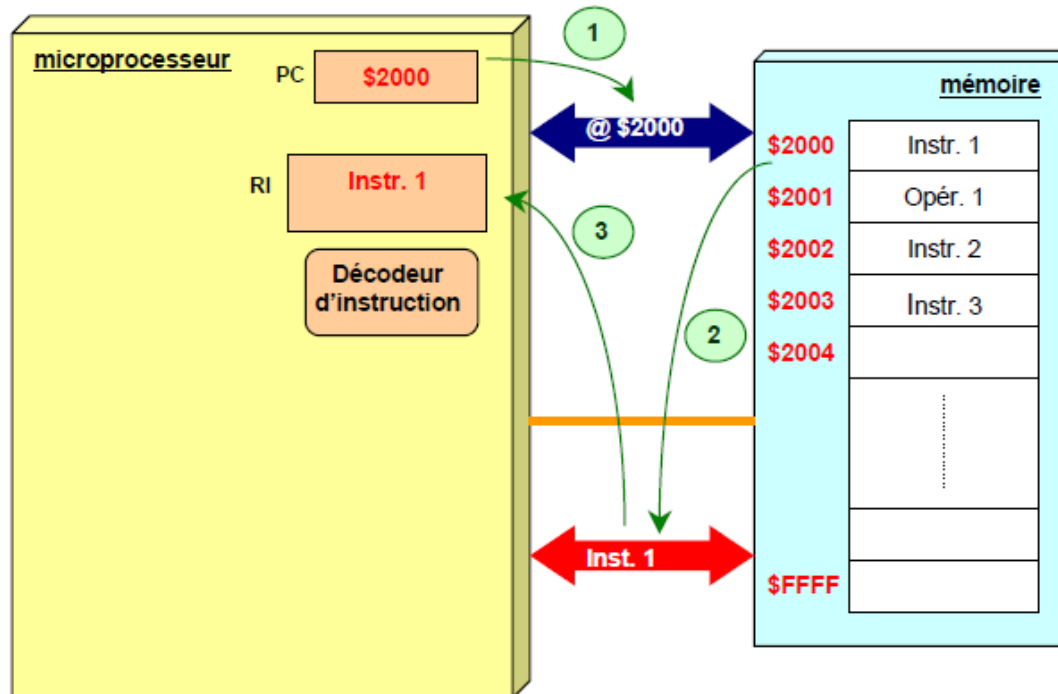
Le PC contient l'adresse de l'instruction suivante du programme. Cette valeur est placée sur le bus d'adresses par l'unité de commande qui émet un ordre de lecture.

Au bout d'un certain temps (temps d'accès à la mémoire), le contenu de la case mémoire sélectionnée est disponible sur le bus des données.

L'instruction est stockée dans le registre instruction du processeur.

# Cycle d'exécution d'une instruction

117



# Cycle d'exécution d'une instruction

118

- **Phase 2** : *Décodage de l'instruction et recherche de l'opérande.* Le registre d'instruction contient maintenant le premier mot de l'instruction qui peut être codée sur plusieurs mots. Ce premier mot contient le code opératoire qui définit la nature de l'opération à effectuer (addition, rotation,...) et le nombre de mots de l'instruction.

L'unité de commande transforme l'instruction en une suite de commandes élémentaires nécessaires au traitement de l'instruction.

Si l'instruction nécessite une donnée en provenance de la mémoire, l'unité de commande récupère sa valeur sur le bus de données.

L'opérande est stockée dans un registre.

## 119



# Cycle d'exécution d'une instruction

120

## ❑ **Phase 3 : Exécution de l'instruction**

Le micro-programme réalisant l'instruction est exécuté.

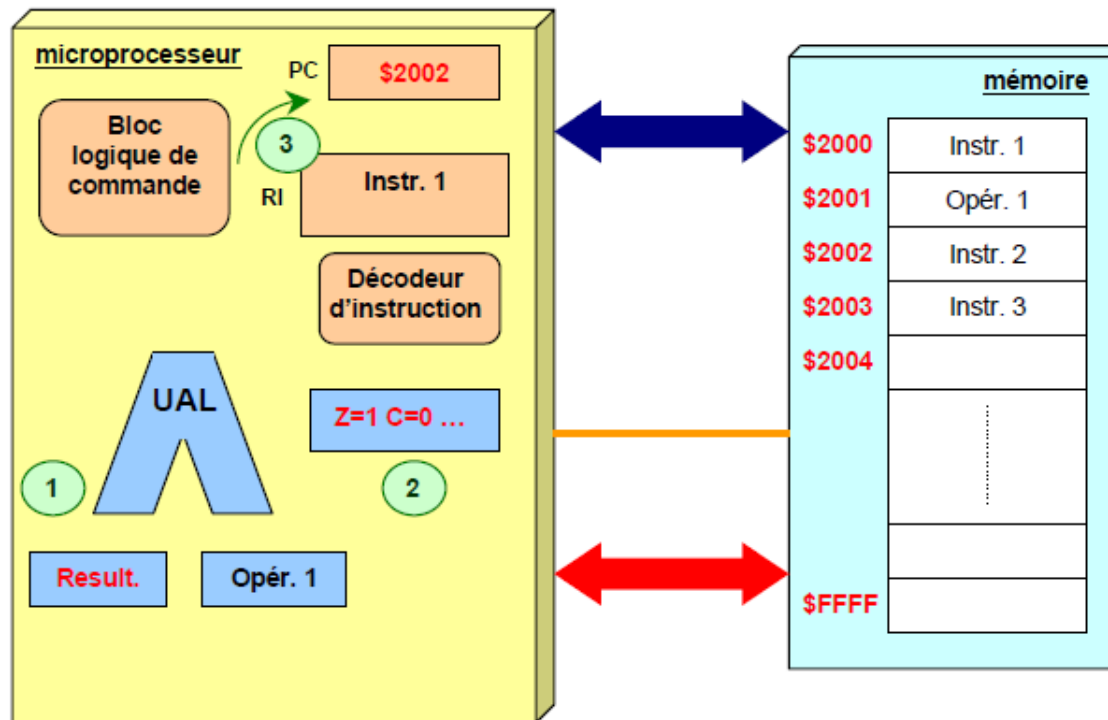
Les drapeaux sont positionnés (*registre d'état*).

L'unité de commande positionne le PC pour l'instruction suivante.



# Cycle d'exécution d'une instruction

121



# Jeu d'instructions

122

## Définition

La première étape de la conception d'un microprocesseur est la définition de son jeu d'instructions. Le jeu d'instructions décrit l'ensemble des opérations élémentaires que le microprocesseur pourra exécuter. Il va donc en partie déterminer l'architecture du microprocesseur à réaliser et notamment celle du séquenceur. A un même jeu d'instructions peut correspondre un grand nombre d'implémentations différentes du microprocesseur.

## Type d'instructions

Les instructions que l'on retrouve dans chaque microprocesseur peuvent être classées en 4 groupes :

- **Transfert de données** pour charger ou sauver en mémoire, effectuer des transferts de registre à registre, etc....
- **Opérations arithmétiques** : addition, soustraction, division, multiplication
- **Opérations logiques** : ET, OU, NON, NAND, comparaison, test, etc....
- **Contrôle de séquence** : branchement, test, etc....