



**Ecole Supérieure des Affaires - Namur**  
**Cours de Hardware - 1<sup>è</sup> Bac en informatique 2012 - 1013**  
**Y. Mine**

L'informatique est une compétition commerciale et technologique dans laquelle l'évolution des composants et des systèmes est quotidienne. Ce cours sera donc mis à jour en temps réel en fonction de l'évolution des produits.

## Sommaire

- I – Les origines de l'informatique
- II - Le codage de l'information: le système binaire

### 1 Le boîtier central

#### 1.1 Les cartes en général

- 1.1.1 La carte mère - les formats
  - 1.1.1.1 Architecture multitâches
  - 1.1.1.2 Le disque virtuel
  - 1.1.1.3 La mémoire virtuelle
- 1.1.2 Les cartes d'extension
- 1.1.3 Le refroidissement du pc
- 1.1.4 Le DRM

#### 1.2 Le processeur

- 1.2.1 Définition du processeur
- 1.2.2 Fonctionnement du processeur
- 1.2.3 Fabrication des processeurs
- 1.2.4 Historique des processeurs
- 1.2.5 Les valeurs utilisées
- 1.2.6 Composition d'un processeur
- 1.2.7 Le refroidissement
- 1.2.8 Architecture super-scalaire
- 1.2.9 Les supports des processeurs
- 1.2.10 Les différents processeurs
  - 1.2.10.1 Pentium
  - 1.2.10.2 Xéon
  - 1.2.10.3 Pentium2
  - 1.2.10.4 Pentium4
  - 1.2.10.5 Centrino
  - 1.2.10.6 Athlon
  - 1.2.10.7 Cell
  - 1.2.10.8 Core2
  - 1.2.10.9 Core 2 Quad
  - 1.2.10.10 Core i7
  - 1.2.10.11 Atom
  - 1.2.10.12 AMD FX8150 Bulldozer
- 1.2.11 Rôle du processeur
- 1.2.12 La course à la miniaturisation
  - 1.2.12.1 L'effet tunel
- 1.2.13 Les modes de transfert

#### 1.3 Le chipset

- 1.3.1 Rôle du chipset
- 1.3.2 Conception du chipset



- 1.3.3 Les fonctions les plus importantes du chipset
- 1.4 Le bus
  - 1.4.1 De quoi se compose le bus
  - 1.4.2 Les connecteurs d'extension
  - 1.4.3 Les types de bus
    - 1.4.3.1 le bus ISA
    - 1.4.3.2 le bus AT
    - 1.4.3.3 le bus MCA
    - 1.4.3.4 le bus EISA
    - 1.4.3.5 le bus VESA (VLB)
    - 1.4.3.6 le bus PCI
    - 1.4.3.7 le bus AGP
    - 1.4.3.8 le bus USB
    - 1.4.3.9 l'interface SCSI
    - 1.4.3.10 le bus AMR / CNR
    - 1.4.3.11 le bus PCI Express
    - 1.4.3.12 RedTacton
- 1.5 les interruptions
  - 1.5.1 l'IRQ
  - 1.5.2 répartition des interruptions
  - 1.5.3 les dérivements
- 1.6 le canal DMA
- 1.7 les interfaces
  - 1.7.1 l'interface RS 232 C
  - 1.7.2 L'IEEE 1394 ou FireWire
  - 1.7.3 l'interface centronics
  - 1.7.4 L'IEEE 1284
  - 1.7.5 Interfaces ATA ou IDE
  - 1.7.6 Le Sata
  - 1.7.7 Le Long LBA
  - 1.7.8 Atapi
  - 1.7.9 WiFi
  - 1.7.10 Bluetooth
  - 1.7.11 WiMax
  - 1.7.12 La communication infrarouge
  - 1.7.13 Les puces RFID
  - 1.7.14 La 3G
- 1.8 La mémoire cache
  - 1.8.1 Le mode burst
  - 1.8.2 Cache asynchrone
  - 1.8.3 Cache synchrone
  - 1.8.4 Cache pipeline burst
  - 1.8.5 La taille de la cache
  - 1.8.6 La vitesse de la cache
  - 1.8.7 Contigüité
- 1.9 La mémoire virtuelle
- 1.10 Le bios
- 1.11 Le setup
- 1.12 Les mémoires
  - 1.12.1 La rom
  - 1.12.2 La ram
    - 1.12.2.1 Les différentes sortes de ram
  - 1.12.3 Aspects physique des barettes de mémoire
  - 1.12.4 Le contrôle d'erreur
  - 1.12.5 Mémoire avec correction d'erreur



- 1.12.6 Technologies ram en développement
- 1.12.7
- 1.13 Combien de Ram
- 1.14 Organisation de la mémoire vive
- 1.15 Gestion de la mémoire
  - 1.15.1 Mémoire conventionnelle
  - 1.15.2 Mémoire supérieure
  - 1.15.3 Mémoire étendue XMS
  - 1.15.4 Mémoire expansée EMS
- 1.16 La mémoire flash
  - 1.16.1 Les types de cellules
  - 1.16.2 Les mémoires Compact flash
  - 1.16.3 Nanocristaux de silicium
  - 1.16.4 Les SSD
- 1.17 L'alimentation électrique du système
  - 1.17.1 La recharge par induction
- 1.18 Le disque dur
  - 1.18.1 La mécanique du HD
  - 1.18.2 Le format du HD
  - 1.18.3 Défragmentation du HD
  - 1.18.4 Partitionnement du HD
  - 1.18.5 Les différentes structures de fichiers
- 1.19 l'architecture PCMCIA
- 1.20 le floppy FD
- 1.21 les streamers
- 1.22 les disques amovibles
- 1.23 les disques magnéto-optiques
- 1.24 les Cd et DVD Rom et Ram
  - 1.24.1 Les graveurs
  - 1.24.2 DVD – et + R/RW
  - 1.24.3 Blue Ray
  - 1.24.4 La stockage holographique
  - 1.24.5 DVD-RAM
- 1.25 les cartes vidéo
  - 1.25.1 Résolution et taux d'images
  - 1.25.2 Les formats de fichiers
  - 1.25.3 Les accélérateurs MPeg
  - 1.25.4 Les cartes accélératrices 3D
  - 1.25.5 Les bibliothèques
  - 1.25.6 La compression des données
  - 1.25.7 Les normes graphiques
- 1.26 les bases de registres

## 2 Les périphériques

### 2.1 les écrans

- 2.1.1 écran cathodique
- 2.1.2 écran LCD
  - 2.1.2.1 Les différents états des cristaux
  - 2.1.2.2 La polarisation
- 2.1.3 écran plasma
- 2.1.4 écran électroluminescent organique
- 2.1.5 les projecteurs
- 2.1.6 les diodes électroluminescentes



- 2.1.7 les panneaux électroluminescents
- 2.1.8 écran fluorescent
- 2.1.9 écrans FED
- 2.1.10 écrans SED
- 2.2 les imprimantes
  - 2.2.1 les imprimantes matricielles
  - 2.2.2 les imprimantes à jet d'encre
    - 2.2.2.1 Le procédé thermique
    - 2.2.2.2 Le procédé piézoélectrique
  - 2.2.3 Les imprimantes à encre solide
  - 2.2.4 Les imprimantes laser
  - 2.2.5 Les imprimantes thermiques
  - 2.2.6 Les imprimantes à transfert thermique
  - 2.2.7 Les imprimantes à LEDS
  - 2.2.8 Le standart Postscript
  - 2.2.9 Le papier électronique
- 2.3 le pavé tactile
- 2.4 le pointeur ou Puck
- 2.5 Le modem
- 2.6 le fax-modem – les technologies de communication
- 2.7 la carte son
  - 2.7.1 Les hauts-parleurs
- 2.8 la souris
- 2.9 le stylet
- 2.10 le trackbal
- 2.11 Le cablage
- 2.12 Le clavier
  - 2.12.1 Les touches à bascule
  - 2.12.2 Le code ASCII
  - 2.12.3 Les branchements
- 2.13 Le scanner
- 3. Les serveurs
  - 3.1 les serveurs
  - 3.2 le système RAID
  - 3.3 organisation et administration des documents
- 4. Le démarrage du P.C.
  - 4.1 Les bips de démarrage

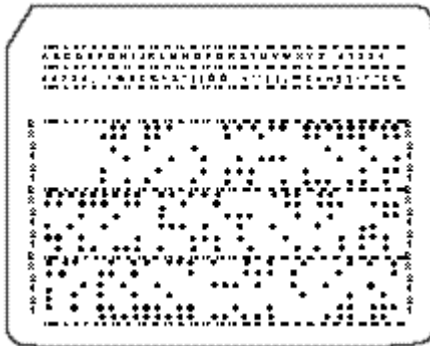


## I LES ORIGINES DE L'INFORMATIQUE

**Ordinateur** : Machine automatique de traitement de l'information permettant de conserver, d'élaborer et de restituer des données sans intervention humaine en effectuant sous le contrôle de programmes enregistrés des opérations arithmétiques et logiques.

### I Les Origines

En 1904, l'invention du tube à vide électronique permet la construction du premier élément indispensable à la fabrication d'un ordinateur.



Carte perforée

D'abord utilisé comme amplificateurs, ces tubes, en 1940, virent leur fonction de commutateur symboliser le codage binaire. Les données étaient introduites à l'aide de cartes perforées et les différentes parties du système étaient connectées manuellement à l'aide de câbles. Leur programmation était très lente : il fallait parfois plusieurs jours pour seulement 5 minutes de fonctionnement.

### Du tube à vide électronique au transistor

Les militaires ont été les premiers à utiliser ces ordinateurs à tubes comme l'ENIAC (un ordinateur de 30 tonnes contenant 18 000 tubes, 6 000 commutateurs, 70 000 résistances ...), car la seconde guerre mondiale multiplia les innovations, et, quand elle fut terminée, les autorités trouvèrent d'autres usages aux ordinateurs.

### Les ordinateurs centraux

Avec des transistors petits, fiables et dégageant peu de chaleur, les ordinateurs deviennent plus petits, plus puissants et plus économiques. Ces machines furent utilisées dans les années 60, essentiellement par les banques.

### Descente au niveau des puces

En 1959, Texas Instruments mit au point une technologie faisant appel aux techniques photographiques et capable de graver plusieurs processeurs sur un seul morceau de silicium. Ces transistors pouvaient ensuite être reliés par des pistes métalliques gravées également sur le silicium. Cette combinaison prit le nom de circuit intégré. A partir de ce moment, l'industrie eut pour principale objectif de placer le plus grand nombre de transistors sur la plus petite surface possible. En 1971, Intel développa le premier processeur, le 4004, qui permit le développement des micro-ordinateurs.

### L'arrivée d'Apple sur le marché

Trois entreprises modifièrent radicalement l'informatique personnelle.

La première, Commodore, construisit un système complet avec un clavier, un écran, un système de stockage sur cassette, appelé le PET.

La seconde fut Tandy Radio Shack, avec son TRS-80.

Mais la plus influente est Apple Computer : après la sortie du troisième processeur d'Intel, le 8080, un employé de Hewlett-Packard, construisit le premier ordinateur personnel populaire qu'il baptisa Apple I (en 1976).

# Hardware



## Le PC d'IBM

En 1980, le fabricant d'ordinateurs centraux, IBM, décida de créer un ordinateur individuel qui fut commercialisé en 1981. C'était le PC (Personnel Computer)

## Le processeur

Le processeur réalise la miniaturisation totale des fonctions logiques dans un système électronique. Le 4004 fonctionnait sur 4 bits, c'est à dire qu'il était capable de traiter 4 valeurs binaires à la fois et intégrait 2 250 éléments répartis sur une plaquette de 4,2 sur 3,2 mm.

Le second processeur sera le premier à avoir des capacités de calculs et des fonctions de contrôle élevées, c'est le 8008, un processeur 8 bits qui sera commercialisé par Intel en 1972.

Il sera suivi en 1974 du 8080, puis en 1978 du 8086 (16 bits) qui sera intégré dans le premier micro-ordinateur d'IBM, le PC en 1981.



## II CODAGE DE L'INFORMATION : QU'EST-CE QUE LE SYSTEME BINAIRE ?

### A - Introduction

Le processeur et tous les composants qui l'entourent doivent traiter les nombres usuels (0, 1, 2...8, 9) dont la représentation au moyen d'états électriques est très complexe. C'est la raison pour laquelle les ordinateurs travaillent sur des nombres binaires, et n'utilisent que les chiffres 1 (allumé) et 0 (éteint). Chaque 0 ou 1 d'un nombre binaire constitue un bit. C'est la plus petite unité envisageable (un périphérique qui ne serait capable que de stocker des zéros ne pourrait pas être utilisé comme mémoire, il faut pouvoir distinguer au moins deux valeurs).

Il faut, par exemple, 4 bits pour représenter un chiffre ordinaire tel que "8" (qui s'écrit 1000 en représentation binaire).

Une lettre majuscule telle que "A" est codée 01000001. Un groupe de huit bits est appelé byte ou octet, chaque octet correspondant ainsi à un caractère. Un octet, comme son nom l'indique, a une taille d'exactly 8 bits, tandis qu'un byte peut être éventuellement composé d'une quantité différente de bits.

La plupart des PC disposent de processeurs qui peuvent manipuler des nombres de 32 ou de 64 bits. Pour toutes les opérations portant sur des nombres plus importants, le processeur doit travailler sur des portions réduites, puis reconstituer le résultat sous forme d'un nombre unique.

Les ordinateurs ne font qu'allumer et éteindre des milliers de transistors qui fonctionnent comme de minuscules interrupteurs. En combinant un grand nombre, on peut créer une grande variété d'instructions.

L'arithmétique binaire est utilisée parce que c'est la plus efficace. Cela veut dire qu'une information numérique peut être stockée en distinguant plusieurs valeurs d'un phénomène physique continu comme une tension ou une intensité.

Plus on distinguera de valeurs, plus l'espace entre les valeurs sera petit et moins le dispositif de mémorisation sera discriminant et fiable. Avec la numération binaire, il suffit de savoir distinguer deux états, c'est en ce sens que c'est la méthode la plus fiable pour coder l'information numérique.

*Deux autres systèmes, l'octal (base 8) et l'hexadécimal (base 16) sont très souvent employés.*

DECIMAL	BINAIRE	OCTAL	HEXADECIMAL
0	0	0	0
1	01	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11



Comment coder le nombre 1944 avec seulement nos deux digits, 0 et 1 ?  
On peut coder chacun de ses chiffres séparément (minimum 4 bits par chiffre)  
0001 1001 0100 0100

On peut coder la valeur 1944 entièrement en binaire :  
0000011110011000

Avec 16 bits, on peut représenter les nombres de 0 à 9999 en format décimal, ce qui nous donne 10000 combinaisons, alors qu'avec 16 bits en binaire pur, on peut représenter 65536 nombres différents. Le binaire est plus efficace.

## L'octet

L'octet est une unité d'information composée de 8 bits. Il permet de stocker un caractère, telle qu'une lettre, un chiffre ...

Ce regroupement de nombres par série de 8 permet une lisibilité plus grande, au même titre que l'on apprécie, en base décimale, de regrouper les nombres par trois pour pouvoir distinguer les milliers. Par exemple le nombre 1 256 245 est plus lisible que 1256245.

Pour un octet, le plus petit nombre est 0 (représenté par huit zéros 00000000), le plus grand est 255 (représenté par huit chiffres "un" 11111111), ce qui représente 256 possibilités de valeurs différentes.

$2^7 = 128$	$2^6 = 64$	$2^5 = 32$	$2^4 = 16$	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

## B - Les unités de mesure

Devant l'augmentation croissante des volumes de données mis en jeu, de nouvelles unités apparaissent pour caractériser les nouveaux supports de stockage. Aujourd'hui, un disque dur fait couramment une taille de 500 Go et la mémoire centrale 4 ou 8 Go.

1 octet	= 8 bits
1024 octets	= 1 Ko (Kilo-octets)
1 048 576 octets = 1024 Ko	= 1 Mo (méga-octets) $2^{20}$ octets
1073741824 octets = 1024 Mo	= 1 Go (Giga-octets) $2^{30}$ octets
1099511627776 octets = 1024 Go	= 1 To (Téra-octets) $2^{40}$ octets
1024 To	= 1 Po (Péta-octets)

## C - Données non numériques

Pour permettre la manipulation, l'échange et le stockage de fichier texte, il faut les coder sous un format universel qui peut être reconnu par tous les ordinateurs. Il n'existe pas de méthode pour





stocker directement les caractères. Le codage des caractères alphanumériques se fait par une table de correspondance propre à chaque code utilisé :

- BCD (Binary Coded Decimal) : le caractère est codé sur 6 bits
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange) : le caractère est codé sur 7 bits
- EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Internal Code) : le caractère est codé sur 8 bits
- UNICODE : Le caractère est codé sur 16 bits (soit 65536 combinaisons possible); il permet de traiter des textes écrits aussi bien en hiéroglyphes qu'en français.

## **Le code ASCII (American Standard Code for Information Interchange)**

Chaque caractère possède son équivalent en code numérique. Le code ASCII de base représentait les caractères sur 7 bits (128 caractères possibles, de 0 à 127). Le code ASCII a été mis au point pour la langue anglaise, il ne contient donc pas de caractères accentués, ni les caractères spécifiques à d'autres langues. Pour coder ce type de caractère il faut recourir à un autre code. Le code ASCII a été étendu à 8 bits (un octet) pour pouvoir coder plus de caractères (ASCII étendu). Ce code attribue les valeurs 0 à 255 (codées sur 8 bits, soit 1 octet) aux lettres majuscules et minuscules, aux chiffres, aux marques de ponctuation et aux autres symboles (caractères accentués dans le cas du code iso-latin1).

Le code ASCII étendu n'est pas unique et dépend fortement de la plateforme utilisée.

- Les codes 0 à 31 ne sont pas des caractères à proprement parler mais des caractères de contrôle car ils permettent de faire des actions telles que:
  - o retour à la ligne (CR)
  - o Bip (BEL)
- Les codes 65 à 90 représentent les majuscules
- Les codes 97 à 122 représentent les minuscules  
(il suffit de modifier le 5ème bit pour passer de majuscules à minuscules, c'est-à-dire ajouter 32 au code ASCII en base décimale)

## **D – Eléments de logique**

Certaines des fonctions accomplies par l'ordinateur peuvent être obtenues avec d'autres circuits. Cette technique s'appelle "logique câblée" (c'est le cas des processeurs).

Les opérateurs :

L'UC (unité centrale) peut accomplir aussi bien des opérations arithmétiques que des opérations logiques.

Les opérations sont surtout utilisées pour comparer des données entre elles et déclencher, à partir du résultat, une transaction particulière.

Par exemple, on peut insérer dans un programme calculant la feuille de paie, un système de contrôle du nom qui se présente; Si ce nom est FIN, la machine doit en aviser l'opérateur et mettre fin au programme.

Dans l'exécution d'un calcul arithmétique normal, nous pouvons distinguer trois entités fondamentales :

- 1- Les opérands : nombres sur lesquels on effectue l'opération.
- 2- L'opérateur : symbole indiquant l'opération à accomplir
- 3- Le résultat : nombre associé par l'opérateur aux opérands.

On connaît les opérateurs correspondant aux opérations arithmétiques ordinaires mais il existe aussi une série d'opérateurs appelée les opérateurs logiques. Ces opérateurs obéissent à des règles spécifiques, parfois très complexes.



## Les opérateurs logiques :

Prenons l'exemple des feux de circulation.

Il y a quatre situations possibles :

- 1- feux éteints
- 2- feu rouge
- 3- feu orange
- 4- feu vert

A la question : "Quel est l'état des feux de circulation ?", la réponse est nécessairement l'une des quatre situations énumérées plus haut.

Soit : éteint OU rouge OU orange OU vert

Le mot OU est un opérateur logique. Le symbole est OU.

On peut donc exprimer les quatre situations possibles de la façon suivante :

état des feux de circulation : 1 OU 2 OU 3 OU 4

Question : "Quand une voiture a-t-elle le droit de passer ?"

Réponse : "Feux éteints OU feu vert."

On peut traduire symboliquement la réponse par :

PASSEZ = 1 OU 4

En réalité, l'expression 1 OU 4 n'est pas suffisante puisque si les feux sont éteints, il faut encore s'assurer que la voie est libre. La réponse complète est donc :

PASSEZ = feu vert OU feux éteints ET voie libre

Considérons cette dernière condition.

Le mot ET signifie qu'on doit avoir simultanément les deux situations : feux éteints et voie libre

C'est un nouvel opérateur logique que l'on symbolise par ET.

En attribuant le chiffre 5 à la condition voie libre, on aura :

PASSEZ = 4 OU 1 ET 5

Mais cette expression est susceptible de deux interprétations :

- a) PASSEZ = (4 OU 1) ET 5
- b) PASSEZ = 4 OU (1 ET 5)

L'expression a) signifie que le passage est autorisé si l'on a (4 OU 1) et en même temps 5. C'est une interprétation erronée contrairement à l'expression b) qui est correcte.

Il est donc indispensable d'utiliser correctement les parenthèses, exactement comme dans les formules algébriques.

## E - La logique câblée

Les opérateurs logiques peuvent s'appliquer aux signaux électriques de la même manière qu'ils s'appliquent aux symboles 0 et 1 (signaux électriques numériques).

L'opération qui permet d'obtenir le signal A et B est effectuée par des circuits numériques spécialisés nommés circuits logiques.

Chacun de ces circuits a une fonction qui lui est propre. A chaque opérateur logique correspond un circuit spécifique.

Il faut donc construire un appareil particulier renfermant un circuit pour chacune des fonctions logiques dont on a besoin.

Concevoir un circuit, c'est relier électriquement entre eux un certain nombre de composants. On obtient ainsi un circuit intégré.

Cette opération de connexion s'appelle un câblage et le circuit prend alors le nom de logique câblée.

# Hardware



Les processeurs sont l'exemple le plus représentatif de cette logique. Ils sont garnis de systèmes de ce genre, leur permettant de réaliser différents traitements, généraux ou spécialisés (multimédia).

La limite physique de la connexion de ces cablages sur les éléments qu'ils doivent servir est une des raisons de la fin inéluctable du processus de miniaturisations successives des éléments des processeurs.



## 1. Le boîtier central

Le boîtier d'un ordinateur est un caisson de plastic ou, mieux, de métal contenant les composants internes de l'unité système.

Il existe différents formats de boîtiers (facteurs de forme) conçus au fil des années :

### Le format AT

Apparu avec les premiers 286, le format AT est le premier format standardisé (au niveau des dimensions et connectiques) à avoir été adopté (avant le format AT, les constructeurs construisaient leurs boîtiers avec des formats propriétaires). Il a permis aux assembleurs de se développer étant donné la nouvelle standardisation des composants. La faible place disponible pour les composants internes explique en partie son abandon.

### Le format ATX :



Successeur du format AT, le format ATX (apparu en 1997) permet une meilleure ventilation des périphériques internes et apporte aussi un gain de place. C'est le standard actuel qui n'a pas beaucoup évolué durant toutes ses années d'existence, hormis le passage à l'ATX 2 qui a apporté de menues évolutions :

### Le format ATX 2.0

Simple évolution au niveau de l'alimentation, le format ATX 2.0 ne se distingue de l'ATX que par une alimentation disposant d'une prise carrée délivrant du +12 Volts :



### Le format BTX

Proposé par Intel, le format BTX permettait d'améliorer encore la circulation de l'air dans le boîtier. Ce format a été abandonné en 2007, seuls les micro et pico btx sont encore produits.

### Le format Mini-ITX

Il s'agit de plateformes à faible consommation d'énergie, de faibles dimensions (17cm\*17cm pour une carte-mère au format mini ITX). Ces plateformes peuvent être des mini PC ou encore des PC plats ne comportant pas de lecteur CD par exemple.



## Les emplacements (ou baies)

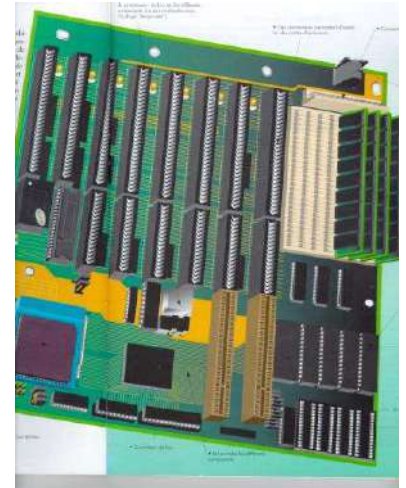
Un boîtier possède plusieurs emplacements pour pouvoir y stocker les périphériques. Ce nombre varie en fonction de chaque boîtier.

Les emplacements 3,5 pouces sont destinés aux disques durs et lecteurs de disquettes.

Les emplacements 5,25 pouces accueillent les graveurs et les lecteurs de DVD, etc. Ce sont eux qui, en général, déterminent les dimensions d'un boîtier. En effet, avec un emplacement 5,25 pouces, le boîtier est considéré comme Mini, avec 3 comme Moyen, et avec 5 comme Grand.

## 1.1 Les cartes en général

Une carte à circuits imprimés est une mince feuille de Mylar rigide, généralement vert ou ambre. Elle est constituée de plusieurs couches feuilletées. Des circuits de connexion sont imprimés sur chaque face. Ces "pistes" connectent les composants matériels et les circuits annexes, permettant le transport de données et de l'énergie. Les composants peuvent être connectés aux réseaux de circuits soit directement, soit par l'intermédiaire de supports. Des cavaliers ou des commutateurs DIP peuvent se trouver sur les cartes pour contrôler certaines fonctions.



### 1.1.1 La carte mère

La carte mère est la carte principale du système et constitue le PC à proprement parler. Elle en représente l'élément central et permet de caractériser ce dernier, pour déterminer la catégorie à laquelle il appartient en fonction de ses performances.

Quasiment tous les éléments constituant la partie "Traitement" se trouvent sur la carte mère. C'est de là que sont gérés et contrôlés tous les autres éléments et périphériques et qu'ils sont insérés dans le processus global du traitement des données.

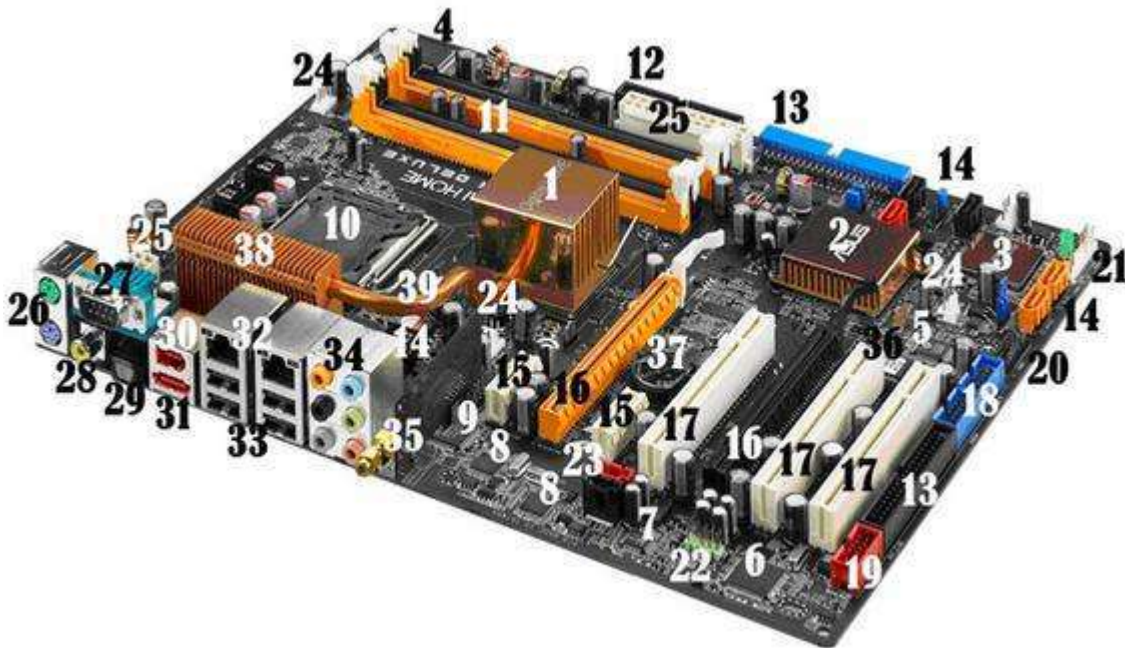
Elle comporte les composants directement liés au calcul et au traitement des données. Les composants principaux en sont le chipset, le bios, le processeur, les mémoires (RAM, ROM et circuits associés) et les logements d'extension. Des cartes d'extension peuvent ainsi être ajoutées à la carte mère afin de



personnaliser le système si ces fonctions ne sont pas existantes directement sur la carte-mère (dite alors All In One). Ces cartes s'enfichent dans les ports présents sur la carte mère et leurs connecteurs sont disponibles sur la face arrière de la machine pour y brancher les périphériques.

La carte-mère détermine le type de tous les autres composants. Ses slots détermineront le format des périphériques (PCI, PCIx, AGP, IDE, SATA). Ses emplacements mémoires détermineront le type de barrettes à utiliser (DIMM, RIMM). Enfin, le socle du processeur déterminera le CPU à utiliser. La fréquence de la carte-mère sera déterminante pour l'achat d'un processeur.

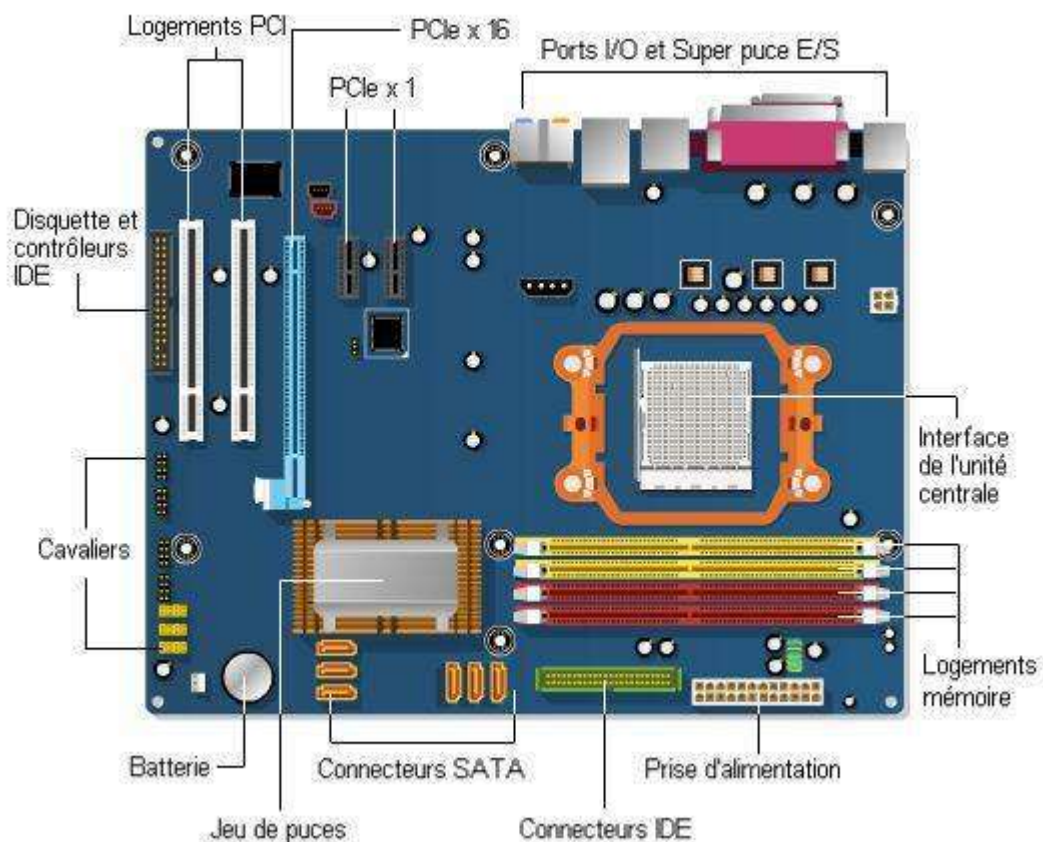
## Schéma et identification des éléments d'une carte mère



- \* 1 : Northbridge (Intel MCH 975X)
- \* 2 : Southbridge (Intel ICH7R)
- \* 3 : Contrôleur SATA RAID (Silicon Image SI4723) des 2 ports 14 orange
- \* 4 : Contrôleur USB (Genesis Logic GL850A) des 2x2 ports 18 bleu
- \* 5 : Contrôleur FireWire 1394a (Texas Instrument TSB43AB22A) des 2 ports 19 & 30
- \* 6 : Contrôleur cartes réseaux (Marvell 88E80583) Ethernet Gigabit 2 ports 32 et WiFi 802.11g mini carte 35
- \* 7 : Contrôleur ata, SATA raid et eSATA (JMicron JMB363) SATA port 14, ata port 13 et eSATA port 31
- \* 8 : Contrôleur audio (realtek ALC882M) 7.1 avec technologie dolby digital live ports 34, S/PDIF port 28 et optique port 29.
- \* 9 : Super I/O, Contrôleur série port 27 et pour lecteur de disquette port 12
- \* 10 : Socket processeur (Iga775)
- \* 11 : Slots mémoire 4 emplacements DDR2 800/667/533 unbuffered ECC/non-ECC de 256 Mo, 512 Mo, 1 Go et 2 Go dual-channel par paire dans slot de même couleur
- \* 12 : Connecteur pour lecteur de disquette 34-1 pin
- \* 13 : Connecteurs ultra ATA 133/100/66 40-1 pin supportant 2 périphériques IDE chacun disque dur, lecteur cd/dvd.
- \* 14 : Connecteurs SATA2 pour disque dur SATA
- \* 15 : Connecteurs PCI Express 1x
- \* 16 : Connecteur PCI Express 16x pour carte graphique, en mode SLI ou Crossfire le port orange fonctionne en PCI Express 16 x, le noir en PCI Express 4x
- \* 17 : Connecteurs PCI



- \* 18 : Connecteurs USB
- \* 19 : Connecteurs FireWire
- \* 20 : Connecteur audio ADH (Azalia Digital Header)
- \* 21 : Connecteur pour bouton on/off & reset, led d'alimentation & d'activité disque dur et haut parleur d'alerte système en façade sur le boîtier.
- \* 22 : Connecteur audio analogique AAFP HD Audio ou AC 97
- \* 23 : connecteurs audio d'entrée stéréo par connexion interne depuis le Cd-Rom et un bracket avec mini jack.
- \* 24 : Connecteurs pour ventilateurs prise PWM 1 à 4 pins pour CPU et 3 autres à 3 pins
- \* 25 : Connecteurs d'alimentation ATX 4 pins atx 12 v et 24 pins EATX
- \* 26 : Connecteur PS/2 pour clavier (bleu) et souris (vert)
- \* 27 : Connecteur série rs232
- \* 28 : Connecteur S/PDIF analogique
- \* 29 : Connecteur Optique numérique
- \* 30 : Connecteur FireWire
- \* 31 : Connecteur e-SATA
- \* 32 : Connecteurs Ethernet RJ45 10/100/1000
- \* 33 : Connecteur usb 2
- \* 34 : Connecteurs audio mini jack
- \* 35 : Connecteur antenne Wi-Fi
- \* 36 : Puce contenant le BIOS eeprom 8 Mb
- \* 37 : Pile maintient les réglages du bios ordinateur éteint
- \* 38 : Radiateur posé sur les mosfets servant à l'alimentation du processeur
- \* 39 : Caloducs transporte la chaleur du northbridge au radiateur

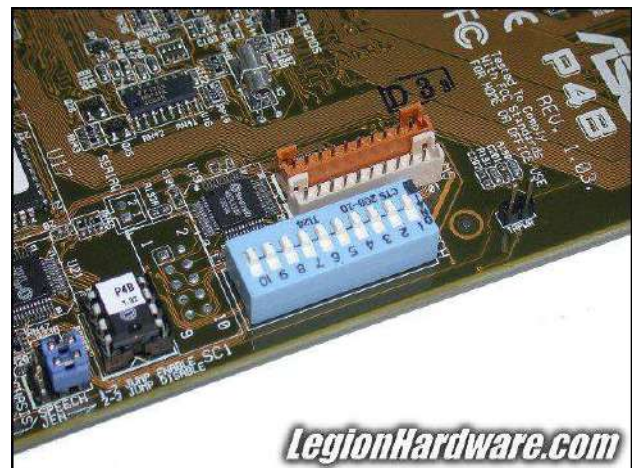
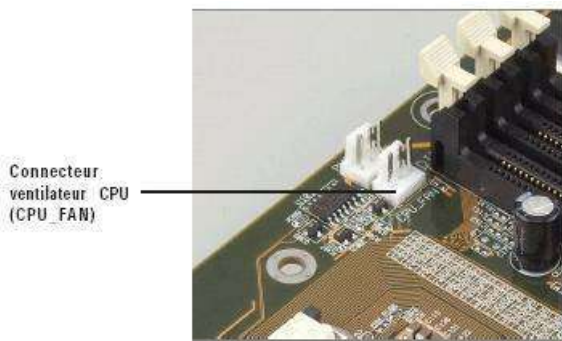




## Les cavaliers



Les cavaliers sont des commutateurs situés sur la carte mère ou sur les cartes d'extension. Ils servent à définir manuellement des paramètres spécifiques au matériel. Le paramétrage exact des cavaliers est essentiel au bon fonctionnement du matériel. Ils contrôlent par exemple la quantité de mémoire installée, les adresses ou les interruptions à utiliser ou les ports actifs. La tendance est de les remplacer par des réglages software au travers d'interfaces accessibles à l'écran.



La carte-mère supporte également les connecteurs d'alimentation électrique de certains de ses accessoires (le ventilateur).

Les commutateurs DIP (Dual In line Package) sont soit à bascule, soit à réglette.

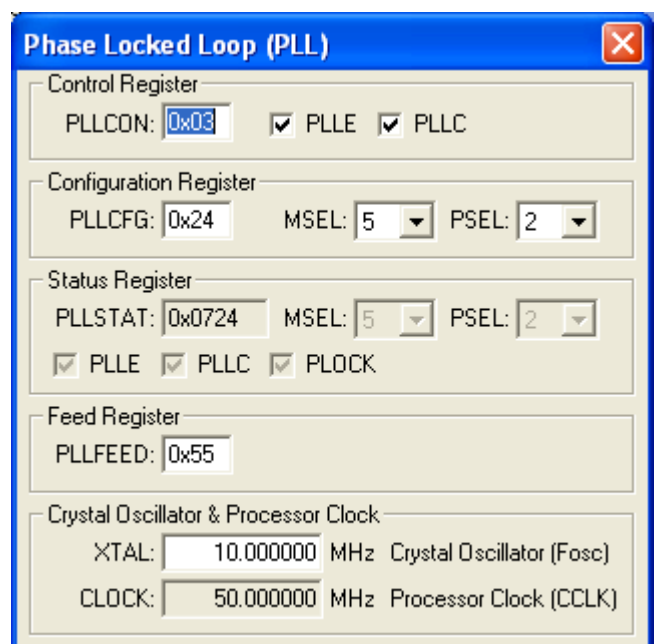
## La fréquence



Une carte-mère doit pouvoir fournir une fréquence supportée par le processeur choisi. Jusqu'au 386, ces deux composants avaient la même fréquence. Cette fréquence était donnée

par un oscillateur appelé aussi quartz. Attention, souvent la fréquence indiquée sur celui-ci est à diviser par deux. En cas de changement de CPU, il était possible d'échanger ce composant par un autre.

Sur les carte-mères actuelles, il est possible de modifier la fréquence par jumpers. Il n'y a plus d'oscillateur à changer, il est remplacé par un circuit synthétiseur de fréquence PLL (Phase

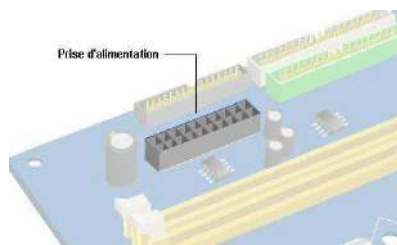






Locked Loop). Ce dernier génère une fréquence de base de 14,3 Mhz, asservie en fréquence de sortie sur un multiple de la fréquence d'entrée afin de produire des fréquences utilisables.

## Le voltage



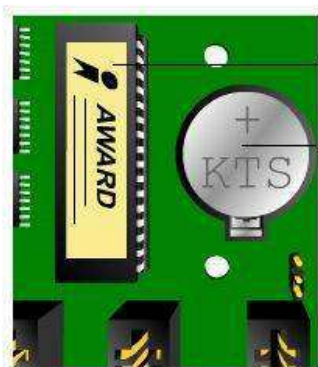
Une carte-mère est disponible dans divers voltages et est alimentée par le bloc d'alimentation général. C'est en fait le type de processeur qui y sera implanté qui détermine son choix.

Anciennement, tous les processeurs étaient à 5V. Pour diminuer le dégagement thermique et économiser l'énergie, ils sont passés à 3.3V, 2.8V ou 1,8 v et même moins. Un update de processeur pourra donc être limité par les capacités d'alimentation du système

Le Voltage Regulation Module (VRM) permet de modifier le voltage de la carte-mère. Il se présente sous la forme d'un connecteur caréné et est généralement situé à côté du processeur. Deux méthodes sont utilisées, soit un paramétrage à l'aide de jumpers, soit par l'insertion d'une carte incluant un régulateur. Le VRM détecte le signal envoyé par le processeur lorsqu'il est mis en marche et règle aussitôt la tension d'alimentation.

Des progrès dans les économies d'énergie font aujourd'hui que le VRM est devenu plus complexe. Les processeurs ou les processeurs graphiques peuvent fonctionner avec un voltage réduit en mode basse consommation. En conséquence, on retrouve des VRM sur les cartes graphiques comme sur les cartes mères et ce module doit pouvoir s'adapter de façon dynamique à la demande.

## La pile ou l'accumulateur



Le BIOS exigeant d'être sous tension en permanence, la carte-mère intègre une pile. Celle-ci est généralement placée dans un petit boîtier plastique. Certaines cartes étaient équipées d'un boîtier DALLAS contenant une pile.



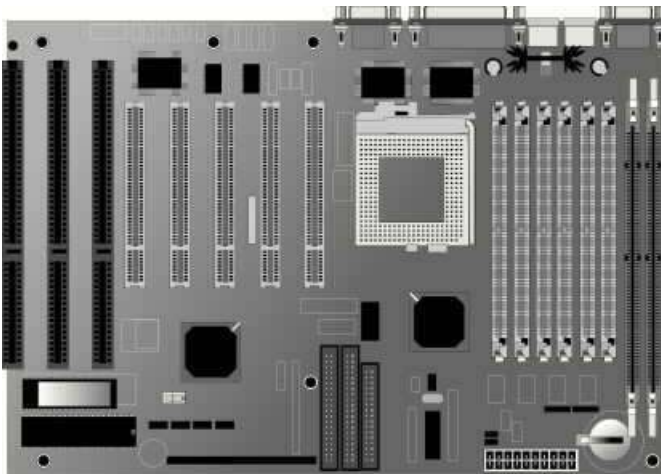
## Les formats des cartes-mères

Il existe différents formats de carte-mères: AT, ATX, BTX, LPX et NLX. Chacun de ceux-ci apportent leurs lots de spécialités, d'avantages ou d'inconvénients.

### Le format AT - Baby-AT

Ce format, soit 22cm de large par 33cm de long, désormais abandonné car ne correspondant plus aux besoins actuels, fut très utilisé pour les cartes-mères à base de 386, 486 et Pentium.

### Le format ATX



Basées sur une spécification publiée en 1997 par Intel, les cartes-mères au format ATX représentent de grandes différences par rapport aux modèles précédents (XT puis AT). En effet, l'ergonomie de celles-ci a entièrement été revue.

La carte-mère a subi une rotation de 90 degrés, ce qui impose l'utilisation d'un boîtier spécifique au format ATX. Le processeur a été déplacé vers l'alimentation électrique, ce qui permet un meilleur refroidissement sans qu'il soit nécessaire d'ajouter un ventilateur supplémentaire. Ce mouvement a dégagé les slots d'extension, permettant ainsi l'usage de

cartes longues. Les supports de barrettes de mémoire sont plus facilement accessibles, les prises sérieuses, parallèle, clavier, souris ainsi que USB, sont intégrées à la carte-mère.

Leur position a été normalisée afin de faciliter la construction de boîtiers adéquats. Enfin, les connecteurs du contrôleur IDE et floppy sont placés plus près de ces périphériques, évitant ainsi l'usage de câbles longs.

Le connecteur d'alimentation a été totalement revu et est composé d'un seul connecteur qu'il est impossible d'insérer à l'envers. Il fournit aussi en standard une tension de 3.3V, ce qui évite l'usage d'un régulateur de tension.

### Le format BTX

Le format BTX fait suite aux besoins de dissipation thermique requis par les nouvelles technologies.

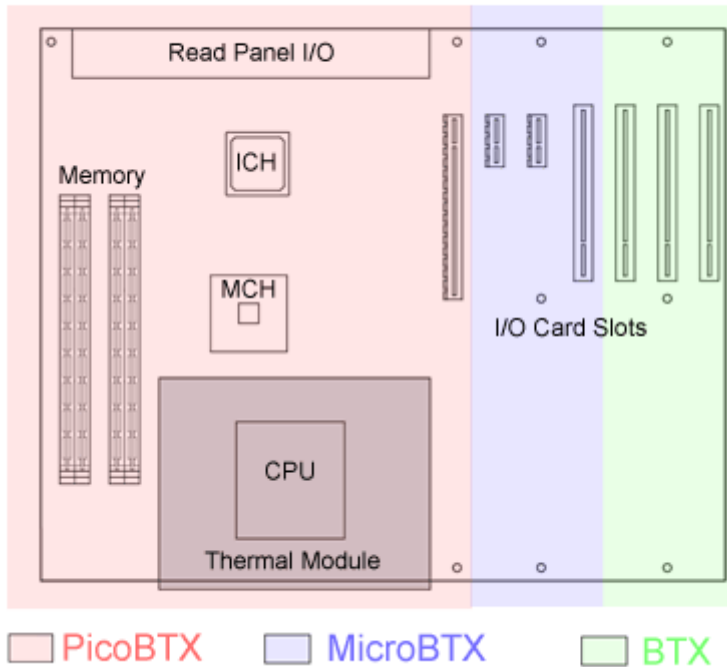
Le principal objectif du BTX est de construire une plateforme robuste, silencieuse et qui ne chauffe que modérément. Pour ce faire, l'emplacement des différents composants du système a été à nouveau revu.

Les trois modèles standardisés ont été ramenés à 2 à partir de 2007, après l'abandon du BTX initial.



Le format BTX existe en 2 formats majeurs, le microBTX (similaire au MicroATX) et picoBTX. Si le placement des composants reste identique sur les 2 formats, le nombre de slots PCI Express passe respectivement à quatre, puis à un seul pour le picoBTX :

## BTX Form Factor



Niveau dimensions, le format BTX spécifie une largeur de 26.6 cm. La longueur varie selon le format, ainsi que des points de fixation de la carte au boîtier

Le format PicoBTX a été conçu pour concurrencer les formats spécifiques des cartes de petite taille. Ces nouvelles cartes nécessitent un nouveau format de boîtier compatible ou l'espace intérieur à été complètement repensé.

### BTX : Organisation interne

L'intérieur d'une tour BTX est étudié pour offrir une dissipation thermique optimale. La différence principale avec l'ATX est la position du CPU, qui dispose d'un ventilateur en aspiration à l'avant de la tour. Les autres périphériques du système sont positionnés de cette façon :



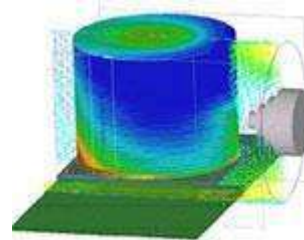
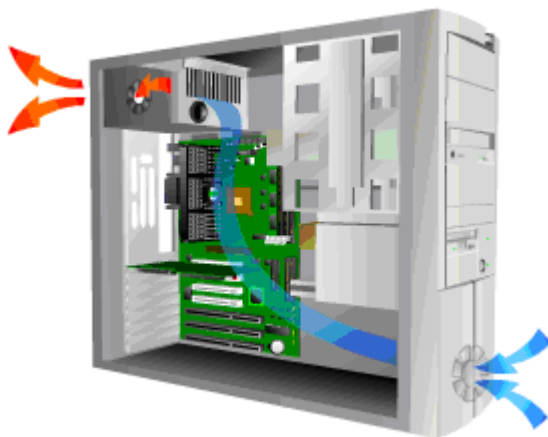


## BTX : Dissipation Thermique

	PicoBTX	MicroBTX	BTX
Largeur (cm)	26,67	26,67	26,67
Longueur (cm)	20,32	26,41	32,51
Slots Max	1	4	7
Fixation	4	7	10

Le flux d'air est optimisé de l'avant vers l'arrière et rencontre les principales sources de dégagement calorifique comme le CPU, le VRM, le chipset et la mémoire.

Le système est composé d'un cylindre doté d'un cœur en cuivre qui est chargé, non seulement de refroidir le CPU, mais aussi de répartir et de diriger le flux d'air sur les autres éléments du boîtier.



## Le format LPX

Il s'agit d'un format semi-propriétaire, mais qui a été utilisé ou copié par de nombreux constructeurs. Les spécifications du format LPX n'ont jamais été publiées en détail, ce qui implique que chaque constructeur y a ajouté sa part de spécialités. Ainsi, il n'existe pas une carte-mère LPX standard.

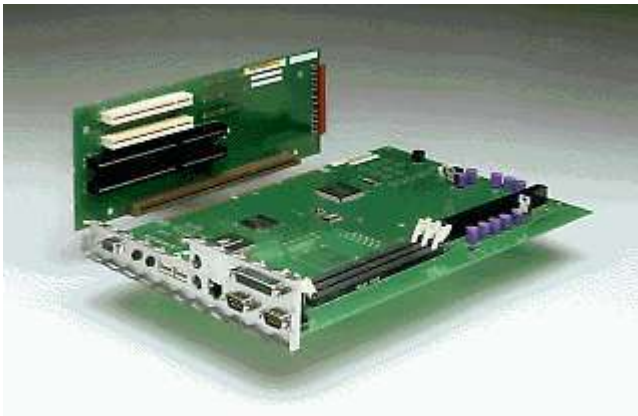
Ces cartes ont souvent été utilisées pour des boîtiers SlimeLine ou Low Profile car elles permettent de composer une machine de faible hauteur. Les slots d'extension sont placés sur la carte-mère selon la disposition habituelle. Par contre, un slot spécial a été disposé entre les slots d'extension. Il permet l'ajout d'une "Riser card", qui est équipée de slots d'extension sur une ou sur ses deux faces. Il est ainsi possible d'ajouter des cartes d'extension parallèlement à la carte-mère. Si ce procédé est ingénieux, il impose souvent de retirer plusieurs cartes pour accéder à celle située en dessous.

Des connecteurs sont placés à l'extrémité de la carte-mère. Généralement, il s'agit des prises sérieuses, parallèles, PS/2 et parfois même le connecteur VGA. Les cartes les plus récentes proposent des connecteurs USB, audio et réseau.

Ces cartes ne sont utilisées que pour des machines nécessitant un faible encombrement.



## Le format NLX



Ce format, lancé en 1997, est le dernier en date. Basé sur le format LPX, il est normalisé jusque dans ses moindres détails.

Sa ressemblance avec les cartes-mères LPX est principalement basée sur le fait que la carte-mère est composée de deux plaques.

Le processeur, la mémoire cache et la mémoire vive sont placés sur la carte principale. La carte fille intègre les slots d'extensions. Comme pour le LPX, les cartes d'extensions sont insérées perpendiculairement à la carte-mère. Par contre, lors du démontage du PC, la carte principale est retirée du PC, alors que la carte fille reste à sa

place. Cela présente l'avantage d'éviter de devoir dévisser une à une les cartes pour avoir accès au CPU. Un autre avantage est de garantir l'évolution du PC. Si un nouveau format de processeur ou de mémoire devait être disponible, il serait possible de ne changer que la carte principale. Ainsi, pas de démontage complet de la machine.

Comme pour les cartes LPX ou ATX, les principaux connecteurs (série, parallèle, USB, ...) sont intégrés directement sur la carte principale.

Les cartes NLX supportent la plupart des technologies actuelles (PCIx, USBx,...). Certains constructeurs proposent des cartes all-in-one qui demandent un boîtier spécifique.

### 1.1.1.1. Architecture multitâches

Le mode multitâche consiste en l'utilisation d'un seul processeur ou d'un ensemble de processeurs, pour exécuter plusieurs tâches en même temps. Ce mode est intégré depuis Win95. Le mode multitâche permet aux processeurs d'utiliser leur vitesse maximale quand ils traitent plusieurs opérations. Trois types différents de mode multitâche ont été utilisés. Il s'agit du changement de contexte, du mode multitâche coopératif et du mode multitâche en temps partagé.

#### **Le changement de contexte**

Est le mode multitâche le plus simple et le plus ancien – il est aujourd'hui abandonné. En mode changement de contexte, plusieurs applications sont chargées et fonctionnent, mais le temps de traitement est donné à une seule application uniquement, dite "de premier plan". L'utilisateur peut basculer sur l'autre application (d'arrière plan) pour lui permettre d'avoir du temps de traitement, mais les deux applications ne peuvent pas fonctionner en même temps.

#### **Le mode coopératif**

Le mode coopératif présente une amélioration par rapport au mode changement de contexte en ce sens qu'il permet d'attribuer le temps d'attente de l'application de premier plan à l'application d'arrière plan. L'application de premier plan a généralement assez de temps morts (en attendant, par exemple, que l'utilisateur réponde par une entrée au clavier) pour que le mode multitâche coopératif soit plus efficace que le simple changement de contexte. Egalement abandonné.

#### **Le mode multitâche en temps partagé**

Utilisé par Win95/8/00/nt/Me/XP/Vista/7, le temps du processeur est partagé entre les différentes tâches que la machine doit effectuer. La division du temps peut être basée sur un ordre séquentiel, dans l'ordre dans lequel les tâches ont été envoyées au processeur ou être déterminée par un niveau de priorité attribué.



## Le traitement parallèle

Le traitement parallèle est une méthode de traitement des tâches consistant à les fragmenter, chaque fragment étant pris en charge par un processeur différent. Pour pouvoir traiter une tâche en parallèle, un ordinateur doit donc avoir plusieurs processeurs pouvant travailler simultanément. Il est différent du mode multitâche, car le traitement parallèle peut traiter différents aspects d'une même tâche simultanément (et ainsi traiter plus vite la tâche dans sa totalité), tandis que le mode multitâche traite diverses tâches en ordre séquentiel. La voie unique entre un processeur et la mémoire dans une machine à traitement simple est limitée en vitesse, parce que toutes les données doivent transiter par cette voie. Cependant, même les configurations parallèles ont leur limite et, au-delà d'un certain point, il ne suffit plus pour accroître la vitesse, d'ajouter des processeurs à un système. Le logiciel doit donc être conçu pour utiliser plus efficacement l'architecture parallèle.

### 1.1.1.2 Le disque virtuel

Un disque virtuel n'est pas une interface mécanique physique comme les autres unités de stockage et de manipulation de données. Il s'agit d'un mécanisme virtuel créé par un logiciel qui utilise une zone de mémoire vive comme emplacement pour le stockage des données. Le disque virtuel obtenu simule un disque dur très rapide. La taille de la mémoire affectée à ce disque virtuel peut être modifiée en fonction des besoins de l'utilisateur mais il convient de ne pas utiliser tout le volume de la mémoire vive nécessaire pour l'exploitation générale du système. Le disque virtuel convient bien pour la lecture et la manipulation rapide de petits volumes de données. Sa rapidité s'explique par le fait que les données ainsi stockées ne transitent pas par des gestionnaires de périphériques ou des unités de disque matérielles. Leur transfert par le bus de données est ainsi plus court et plus rapide. Si le disque virtuel ne possède pas sa propre batterie de secours, son contenu doit être sauvegardé sur une autre forme d'unité avant d'éteindre le système. Autrement, les données seront perdues.

### 1.1.1.3 La mémoire virtuelle

La mémoire virtuelle est présente physiquement sur la machine sous la forme d'espace du disque dur réservé par le système pour y créer une sorte d'allonge de la mémoire vive. Cette part de la mémoire vive n'est évidemment pas aussi rapide que la ram classique, mais cet artifice permet de pallier à un manque de ram.

## 1.1.2 Les cartes d'extension

Elles s'enchâssent dans les connecteurs de bus présents sur la carte mère. Le fait qu'elles se branchent sur ces connecteurs implique que les cartes doivent appartenir au même standard que ces connecteurs. Une carte mère en PCIx demande des cartes filles en PCIx.

Une de ces cartes est tout à fait indispensable au fonctionnement basique du PC,

- la carte écran ou carte vidéo, qui assure la gestion de l'affichage (régulièrement intégrée à la carte mère)

D'autres cartes, non indispensables, sont ajoutées pour donner au pc des fonctionnalités supplémentaires, par exemple et sans être complet :

- carte son
- carte fax-modem
- carte réseau



- carte vidéo accélératrice 3D
- carte d'acquisition vocale
- etc...,

La tendance est aux cartes all-in-one sur lesquelles ces fonctionnalités sont nativement présentes.

### 1.1.3 Le refroidissement du PC, sa ventilation

Le bon refroidissement de l'intérieur du PC est aussi important que l'utilisation d'un bon ensemble radiateur/ventilateur pour le processeur, puisque le refroidissement d'un PC est d'autant meilleur que la température d'air circulant dans le boîtier est basse.

Des problèmes d'échauffement peuvent survenir dans les situations critiques, souvent provoqués par un ou plusieurs des paramètres suivants :

- température air extérieur trop élevée,
- boîtier de petite dimension ou trop rempli,
- utilisation de cartes graphiques 3D de plus en plus puissantes et de plus en plus génératrices de chaleur,

Le seul ventilateur intégré à l'alimentation secteur est parfois insuffisant pour extraire toute la chaleur. La meilleure solution est l'utilisation d'un second ventilateur de boîtier ; à condition qu'il soit bien placé (push/pull) - on fixe un second ventilateur aspirant en bas de la face avant du boîtier.

Il existe fondamentalement deux types de ventilateur « PC » : les deux fils et les trois fils.

Les premiers se contentent d'alimenter le moteur en courant continu et de le faire tourner en permanence, alors que les seconds disposent d'un fil pour contrôler à distance l'état (éventuellement la vitesse) du ventilateur *via* des utilitaires d'autodiagnostic. Ce programme d'autodiagnostic lit les indications du capteur de température placé sous le processeur, quand ce dernier existe. Le ventilateur n'est alors activé que quand c'est nécessaire. Ce système nécessite au moins un boîtier ATX.

### 1.1.4 Le DRM

Le DRM (Digital Rights Management) est composé d'un ensemble de mécanismes de protection qui ont pour mission d'empêcher la copie illicite de fichiers, condition *sine qua non* de leur mise en ligne.

La gestion des droits numériques ou GDN (Digital Rights Management) consiste à permettre la restriction de la diffusion par copie de contenus numériques en gérant les droits d'auteur et les marques déposées couvrant ces derniers.

Il permet de personnaliser le détail de la diffusion d'un fichier commercialisé, le nombre de copies possibles sur différents supports, le nombre d'ouvertures possibles, la durée de validité...

#### **Cette sécurisation est assurée par différents équipements :**

Une puce TPM (trust platform module), puce physique, est intégrée à la carte mère et possède différentes fonctions de cryptage et de stockage de données permettant de servir de tiers de confiance après authentification par un serveur spécifique. Elle contient des clés de chiffrement auquel l'utilisateur n'a pas accès et peut être utilisée pour signer des fichiers de manière unique, et peut vérifier si le matériel embarqué est bien autorisé.



Les cartes son qui possèdent la faculté de ne diffuser le son d'un cd ou dvd audio qu'en analogique, et pas en numérique, ne sont pas concernées.

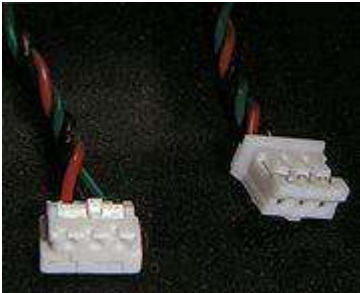
Le connecteur d'écran HDCP (High-bandwidth Digital Content Protection) - qui remplace la Péritel. Le High-Bandwidth Digital Content Protection est une forme de DRM présente sur une puce installée lors de la fabrication de la carte graphique, mais aussi sur les écrans, ce qui explique la nécessité de disposer d'une connectique adéquate. Cette puce assure la bonne lecture des films HD protégés par le HDCP durant tout le traitement de l'image.

La protection CSS, renforcée par l'AACS (Advanced Acces Content System) - une méthode de chiffrement, qui empêche le transfert des hd-dvd et des Blu Ray sur disque dur

La norme PCI Express, qui est capable de vérifier les droits de l'utilisateur lors d'une opération de copie par exemple (et de la refuser le cas échéant)

## Wake-on-LAN

Wake on LAN (WoL) est un standard des réseaux Ethernet qui permet à un ordinateur éteint d'être démarré à distance.



Le support Wake on LAN est implémenté dans la carte-mère de l'ordinateur. Celle-ci doit avoir un connecteur WAKEUP-LINK auquel est branchée la carte réseau via un câble spécial à 3 fils. Cependant, les systèmes supportant le standard couplés avec une carte réseau compatible PCI 2.2 ne nécessitent généralement pas de tel câble, du fait que l'alimentation nécessaire est relayée par le bus PCI. La plupart des carte-mères récentes intégrant un chipset réseau supportent aussi le WoL.

Wake on LAN doit être activé dans la section Power Management (Gestion d'énergie) du BIOS de la carte-mère. Il faut veiller aussi à configurer l'ordinateur de telle sorte qu'il réserve du courant pour la carte réseau lorsque le système est éteint. De plus, il est parfois nécessaire de configurer la carte réseau pour activer cette fonctionnalité.

## Fonctionnement

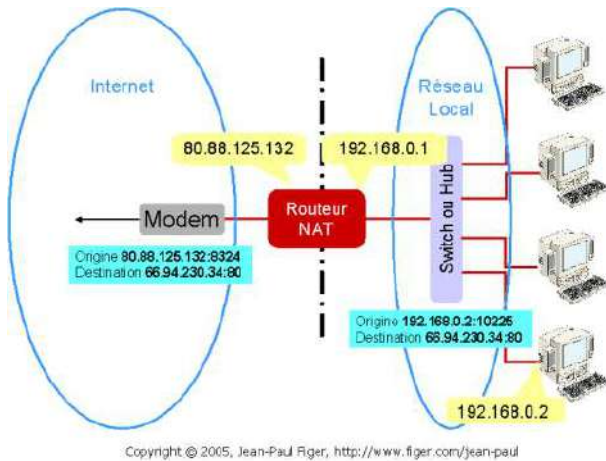
Le réveil est déclenché quand la carte ethernet de l'ordinateur reçoit un paquet magique qui est une trame de données ethernet contenant les octets FF FF FF FF FF FF suivis de seize répétitions de l'adresse MAC de la cible, puis d'un mot de passe (si nécessaire) de quatre ou six octets.

## Paquet magique

Le paquet magique est une trame réseau transmise sur le port 0 (historiquement le port le plus communément utilisé), 7 ou 9 (devenant les ports les plus utilisés). Il peut être envoyé via différents protocoles en mode non-connecté (comme UDP ou IPX) mais généralement c'est UDP qui est utilisé.

Il est possible de lancer un Wake-on-LAN à travers Internet, vers une machine située derrière un routeur NAT, mais ceci sous certaines conditions : le paquet magique doit être un paquet UDP, dont le port utilisé est redirigé vers l'adresse IP de la machine qui doit être réveillée. L'ordinateur étant éteint, il faut alors configurer de manière permanente l'association Adresse MAC/Adresse IP dans la table ARP du routeur (dans le cas contraire, cette association expire dans le routeur au bout de 5 minutes environ, et le paquet magique ne sera pas dirigé vers la machine)





## Le routeur NAT.

Un routeur, comme son nom l'indique, redirige les paquets qu'il reçoit en fonction d'une table de routage vers le routeur suivant jusqu'à atteindre le réseau local de destination. Chaque paquet comporte l'adresse d'origine et l'adresse de destination. Dans le cas d'adresses privées, l'adresse d'origine est une adresse privée inconnue d'Internet. Le destinataire ne pourra pas répondre. Il faut donc remplacer l'adresse privée d'origine par une adresse publique. C'est le travail du routeur NAT (Network Address Translation) qui effectue la transformation des adresses.

## 1.2 Le processeur

### 1.2.1 Définition du processeur

C'est un composant électronique qui peut gérer deux types d'informations, des données et des commandes à exécuter.

Il reçoit et renvoie ces informations sous forme d'impulsions de courant électrique qui représentent le langage binaire (1, 0), le langage universel des composants électroniques. 1 signifie que le courant passe, 0 que le courant ne passe pas (la convention contraire peut aussi être adoptée).

Bien que complexe, le processeur est composé principalement de transistors. C'est en les assemblant par millions selon une organisation précise, que l'on peut créer des commandes (blocs fonctionnels) qui exécuteront une addition, une comparaison entre deux données, etc....

Un transistor n'est lui-même qu'un composant électronique, mais de très petite taille, quelques milliers d'atomes seulement.

### Les propriétés physiques des semi-conducteurs

Le fonctionnement de l'ordinateur est directement lié aux propriétés physiques des semi-conducteurs.

Un semi-conducteur est un corps à résistivité intermédiaire qui se situe entre celle des métaux (Cu :  $2.10E-6$  W.cm, à 300K) et celle des isolants (verre entre  $10E10$  et  $10E16$  W.cm). (silicium :  $5.10E5$  W.cm).

La nature d'un matériau est caractérisée par un facteur appelé RESISTIVITE qui traduit la facilité avec laquelle, dans un matériau donné, on peut arracher un électron de son orbite autour de son noyau.

On va donc définir plusieurs classes de matériaux en fonction de leur résistivité:

Les isolants :

La résistivité est très grande, on ne peut pas ou presque pas arracher d'électrons au noyau →, pas d'électron, pas de courant, le matériau est isolant.



Les conducteurs :

La résistivité peut évoluer de presque rien (cas des métaux) à des valeurs permettant de réaliser des résistances. Un des meilleurs conducteurs est l'or.

Les semi-conducteurs :

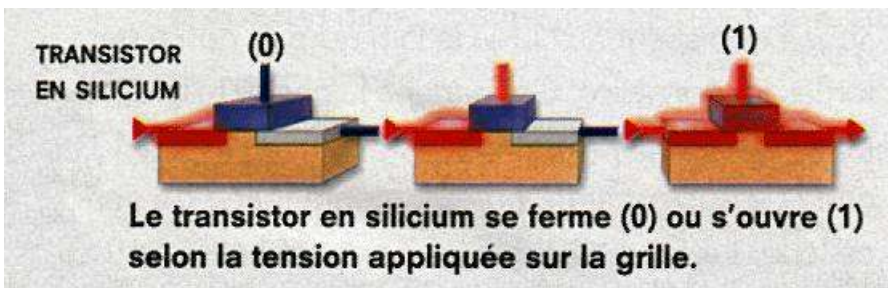
Corps non métalliques (silicium) qui conduisent imparfaitement l'électricité, et dont la résistivité décroît lorsque la température augmente ou en présence d'impuretés (arsenic).

\* Les semi conducteurs sont primordiaux en électronique parce qu'ils offrent la possibilité de contrôler, par divers moyens, à la fois la quantité de courant électrique susceptible de les traverser et la direction que peut prendre ce courant.

\* Dans un semiconducteur un courant électrique est favorisé par deux types de porteurs de charge: les électrons et les trous.

o La propagation par l'intermédiaire d'électrons est similaire à celle d'un conducteur classique: des atomes fortement ionisés passent leurs électrons en excès le long du conducteur d'un atome à un autre, depuis une zone ionisée négativement à une autre moins négativement ionisée.

o La propagation par l'intermédiaire de trous est différente: ici, les charges électriques voyagent d'une zone ionisée positivement à une autre ionisée moins positivement par le mouvement d'un trou créé par l'absence d'un électron dans une structure électrique quasi-pleine.

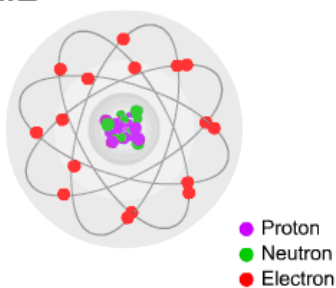


\* Le silicium pur est un semiconducteur intrinsèque. Les propriétés d'un semiconducteur (c'est-à-dire le nombre de porteurs, électrons ou trous) peuvent être contrôlées en le dopant avec des impuretés (autres matériaux). Un

semiconducteur présentant plus d'électrons que de trous est alors dit de type N, tandis qu'un semiconducteur présentant plus de trous que d'électrons est dit de type P.

Dans les métaux, les porteurs de charges sont les électrons libres, dont le nombre est fixe pour un métal donné. Au contraire, dans un semi-conducteur, le nombre de porteurs de charge n'est pas limité, la mobilité de ces porteurs ne l'est pas non plus.

## ATOME



Les atomes se décomposent en trois éléments essentiels appelés protons, électrons et neutrons. Les électrons ont une charge négative, les protons une charge positive et les neutrons une charge neutre.

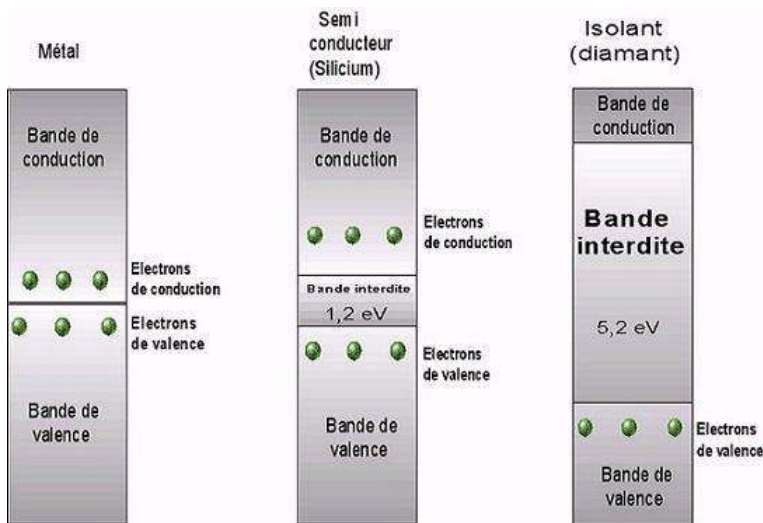
L'électricité est un courant d'électrons traversant un circuit. Les circuits dirigent le flux d'électrons à l'intérieur des composants en transmettant la puissance requise au bon endroit. Les électrons circulent dans un circuit un peu comme une chaîne de vélo se déplace : quand un maillon de la chaîne se déplace, tous les autres en font autant.

## Le semi-conducteur intrinsèque

Un semi-conducteur a une structure de bandes électroniques caractérisée par la présence d'une bande interdite (c'est un phénomène d'interférence entre l'onde de l'électron et le champ électrique



du réseau cristallin qui explique la formation des bandes interdites) entre une bande permise, la couche périphérique (ou bande de valence), et une bande vide ou quasi vide, la bande de conduction.



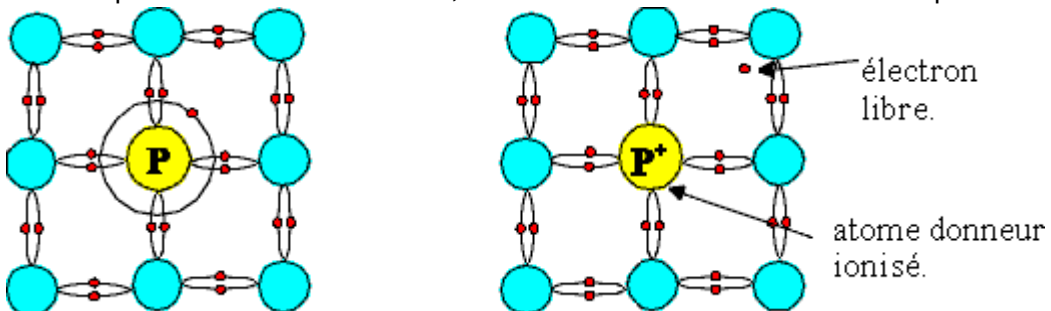
Dans un semi-conducteur, le nombre d'électrons est tel qu'à  $T=0K$ , tous les états de la couche périphérique d'électrons sont occupés et ceux de la bande de conduction libres. Avec l'augmentation de la température, les électrons quittent la couche périphérique, créant ainsi des trous, et ces électrons vont occuper la bande de conduction. Les électrons de la bande de conduction et les trous de la couche périphérique sont les seuls éléments mobiles sous l'action d'un champ électrique.

## Le semi-conducteur dopé

Le dopage consiste à remplacer une petite partie des atomes de silicium par des atomes donneurs ou accepteurs.

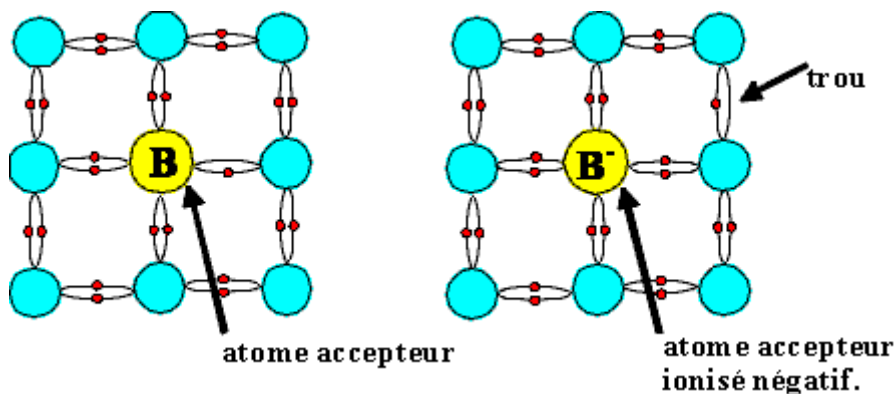
### Cas des atomes donneurs

Si les atomes de silicium sont remplacés par des atomes de phosphore, il reste un électron supplémentaire après formation de liaisons, on obtient des semi-conducteurs dopés n.



### Cas des atomes accepteurs :

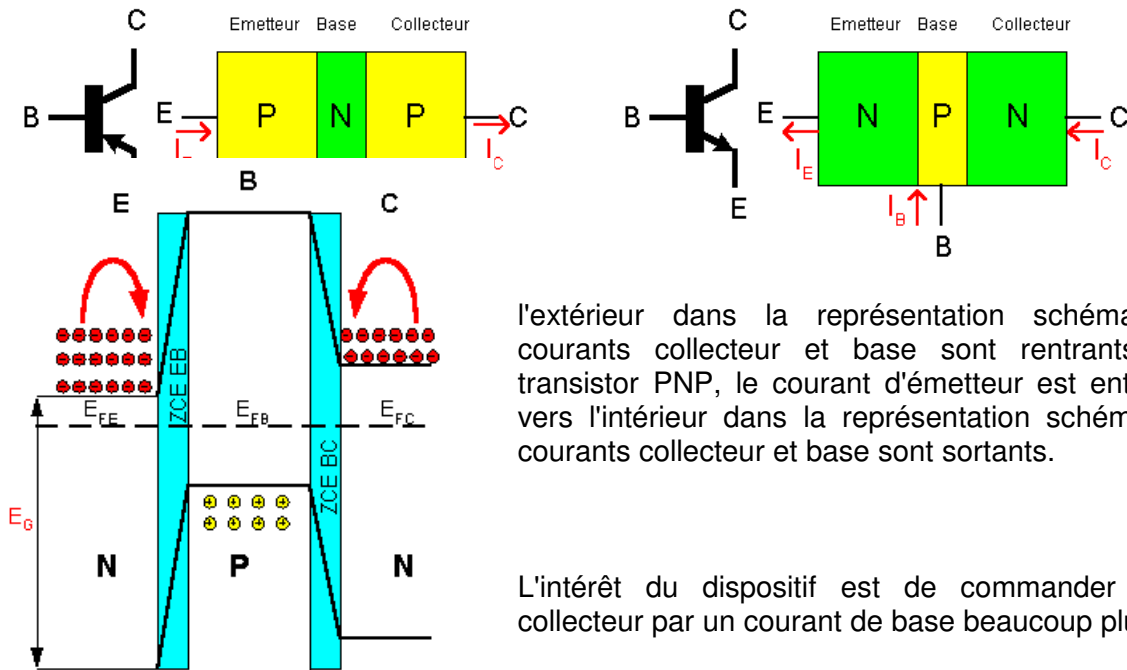
Dans ce cas, on dope le semi-conducteur avec des atomes trivalents, on obtient des semi-conducteurs dopés p (il manque un électron pour les liaisons, il y a création d'un trou).





## Principe du transistor

En fonctionnement normal : le courant principal passe de l'émetteur au collecteur. Il est commandé par un courant beaucoup plus faible (courant de base). Dans le transistor NPN, le courant d'émetteur est sortant (flèche vers

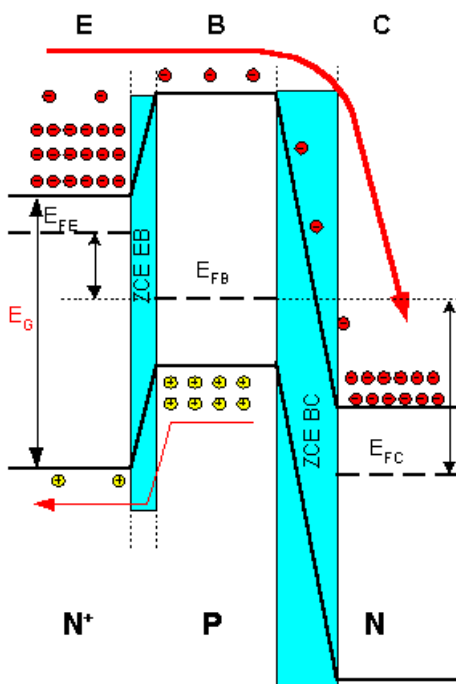


l'extérieur dans la représentation schématique), les courants collecteur et base sont rentrants. Dans le transistor PNP, le courant d'émetteur est entrant (flèche vers l'intérieur dans la représentation schématique), les courants collecteur et base sont sortants.

L'intérêt du dispositif est de commander le courant collecteur par un courant de base beaucoup plus faible

## Exemple

La structure étant N+PN, les électrons sont majoritaires dans l'émetteur et le collecteur, les trous sont majoritaires dans la base. Les deux jonctions sont à l'équilibre thermodynamique: il n'y a aucun courant ;



La jonction EB est polarisée en direct : l'abaissement de sa barrière de potentiel favorise l'entrée d'électrons dans la base et de trous dans l'émetteur.

Les électrons injectés dans la base forment le courant d'électron de l'émetteur, les trous injectés dans l'émetteur constituent le courant de trous d'émetteur.



## 1.2.2 Le fonctionnement

Prenons un interrupteur servant à allumer une lampe. Si la lampe est éteinte c'est 0, si la lampe est allumée, c'est 1. Ainsi, on ne peut faire que des suites de 1010101010. Or, il faut pouvoir écrire des suites de 1000001 par exemple. La difficulté réside dans les 5 zéros qui se suivent.

Pour résoudre ce problème, on demande au processeur de regarder à intervalle régulier s'il y a du courant ou non

### Exemple :

Prenons 1 seconde comme intervalle.

- 1ère seconde il y a du courant : le processeur inscrit 1 dans sa mémoire
- 2ème pas de courant : il inscrit 0
- 3ème pas de courant : il inscrit 0
- 
- 6ème pas de courant : il inscrit 0
- 7ème il y a du courant : il inscrit 1

Soit 1000001

Il y a donc une horloge qui donne un rythme au processeur et le fait fonctionner à une certaine fréquence. Un P2 à 400 MHz réalise 400 millions de cycles par seconde. A chaque cycle, le processeur peut effectuer 1 ou 2 instructions simples.

A chaque impulsion d'horloge (signal électrique passant du niveau bas au niveau haut en cas de front montant), le processeur lit l'instruction stockée généralement dans un registre d'instruction (un registre est une petite mémoire très rapide située dans le processeur en lui-même) et exécute l'instruction. Dans une même gamme (et donc à architecture comparable) un processeur cadencé plus rapidement est plus efficace car il peut traiter les instructions plus rapidement.

### Format d'une instruction

Pour qu'un processeur puisse exécuter une instruction, encore faut-il qu'il sache de quelle instruction il s'agit et quelles sont les données sur lesquelles agir. C'est pourquoi une instruction sera stockée selon une méthode bien précise. On divise ainsi une instruction en deux codes :

- Le code opération, qui représente le type d'instruction (si il faut déplacer des données d'un registre à l'autre, faire une addition...)
- Le code opérande, qui représente les paramètres de l'instruction (adresse mémoire, constantes utilisées, registres...)

### Principaux types d'instructions

- Instructions d'opérations arithmétiques (addition, soustraction, division, multiplication)
- Instructions d'opérations logiques (OU, ET, OU EXCLUSIF, NON, etc...)
- Instructions de transferts (entre différents registres, entre la mémoire et un registre, etc...)
- Instructions ayant rapport aux entrées et sorties.



- Instructions diverses ne rentrant pas dans les autres catégories (principalement des opérations sur les bits).

## Etapes d'exécution

Lorsqu'un processeur a besoin d'exécuter des instructions, il le fait toujours dans l'ordre suivant

- Recherche de l'instruction (fetch)
- Lecture de l'instruction
- Décodage de l'instruction
- Exécution de l'instruction

## **Cisc ou Risc**

Ces termes décrivent la technologie du jeu d'instructions adoptée par un processeur. Dans le monde PC, le CISC est le plus utilisé. Le processeur utilise des instructions RISC pour son fonctionnement interne – gain de performances -, tandis que la communication vers les autres composants du pc se fait toujours en CISC, ceci afin d'éviter de devoir refaire toute l'architecture du pc.

Le CISC (Complex Instruction Set Computer) est une technologie basée sur un jeu de plus de 400 instructions. La complexité de ces instructions fait qu'elles demandent souvent plusieurs cycles pour être exécutées.

Le RISC (Reduced Instruction Set Computer) offre des instructions, dites de base. Mais une instruction peut être exécutée en un seul cycle. L'avenir des processeurs PC passera forcément par le RISC, ce qui impose une programmation plus ardue. Un processeur RISC peut atteindre une vitesse d'exécution jusqu'à 70% plus rapide qu'un CISC de même fréquence.

Malheureusement, un programme écrit pour un processeur CISC n'est pas compatible avec un processeur RISC. Deux solutions sont alors possibles. La première consiste à créer un processeur dialoguant avec l'extérieur en CISC, et traitant les données internes en RISC. Dans ce cas, il intègre des unités chargées de traduire les instructions ainsi que les adresses mémoire. Cela diminue la puissance effective du processeur, mais il devient alors nettement plus intéressant pour les acheteurs potentiels, qui n'ont pas à remplacer tous leurs logiciels. Cette solution est la plus répandue.

La seconde solution consiste à développer un émulateur logiciel, choix retenu par Digital. Si l'utilisateur désire exploiter pleinement la puissance disponible, il choisira un produit compilé pour ce processeur. Dans le cas contraire, il aura une relativement bonne compatibilité avec ses logiciels en utilisant l'émulateur. Mais aucun compilateur n'offre une aussi grande stabilité qu'un logiciel fonctionnant en mode natif.

## **CISC**

### Avantages

- \* L'empreinte mémoire du code est beaucoup plus dense (facteur deux entre de l'ARM thumb et le x86), ce qui est intéressant pour minimiser la taille du cache instruction.
- \* Possibilité de microprogrammation, donc de corriger le jeu d'instructions (cela peut être utile pour corriger des bugs).
- \* Permet d'utiliser des instructions très complexes non (ou mal) gérées par les compilateurs mais très rapides (ex: instructions SIMD).



## Défauts

- \* Le processeur est plus compliqué à accélérer (problème pour pipeliner le moteur d'exécution).
- \* Le processeur est globalement plus complexe qu'un processeur RISC.
- \* Les compilateurs ont des difficultés à générer des instructions complexes.

## Les pipelines

Dans la microarchitecture d'un processeur, un pipeline est une technique de conception des processeurs où l'exécution des instructions est découpée en étages, et où à un instant donné, chaque étage peut exécuter une instruction.

Le principe de pipeline consiste à intégrer plusieurs blocs fonctionnels au sein du processeur. Chacun de ces blocs est chargé de remplir une fonction spécifique dans le processus de traitement. On peut comparer un pipeline à une chaîne de montage. Chaque poste remplit une fonction spécifique, pour aboutir à un produit fini à la sortie de la chaîne.

Ainsi, un pipeline intègre un module spécialisé dans le chargement d'une instruction, le suivant pour son décodage, et ainsi de suite. Chaque module prend un temps  $x$  en nanosecondes pour exécuter son travail. Le temps de traitement global correspond au temps  $x$  multiplié par le nombre de modules. L'avantage évident de ce procédé est qu'il permet de traiter plusieurs instructions simultanément, une par module. Dès qu'une instruction est sortie d'un bloc, une autre  $y$  pénètre.

Par exemple, un processeur qui dispose d'un pipeline à 5 étages est capable de traiter 5 instructions simultanément. Dans l'exemple ci-dessous, un étage traite le rangement d'une instruction, un autre étage traite l'exécution d'une autre instruction, un autre encore, l'adressage d'une troisième instruction, ... A chaque cycle d'horloge, le processeur fait avancer les instructions en cours d'une action élémentaire, termine une instruction et en commence une nouvelle.

## Définition

Soit un processeur où 5 cycles sont nécessaires pour accomplir une instruction :

IF (Instruction Fetch) charge l'instruction à exécuter dans le pipeline.

ID (Instruction Decode) décode l'instruction et adresse les registres.

EX (Execute) exécute l'instruction (par la ou les unités arithmétiques et logiques).

MEM (Memory), dénote un transfert depuis un registre vers la mémoire dans le cas d'une instruction du type STORE (accès en écriture) et de la mémoire vers un registre dans le cas d'un LOAD (accès en lecture).

WB (Write Back) stocke le résultat dans un registre. La source peut être la mémoire ou bien un registre.

En supposant que chaque étape met 1 cycle d'horloge pour s'exécuter, il faut normalement 5 cycles pour exécuter une instruction, 15 pour 3 instructions :



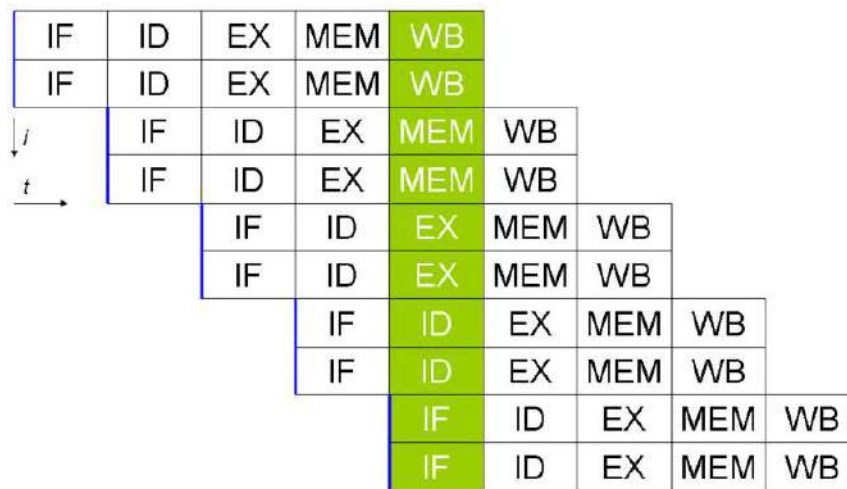
Si l'on insère des registres tampons (pipeline registers) entre chaque unité à l'intérieur du processeur, celui ci peut alors contenir plusieurs instructions, chacune à une étape différente.



Les 5 instructions s'exécuteront en 9 cycles, et le processeur sera capable de terminer une instruction par cycle à partir de la cinquième, bien que chacune d'entre elles nécessite 5 cycles pour s'exécuter complètement.

## Architecture superscalaire

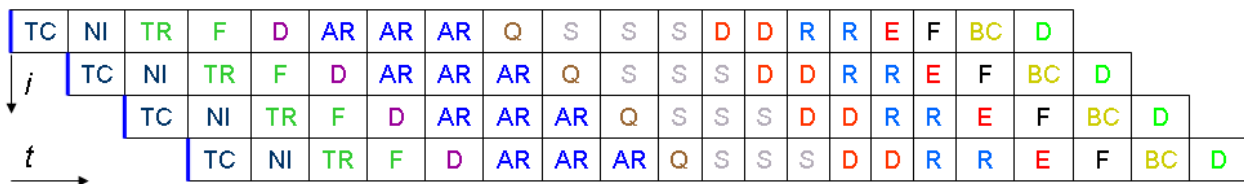
Une architecture superscalaire contient plusieurs pipelines en parallèle. Il est possible d'exécuter plusieurs instructions simultanément. Sur un processeur superscalaire de degré 2, deux instructions sont chargées depuis la mémoire simultanément. C'est le cas des processeurs récents conçus pour maximiser la puissance de calcul. Notons toutefois qu'en général, chaque pipeline est spécialisé dans le traitement d'un certain type d'instruction : aussi seules des instructions de types compatibles peuvent être exécutées simultanément.



Séquençage des instructions dans un processeur superscalaire de degré 2. Il faut 9 cycles pour exécuter 10 instructions. A  $t = 5$ , toutes les unités du processeur sont sollicitées.

## Architecture superpipeline

Certaines architectures ont largement augmenté le nombre d'étages, celui-ci pouvant aller jusqu'à 31 pour la microarchitecture Prescott d'Intel. Une telle architecture sera appelée superpipelinée. Voici par exemple le pipeline des premiers Pentium 4, à 20 étages :



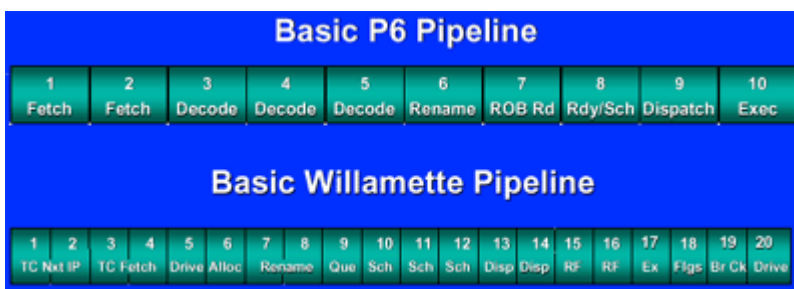
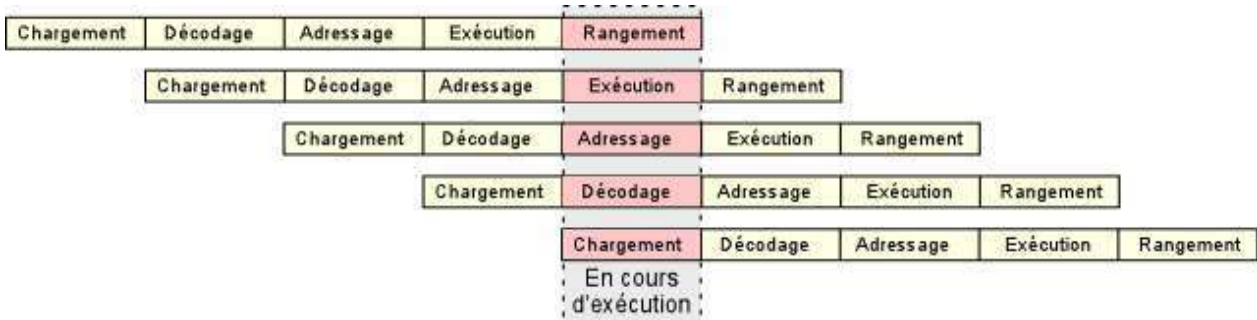
L'avantage de cette technique est qu'elle permet d'augmenter la fréquence du processeur plus facilement.

L'inconvénient est que plus le pipeline est long (contient d'étapes) plus la perte de performances est importante si une erreur de prédiction survient. En outre, on constate une baisse des performances à fréquence égale et une augmentation du dégagement thermique du processeur → lorsque l'instruction doit être exécutée en un temps donné, quelle que soit la profondeur du pipeline, cette instruction sera toujours exécutée aussi rapidement. Plus il y a d'étages au pipeline, plus l'instruction doit être "découpée" en une quantité de "micro-instructions" qui seront exécutées en un temps très court, bien plus court que le temps nécessaire pour traiter l'instruction. Or, plus le pipeline comporte d'étages et plus le délai de traitement d'une "micro-instruction" doit être faible, ce





qui nécessite généralement plus de transistors, ces transistors chauffent, ont besoin généralement de plus de courant pour fonctionner plus rapidement.



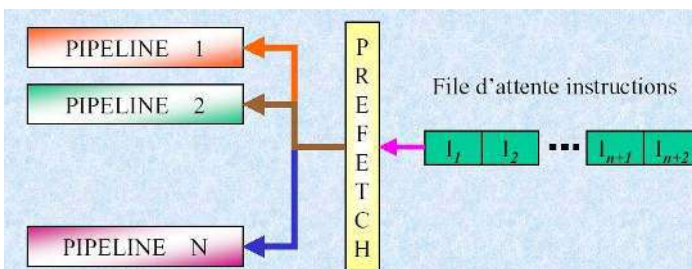
La principale difficulté consiste à remplir le pipeline de manière optimale. En effet, une boucle ou une instruction de saut peut ralentir, voire rendre inopérant le pipeline. L'unité de contrôle du processeur est chargée d'organiser les instructions de manière à éviter ce genre de problème. Par contre, elle ne peut

améliorer un mauvais programme. Sa faculté de "deviner" les instructions suivantes n'est valable qu'à court terme.

## L'exécution dynamique

L'exécution dynamique peut être décomposée en trois composants:

### La prédiction de branchement



La prédiction de branchements consiste à essayer de prévoir la prochaine instruction qui va être demandée, puis à la diriger vers le bon pipeline. Cela permet d'éviter les sauts et les boucles risquant de faire perdre les gains apportés par les pipelines.

Dans une architecture prédictive tout repose sur la question : « faut-il exécuter ou pas l'instruction courante ? ». Il se trouve que les instructions contiennent des conditions (ou prédictions) indiquant quand elles doivent être exécutées et quand elles ne doivent pas l'être. C'est ce paradigme qui rend possible l'élimination (en réalité une forte réduction) des branchements conditionnels.

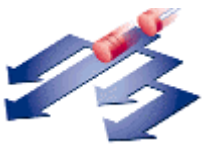
Les pipelines d'exécution des processeurs superscalaires sont de plus en plus longs. Afin de limiter dans les pipelines les ruptures de charge dues aux instructions de branchement, des mécanismes de prédiction de branchement sont mis en oeuvre dans les processeurs, et les instructions prédites sont exécutées spéculativement.



Les processeurs sont capables d'exécuter plusieurs instructions par cycle. Le séquençage des instructions devrait être interrompu à chaque instruction de branchement en attendant le calcul effectif de la condition et/ou de la cible, or sur beaucoup d'applications, plus d'une instruction sur 5 ou 6 est un branchement.

Sur tous les processeurs superscalaires actuels, des mécanismes de prédiction de branchement sont mis en oeuvre pour continuer le séquençage spéculatif des instructions après un branchement sans attendre sa résolution : la cible et la direction du branchement sont prédites. En cas de mauvaise prédiction, les instructions séquencées (et parfois même déjà exécutées) doivent être annulées et le séquençage est repris sur le chemin réellement utilisé par l'application. Étant donnée la très lourde pénalité payée en cas de mauvaise prédiction de branchement, la performance effective d'un processeur dépend de la précision de la prédiction.

## Prédiction de branchements multiples :



Prédit le flux d'instructions à travers plusieurs branchements. Utilisant un algorithme de prédiction de branchements multiples, le processeur peut anticiper les branchements dans le flux d'instructions. Il prédit l'endroit où se trouvent les instructions suivantes dans la mémoire.

## L'analyse de flux

Analyse les instructions et définit un ordre d'exécution optimal, quel que soit celui défini à l'origine par le programme : Grâce à cette technique, le processeur examine les instructions décodées du logiciel et détermine si elles peuvent être traitées indépendamment ou si elles dépendent d'autres instructions. Après quoi, le processeur définit l'ordre optimal d'exécution des instructions et les exécute le plus efficacement possible.

## L'exécution spéculative

L'allongement des pipelines et l'exécution superscalaire font que le délai entre le chargement d'une instruction et son exécution correspond à l'exécution de plusieurs dizaines d'instructions. Or, toute instruction de branchement rompt le flot de contrôle et devrait donc en principe arrêter le séquençement.

Afin d'éviter un tel arrêt, des mécanismes d'anticipation appelés prédicteurs de branchement sont mis en oeuvre.

Ils sont capables d'exécuter des instructions dans le désordre, en scrutant au-delà du pointeur de programme pour exécuter les instructions qui ont le plus de chances d'être utilisées. Cette technique se base sur l'unité de prédiction de branchement qui parie sur la branche d'une alternative qui sera exécutée en fonction du test, alors qu'on n'en connaît pas encore le résultat.

Pendant qu'une partie du processeur calcule le test, le reste continue sur une branche de l'alternative. Si on s'est trompé, on revient en arrière mais ça ne coûtait rien d'essayer... si la prédiction est bonne, on a gagné du temps en augmentant la cadence d'exécution.

Étant donné que les instructions en cours de traitement sont basées sur des prédictions de branchement, les résultats sont enregistrés comme étant "spéculatifs". Une fois que leur utilisation finale est déterminée, les instructions sont placées dans l'ordre adéquat et sont affectées d'un statut machine "permanent".



## Le kernel

Un noyau de système d'exploitation, ou simplement noyau, ou kernel, est la partie fondamentale de certains systèmes d'exploitation. Il gère les ressources de l'ordinateur et permet aux différents composants — matériels et logiciels — de communiquer entre eux.

En tant que partie du système d'exploitation, le noyau fournit des mécanismes d'abstraction\* du matériel, notamment de la mémoire, du (ou des) processeur(s), et des échanges d'informations entre logiciels et périphériques matériels.

Le noyau d'un système d'exploitation est lui-même un logiciel, mais ne peut pas utiliser tous les mécanismes d'abstraction qu'il fournit aux autres logiciels. Le noyau est la partie la plus critique d'un système.

\* En informatique, le concept d'**abstraction** identifie et regroupe des caractéristiques et traitements communs applicables à des entités ou concepts.

Les noyaux ont comme fonctions de base d'assurer le chargement et l'exécution des processus, de gérer les entrées/sorties et de proposer une interface entre l'espace noyau et les programmes de l'espace utilisateur.

1/ Le noyau d'un système d'exploitation assure :

la communication entre les logiciels et le matériel ;  
la gestion des divers logiciels (tâches) d'une machine (lancement des programmes, ordonnancement...);  
la gestion du matériel (mémoire, processeur, périphérique, stockage...).

L'existence d'un noyau présuppose une partition virtuelle de la mémoire vive physique en deux régions disjointes, l'une étant réservée au noyau (l'espace noyau) et l'autre aux applications (l'espace utilisateur).

2/ Un processeur est capable d'exécuter un seul processus, un multiprocesseur est capable de gérer autant de processus qu'il a de processeurs. Pour pallier cet inconvénient majeur, les noyaux multitâches permettent l'exécution de plusieurs processus sur un processeur, en partageant le temps du processeur entre les processus.

Lorsque plusieurs tâches doivent être exécutées de manière parallèle, un noyau multitâche s'appuie sur les notions de :

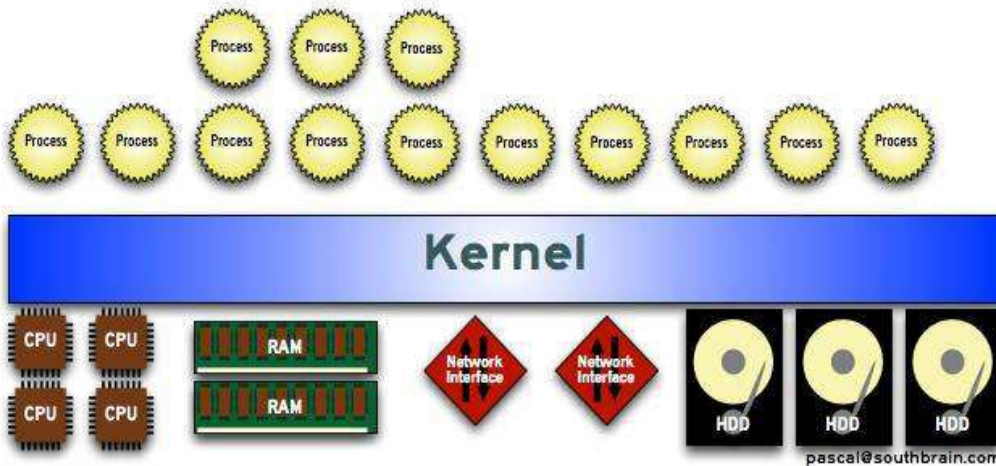
- ❖ commutation de contexte
- ❖ ordonnancement
- ❖ temps partagé

3/ En dehors de fonctions précédemment listées, de nombreux noyaux fournissent également des fonctions moins fondamentales telles que :

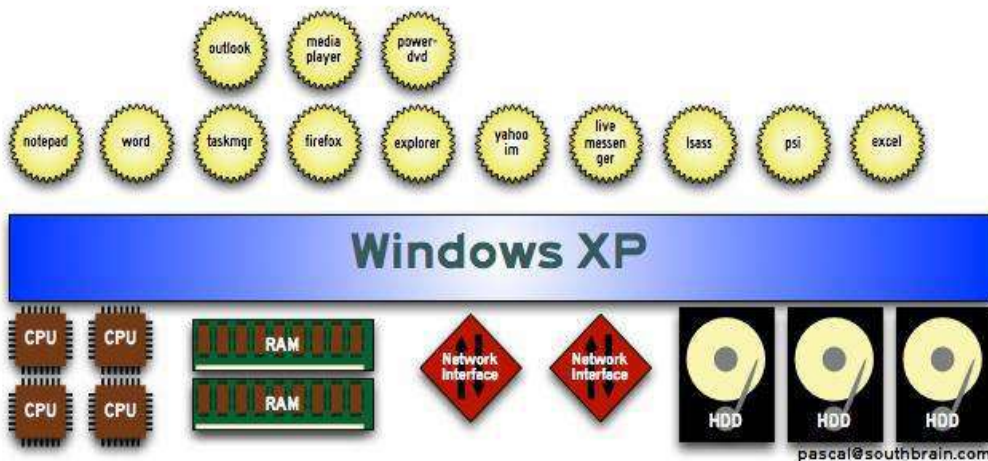
- ❖ la gestion des systèmes de fichiers
- ❖ plusieurs ordonnanceurs spécialisés (batch, temps réel, entrées/sorties, etc.)
- ❖ des notions de processus étendues telles que les processus légers
- ❖ des supports réseaux (TCP/IP, PPP, pare-feu, etc.)
- ❖ des services réseau (NFS, etc.)



## Fonctionnement de base



Au bas du graphique, se situe le matériel. Normalement, un programme ne peut pas accéder directement au matériel, c'est une opération réalisée par le système d'exploitation et plus particulièrement par le kernel, qui se situe juste au-dessus du matériel qu'il doit contrôler. Le kernel est l'élément de base du système d'exploitation. Il ne suffit pas pour être un système d'exploitation à part entière, mais chaque système d'exploitation doit gérer des processus (serveur, MS-Word, ...) – et le travail du kernel est précisément de gérer les processus.



La première technique de virtualisation pour PC (Windows ou Linux) fut un processus simulant un autre pc « réel » à l'intérieur de la machine. Par l'intermédiaire d'un programme (qui génère un processus) il est possible de générer un « autre » pc, qui fonctionne à l'intérieur du processus en question. Si ce programme ou processus est stoppé, le pc virtuel cesse d'exister.

**Le système fonctionnant dans une machine virtuelle est appelé système invité. Le système qui héberge les machines virtuelles est appelé système hôte.**

### 1.2.3 Fabrication des processeurs

Si les technologies à mettre en oeuvre pour construire un processeur sont très complexes, le principe de sa fabrication, quant à lui, s'apparente à celui d'une photographie et s'appelle photolithographie.



## Les techniques

Si l'on désire que les ordinateurs continuent leur progression au même rythme que par le passé, la taille des composants devra continuer à décroître. Alors qu'un transistor avait une taille d'environ 20 microns en 1960, elle atteint 45 nanomètres (0,045 microns) en 2008.

*Un micron est égal à un micromètre ( $\mu\text{m}$ ) ou encore 1 millième de millimètre.*

Techniquement, les progrès de la miniaturisation vont continuer jusqu'à ce que l'on arrive à une limite physique. Celle-ci concerne la précision de l'écriture, mais aussi le pouvoir de résolution des instruments qui doivent contrôler cette miniaturisation.

La réalisation des puces électroniques des processeurs est complexe et requiert jusque 400 étapes différentes. Ces tâches doivent être effectuées dans des conditions physiques et chimiques rigoureuses, à l'abri de la poussière et dans des salles stériles.

Pour atteindre des dimensions inférieures au micron les méthodes mécaniques de gravure, perçage, etc. sont inadaptées. Les méthodes actuelles sont basées sur l'optique.

## **Fabrication d'un composé CMOS (Complementary Metal Oxid Semiconductor) utilisé par les processeurs.**

Un processeur dispose d'une architecture interne. Concevoir toute une architecture coûte très cher, les fabricants fixent cette architecture pour les futurs processeurs pendant un temps donné. L'architecture P6 a ainsi longtemps été utilisée par Intel (elle a duré plus de 10 ans avant d'être remplacée par l'architecture NetBurst du Pentium 4).

Une fois l'architecture choisie, il faut développer le processeur, qui est en fait un programme informatique transposé en "dur", structures logiques (transistors interconnectés, portes logiques...), une fois le développement fini.

La structure logique est ensuite convertie en plans physiques appelés masques. Un masque est une image en noir et blanc taillée au laser sur une couche de chrome déposée sur du quartz pur. Un processeur est composé de plusieurs couches. Les couches basses accueillent les transistors et les couches hautes accueillent les interconnexions reliant les transistors. Il faut au moins un masque pour chaque couche (il en faut généralement plusieurs). Les processeurs récents nécessitent environ 25 masques.

Ensuite, commence la réalisation du processeur. On utilise une plaque appelée wafer sur laquelle sont gravés un nombre maxima de processeurs

Tout d'abord, la pureté du wafer est souvent insuffisante. On dépose donc dessus une fine couche de silicium très pur (l'épi-couche) par un procédé appelé épitaxie.

On chauffe ensuite le wafer. Une couche d'oxyde va se former sur sa surface. On dépose ensuite une couche de vernis photosensible. On utilisera ensuite le premier masque : là où le masque laissera passer la lumière, le vernis sera brûlé (photolithographie).

L'oxyde est un élément qui sera souvent modifié pendant la fabrication. Ici, nous devons atteindre l'épi-couche et donc enlever l'oxyde là où a été enlevé le vernis. Pour ce faire, on réalise une excavation au plasma (on envoie un flux de plasma sur le wafer).



On envoie ensuite un flux d'ions sur le wafer. On appelle ce processus le dopage. Cette technique va permettre de créer des zones chargées (appelées collecteur et émetteur, l'émetteur émet les électrons). La distance entre le collecteur et l'émetteur est en fonction de la finesse de gravure du processeur. (0.13 micron ou encore 90 nm par exemple). L'émetteur et le collecteur sont les bornes d'un transistor et laissent ou non passer le courant à la manière d'un interrupteur. On enlève ensuite la couche de vernis.

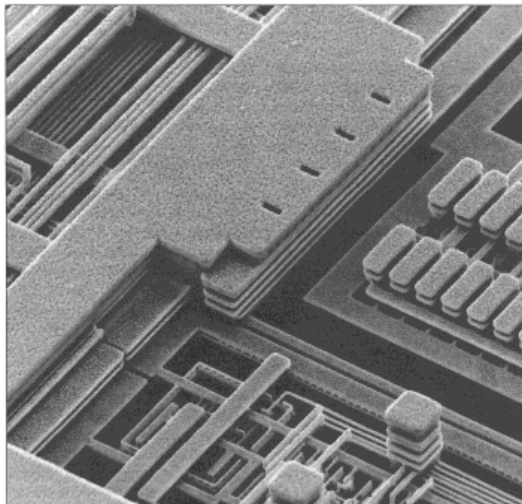
On répète ensuite les opérations consistant à déposer une couche d'oxyde surmontée d'une couche de vernis. On utilise un nouveau masque pour fabriquer les grilles des transistors. On dépose une couche d'isolant très fine (1.2 nm chez Intel pour le prescott 90 nm) qui permettra de laisser passer le champ magnétique créé par la variation du courant traversant la porte logique mais pas le courant. Ce champ magnétique permettra au signal de passer entre l'émetteur et le collecteur. Plus l'isolant est mince et plus rapide est la commutation du transistor. Cependant, un isolant trop mince entraîne des courants de fuite (leakage) qui augmentent la consommation et la température du processeur.

On répète encore les étapes qui sont de déposer une couche d'oxyde surmontée d'une couche de vernis. On crée ensuite un nouveau masque destiné aux interconnexions des transistors. Ces interconnexions se font généralement en cuivre ou en aluminium.

Après avoir retiré le vernis, on remplit les trous de cuivre (ou d'aluminium) pour réaliser les interconnexions.

On dépose une couche de vernis et on utilise un nouveau masque pour dégager les zones où le métal doit disparaître. On utilise encore un flux plasma qui ne s'attaque plus à l'oxyde cette fois-ci.

On applique une couche d'oxyde polie.



On dépose du vernis et on utilise encore un nouveau masque pour dégager les zones de liaisons entre deux niveaux d'interconnexions. On remplit ensuite les interconnexions.

On répète les opérations qui consistent à appliquer une couche de vernis, brûler une partie de cette couche avec le métal constituant les interconnexions pour appliquer ensuite de l'oxyde, puis une couche de vernis suivie d'un nouveau masque. On remplit ensuite encore les interconnexions, et ainsi de suite un certain nombre de fois (7 chez Intel et 9 chez AMD).

On inspecte ensuite les Wafers à l'aide de microscopes à Balayage. Le wafer est ensuite placé sur un appareillage permettant de tester tous les processeurs présents sur un Wafer en une seule fois. Les blocs de

cache sont aussi testés et peuvent le cas échéant si une partie de ces blocs est défectueuse, servir dans des processeurs de gamme inférieure.

Les erreurs étant courantes, des circuits redondants permettent de les éviter au maximum.

Les puces sont ensuite découpées. Elles sont prêtes à être assemblées. On place les puces dans le packaging (qui sert de lien entre le die (core) et l'extérieur, à savoir la carte-mère via le socket).

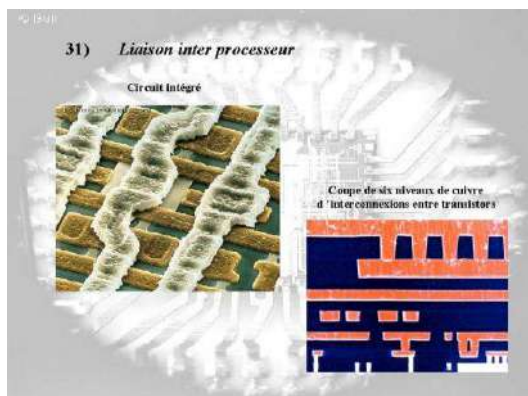
Le processeur est ensuite utilisable. Il va être une nouvelle fois testé pour déterminer sa fréquence maximale de fonctionnement (avec une marge d'erreur, c'est sur cette marge que l'on joue lorsqu'on pratique l'overclocking de son processeur). On marque ensuite le CPU en indiquant ses spécifications.



Quand les dimensions diminuent, d'autres problèmes surgissent. Ainsi, la résistance électrique des contacts métalliques augmente d'où une augmentation des délais de réponse des circuits.

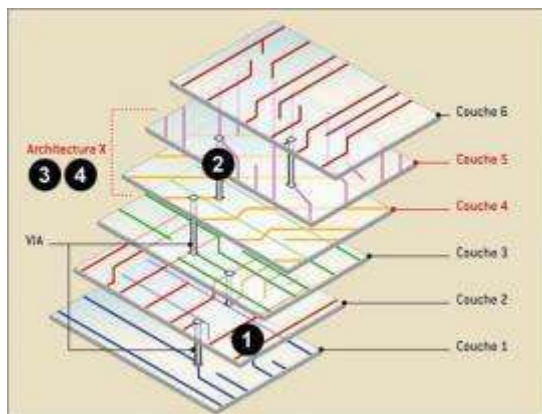
C'est un paradoxe, quand la taille des composants diminue, le temps de passage des signaux électriques à travers les connexions électriques diminue (ce qui est le but recherché), mais le temps de réponse augmente. Il existe donc, pour chaque type de composant, une taille optimale en dessous (et au-dessus) de laquelle le temps total de réaction augmente. De plus, lorsque les «fils» deviennent très fins, les signaux qu'ils transmettent commencent à interférer, ce qui perturbe le traitement électrique des signaux.

Le temps de réponse dans le cas le plus défavorable d'une tâche est, parmi tous les scénarios possibles d'exécution du système, la plus longue durée entre l'activation de cette tâche et son instant de terminaison. Une tâche est faisable si son temps de réponse dans le pire des cas est inférieur ou égal à son échéance. Un système est faisable si toutes les tâches qui le composent sont faisables.



Les solutions à ces problèmes sont peu nombreuses. Une de celles-ci a consisté à changer la nature du métal des connexions en passant de l'aluminium au cuivre (réduction des délais d'un facteur deux). Une autre solution serait de remplacer les isolants électriques en dioxyde de silicium (silice) par un isolant présentant une autre constante diélectrique (air ou autre matériau).

### La technologie "through-silicon vias" ou "3D chips"



Cette technologie permet de relier les matrices de plusieurs puces via des connexions verticales et non plus uniquement via des connexions horizontales, plus longues. Deux conséquences : une diminution de la dissipation d'énergie et une communication plus rapide.

Les distances de transfert des données au sein de la puce peuvent être réduites par 1000, tout en permettant 100 fois plus de canaux de communication que dans une puce en 2 dimensions. Au final, les packages sont plus épais, mais aussi moins étendus.

### Avantages :

- améliorer la durée de vie des batteries
- uniformiser l'alimentation électrique des cœurs
- assembler les processeurs en vertical, ou des mémoires sur des processeurs

Les liaisons inter-puces peuvent être à 90 degrés ou à 45 degrés

La plupart du temps, l'architecture X est mise en œuvre sur les couches de métal 4 et 5 des composants. La conception orthogonale classique est conservée dans les trois premières couches. Les fabricants de puces préservent ainsi une partie des investissements réalisés pour le design de ces trois couches, réservées le plus souvent aux fonctions de base.



En pratique, les interconnexions à 45 degrés réalisées avec l'architecture X sont, en moyenne, plus courtes d'environ 20 % que les connexions réalisées à 90°. L'intégrité du signal s'en trouve améliorée. Les VIA (câbles), par lesquels on relie les différentes couches métalliques, présentent une forte résistance électrique. Avec l'architecture X, leur nombre est réduit de 30 % en moyenne, d'où de meilleures performances.

## 1.2.4 Histoire des processeurs

Le premier processeur industriel a été le 4004 d'Intel. Bien qu'aujourd'hui on connaisse surtout Intel et AMD, au début des années 1980, il y avait de grands noms comme Zilog avec le Z80, ou Motorola avec le 6502.

Le premier PC, présenté par IBM, fut équipé du processeur 8088 d'Intel (une variante du 8086). Puis vint la génération des processeurs Motorola 68000, qui équipa les Atari, Amiga, Apple Macintosh.

Ensuite, tout le monde a fait des compatibles IBM, pour devenir finalement le PC. Sa particularité est d'être équipé d'un processeur Intel ou compatible. Quant aux autres, ils ont tous disparu sauf Apple.

Les premiers IBM PC avaient déjà la particularité de pouvoir évoluer. Ils étaient modulables et ont pu suivre l'évolution technologique rapide du monde informatique. C'est sans doute la clef de leur succès.

Tous les autres ordinateurs de l'époque étaient construits d'un bloc, intégrant même le clavier. Impossible de le faire évoluer. Quand une nouvelle technologie arrivait, il fallait changer de machine.

## 1.2.5 Les valeurs utilisées

Kilo, méga, giga sont des préfixes que l'on met devant une unité de mesure pour dire mille, million, milliard. Exemple 1 kilo watt, 1 méga hertz, 1 giga octet,

### Le bit

Le langage binaire est composé de 0 et 1. On les appelle bits (Binary Digit - c'est la plus petite information manipulable par un processeur).

### Signification des valeurs de 32 ou 64 bits

Un processeur 64 bits est un processeur dont la largeur des registres est de 64 bits sur les nombres entiers. En effet, des processeurs dits 32 bits gèrent depuis longtemps les nombres flottants sur 64, voire 128 bits.

Pour exploiter la technologie 64 bits, il faut :

- un processeur 64 bits
- un OS 64 bits (ou le processeur fonctionnera en mode 32 bits)
- des programmes compilés en 64 bits (ou il fonctionnera en mode 32 bits et ne pourra pas exploiter toutes les capacités du 64 bits)
- les pilotes appropriés

Tous les processeurs grand public disposent d'un set d'instructions 32 bits en plus du set 64 bits, ils sont ainsi capables de tourner un OS 32 bits si nécessaire, mais sont alors limités aux capacités d'un 32 bits.





## Avantages d'un système monté en 64 bits :

Gain de performances  
Gestion ram (voir tableau ci-dessous)  
Compatibilité OS

OS	Ram gérée (en Go)
XP Pro 32 bits	4 (3,2) *
XP 64 bits	128
Vista 32 bits	4 (3,2)
Vista 64 ultimate	128
Vista 64 business	128
Vista 64 home premium	16
Vista 64 home basic	8
Seven 32 bits	4 (3,2)
Seven 64 starter	8
Seven 64 home basic	8
Seven 64 home premium	16
Seven 64 professional	192
Seven 64 entreprise	192
Seven 64 intégral	192

\* Les constructeurs n'ont pas attendu les machines 64 bits pour utiliser plus de 4 Go sur un serveur. Depuis le Pentium Pro, Intel propose le PAE (Physical Address Extension) sur ses processeurs 32 bits, qui permet de prendre en charge la mémoire sur 36 bits. Petite astuce, le fonctionnement est basé sur un système de page (comme sur les 8086 et la gestion de 1 Mo) : un programme ne peut utiliser que 4 Go (il reste limité à 32 bits) mais on peut utiliser plusieurs « espaces » de 4 Go (pour un total maximal de 64 Go).

En théorie, en 64 bits, il est possible de gérer 16 Exaoctets de mémoire, mais les processeurs ne gèrent pas la mémoire sur 64 bits. Chez AMD, avec le K8 et le K10, l'adressage s'effectue sur 40 bits (1 To de mémoire) alors qu'Intel se limite à 36 bits sur les Core 2 Duo (38 ou 40 bits dans les serveurs). Sur le Core i7, Intel travaille en 40 bits (1 To). Notons enfin que la mémoire virtuelle est gérée en 48 bits (256 To).

En dehors du fait qu'un Windows 64 bits nécessite des pilotes 64 bits, la principale limitation vient du fait que l'OS n'exécute pas les programmes 16 bits (qui date généralement de Windows 3.11) et que les programmes 32 bits sont exécutés dans une couche de compatibilité qui peut, dans de rares cas, poser des problèmes.

## **Le voltage**

Jusqu'au 486DX2, les processeurs ont fonctionné en 5V. Mais pour les 486DX4 et les Pentiums dès 75Mhz, cette valeur est descendue jusqu'à 1,8V. Ce choix a été motivé par 2 raisons, diminuer le dégagement de chaleur lié à des fréquences élevées et l'économie d'énergie.

Le problème principal posé par la réduction de tension est l'augmentation de la sensibilité aux parasites. Certains constructeurs dotent leurs processeurs d'une double tension. Celle du coeur du CPU, consommant environ 90% de l'énergie, est abaissée au maximum, alors que celle des ports I/O, plus sensible aux perturbations, est maintenue légèrement plus élevée.



## La fréquence

La fréquence est l'élément déterminant de la vitesse de ce composant. Celle-ci est exprimée en MégaHertz (Mhz), soit en million de cycles à la seconde, ou GigaHertz (GHz), milliards de cycles par seconde. Il faut savoir qu'une opération unique effectuée par l'utilisateur peut correspondre à de nombreux cycles pour le processeur. Mais, plus la fréquence sera élevée, plus le processeur réagira vite. C'est pour cette raison que des processeurs 486DX4 100Mhz dépassaient des Pentium 60Mhz à configuration identique.

## Le coprocesseur (ou FPU)

Jusqu'au 386, toutes les instructions étaient prises en charge par le processeur, mais on pouvait installer un coprocesseur externe.

D'apparence semblable au processeur, son rôle était de prendre en charge toutes les instructions à virgule flottante (floating point) déchargeant ainsi le processeur et augmentant la vitesse générale du PC. Son nom finissait toujours par un 7, ainsi un 386 40Mhz utilisait un coprocesseur 387 40Mhz. Depuis le Pentium, le coprocesseur est intégré au processeur. Il l'est également chez les autres constructeurs.

### 1.2.6 Composition du processeur

En fait, un processeur n'est pas un bloc unique, mais un assemblage de blocs de transistors que l'on nomme unités. On peut les regrouper en 3 catégories:

#### - Unité(s) de mémoire cache.

1 - Cache de niveau 1 ou cache L1 (Level 1)

Cette mémoire cache est divisée en deux parties égales : l'une pour les instructions, l'autre pour les données. Sa taille est actuellement comprise entre 32 Ko et 128 Ko (par cœur) en fonction du processeur. Elle permet de stocker les instructions et les données les plus souvent utilisées. Cette mémoire cache est beaucoup plus rapide que la mémoire vive, puisqu'elle a l'avantage d'être accédée à la même fréquence que le processeur

2 - Cache de niveau 2 ou cache L2 (Level 2)

C'est une extension du cache L1. Tous les processeurs récents disposent d'un cache L2 intégré. Sa taille est actuellement comprise entre 128 Ko et 512 Ko (par cœur) en fonction du processeur.

3 - Cache de niveau 3 ou cache L3 (Level 3)

Ce type de cache n'est pas généralisé (coût élevé). Sa taille est actuellement comprise entre 1 Mo et 12 Mo en fonction du processeur, mais cette valeur va augmenter.

Exemple : Intel Core i7 990X 6 cœurs : L1 : 6X64 Ko / L2 : 6X256 Ko / L3 : 12 Mo

#### - Unité de contrôle (ou séquenceur)

Elle s'occupe du décodage des instructions, de la synchronisation des éléments du processeur, de l'initialisation des registres au démarrage et de la gestion des interruptions.

#### - Unités de calcul

(Il y en a 3 familles actuellement, un processeur peut posséder une ou plusieurs unités de chaque type)

1 - L'unité Arithmétique (ou A.L.U Arithmetic Logical Unit).

Elle est chargée d'effectuer des opérations (sommés, additions, ...) sur des nombres réels entiers.

2 - L'unité de calcul flottant (ou F.P.U Floating Point Unit).



A l'origine, c'était un processeur indépendant, série des 80287 et 80387 (coprocesseurs mathématiques).

Elle est chargée d'effectuer des opérations complexes (sommations, additions, racines carrées, sinus ...) non seulement sur des nombres réels entiers mais aussi sur des nombres réels à virgule (calculs en virgules flottantes).

3 - L'unité multimédia.

Il n'y a pas de standardisation : MMX, 3D Now, K.N.I, .... Ces instructions ont pour fonction d'optimiser les programmes multimédia (son, animations, 3D).

- une unité de commande et un décodeur d'instructions assurant le séquençage d'opérations élémentaires provenant de la mémoire (dont l'adresse physique est calculée par les unités de pagination et de segmentation);
- des registres permettant de gérer les adresses mémoire et de conserver les résultats des instructions;
- des bus assurant la communication entre les divers éléments de l'unité centrale et l'extérieur (mémoire centrale, organes d'entrée- sortie).

Un processeur possède trois types de bus :

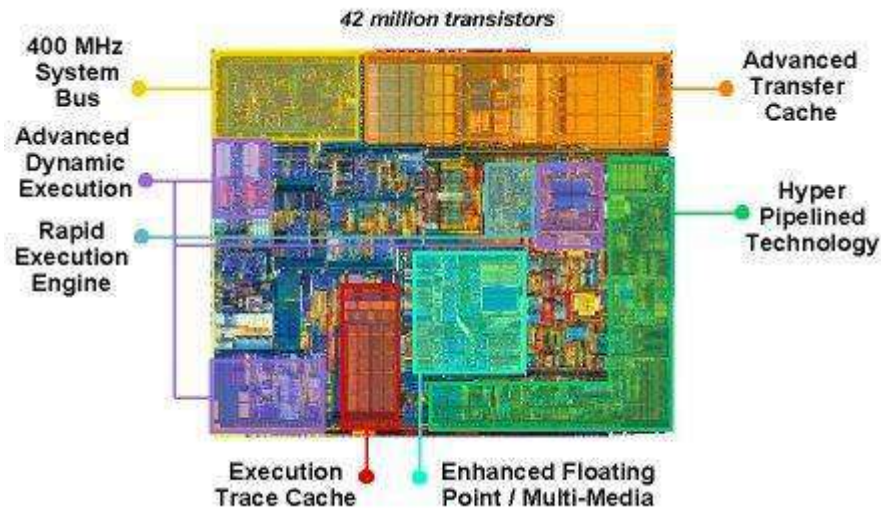
- \* un bus de données, qui définit la taille des données manipulables (indépendamment de la taille des registres internes) ;
- \* un bus d'adresse qui définit le nombre de cases mémoire accessibles ;
- \* un bus de contrôle qui définit la gestion du processeur IRQ, RESET etc.

Un processeur est défini par :

- \* la largeur de ses registres internes de manipulation de données (8, 16, 32, 64, 128) bits ;
- \* la cadence de son horloge exprimée en MHz (mega hertz) ou GHz (giga hertz) ;
- \* le nombre de noyaux de calcul (core) ;
- \* son jeu d'instructions (ISA en anglais, Instruction Set Architecture) dépendant de la famille (CISC, RISC, etc) ;
- \* sa finesse de gravure exprimée en nm (nanomètres) et sa microarchitecture.

Mais ce qui caractérise principalement un processeur est la famille à laquelle il appartient :

- \* CISC (Complex Instruction Set Computer : choix d'instructions aussi proches que possible d'un langage de haut niveau) ;
- \* RISC (Reduced Instruction Set Computer : choix d'instructions plus simples et d'une structure permettant une exécution très rapide) ;
- \* VLIW (Very Long Instruction Word) ;
- \* DSP (Digital Signal Processor). Même si cette dernière famille (DSP) est relativement spécifique. En effet un processeur est un composant programmable et est donc a priori capable de réaliser tout type de programme. Toutefois, dans un souci d'optimisation, des processeurs spécialisés sont conçus et adaptés à certains types de calculs (3D, son, etc.). Les DSP sont des processeurs spécialisés pour les calculs liés au traitement de signaux.



## Les registres

Lorsque le processeur traite des données ou exécute des instructions, il stocke temporairement les données dans de petites mémoires très rapides de 8, 16 ou 32Ko que l'on appelle registres. Suivant le type de processeur le nombre de registres peut varier entre une dizaine et plusieurs centaines.

On trouve des registres spécialisés et des registres généraux.

Les registres spécialisés sont le compteur ordinal, le pointeur de pile et des registres offrant chacun une fonction typique, comme le registre instruction.

Les registres généraux sont des registres qui stockent aussi bien des résultats de traitement que des variables locales (des données) nécessaires aux programmes.

Leur rôle est de répondre très rapidement à une demande de donnée nécessaire au processeur.

La plupart du temps les registres généraux sont totalement banalisés et sont interchangeable sans incidence sur les performances.

Bien que les registres généraux soient interchangeables, il est fréquent que le système d'exploitation ou le compilateur adopte une certaine convention sur leur utilisation. Par exemple, certains registres contiennent les paramètres nécessaires aux appels de procédure et d'autres peuvent être utilisés comme registres de travail (scratch registers).

Les registres les plus importants sont :

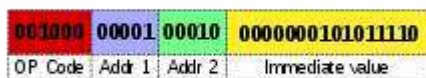
- le registre accumulateur: il permet de stocker les résultats des opérations arithmétiques et logiques
- le registre d'état: il permet de stocker les indicateurs
- le registre instruction: il contient l'instruction en cours de traitement
- le compteur ordinal: il contient l'adresse de la prochaine instruction à traiter
- le registre tampon: il permet de stocker temporairement une donnée provenant de la mémoire
- le registre d'index : il permet un adressage relatif dans une zone mémoire
- le registre pointeur : il assure la gestion des piles



## Les opérations du processeur

- Le rôle fondamental de la plupart des unités centrales de traitement est d'exécuter une série d'instructions stockées appelées "programme".
- Les instructions et les données transmises au processeur sont exprimées en code machine. Le séquenceur ordonne la lecture du contenu de la mémoire et la constitution des mots présentés à l'ALU qui les interprète.
- L'ensemble des instructions et des données constitue un programme.
- Le langage le plus proche du code machine tout en restant lisible par des humains est l'assembleur (assemble). Toutefois, l'informatique a développé toute une série de langages de haut niveau (BASIC, Pascal, C, C++, Fortran, etc), destinés à simplifier l'écriture des programmes.
- Les opérations décrites ici sont conformes à l'architecture de von Neumann. Le programme est représenté par une série d'instructions qui réalisent des opérations en liaison avec la mémoire vive de l'ordinateur. Il y a quatre étapes que presque toutes les architectures von Neumann utilisent : fetch - recherche de l'instruction ;
- decode - décodage de l'instruction (opération et opérandes) ;
- execute - exécution de l'opération ;
- writeback - écriture du résultat.

### MIPS32 Add Immediate Instruction



Equivalent mnemonic: **addi \$r1, \$r2, 350**

Le diagramme montre comment une instruction de MIPS32 est décodée.

La première étape, FETCH (recherche), consiste à rechercher une instruction dans la mémoire vive. L'emplacement dans la mémoire est déterminé par le compteur de programme (PC), qui stocke l'adresse de la prochaine instruction dans la mémoire de programme. Après qu'une instruction a été recherchée, le PC est incrémenté par la longueur du mot d'instruction. Dans le cas de mot de longueur constante simple, c'est toujours le même nombre. Par exemple, un mot de 32 bits de longueur constante qui emploie des mots de 8 bits de mémoire incrémenterait toujours le PC par 4 (excepté dans le cas des sauts).

Le jeu d'instructions qui emploie des instructions de longueurs variables comme l'x86, incrémentent le PC par le nombre de mots de mémoire correspondant à la dernière longueur d'instruction. En outre, dans des unités centrales de traitement plus complexes, l'incrémentation du PC ne se produit pas nécessairement à la fin de l'exécution d'instruction. C'est particulièrement le cas dans des architectures fortement parallélisées et superscalaires. Souvent, la recherche de l'instruction doit être opérée dans des mémoires lentes, ralentissant l'unité centrale de traitement qui attend l'instruction. Cette question est en grande partie résolue par l'utilisation de caches et d'architectures pipelinées.

L'instruction que le processeur recherche en mémoire est utilisée pour déterminer ce que le CPU doit faire. Dans l'étape DECODE (décodage), l'instruction est découpée en plusieurs parties telles qu'elles puissent être utilisées par d'autres parties du processeur. La façon dont la valeur de l'instruction est interprétée est définie par le jeu d'instructions (ISA) du processeur. Souvent, une partie d'une instruction, appelée opcode (code d'opération), indique quelle opération est à faire, par exemple une addition. Les parties restantes de l'instruction comportent habituellement les autres informations nécessaires à l'exécution de l'instruction comme par exemples les opérandes de l'addition.



Après les étapes de recherche et de décodage arrive l'étape EXECUTE (exécution) de l'instruction. Au cours de cette étape, différentes parties du processeur sont mises en relation pour réaliser l'opération souhaitée. Par exemple, pour une addition, l'unité arithmétique et logique (ALU) sera connectée à des entrées et des sorties. Les entrées présentent les nombres à additionner et les sorties contiennent la somme finale. L'ALU contient la circuiterie pour réaliser des opérations d'arithmétique et de logique simples sur les entrées (addition, opération sur les bits).

La dernière étape WRITEBACK (écriture du résultat), écrit les résultats de l'étape d'exécution dans un registre interne au processeur pour bénéficier de temps d'accès très courts pour les instructions suivantes. Dans d'autres cas, les résultats sont écrits plus lentement dans des mémoires RAM, donc à moindre coût et acceptant des codages de nombres plus grands.

Certains types d'instructions manipulent le compteur de programme plutôt que de produire directement des données de résultat. Ces instructions sont appelées des sauts (jumps) et permettent de réaliser des boucles (loops), des programmes à exécution conditionnelle ou des fonctions (sous-programmes) dans des programmes. Beaucoup d'instructions servent aussi à changer l'état de drapeaux (flags) dans un registre d'état. Ces états peuvent être utilisés pour conditionner le comportement d'un programme, puisqu'ils indiquent souvent la fin d'exécution de différentes opérations. Par exemple, une instruction de comparaison entre deux nombres va positionner un drapeau dans un registre d'état suivant le résultat de la comparaison. Ce drapeau peut alors être réutilisé par une instruction de saut pour poursuivre le déroulement du programme.

Après l'exécution de l'instruction et l'écriture des résultats, tout le processus se répète, le prochain cycle d'instructions recherche la séquence d'instruction suivante puisque le compteur de programme avait été incrémenté. Si l'instruction précédente était un saut, c'est l'adresse de destination du saut qui est enregistrée dans le compteur de programme. Dans des processeurs plus complexes, plusieurs instructions peuvent être recherchées, décodées et exécutées simultanément, on parle alors d'architecture pipeline, aujourd'hui communément utilisée dans les équipements électroniques.

## Identifications d'un processeur

Les processeurs sont marqués selon des codes propres aux fabricants mais qui permettent de connaître certaines de leurs caractéristiques. L'exemple ci-dessous concerne AMD.



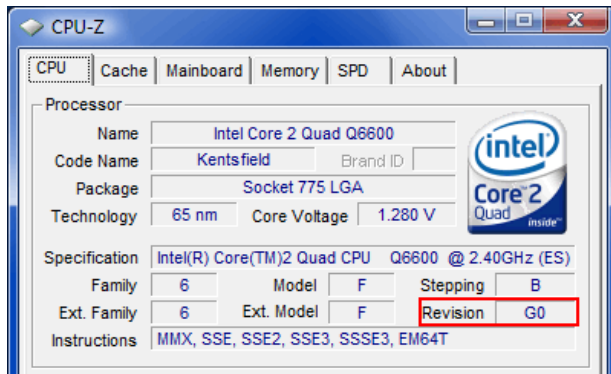
- A: pour Athlon
- X: signifie qu'il est gravé en 0.18μ.
- 1900: p-rating du processeur.
- D: package est en matière organique.
- M: voltage du core par défaut est 1.75V.
- T: température maximale du core soit ici 90°C.
- 3: taille du cache L2 ici: 512Ko.
- C: vitesse du FSB ici 133 Mhz.
- AGKGA 0141 SPLW: stepping (série du processeur)

-1999: année de fabrication.

Le Performance Rating ou PR est un système utilisé depuis 1996 par Advanced Micro Devices (AMD), pour affirmer que leurs processeurs sont aussi rapides (ou plus) qu'un processeur Intel de gamme correspondante



## Le stepping



Aucun design de processeur n'est parfait et des améliorations (révisions) y seront apportées à de nombreuses reprises, tant pour corriger des bugs que pour augmenter les performances.

Les steppings se composent d'une lettre et d'un chiffre. Ils représentent la version du processeur et l'évolution relative au premier processeur de la gamme.

La première version d'une nouvelle série de processeurs est donc le stepping A-0 (rarement

mise en vente). Ensuite, quand des améliorations ont été apportées au processeur, on change cette dénomination. Des améliorations de détail vont être nommées A-1, puis A-2 .... Quand des changements plus fondamentaux apparaîtront dans la structure du processeur, la lettre changera, et on aura B-0, puis B-1 ...

Parfois, il arrive qu'un changement de stepping permette de lancer un nouveau modèle au sein d'une gamme précise.

Le stepping est une dénomination Intel, AMD parle aussi de "revision numbers".

## Les processeurs asynchrones

Les processeurs asynchrones sont des processeurs sans horloge, et sont les successeurs des processeurs autosynchrones. À l'heure actuelle ils restent à l'état théorique. Ils sont constitués de plusieurs cœurs à fonctionnement indépendant. Chaque cœur du processeur se met en route lorsqu'il le peut, c'est-à-dire lorsqu'il a des données ainsi que des instructions à traiter, et qu'il est disponible, sans attendre l'impulsion de l'horloge, inexistante.

Un tel processeur est conçu en de nombreux éléments (les cœurs) distincts et indépendants. Cela implique une programmation et une conception très différente de la programmation actuelle.

La grande différence avec les processeurs synchrones est qu'ils ne sont pas cadencés par une horloge. Ils fonctionnent ainsi aussi vite que le support physique le leur permet, ou ne fonctionnent pas du tout, ou qu'en partie, si cela n'est pas nécessaire. Ils cumulent à la fois un intérêt de vitesse de traitement, mais aussi d'économie d'énergie.

## Les limites des fils électriques

L'accroissement de capacité des puces et la miniaturisation des circuits posent le problème que les fils électriques en cuivre qui connectent les puces ne peuvent plus suivre le rythme. Ils vont atteindre leur limite physique et ne vont plus assurer un débit suffisant.

Une solution envisagée est d'utiliser une communication *via* des électrons dans un semi-conducteur. Dans les dispositifs électroniques classiques, des vecteurs de charge électrique - les électrons - sont transportés dans un semi-conducteur tel que le silicium.

Le projet a pour but de créer un dispositif n'excédant pas une longueur de 100 nanomètres, dans lequel l'énergie serait générée par une oscillation de long en large des électrons dans un champ magnétique.



Ces électrons soumis à un champ magnétique émettent des micro-ondes (IESR Inverse Electron Spin Resonance). Ces ondes permettent de diffuser des signaux entre des composants sans utiliser de fils. Ce système devrait supporter des débits jusqu'à 500 fois supérieurs aux connexions filaires actuelles.

→ les composants Wi-Fi sont beaucoup trop volumineux pour être utilisés dans ce cas

## L'architecture ARM

Les architectures ARM (Advanced Risc Machine) sont des architectures RISC 32 bits. Ces processeurs sont fabriqués sous licence par un grand nombre de fabricants car ARM vend seulement les licences de ses processeurs.

- ❖ architecture relativement plus simple que d'autres processeurs
- ❖ faible consommation
- ❖ téléphonie mobile et tablettes
- ❖ pipelines

## Technologies embarquées

\* MMU (Memory Management Unit) : Gestionnaire de mémoire permettant d'avoir une sécurité accrue (uniquement présente sur l'ARM710 et les ARM9). La MMU permet l'adressage virtuel de la mémoire, elle est nécessaire pour faire fonctionner certains systèmes d'exploitation comme Windows CE ou la plupart des Linux

\* MPU (Memory Protection Unit) : Protection de la mémoire, faisant partie du MMU, donc protection simplifiée

\* DSP : composant électronique optimisé pour les calculs. Son application principale est le traitement du signal numérique (filtrage, extraction de signaux, etc.)

\* FPU : Unité de calcul sur les nombres flottants

\* Jazelle : Optimisation pour Java, en particulier pour limiter l'empreinte mémoire de la machine virtuelle. Jazelle est une JVM (java virtual machine) câblée en dur dans le processeur

\* Thumb : Codage d'instructions sur 16 bits (au lieu de 32 bits) permettant un gain de mémoire important

Les architectures ARM devraient apparaître sur des *System on Chip* (SoC) (systèmes sur puce), systèmes complets embarqués sur une puce unique (mémoire, microprocesseurs, périphériques composant, ...)

**!!!!!!!!!!!!!! un processeur ARM n'est pas compatible X86 (c-à-d n'est pas compatible avec le jeu d'instructions de l'Intel 8086, c-à-d n'est pas capable d'exécuter les applications du monde pc)**

## 1.2.7 Refroidissement du processeur

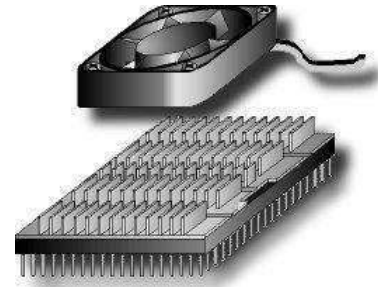
Le processeur doit toujours être parfaitement ventilé et refroidi. S'il surchauffe, il peut endommager la carte-mère ou s'arrêter de façon intermittente, provoquant un arrêt général du système. Dans le pire des cas, le processeur peut physiquement se fendre. Le radiateur passif n'est qu'une plaque





métallique avec de nombreuses ailettes, servant à diffuser la chaleur. Ce système, économique et silencieux, n'est efficace qu'avec des machines chauffant peu et offrant une bonne circulation d'air.

Le ventilateur actif peut soit utiliser un connecteur électrique, soit se brancher directement sur la carte-mère. En ce cas, il sera souvent possible d'adapter sa vitesse de rotation en fonction de la température dégagée par le



processeur et *via* un contrôle logiciel.

Ces deux systèmes sont collés ou fixés au moyen de pattes sur le processeur. Afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles il est conseillé d'ajouter de la pâte thermique entre le CPU et le système de refroidissement. Cela aura pour effet d'améliorer la surface de contact entre ces deux éléments.

## Refroidissement logiciel du processeur

Tous les processeurs récents intègrent des fonctions de « mise en sommeil », « d'activité ralentie » ou en « pas à pas ». Il s'agit de modes de fonctionnement dont le but premier est d'économiser l'énergie quand le processeur travaille peu ou pas. A l'origine, ces systèmes ont été mis au point pour augmenter l'autonomie des ordinateurs portables.

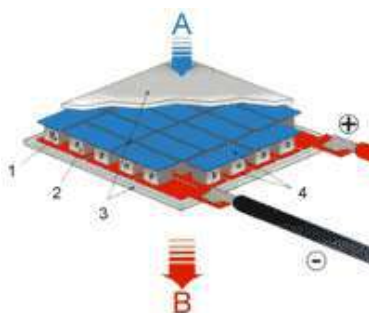
Ces modes de travail processeur ont été récupérés pour adapter la consommation électrique, et donc la température du CPU, à la charge de travail qu'on lui demande. Schématiquement, ces utilitaires spéciaux (Waterfall, Rain, CPUIdle, etc.), envoient à un rythme plus ou moins soutenu des instructions mettant au « ralenti » le processeur. Là où cela devient intéressant, c'est s'ils sont associés à un pc dont la carte mère dispose d'une sonde de t° processeur et d'un contrôle du ventilateur du processeur.

Avec ce type de configuration (et Waterfall Pro par exemple), on peut fixer une température de fonctionnement maximale du processeur et faire que le « refroidissement logiciel » s'active et se coupe aux bons moments. On obtient alors une régulation dynamique de la température CPU. Les dernières évolutions de ce type de logiciel permettent de forcer le processeur à travailler à un pourcentage de charge inférieur à son maximum (valeur choisie par l'utilisateur).

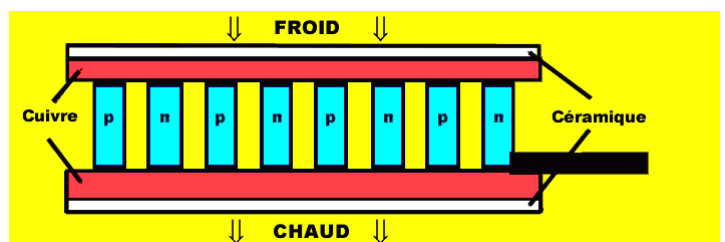
Auquel cas, même si on utilise des applications lourdes en calcul, on perdra un peu de puissance, mais on ne mettra pas la puce en surchauffe. Cela peut être utile dans des conditions de fonctionnement « limite » (température externe élevée ou refroidissement insuffisant).

De tels procédés n'enlèvent pas le besoin d'un ensemble radiateur/ventilateur efficace.

## Plaque à effet Peltier



On la place entre le processeur et le ventilateur, à la place du radiateur passif.



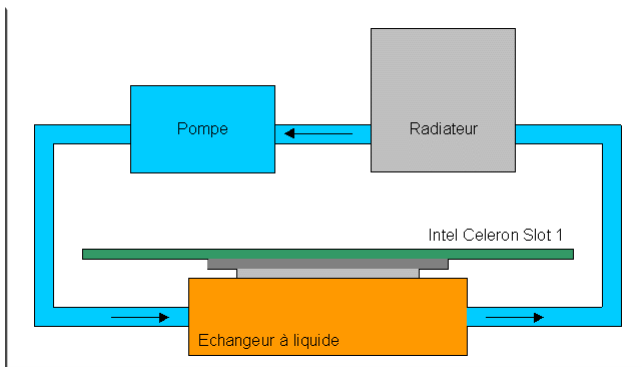
L'effet Peltier (aussi appelé effet thermoélectrique) est un



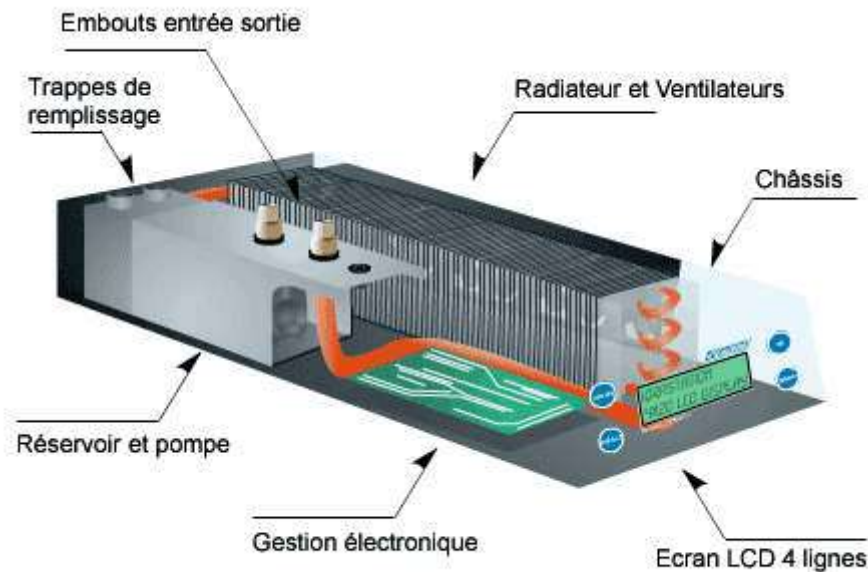
phénomène physique de déplacement de chaleur en présence d'un courant électrique. L'effet se produit dans des matériaux conducteurs de natures différentes liés par des jonctions (contacts). L'un des métaux se refroidit, pendant que l'autre se réchauffe. La plaque se présente comme une batterie d'éléments plats en tellure de bismuth qui, quand ils sont traversés par un courant électrique, transfèrent des calories d'une face froide (jusqu'à  $-75^{\circ}$ ) vers une face chaude (jusqu'à  $80^{\circ}$ ) par création d'un flux d'électrons.

Ainsi, le ventilateur, se trouvant du côté chaud, n'a plus qu'à dissiper la chaleur concentrée d'un seul côté de la plaque.

## Le refroidissement par liquide



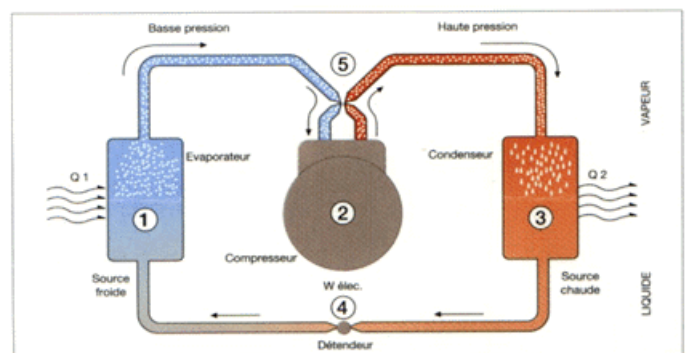
Utilise le même principe que le circuit de refroidissement d'un moteur de voiture. Un liquide caloporteur transite dans un circuit et va absorber les calories au niveau d'un échangeur collé au processeur. Ensuite, ces calories sont dissipées à l'extérieur du pc par un radiateur dont le tirage peut être forcé par un ventilateur. Une pompe entraîne le liquide dans le circuit fermé.



## Le refroidissement à Gaz

Ce système de refroidissement de processeur est inspiré des systèmes de refroidissement à eau mais le fluide caloporteur est un gaz.

L'efficacité de ce système est nettement supérieure à celle des refroidissements par air forcé ou même par liquide et permet de





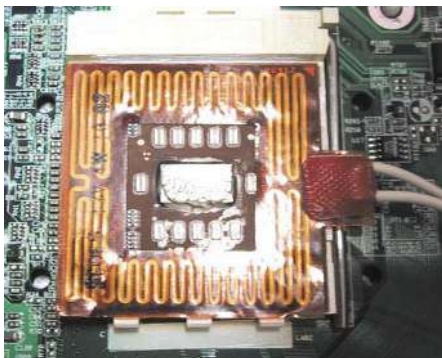
maintenir la surface du processeur à une température de l'ordre de 20°C sous zéro.

Le système comprend un évaporateur, qui sera mis en contact étroit avec le processeur, où il collectera les calories dans le gaz. Ce dernier sera ensuite envoyé vers le compresseur où il sera comprimé jusqu'à son point de condensation. Ensuite les calories transportées seront échangées avec l'air ambiant. Exactement comme un frigo.

Le cycle de refroidissement se compose de 4 étapes : compression, condensation, dépression et évaporation.

- Compresseur
- Le gaz réfrigérant réchauffé est aspiré de l'évaporateur dans le compresseur, où la pression est augmentée jusqu'à ce que le gaz se condense, afin que le changement de phase se produise.
- Condenseur
- La chaleur emmagasinée par l'évaporateur ainsi que celle créée par la compression est dissipée par le condenseur, aidé par un ventilateur, le gaz est maintenant à l'état liquide.
- Capillaire
- Afin que le gaz réfrigérant s'évapore, il est nécessaire d'en abaisser la pression. En utilisant un capillaire, on obtient cette chute de pression avant que le gaz n'arrive à l'évaporateur.
- Evaporateur
- L'évaporateur transfère la chaleur du CPU vers le gaz réfrigérant qui passe de l'état liquide à l'état gazeux.

Evaporateur



Système d'échange



## Le refroidissement par azote liquide

Variante ultime du refroidissement par gaz et qui utilise l'azote liquide comme fluide caloporteur. Sa température (point d'ébullition à -196°C) assure un refroidissement optimal. Ce système est destiné aux utilisations extrêmes (Kryotech). C'est le seul système de refroidissement avec perte (il faut régulièrement recharger en azote liquide).

## Le caloduc

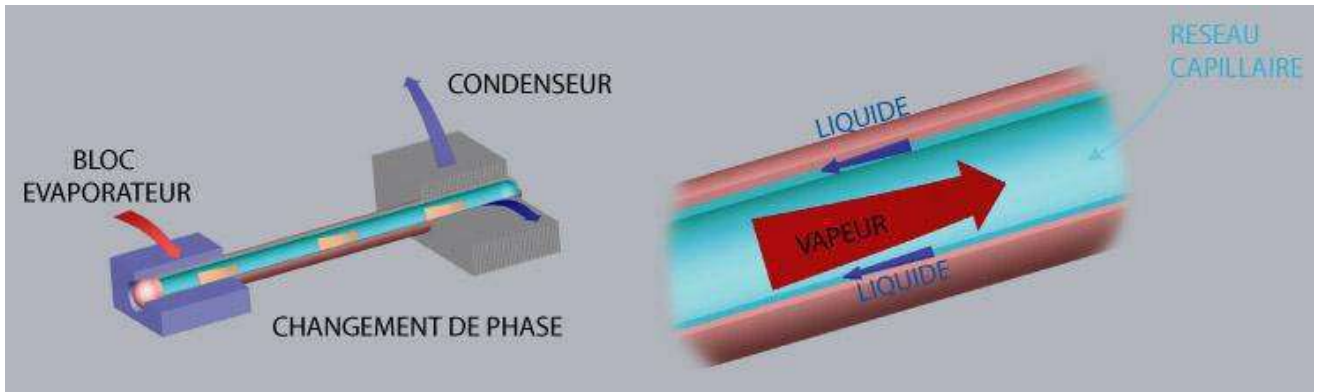
Caloduc, du latin calor « chaleur » et de ductus « conduite », désigne des éléments conducteurs de chaleur. Aussi appelé heatpipe (signifiant littéralement « tuyau de chaleur »), un caloduc est destiné à transporter la chaleur grâce au principe du transfert thermique par transition de phase d'un fluide



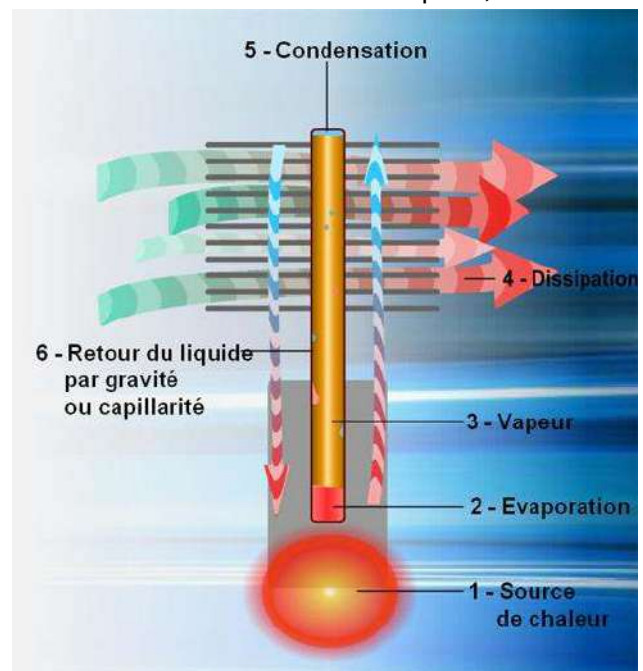
(chaleur latente).

## Principe de base

Un caloduc se présente sous la forme d'une enceinte hermétique qui renferme un fluide en équilibre avec sa phase gazeuse et sa phase liquide, en absence de tout autre gaz.



À un bout du caloduc, celui près de l'élément à refroidir, le liquide chauffe et se vaporise en emmagasinant de l'énergie provenant de la chaleur émise par cet élément. Ce gaz remonte alors le caloduc jusqu'à arriver près d'un radiateur par exemple (ou d'un autre système de refroidissement) où il sera refroidi, jusqu'à ce qu'il se condense pour redevenir à nouveau un liquide, et céder de l'énergie à l'air ambiant sous forme de chaleur.



Le liquide doit alors retourner à son point de départ, mais la gravité n'est pas toujours utilisable (par exemple à cause de la position du caloduc), et on préfère utiliser la capillarité. Pour cela on fait notamment appel à des structures composées de mailles (screen mesh wicks) ou de poudres métalliques frittées. Il est également possible de réaliser des rainures à l'intérieur du tube constituant le caloduc. Une manière d'améliorer la vitesse et la force de capillarité des caloducs sur de courtes distances est l'utilisation de mousse métallique.

Lorsqu'ils sont correctement dimensionnés, les caloducs offrent une conductivité thermique bien plus élevée que les métaux usuels (cuivre et aluminium), ce qui les rend supérieur à la simple conduction. Dans certains cas favorables, ils permettent de se passer de ventilation.



## 1.2.8 L'architecture super scalaire

Un processeur est dit superscalaire s'il est capable d'exécuter plusieurs instructions simultanément, chacune dans un pipeline différent.

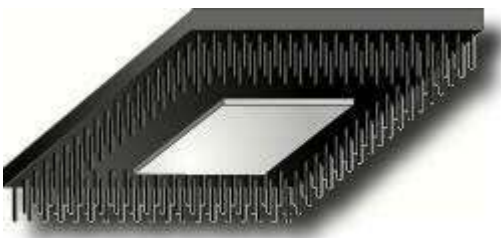
Cette architecture n'est raisonnable que si le processeur contient plusieurs unités de calcul.

Un processeur superscalaire de degré N sera capable de produire N instructions par cycle d'horloge.

La technologie des threads constitue un prolongement logique à cette architecture. Les processeurs à cœurs multiples en sont l'aboutissement.

## 1.2.9 Les fixations des processeurs

Les systèmes destinés à fixer les processeurs sur la carte mère ont évolué. Des processeurs soudés directement sur les cartes des premiers pc's, ont est passé aux supports soudés garnis de processeurs enfichés, ensuite aux sockets Zif, aux cartouches et aux sockets T.



**PPGA** (Plastic Pin Grid Array). Ce modèle, muni de broches, s'enfonce dans un support perforé ou ZIF (Zero Insertion Force).



**PQFP** (Plastic Quad Flat Pack), soudé sur la carte mère (obsolète)



**PLCC** (Plastic Lead Chip Carrier), inséré dans un compartiment récepteur (obsolète)

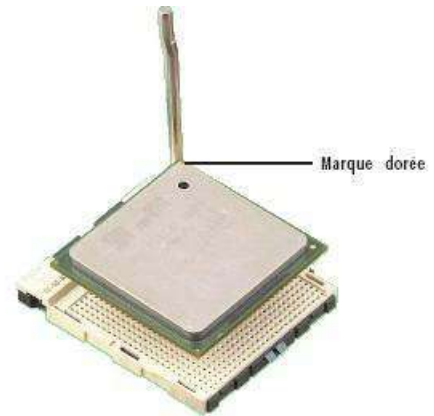
Le support **TCP** (Tape Carrier Package) est une forme de processeur développé spécifiquement pour les portables. Le processeur est enveloppé d'un simple film, pour une épaisseur totale de 1mm et un poids d'environ 1 gramme. Le silicium est soudé à un matériau thermo-conducteur. La chaleur est conduite par les plots de soudure sous la carte mère. Ainsi, il n'est plus nécessaire de le refroidir avec un ventilateur et le dégagement de chaleur sur sa face supérieure est très faible. Le Mobile Pentium d'Intel fut, par exemple, disponible dans ce format.

## ZIF

La mise en place d'un processeur doit se faire avec de grandes précautions. Il faut superposer le détrompeur du processeur (un coin tronqué ou un point de couleur) sur celui du support. Sur les



machines antérieures au Pentium, le support **LIF** (Low Insertion Force) était couramment utilisé. Ce dernier n'est en fait qu'une base perforée où le processeur devait être inséré de force. Il fallait éviter à tout prix de plier les broches qui pouvaient casser. On pouvait alors soit utiliser un extracteur ou faire levier doucement avec un tournevis. Le support **ZIF** (Zéro Insertion Force) est constitué d'un socle plastique et d'un levier. Lorsque ce dernier est levé, le processeur n'est plus maintenu et peut être extrait sans effort, d'où son nom.



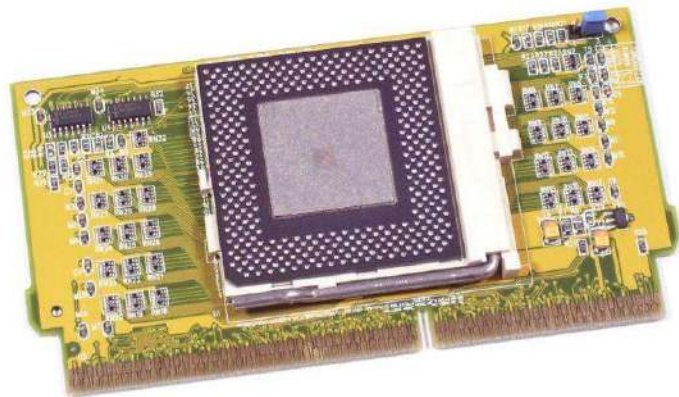
## Slot



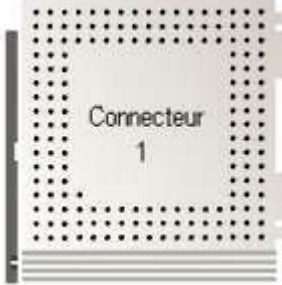


Le socket Slot 1 aussi appelé SEPP (Single Edge Processor package) est un socket destiné aux processeurs Intel. La particularité de ce socket est qu'il est sous forme de cartouches, avec un connecteur physique sur la carte mère semblable à celle d'un port PCI.

Les processeurs ayant utilisé ce type de slot sont les Pentium II, les premiers Pentium III et les Intel Celeron.



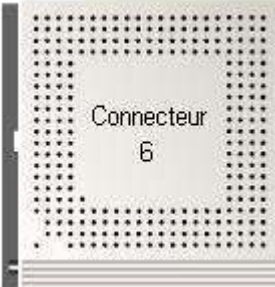

Le Slot 1 est physiquement identique au Slot A de AMD, mais incompatible du fait de câblages logiques différents.





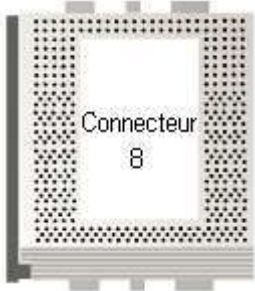
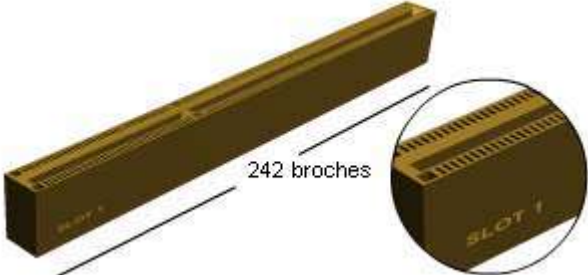
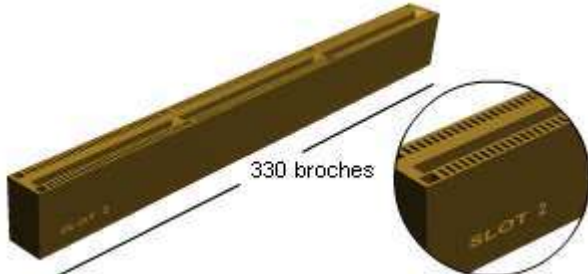
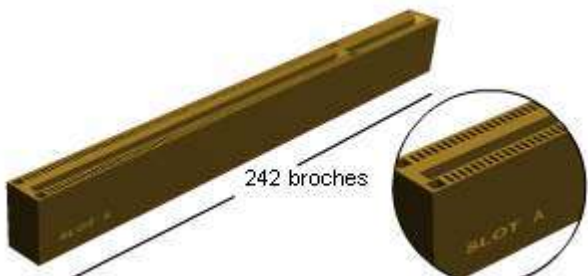

Connecteurs et logements CPU	Unité centrale
	<p><b><u>Connecteur 1</u></b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>486SX/SX2</p> <p>DX</p> <p>DX2</p> <p>Overdrive DX4</p> <p><b>AMD:</b></p> <p>AM486DX4-100 ou 120</p> <p>Am5x86</p>
	<p><b><u>Connecteur 2</u></b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>486SX</p> <p>SX2</p> <p>DX</p> <p>DX2</p> <p>DX4</p> <p>Mise à niveau du Pentium Overdrive</p> <p><b>AMD:</b></p> <p>Am486DX4-100 ou 120</p> <p>Am5x86</p>
	<p><b><u>Connecteur 3</u></b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>486SX</p> <p>SX2</p> <p>DX</p> <p>DX2</p> <p>DX4</p> <p>Mise à niveau du Pentium Overdrive</p> <p><b>AMD:</b></p> <p>Am486DX4-100 ou 120</p> <p>Am5x86</p>



	<p><b><u>Connecteur 4</u></b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>Pentium 60/66</p> <p>Pentium Overdrive 120/133</p>
	<p><b><u>Connecteur 5</u></b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>Pentium 75-200</p> <p>Mise à niveau du Pentium Overdrive</p> <p><b>AMD:</b></p> <p>K5 series</p>
	<p><b><u>Connecteur 6</u></b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>486DX4</p> <p>Mise à niveau du Pentium Overdrive</p>
	<p><b><u>Connecteur 7</u></b></p> <p><b>Intel :</b></p> <p>Pentium (6-MHz-200MHz)</p> <p>Pentium MMX (133MHz-300MHz)</p> <p><b>AMD:</b></p> <p>K5 series (75MHz-116MHz)</p> <p>K6 166-300</p> <p>K6-II 266 MHz-550</p> <p><b>Cyrix:</b></p> <p>Cyrix 6x86</p> <p>MII Cyrix 233-300</p>

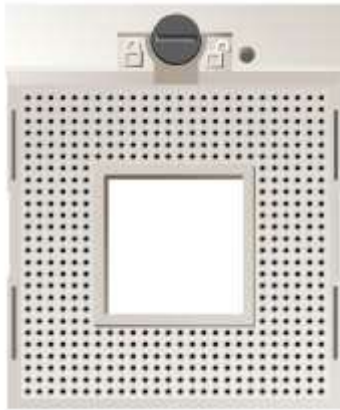




	<p><b>Connecteur 8</b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>Pentium Pro (150MHz-200MHz)</p>
	<p><b>Slot 1</b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>Celeron (266MHz-533MHz)</p> <p>Pentium II (233MHz-450MHz)</p> <p>Pentium III (450MHz-1.13GHz)</p>
	<p><b>Slot 2</b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>Pentium II Xeon (400MHz-450MHz)</p> <p>Pentium III Xeon (500MHz-1GHz)</p>
	<p><b>Slot A</b></p> <p><b>AMD:</b></p> <p>Athlon Classic 500MHz-1GHz</p> <p>Athlon "Thunderbird" 700MHz-1GHz</p>
	<p><b>Connecteur 370</b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>Celeron (266MHz-533MHz)</p> <p>Celeron II (533 MHz-766MHz)</p> <p>Pentium III (866MHz-1.4GHz)</p>



	<p><b><u>Socket A</u></b></p> <p><b>AMD:</b></p> <p>Athlon "Thunderbird" 600MHz-1.4GHz</p> <p>Athlon MP 1GHz, 1,2GHz, 1500+-2800+</p> <p>Athlon XP 1500+-3200+</p> <p>Duron 600MHz - 1,8GHz</p> <p>**Remarque : Le XP Athlon d'AMD et la plupart des CPU MP utilisent une échelle de rendement nominal comme numéro de modèle. Par exemple, la fréquence de l'horloge du CPU Athlon XP 1500+ est réellement de 1,33GHz. AMD déclare que le rendement nominal représente la façon dont le CPU se compare à la génération précédente des CPU "Thunderbird" d'Athlon. Un Athlon XP 3200+ aurait une performance similaire à une puce "Thunderbird" de 3,2GHz, bien que le XP 3200+ possède une fréquence d'horloge de 2,2GHz. Le "Thunderbird" Athlon XP arrête à 1,4GHz et ne présente pas les caractéristiques de performance qu'on retrouve dans les CPU du Athlon XP et MP.</p>
	<p><b><u>Connecteur 423</u></b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>Pentium IV 1,3GHz-2GHz</p>
	<p><b><u>Connecteur 478</u></b></p> <p><b>Intel:</b></p> <p>Pentium M (1.3GHz - 2.2GHz)</p> <p>Pentium IV Celeron 1,7GHz - 2,7GHz</p>

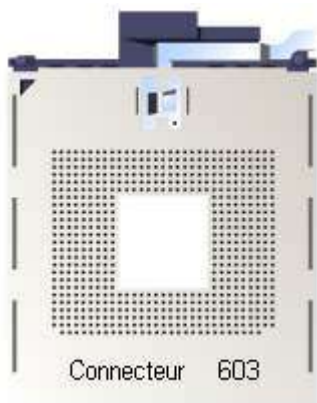


Socket 479

## **Connecteur 479**

**Intel:** Pentium IV 1,4GHz-3,4GHz

Note: Le Pentium M a été le seul processeur avec 479 pins. Un convertisseur peut être placé pour utiliser le Pentium M avec le socket 478 plus commun.



Connecteur 603

## **Connecteur 603**

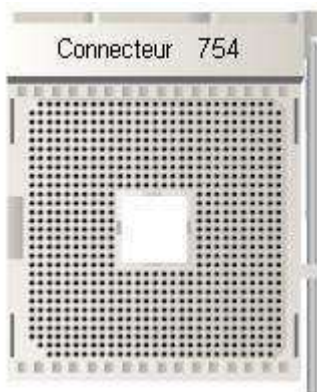
**Intel:** Xeon 1,4GHz-3,2GHz (Puce serveur basée sur Pentium IV)



Connecteur 604

## **Connecteur 604**

Pentium IV Xeon 2,0GHz-3,2GHz compatible avec les CPU du connecteur 603

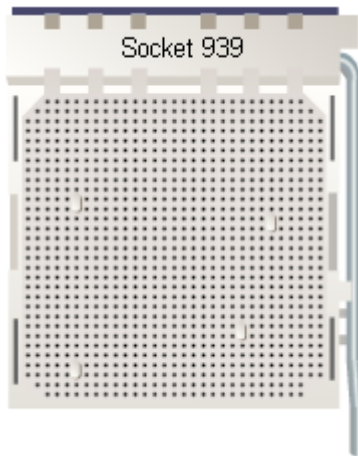


Connecteur 754

## **Connecteur 754**

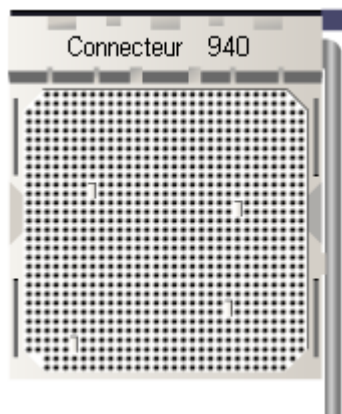
AMD Athlon 64 3200+, 3400+, 3700+

\*\*Remarque : Tout comme le Athlon XP et MP, le CPU 64 Athlon d'AMD utilise une échelle de rendement nominal comme numéro de modèle. Par exemple, la fréquence de l'horloge du CPU Athlon 64 3200+ est réellement de 2,0GHz.



## **Connecteur 939**

- AMD Athlon 64 3800+ (2.4GHz)
- AMD Athlon 64 FX-53 (2.4GHz)



## **Connecteur 940**

AMD Athlon 64 FX-51 (2,2GHz)  
AMD Athlon 64 FX-53 (2,4GHz)

\*\*Remarque : Le Athlon 64 FX d'AMD utilise un numéro de modèle au lieu d'un avis de signal d'horloge ou d'un rendement nominal courant.

AMD Opteron 140 - 150 (1,4GHz-2,4GHz)  
AMD Opteron 240 -250 (1,4GHz-2,4GHz)  
AMD Opteron 840 -850 (1,4GHz-2,4GHz)

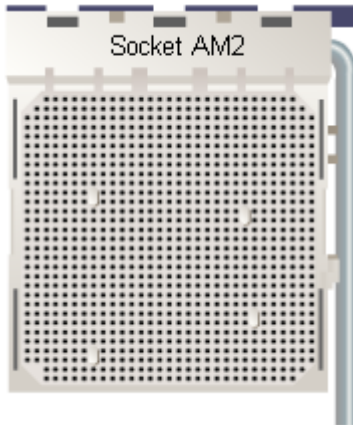
\*\*Remarque : Le Opteron d'AMD, un CPU conçu pour les serveurs, utilise un numéro de modèle au lieu d'un avis de signal d'horloge ou d'un rendement nominal courant. Le premier nombre dans le numéro de modèle représente les capacités multiprocesseur du CPU. Par exemple, un Opteron 140 peut seulement être utilisé comme système CPU simple, tandis qu'un Opteron 840 peut être utilisé avec un nombre de CPU allant jusqu'à huit.



## **Connecteur S1**

AMD Turion 64 X2 (1.6 - 2.2GHz)

Socket S1



Socket AM2

## Connecteur AM2

AMD Athlon 64 3200+, 3800+ (2GHz - 2.4GHz)  
AMD Athlon 64 X2 (2GHz - 2.6GHz)  
AMD Athlon 64 FX-62 (2.8GHz)  
AMD Sempron 2800+ (1.6GHz)



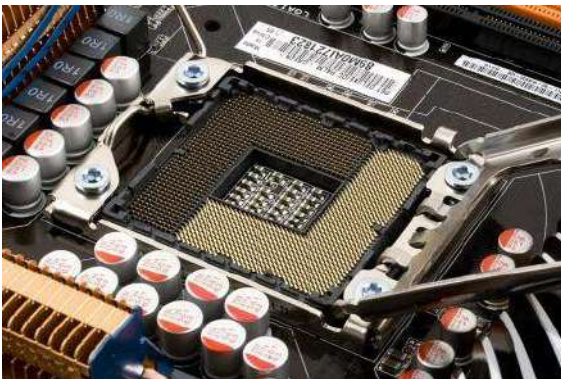
Intel LGA775

## LGA775

Pentium D Celeron (2.5GHz - 2.9GHz)  
Pentium D (2.8GHz - 3.6GHz)  
Pentium 4 (2.8GHz - 3.8GHz)  
Pentium 4 Extreme Edition (3.4GHz - 3.7GHz)  
Pentium Extreme Edition (3.2GHz - 3.7GHz)  
Core Duo (1GHz - 2.3GHz)  
Core 2 Duo (1.6GHz - 2.7GHz)  
Core 2 Duo Extreme (2.66GHz - 2.93GHz)

## Socket LGA2011

Successeur du LGA 1366, le LGA 2011 (pour ses 2011 points de contact) – aussi nommé Socket R - dispose de 645 broches supplémentaires utilisées par le GPU intégré mais aussi par le bus mémoire qui utilisera quatre canaux DDR3 au lieu de 3 avec le socket 1366.



Il est équipé du QuickPath Interconnect, ou QPI (anciennement CSI pour *common system interface*), bus développé par Intel dans le but de remplacer le bus système parallèle FSB. Le principal intérêt du bus QPI provient de sa topologie point à point : le bus connectant les processeurs au chipset n'est plus partagé. Similaire au bus Hyper Transport de AMD.



## 1.2.10 Les différents processeurs

- MHz - MégaHertz: 1 million d'Hertz.
- Hertz (mesure de fréquence) = 1 cycle/ seconde.
- Go: Giga-octet : 1 milliard d'octets (ou caractères).
- DX indique que ce processeur contient un coprocesseur de calcul intégré.
- La mémoire cache ou anté-mémoire est une mémoire-tampon très rapide permettant d'accélérer notablement les transferts de données entre processeur et mémoire.
- MIPS: millions d'instructions par seconde.

Nom	Constructeur	Année	Vitesse (MHz)	Nb transistors	Bits
8086	Intel	1979	8	10.000	16
80286	Intel	1984	12	30.000	16
80386SX	Intel	1986	16, 20, 25, 33	275.000	16 et 24
80386DX	Intel	1987	16, 20, 25	275.000	32
68030/40	Motorola			1.200.000	32
80486SX	Intel	1989	16, 25 et 33	1.200.000	32
80486DX2	Intel	1989	40,50, 66,100	1.200.000	32

### 1.2.10.1 Le Pentium

Contrairement à son prédécesseur, le Pentium dispose de deux unités de calcul en parallèle (architecture super scalaire) qui permet un traitement couplé pour la plupart des instructions simples. Deux instructions sont traitées simultanément dans un seul cycle. Les structures complexes, pour lesquelles un 486 avait besoin de 11 cycles sont traitées par le Pentium en 5 cycles.

La nouveauté essentielle du Pentium (P54C) fut toutefois l'optimisation des méthodes de l'unité de calcul en virgule flottante. Pour l'addition et la multiplication, on n'a plus besoin que de trois cycles, alors que le 486 en demandait 10.

De plus, l'unité arithmétique du Pentium est liée aux deux pipelines de commande par un bus de 64 bits, ce qui permet d'atteindre des vitesses de transfert supérieures à celles du 486, qui n'avait que 32 bits à sa disposition.

### Les fonctions 3DNow!

Les fonctions 3DNow! sont des instructions SIMD (single instruction multiple data) conçues pour augmenter la puissance de traitement des objets 3D, des sons et des images. Elles sont pour AMD le pendant des instructions MMX et KNI d'Intel.

### 1.2.10.2 Le Xéon

Le Xéon fut conçu pour les ordinateurs professionnels multi-processeurs (jusqu'à 8 processeurs associés). Il s'agit d'une sorte de Pentium II musclé par l'adoption d'un cache de niveau 2 de grande taille (512 Ko, 1 Mo, 2 Mo) et fonctionnant à la fréquence processeur. Soit deux fois plus vite qu'un Pentium où le cache L2 ne fonctionne qu'à la moitié de la fréquence processeur. Par contre, comme les Pentium II 400 et les AMD K6-2, le Xeon exploitait un bus mémoire principale à 100 MHz.



### 1.2.10.3 Le Pentium® II

- 100MHz Front Side Bus (450MHz, 400MHz et 350MHz)
- Dual Independent Bus architecture (D.I.B.)
- Dynamic Execution – prédiction de branchement, analyse de flux et exécution spéculative
- Intel MMX technology
- Single Edge Contact Cartridge (S.E.C.C.)

Le premier processeur super scalaire (2 unités de calcul), dans le monde des PC, a été le Pentium. Super scalaire signifie pouvoir exécuter plusieurs instructions simultanément. Deux instructions qui peuvent être exécutées simultanément sont dites 'parallélisables'.

Toutes les instructions ne sont pas supers scalaires, une vingtaine seulement l'étaient sur les Pentium II.

#### L'architecture à double bus (DIB)

L'architecture à double bus a été mise en oeuvre pour la première fois avec le Pentium Pro et se généralisa avec le Pentium II. Intel a développé l'architecture à double bus pour remédier au problème de bande passante du bus processeur. Grâce aux deux bus dont il dispose, le P II peut accéder aux données à partir de l'un des bus ou à partir des deux simultanément, et non de façon séquentielle comme le font les processeurs à un seul bus.

Ces deux bus sont le "bus de la mémoire cache de niveau 2" et le "bus système" reliant le processeur à la mémoire centrale.

Avec sa structure "en pipeline", le bus système peut effectuer simultanément plusieurs transactions (au lieu de les effectuer une par une), ce qui contribue à accélérer le flux des informations et à accroître les performances globales.

#### Cartouche SEC

La cartouche S.E.C. (Single Edge Contact) est une technologie qui consiste à placer le processeur et la mémoire cache de niveau 2 dans une cartouche. Grâce à la cartouche S.E.C., il est possible d'utiliser pour la mémoire cache de niveau 2 des RAM très courantes et très performantes et qui assurent une grande efficacité pour un prix modique.

Le Pentium II est relié à une carte mère par un connecteur à une seule face et non à brochage multiple comme pour les supports PGA.

Le PII intègre la technologie MMX qui améliore la compression/décompression vidéo, le traitement des images, le cryptage et les traitements E/S, (applications multimédia ou de communication et Internet).

### 1.2.10.4 Le Pentium P4

#### Caractéristiques NetBurst

42 millions de transistors, gravés en 0,18 microns pour une architecture 32 bits.

Nouveau Socket FCPGA à 478 ou, plus rarement, à 423 broches.

Ne supporte pas les cartes mères P3 ni leurs chipsets, nécessite le jeu de composants Chipset Intel 850.



Nécessite un boîtier adapté (encombrement du système de refroidissement) doté d'une alimentation dont la stabilité a été optimisée.

## Hyperpipelining

Par rapport à celle du P III, la microarchitecture NetBurst porte le nombre d'étapes de traitement à 20, ce qui accroît les performances et les capacités en fréquence.

## Moteur d'exécution rapide

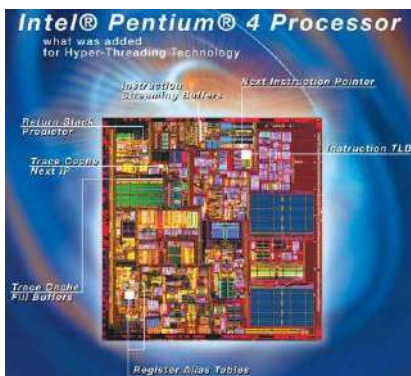
L'unité arithmétique et logique fonctionne au double de la fréquence interne du processeur et un nouveau système d'antémémoire (la mémoire cache) assure la cohérence avec ces cadences. Certaines instructions sont effectuées en un demi-cycle d'horloge.

## Cache de traces d'exécution

Le Pentium 4 bénéficie d'un cache d'instruction de niveau 1 qui améliore la gestion en cache pour maximiser le traitement des sections de code les plus utilisées.

## Cache ATC (Advanced Transfer Cache)

La mémoire cache ATC niveau 2 de 256 ko, qui est un ensemble de puces mémoire intégrées, accroît les performances globales.



## Unité optimisée de calcul en virgule flottante/multimédia

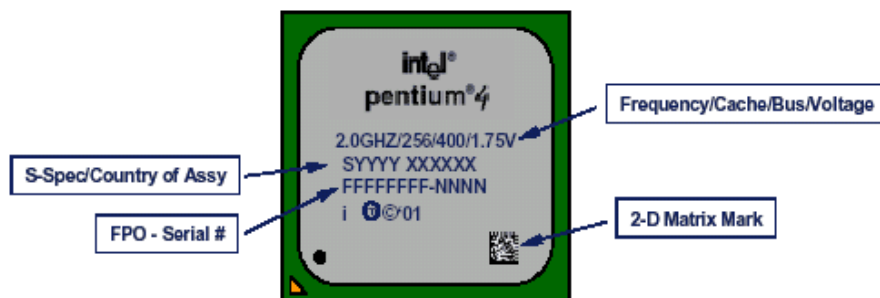
Le P 4 est doté d'une unité de calcul en virgule flottante permettant de visualiser des séquences vidéo et des images 3D de manière plus rapide

## Extensions Streaming SIMD 2

144 nouvelles instructions et deux unités de calcul SIMD sur 128 bits (l'une pour les nombres entiers, l'autre pour les décimaux en double précision).

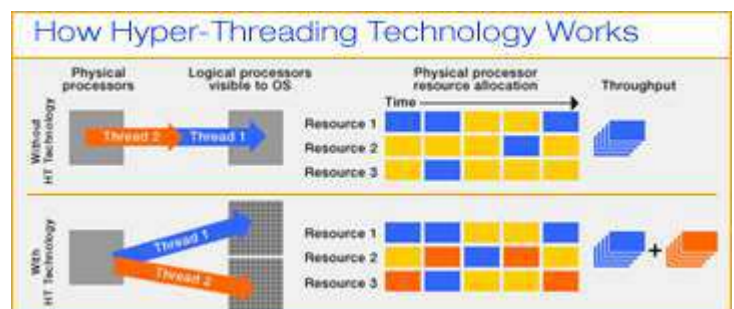
## Compatibilité Ram

Les deux technologies RAMBUS et DDRDRAM sont exploitables



## La technologie Hyper-Threading - IBM

Grâce à cette technologie, les logiciels adaptés à cet usage considèrent chaque processeur physique comme deux processeurs logiques (virtuels) et gagnent ainsi en efficacité. Elle permet au processeur d'exécuter deux threads (lots d'instructions - parties d'un programme) en







parallèle et améliore les performances globales du processeur.

Ces 2 processeurs virtuels contiendront deux architectures d'état sur un même noyau physique ; vu du système d'exploitation, chaque processeur physique agira donc comme deux processeurs logiques. Cependant, les deux processeurs logiques partagent toujours les mêmes ressources d'exécution du processeur physique ; le gain en performance ne sera donc pas équivalent au fait d'avoir deux processeurs physiques complets séparés.

C'est le BIOS qui fournit au système d'exploitation les informations relatives aux processeurs présents dans le système.

L'Hyper-Threading consiste à faire travailler de manière optimale le processeur en évitant tant que possible de laisser des parties au repos. De par son pipeline long de 20 étages, le Pentium 4 ne peut se permettre d'erreurs sous peine d'avoir à le vider ce qui entraîne de lourdes pertes de performances. Afin de le rentabiliser, il faut massivement faire appel à l'exécution "Out Of Order" (OOO). Il s'agit d'une technologie qui permet au processeur de traiter des opérations dans un ordre différent que celui proposé par le code du programme. En fin de traitement, les résultats sont réordonnés.

Pourtant, le Pentium 4 ne propose pas un rendement suffisant avec uniquement de l'out of order execution. Le principe de l'Hyper-Threading consiste donc à gaver le pipeline pour le rendre plus rentable. En pratique, il s'agit simplement de "fusionner" le flux de deux threads avant l'unité OOO, ainsi, cette dernière peut organiser au mieux le travail du pipeline. Afin de pouvoir basculer facilement entre deux threads et de se comporter comme deux processeurs, les Pentium 4 Hyper-Threading sont capables de stocker deux états (sorte de cliché de l'état des registres du processeur) et de basculer rapidement entre les deux. Le système voit alors deux processeurs. A noter que le basculement entre deux threads est une opération très coûteuse en cycles.

Remarques :

- Dans le cas où deux threads font appel aux mêmes entités le gain est nul.
- Avec un seul "thread" (ou une seule application), il ne peut y avoir de gain.
- L'Hyper-Threading ne peut dégager la même puissance qu'un système bi-processeurs où chaque thread dispose de l'intégralité d'un processeur.

## Pentium 4 en socket T



### Socket LGA775

Le Socket T désigne un Socket capable d'accepter un composant au format LGA et disposant de 775 contacts. Le LGA signifie *Land Grid Array* et signifie le déport des pins et des éléments de contacts du chip vers le Socket.

### Les raisons du changement

- densité de connecteur possible plus élevée avec le LGA
- caractéristiques électriques plus performantes que le PGA et donc mieux à même de supporter de très hautes fréquences. Les liaisons avec le PCB sont plus courtes et génèrent moins de résistances qu'avec un PGA
- placement des CPUs sur les cartes mères pouvant être automatisé sur la chaîne de production



## Aspect physique

Un cache de plastique est fixé sur le processeur afin de ne pas endommager les quelques condensateurs qui se trouvent au dos. De la même façon, les cartes mères seront vendues avec un cache en plastique sur le Socket T afin de le protéger lors du transport.

### 1.2.10.5 Le Centrino

Le Centrino est une solution "trois en un" pour PC portables, qui est constituée d'un ensemble de 3 composants matériels associés :

- un processeur, le Pentium-M,
- un chipset
- un module Wi-Fi (contrôleur RLAN Intel PRO/2100) qui permet de connecter les PC portables au net, via le Wi-Fi (norme 802.11a/b/g) - (réseau sans fil des lieux publics, les "hot spots").

Cette combinaison matérielle a pour mission d'assurer une économie d'énergie de 50%.

La consommation du processeur à été réduite, notamment en diminuant les fréquences d'horloge. La quantité de mémoire cache passée de 512 Ko à 1 ou 2 Mo aurait du maintenir les performances. Le chipset apporte aussi sa contribution, configuré, par exemple, pour n'alimenter les ports USB que s'ils sont utilisés; ce qui réduit également la consommation d'énergie.

### Le Pentium-M

Caractéristiques-clé :

- bus principal à optimisation de l'énergie
- gestionnaire de pile dédié : réduction du nombre total des micro-opérations requises
- fusion des micro-opérations : regroupement de deux micro-opérations en une seule, soit des gains en performances d'exécution par rapport à l'énergie consommée.
- prédiction évoluée des instructions : technique qui contribue à la réduction de la latence au niveau de la configuration tout entière.
- technologie Intel SpeedStep améliorée, modulation plus fine de la tension et de la fréquence
- extensions Streaming SIMD 2

Mémoire cache à faible consommation de niveau 2 intégrée (avec désactivation partielle en cas d'inactivité)

Mémoire vive : Gestion possible de 2 Go de mémoire DDR - 77 millions de transistors

### Le chipset Intel 855

Il se compose de deux éléments : le chipset 855PM (qui gère les solutions graphiques séparées) et le chipset 855GM (avec sous-système graphique Intel intégré). Tous deux gèrent la technologie Intel SpeedStep améliorée, l'état d'alerte Deeper Sleep et un registre qui arrête leur horloge en cas d'inactivité, le chipset 855GM s'assortissant de surcroît d'un mode de gestion électrique à faible consommation pour le graphisme. Tous deux prennent en charge le bus principal du processeur, jusqu'à 2 Go de mémoire DDR, l'USB 2.0 et l'architecture centralisatrice d'Intel qui accélère les E/S.



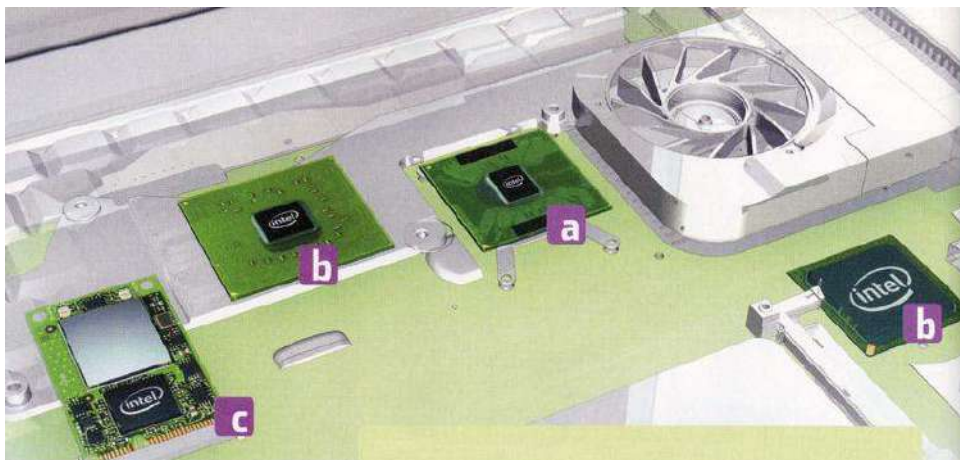
## Le contrôleur RLAN Intel PRO/2100

Supporte les standards 802.11a, b et g. Il prend aussi en charge des fonctions évoluées de sécurisation RLAN, dont la norme 802.11x, le chiffrement WEP (Wired Equivalent Privacy), les réseaux privés virtuels (VPN) et le protocole WPA (Wi-Fi Protected Access).

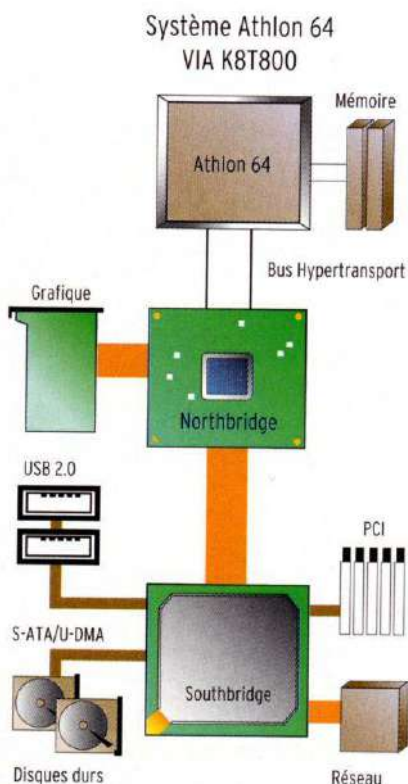
Enfin, il est doté d'une technologie destinée à réduire les interférences avec les signaux à la norme 802.11 et certains appareils Bluetooth.

## Le CENTRINO DUO

Comme tous les portables Centrino, les Centrino Duo sont basés sur 3 éléments complémentaires : un processeur Core Duo (A), un chipset i945 (B) et une puce Wi-Fi (C).



La puce intègre 2 coeurs de Pentium-M. On y trouve le jeu d'instructions multimédias SSE3 et un Front Side Bus à 667 MHz. Les fréquences s'échelonnent de 1,5 GHz à 2,16 GHz.



Le chipset i945 se compose de deux puces distinctes, chargées des échanges des données entre le processeur, la mémoire vive DDR2 et les autres composants de la machine (disque dur S-ATA ou P-ATA, puce 3D PCI Express, prises réseau, USB 2.0...).

La version 945GM du chipset assure aussi l'affichage en 2 et 3D sur les portables ultralégers ou d'entrée de gamme.

La puce Wi-Fi supporte le standard 802.11a en plus du 802.11b et g. et est sensée offrir un meilleur niveau de sécurité aux transmissions sans fil et une plus grande stabilité des connexions en sélectionnant automatiquement le meilleur point d'accès.

L'architecture interne du Core Duo a été pensée pour réduire au maximum sa consommation électrique. La fréquence des 2 unités d'exécution (1 et 2) varie en temps réel en fonction de la charge de travail, l'un des 2 coeurs pouvant être stoppé en cas de faible activité. Chacun d'entre eux est équipé d'une sonde thermique (3 et 4) qui permet de réguler le système de ventilation du portable. Le cache de 2 Mo (5) partagé entre les



deux coeurs est géré de façon dynamique, seuls les blocs de cache réellement utilisés étant alimentés.

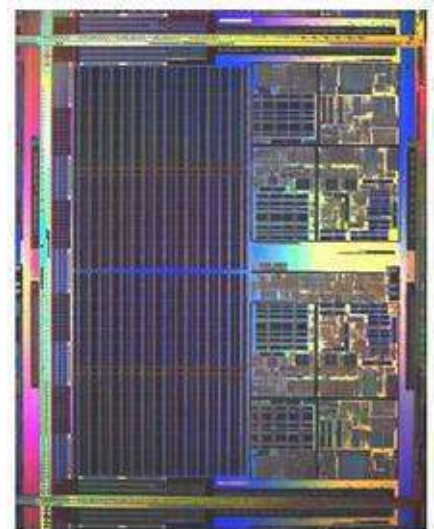
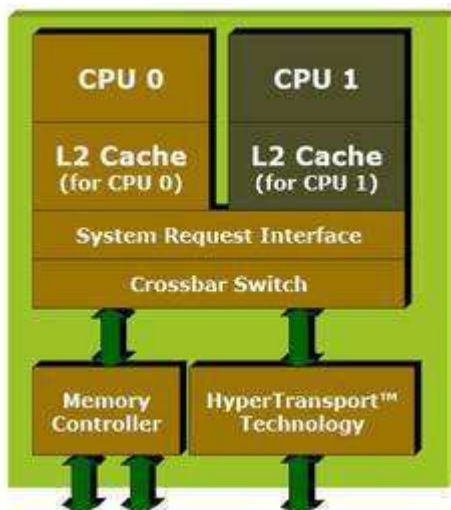
## 1.2.10.6 AMD Athlon™ 64 FX-51

- Contrôleur mémoire DDR 128 bits intégré de type dual channel fonctionnant avec de la DDR pour un débit de 6,4Go par seconde
- Technologie HyperTransport : connecte le processeur au chipset (connexion point à point)
- bande passante élargie
- désengorgement des E/S
- réduction du temps de latence
- cache intégré de 1152 Ko utiles
- capable d'exécuter les logiciels 32 et 64 bits
- nécessite de la mémoire DDR de type ECC bufferisée sur 4 slots
- gravé en 0,13µ pour 105 millions de transistors, die de 193 mm<sup>2</sup> (vu la quantité de mémoire cache).
- Socket 940 pins (puis 939 prétendument pour une question d'économie lors de la production). Les 186 broches supplémentaires correspondent au 2<sup>e</sup> canal d'interface mémoire. Vu la présence des contrôleurs de mémoire intégrés au noyau, les contacts extérieurs communiquent directement avec la mémoire. Le passage par le north bridge n'est plus requis, ce dernier perdant de la sorte beaucoup de son intérêt, vu qu'il ne sert plus désormais qu'à connecter la carte graphique.
- mémoire cache L1 de 128Ko avec 64Ko pour les données et 64Ko pour les instructions. Cache L2 de 1Mo en 16 way associative. Le fonctionnement de la cache est de type exclusif : les données stockées en L1 ne sont pas automatiquement répétées en L2.

## Le bus HyperTransport

Le bus HyperTransport (bus sériel rapide de technologie DDR, deux paquets de données par cycle d'horloge) est de type Full Duplex.

La notion de FSB disparaît partiellement avec l'Athlon 64, le bus HyperTransport jouant désormais un rôle central. En modifiant la vitesse de l'HyperTransport, l'ensemble des composants sont accélérés et meilleures sont les performances.



Dans le cas d'une machine Opteron multiprocesseurs son rôle est encore plus important puisqu'il connecte les processeurs entre eux.

## AMD Athlon 64 X2 : deux Athlon 64 en un

Le die d'un processeur Athlon 64 X2 regroupe 2 noyaux d'Athlon 64 conventionnels. Toutefois, à la différence des Pentium D, l'Athlon 64 X2 dispose aussi d'un contrôleur mémoire intégré et d'un lien HyperTransport utilisé pour la communication du CPU avec le reste du système.



Le contrôleur mémoire double canal est partagé entre les 2 cores qu'il adresse simultanément. Les 2 cores sont reliés par le System Request Interface et un contrôleur Crossbar, semblable dans le principe à celui des puces graphiques, aiguille les données ainsi que les demandes du système entre les cores.

Chaque core dispose ensuite de ses propres unités d'exécution et de sa propre mémoire cache de second niveau. Les cores peuvent communiquer entre eux à pleine vitesse, sans passer par le FSB, d'où une efficacité accrue. Chacun des cores peut demander à l'autre core les informations recherchées afin de garantir la cohérence des caches.

- Passage à la DDR2 est impératif à court terme
- Socket 939,
- 233,2 millions de transistors
- Fabriqué en 90nm,
- die de 199mm<sup>2</sup>
- processus de fabrication SOI
- Dual Stress Liner \* (améliore le temps de réponse des transistors)
- prise en charge de 11 des 13 instructions SSE3 (P 4)
- 4 tampons d'écriture combinée
- contrôleur mémoire pour 4 barrettes mémoire double face en DDR400
- mémoire cache de second niveau de 512 Ko ou 1 Mo par core
- cache L1 de 64 Ko pour les données et de 64 Ko pour les instructions
- technologie Cool'n'Quiet
- tension d'alimentation entre 1,35 et 1,4 Volt
- chipset compatible avec l'existant
- Socket 939
- Fonctionnement à 48° C

## 1.2.10.7 : le Cell

Développé par IBM, le Cell est un processeur qui embarque 8 unités de calcul en plus du processeur central (qui lui-même peut exécuter 2 instructions par cycle) et ce, dans une surface de 221mm<sup>2</sup>. On le trouve essentiellement dans des serveurs et dans des consoles de jeu.

### Architecture

- \* 234 millions de transistors
- \* gravé en 90 nm en technologie SOI (*Silicon On Insulator*)
- \* 8 unités de calcul SPU (*Synergistic Processing Units*) spécialisées dans les calculs mathématiques complexes (vectoriels et matriciels) et le traitement des signaux.
- \* fréquences à partir de 4 GHz
- \* tension de 1,0 V
- \* température de fonctionnement : 85 °C.
- \* formé de 8 couches de cuivre interconnectées
- \* débits d'entrée/sortie 6,4 Go /s
- \* contrôle de la température dynamique

Un processeur Cell est composé de :

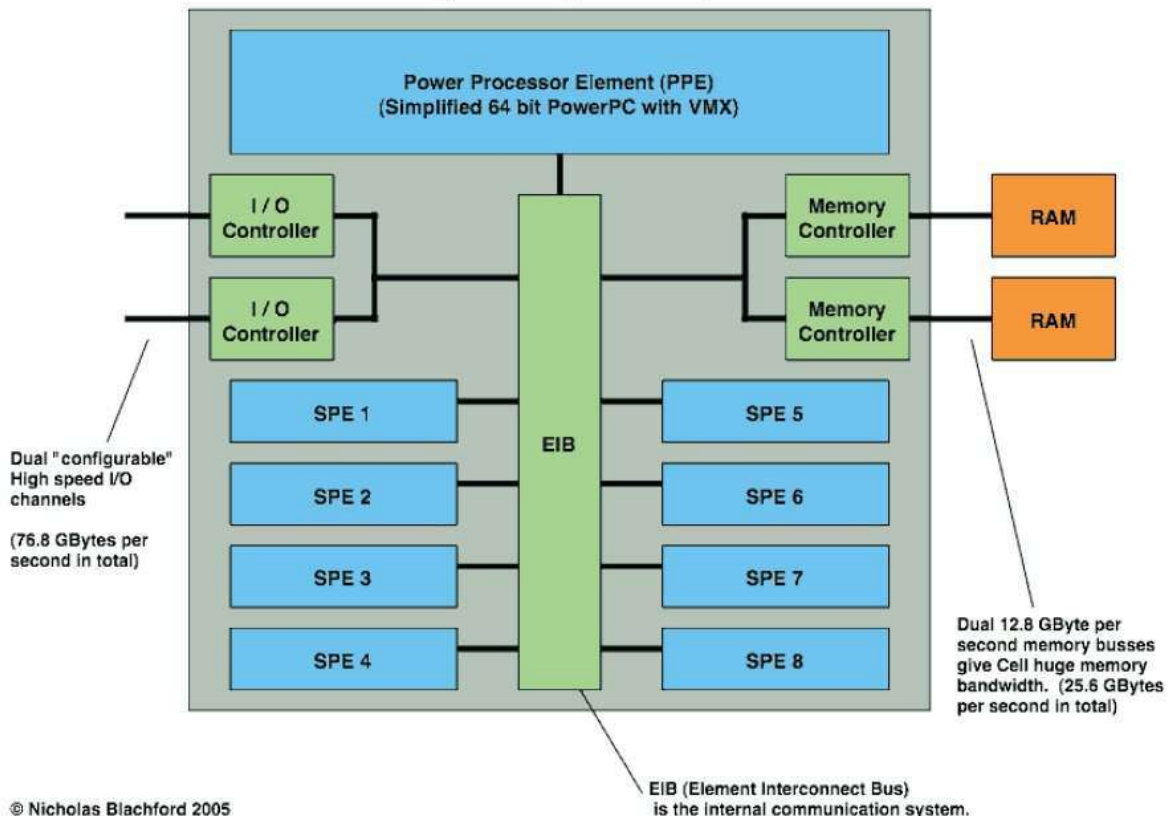
- le *Power Processor Element* (PPE) : c'est un processeur "classique" (une évolution du PowerPC G5)
- 8 *Synergistic Processor Element* (SPE) : des unités de calcul vectoriel indépendantes



- l'Element Interconnect Bus (EIB) qui gère les communications internes entre les différents cores.
- les interfaces I/O et les contrôleurs mémoire

## Cell Processor Architecture

This diagram is based on data released by STI  
Some acronyms have changed: SPE = APU, PPE = PU



### Le Power Processor Element

C'est un processeur 64 bit basé sur l'architecture Power, multi-thread et multi-core. Il a une mémoire cache intégrée de 32 Ko de niveau 1 et de 512 Ko de niveau 2. Le PPE inclut une unité de traitement vectoriel 128 bit VMX.

### Les Synergistic Processor Element

Les SPE sont la spécificité des processeurs Cell. Chacun des 8 SPE contient un processeur vectoriel qui agit indépendamment des autres. Ils contiennent chacun 128 registres 128 bits, 4 unités de calcul en virgule flottante double précision capables de 32 Gigaflops et 4 unités de calcul en entiers capables de 32 Gigaflops. Ils effectuent 2 instructions par cycle. L'originalité de ces processeurs est qu'ils sont dépourvus de mémoire cache et de système de mémoire virtuelle. Ils incluent par contre une petite mémoire locale de 256 Ko de type SRAM haute vitesse.

Les SPE ne sont pas des coprocesseurs mais des processeurs totalement indépendants.

### L'Element Interconnect Bus

Comporte 4 *rings* 128 bit supportant des transferts multiples. Jusqu'à 96 octets par cycle

### Contrôleurs mémoire et interfaces entrée/sortie

Double contrôleur mémoire XDR DRAM offrant un débit de 25,6 Go par seconde.



Deux interfaces I/O configurables (76,8 Go/s, 6,4 Gbps).

Silicium sur isolant : cette technologie offre, grâce à l'oxyde utilisé, une parfaite isolation diélectrique entre la couche active des circuits et le substrat de silicium massif. La technologie eSOI peut être utilisée pour fabriquer des tranches de silicium sur isolant avec des épaisseurs de couche de silicium de moins de 70 nanomètres à plus de 10 microns.

### Unités de vitesse de traitement en virgule flottante

La vitesse de traitement de la section virgule flottante, dite FPU (Floating Point Unit) d'un processeur est exprimée en opérations par seconde, les FLOPS (Floating Point Operations Per Second).

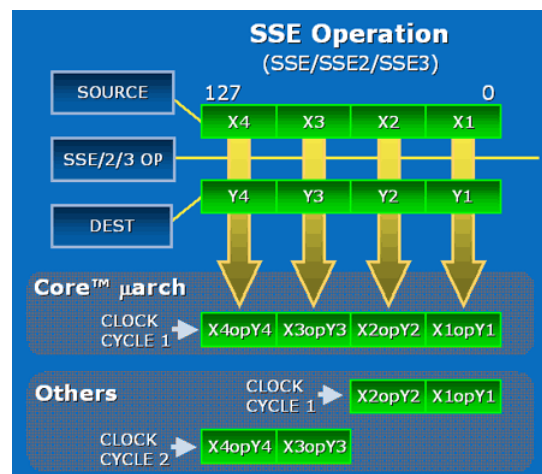
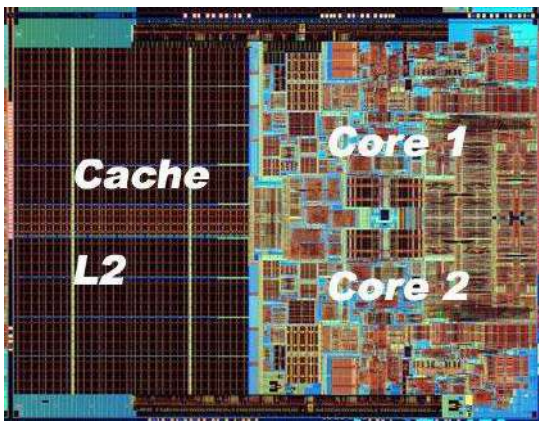
- Flop (unité) (Flop)
- Kiloflop (kFlop) : Un kiloflop = 1000 flops.
- Mégaflop (MFlop) : Un mégaflop = 1000 kiloflops.
- Gigaflop (GFlop) : Un gigaflop = 1000 mégaflops.
- Teraflop (TFlop) : Un teraflop = 1000 gigaflops.

### 1.2.10.8 L'Intel Core2

Mi 2006, l'architecture Netburst du Pentium 4 laisse la place à l'architecture Core, qui est déclinée sur les plate-formes desktop, mobile et server (Xeon).

#### Principales caractéristiques

- format LGA 775
- jeux d'instructions SSE, SSE2, SSE3 et SSE4 (SSE4 consiste en 16 nouvelles instructions SIMD, la plupart opérant sur des données entières. Elles sont essentiellement destinées à accélérer le traitement dans les algorithmes de compression et de décompression vidéo. A titre d'exemple, l'instruction palignr permet d'effectuer un décalage à cheval sur deux registres, opération qui est souvent utilisée dans l'algorithme de prédiction de mouvement dans le décodage MPEG)
- l'EM64T.
- technologie de virtualisation.





## Intel Virtualization Technology VT

Technologie permettant de compartimenter le fonctionnement de plusieurs applications ou systèmes d'exploitation sur le même processeur tout en interdisant toutes interactions entre eux. Le fonctionnement des machines virtuelles sera amélioré avec cette technologie.

Cette technologie permet d'optimiser une approche de machine virtuelle, chaque 'partition' exécutant une machine virtuelle indépendamment des autres.

Avec la virtualisation, il est possible de tester un logiciel sans mettre en danger la stabilité de la machine de test. Un autre avantage est l'augmentation de la sécurité, puisque certaines applications reliées à Internet et/ou à un réseau local peuvent être "isolées", limitant l'action d'éventuels virus.

## Machine Virtuelle VM

Programme qui émule le comportement d'un ordinateur dont le jeu d'instruction du processeur ainsi que l'architecture sont définis mais qui n'est pas réel (Java ).

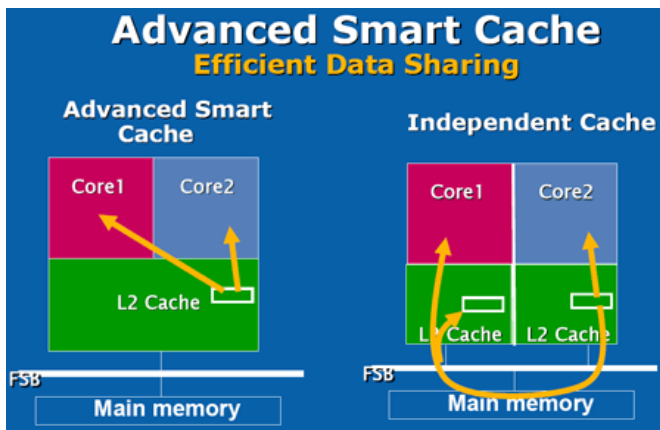
Avantage: possibilité d'écrire des programmes indépendants du matériel utilisé et pouvant fonctionner sur n'importe quel ordinateur possédant l'émulateur nécessaire.

- pipeline de traitement de 14 étages
- moteur d'exécution dynamique Out-Of-Order. Chaque noyau d'exécution de Core permet de charger, de décoder, d'exécuter et de sortir 4 instructions par cycle (4-wide dynamic execution engine)
- 3 unités de calcul sur les entiers, (3 instructions x86 par cycle)
- Chacune des 3 ALUs est associée à 1 unité SSE, permettant de traiter 3 opérations SSE entières 128 bits par cycle (12 instructions sur des entiers 32 bits, ou 24 sur des entiers 16 bits)
- 2 unités de calcul flottant, une dédié aux additions et l'autre aux multiplications et aux divisions (2 instructions x87 par cycle, et 2 instructions flottantes SSE 128 bits par cycle (soit 8 opérations sur des flottants simple précision 32 bits, ou 4 opérations sur flottants double précision 64 bits))
- Cache

	Pentium D (Presler)	Core Duo (Yonah)	Core 2 Duo (Conroe)	Athlon 64 X2 (Windsor)
L1 code (par core)	12K micro-ops 8-way	32Ko 8-way	32Ko 8-way	64Ko 2-way
L1 données (par core)	16Ko 8-way	32Ko 8-way	32Ko 8-way	64Ko 2-way
Latence L1D	4 cycles	3 cycles	3 cycles	3 cycles
Débit lecture L1D SSE2	16 octets	8 octets /cycle	16 octets	8 octets /cycle
L2	2 x 2Mo 8-way	2Mo partagés 8-way	4Mo partagés 16-way	2 x 512Ko 16-way
Latence L2 (+L1)	31 cycles	14 cycles	14 cycles	20 cycles
Débit lecture L2 SSE2	8 octets /cycle	4,4 octets /cycle	8 octets /cycle	4 octets /cycle

- Advanced Smart Cache (partage du cache L2 entre les 2 cores d'exécution) et partage les données entre les 2 cores sans passer par le bus mémoire (réduction des accès mémoire (et des latences qui l'accompagnent) et optimisation du remplissage du L2 (les redondances disparaissent)





Le cache partagé peut être dynamiquement alloué à chacun des 2 cores, jusqu'à devenir accessible dans son intégralité par un seul des 2. Cette technique est plus efficace que les caches séparés lorsqu'un seul des 2 cores est utilisé, (toutes les applications mono-thread)

- accès à la mémoire, (Smart Memory Access).

- s'assurer qu'une donnée peut être utilisée le plus tôt possible (contrainte « quand »)

- s'assurer qu'une donnée est la plus proche possible (dans la hiérarchie mémoire) du noyau d'exécution (contrainte « où »), « quand » réfère à la façon dont un processeur planifie les opérations de lecture et d'écriture mémoire.

En effet, lorsque survient une instruction de lecture mémoire dans le moteur out-of-order, celui-ci ne peut la mener à terme avant que toutes les instructions d'écriture en cours soient complétées. S'il ne le faisait pas, le risque serait de lire une donnée qui n'a pas encore été mise à jour dans la hiérarchie mémoire. Cette contrainte impose donc des états d'attente, et donc un ralentissement.

Core a introduit un mécanisme spéculatif visant à prédire si une instruction de lecture est susceptible de dépendre des écritures en cours, c'est-à-dire si elle peut être traitée sans attendre. Le rôle du prédicateur est ainsi de lever les ambiguïtés, et donne son nom de Memory Disambiguation à la technique utilisée. Outre la réduction des attentes, l'intérêt de la méthode est de réduire les dépendances entre instructions, augmentant par là-même l'efficacité du moteur out-of-order.

Répondre au « où », c'est rapprocher les données du noyau d'exécution via le prefetch hardware qui consiste à mettre à profit les moments d'inactivité du bus mémoire afin de précharger code et données de la mémoire vers le cache. C'est le "Prefetch hardware".

### Plusieurs types de prefetcher équipent Core :

- Le prefetcher d'instructions précharge les instructions dans le cache L1 d'instructions en se basant sur les résultats de la prédiction de branchement. Chacun des deux cores en possède un.

dégager un schéma, et charger les données ainsi « prévues » dans le cache L1. Chaque core en possède un également.

- Le prefetcher DCU détecte les lectures multiples depuis une même ligne de cache sur une période donnée, et décide le cas échéant de charger la ligne suivante dans le L1. Toujours un par core.

- Le prefetcher DPL a un fonctionnement proche du DCU, à ceci près qu'il détecte les requêtes sur deux lignes de cache successives (N et N+1), et déclenche le cas échéant la lecture de la ligne N+2 de la mémoire centrale dans le cache L2. Le cache L2 en comprend deux, qui sont partagés de façon dynamique entre les deux cores.



- Les branchements

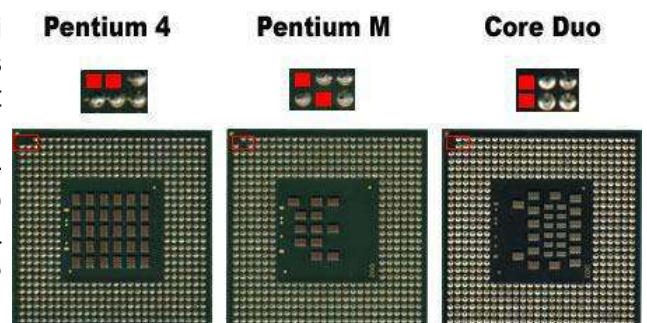
Rappel: les branchements sont, après les accès mémoire, le second plus important facteur de ralentissement dans le fonctionnement du processeur en cas de mauvaise prédiction. Ils consistent, dans le flux d'instructions, en un saut vers une nouvelle adresse dans le code.

Deux types de branchements existent :

- Les branchements directs pour lesquels l'adresse du saut est explicitement mentionnée dans le code, sous la forme d'un opérande. L'adresse de destination est résolue lors de la compilation. Les branchements directs sont dans la plupart des cas des sauts de boucle.
- Les branchements indirects sautent vers une adresse qui varie dynamiquement au cours de l'exécution du programme, les destinations possibles sont donc multiples. On les retrouve dans les langages orientés objets, sous forme de pointeurs de fonctions.

Qu'ils soient directs ou indirects, les branchements sont un obstacle dans le fonctionnement optimal du pipeline. Dès que l'instruction de saut entre dans le pipeline, celui-ci ne peut, en théorie, plus accueillir de nouvelle instruction tant que l'adresse de destination n'est pas calculée (aux dernières étapes de traitement). Le pipeline insère alors des blancs, ce qui nuit fortement à son rendement. Le rôle du prédicteur de branchement est d'essayer de deviner l'adresse de destination, afin que les instructions suivant le saut soient chargées rapidement.

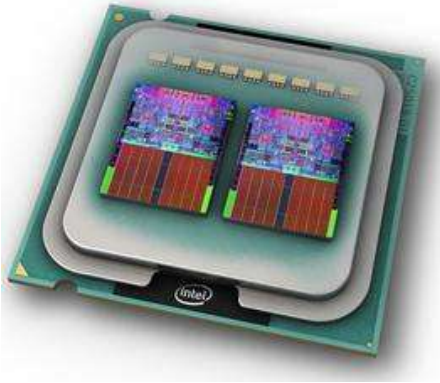
- Côté serveur, Socket LGA771 (Xeon 50xx « Dempsey »)
- Côté desktop et mobile Socket LGA775 et Socket mPGA479M
- Les cartes mères desktop doivent être conformes à la 11<sup>è</sup> version du VRM (Voltage Regulation Module) d'Intel
- Technologie SpeedStep améliorée afin d'obtenir une réduction des temps de transition
- Gestion de l'énergie qui permet au processeur de gérer de façon précise sa consommation même en charge, via l'Ultra Fine Grained Power Control, qui consiste en un découpage très fin des zones susceptibles d'être mises en sommeil. Les unités non sollicitées restent en mode veille, quand d'autres tournent à plein régime.
- 4 Mo de cache L2 unifié
- EM64T, extension aux 64 bits du jeu d'instruction x86, les registres généraux, qui stockent de manière temporaire les adresses mémoires et les entiers, passent de 32 à 64 bits
- Le stockage des adresses mémoire en 64 bits permet de dépasser la limite de 4 Go liée au codage sur 32 bits pour la passer à 256 Teraoctets du fait d'une "limitation" à 48 bits du codage de la mémoire virtuelle
- 8 registres x87 80 bits, 16 registres généraux 64 bits et 16 registres SSE 128 bits.
- L'EM64T et l'AMD64 rompent avec la compatibilité x86. De nombreux exécutables sont encore compilés de manière à être compatible avec le jeu d'instruction x86 tel qu'il était avec le 386.
- Si le Core Duo est comme le Pentium M au format Socket mPGA479M, un Socket qui n'est composé que de 478 trous, l'emplacement des pins a été modifié ce qui le rend donc incompatible avec les anciennes cartes mères Socket 479.



A partir de mi 2007, les premières puces gravées en 45 nm ont fait leur apparition, équipées d'un jeu d'instructions SSE4 et d'un cache L1 de 6Mo.



## 1.2.10.9 Intel Core 2 Quad



Plutôt que de réunir 4 cœurs sur un seul et même *die*, Intel colle 2 dies de Core 2 Duo côte à côte sur la même puce physique.

Le bus système est limité à 1066 MHz. La bande passante théorique entre le chipset et la mémoire est de 8,5 Go/s.



Les deux dies sont cloisonnés : toute communication entre eux doit passer par le bus système et donc le chipset ce qui peut engendrer des engorgements non négligeables. La mémoire cache est propre à chacun des deux dies.

Physiquement, il se présente toujours au format Socket LGA775 et il conserve son *heatspreader* ou coquille métallique de protection. Avec 585 millions de transistors, il est gravé en 65 nm. en révision B3 du cœur Kentsfield, un stepping qui consomme et chauffe moins que le B2 équipant les premiers Core 2 Duo. La tension d'alimentation peut varier entre 0,9v et 1,5v. Animé par un FSB de 1066 MHz, le processeur est cadencé à 2,4 GHz et utilise un coefficient multiplicateur de 9x bloqué vers le haut : impossible de l'augmenter.

Embarquant 8 Mo de mémoire de second niveau (4 Mo par die), le Core 2 Quad Q6600 reprend les fonctionnalités habituelles des Core 2 Duo. On retrouve l'Enhanced Intel Speedstep pour la modulation de la fréquence et de la tension en fonction de l'utilisation du système ou encore la prise en charge de la technologie de virtualisation. L'EM64T permet d'utiliser le Core 2 Quad avec la version 64 bits de Windows Vista, tout comme les instructions SSE3

Le processeur supporte également l'« Execute Disable Bit » qui permet d'interdire aux programmes l'accès en écriture à certaines plages mémoires et ce afin de réduire les nuisances engendrées par les virus. Enfin, le Core 2 Quad Q6600 est certifié Intel Viiv. TDP (enveloppe thermique) de 105 Watts.

## 1.2.10.10 L'architecture Intel Core

### Core i3

La gamme Core i3 apparue en 2010, constitue l'entrée de gamme des processeurs basés sur la microarchitecture Westmere.



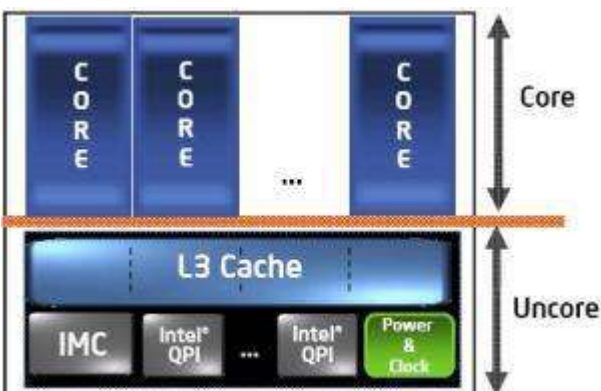
Intel	Référence	Freq.	Socket	Core	Thread	Turbo	Cache	GPU
Core i7	975 XE	3,33	LGA 1366	4	8	Oui	8Mo	x
	950	3,06	LGA 1366	4	8	Oui	8Mo	x
	920	2,66	LGA 1366	4	8	Oui	8Mo	x
	870	2,93	LGA 1156	4	8	Oui	8Mo	x
	860	2,80	LGA 1156	4	8	Oui	8Mo	x
Core i5	750	2,66	LGA 1156	4	4	Oui	8Mo	x
	670	3,46	LGA 1156	2	4	Oui	4Mo	733Mhz
	661	3,33	LGA 1156	2	4	Oui	4Mo	900Mhz
	660	3,33	LGA 1156	2	4	Oui	4Mo	733Mhz
	650	3,20	LGA 1156	2	4	Oui	4Mo	733Mhz
Core i3	540	3,06	LGA 1156	2	4	Non	4Mo	733Mhz
	530	2,93	LGA 1156	2	4	Non	4Mo	733Mhz
Pentium	G6950	2,80	LGA 1156	2	2	Non	3 Mo	533Mhz

## Core i5

### Architecture

Les Core i5 utilisent l'architecture Nehalem, qui apporte de nombreuses modifications par rapport à l'architecture Core :

- apparition d'un cache L3 de 8 Mio (2 Mio pour le Phenom et 6 Mio pour le Phenom II) ; les L2 (256 Kio) ne seront pas partagés (L1=2×32 Kio)
- second niveau de prédiction de branchement (second niveau de BTB, *Branch Target Buffer*)
- stockage des boucles logicielles après décodage (précédemment : avant décodage)
- macro fusion des instructions 64 bits (uniquement valable pour les instructions 32 bits sur le Core2)
- socket LGA1156 : reprend les dimensions des sockets LGA775, mais conserve la structure du LGA1366 et ajoute une modification du système d'attache qui ne nécessite plus de soulever manuellement le couvercle, ce dernier étant relevé par la barrette de maintien
- intégration du Northbridge : contrôleur mémoire (compatible DDR3), gestion des lignes PCIe (16 lignes en norme 2.0). Le northbridge se retrouve ainsi entièrement inclus dans le processeur, mais sur un die distinct.
- contrôleur mémoire gère 2 canaux de DDR3
- Turbo Boost : permet de surcadencer un ou plusieurs cœurs tout en désactivant les autres et en restant dans les limites fixes par le TDP. Une hausse de 2 bins équivaut ainsi à une augmentation de 266 MHz de chaque cœur actif. Par rapport aux Core i7, le Turbo Boost des Core i5 est plus performant puisqu'il permet de gagner jusqu'à quatre ou cinq bins pour un seul cœur actif.



- Présence d'une puce graphique

## Core i7

Il y a deux entités distinctes dans un processeur de ce type : Core et Uncore.

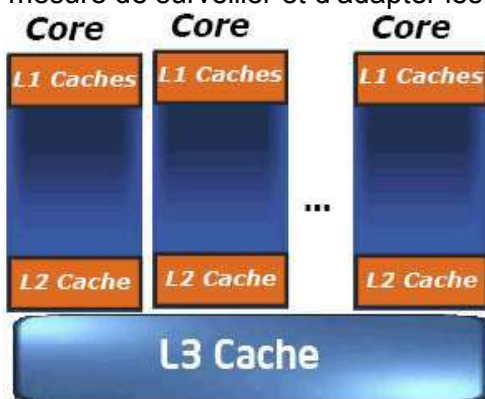


- >> La partie Core contient les unités d'exécution ainsi que les caches L1 et L2.
- >> La partie Uncore comporte le cache L3 et des contrôleurs : mémoire, bus de communication, gestion thermique, ... Intel a déplacé le contrôleur mémoire du pont nord vers la partie Uncore du processeur. A terme, celle-ci contiendra aussi le contrôleur PCI-Express et un ou plusieurs contrôleurs graphiques.

Remarque : Le mot « core » désigne plusieurs choses. Core, utilisé seul avec une majuscule désigne l'architecture précédente des Core 2 Duo (au même titre que NetBurst pour les Pentium 4 et Nehalem pour les Core i7). Le terme core désigne aussi le cœur d'exécution du processeur notamment quand on parle de processeur double core (ou double cœur). Enfin, il est aussi utilisé comme nom propre (comme marque) dans Core 2 Duo, Core 2 Quad et Core i7.

## Caractéristiques

- \* Maximum théorique de 4 opérations par cycle
- \* Hyperthreading
- \* Contrôleur mémoire DDR3 : le contrôleur des processeurs « Bloomfield » communique avec la mémoire à travers 3 canaux, tandis celui des processeurs Lynnfield en utilise 2.
- \* Les Core i7 utilisent 2 sockets différents : LGA1366 pour les modèles Bloomfield (Core i7 9xx) et LGA1156 pour les modèles Lynnfield (Core i7 8xx et Core i5). Les valeurs 1156 et
- \* Mode Turbo Boost : la technologie *Turbo Mode* (Dynamic Speed Technology) permet de désactiver à la volée certains cœurs tout en augmentant la fréquence des autres. Son impact sur le(s) processeur(s) est d'autant plus grand que l'on désactive de cœurs. La hausse de fréquence s'effectue par pas de 133 MHz nommé *bin*. Une hausse de 2 bins équivaut ainsi à une augmentation de 266 MHz de chaque cœur actif. Cette solution permet d'accélérer les opérations mono thread en augmentant la fréquence de l'unité d'exécution active. Ainsi, un Core 2 Duo T7100 à 1800 MHz peut temporairement passer à 2000 MHz si un seul des cores est actif.
- \* IMC (Intel Memory Controller) : diminution du temps de latence (via un triple contrôleur 64 bits qui prendra dans un premier temps en charge la DDR3-1066).
- \* Front Side Bus remplacé par la liaison QPI (2 canaux de 20 bits répartis en 16 bits pour les données et 4 bits pour les commandes) qui autorise une bande passante totale de 25,6 Go/s, 12,8 Go/s dans chaque sens et permet des connexions directes entre plusieurs processeurs.
- \* Power Control Unit : circuit entièrement dédié à la gestion thermique du processeur qui est en mesure de surveiller et d'adapter les tensions, ampérages, température et fréquence de tout le processeur afin d'exploiter au mieux l'enveloppe thermique disponible. Ces informations pourront être surveillées par un logiciel de monitoring

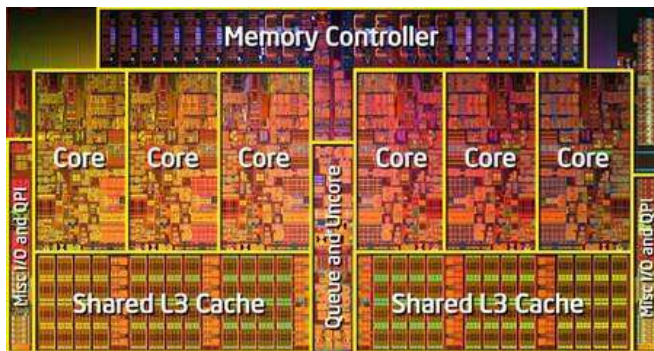


## Mémoire cache

Mémoire cache structurée en 3 niveaux de cache de type inclusif. Les données du cache L1 se retrouvent donc dans le cache L2 et dans le cache L3. Dans chacun des caches, un bit permet de suivre l'état des données afin de savoir si elles ont été modifiées (ou non) et ainsi assurer la

réplication correcte.

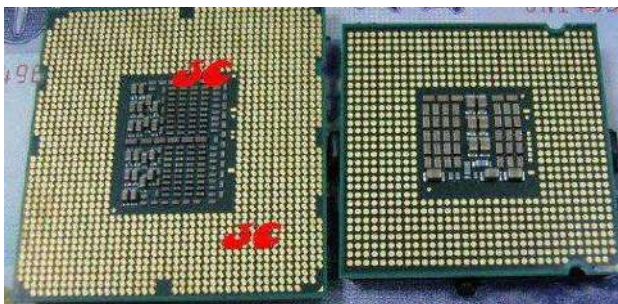
- ❖ Cache L1 : Dans chaque core, 32 Ko pour les instructions et 32 Ko 8-way pour les données
- ❖ Cache L2 : 256 Ko 8-way unifiés très basse latence (10 cycles) par core.
- ❖ Cache L3 (partie Uncore) : jusqu'à 8 Mo 16-way partagés par tous les cores (latence de ~40 cycles).
- ❖ Dans le cas d'un Core i7 à 4 cœurs, le total des caches L1 et L2 consomme 1280 Ko sur les 8192 Ko de cache L3. Il reste donc plus de 6,5 Mo pour d'autres données et instructions.



>> 6 cœurs pour le Core i7-980X Extreme Edition (Gulftown), doté de 12 Mb de cache L3, socket 1366 standard, TDP 130 watts, gravé en 32 nm, contrôleur mémoire sur le die principal, chaque core est assorti de 32 Ko de cache L1 dédié aux instructions, 32 Ko de cache L1 dédié aux données et 256 Ko de cache L2, contrôleur mémoire intégré peut gérer trois canaux de DDR3-1066, ajout de l'AES-NI, ce jeu d'instructions

matérielles destinées à accélérer le chiffrement. Coefficient multiplicateur déverrouillé (25 par défaut)

## Socket LGA1366

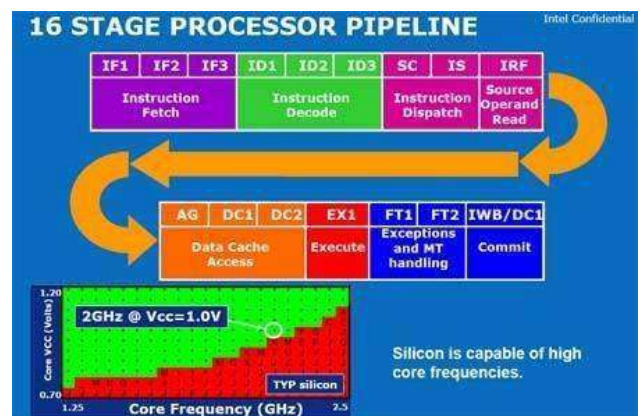
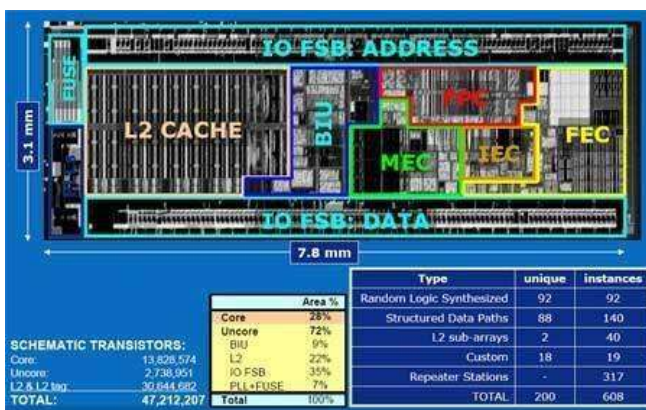


Le socket 1366 (aussi appelé socket LGA1366 ou socket B) est une matrice de pastilles qui n'est plus constituée de trous destinés à accueillir les pointes (pins) du processeur, les processeurs pour socket 1366 comportent de simples petits connecteurs venant toucher des pins situés sur le socket.

Le principe est de relier électriquement les plages de cuivre du circuit imprimé à ceux du circuit intégré par des petits ressorts conducteurs. Le connecteur doit à la fois maintenir les ressorts/plots en place sous le composant et presser mécaniquement le circuit intégré sur ceux-ci.

La matrice de pastilles permet d'utiliser une densité de contacts plus élevée qu'avec la matrice de broches. Un autre avantage est la réduction la taille de la connexion, et ainsi la résistance/inductance/capacité électrique (ce qui permet de travailler à de plus hautes fréquences). En supprimant les broches du composant, les processeurs de ce type sont moins fragiles.

## 1.2.10.11 L'Atom



Gamme de processeurs Intel dérivés de l'architecture Core 2 et compatibles avec le jeu d'instruction x86, destinée aux ordinateurs de poche et caractérisée par une très basse consommation et dissipation, ainsi que par un très faible encombrement de la puce.



Gravure en 45 nm., 47 212 207 transistors dans un die de 25 mm<sup>2</sup> (le package mesure 13 x 14 x 1,6 mm), 28 % des transistors forment le cœur, le cache de niveau 2 en occupe 22 %, le BIU 9 %, le FSB et les entrées sorties 35 % et la gestion de l'alimentation électrique 6 %.

Les premières variantes sont simple cœur et 32 bit. Une version dual-core ou 64 bits (Diamondville) suivra. Tous les Atom supportent les instructions SSE3, SSSE3, XD (Execute Disable Bit), et VT (Virtualisation Technology).

Le cœur est construit autour d'un Pipeline de 16 étages, 3 pour le chargement des d'instructions, 3 pour leur décodage, 2 pour leur distribution, et 3 pour l'accès aux données en cache.

Le chargement et le décodage bénéficient d'un cache d'instruction de 32 Ko doté d'une extension de prédécodage, un buffer des traces de branchements à 128 entrées ainsi que de buffers de retour de pile (à 2 niveaux pour le chargement et à 8 niveaux pour le décodage). Le pipeline peut gérer 16 entrées par thread. Deux opérations peuvent être traitées pour chaque thread à chaque cycle d'horloge.

L'Atom supporte l'HyperThreading (HT), rebaptisé officiellement "Simultaneous Multithreading (SMT)" sur les Z520, Z530 et Z540.

Afin de ne pas dépasser les 2,4 W de TDP, Atom peut varier dynamiquement la taille de la portion active de son cache ou éteindre les portions inactives de son core, comme les Core 2 Duo. Il y a 5 paliers d'économie d'énergie, allant de la réduction du Vcore, jusqu'à l'extinction de l'horloge, du PLL et des caches L1 et L2.

## 1.2.10.12 AMD FX8150 Bulldozer

Basé sur la technologie CMT (*Cluster Multithreading*) et reposant sur la notion de module.

Un module Bulldozer est constitué de deux cœurs d'exécution x86 qui se partagent un certain nombre de ressources : la partie en charge du *fetch* des données (chargement), l'unité de décodage des instructions et celle en charge des calculs sur les flottants. Le cache L2 est partagé entre les deux cœurs d'un module. On peut trouver un certain nombre de modules Bulldozer dans un processeur AMD (8 pour le FX8150).



Le *front-end*, qui assure l'alimentation des unités d'exécutions, est partagé entre les cœurs d'un même module.

Mémoire cache : 64 Ko de L1 pour les instructions fonctionnant sur deux voies et partagé entre les cœurs. Chaque cœur embarque son propre cache L1 associatif à 4 voies de 16 Ko pour les données.

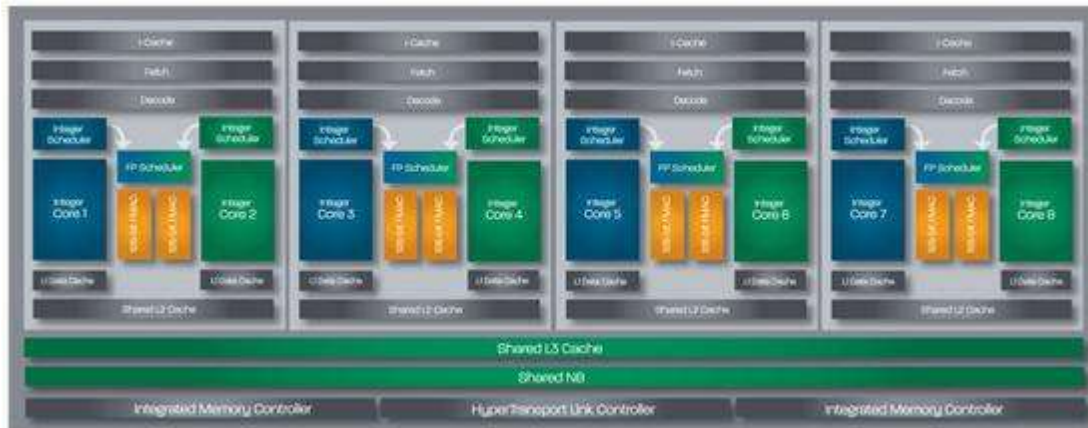
Décodage de plusieurs instructions en une seule instruction (fusion de branche).

Pipeline à 4 étages : d'un côté deux ALU et 2 AGU (unités de génération d'adresses). Exécution de deux instructions entières par cycle d'horloge.

Cache L2 de 2 Mo associatif en 16 voies, partagé entre les cœurs du module.

Cache L3 exclusif et associatif de maximum 8 Mo partagé entre tous les modules constituant le processeur. Latence des caches : 3 cycles pour le L1, 18 pour le L2 et 65 pour le L3.

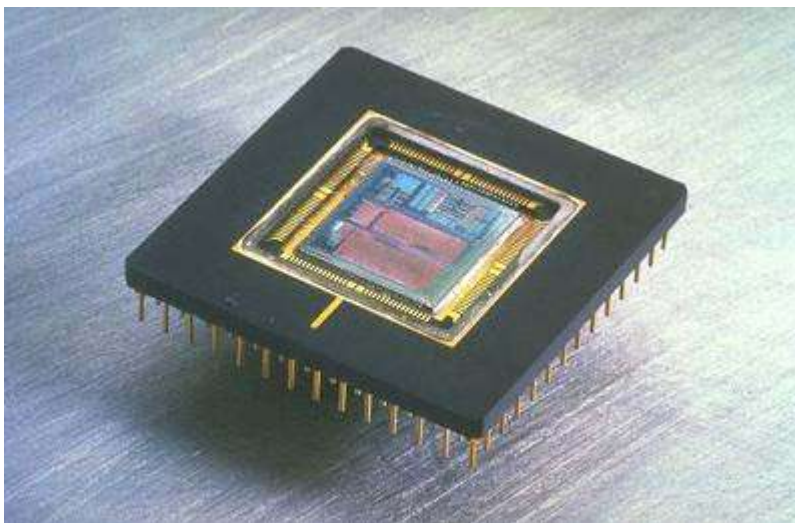
Socket AM3+, compatible avec l'AM3 (les processeurs FX peuvent être utilisés dans les cartes mères AM3 et inversement).



## 1.2.11 Rôle du processeur (CPU)

Sans lui, rien n'est possible. Le processeur est effectivement l'élément central dans le processus de traitement des données.

Il gère et contrôle la totalité des processus et des enchaînements. Sans lui, un fonctionnement interactif et opérationnel des autres composants de la carte mère du PC n'est pas possible. Le processeur est relié directement ou indirectement à tous les autres composants de la carte mère. Pour communiquer avec son environnement, le processeur dispose de circuits d'adresses, de circuits de données et de circuits de contrôle.



C'est le processeur lui-même qui détermine pour l'essentiel les différentes catégories d'ordinateurs et leurs performances respectives. Mais les performances ne dépendent pas seulement de la catégorie à laquelle appartient le processeur, la fréquence du processeur joue également un rôle décisif. Le processeur est cadencé par un élément externe: la platine PLD dont la fréquence est multipliée par un certain coefficient réglable. La cadence à laquelle cet élément contraint le processeur à travailler se mesure en oscillations par

seconde (mégahertz).

Une suite d'instructions simples peut s'exécuter plus rapidement qu'une seule instruction complexe. La diminution du nombre de commandes et de leur complexité permet de réduire l'espace qu'elles utilisent dans le processeur. La conséquence en est la possibilité d'augmenter la fréquence du processeur.

### Les cycles d'exécution

Un processeur cadencé à 400 Mhz peut exécuter 400 millions de cycles par seconde. Donc 1 cycle = 1/400000000 seconde.





Exemple : sur le Pentium II la multiplication (nombres entiers) s'exécute en 4 cycles, sur un Pentium en 10 cycles. Cela signifie qu'à fréquence égale, la multiplication sur un Pentium II s'exécute 2,5 fois plus rapidement.

A l'intérieur du processeur, chaque instruction correspond à un groupe de transistors. Chaque groupe dispose d'une organisation physique qui va permettre d'obtenir une addition, une multiplication, etc...

En optimisant l'organisation d'un groupe, on peut améliorer la vitesse d'exécution de la commande à laquelle il correspond.

- Binaire = à deux états : 0 / 1, Oui / Non, le courant passe ou ne passe pas.
- Parallèle : les bits transitent sur 8, 16 ou 32 fils à la fois et non pas à la suite les uns des autres sur un seul fil. Sur un bus 16 bits on peut donc envoyer 2 octets en une seule fois.
- Bit est l'abréviation de Binary digit: un élément binaire. 8 bits = un octet. Avec 8 bits, il est possible d'adresser jusqu'à 65.535 positions de la mémoire.

- Mo : Méga-octet (Méga-Byte) = 1 million d'octets. 1 octet = 8 bits et représente généralement un caractère.
- Ko: 1024 octets (ou caractères).
- GO: Giga-octet - 1 milliards d'octets.

## L'overclocking

Overclocker signifie faire fonctionner un processeur à une vitesse supérieure à celle pour laquelle il a été conçu (ou vendu).

Des processeurs de vitesses voisines (P3 à 450 et 500 Mhz par exemple) sont en fait issus de la même série et ne sont proposés à des vitesses différentes que pour des raisons commerciales. Celui qui est vendu pour 450 mhz peut très bien tourner à 500. C'est le réglage de la carte-mère qui imposera la vitesse à laquelle il va fonctionner. On peut donc modifier les réglages de cette dernière et gagner en puissance sans prendre de risques.

Malgré tout, ce processus n'est pas totalement sans danger pour l'ordinateur, une augmentation de fréquence s'accompagne tout d'abord par l'élévation de la température des éléments qui la subissent. Il faut veiller à ce que les éléments touchés par cette élévation de température soient convenablement ventilés

D'autre part, les autres éléments du pc peuvent ne pas accepter une augmentation de fréquence trop importante (une carte PCI, par exemple, est initialement prévue pour tourner à 33 Mhz).

## Comprendre les notios de fréquence

Pour comprendre l'overclocking, il faut effectivement connaître les notions de fréquence et les relations qui existent entre les fréquences de la carte-mère et du processeur.

Un processeur tourne à une vitesse plus élevée que la carte-mère, il existe donc ce que l'on appelle un coefficient multiplicateur qui définit la vitesse relative du processeur par rapport à la carte-mère.



Un coefficient de 2 signifiera donc: " le processeur tourne à une fréquence deux fois plus élevée que la carte-mère".

On peut donc effectuer un overclocking de deux façons:

- \* en modifiant le coefficient multiplicateur (la carte-mère ne subit aucun changement de fréquence, seul le processeur tourne à une cadence plus élevée)
- \* en modifiant la fréquence de base, c'est-à-dire celle de la carte-mère (le processeur subit alors lui aussi une élévation de fréquence proportionnelle au coefficient multiplicateur). Les fréquences possibles d'une carte-mère dépendent de son type et de sa génération.

Un bus de type PCI a, par exemple, sa fréquence reliée à celle de la carte-mère par un coefficient de 0.5. Ainsi, une augmentation de la fréquence de base de la carte-mère aura pour conséquence directe l'augmentation proportionnelle de la fréquence du bus PCI, c'est-à-dire de l'ensemble des composants qui y sont rattachés.

Il vaut donc mieux augmenter la fréquence de la carte-mère que le coefficient multiplicateur. Par exemple: un Pentium 166 dont la fréquence de base est 83Mhz et dont le coefficient multiplicateur est 2 ( $2 \times 83 = 166$ ) aura de meilleures performances qu'un Pentium 200 dont la fréquence de base est 66Mhz et dont le coefficient multiplicateur est 3 ( $3 \times 66 = 200$ ). En effet, certains organes jouent le rôle de frein, car le processeur "attend" en quelque sorte que ceux-ci aient effectués leurs opérations avant de continuer les siennes.

## 1.2.12 La course à la miniaturisation

### La Nanotechnologie

La nanotechnologie a souvent été définie comme la science ayant pour objet de concevoir, fabriquer et utiliser des structures d'une dimension allant de l'échelle atomique jusqu'à environ 100 nanomètres. (1 micron = 1000 nanomètres)

La nanotechnologie recouvre en réalité une extrême variété de domaines - de l'électronique et la physique à la mécanique quantique, en passant par la biologie et la chimie.

Le terme mésoscopique comble le vide qui existe entre l'ordre atomique et l'ordre micrométrique. C'est à cette échelle que les effets de la mécanique quantique commencent à entrer en jeu.

L'introduction de la nanoélectronique a été marquée par un amincissement permanent de la "largeur de ligne", ramenant de 10 microns à 0,25 micron les infimes connexions réalisées dans les circuits intégrés.

Cette tendance a inspiré la loi de Moore, selon laquelle la capacité de traitement des circuits intégrés pouvait ainsi doubler tous les 18 mois.

	1995	1998	2001	2004	2007	2010
Capacité des puces en bits	64M	256M	1G	4G	16G	64G
Taille minimum du composant (mm)	0.35	0.25	0.18	0.13	0.1	0.07
Dissipation d'énergie ( watt)	80	100	120	140	160	180



Mais, dès le franchissement de la barre de 0,1 micron (100 nanomètres), de sérieux problèmes sont constatés. A mesure qu'ils sont placés de plus en plus près les uns des autres, il est, par exemple, de plus en plus difficile de gérer la dissipation thermique des circuits.

A long terme, la technologie CMOS (circuits à transistors MOS complémentaires, procédé de base utilisé dans l'industrie microélectronique) pourrait toutefois rencontrer un obstacle plus fondamental; celui du franchissement des frontières du monde quantique. Comment concevoir un circuit lorsqu'on arrive à une échelle où l'on est obligé d'intégrer le principe d'incertitude de Heisenberg ?

## Le principe d'incertitude d'Heisenberg

Cette loi établit que l'on ne peut pas prendre réellement connaissance des phénomènes que l'on cherche à étudier parce qu'en les observant, on les modifie, du moins au niveau des particules subatomiques.

L'exemple le plus connu est celui de l'atome : quand on veut observer un atome, on fait des observations fantaisistes car les photons (particules de la lumière utilisée pour illuminer la scène à observer) bousculent l'atome, modifiant ainsi son niveau d'énergie, ses orbites et son spin. On ne peut pas savoir quel était l'état de cet atome avant l'observation.

De façon imagée, on peut dire qu'une particule ayant une onde avec une grande longueur d'onde n'est pas bien localisée et que son comportement est plutôt celui d'une onde (une onde est un phénomène non localisé).

Lorsque la longueur d'onde se raccourcit, la particule apparaît de plus en plus localisée et se comporte de plus en plus comme un corpuscule (un corpuscule est une entité ayant une dimension et une position bien déterminées).

En fait, Werner Heisenberg a étudié de près cette question et en a déduit des relations liant la précision que l'on peut obtenir de la vitesse et de la position d'une particule d'une part, et la précision de la mesure de son énergie en fonction de la durée de la mesure d'autre part. Ces relations sont connues sous le nom de relations d'incertitude d'Heisenberg.

En 1927, Heisenberg formule une propriété fondamentale de la mécanique quantique qui dit qu'il est impossible de mesurer à la fois la position d'une particule EN MÊME TEMPS que sa vitesse de façon exacte. Plus l'on détermine avec précision l'un, moins on saura de chose sur l'autre. C'est ce que l'on a appelé le principe d'incertitude de Heisenberg.

Ce principe indique que certaines propriétés d'un électron, comme sa position et sa vitesse, sont mutuellement exclusives.

Le principe d'incertitude d'Heisenberg a des répercussions profondes sur notre vision du monde. Il implique que le comportement de la matière à l'échelle de l'infiniment petit n'est pas déterminé ou prévisible. Les mesures que l'on peut effectuer sur la vitesse et la position de particules subatomiques expriment, non pas des certitudes, mais seulement des probabilités.

Les voies actuelles de l'industrie microélectronique se heurtent à leurs limites, Il ne reste plus que deux étapes de miniaturisation supplémentaires avant d'atteindre le niveau atomique.

Un des principaux obstacles pour faire descendre la taille des circuits intégrés à l'échelle nanoscopique est celui des rubans d'interconnexion qui relient entre eux les différents composants de la puce électronique. Les circuits de moins de 100 nm nécessitent des connexions d'une taille de moins de 50nm, pouvant aller jusqu'aux dimensions moléculaires et même atomique.



## 1.2.12.1 L'effet tunnel

### Principe

Imaginez une balle lancée vers un mur. Soit elle est lancée assez fort, et elle passe au travers du mur, soit elle n'est pas lancée assez fort, et elle rebondit dessus.

La même chose existe pour un électron essayant de sortir du conducteur en métal qui le contient. Si on le lance assez fort, il franchit la barrière et retombe de l'autre côté (autrement dit, si on lui impose un champ électrique assez fort, il est capable de sortir du conducteur pour traverser l'isolant et le vide jusqu'à un autre métal ou conducteur). Ce phénomène est connu et maîtrisé, les niveaux d'énergie circulant dans les circuits sont limités de manière à empêcher ce phénomène de se manifester.

Mais une grosse différence se manifeste si on ne lance pas assez fort l'électron. A la différence d'une balle, un électron est une sorte de nuage, un blob. Et une partie de ce blob peut passer le mur tandis que l'autre va rebondir.

Confronté à une barrière, un électron a la possibilité de se scinder en deux : une partie franchit la barrière, et l'autre pas.

Mais un tel état ne dure pas : un électron ne reste pas longtemps scindé, parce que les deux parties de l'électron interagissent avec le matériau dans lequel elles se trouvent. Il se passe alors que l'une des deux parties « fond », tandis que l'autre « grossit » : l'électron se retrouve alors entier d'un côté ou de l'autre. Il peut être passé ou pas, selon la partie qui grossit : en gros, la partie restée en arrière du mur a la possibilité d'être « téléportée » avec l'autre. Comme si il y avait eu un tunnel dans le mur par lequel elle serait passée. Alors qu'elle n'est passée nulle part !

### Application électronique

Considérons deux électrodes conductrices séparées par une barrière isolante (le vide, un isolant..). Si la barrière a une épaisseur nanométrique, les électrons ont une probabilité de passer d'une électrode à l'autre. Cet effet, interdit par la mécanique classique, est qualifié d'effet tunnel. Si l'on applique une différence de potentiel entre ces deux électrodes, le transfert d'électrons par effet tunnel est asymétrique, donnant lieu à un courant tunnel.

Ainsi, à partir de 0.05 microns (50 nanomètres) les électrons qui circulent dans le processeur n'obéissent plus aux lois de la physique classique. Un électron circulant dans un couloir peut très bien en sortir, d'où un processeur qui renverrait des résultats incontrôlés.

Les courants tunnels domestiqués sont utilisés pour le fonctionnement de différents composants, comme les cellules flash – c'est leur apparition sauvage qui peut causer des erreurs.



## 1.2.13 Les modes de transfert

### Les modes PIO

Le mode PIO (Programmed I/O) désigne la vitesse de l'interface. Elle est gérée par le CPU et correspond à la manière dont sont traitées les instructions chargées de transférer les données au disque dur. Si ce procédé offre des débits intéressants, il présente l'inconvénient de mobiliser les ressources du processeur. Il ne permet pas des performances de haut niveau en multitâche. Chaque disque supporte un mode PIO au-delà duquel différents problèmes de corruption de données peuvent survenir. Le plus simple est de laisser le mode de détection automatique dans le Bios, qui garantit le mode le plus élevé autorisé pour un disque donné.

Version ATA	Mode	Vitesse maximum (MB/s)
ATA-0	PIO Mode 0	3,3
ATA-1	PIO Mode 1	5,2
ATA-1	PIO Mode 2	8,3
ATA-2	PIO Mode 3	11,1
ATA-3	PIO Mode 4	16,7
ATA-4, UDMA-33	Ultra DMA	33,6

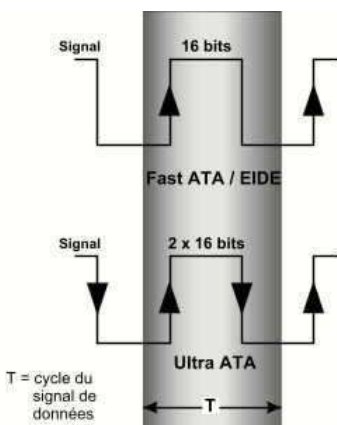
### Les modes DMA

Le terme DMA signifie Direct Memory Access, en fait il s'agit de transférer des données depuis un périphérique jusqu'à la mémoire vive, sans passer par le processeur. Les disques durs n'utilisent pas le même chipset DMA que les autres périphériques.

Un chipset DMA propre aux transferts disques mémoire vive est utilisé, via le Bus Mastering. Les modes DMA offrent des performances supérieures aux modes PIO, principalement liés à l'absence d'utilisation du processeur. En contrepartie, un driver est nécessaire pour disposer de ces possibilités.

### Le Block Mode

Ce procédé a pour but d'augmenter les performances générales d'un disque. A cet effet, les commandes de lecture/écriture sont regroupées et envoyées par lots au disque. Cette réorganisation permet une utilisation optimale des performances du disque. Par contre, ce système est à la source de nombreux problèmes, tel que la corruption des données écrites sur le disque.



### **L'Ultra ATA 33**

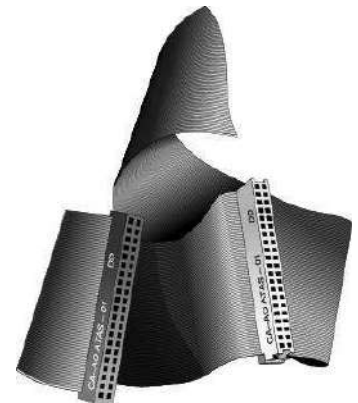
Cette technologie est née à l'initiative de Quantum et d'Intel. Basée sur le même principe que l'Ultra SCSI, elle permet de doubler le débit du mode multiword DMA 2, le portant ainsi à 33,3 Mo/s. Le mot de données (16 bits) est transféré à chaque front montant et descendant du signal, au lieu d'un transfert par cycle complet. Il offre également un meilleur contrôle d'erreurs, le CRC (Cyclical Redundancy Check).



## L'Ultra ATA 66

La norme Ultra ATA 66, appelée aussi UltraDMA 66, est une amélioration de la norme Ultra ATA 33. L'Ultra ATA 33 permettait d'atteindre un débit de l'ordre de 33.3 Mo/s, alors que l'Ultra ATA 66 double cette valeur, soit 66.6Mhz. Les machines proposant cette norme sont disponibles depuis 1999.

Les disques durs ont des vitesses de rotation de l'ordre de 7.200 tours à 10.000 tours par minutes. Ces disques sont équipés de mémoire cache servant de tampon entre l'interface de transfert et la mécanique. Désormais, le point faible du point de vue des performances n'est plus le disque dur, mais la liaison entre le disque et le contrôleur. C'est là qu'intervient la norme Ultra ATA 66.



Cette nouvelle norme hérite d'une fonctionnalité proposée par son prédécesseur, le Cyclical Redundancy Check (CRC). Celle-ci est en fait basée sur le contrôle de parité. Quand un signal est envoyé par le disque en direction du contrôleur, une valeur de contrôle est calculée. A la réception, une nouvelle valeur de contrôle est calculée selon le même procédé, puis retournée au disque. Là, les deux valeurs sont comparées. Si elles ne sont pas identiques, on peut déduire qu'il s'est produit une erreur ou une perte de données durant le transfert. En ce cas, les données sont à nouveau émises par le disque dur.

A cet effet, la norme Ultra ATA 66 impose l'usage d'un nouveau câble IDE. Celui-ci utilise le même type de connecteur à 40 broches. Par contre, le nombre de brins passe de 40 à 80. Pour chaque câble de données, un second câble a été ajouté. Il agit comme blindage en s'interposant entre deux câbles transférant des informations. Si vous utilisez un câble 40 fils au lieu de ce câble spécifique, votre disque ne pourra travailler à plus de 33.3 Mo/s, comme s'il était prévu pour la norme Ultra ATA 33. Par contre, ce câble garantit une compatibilité descendante avec les composants IDE existants. Vous pouvez donc y connecter des périphériques Ultra ATA 33, utilisant les modes PIO 0 à 4.

L'Ultra DMA 66 demande :

- Un contrôleur compatible

Ou une carte contrôleur PCI Ultra ATA 66 au lieu des connecteurs IDE présents sur la carte-mère

- Un câble IDE Ultra ATA 66

Ce câble propose 3 connecteurs 40 Pins (un pour le contrôleur et deux pour les périphériques), ainsi que 80 fils. Ce type de câble est conçu spécifiquement pour supporter cette norme.

- Un disque dur Ultra ATA 66

Les disques de ce type sont disponibles chez la plupart des fabricant de disques.

- Un système d'exploitation compatible

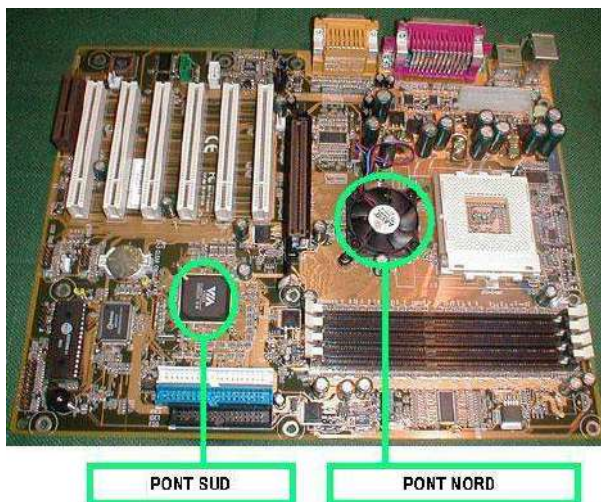
En fait, tout système d'exploitation compatible Ultra ATA 33 fait l'affaire. Ainsi, Windows à partir de 95 OSR2.



## 1.3 Le chipset

Le chipset est le composant chargé de lier intelligemment les différents composants du PC. Comme son nom l'indique, le chipset est composé de différents chips, chacun chargé de piloter un composant précis. On distingue généralement les composants suivants:

Composant	Description
CPU	Le processeur lui-même (Central Processing Unit)
FPU	Le coprocesseur (Floating Point Unit)
Bus Controller	Le contrôleur du bus
System Timer	Horloge système
High et low-order Interrupt Controller	Contrôleur d'interruptions hautes (8-15) et basses (0-7)
High et low-order DMA Controller	Contrôleur de DMA haut (4-7) et bas (0-3)
CMOSRAM/Clock	Horloge du Bios
Keyboard Controller	Contrôleur clavier



Le type de chipset définit les composants supportés par la carte-mère.

### North et South Bridge

Généralement, le chipset est partagé en deux parties: le North Bridge et le South Bridge.

Le North Bridge (le pont nord) est le composant principal. Il sert d'interface entre le processeur et la carte-mère. Il contient le contrôleur de mémoire vive et de mémoire cache. Il gère aussi le bus principal et les bus mémoire, processeur, PCI et AGP. Il est le seul composant, en dehors du processeur, qui tourne à la vitesse de bus processeur.

Le South Bridge (le pont sud) est cadencé à une fréquence plus basse. Il est chargé d'interfacer les slots d'extension ISA, EISA ou PCI et de l'IDE. Il se charge aussi de tous les connecteurs IO, tels que les prises sérieuses, parallèles, USB, ainsi que les contrôleurs EIDE et floppy. Le South Bridge prend aussi en charge l'horloge système et les contrôleurs d'interruption et DMA.

L'avantage d'une telle architecture est que le composant South Bridge peut être utilisé pour différents North Bridge. En effet, ce dernier évolue beaucoup plus souvent que le South.

### Hub architecture

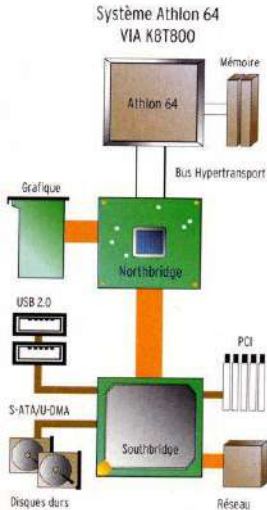
Tout comme l'i810, le chipset Intel i820 utilise une "Hub Architecture".

Le chipset se décompose en 3 chips principaux. Les deux plus importants, le "MCH" (Memory Controller Hub) et l'ICH (I/O Controller Hub), correspondent au Northbridge et au Southbridge, exception faite de la gestion du bus PCI qui est désormais prise en charge par l'ICH. Toutefois, ces deux chips ne communiquent plus via le bus PCI mais via un bus indépendant appelé Interlink. L'avantage est double, d'une part la bande passante maximale augmente, et d'autre part le bus



PCI se trouve déchargé des transferts entre Northbridge et Southbridge. Le troisième chip, le FWH (Firmware Hub) est directement relié à l'ICH. Il s'agit en fait d'une EEPROM de 4 Mo stockant le bios de la carte mère et d'une partie active faisant office de générateur de nombres aléatoires. Ce générateur peut fournir aux logiciels de cryptage des clefs totalement aléatoires.

## AMD



Amd présente avec la génération des K8 à 64 bits une nouvelle approche du chipset, basé sur une puce Via.

Celle-ci regroupe toutes les fonctions des anciens north et south bridge en un seul chip. Cette organisation est rendue possible par le fait que le canal de communication avec la ram est directement lié et géré par le processeur lui-même.

Le K8T800 combiné au VIA VT8237 et aux puces compagnons VIA offre un bouquet de fonctions multimédia et d'E/S, incluant le bus HyperTransport, ainsi que le RAID Serial ATA natif et le réseau Gigabit.

## Le Southbridge ICH6

Parmi les évolutions apportées par le Southbridge ICH, le contrôleur de disque est probablement la plus importante.

Les ports SATA de l'ICH6 sont compatibles ATAPI, ils acceptent des lecteurs et graveurs de CD-ROM en plus des HD.

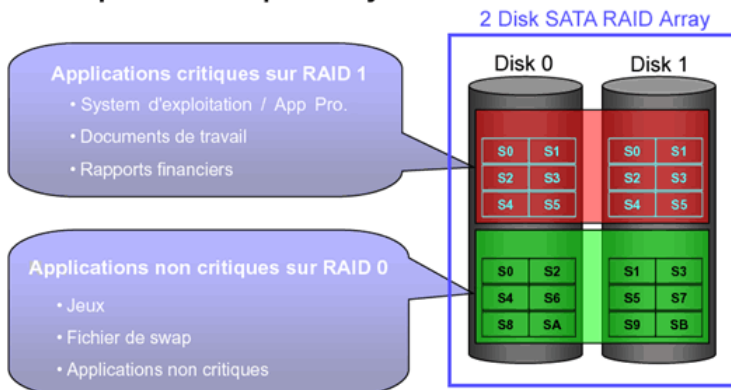
Le Serial ATA est majoritaire en nombre d'unités supportées. L'ICH4 ne supportait que le PATA par l'intermédiaire de 2 canaux ATA100 et l'ICH5 ne gère que 2 ports SATA en plus des 2 canaux PATA. L'ICH6 supporte 4 ports SATA150 de façon native, via un contrôleur AHCI (Advanced Host Controller Interface), et 1 seul canal PATA qui peut accueillir 2 unités.

	ICH4	ICH5	ICH6
PATA	2	2	1
SATA	N/A	2	4

L'ICH6 supporte également le NCD (Native Command Queuing - hérité du SCSI), qui permet de réorganiser les données reçues par le contrôleur disque afin d'optimiser leur exécution et offrir de meilleures performances.

## Intel® Matrix RAID Technology

Multiple Volumes per Array



Le NCD permet de gagner du temps grâce à la réorganisation de l'exécution des commandes. On passe de  $2^{1/2}$  révolutions à 1 pour effectuer les mêmes commandes de lecture. Le NCD nécessite un chipset et un driver appropriés, et un HD supportant le NCD.

Enfin, une fonction Matrix RAID est intégrée à l'ICH6, qui permet de créer deux zones RAID sur seulement deux disques, et ce, de la façon suivante :





- une zone RAID 1 (Mirroring) pour les applications ayant besoin d'un maximum de sécurité
- une zone RAID 0, très rapide mais moins fiable car la défaillance d'un des 2 disques entraîne la perte des données, pour les applications non critiques.

### 1.3.1 Le rôle du chipset

Une carte mère se compose de différents composants vitaux avec lesquels le processeur doit communiquer.

Le chipset contient un jeu d'instructions qui va servir au processeur central pour communiquer avec les bus, la cache et la mémoire. Il est donc étroitement lié au processeur et au bios, ce dernier devant être conçu spécifiquement pour chaque type de chipset. Un chipset conçu pour un Pentium 2 ne fonctionnera pas avec un Pentium 4.

Ce dernier ne comprendrait en effet pas les instructions proposées par le chipset. A partir de là, on comprend aussi que chaque chipset possède plus ou moins de fonctions, c'est-à-dire de composants matériels qu'il est capable de gérer. Les différences essentielles concernent la gestion de la mémoire (type de RAM, quantité), des bus...

### 1.3.2 Conception du chipset

Le chipset est un circuit à semi-conducteurs dont le contenu logiciel peut être flashé à l'instar des bios.



## 1.3.3 Fonctions les plus importantes accomplies par le Chipset

### Intel® P35 Express Chipset Features at a Glance

Feature	Benefit
1333/1066/800 MHz System Bus	• Supports the Intel® Core™2 Duo and Intel® Core™2 Quad processors with Intel® Virtualization Technology, Intel® Dual-Core Intel® Pentium® processor, and Intel® Celeron® processor.
PCI Express® 1.1 Interface	• The PCI Express 1.1 interface supports x16 graphics and provides 8 Gb/s bandwidth for platform graphics.
Intel® Fast Memory Access	• Updated Memory Controller Hub (MCH) backbone architecture that improves system performance by optimizing the use of available memory bandwidth and reducing the latency of the memory accesses.
Dual-Channel DDR2 Memory Support	• Delivers up to 12.8 Gb/s (DDR2 800 dual 6.4 Gb/s) of bandwidth and 8 Gb memory addressability for faster system responsiveness and support of 64-bit computing.
Dual-Channel DDR3 Memory Support	• Delivers up to 17 Gb/s (DDR3 1066 dual 8.5 Gb/s) of bandwidth and 8 Gb memory addressability for faster system responsiveness and support of 64-bit computing.
Intel® Flex Memory Technology	• Facilitates easier upgrades by allowing different memory sizes to be populated and remain in dual-channel mode.
Intel® High Definition Audio®	• Integrated audio support enables premium digital sound and delivers advanced features such as multiple audio streams and jack re-tasking.
Intel® Matrix Storage Technology®	• With a second hard drive added, provides quicker access to digital photo, video and data files with RAID 0, 5, and 10, and greater data protection against a hard disk drive failure with RAID 1, 5, and 10. Support for external SATA* (eSATA) enables the full SATA interface speed outside the chassis, up to 3 Gb/s.
Intel® Rapid Recover Technology	• Intel's latest data protection technology provides a recovery point that is used to quickly recover a system should a hard drive fail or if there is massive data corruption. The clone can also be mounted as a read-only volume to allow a user to recover individual files.
Intel® Turbo Memory	• Intel's innovative NAND cache designed to improve the responsiveness of applications, application load times, and system boot performance.
Serial ATA* (SATA) 3 Gb/s	• High-speed storage interface supports faster transfer rate for improved data access.
eSATA*/Port Multiplier	• SATA interface designed for use with external SATA devices. It provides a link for 3 Gb/s data speeds to eliminate bottlenecks found with current external storage solutions. Intel also supports natively port multipliers. Combining port multipliers, eSATA, and Intel® Matrix Storage Technology provides great flexibility and expandability for external storage solutions.
SATA* Port Disable	• Enables individual SATA ports to be enabled or disabled as needed. This feature provides added protection of data by preventing malicious removal or insertion of data through SATA ports. Especially targeted for external eSATA ports.
USB* Port Disable	• Enables individual USB ports to be enabled or disabled as needed. This feature provides added protection of data by preventing malicious removal or insertion of data through USB ports.
Intel® Quiet System Technology	• Intelligent system fan speed control algorithms use operating temperature ranges more efficiently to reduce system noise by minimizing fan speed changes.

## 1.4 Le BUS

### Introduction

Le bus est un ensemble de liaisons physiques (câbles, pistes de circuits imprimés, ...) pouvant être exploitées en commun par plusieurs éléments matériels afin de communiquer.

Les bus ont pour but de réduire le nombre de traces nécessaires à la communication des différents composants en mutualisant les communications sur une seule voie de données.

Dans le cas où la ligne sert uniquement à la communication de deux composants matériels, on parle parfois de port (*port série, port parallèle, ...*).

### Caractéristiques

Un bus est caractérisé par le volume d'informations transmises simultanément (exprimé en bits), correspondant au nombre de lignes sur lesquelles les données sont envoyées de manière simultanée. Une nappe de 32 fils permet ainsi de transmettre 32 bits en parallèle. On parle ainsi de "largeur de bus" pour désigner le nombre de bits qu'il peut transmettre simultanément.

D'autre part, la vitesse du bus est également définie par sa fréquence (exprimée en Hertz), c'est-à-dire le nombre de paquets de données envoyés ou reçus par seconde. On parle de cycle pour désigner chaque envoi ou réception de données.



De cette façon, il est possible de connaître la bande passante d'un bus, c'est-à-dire le débit de données qu'il peut transporter, en multipliant sa largeur par sa fréquence. Un bus d'une largeur de 16 bits, cadencé à une fréquence de 133 Mhz possède donc une bande passante égale à :

$$16 * 133.10^6 = 2128 * 10^6 \text{ bit/s,}$$

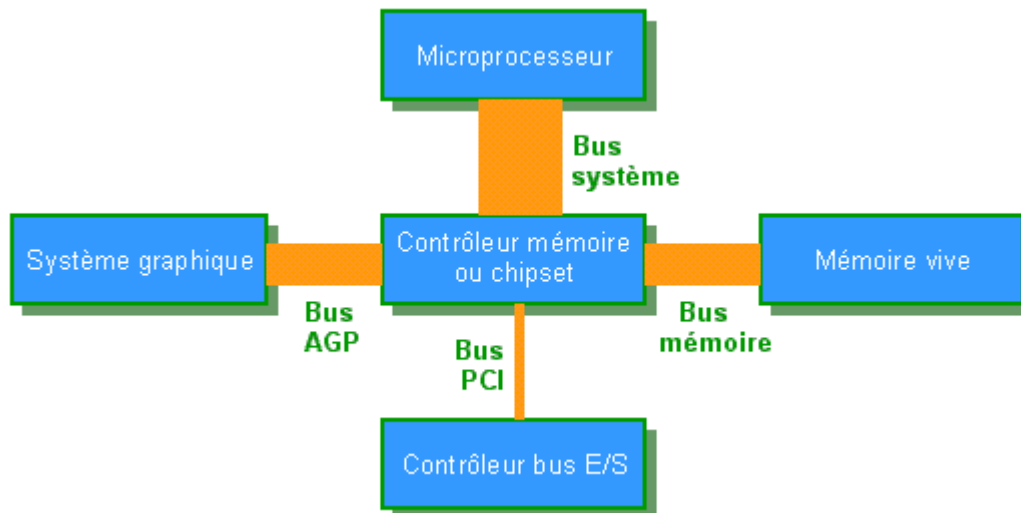
$$\text{soit } 2128 * 10^6 / 8 = 266 * 10^6 \text{ octets/s}$$

$$\text{soit } 266 * 10^6 / 1024 = 259.7 * 10^3 \text{ Ko/s}$$

$$\text{soit } 259.7 * 10^3 / 1024 = 253.7 \text{ Mo/s}$$

Le *DDR (Double Data rate)* permet d'envoyer deux fois plus d'informations par cycle en utilisant le front descendant de l'impulsion aussi bien que le front montant.

## Les principaux bus



On distingue généralement 2 grands types de bus : le bus système (*front-side bus, FSB*), y compris le bus mémoire et les bus d'extension (bus AGP et PCI, PCIX) permettant de connecter des cartes d'extensions.

- **le bus système** permet au processeur de communiquer avec les autres composants. Il est lui-même subdivisé et composé notamment du **bus mémoire** qui permet au processeur le transfert des données vers la mémoire vive
- **les bus d'extension** (*bus d'entrée/sortie*) permet aux divers composants de la carte-mère (USB, série, parallèle, cartes branchées sur les connecteurs PCI, disques durs, lecteurs et graveurs de CD-ROM, etc.) de communiquer entre eux mais il permet surtout l'ajout de nouveaux périphériques grâce aux connecteurs d'extension connectés sur le bus d'entrées-sorties.

Le chipset aiguille les informations entre les différents bus afin de permettre à tous les éléments de communiquer entre eux.

Pour communiquer, deux bus ont besoin d'avoir la même largeur. Cela explique pourquoi les barrettes de mémoire vive doivent parfois être appariées sur certains systèmes (par exemple sur les premiers Pentium, dont la largeur du bus processeur était de 64 bits, il était nécessaire d'installer par paires des barrettes mémoire d'une largeur de 32 bits).



## Le bus processeur

Le bus processeur, également appelé bus système, bus frontal ou Front Side Bus (FSB), est constitué par l'ensemble des lignes alimentant le processeur en données.

L'ensemble de ses lignes forme trois "sous-bus" fonctionnellement différents : bus de donnée, bus d'adresse et bus de contrôle, chaque ligne se trouvant classée dans telle ou telle catégorie selon la fonction des signaux qu'elle véhicule.

Le bus processeur est la portion du bus par lequel transitent les informations entre le processeur et le chipset chargé de gérer la mémoire vive (North Bridge).

La fréquence du bus mémoire définit la fréquence du bus local PCI. La fréquence interne du processeur est obtenue par la multiplication de fréquence de ce bus selon un facteur donné.

Ce Bus est composé de lignes électriques et de circuits pour les transferts de données, d'adresses et de contrôles.

## Le bus mémoire

Il assure le transfert des données entre le processeur et la mémoire principale (RAM). Le taux de transfert des informations qui transitent par le bus mémoire est bien inférieur à celui des informations véhiculées par le bus processeur, ce qui nécessite la mise en place d'un contrôleur mémoire chargé de vérifier l'interface entre le bus processeur le plus rapide et la RAM la plus lente.

### 1.4.1 De quoi se compose le bus?

De circuits, comme un ensemble de fils. Ces circuits permettent au processeur d'accéder à la mémoire centrale, d'effectuer une lecture des données qui y sont stockées, de les modifier ou de les déplacer. Les circuits destinés au transport proprement dit des données sont appelés "bus de données".

Il ne suffit toutefois pas que les données soient envoyées sur le bus de données ; il faut également indiquer leur origine et leur destination. Cette tâche s'effectue par le biais d'un autre groupe de circuits appelé "bus d'adresses".

Vient ensuite un troisième élément appelé "bus système" ou encore "bus de contrôle". Ce dernier est indispensable car d'autres éléments que le processeur et la mémoire de travail sont connectés au bus. S'il n'y avait pas d'organe de contrôle, la plus grande pagaille ne manquerait pas de régner sur le bus, du fait d'accès en lecture et en écriture simultanés des différents composants. C'est à ce stade que le bus système intervient. Il "autorise" les différents participants à effectuer des accès ; c'est lui qui indique en particulier s'il s'agit d'une opération d'écriture ou de lecture.

Le bus de contrôle est également un système de circuits, ce qui signifie qu'il se compose également de lignes. Sa gestion en est assurée par le contrôleur du bus qui est le cerveau du bus. Il veille à ce qu'il n'y ait pas d'interférences ou de conflits et à ce que les données transportées arrivent bien à l'endroit souhaité.

Physiquement, des conducteurs identiques peuvent assurer différents rôles, servant successivement de bus de données et de contrôle par exemple.

Les performances du bus dépendent donc en partie du degré "d'intelligence" de ce système de contrôle. Toutefois, la rapidité et la "largeur" du bus, c'est-à-dire le nombre de circuits de données travaillant parallèlement, sont eux aussi des éléments décisifs.



La vitesse à laquelle fonctionne le bus est elle aussi un facteur important de performance. Plus cette vitesse sera élevée, plus performant sera le bus. Il est à noter que pour obtenir une performance optimale, tous les éléments participants au montage doivent être parfaitement compatibles sous peine de voir les performances de l'élément le plus avancé complètement incapables de s'exprimer ou, même, de fonctionner.



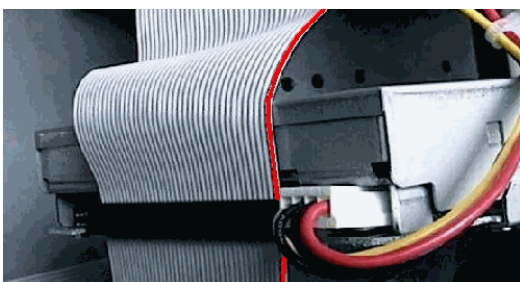
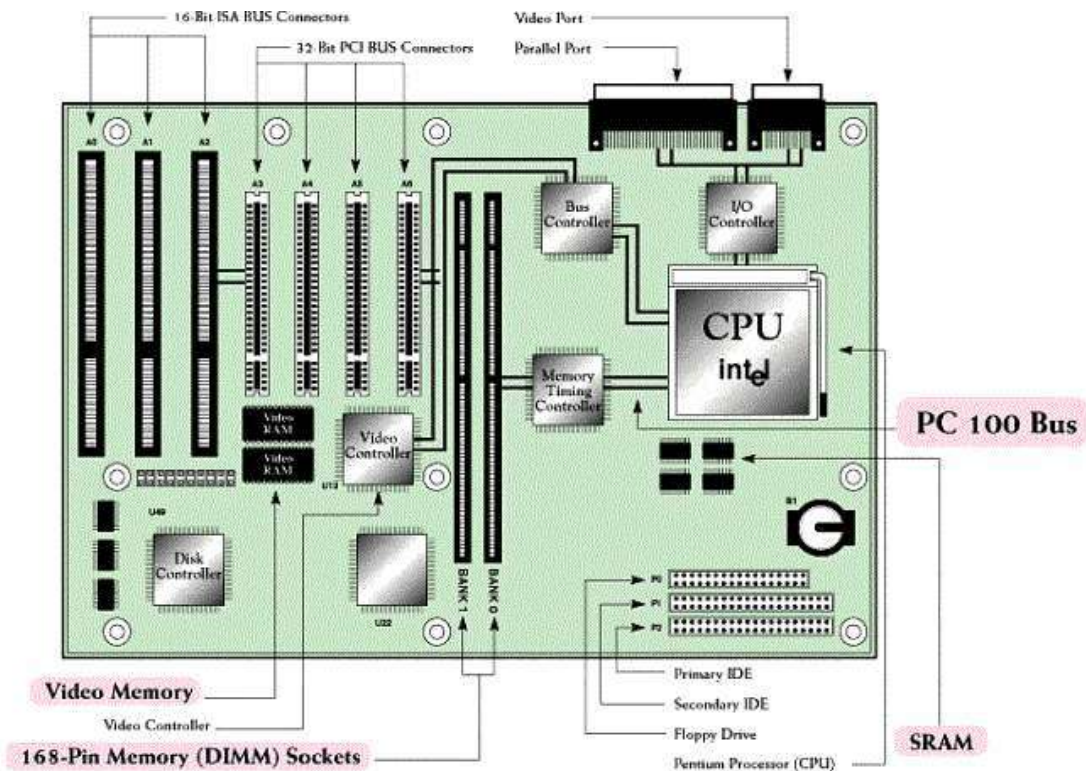
## 1.4.2 Les connecteurs d'extension

Les connecteurs d'extension sont des prises où l'on peut enficher des cartes d'extension.

Physiquement, les connecteurs d'extension sont des emplacements longilignes de couleur noire ou blanche. Ces connecteurs correspondent au type de bus se trouvant sur la carte mère.

Pour une seule unité centrale, il peut exister divers bus (PCI – PC1x), qui ne sont pas compatibles. Cela signifie que des cartes d'extension de type PC1x ne pourront pas être insérées dans un connecteur PCI. Attention, des caractéristiques physiques apparemment identiques n'impliquent pas nécessairement une réelle compatibilité.

### Les connecteurs IDE



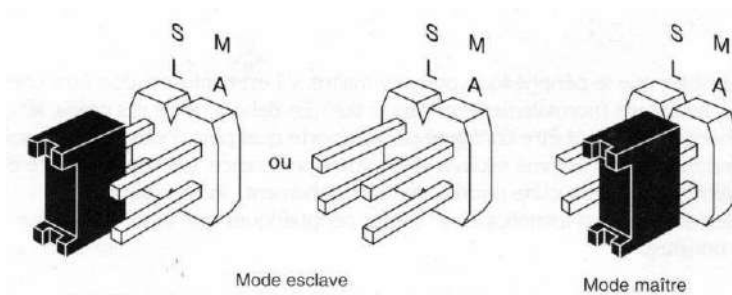
On trouvait sur les cartes mères 2 connecteurs IDE semblables, de 40 contacts chacun. IDE provient de l'expression Integrated Drive Electronic (les circuits électroniques de commande sont intégrés au disque). Les cartes actuelles n'en présentent plus qu'un, et bientôt n'en comporteront plus du tout.



Ces connecteurs servent à relier des disques durs à la carte mère. Chacun de ces connecteurs peut recevoir une nappe alimentant deux unités, soit quatre au total. L'un est le connecteur principal ; il doit obligatoirement recevoir le disque dur C: servant à amorcer l'ordinateur; l'autre est le connecteur secondaire.

L'unité la plus lente risque d'imposer sa vitesse à la plus rapide connectée à la même nappe. Par conséquent, vu que le disque dur C: se trouve sur le connecteur principal, il faut placer le lecteur de CD-ROM sur le connecteur secondaire.

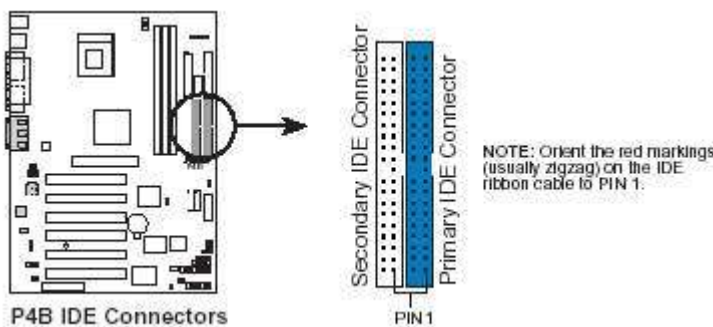
Attention : souvent, ces connecteurs IDE ne sont pas différenciés. Parfois, ils sont marqués Primary et Secondary sur la carte mère, parfois, aucune indication n'est fournie. Dans ce cas, il faut consulter le manuel de la carte mère pour les localiser.



Attention encore : certains sont détrompés (ils sont dotés d'un dispositif interdisant une connexion à l'envers), et d'autres pas.

Si un premier disque dur est branché sur un connecteur du câble issu du contrôleur, il est baptisé le maître et l'autre doit se faire reconnaître comme

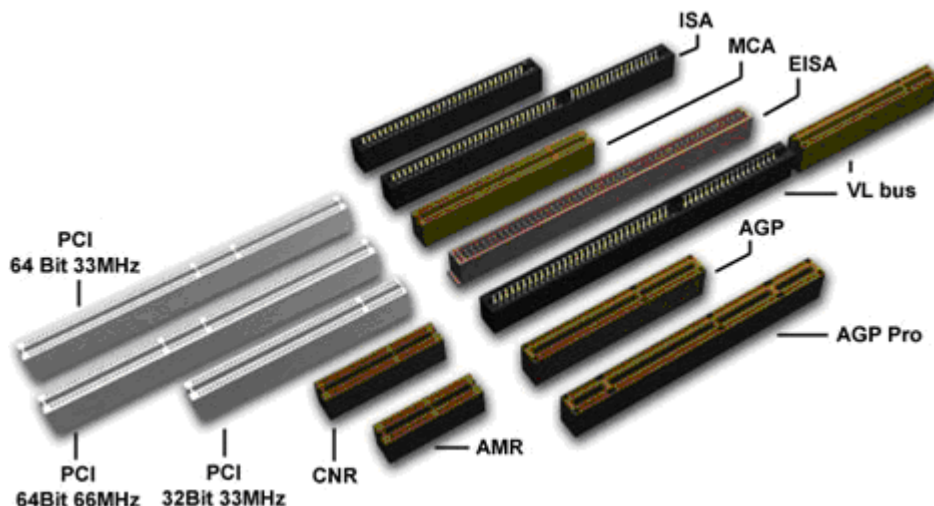
esclave. Il est donc important que la documentation du second disque dur placé sur le deuxième connecteur explique comment faire passer le disque dur en mode esclave.



Les contacts sont numérotés sur le connecteur lui-même. Parfois, une simple flèche gravée sur la carte mère pointe sur le contact n° 1.

Sur la nappe de liaison, le fil rouge désigne le fil n° 1. Il faut le connecter à la broche 1 du connecteur.

### 1.4.3 Les types de bus





## 1.4.3.1 Le bus ISA

ISA est l'abréviation de "Industrie Standard Architecture".



Le connecteur d'extension standard des XT constitue probablement la raison principale du succès de cette catégorie et par suite aussi de ses successeurs et représente l'"architecture ouverte" des PC qui, grâce à la possibilité d'adjonction de cartes d'extension de tous types, permettait et permet encore aux ordinateurs de s'adapter à des exigences particulières. Ce connecteur d'extension comportait, parallèlement à un bus d'adresses de 20 bits, un bus de données de 8 ou 16 bits.

## 1.4.3.2 Le bus AT

Le bus AT, apparu en 1984, était totalement compatible avec le bus ISA, il disposait même d'un connecteur d'extension identique. Celui-ci avait été complété par une seconde partie, contenant les huit canaux manquants, ainsi que d'autres canaux d'adresse. Le bus AT se composait ainsi d'un connecteur d'extension à 16 canaux de données et 24 canaux d'adresse. La fréquence d'horloge avait été adaptée à la fréquence de l'unité centrale 286, d'abord à 6 MHz, puis à 8,3 MHz.

## 1.4.3.3 Le bus MCA ou Microchannel

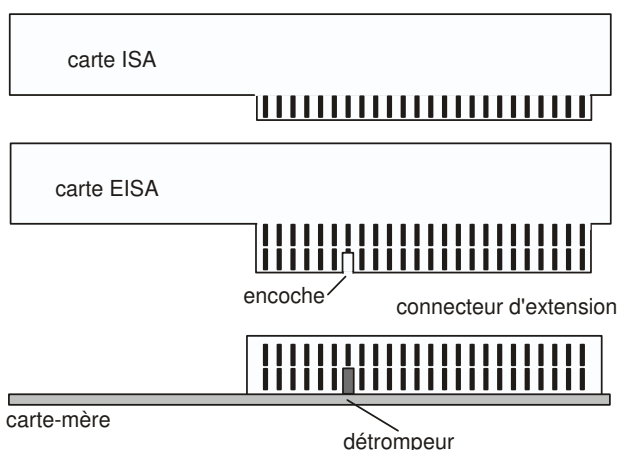
Le bus MCA, n'est pas à proprement parler un bus mais une sorte de système de canaux par l'intermédiaire desquels les données ne sont pas livrées au destinataire par un simple codage des adresses. C'est le destinataire lui-même qui vient en prendre livraison. Pour ce faire, on indique au destinataire, par exemple à la carte graphique, où se trouvent ces données et on lui ouvre l'accès à l'un de ces canaux. Cette opération s'effectue ainsi sans la contribution du processeur. Une carte d'extension capable d'initier un transfert de données de ce type est appelée "busmaster".

Ce bus travaille de manière asynchrone, c'est-à-dire qu'il ne possède pas de cadence de bus fixe,

Quand plusieurs cartes "busmaster" interviennent en même temps, une logique d'arbitrage décide de l'ordre des accès au bus.

Un avantage de ce système d'extension tient dans le fait qu'il est facile à configurer. Il n'est plus question de cavaliers ou d'autres réglages au niveau matériel sur les cartes d'extension. Les réglages se font par des moyens logiciels et ils sont dans une large mesure automatisés.

Toutefois, ce système n'a pu s'imposer, hormis sur les appareils IBM PS/2. La raison première en est probablement son incompatibilité totale avec les cartes d'extension existant sur le marché.



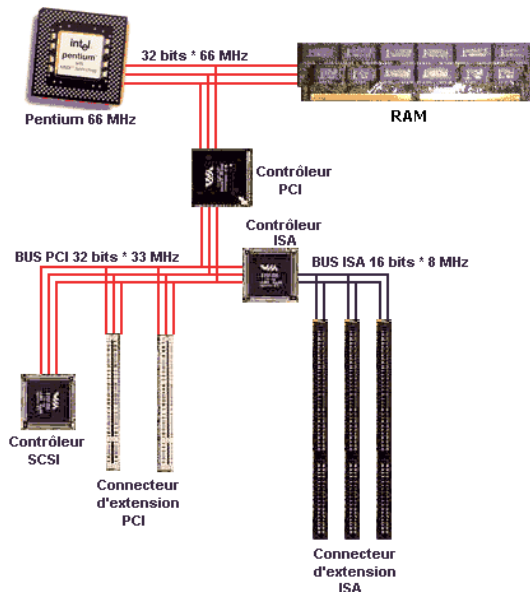
## 1.4.3.4 Le bus EISA

EISA est l'abréviation de "Enhanced Industrie Standard Architecture".

- extension du bus AT
- vrai bus 32 bits, ce qui signifie que l'ensemble des 32 circuits de données du processeur sont présents sur les connecteurs d'extension.
- possède la fonction Multimaster
- est configurable par des moyens logiciels
- est aussi compatible avec ISA



Malheureusement, cette compatibilité le rend aussi plus lent. La responsable en est la cadence de bus à 8,3 MHz, que le bus EISA ne peut pas dépasser pour rester compatible avec ISA. Pourtant, le bus EISA, grâce à sa largeur de 32 bits et à une gestion intelligente des données, peut atteindre des vitesses de transfert des données supérieures à 20 Mo/sec.



Le système EISA avait donc deux avantages sur le Microchannel : il était compatible avec ISA, (disponible) et il permettait la reconnaissance automatique des périphériques qui y étaient connectés.

### 1.4.3.5 Le bus local VESA (VLB)

Un bus local est un système de bus connecté directement aux canaux d'adresses et de données de l'unité centrale et disposant donc de la même fréquence d'horloge et des mêmes largeurs de bus pour les adresses et les données que le processeur principal situé sur la carte mère.

L'avantage de cette construction est que les cartes sont reliées quasiment en direct avec le processeur et sont cadencées à sa fréquence externe.

La réalisation technique d'un système de bus local est aisée et se fait à prix modique, sans l'électronique complexe des bus EISA ou MCA.

Les cartes mères avec VLB possédaient en général deux ou trois connecteurs locaux. En revanche, la cadence de bus définie en Vesa (40 MHz), suffisante pour les 486DX2/66, ne l'était plus pour les Pentium et clones.

### 1.4.3.6 Le bus PCI

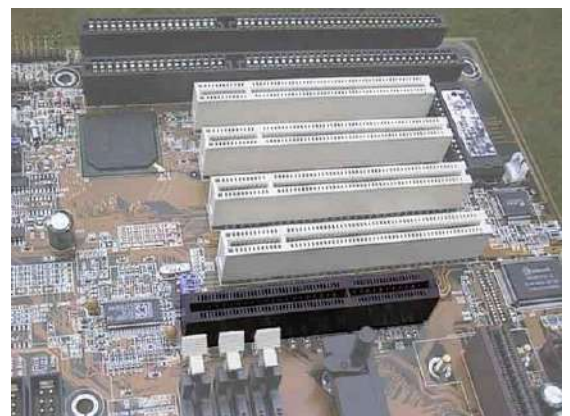


Apparu en 1993, le bus PCI se trouve sur les cartes mères équipées du Pentium, mais un certain nombre de cartes 486 en ont également été équipées.

Le bus PCI (Peripheral Component Interconnect) est un bus de connexion 32 bits. Il est supérieur à l'ISA ou au VLB par le fait qu'il est "intelligent", il utilise des processeurs spécialisés pour contrôler les échanges de données avec le reste du système. Cela permet de décharger le processeur d'une grande partie de la gestion du bus d'extension.

Les avantages de cette "intelligence" sont nombreux:

- suppression des anciens problèmes d'installation des cartes ISA (conflits d'IRQ et d'adresses)
- possibilité de gérer plusieurs cartes "maîtres" (contrôleurs SCSI, ...)
- possibilité d'auto-config des cartes (Plug & Play), manip des cavaliers désormais inutile
- possibilité de partager une interruption entre plusieurs cartes

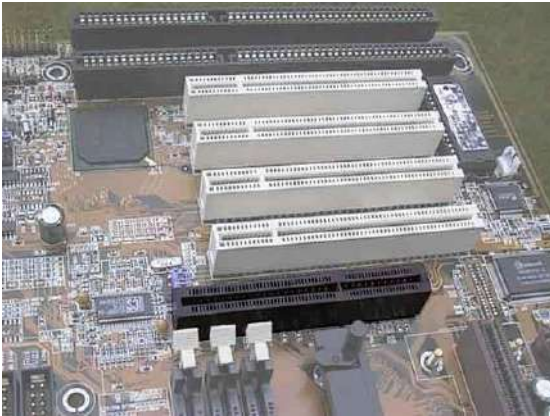






- vitesse et débit de données élevés (standart: 33 MHz et 66 MHz pour la version 2.1 – taux de transfert max: plus de 130 Moctets/sec.
- Possibilité d'utiliser des cartes multifonction (max 8 fonctions par carte PCI)
- Max 4 cartes par bus mais possibilité de plusieurs bus Pci par pc
- Parfois, config automatique par le bios (dépend de la carte-mère)

### 1.4.3.7 Le bus AGP



L'Agp (Accelerated - ou Advanced - Graphic Port) est un bus uniquement dédié aux cartes graphiques qui a pour principal intérêt d'augmenter la bande passante des données vidéo. Il est concrétisé par une liaison directe entre la carte graphique et la mémoire vive centrale. Ce bus 32 bits utilise un connecteur proche du PCI qui présente plusieurs avantages sur celui-ci :

- fréquence d'horloge plus rapide
  - peut transférer des données deux fois par cycle d'horloge
  - meilleure gestion des flux de données permettant un travail simultané sans gêner le processeur et donc, meilleure vitesse de transfert des données
- dispose de son propre gestionnaire de mémoire, ce qui permet des accès plus rapides
  - peut utiliser directement la mémoire centrale pour des textures, ce qui libère la mémoire vidéo pour d'autres usages

#### Evolutions :

L'AGP 1x est un bus 32bits à 66MHz pour un taux de transfert de 266Mo/s.

L'AGP 2X qui permet de transférer les informations sur le front montant et sur le front descendant de l'impulsion (DDR).

L'AGP 4X utilise le même bus à 66 Mhz que ses prédécesseurs, mais double les informations chargées sur les flancs montants et descendants de l'impulsion.

L'AGP 8X (spécifications AGP 3.0) reste en 32 bits. Le transfert atteint en théorie 2,13 GB / s. Le bus AGP est en mesure de détecter le mode de fonctionnement de la carte installée. Comme la tension d'alimentation de la carte graphique passe à 0,8V, une carte mère gérant l'AGP 8X peut accepter des cartes AGP 2X et 4X, mais pas des cartes AGP 1X. L'AGP 8x dispose d'un connecteur similaire à celui de l'AGP 4.x

Par comparaison, le bus ISA ne faisait que 16 MB/s et le bus PCI 132 MB/s

### 1.4.3.8 Le bus USB



Est une interface série bidirectionnelle (Universal Serial Bus) initialement destinée à remplacer les ports série RS232 et parallèles Centronics.

Ce système accepte jusqu'à 127 périphériques simultanément, sans se soucier d'aucune gestion de ressources telle qu'IRQ ou ID. Ce port peut même alimenter électriquement les périphériques pas trop gourmands; la norme autorise une consommation maximum de 15 watts par périphérique.

En outre, il est possible d'ajouter ou d'enlever des éléments de cette chaîne sans éteindre le PC, les configurations des périphériques étant du type «Hot Plug & Play ». Il est reconnu automatiquement par Windows, à partir de la version W95-OSR2 pour peu que les drivers aient été chargés au préalable.



Le débit maximum supporté par l'USB est en fait double. Il dépend surtout du type de câble utilisé. Si le câble est de type blindé, brins de données torsadés, le débit sera meilleur qu'avec un câble non-blindé et non-torsadé. Si le débit diminue avec ce dernier type de câble, son coût diminue aussi nettement. Il faut retenir que le débit annoncé est le débit total. Il sera donc à partager entre l'ensemble des périphériques connectés.

Tous les périphériques USB sont des esclaves et doivent respecter le protocole USB. L'unité centrale expédie des messages sur le bus (tokens), et le périphérique concerné répond. Les échanges d'information entre unité centrale et périphériques s'effectuent par paquets.

## L'USB 2

Alors que l'USB 1.1 possède un débit de 12 Mbits/s (contre 1 Mb/s pour le port parallèle), l'USB 2.0, offre 480 Mb/s. L'USB 2 est entièrement compatible avec l'USB 1.1

## La connectique

La norme USB propose 2 types de connecteurs. Le type A se présente sous la forme d'une petite prise rectangulaire se clipant simplement. Le type B a une forme carrée d'environ 7 mm de côté. Ces deux prises sont dotées de détrompeurs, il est donc impossible de les insérer dans le mauvais sens.

## Usb OTG

L'USB 2.0 demande toujours de passer par l'ordinateur pour faire communiquer deux appareils. L'USB On The Go (OTG) permet de s'affranchir du branchement sur pc et de brancher par exemple un appareil photo directement à une imprimante. De plus, un appareil compatible USB OTG est 'dual role': on peut également utiliser cet appareil via un pc.

Certaines imprimantes sont elles-mêmes équipées d'un écran LCD qui permet de contrôler le processus d'impression ou de visualiser les photos.

Le standard OTG est compatible avec l'USB 2.0. Le FireWire (IEEE 1394) possède d'origine une architecture peer-to-peer et peut donc logiquement être aussi 'on the go'.

## Connexions

Il est possible de pallier au manque de prises USB sur un pc en utilisant un hub. Il s'agit d'un boîtier dans lequel on insère une prise (le signal entrant), qui est redistribué sur plusieurs prises sortantes. Ainsi, il est possible de connecter plusieurs éléments (souris, clavier, ...) sur ce boîtier, ce dernier étant lui-même lié au périphérique précédent. Ces hubs peuvent aussi être chaînés entre eux, de manière à former des "grappes".

Il existe 2 types de hub: les modèles passifs et actifs. Le hub passif n'est pas alimenté électriquement, il se contente donc de fournir des prises supplémentaires. S'il solutionne le problème de branchement, les limitations électriques restent d'actualité. Au contraire, le hub actif est alimenté électriquement. Ainsi, les prises supplémentaires fournies disposent d'un total potentiel électrique, le hub se chargeant de les alimenter au passage.



## Wireless USB et USB 3.0



L'USB sans fil vise à remplacer sinon à concurrencer les autres normes sans fil existantes telles que le Wi-Fi et le Bluetooth. Le WUSB (Wireless USB) se veut aussi le remplaçant de l'USB actuel. Les débits théoriques proposés diminuent en fonction de la distance. Ainsi, dans un rayon de 3 mètres on atteint 480 Mbit/s (60 Mo/s) et dans un rayon de 10 mètres, on chute à 110 Mbit/s (13,75 Mo/s). Avantage, la norme WUSB ne perturbe pas les liaisons Wi-Fi ou Bluetooth car elle repose sur la technologie radio à courte portée Ultra Wide Band (UWB) dans des fréquences

supérieures. Cette technologie traverse donc mieux les obstacles et exploite des fréquences allant de 3,1 à 10,6 GHz. L'algorithme de chiffrement adopté est pour le moment l'AES sur 128 bits.

Tout comme avec l'USB 2.0, on peut chaîner jusqu'à 127 périphériques, tous reliés entre eux à un hôte principal.

Des modules PCMCIA peuvent être utilisés sur les pc pas encore équipés en interne du module USB3



L'USB 3.0 assure une rétrocompatibilité avec l'existant et permet de communiquer à 4.8 Gbit/s (600 Mo/s) soit 10 fois plus vite que l'USB 2.0.

<i>Trois technologies sans fil en compétition</i>		
<i>Wireless USB 1.0</i>	<i>IEEE802.11a/b/g</i>	<i>Bluetooth 2.0 + EDR</i>
<i>3.1 GHz ~ 10.6 GHz</i>	<i>2.4 GHz/5 GHz</i>	<i>2.4 GHz</i>
<i>480 Mbit/s (3 m) 110 Mbit/s (10 m)</i>	<i>Max. 54 Mbit/s (100 m)</i>	<i>Max. 3 Mbit/s (1 m~100 m)</i>

### 1.4.3.9 L'interface SCSI

SCSI est l'abréviation de "Small Computer System Interface". Contrairement aux interfaces parallèles ou série, l'interface SCSI ne fait pas partie de l'équipement standard des ordinateurs. Les Macintosh furent tous SCSI jusqu'aux Imac's, désormais en EIDE. On la trouve plutôt rarement sur les PC, notamment vu le coût supplémentaire que suppose l'installation de cette interface et de sa carte de contrôle (indispensable).

Ses avantages sont son taux de transfert de données élevé et sa facilité de branchement.

Ses inconvénients sont son prix et sa relative fragilité aux surtensions électriques.

Par son intermédiaire, il est possible de connecter les appareils internes et externes (disques durs, imprimantes, disques amovibles, streamers ou scanners). Ces périphériques communiquent alors au moyen d'une carte d'extension dédiée. En voie de disparition.



## 1.4.3.10 Les ports AMR/CNR

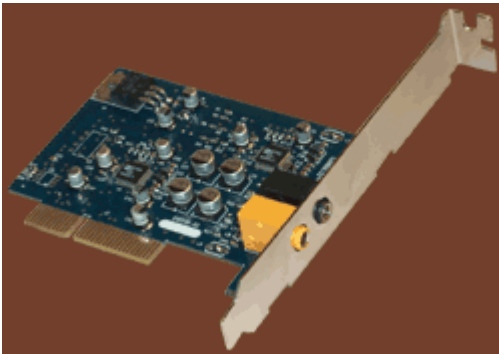
Les ports AMR/CNR (Audio and Modem Riser / Communication and Networking Riser) sont des ports internes. Le port AMR, a permis de connecter une carte audio ou un modem (au format AMR). Une évolution, le port CNR, a permis de connecter n'importe quel périphérique (cartes Ethernet, Home PNA et USB au format CNR).

L'utilité de ces nouveaux ports n'a pas été démontrée et l'avènement du PCI Express devrait les rendre superflus.

Home PNA (Phoneline Networking Alliance) : spécification pour un réseau domotique qui relie des appareils informatiques à des produits d'électronique grand public via la paire téléphonique.

### AMR (Audio/modem Riser)

L'AMR est une spécification qui "permet l'intégration de fonction audio ou modem sur la carte mère plus facile en séparant les fonctions d'entrée/sortie analogique sur une carte fille (carte riser)". Pour les constructeurs, l'intérêt de ce système est grand, car ils proposent souvent des PCs dotés de cartes mères *all in one*, et le slot AMR permet d'augmenter les performances tout en réduisant les coûts.



le slot AMR se situait généralement entre le premier slot PCI et le slot AGP



### CNR (Communications and Networking Riser Card)

Le but de l'architecture Intel CNR et des minicartes CNR est également de diminuer les coûts d'implémentation des entrées-sorties modem/réseau/audio, tout en augmentant les performances et en gagnant de la place, sans trop sacrifier sur la robustesse.

Intel a tenté d'imposer cette architecture CNR après le demi-échec de l'architecture AMR.

Tout comme l'AMR, le CNR est en fait un port pouvant accueillir des cartes d'extensions peu coûteuses car dépourvues de la plupart des composants traditionnels (ce n'est plus un chip sur la carte fille qui fait le gros du travail, mais le chipset, ou un chip sur la carte mère).

\* le slot CNR est placé après le dernier slot PCI, il ressemble à un slot PCI, mais en plus court

## 1.4.3.11 Le bus PCI Express

Le PCI-Express est un bus sériel de type bidirectionnel (et non parallèle, comme le PCI) qui offre un débit par voie (non partagé avec les autres périphériques) de 500 Mo/s, soit 250 Mo/s dans chaque sens. A comparer aux 133 Mo du bus PCI ou aux 2,1 Go/s descendants et 266 Mo/s montants de l'AGP 8x.

Chaque voie est composée de deux paires de liaisons dédiées à la transmission et la réception des données.

Chaque paire de liaisons assure un débit unidirectionnel lors de la transmission ou de la réception de données.



- Le connecteur PCI Express 1X possède 36 connecteurs et est destiné à un usage d'entrées-sorties à haut débit :



- Le connecteur PCI Express 4X possède 64 connecteurs et est destiné à un usage sur serveurs :



- Le connecteur PCI Express 8X possède 98 connecteurs et est destiné à un usage sur serveurs :



- Le connecteur PCI Express 16X possède 164 connecteurs, et mesure 89 mm de long et a vocation à servir de port graphique :



Les connecteurs sont composés, suivant leur taille, de 1,2, 4, 8, 16 ou 32 voies. En augmentant le nombre de voies, ou connecteurs, on peut donc multiplier les capacités du PCI-Express. La bande passante disponible augmentant en fonction de leur nombre, le PCI-Express 1x offre 256/256 Mo/s tandis que le 16x permet de disposer de 4/4 Go/s.

La seconde génération de connecteurs devrait doubler ces débits, les limites de PCI Express étant inhérentes aux propriétés du cuivre.



Fonctionnant à une fréquence de base de 2.5 GHz, le bus PCI Express 1x peut délivrer un maximum théorique de  $2.5 / 8 = 312$  Mo/s dans un seul sens. Comme le bus est bidirectionnel (à la manière d'un contrôleur Ethernet Full Duplex), ceci nous donne une somme de 624 Mo/s. Sur ces 624 Mo/s, il convient de retirer 20%, qui correspondent aux headers des trames PCI Express, il reste donc 500 Mo/s par lien PCIE 1x. Actuellement, les standards 1x, 4x, 8x et 16x sont définis. Le premier est principalement destiné à remplacer les ports PCI traditionnel et le dernier, à remplacer le port

AGP 8x. Les déclinaisons 4x et 8x quant à elles ne serviront que dans un environnement serveur.

Architecture	Largeur du bus	Frequence du bus	Bande-Passante	Broches
PCI	32-bit	33 MHz	133 Mo/s	49
PCI	64-bit	66 MHz	533 Mo/s	102
PCI-X	64-bit	100 MHz	800 Mo/s	102
PCI-X	64-bit	133 MHz	1 Go/s	102
AGP 8x	32-bit	66 MHz(*8)	2.1 Go/s	102
PCI Express 1x	1-bit	2.5 GHz	500 Mo/s	8
PCI Express 4x	4-bit	2.5 GHz	2 Go/s	20
PCI Express 8x	8-bit	2.5 GHz	4 Go/s	40
PCI Express 16x	16-bit	2.5 GHz	8 Go/s	80

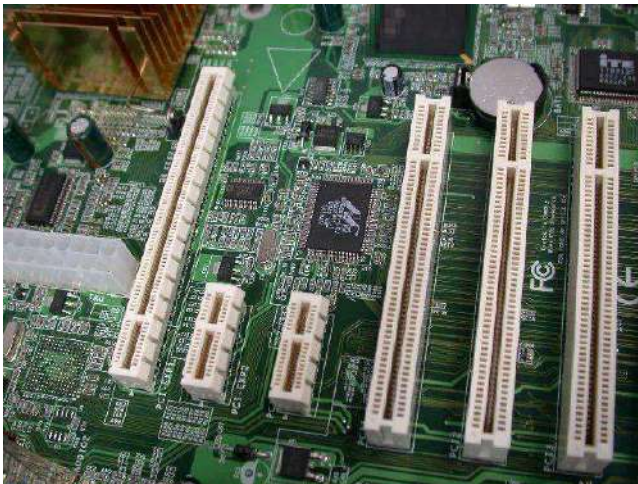
- accélère les échanges avec la mémoire
- prend en compte le contrôle de l'intégrité des données durant les échanges, les informations étant alors retransmises si des erreurs ont été détectées
- les cartes d'extension PCI Express pourront être ajoutées sous tension, sans redémarrage du système
- des cartes au format Mini PCI Express (3 cm de large) viendront remplacer les modules d'extension de type PC Card (8,5 cm de large)
- connecteurs moins encombrants et consommant moins
- utilise un bus PCI express dédié



- les cartes PCI actuelles ne pourront plus être utilisées
- remplaçant de l'AGP
- réduit les temps de latence
- permet de travailler sur plusieurs flux simultanés sans faire intervenir le processeur central
- bande passante allant jusqu'à 8 Go/s

## Première application: remplacement du port AGP

La première vocation du PCI Express est de remplacer le bus AGP. Un bus graphique 16 voies PCI Express double le taux offert par l'AGP 8x, mais, si son socket ressemble à celui de l'AGP, il est incompatible avec les cartes AGP ou PCI.



Le slot PCI Express 1x ressemble aux anciens connecteurs AMR ou CNR. Quant au slot PCI Express 16x, il est relativement long et ressemble à un connecteur PCI standard dont la forme aurait été inversée et est en fait constitué de 16 liens PCI Express 1x pour offrir une bande passante de 4 Go/s par sens.

Des connecteurs PCI devraient initialement cohabiter avec des connecteurs PCI Express sur les cartes mères. Toutefois, les périphériques PCI communiqueront avec le PCI Express via une passerelle.

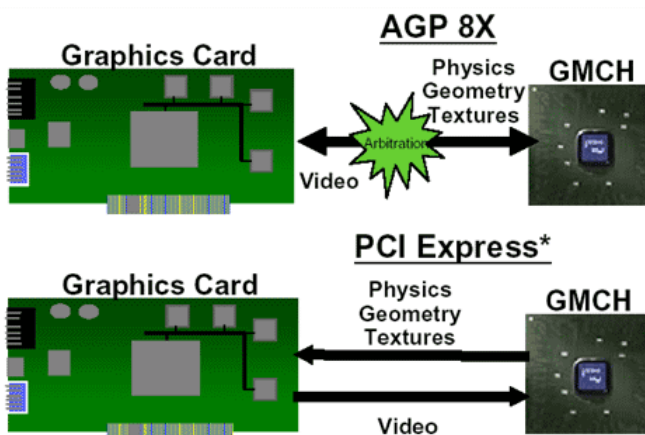
Le PCI Express n'a pas pour vocation de remplacer l'interface Serial ATA. Les périphériques utilisant le SATA communiqueront

avec la mémoire et le processeur par un bus PCI express via une passerelle, comme les périphériques UBS 2.0 et FireWire (IEEE 1394b).

Le PCI Express se distingue est un bus de communication point à point, comme l'HyperTransport d'AMD. Ainsi, un périphérique n'est relié qu'à un seul autre périphérique PCI Express (le Southbridge) et n'a pas d'interaction avec les autres devices PCI Express.

Là où tous les périphériques PCI se partageaient la bande passante disponible, chaque slot PCI Express dispose de sa propre bande passante dédiée. Ensuite, la taille du bus (le nombre de canaux PCI Express 1x utilisés) définit le débit.

La nature bidirectionnelle des liens est particulièrement intéressante dans le cas du bus graphique PCIE 16x. En effet, là où le bus AGP ne pouvait effectuer simultanément une opération de lecture et une opération d'écriture, le bus PCI Express dispose de deux liens distincts et se passe donc d'arbitrage sur le bus :



le PCI Express n'a pas pour seule vocation de remplacer les bus PCI et AGP classiques mais aussi les bus PCI-X, Mini-PCI, CompactPCI et CardBus.

Pour le Mini-PCI, le PCI Express permettra de loger deux cartes MiniPCI Express dans le même espace qu'une seule carte MiniPCI, ce qui permettra l'insertion de 2 cartes d'extension dans les portables i915. De même, le CardBus actuel (ex-PCMCIA) sera



remplacé par l'ExpressCard, plus petite et nettement plus performante

Le PCI Express est également prévu pour fonctionner sous forme externe, grâce au PCI Express Cable. Principalement destiné au monde des serveurs, cet exo-bus permettra de relier un serveur avec un serveur de fichiers.

## Le PCI Express 2

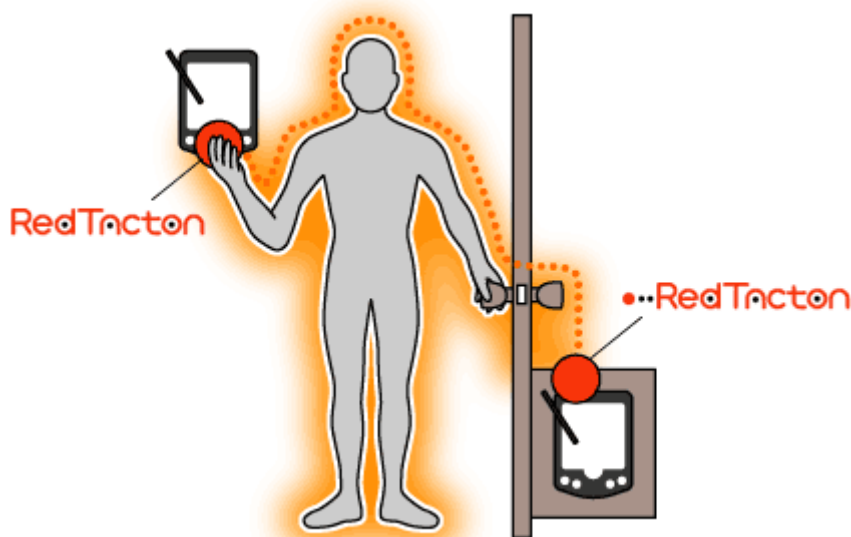
Le standard pci express 2 a été finalisé avec une bande passante de 8 go/s pour un slot 16x. Le Pci express 2 ajoute une fonction permettant de gérer la bande passante automatiquement via la carte graphique. Le nouveau connecteur externe pour carte graphique passe de 6 prises d'alimentation à 8, ce qui nécessite de nouvelles alimentations compatibles.

	PCI-Express	PCI-Express 2
Fréquence	100 MHz	250 MHz
Alimentation	75 Watts	225 - 300 Watts
Bande passante	2,5 Gigabits	5 Gigabits

Le PCI Express II est compatible avec les périphériques de la première version. L'une

des grandes nouveautés sera l'apport de technologies de virtualisation et une autre que les périphériques à cette norme pourront s'accommoder de plusieurs formats de ports.

### 1.4.3.12 RedTacton



RedTacton est le nom donné par NTT à une technologie qui utilise le corps humain comme un réseau de transmission de données à haut débit, dans les 2 sens et avec une vitesse pouvant atteindre 10 Mbps.

La transmission s'effectue entre un transmetteur (par exemple un terminal mobile porté par l'utilisateur) et un receveur, via le faible champ électrique généré par le corps.

Cette technologie introduit le concept de "réseau local humain" (Human Area Network). Le périphérique émetteur envoie des données en induisant des fluctuations dans le champ électrique de la surface du corps, ces fluctuations sont interprétées et recomposées en données binaires par le périphérique receveur.

Exemples, des casques audio sans fil non sujets aux interférences, la table de réunion sur laquelle un réseau local se forme via les personnes qui sont assises autour - par le simple fait qu'elles s'y assoient - permettant d'échanger des informations entre les participants.

L'utilisateur décide ou non de se "connecter", en touchant, ou pas, quelque chose, comme des documents qui fourniraient des infos complémentaires sur le produit dès qu'on les touche.

Reste encore à réduire la taille des émetteurs/récepteurs ainsi que leur consommation d'énergie.



## 1.5 Les interruptions

Une interruption est un événement qui a pour effet de modifier le flux de commande d'un programme.

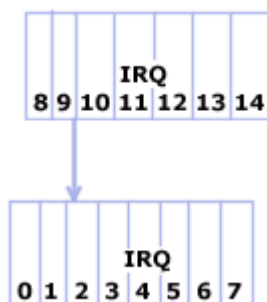
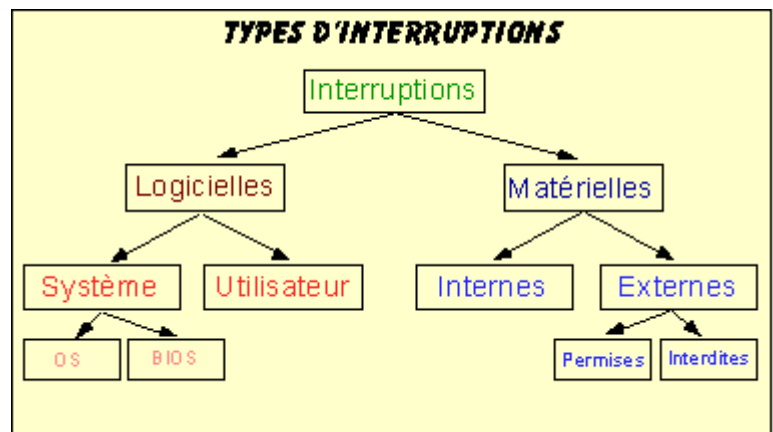
Contrairement au déroutement, l'interruption provient d'une cause externe à l'exécution du programme; le plus souvent elle est provoquée par les dispositifs d'E/S. Par exemple, un programme peut solliciter le disque pour lui demander un transfert de données et lui imposer de prévenir l'UC par une interruption pour l'informer de la fin du transfert.

Comme dans le cas d'un déroutement, dès qu'une interruption apparaît le programme en cours est arrêté. Le système de gestion des interruptions prend le contrôle de la machine et entreprend certaines actions, puis une procédure associée à l'interruption est initialisée. Dès que cette procédure est terminée, le programme interrompu reprend son exécution. Lors de la reprise, la machine doit se trouver exactement dans l'état où elle était au moment de la prise en compte de l'interruption. Cela suppose une restauration des registres dans l'état précédant l'interruption.

La différence essentielle entre un déroutement et une interruption est qu'un déroutement est synchrone avec le programme alors qu'une interruption est totalement asynchrone. Cela signifie que si un programme est exécuté un grand nombre de fois avec les mêmes données le déroutement apparaîtra à chaque fois au même instant dans l'exécution du programme. Dans le cas d'une interruption, il en est tout autrement. L'instant d'apparition de l'interruption est indépendant du programme; l'interruption peut survenir, par exemple, quand un opérateur appuie sur une touche particulière du clavier, ou quand il n'y a plus de papier sur une imprimante, ou pour d'autres raisons externes au programme.

### Interruption logicielle et matérielle

Puisque le processeur ne peut pas traiter plusieurs informations simultanément (il traite une information à la fois, le multitâche consiste à alterner des morceaux d'instructions de plusieurs tâches différentes), un programme en cours d'exécution peut, grâce à une interruption, être momentanément suspendu, le temps que s'exécute une routine d'interruption. Le programme interrompu peut ensuite reprendre son exécution. Il existe 256 adresses d'interruption différentes.



Une interruption devient matérielle lorsqu'elle est demandée par un composant matériel du PC qui a besoin d'utiliser les ressources du système.

Ainsi, lorsque ceux-ci ont besoin d'une ressource, ils envoient au système une demande d'interruption pour que ce dernier leur prête attention. Ainsi, les périphériques ont un numéro d'interruption, nommé IRQ (Interruption ReQuest, "requête d'interruption").

Pour utiliser une image, chaque périphérique tire une ficelle reliée à une cloche pour signaler à l'ordinateur qu'il veut qu'on lui prête attention.





Cette "ficelle" est en fait une ligne physique qui relie le slot à la carte-mère. Pour un slot ISA 8 bits, il y avait 8 lignes IRQ pour relier le slot ISA à la carte-mère (IRQ0 à 7). Ces IRQ sont contrôlés par un contrôleur d'interruption qui permet de donner la parole à l'IRQ ayant la plus grande priorité. Pour les slots 16 bits, les IRQ 8 à 15 ont été ajoutés, il a donc fallu ajouter un second contrôleur d'interruption, la liaison entre les deux groupes d'interruptions se fait par l'intermédiaire de l'IRQ 2 reliée à l'IRQ9 (et appelée cascade). La cascade vient donc en quelque sorte "insérer" les IRQ 8 à 15 entre les IRQ 1 et 3

La priorité étant donnée par ordre d'IRQ croissant, et les IRQ 8 à 15 étant insérées entre les IRQ 1 et 3, l'ordre de priorité est donc le suivant:

**0 > 1 > 8 > 9 > 10 > 11 > 12 > 13 > 14 > 15 > 3 > 4 > 5 > 6 > 7**

Quand un élément, par exemple le clavier, veut envoyer un signal (des touches enfoncées), il génère un Interrupt request (IRQ) qui va arriver à un chips spécialisé: le contrôleur d'interruptions. Celui-ci va appeler le processeur via une ligne directe et réservée du bus et va lui demander de s'occuper du périphérique demandeur. L'unité centrale le prend en compte et suspend alors l'exécution du programme en cours et note cet état dans un registre. La reprise se fera sur l'adresse de la dernière instruction, laquelle a été mémorisée à cet effet. Le type d'interruption est alors identifié, puis un sous-programme spécifique traite cette interruption avant de redonner la main au programme en cours

Les interruptions sont hiérarchisées et une interruption peut très bien être elle-même interrompue par un niveau d'interruption supérieur.

Les niveaux d'interruption correspondent à des priorités de traitement. Parmi les interruptions dont le degré de priorité est le plus élevé, on peut citer celles des signaux de l'horloge et la frappe d'une touche sur le clavier.

L'adresse de la dernière opération est enregistrée en haut de la pile et «pousse» toutes les adresses des opérations précédentes. La dernière adresse de la pile est «éjectée» (écrasée par l'adresse précédente).

## **Le temporisateur**

Les interruptions provenant des périphériques sont nommées interruptions d'entrées/sorties. Il existe d'autres interruptions en provenance du temporisateur.

Ce dispositif est bâti autour d'un quartz qui produit 1 193 180 signaux par seconde, et d'un registre, nommé le compteur, de longueur 16 bits et qui est décrémenté à chaque oscillation du quartz. Lorsque le compteur tombe à zéro, une interruption est générée (et pas nécessairement exploitée). Si à l'origine le compteur est chargé avec sa valeur maximale possible, soit 65536, il y a 18.20648193 interruptions par seconde, soit 1 à chaque 54,92549ms.

Le rôle du temporisateur est de ne laisser arriver les requêtes d'interruption qu'à un rythme soutenable par le système. Si plusieurs interruptions tombaient en même temps, il ne serait pas possible d'y répondre.

### **1.5.1 L'IRQ**

Chaque pc attribue une adresse à certains de ses éléments de sorte qu'il puisse les retrouver quand un accès est réalisé.



Dans un pc, il y a 16 IRQ numérotés de 0 à 15. Vu que certains d'entre eux sont réquisitionnés par le système et que un IRQ ne sert qu'un seul périphérique (sauf en pci et en pcix), il est parfois difficile d'en trouver un libre afin de l'attribuer à une carte d'extension (scanner, carte son, ...). Or, il est indispensable d'en attribuer un car, sans cela, le pc ne peut pas retrouver ce périphérique dans son architecture et ne peut donc pas l'utiliser non plus. L'arrivée du bus PCI a résolu ces conflits.

## 1.5.2 Répartition des interruptions

IRQ 0	horloge système
IRQ 1	clavier
IRQ 2	renvoi vers les IRQ 8 à 15
IRQ 3	port série
IRQ 4	port parallèle
IRQ 5	libre
IRQ 6	contrôleur de disquette
IRQ 7	port imprimante LPT1
IRQ 8	horloge CMOS
IRQ 9	carte vidéo
IRQ 10	libre
IRQ 11	libre
IRQ 12	libre
IRQ 13	coprocesseur
IRQ 14	contrôleur disque dur primaire IDE
IRQ 15	contrôleur disque dur secondaire IDE

## 1.5.3. Les déroutements ou traps

Un déroutement est une forme de procédure qui est sollicitée automatiquement lorsque certaines conditions particulières apparaissent dans l'exécution d'un programme.

Le débordement d'un calcul est un exemple typique de déroutement. En effet, le plus souvent, quand dans un calcul arithmétique, il y a dépassement (ou débordement) de la capacité de représentation d'un nombre, un déroutement apparaît.

Cela provoque une rupture de séquence du flux de commande vers une adresse mémoire spécifique. À cet endroit de la mémoire se trouve une instruction de branchement à la procédure de traitement de débordement (trap handler). Cette procédure entreprend un certain nombre d'actions, comme par exemple l'affichage d'un message d'erreur. Si un résultat de traitement est dans les limites de représentation des nombres sur une machine, aucun déroutement n'apparaît.

Une façon de gérer le débordement consiste à disposer dans le registre d'état d'un bit « débordement », qui est activé dès qu'un débordement survient. On peut faire par programme le test du bit de débordement et, s'il est actif, effectuer un branchement vers la routine de traitement appropriée. Il est possible de procéder de cette façon après chaque instruction arithmétique, mais au détriment d'un gaspillage d'espace mémoire et d'une diminution de la vitesse d'exécution du programme. Les déroutements sont bien plus efficaces en temps d'exécution et en utilisation de l'espace mémoire comparativement aux techniques de contrôle programmées.

## 1.6 Le Canal DMA

Les canaux DMA (Direct Access Memory) permettent de réaliser des transferts directs de données entre la mémoire vive d'un ordinateur et des périphériques. L'avantage de ce procédé est de ne pas passer par le processeur qui peut ainsi se consacrer à d'autres tâches. L'utilisation de canaux DMA



améliore donc les performances d'un ordinateur.

Un PC possède 8 canaux DMA. Les quatre premiers canaux DMA ont une largeur de 8 bits tandis que les DMA 4 à 7 ont une largeur de 16 bits.

Les canaux DMA sont généralement assignés comme suit :

- \* DMA0 - libre
- \* DMA1 - (carte son)/ libre
- \* DMA2 - contrôleur de disquettes
- \* DMA3 - port parallèle (port imprimante)
- \* DMA4 - contrôleur d'accès direct à la mémoire (renvoi vers DMA0)
- \* DMA5 - (carte son)/ libre
- \* DMA6 - (SCSI)/ libre
- \* DMA7 – disponible

Les conséquences sont donc fâcheuses si deux éléments se trouvent à la même adresse ou tentent d'envoyer une information au même endroit.

Certaines applications, lors de leur installation, vont demander l'IRQ et le DMA des périphériques dont elles ont besoin pour fonctionner, par exemple la carte son.

En cas de conflit d'adresse DMA, si deux périphériques se sont vu attribuer la même, la solution consiste à modifier l'adresse ou le DMA d'un des accessoires. Pour cela, il fallait bouger quelques cavaliers ou commutateurs DIP ou effectuer un paramétrage software, selon la version de la carte mère et du Bios. L'arrivée du bus PCI a résolu ces conflits.

## Les adresses de base

Les périphériques ont besoin d'échanger des informations avec le système, c'est pourquoi on leur assigne des adresses par lesquelles ils peuvent envoyer et recevoir des informations, ces adresses sont appelées adresses de base (appelées aussi ports d'entrée/sortie, ports d'E/S, adresse d'E/S, adresses de ports d'E/S, ports de base, I/O address).

C'est par l'intermédiaire de cette adresse de base que le périphérique peut communiquer avec le système. Il ne peut donc y avoir qu'une adresse de base par périphérique.

- 060h - clavier
- 170h/376h - contrôleur IDE secondaire
- 1F0h/3F6h - contrôleur IDE primaire
- 220h - carte son
- 300h - carte réseau
- 330h - carte adaptatrice SCSI
- 3F2h - contrôleur de lecteur de disquettes
- 3F8h - COM1
- 3E8h - COM1
- 3E8h - COM1
- 2E8h - COM1
- 378h - LPT1
- 278h - LPT2



## 1.7 Les interfaces

Ces connecteurs sont situés sur la face arrière (ou avant) du pc et permettent le branchement des périphériques ou désignent les nappes de branchement qui se trouvent dans le pc.

### 1.7.1 L'interface série RS 232C

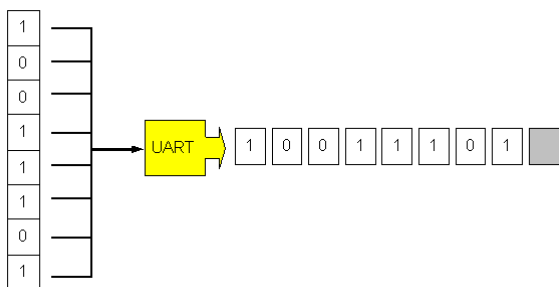
Un des exemples les plus connus des câbles série est le câble RS-232C (Recommended Standard 232 Revision C). Les usages les plus courants du sériel sont les modems, traceurs, souris, tout ce qui nécessite une communication bidirectionnelle.

La plupart des ordinateurs sont encore équipés en standard d'au moins un connecteur série RS 232C et dont l'interface est normalisé (V24). Les informations étant transmises les unes à la suite des autres, on dit connecteur, port ou interface série.

L'interface RS 232 fonctionne dans les deux sens (en entrée et en sortie). On peut ainsi relier deux ordinateurs entre eux par un câble série pour échanger des données via leurs ports RS 232C. Les signaux sont convertis par UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter - émetteur-récepteur universel asynchrone).

#### L'UART

Le coeur d'un port série est l'UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter). Ce composant convertit les données du PC qui sont toujours en mode parallèle, en mode sériel pour son envoi et effectue la manœuvre inverse pour le retour. L'usage d'un UART n'est pas limité au port sériel, en fait la plupart des périphériques en font usage (port jeu, disque dur, ...).



L'interface série asynchrone a été la première à proposer une communication de système à système. Le terme asynchrone sous-entend qu'il n'y a aucune synchronisation ou signal d'horloge pour rythmer le transfert. Les caractères sont envoyés avec un temps de latence arbitraire.

Il est alors nécessaire d'indiquer l'envoi et la fin de l'envoi d'un caractère (un Byte). A cet effet, chaque Byte est précédé d'un bit de départ (start bit). Ce dernier sert à indiquer au système récepteur que

les 8 bits qui suivent constituent les données. Celles-ci sont suivies d'un ou de deux bits de stop. Cela permet au récepteur de clore le traitement en cours et d'effectuer les opérations requises sur le Byte.

Le terme d'interface série décrit la méthode utilisée pour l'envoi des données. En effet, celles-ci sont envoyées bit par bit, à la suite les uns des autres. Un fil est utilisé pour les données dans chaque direction. Les autres fils servent aux commandes de transfert. Si ce procédé a comme principal avantage de permettre tous les transferts bidirectionnels, il présente l'inconvénient d'être nativement lent. Un point fort du sériel par rapport au parallèle est la longueur de câble possible sans perte de données.

La prise mâle RS 232 se caractérise par 9 fils (DB9). 3 fils suffiraient : un fil de masse, un fil pour les entrées et un fil pour les sorties. Les autres fils servent, par exemple, pour les commandes du périphérique. Ces fils (données et commandes) supportent des signaux dont la tension est



comprise entre -12 et +12 volts. Le débit est d'environ 56 KbS et le câble ne doit pas excéder 15 mètres. Ce connecteur servait généralement à relier à l'ordinateur les imprimantes, tables traçantes, modems et souris. Sur les ordinateurs utilisés dans un but scientifique, ce port reçoit les informations provenant des capteurs et autres instruments de mesure ou de contrôle.

## 1.7.2 L'IEEE 1394 ou Firewire

Le FireWire est le port du multimédia, bus série sur lequel sont raccordés chaîne hi-fi, caméscope numérique et tout appareil réclamant d'énormes transferts de données. Le branchement des périphériques peut s'y faire à chaud.

### Fonctionnement :

Le bus IEEE 1394 suit à peu près la même structure que le bus USB si ce n'est qu'il utilise un câble composé de six fils (deux paires pour les données et pour l'horloge, et deux fils pour l'alimentation électrique) lui permettant d'obtenir des débits élevés. Ainsi, les deux fils dédiés à l'horloge montrent la différence majeure qui existe entre le bus USB et le bus IEEE 1394 : ce dernier peut fonctionner selon deux modes de transfert :

- le mode asynchrone
- le mode isochrone

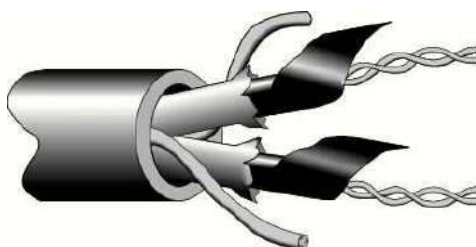
Le mode de transfert asynchrone est basé sur une transmission de paquets à intervalles de temps variables. Cela signifie que l'hôte envoie un paquet de données et attend de recevoir un accusé de réception du périphérique. Si l'hôte reçoit un accusé de réception, il envoie le paquet de données suivant, sinon le paquet est à nouveau réexpédié au bout d'un temps d'attente déterminé.



Le mode de transfert isochrone permet l'envoi de paquets de données de taille fixe à intervalle de temps régulier (cadencé grâce aux deux fils d'horloge). De cette façon aucun accusé de réception n'est nécessaire, on a donc un débit fixe et donc une bande passante

garantie. De plus, étant donné qu'aucun accusé n'est nécessaire, l'adressage des périphériques est simplifié et la bande passante économisée permet de gagner en vitesse de transfert.

- Transferts de données en temps réel pour les applications multimédias
- Débits de l'ordre de 800 Mbits/s avec le IEEE 1394b
- Hot-Plug (connexion à chaud) sans perte de données
- Hot Plug'n Play
- Topologie réseau libre, incluant la topologie bus et la topologie en grappe
- Pas de terminaison pour chaque brin requise
- Connecteurs communs pour chaque composants





## L'IEEE 1394b (Firewire 800)

IEEE 1394b présente des avancées par rapport à l'IEEE 1394 sur deux plans au moins.

\* au niveau de la distance maximum séparant deux produits à relier, IEEE 1394b permet de raccorder entre eux des matériels distants de 100 mètres - soit plus de 20 fois plus qu'IEEE 1394 qui était limité à 4,5 mètres.

\* au niveau des performances du taux de transmission des données (bande passante) qui, grâce à de nouvelles procédures d'arbitrage, peut atteindre 800 Mbit/s. en fonction du support utilisé (câble de cuivre, fibre optique plastique ou POF, ou encore fibre optique verre ou GOF).

## L'IEEE S3200

Cette spécification multiplie par huit la vitesse du standard IEEE 1394 original, de 400 Mbit/sec, elle passe à 3,2 Gbit/sec, tout en conservant le même protocole. Il conservera le connecteur 9 broches introduit avec le FireWire 800 et sera pleinement compatible avec celui-ci. La longueur maximale des connexions est de 100m.

## Le Wireless FireWire

Le Wireless FireWire est destiné à la mise en réseau de matériels audio et vidéo. Il devrait fonctionner de manière nodale, c'est à dire qu'il sera possible d'ajouter simplement un nouvel appareil à un réseau Wireless FireWire existant, le tout pouvant être télécommandé. Un maximum de 200 appareils pourra ainsi être connecté. Le débit est de 110 à 480 Mbits/s.

### 1.7.3 L'interface parallèle Centronics

Sur cette interface les données sont transmises octet par octet (caractère par caractère) et non pas bit par bit comme sur les interfaces série. Le câble est composé de 2 x 8 fils pour la circulation des informations dans les deux sens.

Désavantage: lorsqu'il est utilisé par un lecteur de cartouche amovible par exemple, ou un lecteur de CD-ROM, le port parallèle monopolise presque 100% des ressources processeur, ce qui prive alors l'utilisateur du multitâche.

De longs câbles ne peuvent être utilisés sans l'adjonction d'un amplificateur de signal en ligne car leur longueur est limitée à 3 mètres pour garantir une transmission sans perte de données.

### 1.7.4 L'IEEE 1284

Le standard IEEE 1284 est "A Method for a Bidirectional Parallel Peripheral Interface for Personal Computer", soit une interface parallèle bidirectionnelle pour périphériques d'ordinateurs personnels. Cette norme inclut tous les points relatifs à la mise en oeuvre et à l'utilisation d'une telle interface. Ainsi, le mode de transferts des données, les caractéristiques physiques et électriques y sont documentées.

## Les modes de transferts

Le port parallèle IEEE 1284 prend en charge les 5 modes les plus couramment rencontrés. Ces différents modes sont classés en trois catégories.



- Le mode unidirectionnel, qui comme son nom l'indique, interdit tout dialogue entre les composants attachés à chaque extrémité. L'envoi des données ne se réalise que dans une direction et toujours la même.
- La catégorie dite "à inversion de direction". Ici, chaque composant peut être émetteur comme récepteur, mais à tour de rôle. Un brin sert à donner la parole à un des deux composants, l'autre devenant ainsi récepteur.
- La dernière catégorie est le bidirectionnel (8 bits envoyés simultanément). Chaque périphérique est à la fois émetteur et récepteur, tout cela simultanément.

## Les 5 modes sont:

### Original Unidirectionnel

Ce type est la toute première version du port parallèle. Ce port n'était pas bidirectionnel et le seul type de communication possible était du PC en direction d'un périphérique. IBM a introduit cette norme à l'apparition du XT, il est désormais abandonné depuis 1993. Son débit pouvait atteindre 60Ko par secondes.

### Type 1 Bidirectionnel

Introduit en 1987 par IBM pour sa gamme PS2, ce port bidirectionnel ouvrait la porte à un vrai dialogue entre un PC et un périphérique. Cela a pu être fait en envoyant au travers d'une pin inoccupée, un signal annonçant dans quel sens va la communication. Il a été commercialisé aussi sous le nom d'Extended Parallel ou PS/2 Type.

Tout en restant compatible avec le port unidirectionnel, il offrait des débits pouvant atteindre 300 Ko/s selon le type de périphérique utilisé.

### Type 3 DMA

Ce type de port utilise le DMA. Auparavant le processeur envoyait chaque octet au port, contrôlait son envoi, et envoyait enfin le suivant. Le DMA permet de stocker les données à envoyer dans un block de mémoire, déchargeant ainsi le processeur. Son usage a été limité à la gamme IBM PS/2, à partir du Modèle 57.

### EPP

Le port parallèle EPP (Enhanced Parallel Port) a été développé par Intel, Xircom et Zenith. Il a pour but de définir une norme de communications bidirectionnelles entre des périphériques externes et un PC

### ECP

Mise au point par Microsoft et Hewlett-Packard, cette norme ECP (Extended Capabilities Ports) est presque identique à l'EPP. En plus, le port parallèle peut utiliser le DMA et une mémoire tampon (buffer) permet d'offrir de meilleures performances.

Les trois premiers modes utilisent une couche logicielle pour le transfert des données. Ainsi, lorsqu'une émission est requise, cette couche doit vérifier la présence d'un récepteur et son état (disponible/occupé). Alors seulement, il peut procéder à l'envoi des données en émettant le signal approprié. Ce procédé présente le principal inconvénient d'alourdir la procédure et limite ainsi le débit à 50-100 Ko par secondes.

Les deux derniers modes, plus récents, effectuent des tâches au niveau hardware. Des débits nettement supérieurs peuvent être désormais atteints.



## Les connexions

Afin de garantir la pérennité des composants existants, la norme IEEE 1284 a conservé les connecteurs parallèles habituels. Ainsi, les prises à 25 broches (DB25) et la prise Centronics sont toujours d'actualité.

Par contre, une autre prise a fait son apparition, la prise mini-centronics (IEEE 1284 Type C) qui est utilisée pour les transferts parallèles. De petite taille, cette prise se clippe simplement sur la partie femelle. Une pression de chaque côté suffit à la déverrouiller pour la retirer. En plus, ce connecteur utilise deux contacts disponibles pour déterminer si le périphérique connecté est allumé.

Type A : DB25 à 25 contacts	Type B : Centronics à 36 contacts	Type C Mini-Centronics à 36 contacts

Le câble IEEE 1284 diffère du câble parallèle habituel. Sa conception est nettement plus proche du câble réseau à paires torsadées. Ce procédé permet des débits plus soutenus, tout en diminuant les risques de pertes de données. La longueur maximum conseillée est ainsi passée de 3 mètres, pour le parallèle standard, à 10 mètres.

### 1.7.5 Interface ATA ou IDE

L'ATA (Advanced Technology Attachment), que l'on connaît plus couramment sous le nom d'IDE (Integrated Drive Electronics), est un ancien standard d'interface électronique prévu pour relier une carte mère de PC aux périphériques de stockage type disque dur. L'électronique de contrôle du disque est intégrée au disque lui-même. L'IDE a évolué, par la suite, pour donner le standard EIDE.



L'EIDE (Enhanced Integrated Drive Electronics) a les mêmes fonctions de base, mais offre quelques améliorations, gestion des disques durs de plus de 528 Moctets, nouveau mode d'accès aux données en DMA (Direct Memory Access) et donc plus grande vitesse de transfert. Sans oublier la reconnaissance de nouveaux types d'unités de stockage de masse comme les streamers à bande ou les lecteurs de CD-ROM, grâce à son extension ATAPI (Attachment Packet Interface). La dernière amélioration en date de l'EIDE est la norme Ultra DMA





## L'interface IDE

### Introduction.

Le rôle d'un contrôleur (ou de l'interface) de disque dur est de transmettre et de recevoir des données en provenance du disque dur. La vitesse de transfert des données entre le disque dur et l'ordinateur dépend du type d'interface utilisé.

Chaque interface offre des performances différentes.

Pour les performances d'un disque dur, le paramètre le plus important est le taux de transfert de données. Il est généralement proportionnel à la vitesse de rotation des plateaux du disque dur. Ces vitesses varient de 7.200 à 10000 t/mn.

Le temps d'accès moyen, qui correspond au temps moyen dont les têtes ont besoin pour se déplacer d'une piste à une autre n'est pas le paramètre le plus significatif. En effet, le taux de transfert des données est plus important que le temps d'accès puisque la plupart des disques durs passent davantage de temps à lire et écrire des données qu'à déplacer leurs têtes dans un sens et dans l'autre.

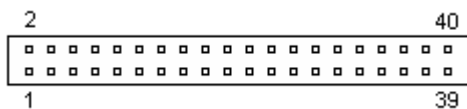
La vitesse à laquelle un programme est chargé dépend essentiellement de ce taux de transfert. Le temps d'accès moyen est en revanche un critère important lorsque l'ordinateur doit effectuer des opérations bien spécifiques telles que des tris sur des fichiers importants, qui impliquent un grand nombre d'accès au disque (et par conséquent un grand nombre de déplacements des têtes), mais pour la plupart des opérations de chargement et d'enregistrement de fichiers, le critère le plus important est la vitesse à laquelle les données en provenance et à destination du disque dur sont lues.

Le taux de transfert des données dépend du disque dur mais aussi de l'interface utilisée.

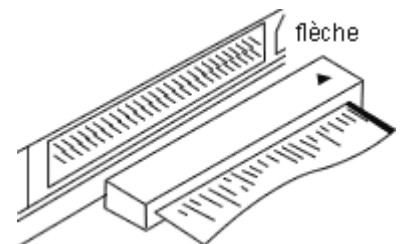
### L'interface IDE.

L'acronyme IDE, Integrated Drive Electronics, est le nom donné aux disques durs qui intègrent leur contrôleur sur le disque. L'interface d'un disque IDE s'appelle officiellement ATA (AT Attachment) et fait partie des standards adoptés par l'ANSI.

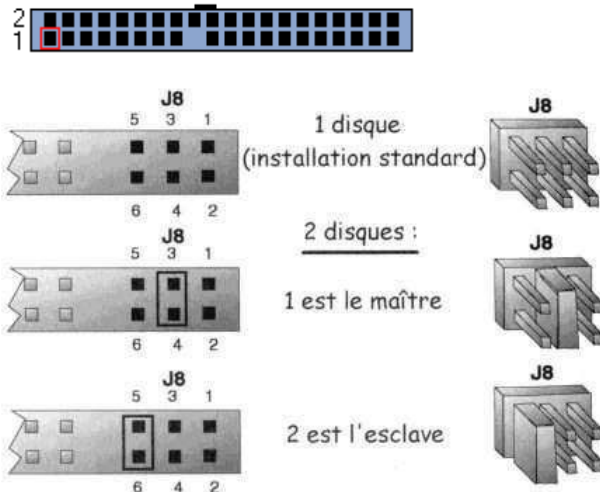
Sur un disque dur IDE, le disque dur et son contrôleur sont intégrés dans un même boîtier. Ce boîtier se branche directement sur le connecteur de bus de la carte mère ou sur une carte adaptateur de bus.



Le connecteur IDE de la carte mère est un slot de bus ISA dénudé. Sur un disque dur IDE ATA, ces connecteurs ne comportent en principe que 40 des 98 broches que comporte un slot de bus ISA 16 bits standard. Les broches utilisées correspondent aux seules qui soient utilisées par les contrôleurs standards de disques durs d'XT ou d'AT.

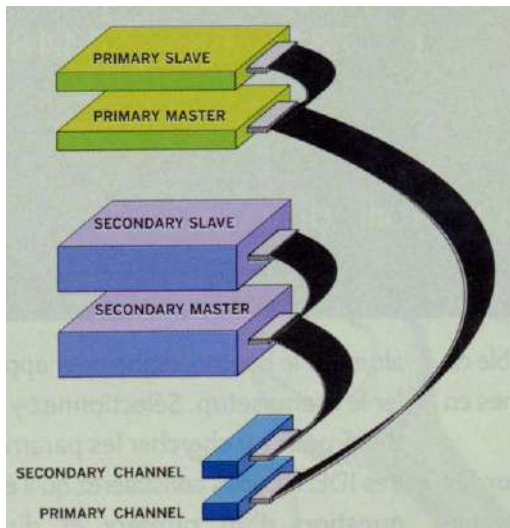


Le connecteur à 40 broches et l'interface de disque dur IDE ont ensuite évolué vers une nouvelle norme correspondant à l'interface ATA CAM (Common Attachment Method).



Les caractéristiques de l'interface ATA sont devenues une norme ANSI en mars 1989. Les standards ATA 1 et ATA 2 (également appelé Enhanced IDE), ont été approuvés respectivement en 1994 et 1995. Ces standards ont permis d'éliminer les incompatibilités et les problèmes que pose l'interfaçage de disques durs IDE pour des ordinateurs utilisant un bus ISA ou EISA.

Le standard ATA définit les signaux délivrés par le connecteur à 40 broches, leurs fonctions et leur fréquence de fonctionnement, les caractéristiques des câbles, etc.



### Gestion de deux disques durs.

Les configurations utilisant une interface ATA et deux disques durs peuvent poser des problèmes car chaque disque dur possède son propre contrôleur et que ces deux contrôleurs doivent fonctionner en étant connectés au même bus. Il faut par conséquent un moyen de s'assurer qu'un seul contrôleur à la fois réponde à chaque commande.

Le standard ATA prévoit de connecter deux disques durs par l'intermédiaire d'une nappe en chaîne.

Le disque dur primaire (disque 0) est qualifié de "maître" tandis que le disque secondaire (disque 1) est qualifié

"d'esclave". Le statut de maître ou d'esclave se paramètre en positionnant un cavalier ou un interrupteur situé sur le disque dur ou en utilisant une broche spéciale de l'interface: la broche de sélection de câble (CSEL).

Lorsqu'un seul disque dur est installé, le contrôleur répond à toutes les commandes de l'ordinateur. Lorsque deux disques durs (et par conséquent deux contrôleurs) sont installés, chaque contrôleur reçoit toutes les commandes et doit être configuré pour ne répondre qu'aux commandes qui lui sont destinées. Il faut donc qu'un disque soit paramétré en tant que maître et l'autre en tant qu'esclave.

Lorsque l'ordinateur envoie une commande à un disque dur donné, le contrôleur de l'autre disque dur doit rester silencieux pendant que le contrôleur et le disque sélectionnés fonctionnent. Cette distinction entre les deux contrôleurs s'effectue en paramétrant un bit spécial (le bit DRV) dans le registre disque dur-têtes d'un bloc de commandes.



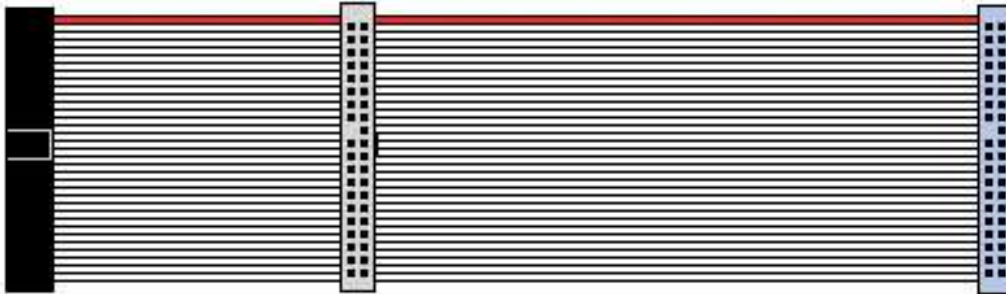
### Le câble de l'interface ATA.

Le câble utilisé par l'interface ATA pour véhiculer les signaux entre les circuits de l'adaptateur de bus et le disque dur (le contrôleur) est une nappe à 40 fils. Pour garantir un signal aussi intègre que possible et éliminer les risques de diaphonie, la longueur du câble

ne doit pas dépasser 46 cm.



Diaphonie : défaut dans une communication lorsque plusieurs canaux interagissent anarchiquement (l'un provoquant des parasites sur l'autre).



## Les signaux de l'interface ATA.

Le fil de la broche 20 est utilisé pour déterminer l'orientation du câble et il ne doit pas être connecté. La broche 20 elle-même doit d'ailleurs manquer sur tous les câbles ATA pour empêcher toute inversion de branchement.

La broche 39 porte le signal DASP (disque dur actif, esclave présent). Durant l'initialisation de mise sous tension, ce signal indique s'il y a un disque dur connecté sur l'interface. Chaque disque dur sollicite ensuite ce signal pour indiquer qu'il est actif.

Les premiers disques durs n'étaient pas capables de multiplexer ces fonctions et nécessitaient un paramétrage de cavalier spécial pour fonctionner avec d'autres disques durs. L'une des caractéristiques de l'interface ATA est d'avoir standardisé ces fonctions pour garantir une compatibilité entre les disques durs lorsqu'un ordinateur comporte deux disques durs. La broche 28 porte le signal CS (sélection de câble) ou SPSYNC (synchronisation de l'axe) et peut avoir deux fonctions. Une installation donnée ne peut toutefois utiliser qu'une de ces fonctions à la fois.

La fonction CSEL (sélection de câble : broche 28) est la plus fréquemment utilisée; elle est destinée à permettre de paramétrer un disque dur en tant que maître (disque dur 0) ou esclave (disque dur 1) sans positionner de cavaliers sur ces disques durs. Si un disque dur détecte que le signal CSEL est relié à la masse, il sera maître; si, en revanche, ce signal est ouvert, le disque dur sera esclave.

A l'une de ces extrémités, le fil portant le signal CSEL doit être connecté et indique que le disque dur est maître; le signal CSEL de l'autre extrémité doit être ouvert (le fil doit être interrompu ou supprimé), auquel cas il indiquera que le disque dur est esclave.

## La commande d'identification de disque dur

Elle est vraisemblablement la plus importante. Elle permet de faire en sorte que le disque dur transmette un bloc de 512 octets de données contenant des informations sur lui-même. Grâce à cette commande, tous les programmes (et notamment le BIOS de l'ordinateur) peuvent identifier le type du disque dur connecté, le nom du fabricant, le numéro du modèle, les paramètres de fonctionnement et le numéro de série.

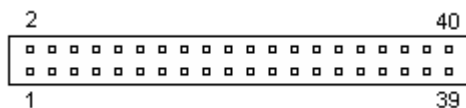


Nombre de BIOS modernes utilisent ces informations pour recevoir et entrer automatiquement les paramètres du disque dur dans la mémoire CMOS.

Les données de la commande d'identification permettent de connaître un grand nombre d'informations sur le disque dur et notamment:

- Le nombre de cylindres dans le mode de conversion recommandé (par défaut).
- Le nombre de têtes dans le mode de conversion recommandé (par défaut).
- Le nombre de secteurs dans le mode de conversion recommandé (par défaut).
- Le nombre de cylindres dans le mode de conversion en cours.
- Le nombre de têtes dans le mode de conversion en cours.
- Le nombre de secteurs par piste dans le mode de conversion en cours.
- Le fabricant et le numéro du modèle.
- La révision du microprogramme.
- Le numéro de série.
- Le type de zone tampon, qui indique les possibilités de transformation en zones tampons et de mise en mémoire cache des secteurs.

## Disques durs E-IDE.



Les disques durs E-IDE (Enhanced IDE) utilisent l'interface ATA-2 qui est une version améliorée de l'interface ATA originale. Les principales améliorations portent sur l'amélioration du taux de transfert, c'est à

dire, du mode d'entrées/sorties programmées à grande vitesse PIO. L'amélioration porte aussi sur l'accès mémoire direct DMA, la détection automatique du type de disque dur et l'amélioration de la commande d'identification de disque dur.

## Capacité de stockage du disque dur.

L'interface ATA-2/EIDE offre une capacité de stockage plus importante que l'interface ATA/ IDE grâce à un BIOS étendu qui permet d'utiliser des disques durs d'une capacité supérieure à 504 Mo (528 millions d'octets) – donc, tous les HD aujourd'hui.

Cette limite tenait à l'origine à la configuration géométrique (cylindres, têtes, secteurs) des disques durs acceptée par l'interface logicielle du BIOS associée à un disque dur IDE. L'interface IDE et le BIOS sont, indépendamment, capables d'accepter des disques d'une capacité extrêmement élevée mais lorsqu'ils sont associés, cette capacité est en effet limitée à 504 Mo.

La parade utilisée par le BIOS étendu consiste à employer deux configurations géométriques différentes pour s'adresser respectivement au disque dur et au logiciel.

Le BIOS opère donc une conversion pour passer de l'un à l'autre. Ainsi, si un disque dur comporte 2000 cylindres et 16 têtes, un BIOS capable d'opérer des conversions pourra l'assimiler à un disque de 1000 cylindres et 32 têtes.

Vous pouvez savoir si votre BIOS est étendu en regardant si il dispose de paramètres tels que "LBA", "ECHS" ou même "Large" dans le Setup, ce qui signifie que le BIOS est capable de fonctionner en mode conversion. Les BIOS sont étendus depuis 1994.

CHS = Cylindres, têtes, secteurs. LBA = Adressage logique par blocs



## Le mode CHS étendu.

Pour faire communiquer le BIOS et le disque dur, le mode CHS étendu utilise une configuration géométrique convertie différente de celle utilisée pour faire communiquer le BIOS avec un autre périphérique. En d'autres termes, le BIOS utilise deux types de conversion. Le disque effectue une conversion en interne mais il accepte des paramètres logiques excédant la limite de 1 024 cylindres. Ce type de paramétrage permet de franchir la limite de 528 Mo avec au maximum 8 064 Mo = 7,875 Go.

Ce mode est généralement appelé "Large" ou "ECHS" dans le Setup du BIOS. Ces paramètres ordonnent au BIOS d'utiliser le mode de conversion CHS étendu. Utilisez ce mode de conversion si votre disque dur comporte plus de 1024 cylindres et n'accepte pas le mode LBA (adressage logique par blocs).

## Le mode LBA.

Il constitue un moyen d'adressage linéaire des adresses d'un secteur en commençant par le secteur 0 de la tête 0, cylindre 0, qui correspond à LBA 0, et en continuant jusqu'au dernier secteur physique du disque. Ce type d'adressage est nouveau sur les disques durs ATA-2 mais il a toujours été utilisé sur les disques durs SCSI.

Dans le cas du mode d'adressage LBA, chaque secteur du disque dur est numéroté en commençant à 0 alors qu'en mode normal la numérotation des secteurs commence à 1. Ce numéro est un nombre binaire interne de 28 bits qui permet d'adresser un secteur dont le numéro est compris entre 0 et 268 435 456.

Chaque secteur occupe 512 octets, la capacité maximale du disque dur en mode LBA est exactement de  $228 * 512 = 128$  Go, soit 131.072 Mo.

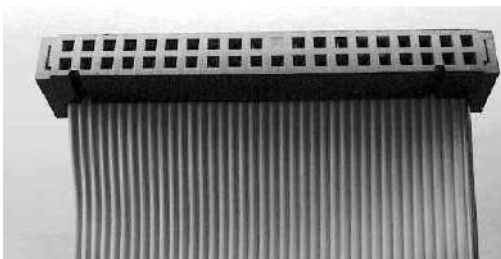
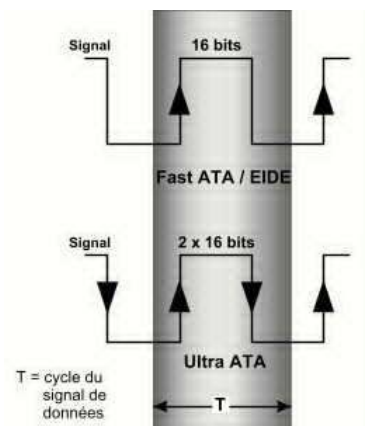
Le système d'exploitation a malheureusement besoin d'utiliser une valeur traduite en mode CHS, et le BIOS doit donc déterminer le nombre de secteurs du disque dur et générer une valeur convertie en mode CHS.

## **HD Ultra DMA/33**

L'interface EIDE a adopté le standard DMA/33.

Ce dernier double le débit maximum pour atteindre un taux de transfert synchrone de données maximum de 33 Mo/s (contre 16 pour l'EIDE) entre le HD et le PC.

Ce gain est obtenu par une méthode qui demande une électronique plus rapide et plus précise. Plutôt que de transférer un mot de donnée à chaque front montant (impulsion électrique) du signal, le DMA/33 profite également du front descendant du signal pour envoyer le mot de données suivant, doublant ainsi le taux de transfert qui passe de 16,7 Mo/s à 33Mo/s.



Dans la pratique, le disque dur et le PC doivent disposer d'une interface Ultra DMA/33, d'un câblage adapté (40 conducteurs + 40 blindages), d'un chipset et d'un BIOS capables de gérer le mode DMA/33 pour fonctionner dans ce mode. Dans le cas contraire, le disque DMA/33 se comporte comme un disque classique en mode PIO 4. Inversement, il est tout à fait possible de connecter un disque classique à une interface de type DMA/33 en

conservant les performances du PIO mode 4.



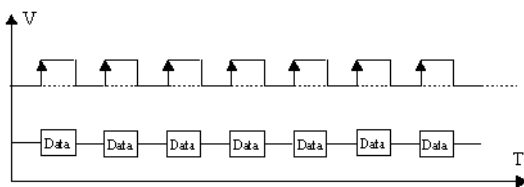
## Le mode PIO

Mode PIO	Débit (Mo/s)
Mode 0	3.3
Mode 1	5.2
Mode 2	8.3
Mode 3	11.1
Mode 4	16.7

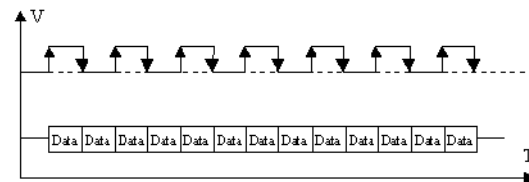
Le protocole PIO (*Programmed Input/Output*) permet aux périphériques d'échanger des données avec la mémoire vive à l'aide de commandes gérées directement par le processeur. Toutefois, de gros transferts de données peuvent rapidement imposer une grosse charge de travail au processeur et ralentir l'ensemble du système. Il existe 5 modes PIO définissant le taux de transfert maximal ; le mode PIO 0 étant le plus lent et le mode PIO 4 le plus rapide.

Les disques durs récents utilisent le mode PIO 4 autorisant des taux de transfert supérieur à 16.6Mb/s (Ultra DMA)

PIO 4



Ultra DMA 33



### 1.7.6 Le Serial ATA (SATA)

Les interfaces parallèles ATA-100 et ATA-133 ne peuvent pas être saturées par les disques durs en utilisation réelle.

La majorité des disques durs tournent à 7200rpm et utilisent 2Mo de cache. Ils offrent un débit séquentiel soutenu de l'ordre de 40Mo/s. Le mode burst qui ne dure que le temps de vidange du cache est très réduit : 2ms en ATA-100 et 1,5ms en ATA-133. Mais en pratique, un disque débite ~80Mo/s durant 1ms à 1,3ms...

Ces performances sont limitées par le disque dur lui-même vu sa mécanique dont le temps de réponse est sans commune mesure avec celui de circuits électroniques. Entre le Parallèle ATA et le Serial ATA, rien ne change au niveau mécanique, le disque dur sera toujours trop lent pour l'interface.

Le parallèle ATA utilise des nappes de 40 ou 80 conducteurs mais dans ce dernier cas, les 40 nouveaux fils ne servent que de blindage électromagnétique. Le connecteur exploite uniquement 40 broches dont 16 servent à la réception des données. Parmi les broches restantes, certaines servent à des signaux de contrôle et de commande ou ne sont simplement pas utilisées.

Les raisons de l'évolution du pata vers le sata ne tiennent pas aux taux de transfert des HD, mais bien à des problèmes générés par le pata quand les fréquences de fonctionnement augmentent trop.

Le Serial ATA est un bus de type série. Plutôt que d'envoyer un maximum de données de front à chaque cycle, un bus série envoie les données les unes derrière les autres mais à très haute fréquence. Cette solution nécessite l'envoi du signal CRC de vérification à la suite des données, ce qui réduit la bande passante à 80% (8bits de données et 2bits de CRC soit 10bits). Le SATA n'utilise que 7 broches dont 3 masses et 4 pistes pour les signaux mais sa fréquence élevée compense largement la faible largeur de bus.



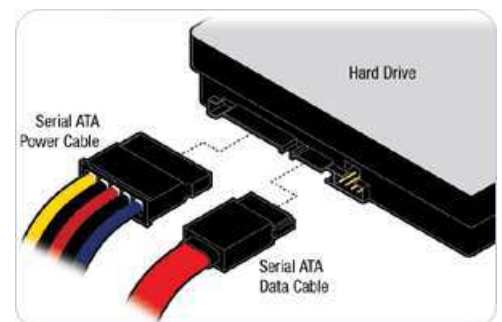
## Pourquoi le SATA ?

Un signal parallèle haute fréquence engendre des champs magnétiques perturbateurs. Continuer une montée en fréquence serait donc synonyme de câbles blindés plus courts, plus rigides et plus chers. Le SATA a été introduit pour autoriser de meilleures évolutions.

- Câble de largeur réduite : Une "nappe" SATA ne fait qu'un centimètre de large contre 5cm pour un câble PATA > moins d'encombrement et meilleure ventilation
- Câbles plus longs : Les câbles SATA peuvent atteindre 1m de long contre 50 à 60cm pour le PATA.
- Hot Plug : Un disque dur SATA peut se brancher à chaud et être immédiatement opérationnel.
- Consommation réduite : Le disque SATA demande moins de puissance et chauffe moins.
- Connectique dédiée : Le disque SATA est directement en liaison avec le contrôleur, ce qui offre 150Mo/s à chaque disque. En PATA, les 100Mo/s se répartissent entre les deux HDD de la nappe.
- Ni master, ni slave : Un disque SATA étant directement en liaison avec le contrôleur, la notion de master/slave n'existe plus au niveau du disque > suppression des jumpers (maître, esclave...).

## Principe du SATA

Le standard Serial ATA est basé sur une communication série. Un canal est utilisé pour transmettre les données et un autre pour les accusés de réception. Sur chaque canal, les données sont transmises en utilisant le mode de transmission LVDS (*Low Voltage Differential Signaling*) consistant à transférer un signal sur un fil et son opposé sur un second afin de permettre au récepteur de reconstituer le signal par différence. Les données de contrôle sont transmises sur la même voie que les données en utilisant une séquence de bits particulière pour les distinguer.



Ainsi la communication demande deux canaux de transmission, matérialisés par deux fils, soit un total de quatre fils pour la transmission.

## Connectique



Le câble utilisé par le Serial ATA est plat (et rouge), est composé de sept fils et terminé par un connecteur de 8 mm.



Trois fils servent à la masse et les deux paires servent à la transmission de données.

Le connecteur d'alimentation est composé de 15 broches permettant d'alimenter le périphérique en 3.3V, 5V ou 12V et possède une allure similaire au connecteur de données.

## SATA 3



Le SATA Revision 3 offre un taux de transfert de 6 Gbits/s., (deux fois plus que le SATA Revision 2).

- \* augmentation du débit à 6 Gbits/s
- \* optimisation de la gestion de la consommation des produits branchés
- \* meilleure gestion des données
- \* rétrocompatibilité avec le SATA 1 et SATA 2
- \* mêmes câbles et connecteurs que ceux des anciennes versions.

### 1.7.7 Le Long LBA

#### Disques durs grande capacité

Au delà de 2.2 To se posent des soucis de compatibilité, et il faut passer d'un adressage LBA à un adressage Long-LBA, et le partitionnement MBR doit être abandonné au profit du GPT (GUID Partition Table).

Dans le cadre d'un disque système, cela entraîne la nécessité d'avoir un OS 64 bits, ainsi qu'une carte mère dotée d'un bios approprié. Pour un disque secondaire, il n'est ni nécessaire d'avoir un OS 64 bits ou un bios particulier, mais Windows XP n'est toutefois pas compatible.

Le LBA, ou Logical Block Addressing (Adressage par bloc logique) est historiquement un moyen d'adresser les secteurs d'un disque dur. Cette méthode d'adressage a ensuite été généralisée à un grand nombre de médias de stockage. L'adresse LBA d'un secteur est un numéro unique pris dans l'intervalle 0 ... N où N est le nombre total de secteurs du support. Comme 0 est le numéro du premier secteur de données le numéro du dernier est N - 1 (et non pas N qui est le nombre total de secteurs).

Cet adressage permet de désigner d'une façon unique un secteur d'un disque (la plus petite unité de données manipulable par ce dernier). La taille d'un secteur est le plus souvent 512 octets mais certains supports (disques optiques ou opto-magnétiques) emploient 1 024 octets ou 2 048 octets.

L'adressage long LBA étend le nombre d'octets utilisés dans un bloc de description de commande (CDB) [ce qui lui permet de « compter » une quantité plus importante de secteurs] pour permettre l'accès à une plage LBA dépassant 2,1 To.

Le LBA (Logical Block Addressing) est un système d'adressage qui permet de spécifier la localisation des blocs logiques d'un disque. Le Long LBA utilise un adressage sur 48 bits. Ce mode, appelé aussi LBA48, exige un système d'exploitation qui le supporte.

Windows XP 32 bits est incompatible\* - Windows XP 64 bits est compatible mais uniquement pour des données - pas pour booter. Vista x64 et Seven x64 sont compatibles.





\* Les OS non dotés de l'adressage long LBA ne peuvent pas reconnaître un disque dur dont la capacité dépasse 2,1 To. En réalité, l'utilisation d'un disque dur de plus de 2,1 To dans un système Windows XP peut entraîner des résultats imprévisibles en fonction du BIOS utilisé. Il est possible que seule la capacité jusqu'à la limite de 2,1 To soit reconnue, mais il est également possible que seule la capacité au-dessus de la limite de 2,1 To soit reconnue. Ainsi, un disque dur de 2,5 To peut être reconnu par Windows XP comme un disque de 400 Go ou comme un disque de 2,1 To, mais en aucun cas comme un disque de 2,5 To. Pour pouvoir utiliser des disques durs dont la capacité est supérieure à 2,1 To, il est nécessaire de posséder Windows Vista, Windows 7 ou un autre système d'exploitation compatible avec le long LBA.

## Le partitionnement MBR

Pour rappel, le Master Boot Record ou MBR (parfois aussi appelé "Zone amorce") est le nom donné au premier secteur adressable d'un disque dur (cylindre 0, tête 0 et secteur 1, ou secteur 0 en adressage logique) dans le cadre d'un partitionnement Intel. Sa taille est de 512 octets. Le MBR contient la table des partitions (les 4 partitions primaires) du disque dur. Il contient également une routine d'amorçage dont le but est de charger le système d'exploitation présent sur la partition active. La table de partitionnement basée sur le MBR est située dans le MBR lui-même.

## Le partitionnement GUID

En gros, le GPT est le remplaçant du MBR (master boot record) et est un standard pour décrire la table de partitionnement d'un disque dur qui est un élément des spécifications (U)EFI.

Le partitionnement de GUID (GPT) prend en charge des volumes d'une taille maximale de 9.4 Zo [zettaoctet] (9.4 milliards de To) et jusqu'à 128 partitions par disque comparé au MBR qui prend en charge des volumes d'une taille maximale de 2 téraoctets et jusqu'à 4 partitions principales par disque (ou trois partitions principales, une partition étendue et des lecteurs logiques).

Contrairement aux disques partitionnés MBR, les données critiques (tables de partitionnement) pour le fonctionnement de la plate-forme sont situées dans des partitions et non dans des secteurs non partitionnés ou cachés.

GPT utilise l'adressage logique des blocs (Long LBA) et non l'adressage historique Cylindre/Tête/Secteur (cylinder-head-sector, CHS).

De plus, les disques partitionnés GPT possèdent des tables de partition primaires et de sauvegarde redondantes afin d'améliorer l'intégrité de la structure des données des partitions. L'utilisation du GUID nécessite la présence de l'EFI sur la machine.

## L' Unified Extensible Firmware Interface (UEFI)

L'(U)EFI est le remplaçant du BIOS et possède 2 avantages principaux, il permet de booter sur une partition GPT et il inclut directement un EFI boot manager (qui remplace celui de l'OS).

**Seul l'EFI permet de booter sur une partition GPT avec les systèmes Windows.** Max OS X, et la plupart des systèmes Unix peuvent eux se contenter d'un BIOS. Pour une partition GPT non bootable, un BIOS suffit.

**L'OS doit supporter l'EFI.** C'est le cas de Vista x64, et de Seven x64 - uniquement en 64 bits. Donc Windows Xp (32 bits) est incompatible avec l'EFI.



## 1.7.8 Le standard ATAPI.

Le standard ATAPI est conçu pour des périphériques tels que des lecteurs de CD-ROM et des dérouleurs de bande qui se branchent sur un connecteur ATA (IDE) ordinaire.

Les CD-ROM ATAPI utilisent l'interface de disque dur mais ne ressemblent pas pour autant à un disque dur ordinaire d'un point de vue logiciel.

Cela signifie donc que les contrôleurs intelligents (qui utilisent de la mémoire cache) qui ne sont pas conçus pour le standard ATAPI ne peuvent pas fonctionner avec ce type de périphériques.

## 1.7.9 Le WiFi (802.11)

La norme *IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11)* est un standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil (*WLAN*). Le nom WiFi (contraction de *Wireless Fidelity*) correspond initialement au nom donnée à la certification délivrée par l'organisme chargé de maintenir l'interopérabilité entre les matériels répondant à la norme 802.11. Ainsi un réseau Wifi est en réalité un réseau répondant à la norme 802.11.

Grâce au Wi-Fi il est possible de créer des réseaux locaux sans fil à haut débit pour peu que la station à connecter ne soit pas trop distante par rapport au point d'accès. En matière de sans-fil, il est crucial de tenir compte de la portée effective des périphériques qui en sont dotés, puisqu'ils utilisent les ondes hertziennes comme mode de transfert.

Il permet de relier des portables, des machines de bureau, des PDA ou des périphériques à une liaison haut débit (11 Mbps) sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (généralement entre une vingtaine et une cinquantaine de mètres). Dans un environnement ouvert la portée peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

Certaines zones à fortes concentration d'utilisateurs "hot spots" (gares, aéroports, ...) sont équipées de réseaux sans fil.

La norme 802.11 s'attache à définir les couches basses du modèle OSI pour une liaison sans fil utilisant des ondes électromagnétiques, c'est-à-dire :

- la couche physique proposant trois types de codage de l'information.
- la couche liaison de données, constitué de deux sous-couches : le contrôle de la liaison logique et le contrôle d'accès au support (Media Access Control, ou MAC)

La couche physique définit la modulation des ondes radio-électriques et les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données, tandis que la couche liaison de données définit l'interface entre le bus de la machine et la couche physique. La norme 802.11 propose en fait 3 couches physiques, définissant des modes de transmission alternatifs.

Il est possible d'utiliser n'importe quel protocole sur un réseau sans fil WiFi au même titre que sur un réseau ethernet.

## Les différentes normes WiFi

La norme *IEEE 802.11* est la norme initiale offrant des débits de 1 ou 2 Mbps. Des révisions ont été apportées à la norme originale afin d'optimiser le débit :

Nom de la norme	Nom	Description
-----------------	-----	-------------



<b>802.11a</b>	Wifi5	La norme 802.11a (baptisé <i>WiFi 5</i> ) permet d'obtenir un haut débit (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels). Le norme 802.11a spécifie 8 canaux radio dans la bande de fréquence des 5 GHz.
<b>802.11b</b>	Wifi	La norme 802.11b est la norme la plus répandue actuellement. Elle propose un débit théorique de 11 Mbps (6 Mbps réels) avec une portée pouvant aller jusqu'à 300 mètres dans un environnement dégagé. La plage de fréquence utilisée est la bande des 2.4 GHz, avec 3 canaux radio disponibles.
<b>802.11g</b>		La norme 802.11g offre un haut débit (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels) sur la bande de fréquence des 2.4 GHz. La norme 802.11g a une compatibilité ascendante avec la norme 802.11b, ce qui signifie que des matériels conformes à la norme 802.11g pourront fonctionner en 802.11b

## 802.11 n

Le 802.11n succède au 802.11g et intègre la technologie MIMO (Multiple Input Multiple Output (réceptions et émissions multiples)); système d'antennes multiples et intelligentes qui permet à une unité sans fil de transmettre des données de façon plus efficace à l'intérieur de locaux.



Jusque récemment, les environnements domestiques posaient de sérieux problèmes aux réseaux sans fil. Les ondes transmettant les données ayant tendance à rebondir sur les structures métalliques ou sur les murs et interfèrent entre elles, entraînant des dégradations des performances et une réduction de la portée.

D'autres sources d'interférences telles que les téléphones sans fil, fours à micro-ondes, talkies-walkies et autres réseaux sans fil voisins posent également des problèmes auxquels le Wi-Fi standard doit faire face.

MIMO remédie à tout cela en tirant profit des chemins multiples qu'empruntent les ondes. Les antennes intelligentes d'un routeur MIMO peuvent s'échanger dynamiquement les signaux en réception et en émission, de

façon à optimiser, en temps réel, la transmission des données. Cette façon de procéder accroît à la fois la portée et le débit en intérieur (bureau, appartement, maison), tout spécialement lorsque les interférences et obstacles sont nombreux.

Le 802.11n offre en outre des débits supérieurs au 802.11g et double la portée d'émission.

## 802.11y

Cette version de la norme 802.11 n'est pas plus rapide que le 802.11n, elle se limite à 54 mégabits/s mais offre une portée très élevée : près de 5 km en extérieur.

Le Wi-Fi 11y a été validé en 2008 et est surtout destiné à l'industrie et à la gestion de grands réseaux : les cartes Wi-Fi classiques ne sont pas compatibles avec cette norme, qui utilise la bande des 3,7 GHz (contre le 2,4 GHz et le 5 GHz pour les normes habituelles). En pratique, la portée en extérieur est annoncée à 5 km, contre 50 mètres en intérieur, alors que le Wi-Fi 802.11n est prévu pour atteindre 250 m en extérieur et 70 m en intérieur. Notons que la portée est obtenue en augmentant la puissance, ce qui rend difficile l'implémentation dans des PC portables.



## 1.7.10 Bluetooth



**Bluetooth** est le standard ouvert d'une technologie de transmission radio à ondes courtes qui permet des connexions vocales et de données sans fil entre terminaux

Internet et entre ces terminaux et le Web,

entre des ordinateurs de bureau et portables, des organiseurs numériques, des téléphones cellulaires, des imprimantes, des scanners, des caméscopes et appareils photo numériques ainsi que toutes sortes d'équipements électroniques domestiques - à une fréquence de 2,4 GHz. Comme cette technologie n'est pas conçue pour supporter d'importantes charges de trafic, elle n'est pas destinée à remplacer les réseaux LAN ou WAN. Elle simplifie également la synchronisation des données entre les terminaux Internet et les autres ordinateurs.



Bluetooth permet d'établir une connexion sans que les appareils émetteurs et récepteurs ne soient forcément en vue l'un de l'autre.

Egalement disponible sous forme de carte additionnelle pour portables, Bluetooth se présente alors sous la forme d'un module enfichable, sorte de petite radio utilisant une liaison basse fréquence. Une fois la connexion établie, peut commencer le transfert de données.

- très faible consommation d'énergie
- très faible portée (sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres)
- faible débit
- très bon marché et peu encombrant

## 1.7.11 Le WiMax

(World Interoperability for Microwave Access)

Cette technologie de boucle locale radio dans la bande de fréquence 3,4-3,8 GHz (norme IEEE 802.16) permet d'émettre et de recevoir sur une connexion radio un débit théorique de 70 mégabits par seconde sur de plus longues distances que le Wi-Fi (+-50 km).

Les standards actuels sont :

IEEE 802.16e (également désigné IEEE std 802.16e-2005)

IEEE 802.16f qui spécifie la MIB (Management Information Base), pour les couches MAC (Media Access Control) et PHY (Physical)

Une MIB (Management Information Base, base d'information pour la gestion du réseau) est un ensemble d'informations structuré sur une entité réseau, par exemple un routeur ou un commutateur.



La sous-couche Media Access Control ou MAC est, selon les standards de réseaux informatiques IEEE 802.x, la partie inférieure de couche de liaison de données dans le modèle OSI. Elle sert d'interface entre la partie logicielle contrôlant la liaison d'un nœud (Logical link control) et la couche physique (matérielle). Par conséquent, elle est différente selon le type de média physique utilisé (Ethernet, token ring, WLAN, ...)

La sous-couche MAC s'occupe principalement de :

- ❖ reconnaître le début et la fin des trames dans le flux binaire reçu de la couche physique ;
- ❖ délimiter les trames envoyées en insérant des informations (comme des bits supplémentaires) dans ou entre celles-ci, afin que leur destinataire puisse en déterminer le début et la fin ;
- ❖ détecter les erreurs de transmission, par exemple à l'aide d'une somme de contrôle (checksum) insérée par l'émetteur et vérifiée par le récepteur ;
- ❖ insérer les adresses MAC de source et de destination dans chaque trame transmise ;
- ❖ filtrer les trames reçues en ne gardant que celle qui lui sont destinées, en vérifiant leur adresse MAC de destination ;
- ❖ contrôler l'accès au média physique lorsque celui-ci est partagé.

Une adresse MAC est une suite de 6 octets (représentée sous une forme hexadécimale 01:23:45:67:89:ab et qui caractérise ainsi chaque interface réseau).

La couche physique est la première couche du modèle OSI. Elle définit les aspects électriques, mécaniques et fonctionnels de l'accès au réseau, ainsi que les protocoles d'échange de bits via le réseau. Elle assure les relations des couches supérieures avec le matériel.

## 1.7.12 La communication infrarouge

Le rayonnement infrarouge (IR) est un rayonnement électromagnétique d'une longueur d'onde supérieure à celle de la lumière visible mais plus courte que celle des micro-ondes. Cette longueur d'onde est comprise entre 700 nm et 1 mm

La communication infrarouge utilise la lumière infrarouge pour transférer des données. La lumière infrarouge est utilisée quasiment partout dans le monde, dans les télécommandes pour téléviseurs et magnétoscopes. En informatique, la communication infrarouge offre une alternative au câble et donne un moyen économique de relier des ordinateurs entre eux ou avec des périphériques et autres dispositifs.

Pour que la communication infrarouge fonctionne correctement, aucun obstacle ne doit se dresser entre les transmetteurs infrarouges. L'angle maximum doit être de 30 degrés et ils ne peuvent pas être éloignés de plus d'un mètre.

En raison de ces exigences de fonctionnement particulièrement strictes, il est assez difficile pour un intrus d'intercepter les données transmises par infrarouge. Cependant, la technologie infrarouge n'assure pas le cryptage des données. Les données étant transmises en texte clair, elles sont vulnérables aux attaques de détection de paquets. Il convient de prendre les précautions nécessaires pour éviter toute interception des données transmises par infrarouge.

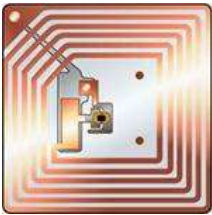


## 1.7.13 Les puces RFID

Les puces RFID sont des étiquettes électroniques capables d'émettre des données en utilisant des ondes radio, et qui sont utilisées pour identifier un objet, un animal ou une personne, à plus ou moins grande distance et dans un minimum de temps.

- \* contrôle des ventes et prévention des vols,
- \* systèmes de péage d'autoroute sans arrêt,
- \* divers contrôles d'accès,
- \* passeports,...

### Composants



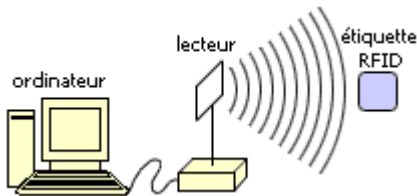
L'étiquette RFID se compose principalement d'une puce électronique et d'une antenne bobinée ou imprimée. La taille de la puce peut désormais être réduite à 0,05 mm. L'antenne, souvent composée de cuivre, est déposée sur l'étiquette grâce à des ultrasons.

### Fréquences

Le signal radio du lecteur émet dans un rayon maxima de quelques centaines de mètres, selon la puissance de l'installation, et surtout selon la fréquence utilisée :

- **Basses fréquences** : 100 à 500 kHz avec une distance de lecture de quelques centimètres ;
- **Moyennes fréquences** : 10 à 15 MHz avec une distance de lecture de 50 à 80 cm ;
- **Hautes fréquences** : de 850 - 950 MHz à 2,4 - 5,8 GHz pour une distance de lecture de un plusieurs mètres (sachant que la distance peut-être réduite par la présence de métal).

### Principe de fonctionnement



L'ensemble de l'étiquette est activé par un signal radio de fréquence variable, émis par un lecteur composé lui-même d'une carte électronique et d'une antenne.

Le lecteur peut être fixe ou mobile, et son antenne peut prendre plusieurs formes, et par exemple s'intégrer dans le cadre d'une porte, pour une application de contrôle d'accès. Le lecteur ou interrogateur transmet un signal selon une fréquence donnée vers une ou plusieurs étiquettes situées dans son champ de lecture. Celles-ci transmettent un signal en retour. Lorsque les étiquettes sont "éveillées" par le lecteur, un dialogue s'établit selon un protocole de communication prédéfini, et les données sont échangées.

Les étiquettes RFID fonctionnant à basses ou moyenne fréquence utilisent un champ électromagnétique créé par l'antenne du lecteur et l'antenne de l'étiquette pour communiquer. Le champ électromagnétique alimente l'étiquette et active la puce. Cette dernière va exécuter les programmes pour lesquels elle a été conçue. Pour transmettre les informations qu'elle contient, elle va créer une modulation d'amplitude ou de phase sur la fréquence porteuse. Le lecteur reçoit ces informations et les transforme en code binaire. Dans le sens lecteur vers étiquette, l'opération est symétrique, le lecteur émet des informations par modulation sur la porteuse. Les modulations sont analysées par la puce et numérisées.

Une des particularités de ce principe est que plus la fréquence porteuse est basse plus le nombre de tours de l'antenne de la puce doit être important pour créer un voltage suffisant pour alimenter la puce. L'étiquette, selon sa forme, peut être apposée, portée, insérée dans un objet (colis, animal).



## Étiquettes passives et étiquettes actives

Les étiquettes passives fonctionnent en lecture seule. L'antenne capte certaines fréquences qui lui fournissent suffisamment d'énergie pour lui permettre d'émettre à son tour son code d'identification unique. Ces étiquettes passives sont programmées avec des données non modifiables, pour une capacité de 32 à 128 bits. Elles sont fournies vierges à l'utilisateur ou déjà munie d'une identification. Lors de sa pose sur l'objet à tracer, l'utilisateur va écrire les données qui lui seront utiles par la suite. Lors de la vie ultérieure de l'étiquette, cette information pourra être lue mais ne pourra être ni modifiée ni complétée. Certains dispositifs disposent de capteurs leur permettant d'identifier les variations physiques comme la température (surgelés). Des tests ont été faits avec une encre magnétique qui joue le rôle de l'antenne.

bon marché - durée de vie quasi illimitée - constituent le gros du marché où la puce est perdue dès la vente du produit (au-delà de l'acte d'achat cette étiquette se désactive).

Les étiquettes passives les plus utilisées actuellement sont les EPC (Code Produit Electronique) :

- fréquence de 13.56 MHz
- fonctionnement en lecture seule
- codage sur 96 bits

Les étiquettes actives sont alimentées par une pile interne extra plate (10 ans d'autonomie), et permettent autant la lecture que l'écriture de données, avec une mémoire allant jusqu'à 10 Kbits. Elles sont fournies vierges et pourront être écrites plusieurs fois, effacées, modifiées et lues jusqu'à 1 million de fois.

## Communication en champ proche

La communication en champ proche, usuellement appelée NFC (Near Field Communication) est une technique d'échanges de données de très courte portée. C'est une extension des techniques de radio-identification (RFID) qui, tout en se basant sur la norme ISO/IEC 14443, permet la communication entre périphériques en P2P.

Les appareils dotés de cette technologie sont généralement rétro-compatibles avec les techniques de radio-identification utilisant les mêmes fréquences.

### Caractéristiques principales

- \* Débits de communication : 106, 212, 424 ou 848 kbit/s
- \* Gamme de fréquence : 13,56 MHz
- \* Distance de communication : maximum 10 cm (aucune normalisation à ce jour - aucune limite haute ou basse)
- \* Mode de communication : half-duplex ou full-duplex

### Normes liées à la NFC

- \* NFCIP-1 (ISO/IEC 18092) définit l'interface et le protocole de communication entre deux périphériques NFC;
- \* ISO/IEC 14443-1 à ISO/IEC 14443-4 définissent la communication avec des circuits intégrés sans contact;
- \* NDEF (NFC Data Exchange Format) définit le format d'échange logique des données.

Un appareil doté de la technologie NFC est capable d'échanger des informations avec des cartes à puces sans contact mais également avec d'autres appareils dotés de cette technologie. Quelques exemples d'usages:



- \* Paiement en utilisant un appareil mobile (téléphone portable, ordinateur portable, etc.);
- \* Lecture d'une carte de visite électronique avec un PDA;
- \* Synchronisation de signets Internet et de contacts entre un PDA et un téléphone portable;
- \* Récupération de la clef WiFi d'un point d'accès en approchant son périphérique NFC de la borne de diffusion.

Cette technologie permet le téléchargement de fichiers entre un téléphone portable et un ordinateur, ou un échange de données entre un appareil photo et un PDA.

## 1.7.14 La 3G

Les spécifications IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications for the year 2000*) de l'Union Internationale des Communications (UIT), définissent les caractéristiques de la 3G (troisième génération de téléphonie mobile). Ces caractéristiques sont notamment les suivantes :

- un haut débit de transmission :
  - 144 Kbps avec une couverture totale pour une utilisation mobile,
  - 384 Kbps avec une couverture moyenne pour une utilisation piétonne,
  - 2 Mbps avec une zone de couverture réduite pour une utilisation fixe.
- compatibilité mondiale,
- compatibilité des services mobiles de 3ème génération avec les réseaux de seconde génération,

La 3G propose d'atteindre des débits supérieurs à 144 kbit/s, ouvrant ainsi à des usages multimédias comme la transmission de vidéo, la visio-conférence ou l'accès à internet haut débit. Les réseaux 3G utilisent des bandes de fréquences différentes des réseaux précédents : 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz.

La principale norme 3G utilisée en Europe s'appelle UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), utilisant un codage W-CDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*). La technologie UMTS utilise la bande de fréquence de 5 MHz pour le transfert de la voix et de données avec des débits pouvant aller de 384 kbps à 2 Mbps. La technologie HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*) est un protocole de téléphonie mobile de troisième génération baptisé « 3.5G » permettant d'atteindre des débits de l'ordre de 8 à 10 Mbits/s. La technologie HSDPA utilise la bande de fréquence 5 GHz et utilise le codage W-CDMA.

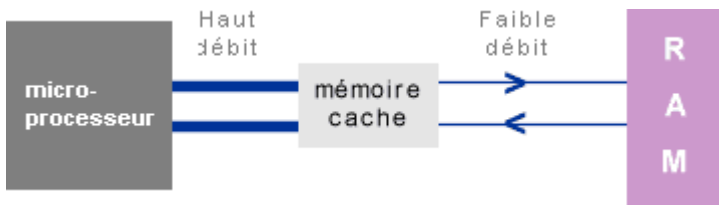
## 1.8 La mémoire cache

Niveau d'accès	Temps d'accès
Registre	2 ns
Cache L1	4 ns
Cache L2	>5 ns
Cache L3	30 ns
DRAM	60 ns
Disque Dur	12.000.000 ns

La mémoire cache est une mémoire ultra rapide destinée à éviter les états d'attente (de 6 à 15 ns de temps d'accès contre 60 pour la mémoire vive).

Son principe consiste à interposer entre le processeur et la mémoire vive une petite mémoire extrêmement rapide de mémoire statique (qui, contrairement aux composants dynamiques, n'ont pas besoin de rafraîchissement) offrant des temps d'accès de 4 nanosecondes. Cette mémoire cache contiendra les instructions ou les données les plus fréquemment employées par le processeur lorsqu'il exécute un programme.

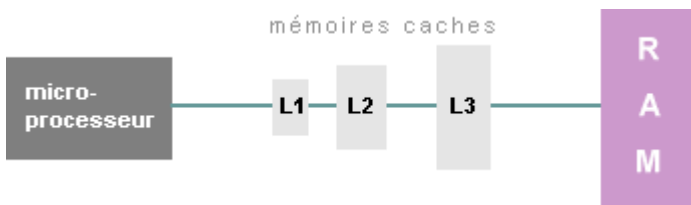




## La mémoire cache

La mémoire cache a pour fonction d'accélérer les communications entre le processeur et la RAM.

Quand le processeur a besoin d'une donnée, il la cherche dans la mémoire cache, si elle n'y est pas, il va la chercher dans la ram ou, à défaut, dans l'unité de stockage ou elle se trouve et en même temps la copie dans la mémoire cache. Ensuite, il y accédera directement par la mémoire cache et donc plus rapidement.



Une mémoire cache est une unité de stockage plus petite mais plus rapide qui s'interpose entre le processeur et l'unité de stockage. Rien n'empêche de répéter cette opération et d'ajouter une autre mémoire cache, même une troisième. On parle dans ce cas de niveaux de cache.

### Cache de niveau 1 (L1)

Est intégré au processeur et sa taille est essentiellement fonction de son architecture. Il est scindé en deux parties égales. L'une stocke les instructions, l'autre les données. Les autres caches ne font pas cette distinction.

### Cache de niveau 2 (L2)

Sert d'intermédiaire entre le cache L1 et la RAM. Il ne différencie pas données et programmes, il est moins rapide que le cache L1, mais sa taille est plus importante.

S'il est intégré, il n'est pas imbriqué comme le cache L1. Cela signifie que changer la taille du cache L1 implique souvent une modification de l'architecture du processeur, ce n'est pas le cas du cache L2. Ceci permet de proposer des processeurs disposant de différentes tailles de cache L2.

### Cache de niveau 3 (L3)

Jusqu'à présent, ce type de cache a été composé de mémoire SRAM, et implanté sur la carte mère. Sa taille varie de 1 Mo à 8 Mo (valeur généralement constatée mais il n'y a pas de limitation technique).

### Cache de niveau 4 (L4)

Annoncée par Intel pour sa gamme Haswell, elle serait localisée sur le die principal (sans être réellement intégrée au processeur) et pourrait atteindre plusieurs dizaines de Mb.

### Cache exclusif et inclusif :

Exclusif et inclusif désignent la manière dont vont coopérer les caches entre eux, en particulier les caches L1 et L2.

**Inclusif** : C'est la méthode la plus ancienne et la plus courante. Quand une donnée va de la RAM vers le processeur, elle passe d'abord par le cache L2 qui la stocke, ensuite par le cache L1 qui la



stocke aussi. Parce qu'une donnée peut se situer à la fois dans le cache L1 et L2, il y a perte d'espace.

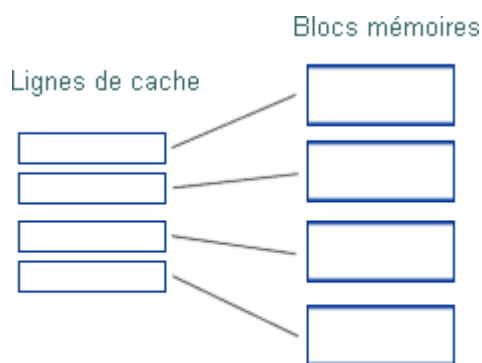
**Exclusif** : La méthode exclusive résout la redondance d'informations. La supériorité du cache exclusif est de permettre au processeur de disposer de plus d'espace pour le cache. Cependant, pour qu'une même donnée ne se retrouve pas à la fois dans le cache L1 et L2, il faut comparer en permanence le contenu des caches L1 et L2, ce qui prend du temps.

## Organisation des données dans un cache

La méthode d'organisation permet de définir comment les données provenant de la mémoire RAM doivent être stockées par la mémoire cache. De la méthode utilisée dépendent :

- la quantité de mémoire RAM que le cache pourra gérer (avec 256 Ko de cache on ne peut pas gérer efficacement voire pas du tout, selon la méthode employée, 4 Go de mémoire RAM).
- la rapidité avec laquelle le processeur pourra accéder à ces données.
- le %age de chance qu'a le processeur de trouver l'information dans le cache. Plus ce pourcentage est élevé, plus le traitement est rapide.

### Direct mapped :



On découpe la mémoire cache en ligne et chacune contient  $n$  octets ( $n$  pouvant être égal à 4, 8, ..., 128, ...). P. ex. 16.384 lignes de 32 octets chacune ce qui fait une mémoire cache d'une taille de  $16.384 * 32$  octets = 512 Ko.

Pour que cette mémoire cache de 512 Ko gère 128 Mo, on doit affecter à chaque ligne de mémoire cache une zone de mémoire RAM de taille fixe. Ainsi la mémoire cache découpe la RAM en 16.384 zones et chaque zone possède une taille de  $128 \text{ Mo} / 16.384 = 134.217.728$  octets / 16.384 = 8.192 octets.

### Direct mapped

#### Avantage

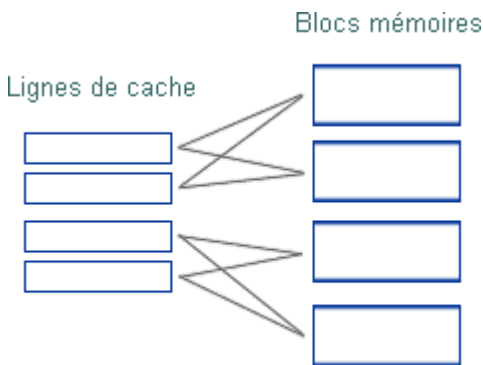
Lorsque le processeur cherche à savoir si une information dont il a besoin est dans le cache ou pas, il sait de suite dans quelle ligne il doit chercher. Il y a une correspondance directe entre mémoire RAM et mémoire cache.

#### Inconvénient

Si le processeur doit travailler sur une zone mémoire correspondant à une ligne de mémoire cache, seule une petite partie des données utilisées pourra être dans la mémoire cache. Dans notre exemple, les 8.192 octets d'une zone RAM ne seront gérés que par 32 octets. Dans ce cas, le processeur fera beaucoup plus appel à la mémoire RAM qu'au cache.



## N-way set associative :



Cette méthode est une évolution de la méthode direct mapped. Plutôt que d'affecter une seule ligne de mémoire cache à une zone, on va en affecter plusieurs. Le N de N-way set associative correspond au nombre de lignes utilisées pour une zone de mémoire RAM. Pour la mémoire RAM de 128 Mo et cache de 512 Ko, 4 lignes de cache couvrent une zone RAM de  $8.192 * 4 = 32.768$  Octets soit 32 Ko.

N'importe quelle ligne de cache peut couvrir la zone mémoire de 32 Ko de RAM.

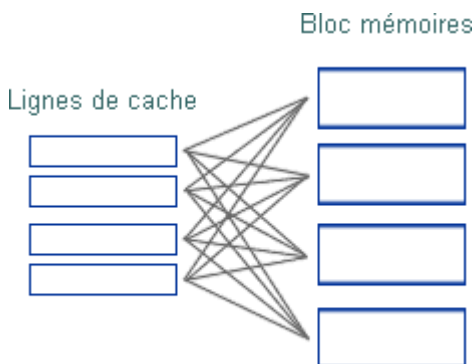
### 2-way associative

Une zone de 8.192 octets pourra être gérée par quatre lignes de cache au lieu d'une seule. Si le processeur a besoin de 32 Ko ou plus d'un seul coup, on retrouve l'inconvénient de la méthode direct mapped, mais ce que fait la méthode n-way set associative, c'est diminuer le nombre de fois où ce cas arrivera.

#### Inconvénient

Le processeur devra consulter non pas une ligne de cache mais quatre pour savoir si l'information recherchée est dans le cache ou pas.

## Fully associative :



### Fully associative

Cette méthode s'oppose au direct mapped en ce sens que n'importe quelle ligne de cache peut gérer n'importe quelle zone de la mémoire RAM.

#### Avantage

Assure un remplissage maximal de la mémoire cache. Les deux autres méthodes, dans la mesure où leur ligne de cache couvre une zone déterminée de la mémoire RAM, peuvent ne plus accepter de données dans le cache, même s'il y a encore de la place.

#### Inconvénient

Comme on n'affecte pas de zone de mémoire RAM à une ligne de cache (direct mapped) ou à un groupe de ligne (n-way associative), le processeur n'a pas d'autre choix que de consulter toutes les lignes de cache pour savoir si l'information qu'il cherche est dans la mémoire cache. La méthode fully associative est donc à écarter dès que la mémoire cache doit avoir une grande taille et un nombre élevé de lignes, ou qu'elle doit travailler à très grande vitesse (L1).

## Indicateurs de performance de la mémoire cache

### Ratio de réussite

C'est le rapport entre le nombre total d'accès au cache sur le nombre d'accès ayant permis de trouver l'information dans le cache. Cette valeur s'exprime en pourcentage.



Plus ce pourcentage est élevé, moins le processeur fait appel à la mémoire RAM et plus le traitement d'un programme sera fait rapidement. Ce ratio mesure l'efficacité du cache. On considère les ratios suivants pour les différentes méthodes d'organisation :

Direct Mapped : 60-80%  
N-way associative : 80% - 90%  
Fully associative : 90% - 95%

## Temps de latence :

C'est le temps moyen qu'il faut au processeur pour savoir si l'information qu'il cherche est présente ou pas dans la mémoire cache.

Temps de latence pour les différentes méthodes :

Direct mapped : 1  
N-way associative : 2,5  
Fully associative : nombre de lignes de cache / 2.

## Bande passante :

Tout comme la bande passante d'une mémoire, la bande passante du cache est conditionnée par deux valeurs, la taille et la fréquence de son bus externe.

## Algorithme de gestion du cache mémoire.

Pour la lecture, il n'y a qu'une seule technique, le processeur demande à la mémoire cache une information, si elle ne la contient pas, il lit directement la mémoire.

Pour l'écriture, il existe deux techniques :

### Write-through cache :

Toutes les écritures des données allant du processeur à la mémoire se font aussi dans la mémoire cache. Write-through est une méthode intègre car l'information est écrite en mémoire cache et immédiatement sur la ram.

### Write-back cache :

Toutes les écritures se font dans la mémoire cache. Les données ne sont écrites en mémoire RAM qu'au moment où celles-ci ne sont plus utilisées par le processeur et deviennent inutiles à conserver dans la mémoire cache. Write-back est une méthode non intègre car l'information est écrite en mémoire cache et en différé sur la ram..

## Multiprocesseur

Dans le cas d'une machine possédant deux processeurs distincts, chacun d'eux dispose de son propre cache L2. Si le processeur 1 modifie une zone mémoire, les informations seront d'abord stockées en mémoire cache. Or, si le processeur 2 souhaite y accéder, il devra attendre que le processeur 1 vide la mémoire cache ce qui provoquera l'écriture dans la mémoire RAM. Il n'existe pas de communication entre les mémoires cache des deux processeurs.

Ce problème est connu sous le nom de 'cohérence des caches'. Pour le résoudre, on peut utiliser la technique 'write-through' ou utiliser une architecture dédiée.



La méthode write-back est utilisée malgré ses inconvénients car le processeur et le HD atteignent des niveaux de performances tels que le 'write-through' devient un goulot d'étranglement. Write-back permet de réduire le nombre d'écriture en RAM, et libère du temps d'accès pour d'autres composants.

Cette remarque ne concerne pas les architecture Core2 ou +, qui ont un cache commun.

## La Mémoire transactionnelle

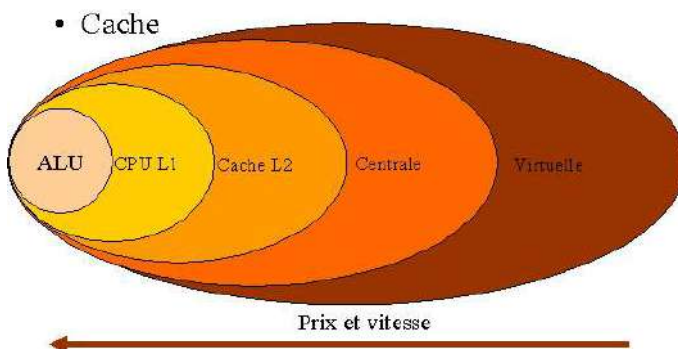
La mémoire transactionnelle n'est pas un type de mémoire, mais une manière différente d'accéder à la mémoire. Le principe de transaction se pose dans les cas où une ressource partagée peut être accédée de manière concurrente par plusieurs autres ressources.

Dans ce cas, il s'agit de la mémoire système qui est partagée entre différents cœurs de processeurs. Chaque cœur peut accéder à tout moment à l'intégralité de la mémoire du système, et la modifier. Un cœur peut donc corrompre la mémoire pour un autre cœur. Pour contrer cela, différents mécanismes ont été mis en place de manière logicielle, dans le système d'exploitation ou dans les langages de programmation. Ils ont tous en commun d'être coûteux

TSX introduit deux modes distincts pour réaliser des transactions. Il s'agit de regrouper ensemble un bloc d'instructions qui sera considéré comme indivisible (on parle d'atomicité). L'intérêt d'une transaction est d'assurer que le bloc soit exécuté dans son intégralité, ou pas du tout.

Exemple d'un programme qui aurait besoin d'effectuer 100 fois de suite un même calcul sur des données différentes. Dans ce cas, les programmeurs ont divisé leur programme, lançant autant de thread qu'il y a de cœur disponible dans la machine. Chaque cœur effectue sa tâche puis en effectue une nouvelle, puis une autre, jusqu'à ce que le nombre de 100 soit atteint. Le programme doit donc maintenir un compteur du nombre total de calculs effectués : à chaque fin de tâche, le thread lancé sur un cœur lit ce compteur en mémoire, lui ajoute un, puis sauve cette donnée en mémoire. En pratique, il y a de fortes chances pour que plus de 100 calculs soient effectués, à cause d'un problème de concurrence. En effet, si deux threads finissent en même temps, il est possible qu'ils lisent tous les deux la même valeur (0), y ajoutent un, puis réécrivent la valeur modifiée (1). Au lieu de lire 2, le compteur lira toujours 1. Ici, une transaction résout le problème en regroupant dans un même bloc indivisible l'opération de lecture du compteur et son écriture. Dans ce cas, un thread attendra que l'autre ait terminé avant d'incrémenter le compteur

### 1.8.1 Le mode Burst (rafale)



Dans le cache L2, les données sont ordonnées par blocs de 256 Bits. Sur les PC, le bus mémoire reste cependant en 64 Bits, il faudra donc 4 transferts consécutifs. Comme le transfert se fait sur des adresses mémoires consécutives, l'adresse mémoire ne devrait être spécifiée que la première fois, ce qui rendra les 3 transferts suivants plus rapides. C'est ce que l'on appelle le mode burst. La rapidité de la mémoire cache est mesurée par son temps d'accès en cycles d'horloges, sous la forme " x-y-y-y ", où x représente les cycles d'horloges nécessaires au premier transfert et y représente les cycles nécessaires en mode Burst.

d'horloges nécessaires au premier transfert et y représente les cycles nécessaires en mode Burst.



## 1.8.2 Cache Asynchrone

Tout comme la RAM FPM ou EDO, le cache Asynchrone ne synchronise pas ses transferts de données avec l'horloge système. Si ce type de mémoire cache était viable pour le 486, il est désormais obsolète. En effet il est trop lent lorsqu'il est utilisé avec des fréquences de bus supérieures ou égale à 66 MHz.

## 1.8.3 Cache Synchrone

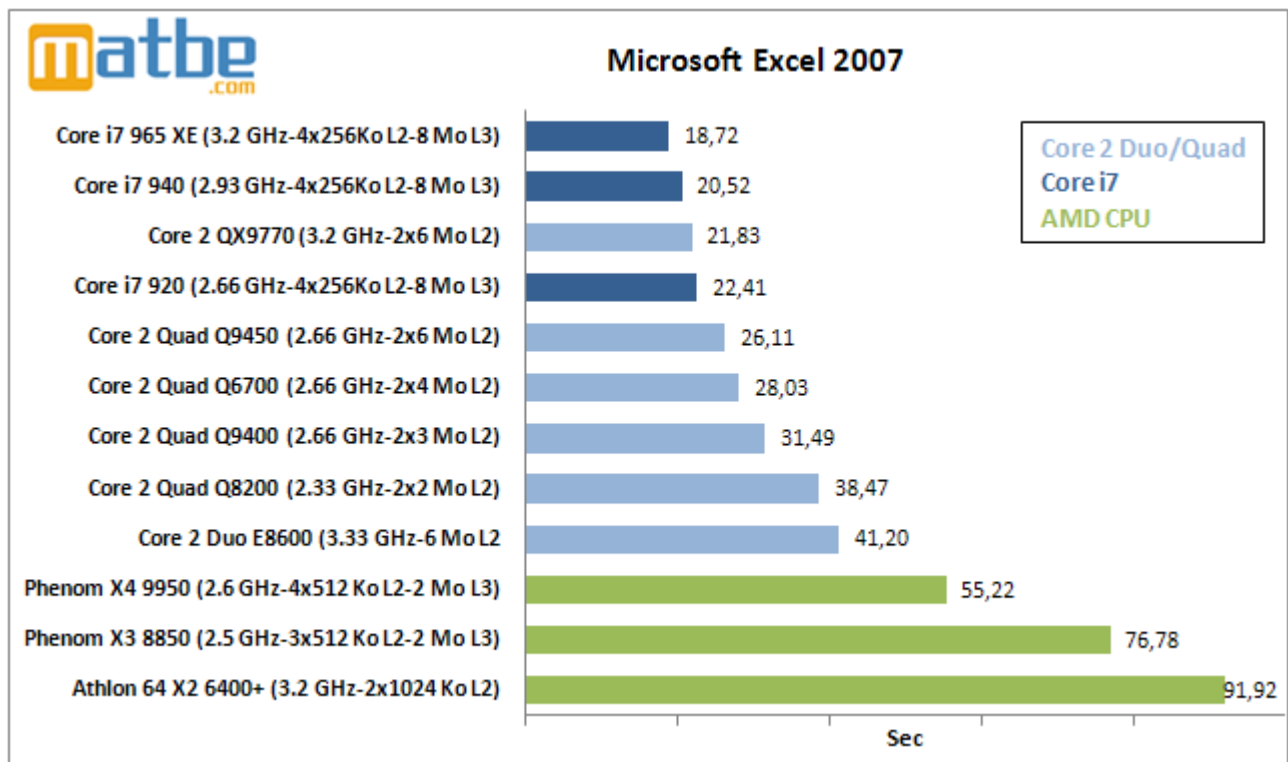
Ce type de cache synchronise l'envoi des données avec les cycles d'horloge et peu donc envoyer 64 Bits par cycle. Malheureusement, la synchronisation nécessite de la mémoire cache très rapide, sans quoi la synchronisation ne peut se faire.

## 1.8.4 Cache Pipeline Burst

Ce cache utilise les Pipeline. Ainsi, le second transfert pourra débuter avant que le premier soit terminé. Cela permet de rester synchrone avec l'horloge du système même si cette dernière utilise une fréquence élevée, tout en utilisant des chips SRAM de même qualité que ceux utilisés dans un cache synchrone. Le seul problème du cache de type Pipeline se situe au niveau du premier transfert, plus long à initialiser.

## 1.8.5 Taille

Il y a quelques années, lors de l'apparition de la SDRAM, certains constructeurs vendaient des machines dénuées de toute mémoire cache, arguant que cette dernière avait perdu toute utilité. Or l'impact sur les performances est important – plus de 10%. Actuellement, toutes les machines sont dotées de mémoire cache.



Toute la mémoire vive d'une machine n'est peut pas forcément "cachée". En effet le cache de second niveau utilise un petit espace mémoire, le Tag Ram, afin de connaître l'adresse mémoire d'origine de la donnée stockée dans le cache. La taille du Tag Ram devra être de 8 bits pour cacher



64 Mo de mémoire vive avec 256 K de cache. Avec 11 bits de Tag Ram, on pourra cacher jusqu'à 512 Mo de mémoire vive.

## 1.8.6 Vitesse

La vitesse du cache est exprimée, tout comme celle de la mémoire vive, en Nanosecondes. Cette vitesse est directement liée à la fréquence qu'elle pourra supporter. Ainsi, avec un bus à 100 Mhz, soit 100 millions de cycles par seconde, un cycle aura une durée de 10 nanosecondes. Il est donc primordial que la mémoire cache offre un temps d'accès au moins équivalent à ce dernier afin d'assurer une stabilité sans faille.

## 1.8.7 Contiguïté

Il faut enregistrer non seulement le contenu de la mémoire, mais aussi l'adresse correspondante en mémoire principale. Cela se passe dans la TAG-RAM.

Connaissant les techniques de programmation, on sait qu'un accès en mémoire effectué par l'unité centrale se fera selon toute probabilité dans le même secteur que l'accès précédent. Dans la majorité absolue des cas, cet accès sera donc favorisé par le cache (cache-hits). Sinon, il faudra utiliser à nouveau la mémoire principale (cache misses).

## 1.9 La mémoire virtuelle

La mémoire est dite virtuelle lorsqu'elle n'existe pas physiquement, contrairement aux barrettes de mémoire Ram installées sur la carte-mère. En réalité, cette mémoire qui se trouve sur le disque dur, est restreinte à l'espace disque libre.

Le système, selon la configuration imposée par l'utilisateur, "réserve" un certain volume du HD à cet usage.

Ainsi, lorsqu'un programme est trop gros pour tenir en mémoire vive, il est découpé en plusieurs parties appelées segments de recouvrement (overlays). Une partie du programme restera résidente en mémoire vive et les segments restants sur disque seront appelés à tour de rôle et chargés en mémoire lorsque le programme en aura besoin. Ils pourront, à leur tour, être déchargés et remplacés par d'autres segments. Pour éviter de nombreux allers et retours entre le disque et la mémoire (swapping), il faut concevoir et écrire le programme en conséquence.

Le gestionnaire de mémoire virtuelle décide de l'opportunité de déplacer des logiciels ou des segments vers le disque ou de ramener ceux-ci en mémoire vive sans aucune intervention de l'utilisateur.

## 1.10 Le BIOS



BIOS (Basic Input/Output System - Système de base d'entrée/sortie).

Le bios (pour Basic Input Output System) est le composant logiciel primaire d'un PC. Son architecture matérielle nécessite en effet un programme pour exploiter le lecteur de disquettes, le disque dur et les différentes interfaces. Le bios est responsable



de toutes les tâches d'initialisation d'un PC, de la vérification de la mémoire au boot sur une disquette ou sur le disque dur. D'une manière générale, il contrôle toutes les entrées/sorties primaires telles que clavier, port série, parallèle et les différentes cartes (vidéo, son, etc.) par le biais d'interruption en conjonction avec le CPU. Lorsqu'un nouveau type d'entrée/sortie apparaît, le bios doit donc être mis à jour par un pilote logiciel qui ajoutera les appels de routines dont il ne disposerait pas. Le bios travaille en étroite collaboration avec le chipset de la carte mère. Ce couple permet au processeur de contrôler les composants vitaux du PC au niveau le plus profond.

En général, lors de l'allumage, le bios est chargé dans une partie de la mémoire vive nommée Shadow RAM, ce qui donne au processeur un accès plus rapide à ses routines.

Il constitue le logiciel embarqué (dans l'EEPROM) qui va régler et fixer les paramètres de fonctionnement des différents éléments de la carte mère : mode d'accès à la mémoire, type de disque dur, mode de fonctionnement des ports série et parallèle... Les fonctions du Bios dépendent évidemment des caractéristiques du chipset.

**Voyez le BIOS comme un ensemble de règles internes qui régissent le comportement d'un ordinateur.**

Il comporte un jeu d'instructions permettant à un certain nombre d'éléments (moniteurs, lecteurs, mémoire, etc.) de transmettre des informations au système. C'est le BIOS qui donne l'identité de compatibilité de la machine, les routines qu'il commande définissent son comportement.

Ses fonctions principales sont les suivantes :

- autotest du pc à l'allumage effectué par POST (Power On self Test) qui vérifie le bon fonctionnement des sous-systèmes (cpu, mémoire, vidéo, clavier, ...)
- configuration du hardware disponible et accessible via le menu du SETUP qui permet d'arbitrer selon son choix le fonctionnement des composants du pc
- intégration des routines système de base servant de liaison entre les logiciels utilisateurs et les composants matériels : fonction d'écriture/lecture, gestion des interruptions, interprétation clavier, vidéo,... C'est sur cette couche de fonction que vient s'appuyer l'OS
- chargement automatique de l'OS depuis le HD ou une autre mémoire

La batterie du BIOS préserve les paramétrages CMOS, ainsi que l'horloge en temps réel, qui continue de fonctionner même lorsque l'ordinateur est éteint ou débranché.

## **La CMOS**

De nombreux paramètres d'un bios sont éditables, c'est le setup. Cela va de simples préférences (boot sur A ou C, date et heure) à la gestion du plug & play en passant par des réglages beaucoup plus fin et plus complexes comme la gestion de la RAM.

Puisqu'ils doivent être modifiables facilement (flash), ces paramètres sont stockés dans une mémoire de 64 octets de type CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) qui est alimentée par une pile placée sur la carte mère.





## Flasher son Bios

Avec l'apparition de nouveaux matériels les constructeurs peuvent décider de mettre à jour leur BIOS.

Sur les premiers PC les BIOS étaient soudés à la carte-mère; impossible donc de les modifier. Certains fabricants proposaient toutefois des correctifs logiciels (patches) qui étaient stockés sur le disque dur et se mettaient en RAM pour corriger les éventuels bugs. Ils ne pouvaient toutefois agir qu'après le boot du PC.

Sont apparus ensuite des BIOS insérables sur des supports, pouvant être changé matériellement. Le problème était cependant le prix de ces mémoires.

Puis vint l'apparition des mémoires programmables électroniquement, c'est-à-dire une mémoire pouvant être modifiée grâce à une machine qui envoyait des impulsions électriques par des connecteurs prévus à cet effet. Ce type de programmeur de puce était cependant rare, si bien que l'opération coûtait cher à l'utilisateur.

Les cartes-mères actuelles comportent des mémoires flash, qui peuvent être modifiées directement par logiciel. Les BIOS situés sur des cartes-mères comportant ce type de mémoire peuvent être mis à jour grâce au programme (firmware) de mise à jour du BIOS fourni par le fabricant.

Ces mises à jour sont disponibles sous forme de fichier binaire contenant une image du BIOS, et qui sera transférée dans la mémoire flash grâce au firmware.

Le flashage du BIOS est donc une mise à jour du BIOS par voie logicielle, c'est-à-dire grâce à un programme permettant de remplacer l'ancienne version du BIOS par une nouvelle.

### Pourquoi flasher le BIOS?

Le flashage permet de mettre à jour le BIOS pour diverses raisons (correction de bugs, ajout de nouvelles fonctionnalités, support de nouveau matériel), toutefois les évolutions apportées ne vous touchent pas forcément directement, de plus le nouveau BIOS peut - pourquoi pas - apporter de nouveaux bugs...

Ainsi, les améliorations que le flashage peut apporter (décrites dans le fichier texte accompagnant le nouveau BIOS) valent-il la peine d'encourir les risques du flashage du BIOS (aussi minimes soient-ils)?

### Dans quelles conditions faut-il flasher son BIOS ?

Le flashage du BIOS conditionne le matériel que l'on flashe, c'est-à-dire qu'il modifie la façon de se comporter du matériel doté d'un tel BIOS (il peut s'agir aussi bien de la carte-mère que d'une carte vidéo, une carte SCSI, ...), il faut donc être très prudent.

### Opérations à respecter:

- bien lire la documentation fournie avec le BIOS et le firmware, ainsi que celle du matériel. Certains matériels nécessitent la mise en place d'un jumper pour permettre le flashage. En effet, puisque le BIOS est modifiable par voie logicielle, il peut aussi l'être par des virus (Tchernobyl). Le cavalier permet donc d'activer ou désactiver la protection contre l'écriture par voie matérielle (impossible donc pour le virus d'agir...)
- s'assurer que le BIOS récupéré correspond bien au matériel à modifier. Dans le cas contraire, il se pourrait (bien que le firmware (logiciel fourni avec le BIOS qui se charge du transfert) réalise



généralement un test de vérification) que vous transférez des données qui ne correspondent pas au matériel, ce qui aurait le même effet que de modifier un micro-onde pour qu'il lise des cassettes vidéo...

- vérifier l'intégrité du BIOS et du firmware (si il y a eu des erreurs pendant le téléchargement le fichier risque d'être corrompu, auquel cas il est prudent de recommencer le téléchargement)
- effectuer le flashage du BIOS sous un environnement stable. Une disquette accompagne généralement les matériels "flashables"; elle permet d'amorcer le système sous un OS stable et propice au flashage. De plus elle contient la plupart du temps un programme permettant une copie de sauvegarde du BIOS actuel pour pouvoir le restaurer en cas de problème
- prendre garde qu'aucun programme ne soit résident en mémoire. Il faut ainsi passer un antivirus récent sur sa machine avant de procéder à l'upgrade du BIOS
- Il faut enfin travailler dans un environnement électrique stable, c'est-à-dire minimiser les risques de coupures de courant pendant l'opération de transfert (orage, prise électrique peu sûre,...)



## 1.11 Le SETUP

C'est un menu d'options accessible juste avant le chargement de l'OS et qui permet d'informer le PC sur les ressources qu'il contient.

On y accède en appuyant rapidement et de manière répétée sur une touche spéciale immédiatement après l'allumage ou le reset du PC. Il s'agit de la touche DEL pour les BIOS AMI et AWARD, ou de ESC, CTRL-ESCAPE ou de F1. Dans quelques systèmes, on peut y accéder à tout moment via la combinaison CTRL-ALT-ESC.

Les informations du setup sont conservées dans la mémoire CMOS, généralement intégrée au circuit d'horloge et sauvegardées par une pile ou une batterie.

On y trouve plusieurs sous-menus regroupant de nombreux réglages et divers utilitaires (auto-détection HD, anti-virus,...)

- Standard setup : on y déclare les types et tailles des lecteurs de disquettes et HD ainsi que l'heure et la date
- Advanced setup : contiennent les paramètres de base nécessaires au pc et le type de démarrage souhaité. Clavier, cache, affichage, chargement de l'OS se règlent depuis ce menu.
- Chipset setup : on y règle le chipset et donc tout ce qui concerne le processeur, la mémoire et les vitesses de bus. C'est le menu le plus pointu du PC. Il faut savoir que beaucoup d'options sont inaccessible par défaut. Pour les modifier, il faut d'abord se mettre en mode manuel en désactivant le choix « Auto config ».
- Power management : concerne les options d'économie d'énergie et de mise en sommeil du HD, écran ou processus en cas de non activité.
- Pci/pnp : réglage des options du bus PCI et du Plug'n play et numéros d'interruptions alloués.
- Peripheral setup : concerne les périphériques intégrés à la carte mère. Il est possible d'y régler ou de désactiver les adresses d'interruption des ports série/parallèle et de configurer le contrôleur disquette/Hd si il est intégré.

Voici en exemple le contenu d'un BIOS AMI.

Main	Advanced	Power	Démarrage	Quitter
Heure du système		[21:32:25]		← → Sélectionner l'écran
Date du système		[Ven 21/05/2004]		↑ ↓ Sélectionner l'option
Ancienne disquette A		[1.44M, 3.5 In.]		+ - Changer l'option
Langue		[Français]		F1 Aide générale
Maître IDE primaire		[Disque principal]		F10 Enregistrer et quitter
Esclave IDE primaire		[Introuvable]		Echap Quitter
Maître IDE secondaire		[Lecteur CD-ROM]		
Esclave IDE secondaire		[Introuvable]		

On utilise différentes touches du clavier pour se déplacer dans le Setup du BIOS et modifier ses options. Dans cet exemple nous utilisons les touches + et -, ainsi que les flèches de direction.



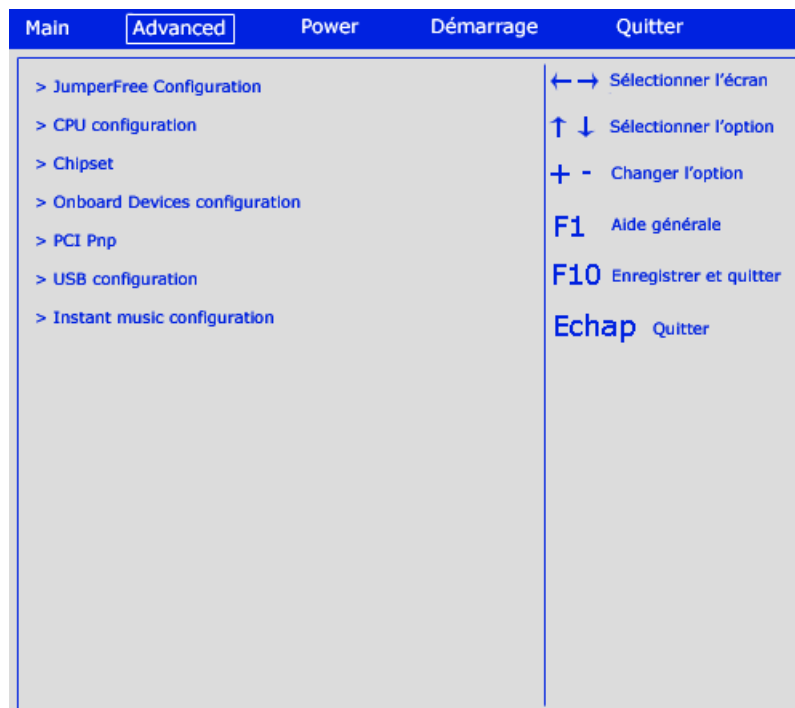
L'écran principal permet de modifier l'heure et le langage utilisé dans le BIOS, ainsi que le type de lecteur de disquettes (option à régler sur "1.44M, 3.5 In").

Existe ensuite la possibilité de configurer les lecteurs et disques durs IDE. Pour ce faire, sélectionner à l'aide des flèches de direction le lecteur à configurer et taper sur la touche entrée.

On arrive ensuite aux options permettant de configurer le lecteur.

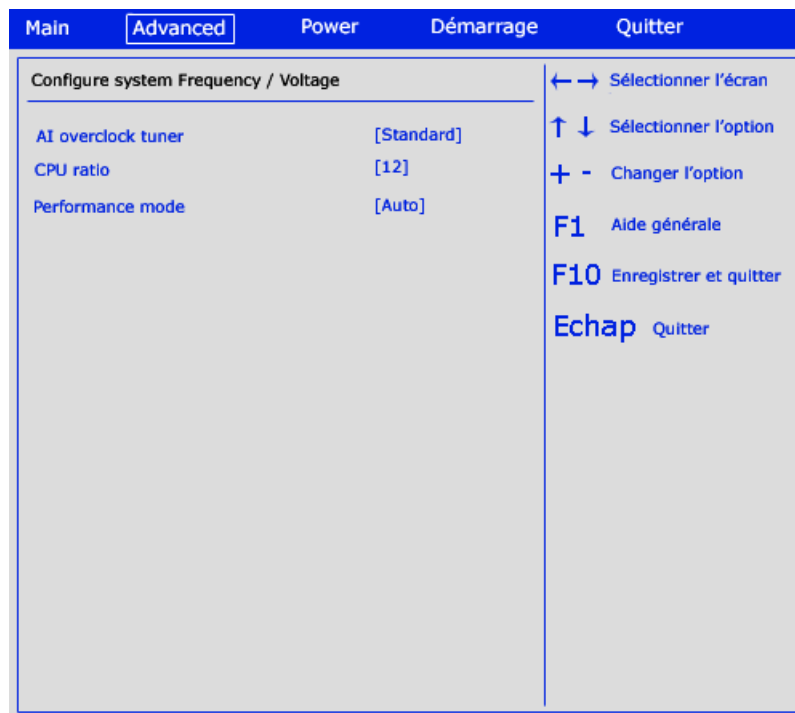
- **Type** : Sélectionner "Auto" pour laisser le BIOS détecter le lecteur. Sinon, indiquez "CDROM" si votre périphérique est un lecteur de CDROM, autrement mettez "ARMD"
- **LBA/Large Mode** : Active ou désactive le mode LBA. Si votre lecteur supporte ce mode (ce qui est généralement le cas), mettez "**Enabled**".
- **Block** : Activez le mode Block, il permet d'augmenter les performances des disques durs. Si votre périphérique génère des problèmes ensuite, désactivez ce mode.
- **PIO Mode** : Dans le cas où votre lecteur n'accepte pas le mode DMA, activez le mode PIO. Le mode PIO 4 est celui qui propose les meilleures performances, cependant largement inférieures au mode DMA.
- **DMA Mode** : Sélectionnez le mode DMA le plus approprié à votre lecteur. Le mode UDMA 5 est celui qui est le plus performant.
- **SMART** : Analyse si votre disque dur ne risque pas de rendre l'âme. Si votre disque supporte cette option, activez là.
- **32 Bit Data Transfert** : Activez le mode 32 bit pour avoir le maximum de performances possibles.

Une fois cette étape franchie, sélectionnez l'écran "ADVANCED" à l'aide de la flèche de direction "droite". Vous vous retrouvez avec cet écran :





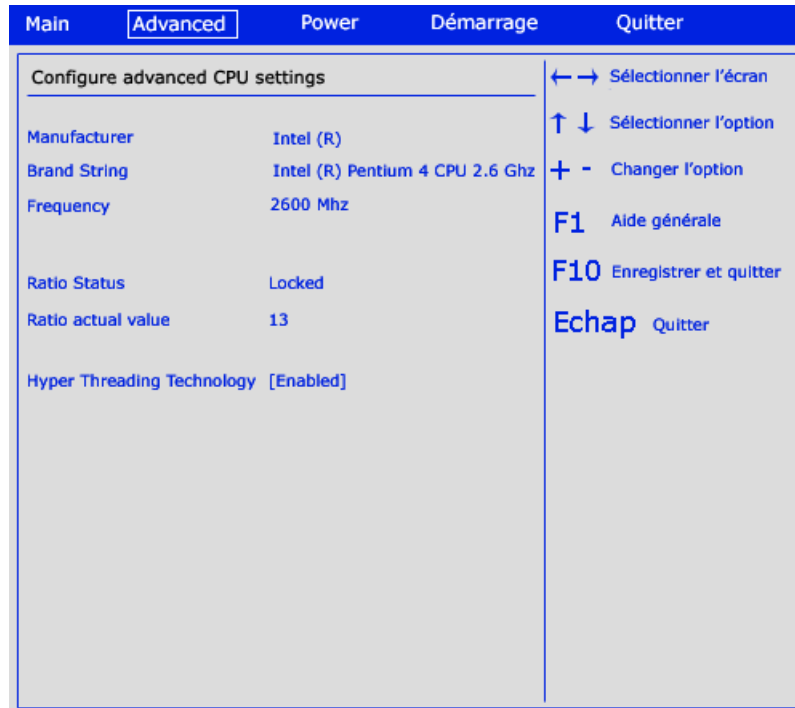
Cette catégorie permet de modifier de nombreux paramètres. Attention, la modification de certaines options peut empêcher le système de redémarrer correctement. Commencez par sélectionner la catégorie "Jumper Free Configuration". Vous vous retrouvez en face de cet écran :



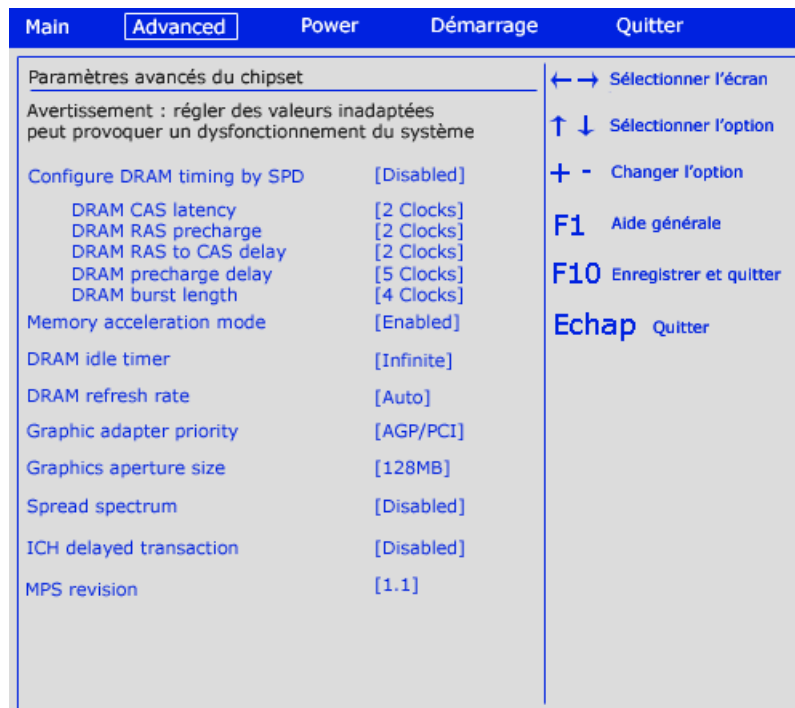
Voici les options que vous pouvez modifier :

- **AI Overclock Tuner** : Cette option overlocke le processeur. Sélectionnez le paramètre "Standard" si vous ne souhaitez pas overclocker votre processeur. Vous pouvez donner différents pourcentages (de 5 à 30 %). 30% est à déconseiller, vous risquez de griller votre processeur. Si vous placez ce paramètre sur [manual], de nouvelles options apparaissent vous permettant de modifier la fréquence et le voltage de la RAM, du bus AGP et du processeur.
- **CPU Ratio** : Si le coefficient multiplicateur de votre processeur n'est pas verrouillé, vous pouvez modifier le ratio (et donc overclocker votre processeur).
- **Performance Mode** : Laissez sur [auto] si vous ne savez pas quelle charge peut supporter la RAM de votre système. Si vous avez des barrettes de bonne qualité, mettez sur [turbo], sinon sur [standard]

Revenez ensuite sur l'écran "ADVANCED" et sélectionnez le menu "CPU Configuration". Vous arrivez ici :



Vous ne pouvez ici que consulter les informations de votre processeur. Si vous avez un processeur Pentium 4 "C" ou "E" (FSB 800), vous pouvez activer ou non l'hyperthreading, (technologie faisant croire aux logiciels qu'ils utilisent deux processeurs). Vous pouvez configurer cette option sur [enabled]. Retournez ensuite dans l'onglet "ADVANCED" et sélectionnez le menu "Chipset". Vous arrivez à cet écran :



Vous avez accès à une multitude d'options vous permettant d'augmenter les performances de votre système. Voici leur signification :

- **Configure DRAM timing By SPD** : Vous pouvez ici configurer les timings mémoire. Si vous ne savez pas quelles valeurs le placer, procédez par tâtonnements ou mettez ce paramètre sur [enabled]. Le SPD (serial presence detect) configure alors automatiquement les valeurs.



Sinon mettez [disabled] pour accéder à toutes les options. Choisissez alors les valeurs les plus petites possibles pour accélérer votre PC. Si vous ne pouvez plus redémarrer ou que votre PC n'est pas stable, augmentez les valeurs petit à petit.

- **Memory Acceleration Mode** : Vous pouvez placer cette valeur sur [enabled] pour accélérer votre PC. Vos barrettes de RAM doivent être de bonne qualité.
- **DRAM Idle Timer** : Intervalle de temps avant d'ouvrir ou de fermer une section de la RAM. Mettez "0T" pour avoir le maximum de performances.
- **DRAM Refresh Rate** : Configurez l'intervalle de temps entre deux rafraîchissements de la RAM. Une grande valeur peut vous faire perdre les informations, mais accélère le système.
- **Graphic Adapter priority** : Cette option sert à définir le périphérique d'affichage qui sera pris en compte au démarrage. Si vous n'avez pas de carte graphique PCI, mettez [AGP/PCI], sinon [PCI/AGP].
- **Graphics aperture size** : Quantité de textures pouvant être stockées en Mémoire vive. Mettez une valeur qui correspond à environ 1/4 de votre RAM.
- **Spread Spectrum** : Cette option doit normalement permettre de diminuer les interférences. Placez là sur [disabled] car elle peut provoquer des problèmes.
- **ICH delayed Transaction** : Mettez cette option sur [disabled].
- **MPS revision** : Placez cette option sur [1.4].

Une fois ces options paramétrées, revenez dans le menu "ADVANCED", et sélectionnez l'option "OnBoard Devices Configuration". Vous avez un écran de ce type :

Main	Advanced	Power	Démarrage	Quitter
OnBoard AC' 97 Audio	[Disabled]			← → Sélectionner l'écran
OnBoard LAN	[Enabled]			↑ ↓ Sélectionner l'option
OnBoard LAN Boot ROM	[Disabled]			+ - Changer l'option
OnBoard Floppy Controller	[Enabled]			F1 Aide générale
Serial Port1 Address	[3F8 / IRQ 4]			F10 Enregistrer et quitter
Serial Port2 Address	[2F8 / IRQ 3]			Echap Quitter
Parallel Port Address	[378]			
Parallel Port Mode	[ECP]			
ECP Mode DMA Channel	[DMA 3]			
Parallel Port IRQ	[IRQ 7]			
OnBoard Game/MIDI Port	[Disabled]			

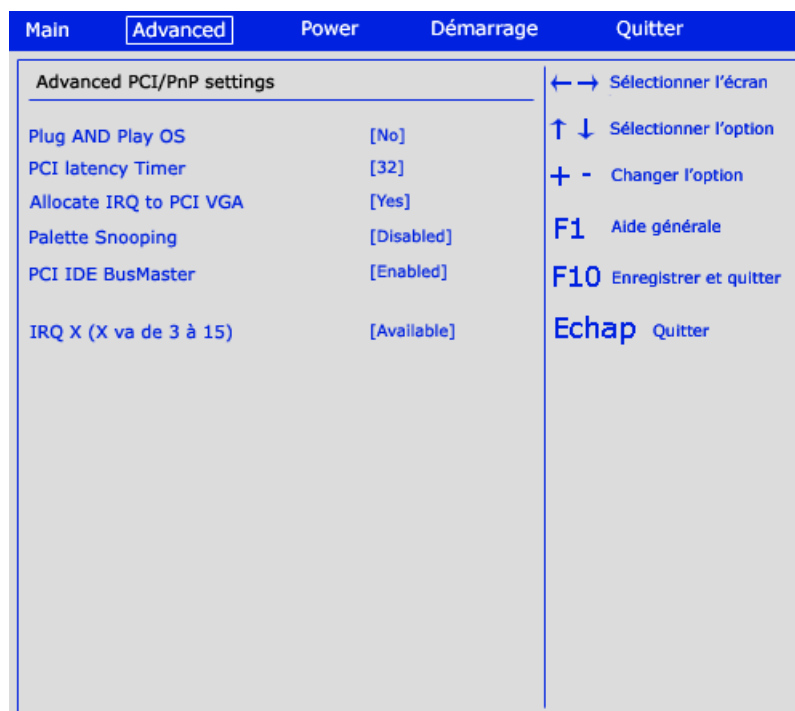
Vous avez ici la possibilité de gérer les composants intégrés à la carte mère.

- **OnBoard AC'97 Audio** : Cette option active ou non le chipset intégré audio. Si vous avez une carte son PCI, mettez [disabled], sinon activez le.



- **OnBoard LAN** : Active ou non le chipset réseau intégré. Si vous avez un réseau, mettez [enabled], sinon [disabled].
- **OnBoard Floppy controller** : Activez ou non le contrôleur du lecteur de disquettes. Si vous n'avez pas de lecteur de disquettes, placez cette option sur [disabled].
- **Serial Port 1 Adress** : Adresse IRQ du port série 1.
- **Serial Port 2 Adress** : Adresse IRQ du port série 2.
- **Parallel Port Adress** : Adresse du port parallèle. Placez cette valeur sur [378] pour l'IRQ 7
- **Parallel Port Mode** : Mettez cette valeur sur [ECP+EPP] ou [bi-directionnal].
- **ECP Mode DMA Channel** : Mettez cette valeur sur [DMA 3].
- **Parallel Port IRQ** : Adresse IRQ du port parallèle. Placez cette valeur sur [IRQ 7].
- **OnBoard Game/MIDI Port** : Activez ou désactivez le port MIDI/jeu.

Revenez ensuite sur l'onglet "ADVANCED" et sélectionnez "PCI Pnp Settings". Vous devriez voir un écran de ce type :



Vous avez ici la possibilité de régler les différentes adresses IRQ du système et les latences PCI. De bonnes valeurs peuvent vous faire gagner en stabilité.

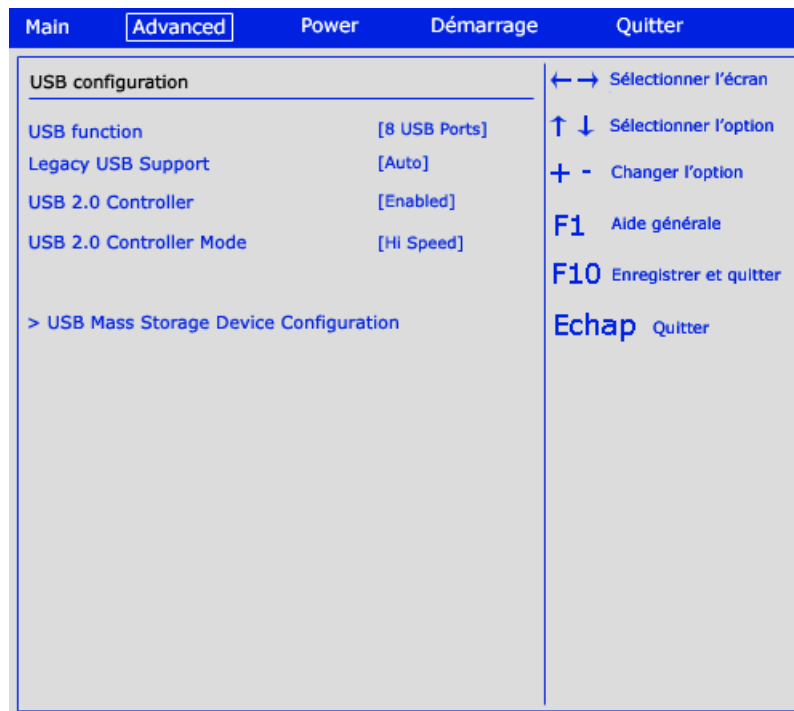
- **Plug And Play OS** : Si vous mettez l'option sur [no], c'est le BIOS qui se charge de configurer les périphériques. Cette option est préférable.
- **PCI Latency timer** : Mettez la plus petite valeur possible pour accélérer l'accès à vos cartes PCI. Certaines cartes auront des difficultés à fonctionner, vous n'aurez qu'à changer la valeur dans ce cas.
- **Allocate IRQ to PCI VGA** : Mettez cette option sur [no], sauf si vous avez une carte graphique PCI.





- **Palette snooping** : Mettez [Enabled] si une carte graphique ISA figure dans votre PC, sinon placez cette option sur [disabled].
- **PCI IDE BusMaster** : Mettez cette option sur [Enabled] pour accélérer votre PC.
- **IRQ xx** : Mettez toutes les IRQ sur [available]

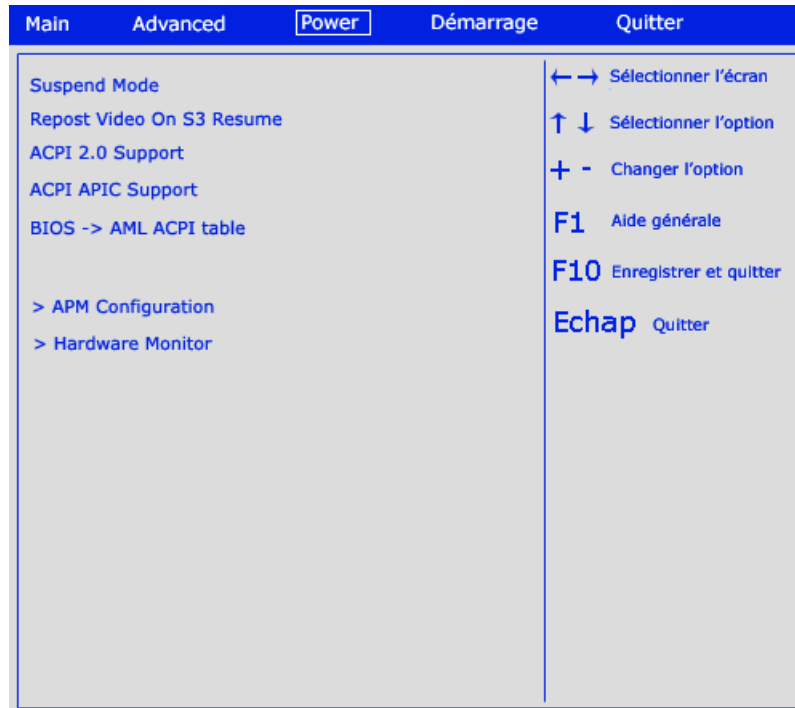
Retournez ensuite dans l'onglet "ADVANCED" et sélectionnez "USB Configuration". Vous arrivez à un écran qui ressemble à celui-ci :



Vous vous trouvez dans la partie du BIOS qui permet de gérer les ports USB.

- **USB Function** : Sélectionnez le nombre de ports USB à activer.
- **Legacy USB Support** : Mettez cette option sur [Enabled] si vous disposez de ports USB.
- **USB 2.0 Controller** : Mettez [Enabled] pour activer la gestion de l'USB 2.0.
- **USB 2.0 Controller Mode** : Mettez [Hi Speed] pour avoir le taux de transfert possible maximal. [Full Speed] est la vitesse de l'USB 1.0
- **USB Mass Storage Configuration** : Vous permet de configurer vos éventuels disques durs USB.

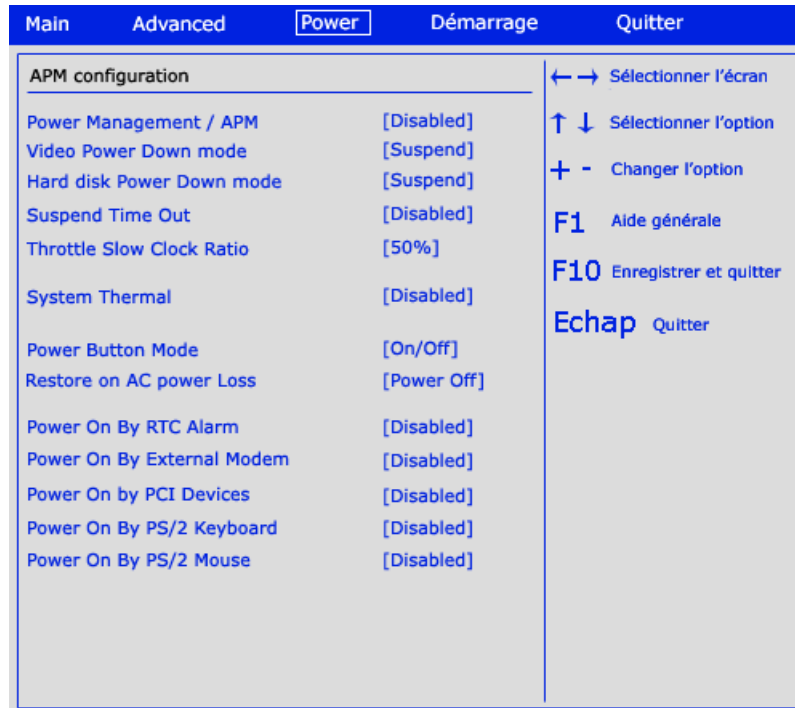
Vous pouvez maintenant changer de catégorie et vous rendre sur l'onglet "POWER". Celui-ci contient des paramètres relatifs à la gestion d'énergie. Vous arrivez à un écran de ce type :



Voici les options vous permettant de gérer l'énergie :

- **Suspend Mode** : Cette option vous permet de sélectionner différents niveaux d'économie d'énergie (de S0 à S3) lors de l'extinction de l'ordinateur.
- **Repost Video On S3 Resume** : Mettez cette option sur [no].
- **ACPI 2.0 Support** : Vous pouvez mettre cette option sur [no].
- **ACPI APIC Support** : Mettez cette option sur [Enabled].
- **BIOS -> AML ACPI Table** : Mettez cette option sur [Enabled].

Sélectionnez ensuite "APM Configuration". Vous vous retrouvez face à cet écran :



Voici les options vous permettant de configurer cette partie :

- **Power Management/APM** : Mettez cette option sur [Disabled]. Elle peut en effet faire redémarrer votre ordinateur au lieu de l'arrêter.
- **Video Power Down Mode** : Vous pouvez choisir si l'écran restera en veille, sera suspendu ou désactivé. Vous pouvez mettre [Suspend] ou [Disabled]
- **Hard Disk Power Down Mode** : Même chose pour le disque dur, mettez ici [Suspend] ou [Disabled].
- **Suspend Time Out** : Temps avant que le système ne soit suspendu. Mettez [Disabled]
- **Throttle Slow Clock Ratio** : Quand le processeur fonctionne au mode ralenti, sélectionnez le pourcentage de ralentissement du processeur.
- **System Thermal** : Mettez cette option sur [Disabled], elle permet de générer des événements en fonction des paramètres de température.
- **Power Button Mode** : Option permettant d'affecter une commande au bouton Power. Mettez cette option sur [On/Off].
- **Restore On AC Power Loss** : Mettez cette option sur [Power Off].
- **Power On By External Modem** : Indique si un modem peut faire démarrer l'ordinateur. Mettez cette option sur [Disabled].
- **Power On By PCI Devices** : Cf ci-dessus. Mettez sur [Disabled].
- **Power On By PS/2 Keyboard** : Mettez sur [Disabled].
- **Power On By PS/2 Mouse** : Mettez sur [Disabled].

Sélectionnez ensuite l'option "Hardware Monitor". Elle vous donne accès à des renseignements :



Main	Advanced	Power	Démarrage	Quitter
<b>Hardware Monitor</b>				← → Sélectionner l'écran
CPU Temperature	[44°C/111 ° F]		↑ ↓ Sélectionner l'option	
MB Temperature	[36°C/96.5 ° F]		+ - Changer l'option	
Power Temperature	[N/A]		F1 Aide générale	
Q-FAN control	[Disabled]		F10 Enregistrer et quitter	
CPU Fan Speed	[2250 RPM]		Echap Quitter	
Chassis Fan Speed	[2000 RPM]			
Power Fan Speed	[2100 RPM]			
VCORE Voltage	[1.550 V]			
3.3V Voltage	[3.350V]			
5V Voltage	[4.985V]			
12V Voltage	[11.940V]			

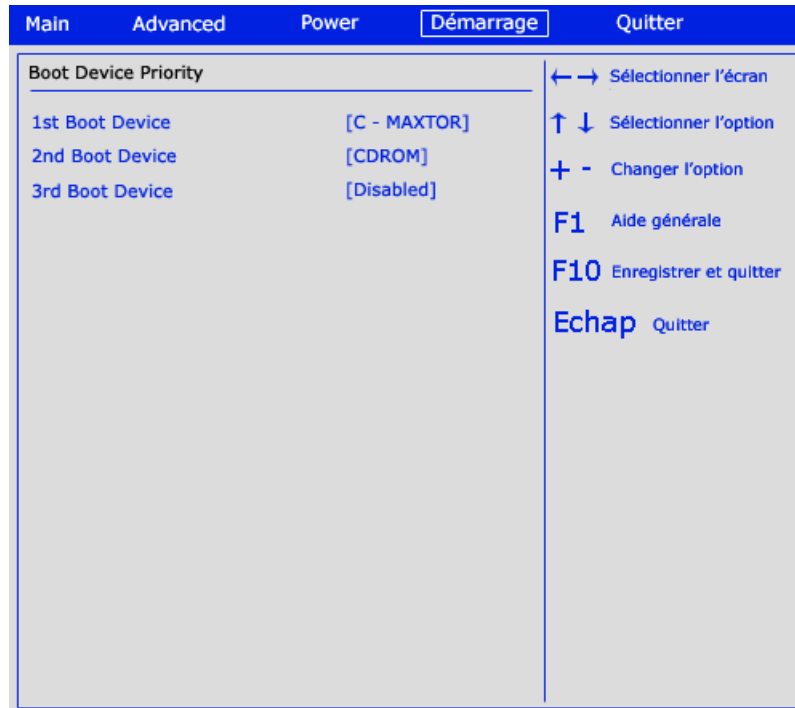
Ici sont affichées les différentes températures des éléments et la vitesse de rotation des principaux ventilateurs. Le voltage est également affiché. Plus il est proche de la valeur théorique, mieux c'est.

- **Q-FAN Control** : Mettez cette option sur [Disabled].

Sélectionnez ensuite l'onglet "BOOT". On peut y configurer les priorités des lecteurs de démarrage :

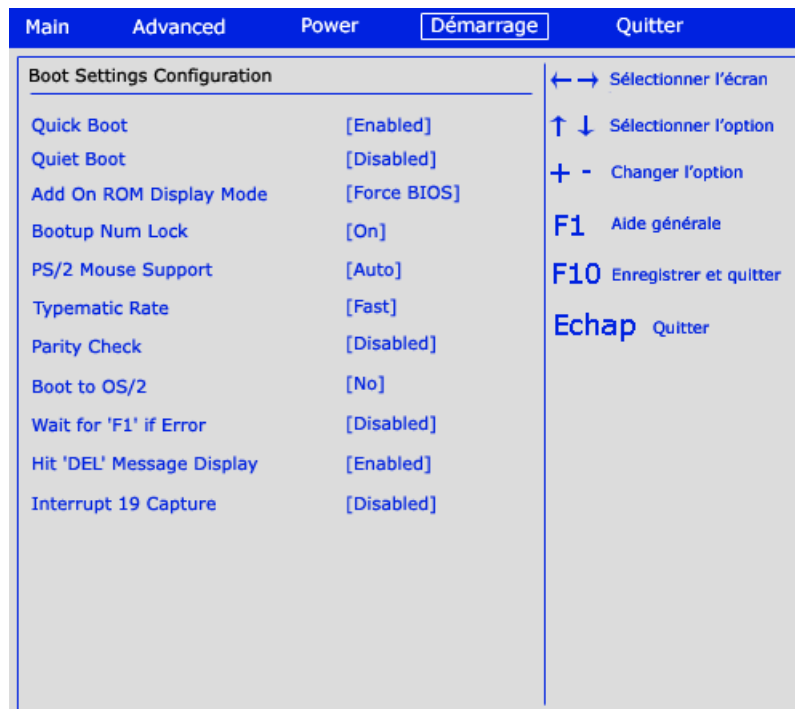
Main	Advanced	Power	Démarrage	Quitter
<b>Boot Settings</b>				← → Sélectionner l'écran
> Boot Device Priority			↑ ↓ Sélectionner l'option	
> Hard Disk Drives			+ - Changer l'option	
> Boot Settings Configuration			F1 Aide générale	
> Security			F10 Enregistrer et quitter	
			Echap Quitter	

Sélectionnez l'option "Boot Devices Priority" :



Changez ici l'ordre de démarrage des lecteurs. Pour de meilleures performances, placez le disque dur en premier et indiquez [Disabled] aux autres options. Lorsque vous installerez un système d'exploitation, vous devrez placer la première option (1st Boot Device) sur [CDROM], et la deuxième sur [Disque Dur Principal]. L'autre option nommée "Hard Disk Drives" dans l'onglet "BOOT" vous permet de sélectionner les priorités des disques durs seulement.

Revenez dans l'onglet "BOOT" et sélectionnez l'option "Boot Settings Configuration". L'écran devrait ressembler à celui-ci :



- **Quick Boot** : Mettez sur [Enabled], cela permet de démarrer l'ordinateur plus rapidement.



- **Quiet Boot** : Mettez cette option sur [Disabled] afin d'avoir les messages du POST s'affichant à l'écran au lieu du logo de la marque de la carte mère.
- **Add On ROM Display Mode** : Mettez cette option sur [Force Bios].
- **Bootup Num-Lock** : Mettez cette option sur [On] pour démarrer avec la prise en charge des chiffres du pavé numérique.
- **PS/2 Mouse Support** : Mettez cette option sur [Auto], elle permet d'activer ou non la prise en charge d'une souris PS/2.
- **Typematic Rate** : Délai de répétition. Mettez cette option sur [Fast].
- **Parity Check** : Cette option permet d'effectuer une vérification des éventuelles erreurs en RAM. Mettez sur [Disabled].
- **Boot To OS/2** : Si vous n'avez pas le système d'exploitation OS/2, mettez sur [No].
- **Wait For 'F1' If Error** : Permet d'attendre l'appui de la touche F1 en cas d'erreur. Mettez sur [Disabled].
- **Hit 'DEL' Message Display** : Mettez cette option sur [Enabled] pour dire au bios d'afficher 'Press DEL to enter Setup'.
- **Interrupt 19 Capture** : Mettez cette option sur [Disabled].

Une fois la partie "BOOT" configurée, il ne reste plus qu'un onglet : "Sécurité". Voici les options les plus courantes et leurs actions :

- **Change Supervisor Password** : Cette option vous permet de définir un mot de passe permettant de configurer ensuite des droits en fonction des utilisateurs.
- **User Password** : Permet de définir un mot de passe pour entrer dans le BIOS.
- **Boot Sector Virus Protection** : Empêche les virus d'inscrire des données dans le secteur de BOOT. Mettez [Enabled] sauf quand vous installez un système d'exploitation.
- **Password Check** : Si vous souhaitez restreindre l'accès à votre ordinateur, mettez l'option sur [Always]. Ceci permettra de demander un mot de passe au démarrage du système à l'utilisateur. Le mot de passe pour démarrer le système est celui configuré dans "User Password". Si vous mettez cette option sur [Setup], seul un mot de passe au chargement du BIOS vous sera demandé.
- **Suspend Mode** : Cette option vous permet de sélectionner différents niveaux d'économie d'énergie (de S0 à S3) lors de l'extinction de l'ordinateur.



## 1.12 Les mémoires

Outre la cache et la mémoire virtuelle, il existe plusieurs sortes de mémoires. La mémoire est un dispositif permettant de conserver des données tant qu'on en a besoin et de les restituer sur demande. Le plus petit élément de mémoire est le bit (élément binaire). L'unité de mémoire s'exprime en kilo-octets. Un octet est composé de huit bits (huit éléments binaires) et peut coder un caractère, un kilo-octet (ou ko) vaut 1024 octets. Comme on peut coder 1 caractère avec un octet, 1024 octets = 1024 caractères. Une disquette de 1,4 Mo (1,4 millions d'octets) pourrait donc contenir 1,4 millions de caractères.

Dans l'unité centrale, la mémoire est composée d'une mémoire vive ou RAM (Random Access Memory) dont le contenu n'est conservé que tant qu'elle est alimentée électriquement. Toute interruption d'alimentation entraîne la perte des informations qui s'y trouvent. C'est de cette mémoire qu'il s'agit lorsqu'on dit que tel ou tel ordinateur est doté de 1 ou 2 Go.

La mémoire morte ou ROM (Read Only Memory) est une mémoire dans laquelle les informations sont gravées. Une coupure d'alimentation électrique n'entraîne pas la perte des informations enregistrées. Leur contenu ne peut pas être modifié facilement et elles renferment généralement le bios et le bootstrap ou microprogramme de démarrage qui a pour but de charger le système d'exploitation en mémoire lors de la mise en route de l'ordinateur. Cette mémoire est généralement inférieure à 1 méga-octet (256 ou 512 ko).

Les mémoires dites de masse sont en fait les supports de stockage de données tels que disquettes, disques durs, mémoires flash et tous les types de disques amovibles, plus les bandes et les cd, dvd R et RW ainsi que les BluRay.

### 1.12.1 La ROM

Le circuit ROM (Read-Only Memory ou mémoire morte) est un périphérique de stockage mémoire basé sur une technologie à semi-conducteurs. Il consiste en une matrice de fils minuscules imprimés sur un circuit, à partir d'une structure mère. Les intersections de fils sont appelées "croisements à bits". Elles sont soit ouvertes, c'est à dire interrompues, soit fermées, ininterrompues. Les intersections fermées sont conductrices et sont considérées comme des circuits fermés. L'ordinateur lit les circuits fermés comme des "0" et les circuits ouverts comme des "1". Ces valeurs sont traduites en code binaire. Ces circuits sont littéralement "à lecture seule" (read-only) et constituent une mémoire "morte", non susceptible d'être facilement modifiée ou ré-écrite. On peut néanmoins en modifier le contenu via une procédure dédiée.

La rom est un mémoire permanente qui contient une série d'instructions qui s'exécutent automatiquement quand la machine est mise en marche et qui déclenchent l'exécution des programmes de base permettant à l'ordinateur de fonctionner. Les périphériques sont reconnus, les fichiers autoexec et config exécutés. A l'extinction, le contenu de la rom ne s'efface pas.

Les différents types de Rom :

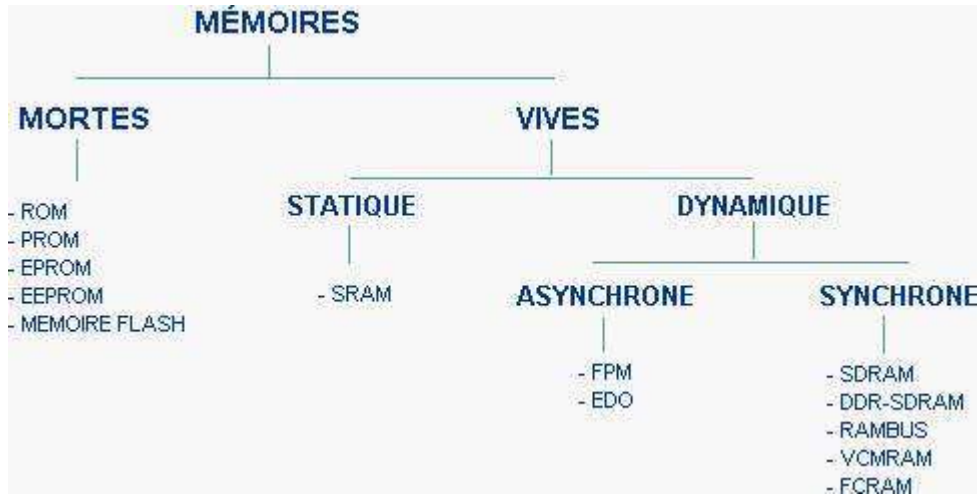
- La ROM est fabriquée et écrite simultanément en usine
- La PROM (Programable Read Only Memory) est vendue vierge et, comme pour une ROM, les données seront gravées une fois pour toutes dans le silicium par un programmeur de ROM ;
- L'EPROM est réinscriptible un nombre infini de fois. Son exposition aux UV en efface les données et elle nécessite un programmeur d'EPROM pour être réécrite.

Ces 3 types de mémoire morte sont obsolètes



- L'EEPROM (Electrically erasable programmable read only memory) ou Flash memory est la plus rapide et est utilisée sur toutes les cartes actuelles. Elle peut être effacée et réinscrite électriquement sous réserve de lui fournir une tension de programmation adéquate.

## 1.12.2 La RAM



La mémoire RAM est un emplacement où l'ordinateur stocke des informations. Mais à l'inverse du disque dur, c'est là que le véritable travail s'accomplit. Imaginez la RAM comme étant la surface d'un bureau et le disque dur ses rangements ( tiroirs, dossiers, fichiers...). Plus vous avez de place pour sortir et étaler votre matériel de travail (vos programmes), plus vous travaillez rapidement. En outre, plus vous avez de mémoire, plus l'ordinateur est capable d'exécuter de grandes tâches, telles que traiter des images, des animations...

La ram est une mémoire à court terme et est utilisée par le processeur pour effectuer les tâches courantes. Le contenu de cette mémoire se modifie au cours du travail en fonction des opérations effectuées. En permanence, d'autres parties de programmes ou modules sont chargées depuis le disque dur. La mémoire de travail est une mémoire "volatile", ce qui signifie que, lorsque vous mettez votre ordinateur hors tension, son contenu disparaît.

Un circuit RAM est un périphérique de stockage mémoire basé sur une technologie à semi-conducteurs. Chaque circuit RAM est un circuit intégré comportant un ensemble de minuscules commutateurs. Ces derniers peuvent être indifféremment activés ou désactivés, individuellement. L'état d'un commutateur est dit "à zéro" lorsque désactivé, et "à un" lorsqu'il est activé. L'état des commutateurs est alors traduit en code binaire. La mémoire est dite à "accès direct" car les emplacements mémoire peuvent être lus de manière aléatoire. Il existe deux grandes familles de circuits RAM : les circuits statiques et les circuits dynamiques.

### Mémoire vive statique

\* La mémoire vive statique SRAM (Static Random Access Memory), Static RAM, utilise le principe des bascules électroniques (4 à 6 transistors), elle est très rapide, ne nécessite pas de rafraîchissement, par contre, elle est chère, volumineuse (plus de 4 fois + que la mémoire dynamique) et grosse consommatrice d'électricité. Elle est utilisée pour les caches L1, L2 et L3 des processeurs.

\* La MRAM (Magnetic RAM). Technologie utilisant la charge magnétique de l'électron, son changement d'état (1/0) s'obtient par le changement du spin (sens de rotation de l'électron sur lui-





même) des électrons, via l'effet tunnel. Les performances possibles sont de l'ordre du gigabit par seconde, temps d'accès comparable à de la mémoire DRAM (~10 ns) et non-volatilité des données. Elle est peu influencée pas les contraintes extérieures, consomme peu et est inusable.

\* La DPRAM (Dual Ported RAM). Technologie utilisant un port double qui permet des accès multiples quasi simultanés, en entrée et en sortie.

## Mémoire vive dynamique

La mémoire dynamique (DRAM, Dynamic RAM) utilise la technique du nano-condensateur. Elle ne conserve les informations écrites que pendant quelques millisecondes : le contrôleur mémoire est obligé de relire régulièrement chaque cellule puis d'y réécrire l'information stockée afin d'en garantir la fiabilité, cette opération récurrente porte le nom de « rafraîchissement ».

Malgré ces contraintes de rafraîchissement, ce type de mémoire est très utilisé car meilleur marché que la mémoire statique. En effet, la cellule mémoire élémentaire de la DRAM est très simple (un transistor accompagné de son nano-condensateur) et ne nécessite que peu de silicium.

On distingue les types de mémoire vive dynamique suivants :

\* VRAM (Video RAM). Présente dans les cartes graphiques. Elle sert à construire l'image vidéo qui sera envoyée à l'écran d'ordinateur via le convertisseur RamDac.

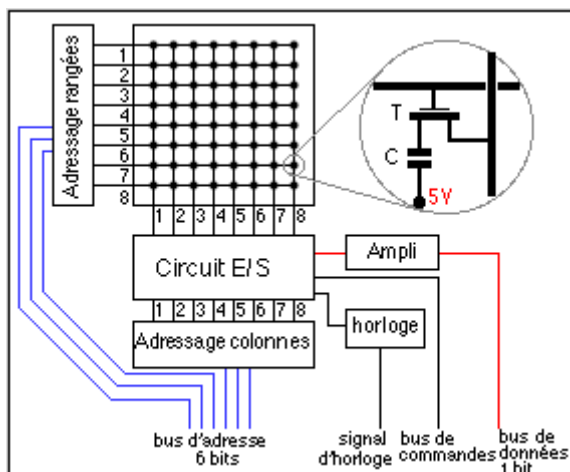
\* RDRAM (Rambus Dynamic RAM). Développée par la société Rambus, elle souffre notamment d'un prix beaucoup plus élevé que les autres types de mémoires et de brevets trop restrictifs de la part de la société créatrice.

\* DDR SDRAM (Double Data Rate Synchronous Dynamic RAM). Utilisée comme mémoire principale et comme mémoire vidéo, elle est synchrone avec l'horloge système mais elle double également la largeur de bande passante en transférant des données deux fois par cycles au lieu d'une seule pour la SDRAM simple.

\* DDR2 SDRAM (Double Data Rate two SDRAM). On distingue les DDR2-400, DDR2-533, DDR2-667, DDR2-800 et DDR2-1066. Le numéro (400, 533, ...) représente la fréquence de fonctionnement. Pour les machines de génération Pentium 4 et plus. Elle comporte normalement 240 broches.

\* DDR3 SDRAM (Double Data Rate three SDRAM). Il s'agit de la 3e génération de la technologie DDR. Les premiers ordinateurs pouvant utiliser la DDR3 sont arrivés sur le marché fin 2007.

\* XDR DRAM (XDimm Rambus RAM). Technologie basée sur la technologie Flexio développée par Rambus. Elle permet d'envisager des débits théoriques de 6,4 Go/s à 12,8 Go/s en rafale.



## Structure physique de la mémoire.

### Constitution d'une barrette mémoire

Une barrette mémoire est composée de plusieurs puces. Chaque puce est elle-même divisée en «banks». Chaque bank est un tableau (par exemple de 8 162 lignes sur 1 024 colonnes). Chaque cellule du tableau contient 1 octet de données (8 bits).



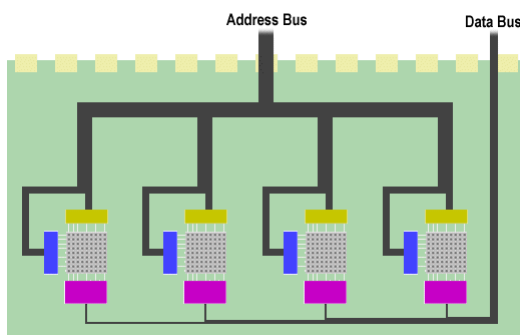
Par exemple : une mémoire de 256 Mo est constituée de 8 puces de 32 Mo. Chacune des puces contient 4 banks de 8 Mo (= 8192 lignes x 1 024 colonnes x 1 octet). La mémoire est organisée sous la forme d'une grille dont chaque nœud correspond à un transistor. On utilise la capacité résiduelle du transistor pour stocker l'information.

Le processeur envoie l'adresse complète au multiplexeur / démultiplexeur de la mémoire, le MUX, et spécifie s'il s'agit d'une lecture ou d'une écriture.

Le circuit de multiplexage divise l'adresse en deux parties. Les bits de poids fort contiennent l'adresse de la ligne et les bits de poids faibles l'adresse de la colonne.

Le signal Row Address Strob (RAS) est généré pour indiquer à la DRAM qu'il s'agit d'une adresse ligne. Puis le signal Column Address Strob (CAS) est généré pour indiquer à la DRAM qu'il s'agit d'une adresse colonne.

Si une lecture est effectuée, le bit situé à l'intersection de la ligne et de la colonne est envoyé sur la ligne de donnée. Dans le cas contraire la donnée est écrite à la même intersection.



La mémoire est composée de transistors que l'on utilise comme des condensateurs. Afin de compenser les pertes de charge de ces condensateurs la mémoire dynamique doit être régulièrement rafraîchie (condensateur chargé = 1, vide = 0 – c'est le transistor qui modifie l'état du condensateur – temps moyen 15 nanosecondes). Pendant le rafraîchissement, il n'y a pas d'accès possible à la mémoire, ni en lecture ni en écriture. Le processeur doit attendre quelques cycles pour que le rafraîchissement soit terminé. Ces temps d'attente, Waitstates ou Temps de Latence, font chuter les performances du système. On s'efforce donc de les réduire autant que possible.

Les temps d'accès s'évaluent en nano secondes. Une nano seconde vaut un milliardième de seconde =  $10^{-9}$  s. Plus ce temps est long, plus le composant de mémoire est lent.

La vitesse de rafraîchissement ne peut pas s'adapter librement à la vitesse d'accès des composants de mémoire car elle est tenue de respecter des limites bien précises imposées par la construction de la carte mère.

Pour les cartes mères, on exige en général un temps d'accès de +/- 50 ns. L'utilisation de composants de mémoire plus lents provoque de graves erreurs de lecture alors que des composants plus rapides n'apportent aucun gain de vitesse supplémentaire. Au contraire, les mémoires très rapides, par exemple avec 40 ns de temps d'accès nécessitent éventuellement aussi un rafraîchissement plus rapide et si la carte mère ne le fournit pas en temps voulu, il y a de fortes chances pour que la mémoire ait déjà tout oublié.

La perte de performance due aux temps d'attente est très sensible sur les cartes mères cadencées à 100 MHz et davantage. Pour remédier à ce problème, on a mis en place deux procédés fondamentalement différents, utilisés seuls ou combinés :

- \* Un cache externe de mémoire statique,
- \* Des mémoires, RDRAM ou DDRSDRAM

La principale latence de la mémoire de travail est la Common Access Strobe (CAS) qui indique la vitesse à laquelle les données en provenance de la mémoire sont disponibles pour être traitées.

La mémoire de travail est subdivisée en banques individuelles contenant chacune une quantité fixe de mémoire. Il existe par exemple un module de 128 Mo composé de seize banques de 8 Mo



chacune. La latence CAS indique ici la vitesse de passage d'un emplacement de la mémoire à l'autre et la rapidité avec laquelle l'information est donc disponible pour un traitement ultérieur.

Les modules de mémoire possibles sont CAS-2, CAS-2.5 et CAS-3, où CAS-2 est le plus rapide: le processeur saute en deux pas d'horloge vers son nouvel emplacement.

L'écart en performances entre un module CAS-2 et un module CAS-3 plus lent est sensible: CAS-2 fournit dans ce cas des performances jusqu'à 15 % supérieures, quel que soit le format du module de mémoire.

La largeur de bande passante de la mémoire conditionne les performances du pc. Plus elle est importante, plus le processeur collecte rapidement les données. La largeur de bande théorique est déterminée par la combinaison de la vitesse d'horloge et la largeur du bus de mémoire. Cette dernière représente la largeur de la connexion entre le jeu de puces et la mémoire de travail et dépend du jeu de puces utilisé sur la carte mère, mais en général, il s'agit de 64 bits.

## Synchronisation (timings) – Temps de latence

Il n'est pas rare de voir des notations du type 3-2-2-2-T2 ou 2-3-3-2-T2 pour décrire le paramétrage de la mémoire vive. Cette suite de chiffres décrit la synchronisation de la mémoire (*timing*), c'est-à-dire la succession de cycles d'horloge nécessaires pour accéder à une donnée stockée en mémoire vive. Ces chiffres correspondent généralement, dans l'ordre, aux valeurs suivantes :

- **CAS delay** ou **CAS latency** (CAS signifiant *Column Address Strobe*) : il s'agit du nombre de cycles d'horloge s'écoulant entre l'envoi de la commande de lecture et l'arrivée effective de la donnée. Autrement dit, il s'agit du temps d'accès à une colonne.
- **RAS Precharge Time** (noté *tRP*, RAS signifiant *Row Address Strobe*) : il s'agit du nombre de cycles d'horloge entre deux instructions RAS, c'est-à-dire entre deux accès à une ligne.
- **RAS to CAS delay** (noté parfois *tRCD*) : il s'agit du nombre de cycles d'horloge correspondant au temps d'accès d'une ligne à une colonne.
- **RAS active time** (noté parfois *tRAS*) : il s'agit du nombre de cycles d'horloge correspondant au temps d'accès à une ligne.
- **Le taux de commande** (noté parfois Tx ou xT) correspond au nombre de commandes exécutable par la ram par cycle d'horloge. Un Command Rate de 1T [une commande par cycle d'horloge] (contre 2T la plupart du temps [une commande par 2 cycles d'horloge]) améliore les performances en réduisant le temps qui s'écoule entre la réception d'une commande et son exécution.

>> en pratique, plus les temps de latence sont réduits, meilleures sont les performances.

Fréquences supportées :	200 MHz, 266 MHz, 400 MHz
CAS Latency (tCL) :	3 clocks @200 MHz, 4 clocks @266 MHz, 5 clocks @400 MHz
RAS to CAS (tRCD) :	3 clocks @200 MHz, 4 clocks @266 MHz, 5 clocks @400 MHz
RAS Precharge (tRP) :	3 clocks @200 MHz, 4 clocks @266 MHz, 5 clocks @400 MHz
Cycle Time (tRAS) :	9 clocks @200 MHz, 12 clocks @266 MHz, 18 clocks @400 MHz
Min TRC :	12 clocks @200 MHz, 16 clocks @266 MHz, 23 clocks @400 MHz



## Mémoire avec tampon/registre (buffered/registered)

Les mémoires traditionnelles sont nommées unbuffered (sans tampon). Par convention et comme elles représentent 95% des mémoires vendues, on ne le précise pas.

Les mémoires buffered/register sont composées de mémoires traditionnelles auxquelles on ajoute des registres mémoire qui forment un tampon mémoire entre les composants Dram et le chipset de la carte mère.

L'utilisation de mémoire buffered/registered permet de répondre à 2 objectifs. D'une part d'autoriser l'utilisation de plus de 16 composants DRAM sur une barrette mémoire, d'autre part de permettre l'utilisation de plus de 4 barrettes mémoire sur un ordinateur.

Différence entre le mode Buffered et registered :

Le mode registered implique une gestion des mémoires avec 1 temps d'attente (wait state), mais permet d'offrir une plus grande stabilité.

Le mode buffered permet l'utilisation sans temps d'attente supplémentaire, mais en risquant une stabilité moindre.

Les deux modes permettent bien de faire la même chose, mais pas exactement de la même manière. Il appartient au constructeur de barrette mémoire de définir si son produit doit fonctionner en mode registered ou buffered en fonction de ses contraintes de qualité et/ou de fonctionnement.

La machine doit disposer d'une carte mère spécifique. Attention, une des coches située sur ces barrettes mémoire est légèrement décalée par rapport aux barrettes traditionnelles.

## Unité de mesure de la mémoire

Par définition, une cellule mémoire stocke un seul octet, (huit bits), ce qui correspond à la représentation d'un caractère.

C'est pourquoi on fait appel à des unités multiples, définies dans le tableau ci-dessous :

Unité	Abrégé	Valeur exacte (octets)	Valeur approximative
Kilo-octet	Ko	$2^{10} = 1024$	Mille octets
Mégaoctet	Mo	$2^{20} = 1\ 048\ 576$	Un million
Gigaoctet	Go	$2^{30} = 1\ 073\ 741\ 824$	Un milliard
Téraoctet	To	$2^{40} = 1\ 099\ 511\ 627\ 776$	Mille milliards
Pétaoctet	Po	$2^{50} = 1\ 125\ 899\ 906\ 842\ 674$	Un million de milliards

Unité	Représente
Bit	Un 0 ou un 1
Octet	Une valeur numérique de 0 à 255, ou un caractère de texte
2 octets	Une valeur de 0 à 64000
1 Ko	Un peu moins d'une page de texte (1500 caractères)
1 Mo	1000 pages texte, ou 1 image plein écran, ou 6s de son qualité CD
1 Go	Un million de pages de textes, ou 1h ½ de son qualité CD, ou 50 s de vidéo
1 To	Le contenu de la bibliothèque nationale, 62 jours de musique continue ou 14 h de vidéo
1 Po	Tous les textes depuis l'origine du monde, 170 années de musique, 19 mois de vidéo



La fréquence de pilotage de la mémoire est en général synchrone et liée à celle du processeur.

Exemple: Dans le cadre d'un Pentium III EB 933MHz dont la fréquence est obtenue par un bus système à 133 MHz (fréquence de pilotage) et un multiplicateur par 7 ( $7 \times 133 = 933$ ) la mémoire sera synchrone et sera donc cadencée elle aussi, à 133 MHz.

## Bancs de mémoire

Les barrettes mémoire sont organisées en bancs sur les cartes mères. Il faut connaître l'agencement du banc de mémoire et sa position sur les cartes mères pour ajouter de la mémoire au système.

Sur les systèmes actuels, les barrettes de Ram (64 bits) occupent la largeur du bus de connexion (64 bits). Cela signifie qu'un pc fonctionnera avec une seule barrette de mémoire installée.

## Mémoire avec Parité et sans Parité.

Les mémoires avec parité sont des mémoires qui utilisent 1 bit supplémentaire pour stocker la parité d'un octet (8 bits). C'est à dire que lorsque le système écrit un octet, par exemple 0000 0010, il compte le nombre de bit qui sont à 1.

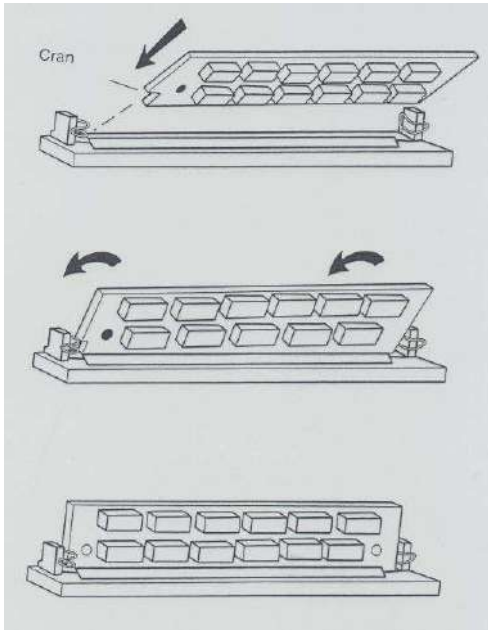
Si ce nombre est pair alors le bit de parité est mis à 0 sinon il est mis à 1. De même, à chaque lecture, le système recalcule le nombre de bit à 1 et vérifie que le résultat correspond bien à la valeur stockée. Pour que le contrôle de parité soit effectué, il faut au préalable qu'il soit activé dans le bios. Lorsqu'une erreur de parité est détectée, le système est toujours arrêté.

Certains types de mémoire stockent le nombre de bit impair au lieu du nombre de bit pair. Le tableau suivant fournit la valeur du bit de parité en fonction du type de mémoire

Type	Bits de données	Nombre de 1	Bit de parité
Parité paire	0000 0000	pair	0
Parité paire	1000 1001	impair	1
Parité impaire	1000 1000	pair	1
Parité impaire	0111 0000	impair	0

## Disposition de la Ram

La façon dont est disposée la mémoire dans un PC dépend beaucoup de la génération de ce dernier. Le bus d'adressage du CPU fixe le nombre de barrettes devant être utilisées simultanément. Par exemple, les Pentium possèdent un bus d'adressage de 64 bits. Ainsi, 2 barrettes de 32 bits ou 1 barrette de 64 bits devront être utilisées simultanément.



L'ensemble des supports devant être adressés simultanément s'appelle une Bank. Un PC actuel propose généralement entre 2 et 4 Bank, numérotées à partir de 0. L'usage de celle-ci est régi par un certain nombre de règles.

Tous les supports d'une Bank doivent être remplis à concurrence de la largeur du bus, sous peine de ne voir aucun des supports reconnus.

Toutes les barrettes d'une Bank devront avoir la même vitesse.

De plus toujours vérifier dans le manuel de la carte-mère quelles sont les combinaisons de mémoires possibles.

Prenez garde à ne jamais tenir une barrette de mémoire par les contacts (dorés ou argentés), cela pourrait en altérer la qualité.

## Le SPD

Le Bios de nos machines configure tout seul les timings des modules mémoires grâce à une puce d'Eeprom présente à même les barrettes : le SPD (Serial Presence Detect). Le Bios lit les informations présentes sur cette puce (capacité, fréquence, latence, mais aussi constructeur, numéro de série...) au démarrage de l'ordinateur afin de régler les paramètres de fonctionnement de la RAM.

### 1.12.2.1 Les différentes sortes de Ram

#### La DRAM

La DRAM n'est pas exactement un type de mémoire en soi mais plutôt une famille, celle des mémoires dynamiques par opposition à la mémoire statique.

Les premières barrettes SIMM disposaient de 30 broches et supportaient 8 bits de données. Les barrettes SIMM 32 bits les plus récentes ont compté 72 broches. Cela explique pourquoi avec un Pentium dont le bus externe adresse 64 bits, il faut obligatoirement monter les barrettes SIMM par paire (pour obtenir ces 64 bits) sur un bank. Avec un 486 qui avait un bus de données de 32 bits, une seule barrette de 32 bits suffisait.

#### La mémoire MDRAM (Multibank DRAM)

Il s'agit d'une mémoire SDRAM améliorée de manière à permettre un accès rapide avec une large bande passante. La MDRAM est synchronisée à 333 Mhz et peut fournir un débit de 666 Mbytes/s. Elle est composée de blocs mémoire de 32 ko indépendants, chacun disposant d'une interface propre de 32 bits et reliés à l'aide d'un bus commun. L'interface externe est une version améliorée du bus interne, disposant d'un buffer permettant de relativiser les différences de débit. Afin d'éviter tout problème de perte de données, il fait aussi fonction de répéteur. Les adresses des différents blocs sont gérées à l'intérieur de la banque elle-même. Cette mémoire fonctionne à 5 ou 3.3 V.



## La mémoire FPM (Fast Page Mode)

Désormais dépassée, elle équipait la plupart des 386 et des 486. Disposant d'un temps d'accès de 70ns ou 60ns, elle offre des performances inacceptables pour toute machine dont la vitesse du bus est supérieure à 66 Mhz.

## La Ram EDO

Cette abréviation, qui signifie "Extended Data Out" désigne une technologie DRAM.

La RAM EDO, qui n'existait qu'en modules SIMM, nécessitait une logique de rafraîchissement particulière. Elle ne peut pas être utilisée sur les cartes mères dont les contrôleurs mémoire ne sont pas conçus à cet effet. Quasiment disparue.

## La Ram BEDO - BEDORam (Burst EDO)

La RAM BEDO (Burst Extended Data Out) est une évolution de la RAM EDO où les lectures et les écritures sont effectuées en mode rafale.

On n'adresse plus chaque unité de mémoire individuellement lorsqu'il faut y lire ou y écrire des données. On transmet l'adresse de départ du processus de lecture/écriture et la longueur du bloc de données (Burst). Ce procédé permet de gagner beaucoup de temps, notamment avec les grands paquets de données.

La RAM BEDO permet d'accélérer les accès en mémoire de 50 à 60 %.

Comme pour la "simple" RAM EDO, il faut aussi, pour la RAM BEDO, que la carte mère soit adaptée à la technologie en question, c'est-à-dire qu'elle comporte un jeu de puces et un BIOS qui soient capables de supporter ce type de mémoire. La RAM BEDO ne fonctionne pas sur les cartes mères qui comportent un support pour la RAM EDO. Quasiment disparue.

## La SDRAM

La Synchronous Dynamic Access RAM est apparue pour la première fois avec le Pentium MMX. La SDRAM utilise des modules de mémoire 64 bits et opère à une vitesse d'horloge de 100 ou 133 MHz.

La SDRAM a présenté un véritable progrès en opérant de manière synchrone avec le processeur. Ainsi, le processeur "sait" à l'avance exactement quand la mémoire mettra à disposition les données demandées et peut entretemps effectuer une autre opération. Même si ce type de mémoire est aujourd'hui dépassé, elle représente le saut technologique décisif dont les mémoires actuelles sont les évolutions.



Les modules SDRAM (Dual Inline Memory Modules ou DIMM) sont équipés d'un connecteur à 168 broches et de deux encoches correspondant au connecteur sur la carte mère. Ces broches prennent en charge la connexion des données parallèle 64 bits avec le jeu de puces, l'alimentation et l'information complémentaire (vitesse d'horloge, latence, etc.) sur le module. Les encoches (détrompeurs) garantissent que le module ne puisse être enfilé que d'une seule manière dans le connecteur.

Le module SDRAM est équipé de 8 ou 16 puces mémoires connectées en parallèle, en fonction du type et du format du module. Un module DIMM SDRAM de 128 Mo peut par exemple être constitué de huit puces mémoires de 16 Mo chacune et de 8 bits de largeur ou de seize puces mémoires de 8 Mo chacune et de 8 bits de largeur.



Un module de mémoire SDRAM est constitué de 3 éléments fondamentaux. Le premier est le groupe de cellule mémoire appelée "Memory Cell Array". Viennent ensuite les buffers d'entrée/sortie (I/O Buffer) puis le bus de donnée. Dans le cas de SDRAM PC100, ces trois sous-ensembles fonctionnent tous à 100 MHz. C'est à dire que la cellule mémoire fournit 1 bit toutes les 10 ns au buffer I/O qui lui même le renvoie sur le bus à une fréquence de 100 millions de bit par secondes (100 MHz). Comme la SDRAM fonctionne sur 64 bits, on obtient une bande passante de  $(100 \times 64) / 8 = 800$  Mo/s.

La SDRAM n'est disponible qu'en modules DIMM.

## Nouvelles fonctions implémentées dans la SDRAM:

Synchronous operation – synchronisation : à l'opposé des DRAM conventionnelles asynchrones, la SDRAM possède une horloge en interne. Ainsi, l'horloge qui cadence le fonctionnement pas à pas du processeur peut également piloter la SDRAM.

Cell banks : les cellules mémoire composant la SDRAM sont divisées en deux bancs de cellules indépendants. Pendant que les deux bancs sont sollicités simultanément, un flot continu de données peut être produit entre ces deux bancs. Cette méthode, nommée interleaving (entrelacement), augmente le taux de transfert en diminuant le nombre de cycles mémoire.

Burst mode : c'est une technique de transfert de données rapide qui génère automatiquement des blocs de données (des séries d'adresses consécutives) chaque fois que le processeur demande une adresse. Ce système est employé pour les opérations de lecture et d'écriture en mémoire. Il n'y a plus de "wait states".

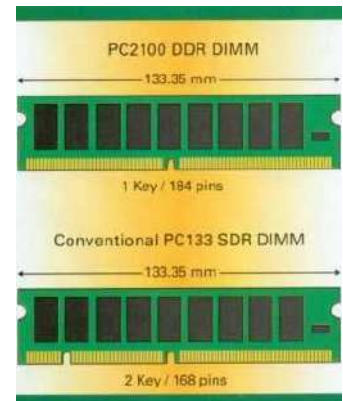
Pipelined addresses : qui procure un second accès aux données alors que le premier n'est pas terminé.

## La DDR SDRAM

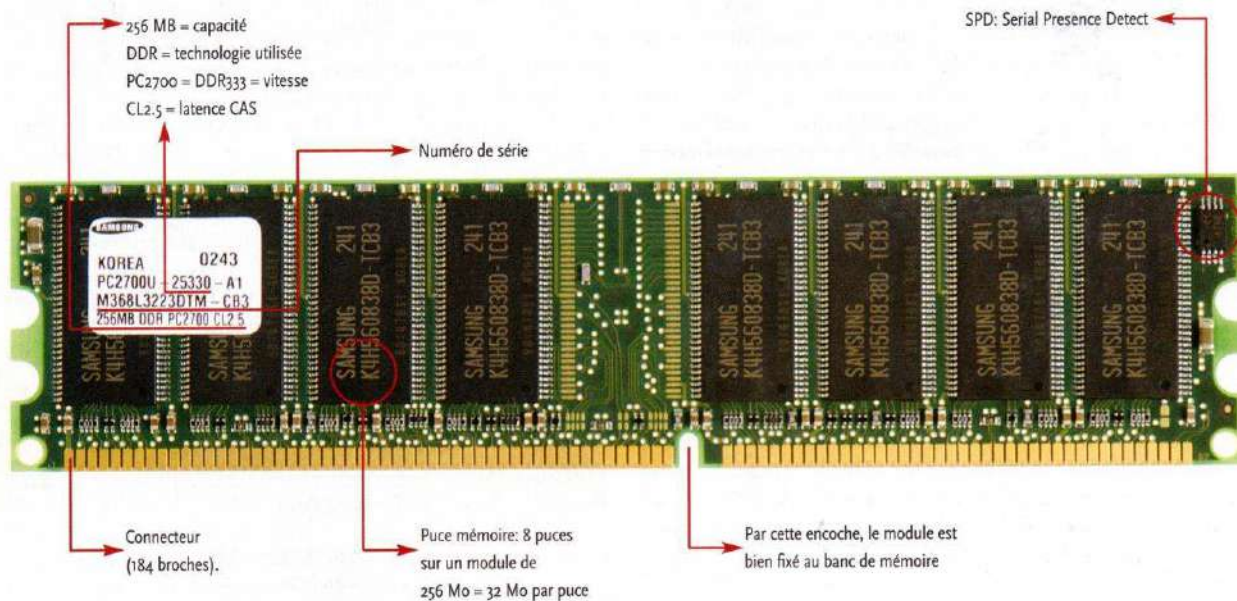
La DDR SDRAM est une évolution de la SDRAM où, deux instructions de lecture et/ou d'écriture sont exécutées par phase d'horloge, une sur le front montant de l'impulsion et l'autre sur le front descendant.

Ce principe est connu sous l'appellation Dual Data Rate et double la largeur de bande par rapport à la SDRAM. Cela signifie que la largeur de bande pour un module 64 bits cadencé à 100 MHz (DDR200) est de  $100 \text{ MHz} \times 64 \text{ bits} = 800 \times 2 = 12.800 \text{ Mb}$  par seconde ou  $1.600 \text{ Mo}$  par seconde (1,6 Go/s).

Les modules DDR utilisent des connecteurs à 184 broches qui garantissent, tout comme pour la SDRAM, une connexion des données parallèle de 64 bits avec le jeu de puces. Ils sont également équipés d'encoches et de plusieurs broches supplémentaires offrant les mêmes possibilités que celles de la SDRAM.







## La SDRAM

La SyncLink Dynamic est une DRAM cousine de la DRDRAM dans laquelle tous les signaux de contrôle de la mémoire passent sur une seule ligne, en série, de façon à pouvoir se passer de synchronisation entre les canaux, et d'aller jusqu'à 800 MHz. Contrairement aux RAM de Rambus, la SDRAM est conçue comme un standard industriel ouvert, développé par le consortium SyncLink.

## La DDR2

Si les modules DDR2 ont une taille identique aux modules DDR, le nombre de broches a été augmenté de 184 à 240.

L'emploi d'un packaging BGA (Fine Ball Grid Array) (encapsulation des modules mémoire dans une coque métallique ou plastique) est maintenant requis alors qu'il n'était que rarement utilisé dans le cas de modules DDR. Il permet de coupler plusieurs dies dans le même package afin d'obtenir de plus grandes capacités.

Contrairement au passage SDR vers DDR, le but de la DDR-II n'est pas d'offrir plus de bande passante, à fréquence égale à la DDR-I, mais de poursuivre la montée en fréquence.

La DDR-II commencera là où la DDR s'arrête officiellement, c'est à dire à 200 Mhz (400DDR). Les premiers chipsets supportent la DDR-II 400 et la DDR-II 533.

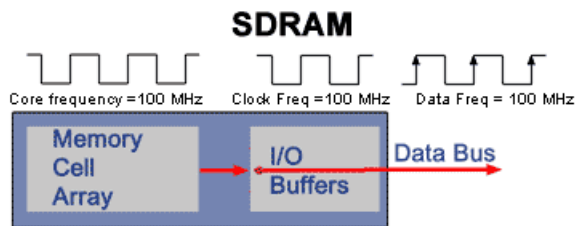
De plus, la DDR-II apporte d'autres avantages en termes d'évolution. Ainsi, là où les modules DDR sont limités à des chips de 1 Gbits, la DDR-II permettra des modules 2 et 4 Gbits.

Les améliorations apportées par la DDR-II face à la DDR-I sont les suivantes :

- Fréquences de fonctionnement / Data Prefetch
- Ajout de Terminaison On-Die
- Augmentation du nombre de banks
- Modification des latences

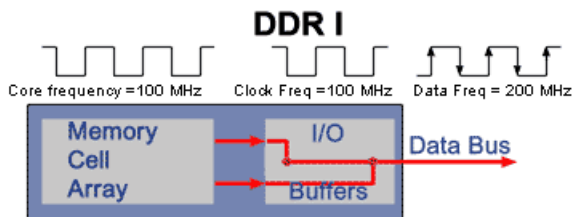


- Adoption du package BGA

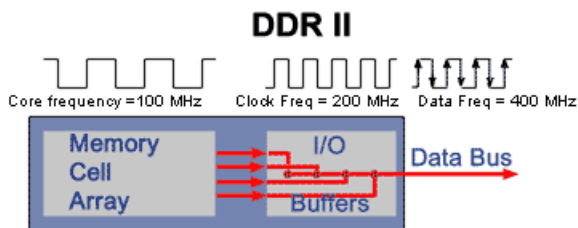


## Fréquences de fonctionnement / Data Prefetch

Un module de mémoire SDRAM est constitué de trois éléments fondamentaux. Le premier est le groupe de cellules mémoire appelé "Memory Cell Array". Viennent ensuite les buffers d'entrée/sortie (I/O Buffer) puis le bus des données.



Arrivé à 200 MHz avec la DDR-I, les cellules mémoires commençaient à souffrir. Solution : revenir à 100 MHz, mais pour maintenir le débit, il faut doubler la fréquence du buffer I/O. La DDR2 exploite donc une fréquence interne des cellules de 100 MHz, ces cellules fournissent 4 bits par cycle au Buffer I/O qui fonctionne cette fois à 200 MHz.



Le prefetch passe de 2 à 4 bits. En sortie, sur le bus de donnée, on obtient la même gestion que sur la DDR (exploitation des fronts montants et descendants du signal), mais à une fréquence 2 fois plus élevée. Le débit pour une fréquence de base de 100 MHz est de  $((100 \times 4) \times 64) / 8 = 3200 \text{ Mo/s}$ .

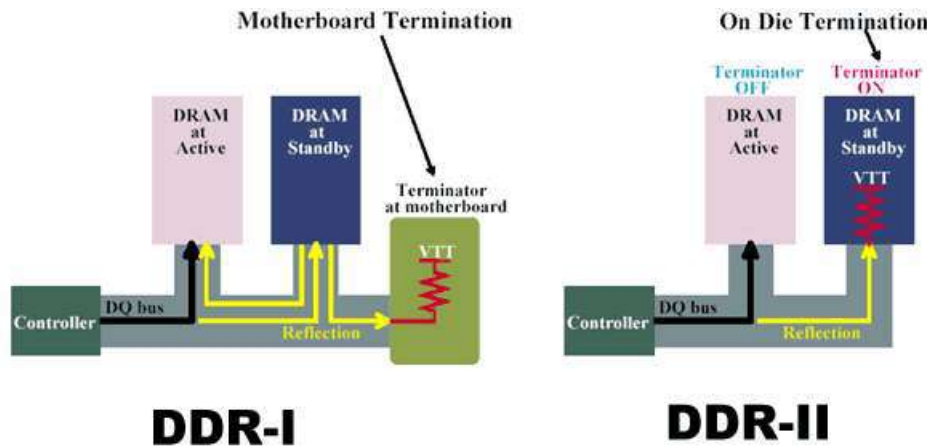
Il est possible de faire fournir à une cellule mémoire 2 ou 4 bits par cycle en la divisant. Si, dans le cas de la SDRAM l'Array mémoire était constitué d'un seul et même bloc physique, il est divisé (physiquement) en deux dans le cas de la DDR et en quatre pour la DDR-II :

Norme	Type	Freq Core	Prefetch	Vitesse	BP
PC100	SDR	100 MHz	*	1	= 100 MHz 0,8 Go/s
PC133	SDR	133 MHz	*	1	= 133 MHz 1,06 Go/s
PC-1600	DDR	100 MHz	*	2	= 200 MHz 1,6 Go/s
PC-2100	DDR	133 MHz	*	2	= 266 MHz 2,1 Go/s
PC-2700	DDR	166 MHz	*	2	= 333 MHz 2,7 Go/s
PC-3200	DDR	200 MHz	*	2	= 400 MHz 3,2 Go/s
PC2-3200	DDR-II	100 MHz	*	4	= 400 MHz 3,2 Go/s
PC2-5300	DDR-II	133 MHz	*	4	= 533 MHz 4,3 Go/s

## Ajout de terminaisons On Die

A la manière des périphériques SCSI, la fin de la "chaîne" constituée par les modules de mémoires doit être terminée afin d'éviter les phénomènes de réverbération du signal qui peuvent se produire et parasiter tout le sous-système mémoire. Jusqu'à présent, ces terminaisons étaient positionnées sur la carte mère et terminaient la chaîne. Dans le cas de la DDR-II, ces terminaisons sont incluses directement dans le die du chip et activables à la demande (seul le dernier module doit être terminé).

# Hardware



La diminution de la réverbération du signal permet principalement d'augmenter la fiabilité du signal et donc les fréquences maximales possibles mais aussi de diminuer le prix des cartes mères. Les nombreux réseaux de résistances et de condensateurs utilisés pour les terminaisons mémoires n'étant plus nécessaires.

## La DDR3 SDRAM

(Double Data Rate Three Synchronous Dynamic Random Access Memory)

Cette mémoire permet une réduction de la consommation énergétique de 40% comparativement aux barrettes DDR2 SDRAM grâce au fait que la DDR3 utilise une technologie de fabrication 90 nanomètres, qui permet une réduction de la tension de fonctionnement. Pour la DDR3, la tension passe à 1.5 V (contre 1.8 V pour la DDR2 et 2.5 V pour la DDR). De plus, des transistors à deux grilles ("dual-gate") sont utilisés pour réduire la fuite de courant.

La mémoire tampon de prélecture de la DDR3 est d'une largeur de bus de 8 bits, alors qu'elle était de 4 et 2 bits pour la DDR2 et la DDR respectivement.

Taux de transfert : plus de 10 Go/s.

Du côté de la latence, les DDR3-800 auront des timings entre 5-5-5 et 6-6-6 et les DDR3-1600 des timings 9-9-9 à 11-11-11. (en comparaison les timings des meilleures DDR2-400 et DDR2-800 sont 2-2-2 et 3-3-3).

Les barrettes de mémoire DDR3 ne sont pas rétrocompatibles avec les versions de mémoire précédentes, la DDR et DDR2.

## La mémoire RDRAM ou Rambus

La mémoire RDRAM ou Rambus utilise une technologie qui diverge fondamentalement de celle de la (DDR) SDRAM. La principale différence réside dans la connexion avec les modules de mémoire, au lieu d'une connexion parallèle 64 bits, la RDRAM utilise une connexion sérielle 16 bits.

Sur la RDRAM, les puces mémoires sont sécurisées par une carapace en aluminium, car n'étant pas logées dans un boîtier plastifié, elles sont très vulnérables.

La XDR et la XDR2 sont des évolutions de la RDRAM. Elles ont une latence réduite et présentent des performances plus élevées que la DDR2 ou la DDR3. Elles n'ont pas été équipées de cartes mères de PC mais on les retrouve dans des cartes graphiques haut de gamme ou dans les mémoires des PlayStation 2 et 3 de Sony.



## Le bus Direct Rambus

Le bus est en fait une liaison électrique entre le contrôleur Rambus et les composants mémoires proprement dits (les RDRAMs).



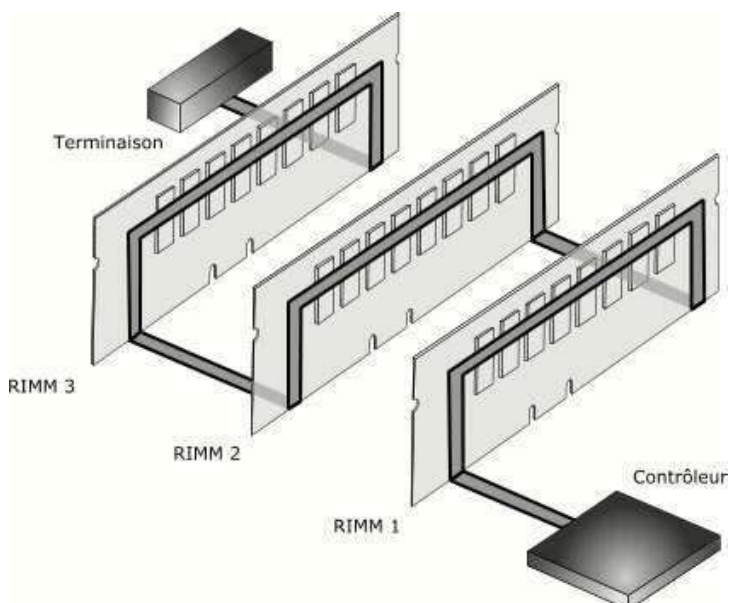
● Sur un module de mémoire RDRAM, les puces sont protégées par une plaque d'aluminium.

Les données sont transmises le long du bus sous forme de paquets, tel les protocoles réseaux les plus courants (TCP/IP, ...). Ce procédé présente de nombreux avantages. En effet,

il permet de diminuer le nombre de lignes nécessaires pour la communication des données. Ainsi, il est possible de concevoir des bus de très petite taille, réduisant ainsi les pertes de données. Enfin, le nombre de bits prévu pour l'adressage a été volontairement calculé large. Le nombre standard de bit d'adresse pour la ligne est de 24 bits, et 40 bits pour la colonne. Ce choix permet de gérer une mémoire totale allant jusqu'à 1 Go sans devoir ajouter un signal de contrôle.

## Les barrettes RIMM

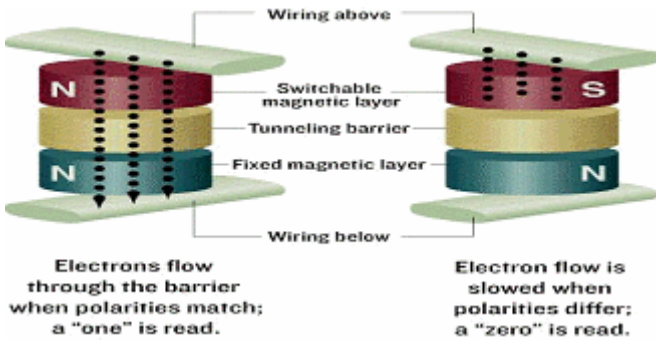
Les barrettes RIMM (Rambus Inline Memory Module) sont basées sur la forme des barrettes DIMM. La comparaison s'arrête là, car si elles sont mécaniquement compatibles, il n'en va pas de même du point de vue électrique.



Les différents composants mémoire RDRAM ne sont pas accessible directement. Un unique bus commençant d'un côté de la barrette, relie un à un les RDRAMs jusqu'à son autre extrémité. Ainsi, il n'est pas possible de laisser un support RDRAM libre, il interromprait la chaîne. A cet effet, des circuits ne contenant pas de mémoire ont été développés. Appelé "continuity modules", ils ne servent qu'à prolonger la chaîne. Ce système est parfaitement visible sur la barrette RIMM proprement dite. On y voit parfaitement les différents câbles entrer à une extrémité, ensuite relier un à un les composants, puis ressortir à l'autre extrémité.



Dans le cas de mémoire Rambus, la notion de banque est abandonnée au profit du bus. Ce dernier ne doit en aucun cas être interrompu, il commence au contrôleur et se termine à la résistance finale. Il est possible de ne placer qu'une unique barrette en complétant les autres slots du bus à l'aide de "continuity modules".

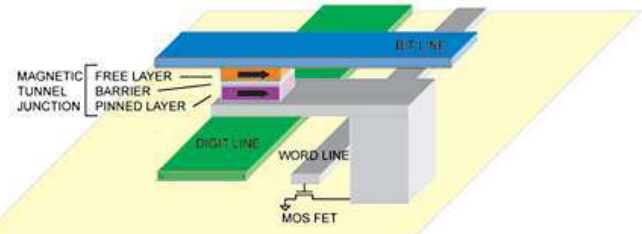


## La MRAM (Magnetic Random Access Memory)

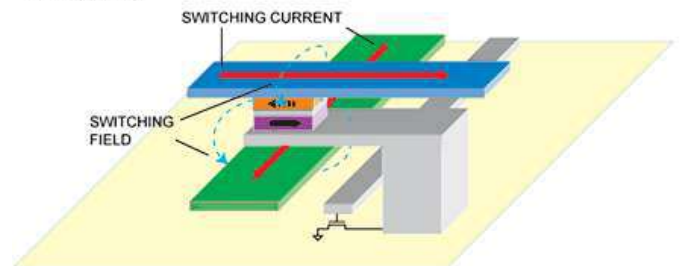
La MRAM est une mémoire utilisant des charges magnétiques à la place de charges électriques. C'est une mémoire non-volatile, qui conserve les données même lorsque l'ordinateur qui l'intègre est hors-tension.

Les données sont stockées entre deux couches ferro-magnétiques. Les bits sont codés en orientant les éléments magnétiques, soit dans le sens parallèle ou non-parallèle ce qui crée une différence de potentiel entre les deux couches. Le courant qui passe ensuite dans l'élément lit les bits, à la manière d'une tête magnétique de disque dur. L'écriture se fait en orientant ces éléments magnétiques au moyen d'un champ magnétique créé entre les deux couches via un lien entre ces deux dernières.

### STRUCTURE OF MRAM



### WRITING



### READING

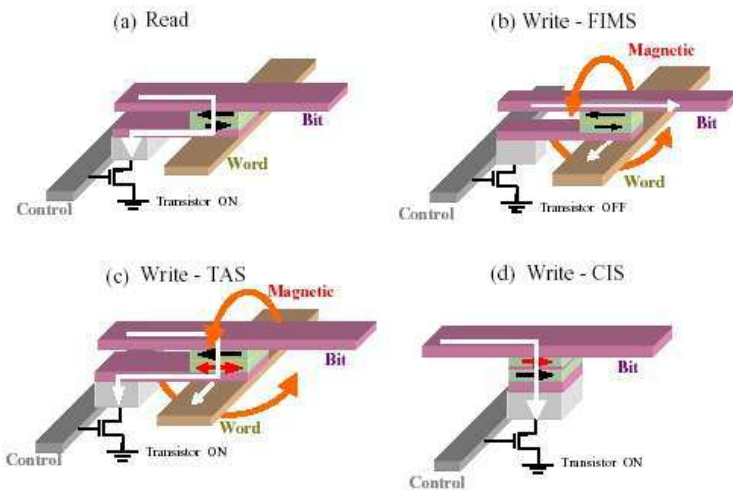
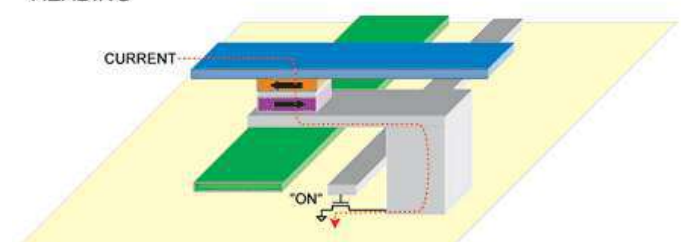


Figure 2: Read and write principles of MRAM with various architectures: (a) Read (common principle); (b) Write in FIMS (Field Induced Switching) mode; (c) Write in Thermally Assisted Switching (TAS) mode; (d) Write in Current Induced Switching (CIS) mode

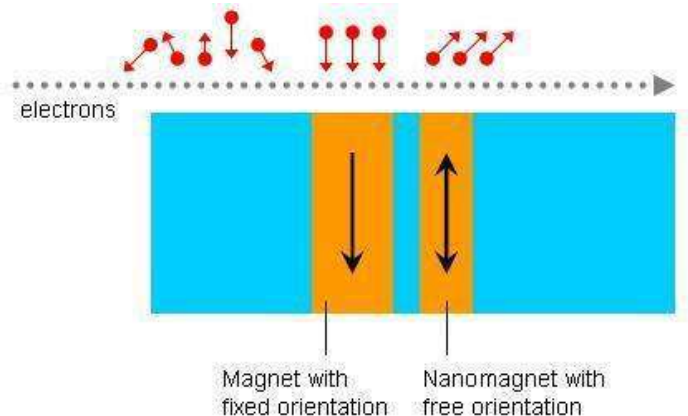
La MRAM (Magnetoresistive RAM) est une mémoire non volatile où, contrairement aux RAM traditionnelles, les données ne sont pas constituées de charges électriques, mais magnétiques. Chaque cellule de MRAM contient deux éléments ferromagnétiques, chacun pouvant retenir un champ magnétique. L'élément inférieur est dit fixe, car son état reste permanent et sa polarité spécifique tandis que celui qui se trouve en haut de la cellule est



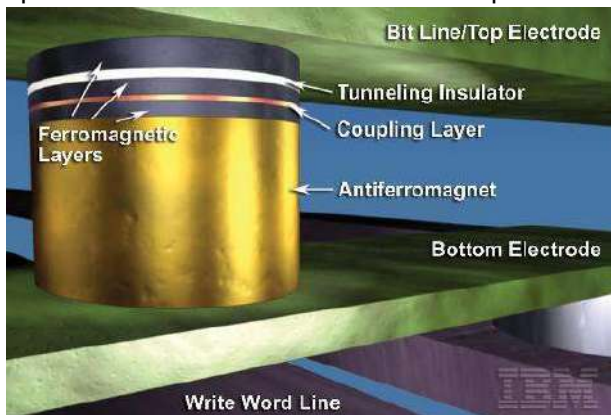
dit libre, car il change d'état en fonction du champ extérieur. Les deux plaques sont séparées par un tunnel diélectrique fin.

La lecture des données s'effectue en mesurant la résistance électrique d'une cellule. On utilise pour cela l'effet tunnel qui intervient lorsqu'un isolant est présent entre 2 éléments ferromagnétiques. La résistance au courant dans le tunnel change en fonction de l'orientation du champ dans les deux plaques. Ainsi, si les deux éléments ont la même orientation magnétique, la résistance sera faible et on prendra cela pour un 0 tandis que si les orientations magnétiques sont opposées, la résistance sera plus grande et on considérera que la valeur sera 1.

Le Spin Transfer Switching est une méthode d'écriture. Cette technique utilise le phénomène de spintronique présent dans les « jonctions tunnel magnétique ». En gros, le spin - notion issue de la physique quantique - caractérise le mouvement de rotation de chaque électron. Le principe veut que le spin de chaque électron s'aligne sur l'orientation du champ magnétique créé par l'élément qu'il traverse.



Mais si l'on envoie un nombre suffisant d'électrons de spins cohérents (identique pour tous), ce sont eux qui vont provoquer la repolarisation du matériau. La technique du STS repose sur ce phénomène, pour faire basculer la couche libre d'un état à un autre. L'inconvénient de cette technique est qu'elle demande des transistors plus gros et un système maintenant une cohérence entre les spins. Néanmoins, l'intensité des courants utilisés est plus faible que pour le MRAM classique, ce qui diminue la consommation énergétique. De plus, le nombre de transistors utilisés reste inférieur à celui d'une SRAM ce qui permet d'obtenir une meilleure densité.



Cette méthode de stockage permet à cette mémoire d'être faiblement influencée par les éléments extérieurs (radiations, champs magnétiques, température...) comparativement aux autres mémoires.

Cette mémoire est non volatile. Les cellules n'ont pas besoin d'être rafraîchies constamment et les informations restent dans la mémoire même lorsqu'elle n'est plus alimentée en électricité, car les éléments magnétiques gardent leur orientation même en l'absence de courant.

Contrairement à la mémoire Flash, l'écriture ne requiert pas une élévation de la tension et la consommation en lecture d'une MRAM est à peine supérieure à celle d'une mémoire Flash. Elle se place donc aussi comme un remplaçant potentiel de la NAND.

Les données peuvent être accédées en 2 ns. et la MRAM lit et écrit à 200 Mo/s tout en demandant une tension de 3,3 V.

## Lecture

La lecture utilise le principe de la Magnétorésistance à effet tunnel (TMR) : Le spin des électrons crée une différence de potentiel entre les deux couches ferromagnétiques, ce qui peut être lu par une tête magnéto-résistive, semblable à celles des disques durs.

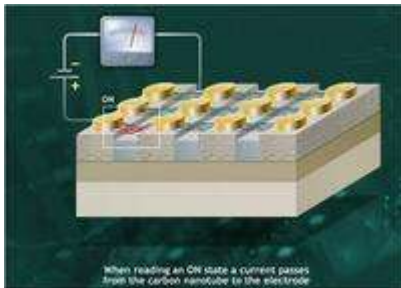


## Écriture

Le changement du spin des électrons se fait en créant un champ magnétique par effet tunnel entre les deux couches ferromagnétiques.

## La NRAM

La NRAM (Nanoscale random access memory) est une mémoire non volatile, le N signifiant à la fois *non-volatile memory* et *nanotechnology memory*, c'est-à-dire élaborée à l'échelle du millionième de millimètre ou nanomètre.



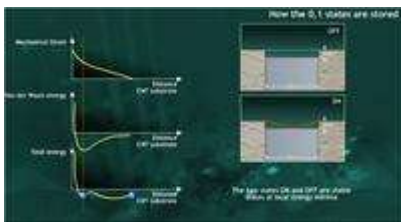
La NRAM utilise les caractéristiques des nanotubes de carbone qui permettent de réduire considérablement la taille d'une puce et donc d'accroître la capacité d'un module. Ces minuscules cylindres ont un diamètre d'une dizaine d'atomes, soit moins de trois nanomètres. Plusieurs dizaines de fois plus résistants que l'acier,



les nanotubes de carbone sont aussi durs que le diamant et aussi bons conducteurs électriques que le cuivre, tout en étant flexibles.

Chaque cellule est composée d'un certain nombre de nanotubes suspendus à 13 nm au-dessus d'une électrode. Une minuscule goutte d'or est déposée aux extrémités des tubes afin de servir de terminal électrique. Une deuxième électrode est positionnée en dessous de la première à environ 100 nm de la surface. Lorsqu'un courant passe entre les deux électrodes, les nanotubes se trouvent attirés vers l'électrode supérieure. Dans le cas où il n'y a pas de courant entre les deux électrodes, les nanotubes de carbone restent suspendus. Pour savoir si les nanotubes touchent ou non l'électrode supérieure, une tension est envoyée entre le terminal et l'électrode supérieure. Si le courant passe, cela signifie que les nanotubes sont en contact avec l'électrode supérieure et l'on renvoie la valeur 1. Si le courant ne passe pas, les nanotubes sont suspendus et l'on renvoie la valeur 0.

La valeur 0 et la valeur 1 sont des positions dites stables, car il n'y a aucune tension mécanique sur les nanotubes. Le tube restera en position 1 ou 0. Il est donc relativement imperméable à l'interférence extérieure comme les radiations qui peuvent venir perturber d'autres mémoires comme la DRAM.



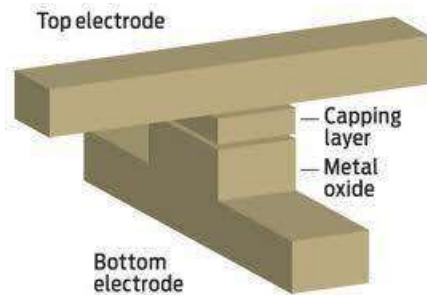
Cela signifie aussi que la NRAM n'a pas besoin d'être rafraîchie. Une fois que le nanotube est sur le dipôle supérieur, il y reste. Enfin, cette architecture est plus favorable à l'augmentation de la finesse de gravure que celle de la DRAM et demande moins de courant pour l'écriture de données tout en ayant des vitesses similaires à la SRAM. La faible énergie requise pour la lecture et

l'écriture assure enfin une durée de vie quasi infinie et une consommation qui pourra satisfaire les produits mobiles.

La NRAM se heurte à deux obstacles : la production de nanotubes exempts d'impuretés métalliques est difficile, tout comme le contrôle du positionnement des tubes sur les wafers de silicium.

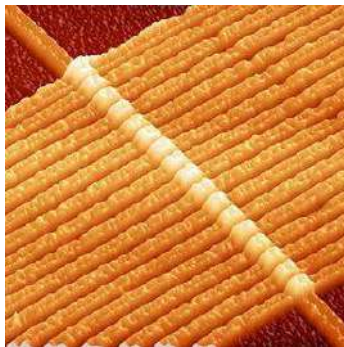


## ReRam ou RRAM ou Resistive Ram



La ReRAM ou RRAM (*Resistive Random Access Memory*) est une mémoire non volatile. Dans une telle mémoire, l'information est enregistrée sous la forme d'une résistance électrique plus ou moins grande.

Elle comporte une structure pouvant exister sous deux formes, présentant des résistances électriques différentes. Le passage de l'une à l'autre s'opère en appliquant une certaine tension aux bornes de cette résistance (écriture). Il se forme des sortes de canaux où la résistance devient beaucoup plus faible et cet état reste stable. Il est cependant réversible, par application d'une tension différente. On peut faire basculer la résistance de l'élément entre une valeur élevée et une valeur faible et donc inscrire ainsi une information binaire. La lecture consiste à envoyer un courant faible et à mesurer son affaiblissement.

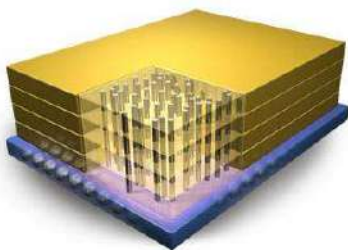


Les 17 structures longilignes sont des connecteurs et 17 memristors (*memory resistor*, mémoire à résistance) se trouvent à leurs intersections avec un connecteur transversal. Chacun d'eux est large de 50 nanomètres, ce qui représente environ 150 atomes.

### Avantages

- mémoire non volatile
- pourrait être davantage miniaturisée que la Flash NAND

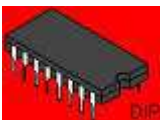
## L'Hybrid Memory Cube



Cette technologie consiste à superposer plusieurs die de mémoire DRAM avec un die logique (le processeur). Le prototype présente quatre die DRAM qui communiquent directement avec la couche logique par le biais d'interconnexions qui traversent les die (through-silicon vias). Cette verticalité permet de réduire la longueur des connexions, ce qui permet d'améliorer la vitesse, d'abaisser la consommation et de réduire la taille du packaging.

Les débits initiaux atteints par une mémoire HMC sont de l'ordre de 128 Go/s soit 10 fois la bande passante de la DDR3-1600 pour 8 watts la consommation et pour une surface 10 fois plus petite.

### 1.12.3 Aspect physique des barettes de mémoire



Il y a plusieurs manières d'intégrer physiquement des puces RAM à la carte mère ou à la carte d'extension. Les systèmes anciens utilisaient des puces mémoires séparées, appelées DIP (à doubles rangées de broches), qui étaient raccordées par des connecteurs ou soudées directement à une carte.

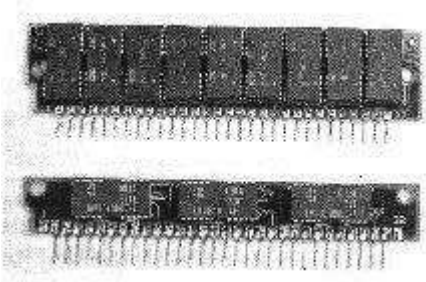
### Module SIPP

Ce type de module combine plusieurs puces sur une petite plaquette enfichée dans un socle de maintien. Le module SIPP est semblable à un SIMM, mais utilise des broches à la place du connecteur plat pour se connecter à la carte mère.



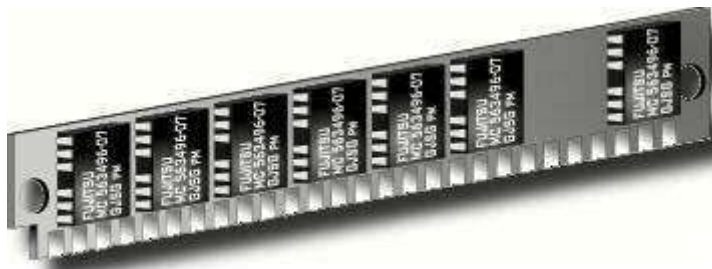


Il est possible de transformer une barrette SIPP en SIMM en supprimant les broches, ou de transformer une SIMM en SIPP en soudant les broches.



Les barrettes SIPP, avec leurs fines pattes soudées sont presque aussi délicates à installer que les puces traditionnelles. Elles ne sont plus utilisées.

## Barettes SIMM



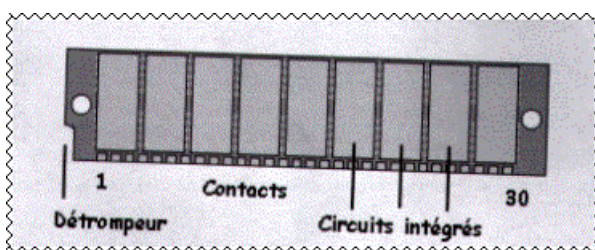
Une barrette SIMM (Single In-line Memory Module ou module mémoire simple connexion) est une petite carte imprimée que l'on enfiche dans un logement spécial sur la carte mère. La barrette SIMM installée, ses circuits RAM viennent étendre la mémoire de l'ordinateur.

Elles doivent être installées au minimum par paires.

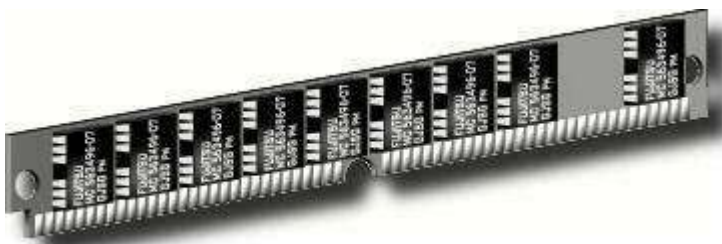
## Les barrettes SIMM 8bits / 30 pins

Barrettes de 8 bits sur lesquelles tous les contacts ont été regroupés sur l'un des côtés de la carte support.

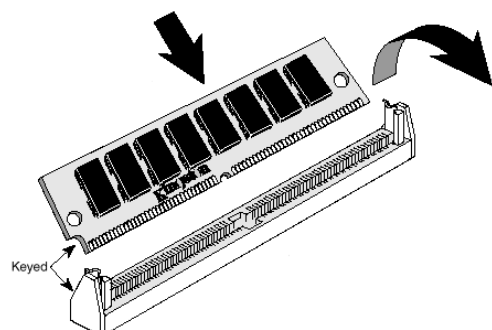
C'est pourquoi on les appelle barrettes à simple rangée de connexions (SIMM = Single InLine Memory Module). Elle se présente sous la forme d'une barrette d'environ 8.5 cm de long, sur laquelle sont fixés des composants électroniques. Elles traitaient des mots de 8 bits, ou 9 bits avec la parité.

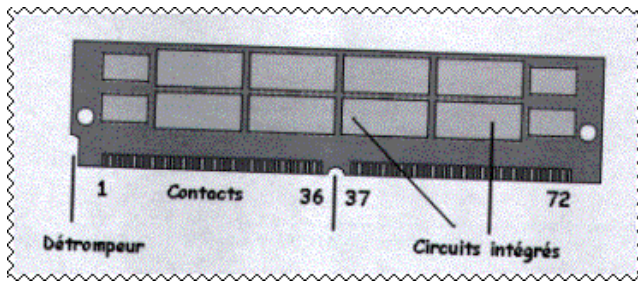


Elle est aussi appelée barrette SIMM 30 pins. Ces barrettes peuvent avoir une valeur de 256ko, 1Mo ou 4Mo. Ainsi pour avoir 20 Mo de mémoire, on place quatre barrettes de 4Mo dans la bank 0 et quatre barrettes de 1Mo dans la bank 1. Il faut veiller à toujours utiliser des barrettes de même vitesse. Chaque barrette a une encoche dans l'angle inférieur gauche qui sert de détrompeur, évitant ainsi de la monter à l'envers. Elles ne sont plus utilisées.



## Les barrettes SIMM 32bits / 72 pins





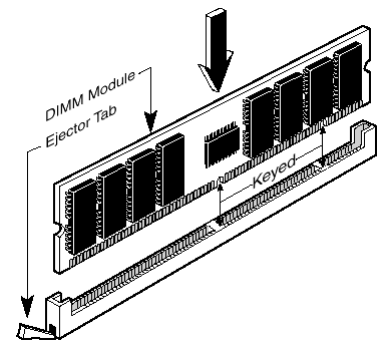
La mémoire SIMM de 32 bits (appelée aussi SIMM 72 pins) se présente aussi sous la forme d'une barrette, mais plus longue que les 8 bits (environ 10.5 cm). Au niveau des valeurs, les SIMM 32 bits (36 avec la parité) disponibles vont de 1 à 128 Mo. Ces barrettes sont surtout utilisées dans les Pentiums, ainsi que sur les carte-mères 486. Ce format est relativement ancien.

Les barrettes SIMM 32 ont deux détrompeurs, une encoche dans le coin inférieur gauche (comme les SIMM 8 bits) et une encoche arrondie au centre de la barrette. Il n'est pas rare de trouver ces barrettes avec des composants sur les deux faces.

## Les barrettes DIMM

Une barrette DIMM (Dual In Line Memory Module) est un autre type physique de ram présentant l'avantage de donner avec une seule barrette un bus de données de 64 bits. La SDRAM et la DDRSDRAM se trouvent uniquement en DIMM.

Les barrettes DIMM (Dual In-Line Memory Module) se présentent sous la forme d'une barrette de 13,3 cm. Elles comptent 64 bits (72 avec contrôle de parité), on les appelle communément DIMM 168 pins. Les barrettes SIMM32 ont 72 connecteurs sur chaque face, mais ils sont liés entre eux. Ainsi, le connecteur 1 de la première face est équivalent au premier de l'autre face. A l'inverse, une barrette DIMM a 84 connecteurs sur chaque face (DIMM 168), mais chacun est indépendant. Ces barrettes sont disponibles en 5 et en 3.3V, et en version buffered ou unbuffered. Le format le plus courant reste le 3.3V unbuffered.



Les deux échancrures au milieu évitent de monter la barrette à l'envers. La position des échancrures varie en fonction de la tension de fonctionnement de la barrette.

## Comment lire les Informations figurant sur les barrettes?

Si des références claires ne figurent pas sur le circuit imprimé, il est tout de même possible de déchiffrer les informations figurant sur les puces.

La référence, le nombre le plus long, se lit de préférence de droite à gauche, le premier chiffre correspond à la vitesse (6 pour 60 ns. 7 pour 70 ns. etc.) sauf si cette information est écrite en clair. Les lettres suivantes peuvent être ignorées.

Le groupe de chiffres de gauche (64, 256, 1000, 4000. etc.) indique la quantité de mémoire contenue dans la puce : 64 ko. 256 ko. etc.

Le chiffre suivant indique la largeur du bus utilisé par la puce, par exemple 1 bit, 4 bits, etc. En outre, les chiffres les plus à droites changent selon les constructeurs et sont généralement précédés des initiales de ces marques: T pour Toshiba, M pour Motorola, H pour Hitachi, etc.



Pour connaître la quantité de mémoire présente sur la barrette, il faut ajouter toutes les capacités individuelles de chaque puce.

Un nombre de quatre chiffres du type 9832 indique la date de fabrication : la 32<sup>e</sup> semaine de l'année 98.

#### 1.12.4 Le contrôle d'erreur

Il est très important de veiller à l'intégrité des données passant par la mémoire vive. On utilise alors un système de parité ou un bit est ajouté tous les 8 bits pour contrôler qu'il n'y a pas eu de modification (une sorte de clé de contrôle). Cela donne la mémoire à parité dite 9 bits, 36 bits, et même 72 bits pour les barrettes DIMM. Sur les serveurs et dans les applications critiques, on utilise une mémoire encore plus sécurisée dite ECC. Celle-ci ne fait pas que signaler les erreurs comme la mémoire à parité mais en plus elle les corrige, du moins si elle a lieu sur un seul bit (elle ne peut corriger des erreurs ayant lieu sur plusieurs bits d'un même octet).

#### 1.12.5 Mémoire avec correction d'erreurs ECC

La signification de l'abréviation ECC est Error Checking and Correction ou Error Correcting Code. A la différence de la mémoire avec contrôle de parité, la mémoire ECC permet la détection, mais aussi la correction d'erreur. Pour arriver à ce résultat, le nombre de bits destiné à corriger la mémoire est bien plus élevé. Cette mémoire ne peut être utilisée que sur des cartes-mères équipées d'un chipset adéquat.

Suivant le type de contrôleur de mémoire, il est possible de corriger 1, 2, 3 ou même 4 bits invalides sans arrêter le système.

Comme de nombreux phénomènes sont susceptibles de corrompre ou modifier les données informatiques (défaut de surface magnétique, rayonnement, variations électriques, plantages ... ), les codes de correction d'erreur ont une grande importance en informatique. Ils sont omniprésents, que ce soit dans le hardware : mémoires, processeurs en comportent, ou dans le logiciel : tout bon logiciel de compression de données (PKZIP, LHARC, ZOO, etc.) intègre un système de correction d'erreurs. Il s'agit d'un programme qui compare la validité de blocs de données par rapport à des valeurs de contrôle sauvegardées séparément.

Le CRC (Cyclic Redundancy Check ou test de redondance cyclique) lit les valeurs de l'ensemble des octets du bloc à protéger, puis leur applique une fonction mathématique qui donne un résultat unique (en fait, avec une chance quasi inexistante d'être obtenue à nouveau avec un bloc de données différent). Cette valeur est une sorte de signature, qui va être stockée en relation avec les données protégées. Plus tard, si l'on veut vérifier le bon état du bloc en question ou d'une copie de ce bloc, il suffit d'appliquer à nouveau la fonction mathématique au bloc et d'aller comparer le résultat à la signature déjà stockée. Si elle diffère, on sait que le bloc est endommagé. Connaissant la démarche de calcul de signature, on peut alors tenter de régénérer le ou les bits fautifs pour « réparer » le bloc (les ECC rattrapent une majorité des erreurs, mais pas leur totalité).

La mémoire ECC (Error Correcting Code) peut détecter 4 erreurs et en corriger une sans arrêter le système, tandis que l'AECC (Advanced Error Correcting Code) peut en détecter et en corriger 4.



## 1.12.6 Technologies RAM en cours de développement

### FeRAM ou FRAM (Ferroelectric Random-Access Memory)

**Fonctionnement :** La FeRAM (Ferroelectric RAM) est une mémoire non volatile, dont la construction reste proche de celle des DRAM, chaque cellule étant composée d'un transistor et d'un condensateur qui utilise des matériaux ferroélectriques pour retenir les données. Il prend généralement la forme d'un film en céramique de PZT (Titano-Zirconiate de Plomb). Sa non-volatilité vient du fait que, contrairement à la DRAM qui doit être rafraîchie, le condensateur de la FeRAM ne requiert de l'énergie que pour la lecture ou l'écriture des données.

La céramique PZT est formée d'amas cristallins d'atomes qui constituent des dipôles électriques. Lorsqu'un champ électrique est appliqué à ce condensateur ferroélectrique, la polarisation du champ (la direction prise par le champ électrique) cause un réalignement des dipôles qui vont s'aligner par rapport au champ. Pour inscrire un 1, on va utiliser une polarisation négative (+ en bas et - en haut) tandis que le 0 sera traduit par une polarisation positive (+ en haut et - en bas). Pour lire les données présentes dans les cellules, le transistor force la cellule à prendre un état donné, par exemple 0. Si la cellule contenait déjà un 0, alors rien ne se passe, on sait donc qu'il y avait un 0. Si par contre la cellule contenait un 1, les atomes vont se réorienter à cause du changement d'alignement. Cela aura pour conséquence de créer une pulsation de courant qui indiquera ce changement. Ensuite, la situation initiale est restaurée.

La FeRAM est déjà utilisée dans les situations où la limitation en nombre de lectures/écritures des mémoires Flash pose problème. La FeRAM consomme aussi moins d'énergie que la Flash (courant d'écriture 10 à 20 fois plus faible).

**Points forts :** Temps d'écriture plus courts que la mémoire Flash, tout en ayant une plus longue durée de vie. Consomme très peu.

**Points faibles :** Difficulté d'obtenir de petits formats et coûts assez élevés.

### PRAM (Phase-change Ram) ou Mémoire Ovonic ou Mémoire Chalcogénique

**Fonctionnement :** PRAM (Phase-change RAM), se nomme aussi PCM ou Chalcogénide RAM [C-RAM]). On parle aussi d'Ovonic Unified Memory. La PRAM est une mémoire non volatile, trente fois plus rapide que la mémoire Flash et dotée d'une longévité dix fois supérieure.

Cette mémoire non volatile utilise les propriétés du verre chalcogénide qui passe de l'état cristallin à un état amorphe en fonction de la chaleur. Lorsqu'il est amorphe, le verre chalcogénide possède une très grande résistance électrique et représente 1. L'état cristallin est l'opposé et représente 0. Pour connaître l'état de chaque bit, un courant très faible et n'occasionnant que très peu de pertes énergétiques est envoyé pour différencier les résistances.

Les PRAM utilisent un alliage métalloïde composé de germanium, d'antimoine et de tellure (appelé GST). Le chalcogénide est initialement à l'état amorphe. Le but est donc d'augmenter la température, à l'aide d'une résistance, au-dessus de son point de cristallisation et en dessous de son point de fusion. Il est possible de passer d'un état à l'autre en 5 ns ce qui permet une vitesse d'écriture plus rapide que sur de la Flash. Les cellules DRAM changent d'état en environ de 2 ns.

Une puce NOR a généralement une vitesse d'écriture de 0,5 Mo/s. La PRAM affiche des vitesses trente fois plus élevées. De plus, elle utilise les mêmes Socket que les chips NOR, ce qui réduit les coûts de développement, et est moins sujette à une défaillance technique vu l'absence de portes flottantes.

**Points forts :** Très petit format. Longue durée de vie.

**Points faibles :** Temps d'écriture plus long que celui de la DRAM.



## PFRAM (Polymer Ferroelectric RAM) ou mémoire polymérique

**Fonctionnement** : Utilise des films polymères (proches du plastique) empilables et traversés par des matrices d'électrodes.

**Points forts** : Vitesses de lecture et d'écriture proches de la DRAM. Sa faculté d'empilement (on parle de mémoire 3D) autorise une parallélisation massive des traitements. Coûts proches de ceux de la DRAM. Très longue durée de vie.

**Points faibles** : Nouvelle technologie.

## Z-RAM

**Fonctionnement** : La Z-RAM tire parti d'un phénomène que l'on a constaté sur les designs CPU fabriqués à l'aide de la technologie SOI (qui consiste à placer une couche d'oxyde entre deux couches de silicium afin de réduire les courants de fuites). On observe un effet que l'on appelle « l'effet des corps flottants » caractérisé par la présence d'une capacité électrique entre le transistor et le substrat isolant. Elle devrait être utilisée en tant que mémoire cache en lieu et place de la SRAM

Ce phénomène est caractérisé par la présence d'une capacité électrique entre le transistor et le substrat isolant. Si cet effet est néfaste sur les designs conventionnels, il est le fondement même des mémoires exemptes de tout condensateur. En effet, l'effet des corps flottants permet d'obtenir le même résultat qu'un condensateur (emmagasiner une charge électrique).

Fonctionnement : en envoyant une charge positive dans la cellule, on fait baisser sa tension, provoquant ainsi une augmentation de l'intensité ce qui correspond à la valeur 1. Une charge négative aura l'effet inverse et sera comprise comme la valeur 0. Pour lire les données, on envoie une pulsation au transistor de la cellule-bit désignée afin de comparer l'intensité de la cellule sélectionnée avec celle d'une cellule de référence dont on connaît déjà la valeur.

Son avantage par rapport à la SRAM réside dans le fait que l'absence de condensateur réduit le nombre de composants nécessaires à sa constitution et donc sa taille. On obtient un niveau de performance légèrement inférieur par rapport à la SRAM, mais on passe d'une architecture 6-transistors à une architecture à transistor unique.

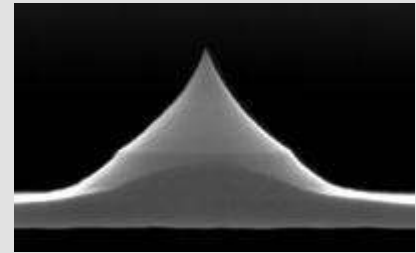
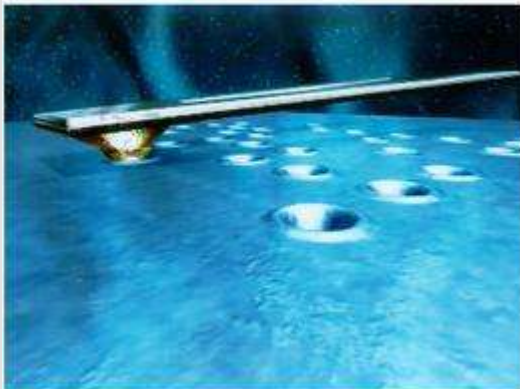
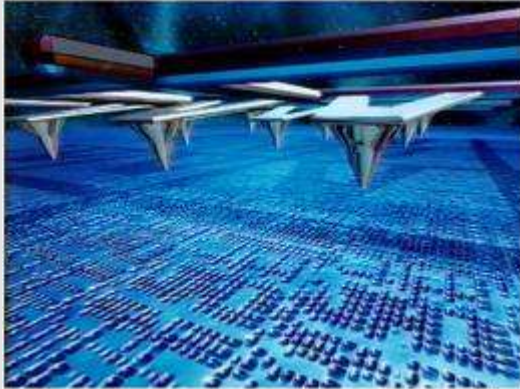
**Points forts** : on peut produire des die plus petits et plus économiques et réduire les dégagements thermiques. Enfin, la Z-RAM disposerait de temps de réponse de l'ordre de 3 ns ce qui est presque au niveau des DRAM. et pourrait atteindre une finesse de gravure inférieure à 40 nm d'ici 2012.

**Points faibles** : Nouvelle technologie. Son caractère volatil ne lui permet pas d'être universelle.



## IBM Millipède

**Fonctionnement :** L'IBM Millipede fait référence aux milliers de têtes nanoscopiques de silicium qui ont pour but de lire ou d'écrire des données indépendamment les unes des autres. Les données sont stockées sur une fine couche de polymère thermoactive placée sur une base en substrat de silicium que l'on appelle le « sled ».



Ces têtes nanoscopiques sont en fait des microscopes à force atomique (AFM). Ils peuvent scanner une surface et ainsi représenter la topologie d'une matière non conductrice, mais aussi écrire les données. Ces têtes écrivent chaque bit sur une très petite partie du sled que l'on nomme le « champ de stockage »

Pour lire une donnée sur le champ de stockage, la tête doit être chauffée à 300°C. Si la tête passe au-dessus d'un creux, cette dernière plonge et touche le polymère. Ceci a pour conséquence de transférer la chaleur et donc de refroidir la tête et de diminuer la résistance électrique de la tête. Si la surface est plane, la température de la tête diminue beaucoup plus lentement conservant donc une forte résistance. Contrairement à un disque dur qui voit sa tête de lecture se déplacer, c'est le sled qui bouge sous la tête de lecture dans le Millipede.

Si 300°C n'est pas suffisant pour faire fondre le sled, 400°C le sont. Ainsi, lorsque la tête a besoin de faire un creux (d'écrire un 1) le transistor la chauffe à cette température. Cela aura pour effet de ramollir la surface du polymère sous laquelle se trouve la tête qui n'a plus qu'à se pencher pour former un trou. Pour effacer ce bit et revenir à une surface plane, la tête se relève et va chauffer le voisinage, ce qui permet à la tension superficielle d'aplanir le polymère alors fluide.

**Points forts :** Cette technologie tend à prendre le meilleur du disque dur et de la DRAM afin de les combiner. Elle promet une densité d'1 Térabit (125 Go) par pouce carré. En raison de sa taille et de ses facultés, on peut l'envisager comme mémoire universelle.

**Points faibles :** Nouvelle technologie

### 1.13 Combien de Ram ?

La quantité de mémoire vive est directement liée au système d'exploitation. Si, sous Windows 98 ou NT, il était possible de travailler avec 64 MB, XP demande quant à lui au moins 512 MB et Seven 1GO.

Quoi qu'il en soit, en matière de mémoire, il vaut mieux viser large que court, car la tendance est - et a toujours été - à l'inflation régulière en quantité.

Avec les cartes mères actuelles, il faut privilégier une seule grosse barrette mémoire à deux modules de moindre capacité car le nombre de connecteurs mémoire disponibles a tendance à diminuer (autour de 3 slots DIMM en moyenne), et choisir de trop petites capacités peut imposer de racheter l'ensemble de la ram. Tous les ordinateurs récents supportent de la mémoire de type SDRAM.



## Gestion de la mémoire en Windows XP- Vista - 7

Sur un PC physiquement doté de 4 Go de Ram, Windows XP-Vista-Seven (en 32 bits), n'affiche que 3 Go.

La différence entre la mémoire présente physiquement et la mémoire exploitable est due à la conception de Windows.

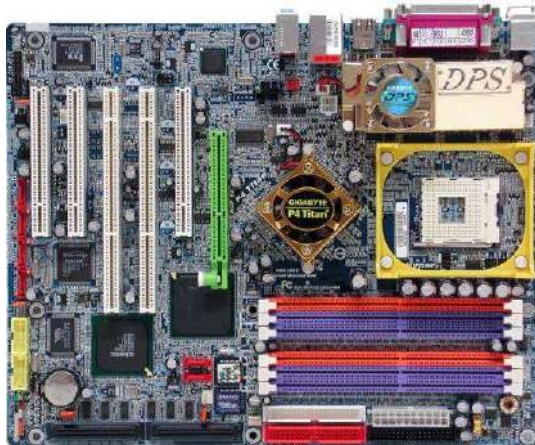
Windows réserve une zone dans la mémoire haute pour stocker les adresses mémoire utilisées par les différents périphériques PCI. Et comme ces périphériques embarquent toujours plus de mémoire (carte graphique en particulier), la mémoire disponible pour Windows est amputée d'autant. Cela n'affecte pas, en revanche, le fonctionnement des mémoires dual channel. Ce problème disparaît dans les versions 64 bits d'XP-Vista-Seven, qui ne souffrent pas de la limitation à 4 Go de l'adressage mémoire.

Précisons encore que les éditions 32 bits limitent à 2 Go la mémoire exploitable par une seule application.

Le Dual Channel (aussi appelé Twinbank) est une technologie implantée dans le chipset au niveau du Northbridge. Deux mémoires Ram appropriées sont implantées en parallèle, doublant la bande passante. Les mémoires actuelles utilisent un bus de données de 64 bits. En couplant deux mémoires, le bus de donnée passe à 128 bits. Les gains de performance sont en théorie doublés, mais dépendent finalement de l'application utilisée.

Il est essentiel, lors de l'utilisation du Dual Channel, d'utiliser des barrettes identiques par paire (en fréquence, en capacité et préférentiellement de même marque). Usuellement, les cartes-mères pouvant accepter des barrettes en dual channel présentant des connecteurs de ram de couleurs différentes afin d'indiquer l'ordre d'insertion des barrettes.

### 1.14 Organisation de la mémoire vive



#### Les mécanismes de découpage de la mémoire

La mémoire centrale peut-être découpée de 3 façons:

- \* la segmentation: les programmes sont découpés en parcelles ayant des longueurs variables appelées segments.
- \* la pagination: elle consiste à diviser la mémoire en blocs, et les programmes en pages de longueur fixe.
- \* une combinaison de segmentation et de pagination: certaines parties de la mémoire sont segmentées, les autres sont paginées.

### 1.15 Gestion de la mémoire

#### 1.15.1 Mémoire conventionnelle

La mémoire de base pour tous les PC s'appelle mémoire conventionnelle, bien que certains



L'appellent mémoire DOS et d'autres mémoire basse. Cette mémoire désigne les premiers 640 Ko de la mémoire RAM du PC.

La mémoire conventionnelle est importante, c'est là que DOS exécute les programmes. La mémoire conventionnelle est également importante pour Windows. Si Windows prétend ignorer DOS, les programmes Windows en revanche ont besoin de la mémoire conventionnelle; aussi, si vous n'en avez pas suffisamment (ou si cette mémoire ne peut être "optimisée"), alors Windows déclarera qu'il est à court de mémoire, même si vous en possédez des méga-octets ailleurs.

## 1.15.2 Mémoire supérieure

L'espace mémoire qui suit la mémoire conventionnelle s'appelle mémoire supérieure. On l'appelle également "mémoire réservée" ou "mémoire haute". Elle est principalement réservée pour la copie de la ROM et comporte des instructions spécifiques aux différentes composantes de l'ordinateur.

La mémoire supérieure compte 384 Ko. Si on l'additionne à la mémoire conventionnelle (640 Ko), on obtient 1024 Ko ou 1 Mo, c'est-à-dire la mémoire disponible des premiers PC. Les PC actuels étant tous compatibles avec le premier, ils sont donc tous limités à cette configuration : 640 Ko de mémoire conventionnelle et 384 Ko de mémoire supérieure (sous Dos).

## 1.15.3 Mémoire étendue (XMS)

Sur un 80286 ou un ordinateur de la famille des 80386, toute la mémoire qui se trouve au-delà de la barrière des 1 Mo s'appelle mémoire étendue. Par exemple, sur un système 486 avec 4 Mo de RAM, vous avez 3 mégaoctets de mémoire étendue. Un compatible AT avec 2 Mo de RAM comporte 1 Mo de mémoire étendue.

Windows utilise cette mémoire pour son fonctionnement

## 1.15.4 Mémoire expansée (EMS)

Solution à court terme pour compenser les limites du DOS, la mémoire expansée est une mémoire supplémentaire que le DOS peut utiliser. La mémoire expansée est accessible à tous les PC, depuis la vieille génération des 8088/ 8086 aux derniers de la famille des 486.

La mémoire expansée peut être utilisée par un grand nombre de logiciels DOS. Elle est accessible grâce à un paramétrage adéquat de la machine et la présence d'un gestionnaire de mémoire.

Sous Win95 et suivants, qui, en principe, ne supportent pas l'EMS, il est possible d'accorder une part de ce type de mémoire à une application qui en demanderait encore, via un paramétrage des propriétés de cette application.

## 1.16 La mémoire Flash

Contrairement à ce que son nom pourrait évoquer, la mémoire Flash est une mémoire permanente, réinscriptible et basée sur une technologie à semi-conducteurs.

"Flash" est un terme générique qui désigne une technologie de mémoire ultra rapide et qui est un type particulier de mémoire morte qui s'apparente à la technologie EEPROM.

Les mémoires Flash offrent une densité élevée de stockage de l'information, la capacité d'effacer de grands secteurs en près d'une seconde, une programmation rapide (environ 10 microsecondes) et une endurance supérieure à 10.000 cycles de programmation / effacement.





La flash est programmable octet par octet, ou mot par mot, tandis qu'elle est effaçable par unités de base, appelées blocs ou secteurs. Une mémoire flash peut être effacée ou modifiée par l'utilisateur, comme une mémoire SDRAM, mais contrairement aux mémoires SDRAM, elles n'ont pas besoin d'électricité pour conserver leurs informations. Elles peuvent donc être facilement transportées.

Les quatre architectures primaires des mémoires flash sont NOR, NAND, AND et DiNOR. Chacune de ces architectures comporte ses avantages liés à des applications particulières. Elles diffèrent par leurs structures internes et leurs schémas de gestion des fichiers.

Dans les micro-pc équipés de Windows CE ainsi que dans certains portables, le stockage des données s'effectue dans des mémoires flash (il n'y a plus de disque dur).

## 1.16.1 les types de cellules flash

### **NOR, NAND, AND et DiNOR**

Si les technologies Nor et Nand exploitent toutes deux le même principe de stockage de charges dans la grille flottante d'un transistor, l'organisation de leurs réseaux mémoire respectifs est fortement dissemblable.

Les cellules élémentaires sont connectées en parallèle avec les lignes de bits dans le cas d'une Nor, alors qu'elles le sont en série pour une Nand.

Les cellules And d'Hitachi et Dinor (Divided bit-line Nor) de Mitsubishi, sont des proches parentes des Nand et des Nor respectivement.

### **NOR**

Une flash Nor est adressée de façon linéaire afin de permettre l'exécution directe d'un code programme, XIP (eXecute in place) et autorise un accès aléatoire rapide à tout emplacement dans la matrice, mais avec des temps de lecture qui n'ont pas suivi les vitesses des processeurs. Les temps d'effacement sont également très longs.

### **NAND**

La structure Nand autorise une implantation plus dense grâce à une taille de cellule approximativement 40 % plus petite. Les flash Nand sont des circuits à accès séquentiel et s'accommodent fort bien des gros volumes de données. A contrario, elles se prêtent peu aux accès aléatoires aux données.

Elle est surtout avantageuse en vitesses d'écriture en paquets et d'effacement. De nombreuses cellules sont simultanément programmables, ce qui induit un temps de programmation par octet très court, le tout avec une consommation modeste dû au mécanisme d'effet tunnel Fowler-Nordheim qui est utilisé pour l'effacement mais aussi pour la programmation. Une Nand présente une endurance supérieure à la Nor.



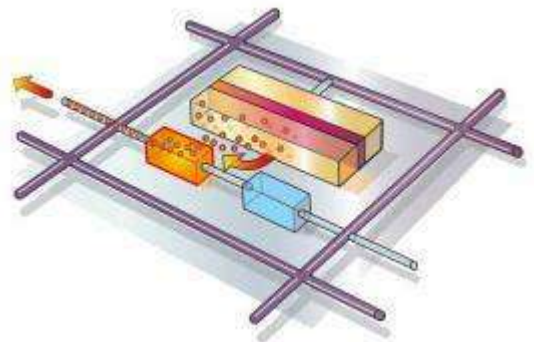
## Nor vs Nand (\*)

	Nor	Nand
Taille de la cellule	Grande	Petite
Interface	Bus mémoire complet	E/S (x8/x16)
Exécution du code en mémoire (XIP)	Oui	Non, mais les circuits de nouvelle génération peuvent exécuter un programme d'amorçage
Temps d'accès	Aléatoire rapide: 70 ns (typ.)	Aléatoire lent (25 µs), séquentiel rapide (50 ns)
Programmation d'un mot	8 µs/mot environ	-
Programmation de mots multiples	Lente: 4 ms pour 512 octets	Rapide: 200 µs pour 512 octets
Temps d'effacement	Lent: de 700 ms à 1 s par bloc de 64 Ko	Rapide: 2 ms par bloc de 16 Ko
Consommation	Elevée	Faible
Prix	Elevé	Faible
Endurance et fiabilité	$10^4$ à $10^5$ cycles d'effacement	$10^5$ à $10^6$ cycles d'effacement Requiert une gestion des blocs défectueux. Inversion de bits: nécessite un code détecteur/correcteur d'erreurs
Simplicité d'emploi (hardware)	Oui	Non
Intégration système	Simple	Complexe. Nécessite le portage d'un driver SSFDC.

(\*) Les données indiquées dans le tableau concernent des mémoires conventionnelles à 1 bit/cellule (sources Toshiba, M-Systems et divers).



Dans la matrice Flash, chaque point mémoire est constitué d'un transistor « à grille



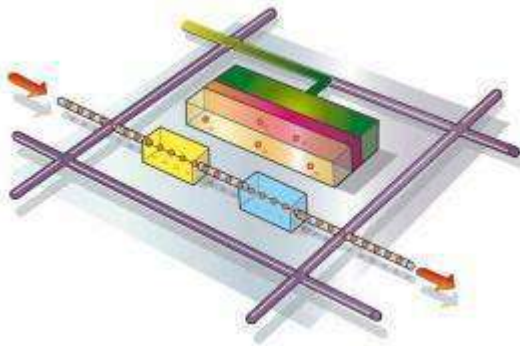
flottante ». Élaborée à base d'oxyde de silicium et isolée des autres éléments du transistor, cette grille a pour particularité physique de conserver une charge d'électrons durant de très longues périodes (100 ans), que la Flash soit alimentée ou non.

Cette grille joue le rôle de vanne et de réservoir : lorsque le réservoir est rempli - c'est-à-dire, lorsque sa grille est chargée d'électrons -, le transistor est dit « bloqué ». Le courant ne passe plus, (0). Lorsque le réservoir est vide (quand la grille a été vidée de ses électrons), le transistor est dit passant : (1).

L'écriture et l'effacement des données dans une mémoire Flash (programmation) s'effectuent par l'application de différentes tensions aux points d'entrée de la cellule.

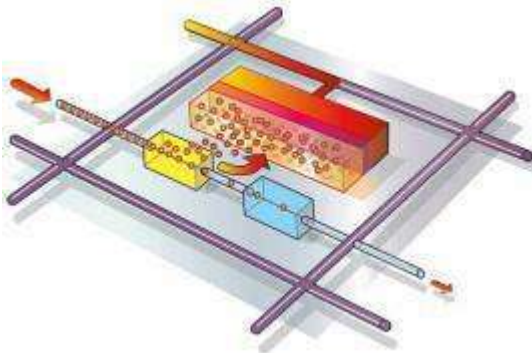
### Lecture d'un 0

Au sein des cellules d'une matrice de mémoire Flash, il n'y a qu'un seul composant : un transistor composé d'une source et d'un drain (les « portes » d'entrée et de sortie du courant), d'une grille de contrôle et d'une grille flottante (qui stocke les charges électriques représentant un bit de données). Lorsqu'elle est chargée, la grille flottante « bloque » le transistor en s'opposant au passage des électrons entre la source et le drain. Au niveau du drain, le flux de charges est très faible, voire nul : c'est l'équivalent du 0 informatique.



## Lecture d'un 1

La lecture du contenu d'une cellule s'effectue par l'envoi d'une tension, de 1,8 à 5 V selon les modèles et les constructeurs, sur la grille de contrôle, et d'une tension identique entre la source et le drain du transistor. Lorsque la grille flottante n'est pas ou peu chargée, le courant arrive intact jusqu'au drain : c'est l'équivalent du 1

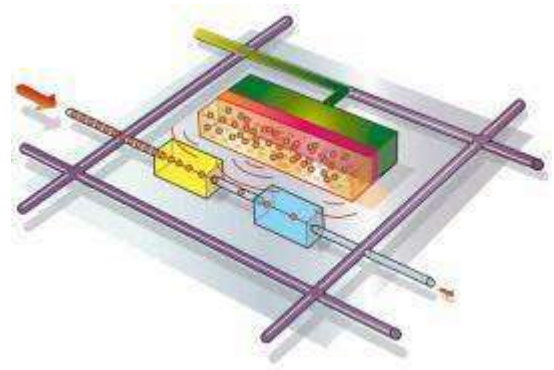


## Ecriture d'une cellule

Lors de l'écriture d'un bit dans une cellule, une tension de 12 volts est envoyée à la fois sur la grille de contrôle et sur la voie qui mène de la source au drain. Les électrons sont alors fortement attirés vers la grille de contrôle. C'est l'effet tunnel Fowler-Nordheim. Les électrons s'amassent dans la grille flottante, où ils restent bloqués (seule une très faible quantité d'électrons parvient à finir sa course jusqu'au drain).

## Effacement d'une cellule

Lors de l'effacement des données, un voltage de 12 V est appliqué sur la source (aucune tension n'est impulsée ni sur le drain, ni sur la grille flottante). L'effet tunnel conduit à l'évacuation des électrons qui se trouvaient dans la grille flottante



### 1.16.2 Les mémoires Compact Flash

La mémoire Compact Flash est constituée d'un contrôleur mémoire et de mémoire flash contenues dans un boîtier de faible dimension (42.8 mm de largeur et 36.4 mm de hauteur),

Il existe 2 types de cartes Compact Flash :

Les cartes Compact Flash type I, d'une épaisseur de 3.3 mm ;

Les cartes Compact Flash type II, d'une épaisseur de 5 mm.

Les cartes CompactFlash sont conformes à la norme PCMCIA/ATA si ce n'est que le connecteur possède 50 broches au lieu des 68 broches des cartes PCMCIA. Ainsi il est possible d'enficher une carte CompactFlash dans un emplacement PCMCIA passif de type II.



### 1.16.3 Mémoire flash à base de nanocristaux de silicium.

Les mémoires flash actuelles sont basées sur des transistors microscopiques qui sont entourés de dioxyde de silicium. Cette couche piège les électrons et la charge est lue comme étant soit des 0, soit des 1. Une mémoire flash peut ainsi stocker des données pendant une dizaine d'années. Toutefois, la couche de dioxyde de silicium reste relativement épaisse et va devenir de plus en plus difficile à rétrécir.

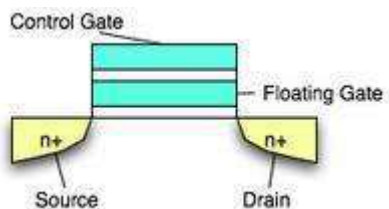
La couche de nanocristaux de silicium utilisée dans cette technologie est beaucoup plus fine qu'une couche "classique" de dioxyde de silicium. En réalité, une telle couche de nanocristaux n'est même pas à l'état solide, et peut être comparée à du givre sur une fenêtre. Bien que le silicium soit *normalement* un conducteur électrique, à des niveaux de densité extrêmement élevés la nature quantique du matériau prend le dessus, et il devient un isolant, piégeant les électrons et retenant les données.

Les nanocristaux de silicium utilisés ressemblent à des sphères de 50 Å de diamètre placées entre deux couches d'oxyde. Les sphères de silicium sont fabriquées de façon à éviter les mouvements latéraux des charges vers d'autres cristaux isolés. Cette conception a pour but d'accroître la fiabilité de la mémoire flash, car ainsi le défaut d'un seul oxyde ne peut pas engendrer une perte complète de la charge électrique, comme dans une mémoire flash conventionnelle.

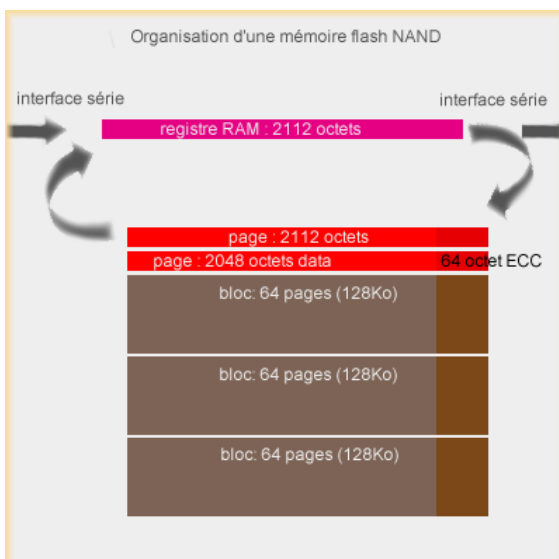
### 1.16.4 Les SSD

Les SSD sont des volumes de mémoire de masse qui sont composés de puces de mémoire flash NAND, mémoire de stockage qui utilise des transistors et dont le fonctionnement est basé sur l'effet tunnel.

Les transistors utilisés dans la mémoire flash ont la particularité de conserver les données en permanence après leur écriture. Ils contiennent deux grilles, une de contrôle et une deuxième, appelée grille flottante, qui est en suspension dans un oxyde, le tout étant placé sur un substrat qui contient deux électrodes.



Pour écrire une donnée, on doit faire passer un courant électrique (7 V) entre les deux électrodes (drain et source) et une tension plus élevée (+- 12 V) dans la grille de contrôle. L'effet *Fowler-Nordheim* implique qu'une partie des électrons qui passent entre les électrodes va se déplacer vers la grille flottante, à travers l'oxyde. Une fois la grille saturée avec des électrons, elle devient isolante et est considérée comme un 0 binaire.



L'effacement d'une cellule s'effectue de la même façon, mais en faisant passer une tension négative dans la grille de contrôle. Les électrons se déplacent alors de la grille flottante vers le substrat. Une fois la grille flottante "vidée" de ses électrons, elle est considérée comme dans un 1 binaire.

Pour la lecture, il faut mesurer la résistance de la grille flottante, en faisant passer une tension faible (5 V) dans la grille de contrôle et dans une des électrodes. Si les électrons passent entre la grille de contrôle et l'électrode, la grille flottante n'est pas isolante, on a un 1 binaire. Si le courant ne passe pas, on a un 0 binaire. La lecture est donc plus rapide que l'écriture ou



l'effacement, car on ne doit pas remplir ou vider la grille flottante avec des électrons.

## La flash NAND et l'organisation en blocs

La mémoire NAND travaille avec un bus série en accès séquentiel. Il est impossible d'accéder directement à un bit en particulier, contrairement à la mémoire NOR. Pour accéder à une information précise, on doit charger entièrement une partie des données dans une petite mémoire RAM, et ensuite lire ce que l'on veut dans cette mémoire (shadowing). Cette particularité explique que la mémoire flash manque parfois d'efficacité avec les très petits fichiers : la lecture d'un fichier de la taille d'une page (généralement 2 Ko) et d'un fichier plus petit prend le même temps.

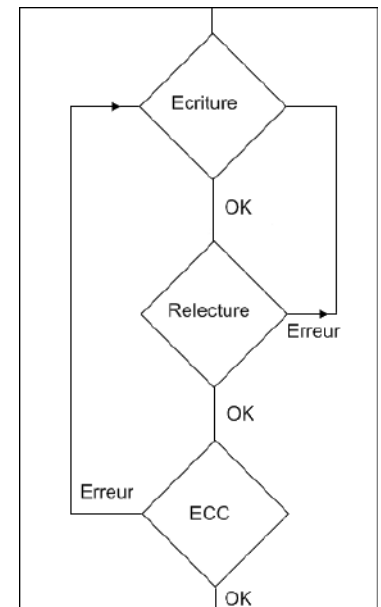
Dans un système classique (une mémoire de 2 Go par exemple) on va travailler avec des blocs de 128 Ko. Le bloc est divisé en 64 pages de 2 Ko. En réalité, une "page" fait plus que 2 Ko : on a 2048 octets accessibles, et 64 octets qui servent de contrôle. La prochaine génération de mémoire flash va travailler avec des pages de 4 Ko. Les anciens systèmes (ou ceux de faible capacité) travaillent avec des pages de 512 octets et des blocs de 16 Ko.

## Lecture sur une page, écriture sur un bloc

Pour l'écriture, on travaille au niveau du bloc : il faut effacer entièrement le bloc de données avant d'écrire une nouvelle valeur. On a donc le même problème qu'en lecture, écrire 1 bit ou écrire 128 Ko (taille typique d'un bloc) nécessite le même temps: on doit reprogrammer entièrement le bloc. En pratique, l'écriture de petits fichiers (sous les 128 Ko) est donc assez lente avec de la mémoire flash.

Performances : du fait de son mode de fonctionnement (séquentiel), l'accès aux données n'est pas instantané. Il faut environ 25  $\mu$ s pour un accès à une page (temps de copie dans la RAM interne). L'accès aux autres pages du bloc est plus rapide (environ 0,03  $\mu$ s), alors que l'effacement d'un bloc prend environ 2 ms.

En comparaison, sur des mémoires de type NOR, la lecture aléatoire d'une donnée est de 12  $\mu$ s (quel que soit l'emplacement de celle-ci) et l'effacement d'un bloc est très lent : 750 ms.



## Durée de vie limitée

\* l'oxyde utilisé pour séparer les grilles. Les électrons doivent traverser cet oxyde pour passer dans la grille flottante ou en sortir. Parfois, il peut arriver que des électrons restent captifs de cet oxyde, et soient relâchés plus tard, ce qui peut perturber les écritures et la lecture.

\* la structure de la grille flottante elle-même : avec le temps, les tensions élevées peuvent l'endommager. On considère qu'une cellule de mémoire SLC peut subir environ 100.000 écritures avant destruction, et que la mémoire MLC Multi-Level Cell qui permet d'obtenir des puces de mémoire flash NAND de capacité élevée est moins endurante : environ 10.000 écritures.

Fonctionnement : on dispose de 3 octets d'ECC par bloc de 512 octets (donc 24 bits). À chaque écriture, le code ECC est calculé et écrit dans la zone inutilisée des blocs de données. Pendant la relecture, le code ECC des données est calculé et comparé au code ECC calculé à l'écriture. Si les deux codes sont identiques, le travail continue. En cas d'erreur sur 1 bit, il y a correction et l'écriture continue. En cas d'erreur sur 2 bits, ou dans le code ECC lui-même, il n'y a pas de correction possible et l'écriture est relancée sur un autre bloc.



## La gestion de l'usure

L'*erase pool*. Une partie de la mémoire est réservée et inaccessible à l'utilisateur. Cette mémoire peut être utilisée par le contrôleur pour remplacer des blocs défectueux sans altérer la capacité du support, et sans que l'utilisateur s'en rende compte. La quantité de mémoire réservée varie entre 1 et 5 % selon le support et le type de mémoire.

Le *Dynamic Wear Leveling*.

Rarement utilisé. Le contrôleur va intercepter les écritures et les distribuer aléatoirement sur des blocs situés dans l'espace libre. Comme les écritures ne seront plus concentrées sur le même bloc physique, on ne risque pas de détruire un bloc en particulier si un programme écrit en permanence sur le même fichier. Mais si l'espace libre est trop faible, les écritures vont se faire fréquemment sur les mêmes blocs, qui vont s'user et donc devenir inutilisables. On considère que le *Dynamic Wear Leveling* perd de son efficacité dès que l'espace libre descend sous les 25 % et est inutile avec moins de 10 % d'espace libre.

Le *Static Wear Leveling*

Le contrôleur enregistre le nombre d'écritures sur chaque bloc et la dernière date d'utilisation de celui-ci. Il est donc capable de déterminer la fréquence (la mesure du nombre de fois qu'un phénomène périodique se reproduit chaque seconde) d'écriture. Si on doit écrire une donnée, il va d'abord chercher le bloc qui a subi le moins de cycles. S'il est libre, le contrôleur l'utilise. Par contre, si le bloc contient des données, il va vérifier la dernière fois qu'il a été écrit et déterminer si c'est une donnée statique (pas d'écriture depuis x temps) ou bien dynamique (le bloc a été écrit récemment).

Si c'est une donnée statique, il va la déplacer vers un bloc usé et mettre la nouvelle donnée à sa place. Si c'est une donnée dynamique qui se trouve sur le bloc, il va en chercher un autre. L'intérêt de la technique consiste à placer les données qui ne sont pas souvent écrites sur des blocs usés et de placer les données souvent modifiées sur des blocs qui ont subi peu d'écriture. Cette technologie permet de garder une usure constante sur le support, et d'augmenter la durée de vie globale.

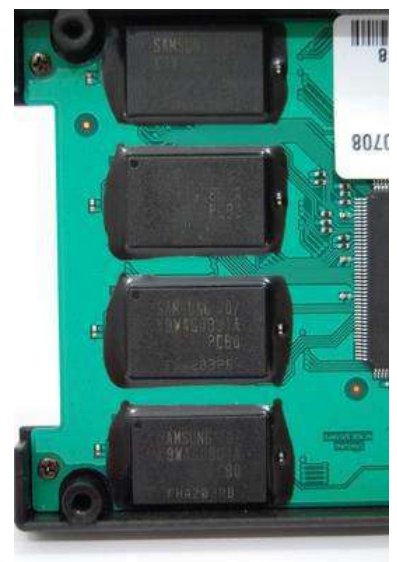
Les SSD sont en général dépourvus de mémoire cache et physiquement, ils sont assez proche d'un disque dur au format 2,5 pouces : même taille (100 x 70 x 9,5 mm), même interface. Le SSD est plus léger, 54 grammes pour le modèle 32 Go, contre 100 grammes environ pour un disque dur 2,5 pouces. Il est reconnu comme un disque dur Ultra DMA 4.

Sa consommation est faible, il n'y a pas de pièces en mouvement et la mémoire elle-même nécessite moins d'énergie pour fonctionner qu'un plateau de disque dur.

\* consommation en veille de 20 mA (avec une tension de 5 V) et en fonctionnement de 200 mA. Un disque dur 2,5 pouces demande entre 20 mA (s'il est en veille complète) et 170 mA (avec les plateaux qui tournent) en veille. En écriture ou en lecture, un disque dur nécessite environ 400 mA, soit le double du SSD.

Le SSD peut supporter des accélérations brusques de 1 500 G et supporter des vibrations continues de 20 G (dans des véhicules en mouvement, par exemple). Un disque dur ne peut résister qu'à 300 G environ, et ne peut pas fonctionner dans un environnement qui vibre en permanence. Enfin, les SSD peuvent fonctionner avec des températures très basses (-25°) et très hautes (85°), là où un disque dur se contente de 5° à 55°.

L'ordinateur démarre plus vite, grâce au temps d'accès très faible et le SSD ne produit aucun bruit.





## 1.17 Alimentation électrique du système



Une alimentation électrique prend en charge le support énergétique de tous les composants internes. Il faut veiller à posséder une alimentation suffisamment puissante afin de pouvoir faire face sans défaillance à la demande de tous les périphériques présents ou à venir.

L'alimentation est aussi la partie la plus bruyante de l'ordinateur, vu le ventilateur qu'elle renferme et qui lui permet de maintenir la température à des niveaux acceptables.

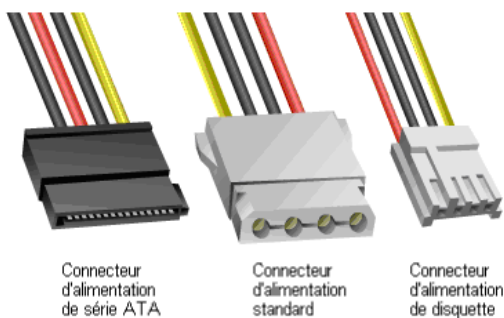
L'adoption des boîtiers ATX et des BTX ensuite, répond, en partie, à la nécessité d'améliorer la ventilation et le refroidissement.

Le type d'alimentation à utiliser est lié au format de la carte mère. Il n'est pas possible d'employer une alimentation ATX sur un PC équipé d'une ancienne carte mère format AT. Quant aux alimentations BTX, elles sont réservées aux boîtiers et aux cartes-mères BTX.

*Les connecteurs d'alimentation des cartes mère AT et ATX sont différents et incompatibles. De plus, les alimentations secteur prévues pour l'ATX comportent une certaine « intelligence » qui permet leur mise en mode « veille » sous contrôle des fonctions d'économie d'énergie du logiciel (on peut juste éteindre ou allumer un bloc alimentation secteur de type AT).*

### Aspects techniques

L'alimentation permet de fournir du courant électrique à tous les composants de l'unité centrale. Une alimentation délivre principalement 3 tensions: 12V, 5V et 3,3V. Elle délivre aussi des tensions négatives : -12V, -5V, et -3,3V qui ne délivrent pas beaucoup de puissance.



Connecteur d'alimentation de série ATA

Connecteur d'alimentation standard

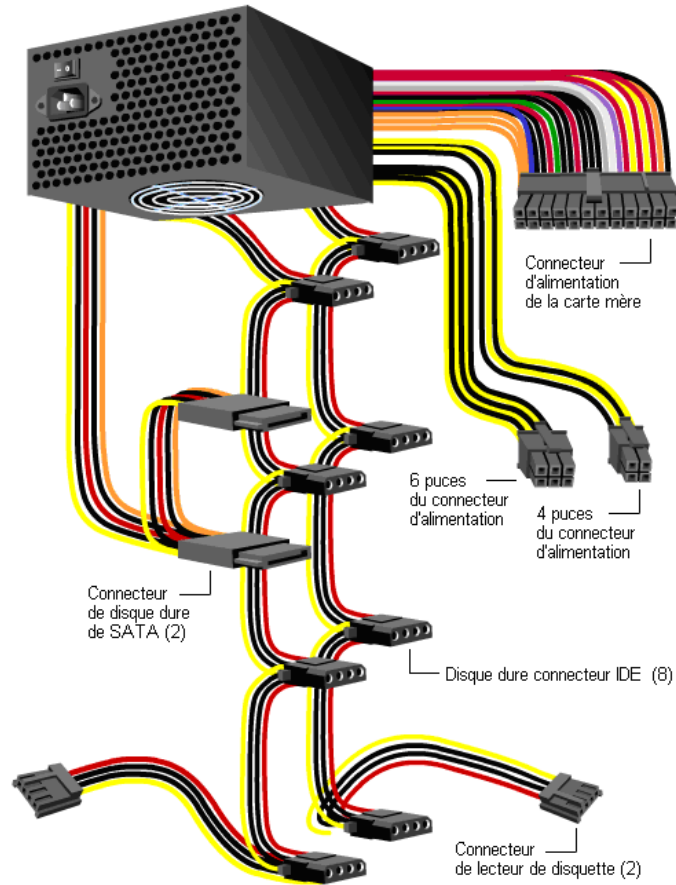
Connecteur d'alimentation de disquette

Il existe des alimentations dont la ventilation est thermorégulée : pour faire le moins de bruit possible, la vitesse du ventilateur varie en fonction de la température de l'alimentation. Plus elle chauffe, plus il tournera vite et inversement.

La puissance idéale se situe aujourd'hui entre 500 et 600 W.

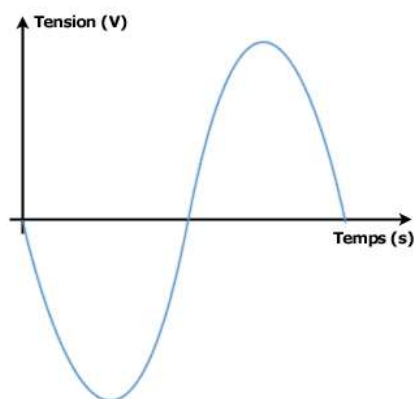
Il peut y avoir jusqu'à cinq types de connecteurs sur une alimentation :

- Celui de la carte-mère, qui est rectangulaire et possède une vingtaine de fils.
- Les prises Molex, qui alimentent les périphériques 3,5 pouces et 5,25 pouces.
- L'alimentation du lecteur de disquette.
- L'alimentation des disques durs SATA.
- Le branchement des façades lumineuses ou encore de ventilateurs intégrés au boîtier.

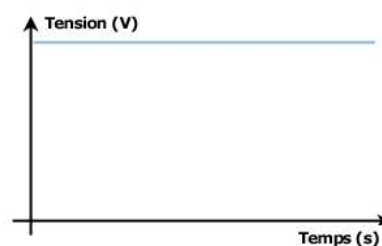


## Tension alternative - tension continue

Une alimentation doit fournir plusieurs tensions à partir d'une même source, à savoir 220V. La tension qui sort de la prise est alternative, elle ne garde pas la même valeur au cours du temps (contrairement à une tension continue). Le premier but de l'alimentation est de convertir le signal 220 Volts alternatif en signal 12 Volts continu :



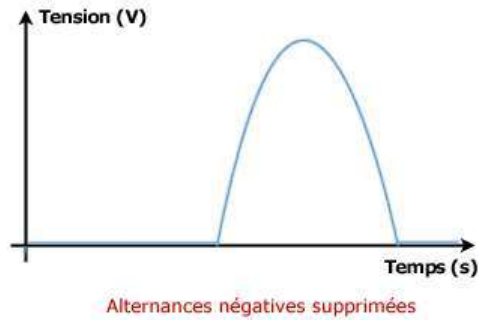
Tension alternative



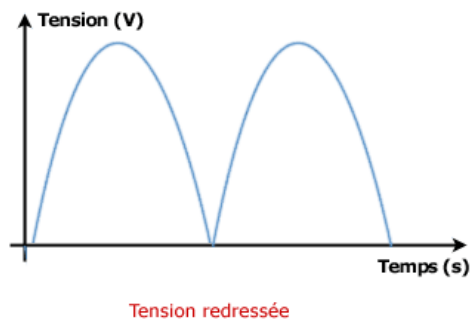
Tension continue

La première étape consiste généralement à utiliser un pont de diodes pour redresser la tension. Le redressement consiste à transformer les alternances négatives en alternances positives (une diode est un composant électronique ne laissant passer que les alternances positives du courant). Voici à quoi ressemble le signal une fois qu'il a passé une diode :



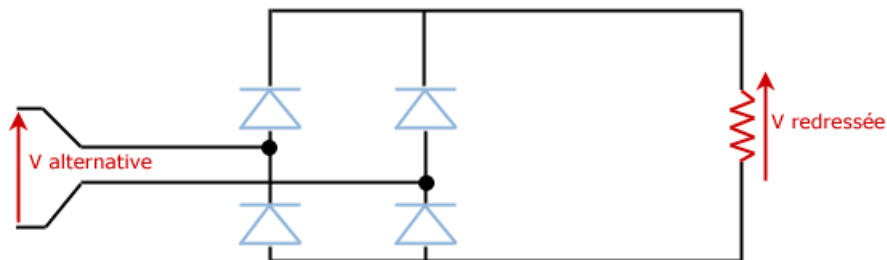


Afin de redresser complètement le signal, on va placer une deuxième diode qui va permettre (en combinaison de la première) d'effectuer un redressement complet du signal :

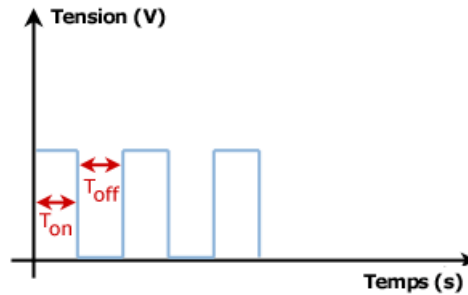


## Le découpage

Nous avons à ce stade redressé complètement le signal, mais il est encore loin d'être continu. Voici le schéma montrant le principe de fonctionnement d'un pont de diodes, aussi appelé pont de Graëtz :



La tension est ensuite lissée pour se rapprocher le plus possible d'une tension continue. Une fois celle-ci obtenue, il va falloir à partir de cette source de 12V obtenir deux autres niveaux de tension qui sont 5V et 3.3V. Pour ce faire, elle utilise ce qu'on appelle le découpage, qui consiste à faire varier le rapport cyclique du signal de manière à obtenir une valeur moyenne différente. Qu'est-ce que le rapport cyclique ? Prenons l'exemple de ce signal :



le rapport cyclique est égal à  $T_{on} / (T_{on} + T_{off})$ , la somme  $T_{on} + T_{off}$  étant la période du signal souvent notée  $T$ . Le rapport cyclique est toujours compris entre 0 et 1. La valeur moyenne du signal obtenu va déterminer la tension en sortie. Si on souhaite obtenir du 6V à partir de 12V, on aura donc à choisir un rapport cyclique de 0.5.

## Bien choisir son alimentation

La puissance délivrée par une alimentation est très variable. Quand l'alimentation est donnée pour 400 Watts sur l'emballage, il est rare qu'elle en délivre plus de 350 non stop.

Le rendement d'une alimentation est également très important. Lorsque vous tirez 600 Watts de la prise de courant, votre PC consomme +- 500 Watts, les 100 Watts restants sont dissipés par l'alimentation sous forme de chaleur. Le rendement se définit comme suit : Rendement = Puissance utile / Puissance consommée. Il est toujours inférieur à 1 (car il existe toujours des dégradations). Plus le rendement se rapproche de 1 (et donc de 100%) et meilleure est l'alimentation. Il existe une norme récente intitulée "80 plus" :



Cette norme signifie qu'une alimentation dotée de ce label aura un rendement au moins égal à 80% et ce lorsqu'elle est chargée à 25%, 50% et 100%. Disposer d'une alimentation possédant ce label est généralement gage de qualité et d'économies.

### 1.17.1 La recharge électrique par induction

La recharge/alimentation électrique par induction, c'est-à-dire sans fil, pourrait devenir une



technologie standard pour les PC portables, téléphones mobiles, PDA, baladeurs ... La technologie WREL (wireless resonant energy link) repose sur la faculté qu'ont 2 objets possédant la même fréquence de résonance d'échanger de l'énergie. Le dispositif est composé de 2 bobines de cuivre situées à distance l'une de l'autre. La première est alimentée en



courant, ce qui crée un champ magnétique qui induit l'apparition d'un courant dans la seconde. Le phénomène de résonance permet d'augmenter la distance entre les 2 éléments.

Les « WildCharger » sont des tapis reliés au secteur et émettant un champ magnétique de très courte portée *via* lesquels il est possible de recharger la batterie d'un appareil (par induction magnétique) simplement en le posant dessus et avec le même temps de charge qu'avec un adaptateur secteur classique.

## Avantages

- possibilité de recharger plusieurs appareils en même temps
- possibilité d'outrepasser le problème des connecteurs propriétaires
- réduction du nombre de câbles
- disponibilité potentielle sous forme de bornes dans des chambres d'hôtels ou dans les aéroports
- à terme, bornes pouvant alimenter les appareils sans contact direct (1 borne par pièce ea)

## Inconvénients

- actuellement, puissance maximale de 120 watts
- nécessité d'utiliser des appareils (téléphone, PDA, PC portables, baladeurs...) compatibles avec la technologie
- les appareils doivent être équipés d'une manière ou d'une autre (en interne de préférence) d'un adaptateur compatible avec le système d'alimentation par induction

Le phénomène d'induction électromagnétique (ou induction magnétique ou, simplement, induction) a pour résultat la production d'une différence de potentiel aux bornes d'un conducteur électrique soumis à un champ électromagnétique variable.

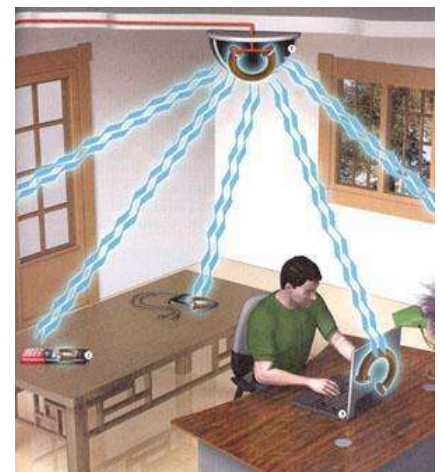
Si un système stable est écarté de sa position d'équilibre, il y retourne via des oscillations dont la fréquence est appelée fréquence de résonance. Ces oscillations se produisent à la fréquence propre du système. Soumis à une excitation dont la fréquence est proche de cette fréquence propre, le système va être entraîné, comme une balançoire, dans une oscillation sinusoïdale qui s'amplifie de plus en plus, jusqu'à une limite ou jusqu'à la rupture d'un élément du système, les contraintes engendrées dépassant la limite de rupture.

## Seconde génération

La réelle alimentation sans fil (et sans tapis) va mettre en œuvre une classe d'objets (antennes) qui, une fois alimentés, ne rayonneraient plus d'onde électromagnétique mais un phénomène nommé "résonance de longue durée".

Ces antennes vibreraient à une fréquence précise. Tous les appareils cible, également équipés d'une antenne compatible, et présents dans le champ d'action de l'antenne d'émission, entreraient en résonance avec celle-ci.

Cette résonance créerait un "tunnel d'énergie" entre les appareils, qui permettrait aux batteries de se recharger et d'alimenter directement les appareils.





Cette technologie permet de franchir les obstacles qui pourraient s'interposer entre l'émetteur et les récepteurs et est réputée sans risque pour l'humain.

## 1.18 Le disque dur



Le disque dur est la mémoire de masse la plus célèbre. Elle équipe tous les pc's et constitue un élément clé de la performance de ce dernier.

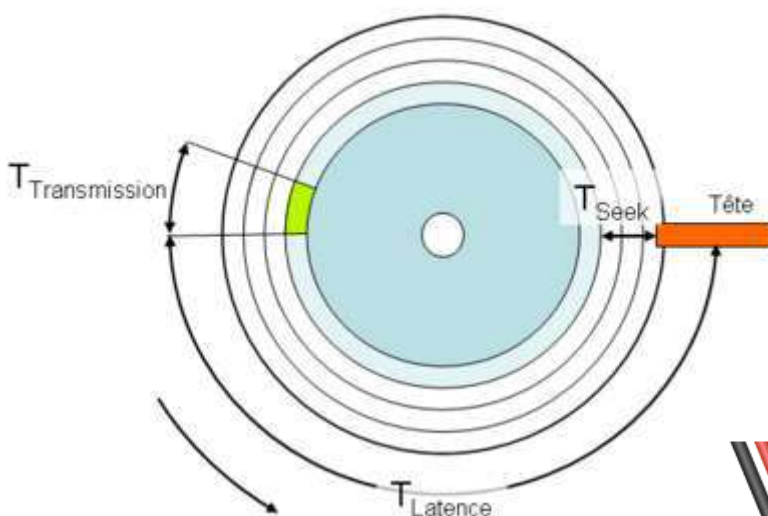
On en mesure les caractéristiques via différents paramètres :

- la capacité : de 20 à 40 MB à l'origine, on est arrivé aujourd'hui à quelques TB et cette valeur augmente régulièrement
- le temps d'accès : temps moyen d'une lecture/écriture; la performance consiste à réduire ce temps à un minimum,
- la vitesse de rotation; plus il tourne vite plus les temps d'accès

sont courts (IDE 7.200 trs/min et SCSI 10.000)

- le type d'interface, IDE, SCSI, SATA; qui influence la performance, l'installation et le prix
- le nombre de plateaux
- le format physique (les dimensions) de l'élément
- les normes de transfert des données et leur débit

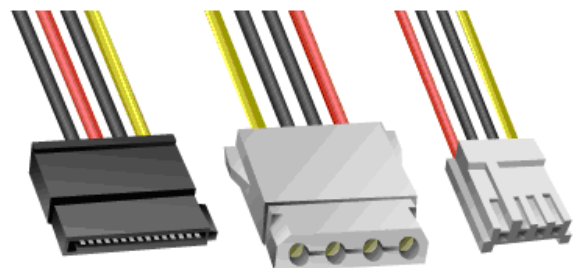
L'unité de disque dur comprend un support d'enregistrement interne et l'interface mécanique nécessaire pour accéder au support et le manipuler. L'unité reconnaît et manipule les données



magnétiques du support au moyen d'une tête de lecture/écriture. Un moteur fait tourner les disques pour permettre à la tête de lecture/écriture d'accéder aux secteurs de données.

Les têtes du disque dur ont la capacité de générer un champ magnétique. Sous l'effet d'impulsions électriques de faible intensité, une polarité positive ou négative est attribuée à une zone minuscule du disque.

Pendant la lecture, cette alternance de polarité engendre un courant électrique capté par la tête et converti en numérique par une puce DSP (Digital Signal Processor) en 0 ou 1.



Connecteur d'alimentation de série ATA

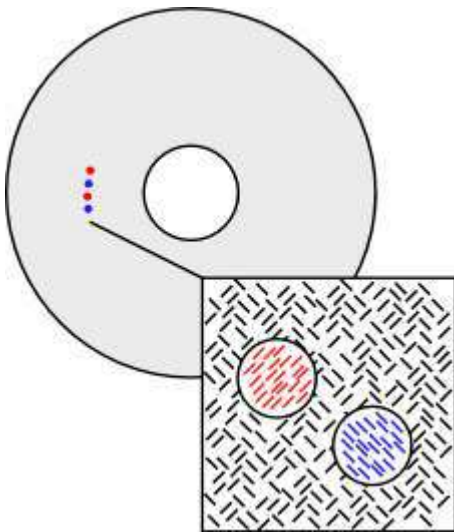
Connecteur d'alimentation standard

Connecteur d'alimentation de disquette

Pour lire le secteur (en vert) situé sur une piste interne à l'opposée de la tête de lecture (en rouge), il faut déplacer la tête vers l'intérieur (T<sub>Seek</sub>), attendre que le bloc arrive sous la tête (T<sub>Latence</sub>) puis lire la totalité du bloc (T<sub>Transmission</sub>). Il est possible d'optimiser le temps d'accès en prenant en compte la vitesse de rotation pendant que la tête se déplace.



## Enregistrement des données



Chaque plateau du disque dur est recouvert d'une fine couche (environ  $1\mu\text{m} = 1$  millionième de mètre) de particules magnétiques. Ces couches sont emprisonnées sous un film protecteur lubrifié.

Les données sont stockées dans la couche aimantée sous forme binaire (0 et 1).

A l'état initial, les particules sont placées de façon désordonnée. Fixées à l'extrémité d'un bras mobile, les têtes, lors de l'écriture, orientent les particules dans le même sens. Sous l'effet d'impulsions électriques positives ou négatives, une polarité (+ ou -) est attribuée à une minuscule zone du disque. A la lecture, l'alternance de polarité engendre un courant électrique qui est capté par la tête. Cependant, le signal magnétique est de très faible intensité et, afin de garantir sa lecture, les têtes sont placées à une distance de 15 nm de la surface. La vitesse de rotation des plateaux génère un coussin d'air qui évite une

collision fatale entre les têtes et la surface. Le courant électrique lu par les têtes est alors converti en numérique via une puce DSP (DIGITAL SIGNAL PROCESSOR) qui gère par ailleurs le déplacement du bras.

Chaque plateau (2 surfaces) est composé de pistes concentriques. Les pistes situées à un même rayon forment un cylindre.

Sur une piste les données sont délimitées en secteurs, aussi appelés blocs.

Il faut trois coordonnées pour accéder à un bloc :

- le numéro de la tête (choix de la surface)
- le numéro de la piste (détermine le déplacement de la tête)
- le numéro du bloc sur cette piste (détermine à partir de quand il faut commencer à lire les données).

Cette conversion est faite par le contrôleur du disque à partir de l'adresse absolue du bloc (un nombre compris entre 0 et le nombre total de blocs (moins 1) contenu sur le disque).

On notera que les secteurs extérieurs et intérieurs n'ont pas la même taille physique.

Sur les premiers disques, une surface était formatée en usine et contenait les informations permettant au système de se synchroniser (de savoir quelle était la position des têtes à tout moment). Cette surface était dénommée servo (servo track). Par la suite, ces zones de synchronisation ont été mixées entre les blocs de données, mais elles sont toujours formatées en usine.

Typiquement donc, on trouvera sur une piste une succession de :

- un petit « blanc » ou « espace » (gap)
- une zone servo
- un entête avec contenant le numéro du bloc qui va suivre
- les données
- une somme de contrôle permettant de corriger des erreurs

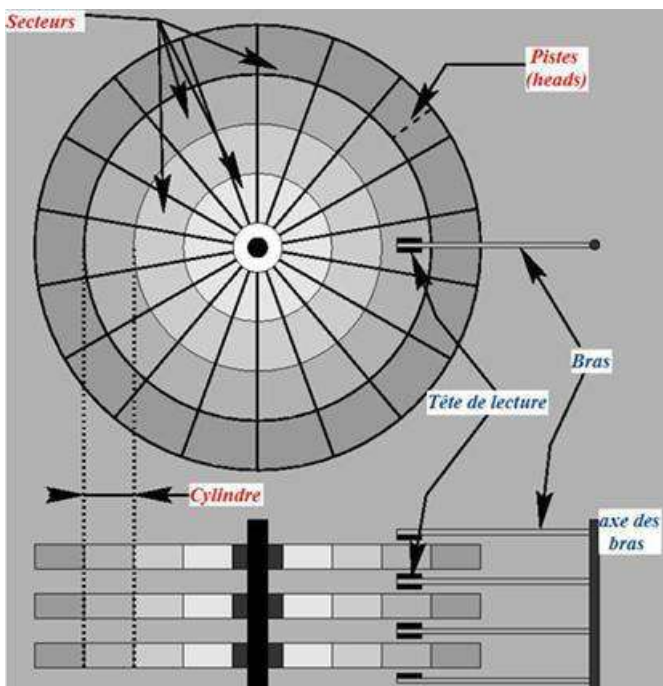


Format d'un secteur. Il ne contient pas seulement les données stockées, mais aussi un préambule permettant de synchroniser le système d'asservissement du disque, un entête avec l'identifiant du bloc et enfin une somme de contrôle ( $\Sigma$ ) permettant de détecter d'éventuelles erreurs.

Une somme de contrôle est une forme de contrôle par redondance, un moyen très simple pour garantir l'intégrité de données en détectant les erreurs lors d'une transmission de données dans le temps (sur un support de données) ou dans l'espace (télécommunications).

Le principe est d'ajouter aux données des éléments dépendant de ces dernières -- on parle de redondance -- et simple à calculer. Cette redondance accompagne les données lors d'une transmission ou bien lors du stockage sur un support quelconque. Plus tard, il est possible de réaliser la même opération sur les données et de comparer le résultat à la somme de contrôle originale, et ainsi conclure sur la corruption potentielle du message.

## Organisation des données sur le disque



Sur chaque plateau du disque, on trouve X pistes cylindriques, découpées en secteurs de 512 Kilo-Octets chacun. Le mouvement des différentes têtes de lecture / écriture n'étant pas indépendant, il est impossible qu'une tête soit sur la 5<sup>e</sup> piste d'un plateau et l'autre sur la 56<sup>e</sup> d'un autre plateau.

Pour accéder à la 30<sup>e</sup> piste d'un plateau, toutes les têtes seront en face de la 30<sup>e</sup> piste de chaque plateau. Sur un disque composé de 3 plateaux, le cylindre (cylindre : constitué par les pistes d'un même numéro sur tous les plateaux) numéro 30 sera donc l'ensemble de 6 pistes (une pour chaque surface de plateau) numérotées 30.

L'adressage d'un secteur se fait normalement en faisant référence au cylindre, la tête utilisée puis le secteur.

On appelle cluster (unité d'allocation) la zone minimale que peut occuper un fichier sur le disque. Le système d'exploitation exploite des blocs (clusters) qui sont constitués de plusieurs secteurs (entre 1 et 16 secteurs). Un fichier minuscule occupera plusieurs secteurs (un cluster), même si 95% de ce cluster reste vide.

## IDE ou SCSI

Tout deux sont des protocoles (langages) de communication et c'est ce qui fait la différence entre ces deux types de disque dur, car la mécanique est la même.



Alors que l'IDE est réservé aux disques durs, SCSI est applicable à tous les périphériques (Cd-rom, imprimante, scanner, HD, etc..). Mais la grosse différence, c'est que le protocole SCSI est dit intelligent.

Pour être intelligent, on équipe les périphériques SCSI d'électronique plus sophistiquée, ce qui explique leur prix plus élevé.

Le processeur étant déchargé, en partie, d'un travail d'organisation et de contrôle des données, il peut exécuter d'autres travaux pendant que le disque SCSI travaille.

## 1.18.1 La mécanique des disques durs

### Vitesse linéaire et de vitesse angulaire

Quand un disque tourne à 7.200 trs/min, il s'agit de vitesse angulaire (1 tour = 1 angle de 360 °) et cette vitesse est constante. Par contre la vitesse linéaire (ou cinconférentielle) varie en permanence et est fonction de la position des têtes du disque par rapport à son axe de rotation (son centre). Plus les têtes s'éloignent du centre, plus la vitesse linéaire augmente et plus le débit est important. Cela signifie qu'une donnée située près du centre du disque dur va être lue moins vite qu'une donnée située au bord.

### Densité d'informations

La densité c'est la quantité d'informations stockable sur une surface donnée. (actuellement +/- 500 Gbit/in<sup>2</sup>). Elle n'influence que le débit du disque et en est la principale caractéristique.

# 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).

### Temps d'accès, ou temps de recherche, ou seek time

C'est le temps que met la tête pour se déplacer jusqu'au cylindre choisi. C'est une moyenne entre le temps piste à piste et le plus long possible (full-stroke).

En 1992, le temps d'accès moyen était de 14 ms contre 9 ms en 2003. La différence n'est pas énorme. Cette faible évolution est un problème d'inertie.

L'inertie, c'est l'énergie qu'il faut dépenser pour arrêter un objet en mouvement. On la résume par  $E = (MV^2)/2$ . Energie = [Masse \* (Vitesse)<sup>2</sup>] / 2

Le terme qui a le plus d'influence est la vitesse, car elle est au carré. En augmentant légèrement la vitesse, l'inertie fait des bonds, rendant la maîtrise de la mécanique du disque rapidement incontrôlable. Une des possibilités d'évolution des disques durs, pour améliorer les temps d'accès, est de les fabriquer plus petits (2"1/2), ce qui donne des bras de tête plus petits et moins lourds. Mais surtout, la distance moyenne à parcourir par les têtes sera plus faible.

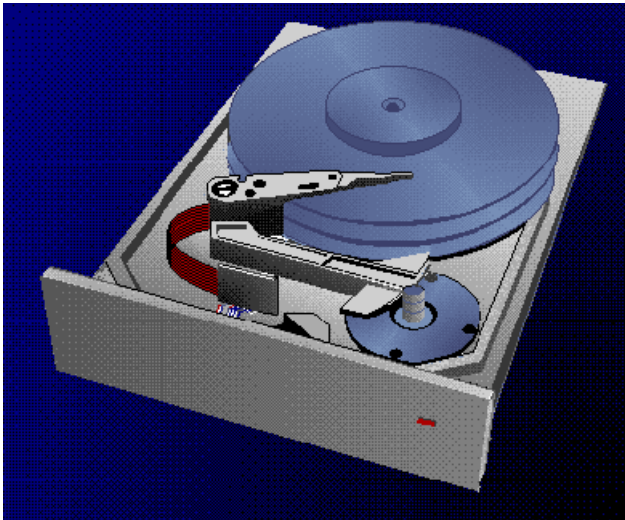
Temps de transfert : le temps que vont mettre les données à être transférées entre le disque dur et l'ordinateur par le biais de son interface.

### Temps de latence

Le temps de latence (auss appelé délai rotationnel) représente le temps écoulé entre le moment où le disque trouve la piste et le moment où il trouve les données.



Le temps de latence moyen actuel est de 3m/s, soit près de 55% du temps d'accès complet, c'est-à-dire qu'au delà d'un niveau de performances, l'augmentation de la vitesse de rotation devient inévitable et nécessaire. Donc plus le disque a une vitesse élevée plus le temps de latence est court. Voici la formule :  $(60 / \text{vitesse de rotation du disque}) / 2$



#### exemples:

$(60 / 4000) / 2 = 7,5 \text{ ms}$  (Big-Foot 19 Go)

$(60 / 5400) / 2 = 5,55555... \text{ soit environ } 5,56 \text{ ms}$

IBM 25 Go

$(60 / 7200) / 2 = 4,16666... \text{ soit environ } 4,17 \text{ ms}$

IBM 14 Go

Pour estimer le temps de transfert total, on additionne ces trois temps. On pourra rajouter le temps de réponse du contrôleur, etc.

#### L'effet taille du HD :

1) Les informations situées au centre d'un disque plus petit seront débitées moins rapidement que celles situées au bord extérieur d'un autre de plus

grande capacité

2) Les têtes de lecture devront parcourir une distance moindre pour la même quantité d'information et permettre une diminution du temps d'accès moyen.

## La cache du disque dur

De la même manière que le processeur est plus rapide que la mémoire RAM, celle-ci est beaucoup plus rapide que les disques durs. Une cache est utilisée entre le disque dur et la mémoire, lorsque l'ordinateur écrit sur le disque, les données sont placées dans la cache, elles sont ensuite écrites sur le disque dur.

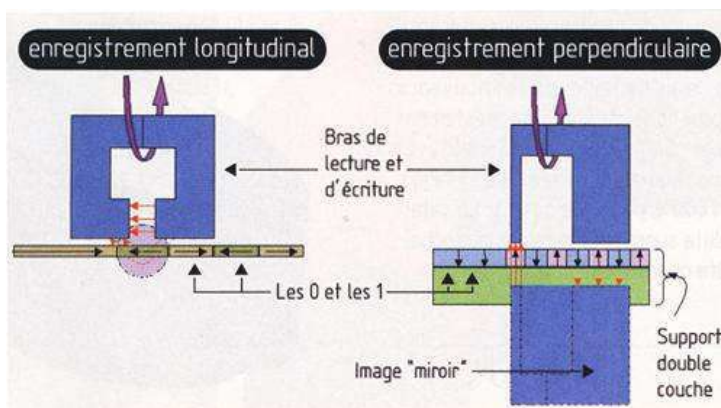
Lorsque le système désire lire sur le disque, la cache peut avoir lu d'avance (prefetch) ou posséder des données lues auparavant, celles-ci sont alors tirées directement de la cache sans avoir à passer par le disque dur. Non seulement l'ordinateur peut utiliser une partie de sa mémoire RAM comme cache entre lui et le disque dur (cache logicielle), les concepteurs de disques durs ont également ajouté une petite quantité de cache matérielle sur les contrôleurs de disques durs.

Le même système (en lecture) est appliqué aux Cd-Rom. Souvent, la différence entre 2 générations successives de lecteurs/graveurs ne tient qu'à une question de taille du cache.

## Connecteur du disque dur

Tous les disques aujourd'hui sont IDE (Integrated Drive Electronics), Electronique Intégrée sur Disque. Les disques IDE n'ont pas besoin de carte contrôleur. Les câbles de ces disques peuvent

se connecter directement sur la carte mère ou sur une carte d'extension IDE (Promise).

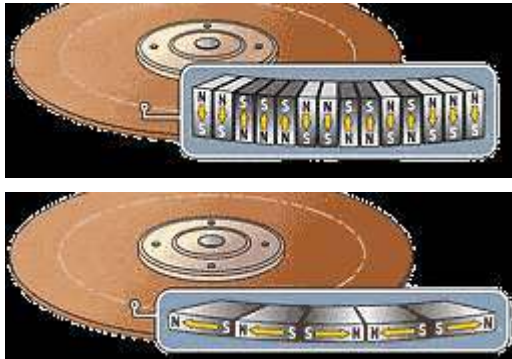


## L'enregistrement perpendiculaire

Il devient de plus en plus complexe d'augmenter la densité de stockage sur les disques durs car l'enregistrement longitudinal stocke les données sous forme de bits magnétiques (particules



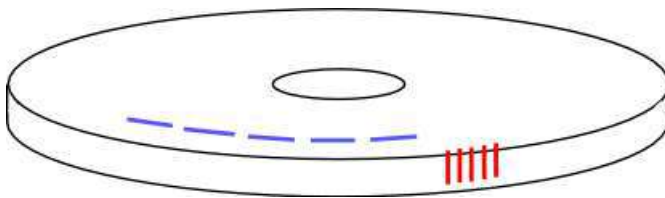
# Hardware



que le champ magnétique de la tête d'écriture oriente dans un sens ou l'autre pour créer un 0 ou un 1), à plat sur la surface du disque sur un revêtement composé de particules ferromagnétiques (matériaux ayant la propriété de s'aimanter en présence d'un champ magnétique et de conserver cette aimantation). Chacune de ces particules va permettre de stocker une information binaire ou bit (0 - 1).

En enregistrement longitudinal, les disques durs les plus performants présentant des plateaux dont la densité surfacique maximale se situe entre 61 et 70 Gbit/in<sup>2</sup>

Pour augmenter encore la capacité, il faut multiplier le nombre de ces bits en diminuant leur taille et en les rapprochant de plus en plus. Mais cette technique se heurte au phénomène du superparamagnétisme (passage d'un état ordonné d'un matériau ferromagnétique à un état désordonné du aux perturbations de l'énergie thermique) : les particules formant les bits, devenues trop petites, deviennent trop sensibles à la chaleur et peuvent se démagnétiser.



La réponse consiste en l'enregistrement perpendiculaire qui consiste à magnétiser les bits d'informations non plus de façon horizontale sur le plateau du disque, mais perpendiculairement à la surface.

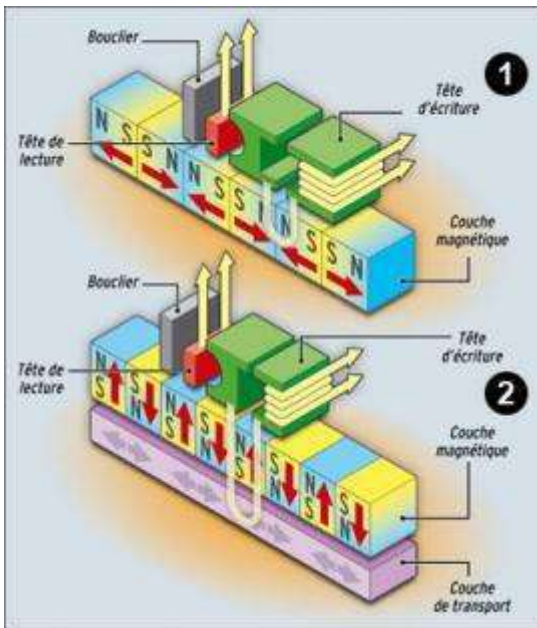
En enregistrement longitudinal, les bits d'enregistrement sont bout à bout, horizontalement. En enregistrement perpendiculaire, ils sont debout, perpendiculaires à la surface. On en place beaucoup plus sur une même surface.

L'enregistrement perpendiculaire autorise de très hautes densités surfaciques, car il produit des champs magnétiques plus intenses sur le média de stockage.

La technologie d'enregistrement perpendiculaire met en oeuvre des têtes TMR (tunneling magneto-resistive) utilisant un faisceau d'électrons, un média à 2 couches perpendiculaires et des technologies avancées de traitement du signal. Une couche de transport pour propager le champ magnétique (située sous la couche d'enregistrement) est alors nécessaire.

Avec l'enregistrement perpendiculaire, les bits magnétiques sont disposés verticalement à l'extrémité de la surface du disque. Ainsi, la tête peut lire et enregistrer plus de données par unité de surface. La limite théorique se situe à 1 Tbit/in<sup>2</sup>. Une telle densité surfacique donnerait naissance à des plateaux de 3,5" de diamètre capables de stocker plus de 1 To de données. Au-delà, la limite de l'effet superparamagnétique interviendra malgré tout, empêchant tout stockage fiable des données.

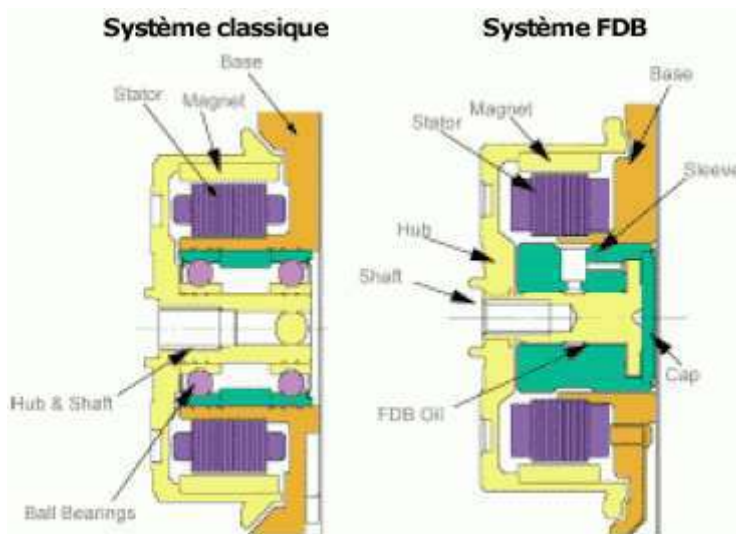
Pour contourner cette limite, interviendra la technologie HAMR (Heat Assisted Magnetic Recording), développée parallèlement à la technologie d'enregistrement perpendiculaire, qui permettra d'atteindre des densités surfaciques, en enregistrement perpendiculaire, de 50 Tbit/in<sup>2</sup>. La technologie HAMR utilise un faisceau laser qui chauffe la surface du média magnétique à un endroit précis avant l'enregistrement des données, ce qui a pour effet de diminuer l'intensité du champ magnétique requis, qui peut ainsi être maintenu dans un état stable. Dans un tel état de stabilité, l'intégrité des données peut être maintenue, malgré la très haute densité surfacique de stockage.



1 - Dans l'enregistrement traditionnel (longitudinal), les particules magnétiques sont polarisées horizontalement (les axes nord/sud sont parallèles à la surface du disque). La réduction de la taille des particules pour augmenter la densité d'enregistrement peut engendrer une instabilité de la polarisation.

2 - L'enregistrement perpendiculaire positionne les axes nord/sud des particules magnétiques perpendiculairement à la surface du disque, ce qui permet de gagner de la place et d'augmenter ainsi la densité. Une couche de transport placée sous la couche d'enregistrement est nécessaire pour propager le champ magnétique lors de l'écriture.

## Le fluid dynamic bearing



Le fluid dynamic bearing (FDB) consiste à placer l'axe de rotation du disque dans un bain d'huile et non simplement dans des billes en acier. La première amélioration perçue est le bruit qui diminue significativement. L'autre amélioration majeure est la durée de vie accrue de ce type de matériel : les billes pouvant se creuser légèrement au bout de longues heures d'utilisation, la précision du disque dur peut en être affectée.

## L'AAM (automatic acoustic management)

L'AAM est un mode qui permet de diminuer le bruit et d'augmenter la durée de vie d'un disque dur en diminuant l'accélération et la décélération des têtes de lecture. Cette fonction diminue énormément les temps d'accès aux données et dégrade les performances globales des disques.

## Disques durs hybrides et mémoire flash

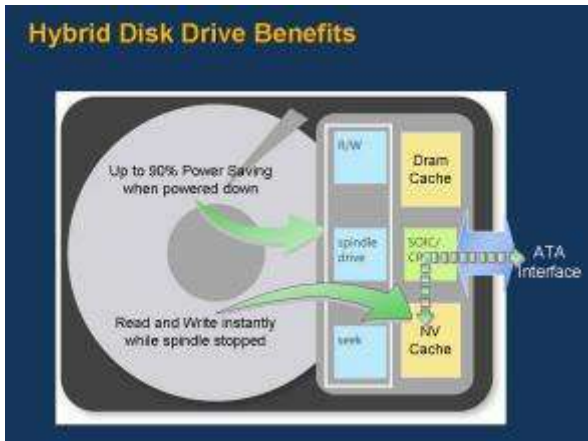
Une nouvelle génération de disques durs embarque une certaine quantité de mémoire flash NAND (au moins 256 Mo) en guise de cache avec pour objectif d'accélérer notamment le démarrage des PC.



Plus rapide que la mécanique d'un disque, la mémoire flash stocke les informations fréquemment consultées par le système d'exploitation. En réduisant les accès aux disques durs, cette mémoire accélère de 20% le démarrage de la machine ou la sortie du mode veille. La consommation globale du disque devrait elle aussi diminuer de 50 %.

Windows XP ne gérant pas ce genre de technologie, il faut utiliser Vista ou Seven pour en profiter.

Ces hd utilisent l'interface SATA-2, la technologie d'enregistrement magnétique perpendiculaire, présentent une capacité jusqu'à 160 Go, et tournent à 5400 rpm avec 8 Mo de mémoire tampon traditionnelle



Une évolution future sera l'intégration de cette mémoire Flash à la carte mère elle-même, afin que tous les types de disques durs puissent en profiter pleinement.

## Les disques durs hybrides

En plus des plateaux habituels, un module de mémoire flash (//1 gb) est ajouté au disque. Lors de l'utilisation, les données sont stockées dans la mémoire flash, ce qui évite au disque d'être en permanence en rotation, d'où le gain en consommation électrique. Quand la flash est pleine, le disque transfère son contenu sur les plateaux. Le disque ne sera ainsi en fonction que quelques dizaines de secondes toutes les 20 ou 30 minutes (selon utilisation). Si le fichier à enregistrer est plus grand que la flash, le système passe outre et enregistre de suite sur les plateaux.

### Avantages :

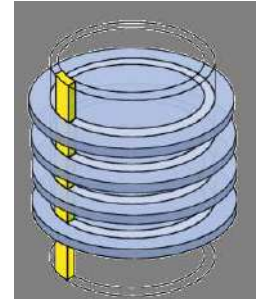
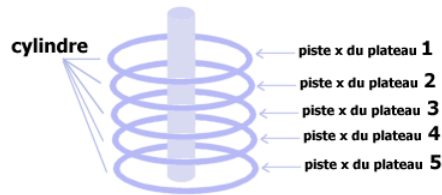
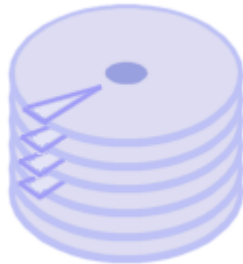
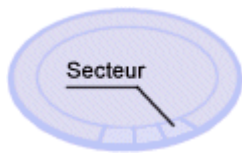
Economie d'énergie : augmentation du temps d'utilisation d'un portable de 5 à 15%.  
Diminution du bruit et du dégagement thermique.  
Moins de fragilité en cas de choc (disque presque sûrement à l'arrêt).  
Démarrage du pc plus rapide : la flash stocke une partie des éléments du boot et les charge pendant que le disque dur arrive à sa vitesse de rotation.

### Inconvénients :

Prix encore élevé.  
En cas d'accès à la masse du disque dur, le temps d'accès est plus long car les plateaux doivent se remettre en rotation.  
Durée de vie diminuée car le nombre de cycles d'écriture d'une flash est inférieur à celui d'un disque dur.  
Utilisation dépendante d'une composante logicielle (ReadyDrive).

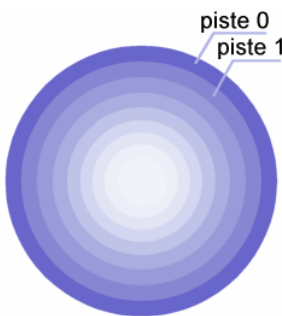


## 1.18.2 Le format du disque dur



Le HD, comme les disquettes, disques amovibles et autres supports magnétiques doit être formaté avant d'être utilisé. La surface magnétique est garnie de balises et divisées en pistes et secteurs. Le cylindre est l'espace de stockage accessible simultanément par toutes les têtes du HD et sur tous ses plateaux. Le formatage détruit tout ce qui se trouve sur le disque.

Il faut distinguer le formatage de bas niveau (formatage physique) et le formatage de haut niveau (formatage logique). La surface de chaque cylindre, originalement uniforme, est divisée lors du formatage en petites zones qui pourront ensuite être individualisées.



La surface de chaque cylindre, originalement uniforme, est divisée lors du formatage en petites zones qui pourront ensuite être individualisées.

### Le formatage de bas niveau

C'est une opération magnétique, effectuée :

- en usine par le constructeur d'un disque dur
- chaque fois qu'on formate une disquette

Le but du formatage de bas niveau est de diviser la surface des disques en éléments basiques:

- pistes
- secteurs
- cylindres

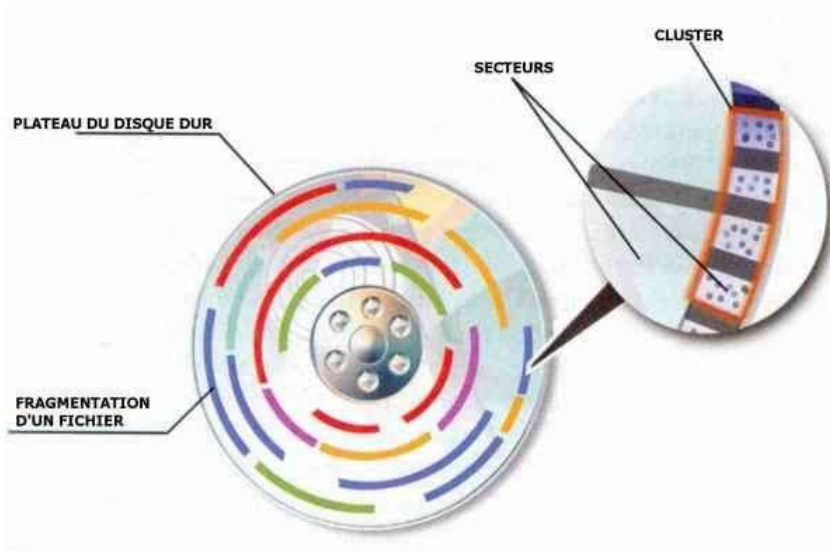
Un disque dur est constitué de plusieurs plateaux circulaires tournant autour d'un axe et recouverts de part et d'autre par un oxyde magnétique, qui, en étant polarisé, va pouvoir stocker des données.

Les pistes sont des zones concentriques écrites de part et d'autre d'un plateau.

Enfin ces pistes sont découpées en quartiers appelés secteurs.

Les pistes se comptent par milliers et comptent chacune de 60 à 120 secteurs environ.

NB: Dans le cas d'une disquette, ces infos sont standardisées, fonction du type de support (p.ex. pour les disquettes Haute Densité 3"1/2 : 512 octets par secteur, 2 têtes, 80 pistes, 18 secteurs par piste, soit 1.44Mo de capacité), ou transmises en paramètres au programme :  
format a: /F:taille /T:pistes /N:secteurs



Le programme de formatage bas niveau détermine la taille de secteurs à utiliser (512 octets en principe), le nombre de têtes, le nombre de pistes (ou cylindres) et le nombre de secteurs par piste, à partir d'informations codées dans le disque dur par le constructeur.

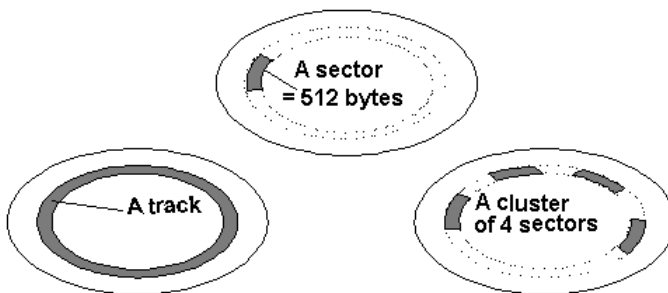
Ce programme vérifie tous les secteurs un par un, en les magnétisant et en lisant le résultat, et stocke sur le disque des informations d'erreur éventuelle et d'identification pour chaque secteur.

Le type d'OS va déterminer le type de système de fichiers qui va être utilisé et la taille de la partition déterminera le nombre de secteurs par clusters.

Un cluster va être accédé par un n° logique, or ce n° ne correspond jamais à l'ordre physique des secteurs, pour des questions de performances.

Compte tenu de l'inertie du mécanisme et du temps de lecture lui-même, quand on lit un cluster, il est impossible de lire "posément" le suivant immédiat (géométriquement parlant), car la tête a souvent dépassé le début avant d'être à même d'effectuer la lecture.

On est alors obligé de faire un tour quasi complet, ce qui est une grosse perte de temps et de performances.

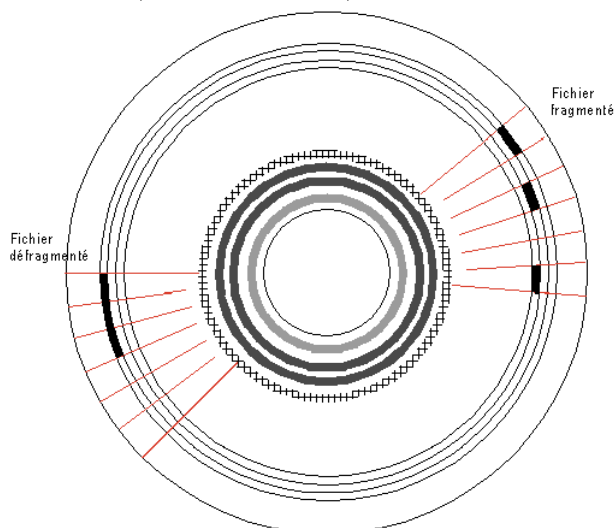


Distance disque - tête de lecture : moins de 0,5 u.

Donc, le cluster logique suivant a intérêt à être physiquement un peu plus loin (non contigu au précédent). Ce décalage correspond à ce qu'on appelle le "facteur d'entrelacement" (interleaving). Il dépend de la vitesse de rotation du disque et de la vitesse de traitement du contrôleur de disque. Par exemple, un facteur de "6" signifie qu'il faut "sauter" 5 clusters physiques après avoir accédé à un cluster pour accéder au cluster logique suivant.

Une erreur sur ce facteur peut rendre le disque inutilisable, c'est pourquoi le formatage bas niveau d'un disque dur :

- est effectué par le constructeur, qui possède toutes les données relatives à son produit
- ne doit être réalisé par l'utilisateur final que si le disque est vraiment "mort", et que dans ce cas on ne risque plus rien (fdisk)



xxxxxxxxxxxxxxxx Root directory : contient des informations sur la taille, l'histoire et les attributs des fichiers  
 ——— FAT 2 : copie de la FAT 1 : double des informations de la FAT 1 (mise à jour simultanée). Elles doivent correspondre rigoureusement l'une à l'autre.  
 ——— FAT 1 : contient la liste des fichiers, leurs adresses et le mode de fragmentation  
 ——— Secteur 0 ou d'amorçage - indique le "début".

Le formatage physique consiste à organiser la surface de chaque plateau en entités appelées



pistes et secteurs, en polarisant grâce aux têtes d'écriture des zones du disque. Les pistes sont numérotées en partant de 0, puis les têtes polarisent concentriquement la surface des plateaux. Lorsque l'on passe à la piste suivante, la tête laisse un "trou" et ainsi de suite. Chaque piste est elle-même organisée en secteurs (numérotés en commençant à partir de 1) séparé entre eux par des trous (gaps). Chacun de ces secteurs commence par une zone réservée aux informations du système appelée préfixe et se termine par une zone appelée suffixe

Le formatage de bas niveau a donc pour but de préparer la surface du disque à accueillir des données (il ne dépend pas du système d'exploitation et permet grâce à des tests effectués par le constructeur de marquer les secteurs défectueux).

Lorsque vous achetez un disque dur, celui-ci a déjà subi un formatage de bas niveau.

## Somme de contrôle

Pendant le formatage, des tests de contrôle (algorithme permettant de tester la validité des secteurs grâce à des sommes de contrôle) sont effectués et à chaque fois qu'un secteur est considéré comme défectueux, la somme de contrôle (invalide) est inscrite dans le préfixe, il ne pourra alors plus être utilisé par la suite.

Lorsque le disque lit des données, il envoie une valeur qui dépend du contenu du paquet envoyé, et qui est initialement stockée avec ceux-ci. Le système calcule cette valeur en fonction des données reçues, puis la compare avec celle qui était stockée avec les données. Si ces deux valeurs sont différentes, les données ne sont pas valides, il y a probablement un problème de surface du disque. Le contrôle de redondance cyclique (CRC: cyclic redundancy check), est basé sur le même principe pour contrôler l'intégrité d'un fichier.

Les utilitaires d'analyse comme scandisk ou chkdsk opèrent autrement: ils inscrivent des données sur les secteurs à priori marqués valides, puis les relisent et les comparent. Si ceux-ci sont similaires, l'utilitaire passe au secteur suivant, dans le cas contraire ils marquent le secteur défectueux.

## **Formatage de haut niveau**

Le formatage logique s'effectue après le formatage de bas niveau et crée un système de fichiers sur le disque, qui va permettre à un système d'exploitation (DOS, Windows, Linux ...) d'utiliser l'espace disque pour stocker et utiliser des fichiers.

Les systèmes d'exploitation utilisent des systèmes de fichiers différents, ainsi le type de formatage logique dépend du système d'exploitation qui sera installé. Si un disque est formaté en un seul système de fichiers, cela limite naturellement le nombre et le type de systèmes d'exploitation potentiellement utilisable (en effet vous ne pourrez installer que des systèmes d'exploitation utilisant le même système de fichiers).

Heureusement, il y a une solution qui consiste à créer des partitions. Chacune des partitions peut avoir son propre système de fichiers, ce qui permet d'installer plusieurs systèmes d'exploitation différents si nécessaire.

## **NCQ: Native Command Queueing**

L'arrivée du Serial-ATA 3 Gb/s permet de faire passer le débit d'information à 3 Gb/s (300 Mo/s). Dans la foulée de cette norme émergente, on trouve quelques fonctions nouvelles, dont le NCQ.

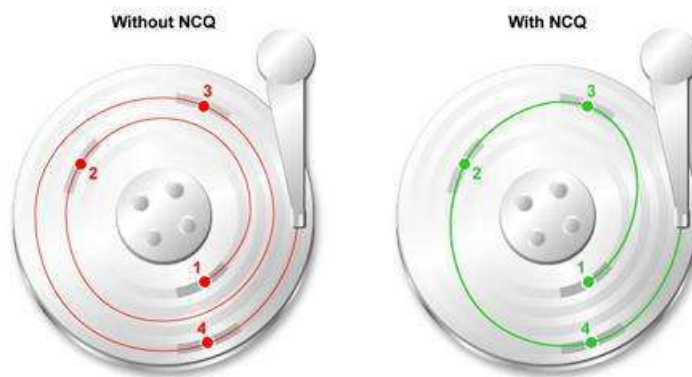


C'est une amélioration mécanique de la gestion des informations. En soi, un disque NCQ est identique à un disque standard, ils ont des vitesses de rotation et des têtes de lecture identiques.

La gestion électronique du disque examine les informations qui lui sont demandées par le système, et organise ces informations pour que les têtes de lecture aient le moins de "chemin" possible à effectuer pour les lire. Plutôt que de lire les informations dans l'ordre d'écriture, le disque optimise le chemin de lecture des clusters.

Exemple, le système demande la lecture de 4 clusters sans la fonction NCQ, le disque lira les plages dans l'ordre d'écriture (qui n'est peut-être pas optimisé): 1 - 2 - 3 - 4

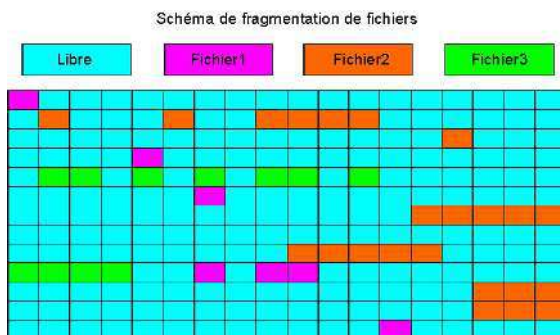
Avec la technologie NCQ, le chemin des têtes est organisé de manière différente en fonction de l'emplacement physique des données: 1 - 3 - 2 - 4



On peut voir le gain de distance réalisé par les têtes. Les données sont ensuite assemblées dans le buffer du disque dans l'ordre correct.

Le gain moyen en performances est de 20%. En théorie, le NCQ n'est pas dépendant du contrôleur sur lequel il est branché et apporte un gain réel sur un contrôleur classique SATA-150.

### 1.18.3 La défragmentation du disque dur



La fragmentation du disque est liée à la manière dont l'OS stocke les fichiers sur le disque. Lors du formatage, le disque est organisé en groupes de secteurs nommés clusters. Quand un fichier est sauvé sur le disque, on utilise des tables d'information spéciales pour décrire le type de fichier, sa taille,... La FAT (File Allocation Table) est l'une de ces tables, située en piste 0, juste après le secteur de boot ou l'on marque l'emplacement de chaque secteur constituant un fichier stocké sur le disque. La FAT répertorie les différents clusters constituant un fichier et si on doit charger un fichier s'étendant sur plusieurs clusters, chaque cluster qui le constitue donne les coordonnées du cluster suivant, via la FAT. Tant que l'on ajoute des fichiers, ils se rangent les uns à la suite des autres, mais quand on les efface, l'OS ne les supprime pas réellement, il va seulement, dans la FAT et dans le répertoire racine, marquer les clusters correspondants à ce fichier comme étant libres. (Cela explique pourquoi effacer un fichier est beaucoup plus rapide que de le copier.) Le fichier reste donc physiquement sur le disque, c'est ce qui permet à certains outils de le récupérer en cas de besoin. La fragmentation prend toute son importance quand on copie de nouvelles données dans la partition ou l'on vient d'effacer un fichier



et que l'OS va utiliser en priorité (alors, plus de récupération possible). La taille du nouveau fichier ne correspond jamais à celle du fichier effacé et l'OS en copie la suite sur le cluster libre suivant. A force de copier et effacer des fichiers, les différents blocs d'un même fichier finissent par ne plus être logiquement contigus mais de plus en plus mélangés. Cette situation amène un allongement des temps d'accès car la tête de lecture du disque doit faire un grand nombre de mouvements pour aller chercher tous les "bouts" du fichier et le reconstituer.

 Fichier non fragmenté

 Fichier fragmenté

Les utilitaires de défragmentation (Defrag, Norton Speed Disk) déplacent les différents bouts de fichiers pour les rassembler logiquement, programme par programme et fichier par fichier. Ils sont à utiliser quand c'est nécessaire, si le PC réalise trop de fichiers d'échange (swap) et présente des temps d'accès trop longs. Il est à noter que si un pc s'éteint lors d'une défragmentation (panne de courant, manip erronée,...), le volume concerné n'est plus qu'une soupe inutilisable et doit être formaté, tout son contenu étant perdu.

#### 1.18.4 Partitionnement du HD

Le partitionnement d'un disque dur consiste à le diviser en plusieurs unités logiques portant pour le système des noms différents. Alors que le hd est traditionnellement c :, une fois partitionné, par exemple en 3, une partition va rester c : et les autres seront d : et e : Le partitionnement se réalise via une option du système lors du FDISK et peut diviser le disque en maximum 4 zones.

Le disque dur est une armoire, dans laquelle on a prévu des tiroirs ou rayonnages, afin de trier/ranger les fichiers que l'on met dedans.

Si une partition, contenant uniquement des applications vient à se "crasher", cela n'empêchera pas la partition principale, contenant le système d'exploitation, de fonctionner (et inversement).

Avec les plates-formes INTEL, 4 partitions au maximum ont été prévues qui constituent des partitions "PRIMAIRES" (ou "PRINCIPALES", les deux appellations sont équivalentes)

Il y a ainsi trois sortes de partitions: les partitions principales, la partition étendue et les lecteurs logiques.

Un disque peut contenir jusqu'à quatre partitions principales (dont une seule peut être active à la fois), ou trois partitions principales et une partition étendue. Dans la partition étendue l'utilisateur peut créer un ou des lecteur(s) logique(s) (c'est-à-dire faire en sorte que l'on ait l'impression qu'il y a plusieurs disques durs de taille moindre).

On peut également diviser le disque en 2 partitions principales et 1 étendue ou 1 partition principale et 1 étendue (ce qui est le cas le plus courant).

#### Partition principale

Une partition principale doit être formatée logiquement, puis contenir un système de fichier correspondant au système d'exploitation installé sur celle-ci.

Si il y a plusieurs partitions principales sur un disque, une seule sera active et visible à la fois, selon le système d'exploitation utilisé pour démarrer. En choisissant le système d'exploitation de démarrage, on détermine la partition visible. La partition active est la partition principale sur laquelle un des systèmes d'exploitation est démarré au lancement de l'ordinateur.





Les partitions principales autres que celle sur laquelle vous démarrez seront alors cachées, ce qui empêchera d'accéder à leurs données. Ainsi, les données d'une partition principale ne sont accessibles qu'à partir du système d'exploitation installé sur cette partition (ou compatible).

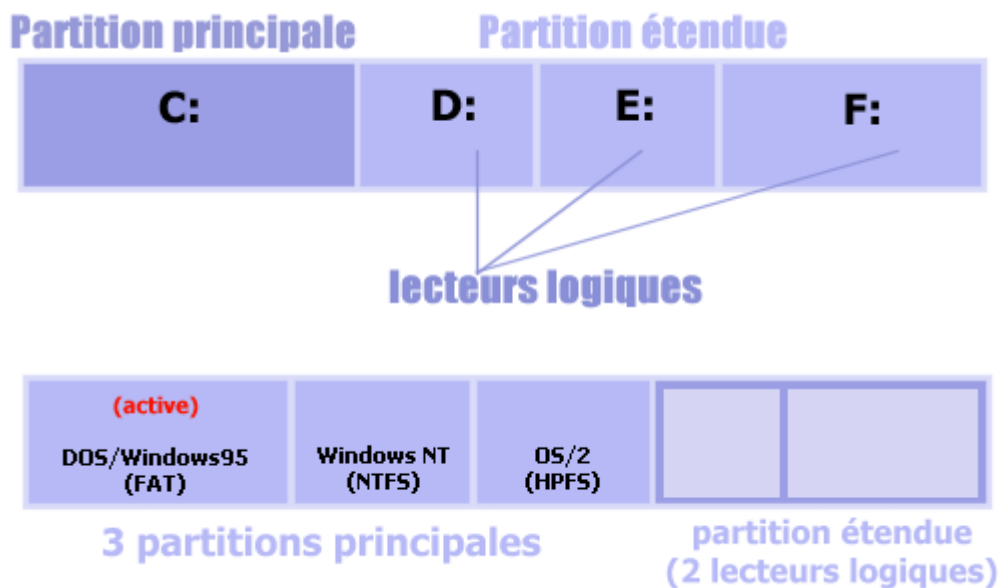
## Partition étendue

La partition étendue a été mise au point pour outrepasser la limite des quatre partitions principales, en ayant la possibilité de créer dans celle-ci autant de lecteurs logiques que voulu. Au moins un lecteur logique est nécessaire dans une partition étendue, car vous ne pouvez pas y stocker de données directement.

L'opération de "partage", ou partitionnement, est effectuée par l'outil "FDISK" (aussi bien sous DOS, Windows 9x que Linux), par "WINDISK" (sous Windows NT), ou avec des outils dédiés tels que "Partition Magic", "Partition IT",

Donc, un disque pourra avoir la structure suivante :

- 1 et 1 seule partition primaire ou principale (par OS) – S'il y a 2 OS sur le même disque dur, chacun aura sa partition primaire, mais sera le seul à la voir sur le volume. On peut avoir jusqu'à 4 (pas plus) partitions primaires sur un HD. Une seule peut être active à la fois.
- 1 partition étendue qui sera divisée en lecteurs logiques qui seront nommés par les lettres de l'alphabet. Ces lecteurs logiques sont les zones que nous utilisons habituellement (D: - E: - ...°)



Le partitionnement n'existe que pour les disques durs (et non pour les disquettes)

## Le Master Boot Record

Le secteur de démarrage (Master Boot Record ou MBR) est le premier secteur d'un disque dur (cylindre 0, tête 0 et secteur 1), il contient la table de partition principale et le code qui, une fois chargé en mémoire, va permettre d'amorcer le système (booter).

Ce programme, une fois en mémoire, va déterminer sur quelle partition le système va s'amorcer, et il va démarrer le programme (bootstrap) qui va amorcer le système d'exploitation présent sur cette partition.

D'autre part, c'est ce secteur du disque qui contient toutes les informations relatives au disque dur (fabricant, numéro de série, nombre d'octets par secteur, nombre de secteurs par cluster, nombre



de secteurs,...). Ce secteur est le plus important du disque dur, il sert au setup du BIOS à reconnaître le disque dur. Ainsi, sans celui-ci le disque est inutilisable, c'est donc une des cibles préférées des virus.

## Formatage logique (suite)

Il est réalisé par la commande FORMAT (sous DOS, Win9x), WINDISK (sous NT), MKFS (sous Linux) et va permettre d'organiser un "catalogue" (vierge au début) de tous les fichiers qui seront copiés sur le volume par la suite. Cette organisation varie suivant les systèmes de fichiers prévus (supportés par le système d'exploitation correspondant).

Cette organisation est appelée type de partition, et est stocké sous la forme d'un octet dans une table située dans le 1er secteur physique du disque (le MBR), ou dans une table secondaire, située ailleurs (un EBR), mais dont l'adresse est stockée dans le MBR.

Système d'exploitation	Types de système de fichiers supportés
Dos	FAT16
Windows 95	FAT16
Windows 95 OSR2	FAT16, FAT32
Windows 98	FAT16, FAT32
Windows NT4	FAT, NTFS (version 4)
Windows 2000/XP	FAT, FAT16, FAT32, NTFS (versions 4 et 5)
Linux	Ext2, Ext3, ReiserFS, Linux Swap(, FAT16, FAT32, NTFS)
MacOS	HFS (Hierarchical File System), MFS (Macintosh File System)
OS/2	HPFS (High Performance File System)
SGI IRIX	XFS
FreeBSD, OpenBSD	UFS (Unix File System)
Sun Solaris	UFS (Unix File System)
IBM AIX	JFS (Journaled File System)

FAT12	disquettes DOS
FAT16	DOS, Windows 9x, Windows NT, Windows 2000, XP
FAT32	Windows 9x, Windows 2000, XP
NTFS	Windows NT3.5x, NT4 et Windows 2000, XP
NTFS5	Windows 2000, XP
EXT2	Linux
BE	BeOS

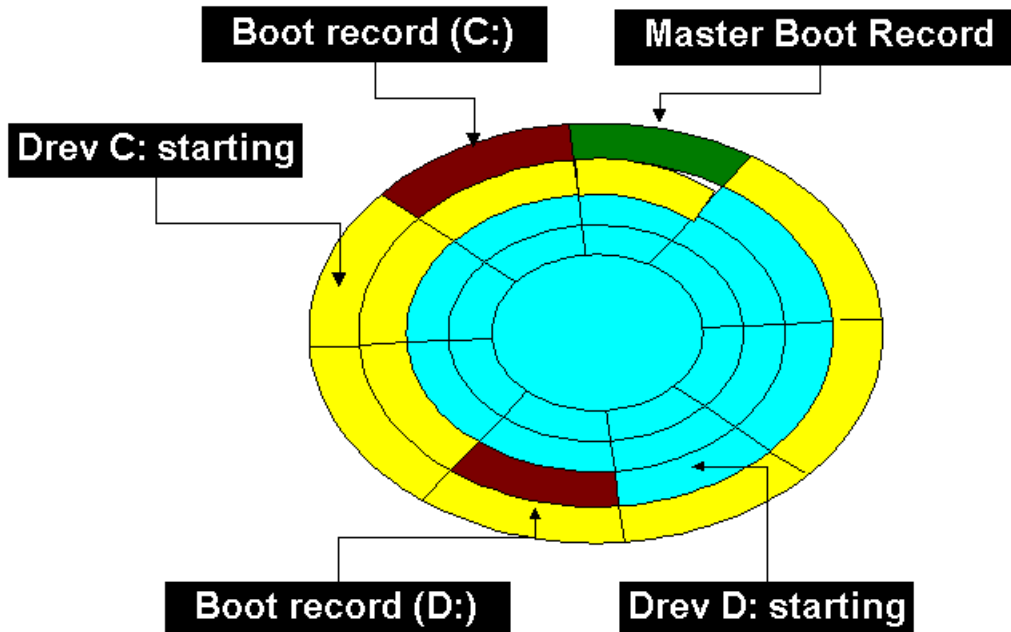
Certains systèmes d'exploitation peuvent accéder (nativement ou à l'aide d'outils spécifiques) à des systèmes de fichiers prévus pour d'autre systèmes. Ainsi :

Linux et BeOS savent accéder aux partitions de type FAT,
le Service Pack 4 (et au delà) permet l'accès à des partitions NTFS5 sous Windows NT4
l'utilitaire explore2fs (Windows 32 bits) permet l'accès à des partitions EXT2 sous toute plate- forme Windows 32 bits,
le driver FAT32.SYS permet l'accès à des partitions FAT32 sous Windows NT4
l'outil NTFS98 permet l'accès à des partitions NTFS et NTFS5 sous Windows 9x

Si on prend le cas de DOS (ou Windows 9x), le formatage logique va créer successivement :



- \* un secteur de démarrage (bootsector) (il y a un secteur de boot quel que soit le système : DOS, Windows 9x, XP, Linux, BeOS,..)
- \* une table de "localisation" (= la FAT ou, selon l'OS, ce qui en tient lieu) de tous les secteurs de chaque fichier, des secteurs défectueux et des secteurs libres.
- \* un catalogue principal (= le répertoire racine)



Les opérations de "préparation" d'un disque dur avant usage sont donc :

- formatage bas niveau (chez le constructeur)
- partitionnement (par l'utilisateur, effectué en principe une fois, mais peut être modifié)
- formatage logique de chaque partition (par l'utilisateur, effectué une ou plusieurs fois, avant ou au cours de l'installation d'un système d'exploitation dans le cas d'une partition système, une ou plusieurs fois dans le cas d'une partition non système)

## Disquette :

- \* formatage bas niveau et, IMMÉDIATEMENT après, formatage logique (par l'utilisateur, ou par le fabricant).
- \* Il n'y a pas de partitionnement sur une disquette, donc il n'y a pas de MBR, car elle ne contient qu'une seule partition.

## Nombre maximum d'entrées à la racine d'une partition FAT

Le répertoire racine d'un disque formaté en FAT 12 ou en FAT 16 est fixe et dépend du type de support (disque dur ou disquette).

En conséquence, le nombre de fichiers ou de répertoires que peut contenir le répertoire racine de ce type de partition est limité (ce qui n'est pas le cas avec la FAT 32).

Support	Nombre maximum d'entrées
Disquette 1.44 M (FAT 12)	254
Disque dur (FAT 16)	512
Disque dur (FAT 32)	Illimité (limité par la capacité du disque dur)



Il est préférable de partitionner son HD pour plusieurs raisons :

- Cela force à un minimum d'organisation. Par exemple : une partition pour le système, une pour les applications et une pour les données.
- Effet protecteur car, en cas de plantage, il vous reste des chances de continuer à accéder aux autres partitions et d'y sauver ce qui s'y trouve.
- Sauvegardes de sécurité : il est plus facile de faire un back-up d'une partition de taille modérée (on peut s'arranger pour qu'une partition tienne sur une cartouche de sauvegarde).
- Efficacité dans l'utilisation de l'espace disque : la taille d'une partition influence directement la taille des clusters utilisés (Le cluster est l'unité d'allocation mémoire la plus petite manipulable dans une partition). Par exemple, une partition de 100 Mo utilise des clusters de 2 Ko et donc, tout fichier de taille inférieure utilisera quand même cette place, quelle que soit sa taille réelle.
  - Partition jusqu'à 128 Mo, cluster de 2 Ko (FAT 16)
  - Partition de 128 à 256 Mo, cluster de 4 Ko (FAT 16)
  - Partition de 256 à 512 Mo, cluster de 8 Ko (FAT 16)
  - Partition de 512 Mo à 1 Go, cluster de 16 Ko (FAT 16)
  - Partition de 1 Go à 2 Go, cluster de 32 Ko (FAT 16)
  - Partition jusqu'à 8 Go, cluster de 4 Ko (FAT 32)
  - Partition de 8 Go à 16 Go, cluster de 8 Ko (FAT 32)
  - Partition de 16 Go à 32 Go, cluster de 16 Ko (FAT 32)
  - Partition de plus de 32 Go, cluster de 32 Ko (FAT 32)

## 1.18.5 Les différentes structures de fichiers

### Les systèmes de fichiers

Un système de fichiers (FS) est une structure de données permettant de stocker les informations et de les organiser dans des fichiers sur des mémoires secondaires (disque dur, disquette, CD-ROM, clé USB, etc.).

Cette gestion des fichiers permet de traiter et de conserver des quantités importantes de données ainsi que de les partager entre plusieurs programmes. Il offre à l'utilisateur une vue abstraite sur ses données et permet de les localiser à partir d'un chemin d'accès.

#### Représentation pour l'utilisateur

Pour l'utilisateur, un système de fichiers est vu comme une arborescence : les fichiers sont regroupés dans des répertoires. Ces répertoires contiennent soit des fichiers, soit récursivement d'autres répertoires. Une telle organisation génère une hiérarchie de répertoires et de fichiers organisés en arbre.

#### Restriction de nommage

Le nom d'un fichier est une chaîne de caractères, parfois de taille limitée, et dans laquelle certains caractères ayant un sens pour le système d'exploitation peuvent être interdits. C'est le cas par exemple pour les caractères « : », « / » ou « \ » sous Windows. Les systèmes de fichier Unix sont généralement neutres pour le jeu de caractère utilisé (considéré au niveau bas comme une simple suite d'octets). NTFS utilise le jeu de caractères UTF-16 pour les noms de fichiers.

Sous Windows, le nom d'un fichier possède en général un suffixe (extension) séparé par un point qui est fonction du contenu du fichier : .txt pour du texte par exemple; de cette extension va dépendre le choix des applications prenant en charge ce fichier. Toutefois, sous Linux/Unix,



l'extension fait partie du nom de fichier, son format est détecté par le type MIME inscrit de façon transparente dans l'en-tête des fichiers.

## Fonctions du SGF : le système de gestion des fichiers assure plusieurs fonctions

- Manipulation des fichiers : des opérations sont définies pour permettre la manipulation des fichiers par les programmes d'application, à savoir : créer/détruire des fichiers, insérer, supprimer et modifier un article dans un fichier.
- Allocation de la place sur des mémoires secondaires : les fichiers étant de taille différente et cette taille pouvant être dynamique, le SGF alloue à chaque fichier un nombre variable de clusters de mémoire secondaire de taille fixe.
- Localisation des fichiers : il est nécessaire de pouvoir identifier et retrouver les données; pour cela, chaque fichier possède un ensemble d'informations descriptives (nom, adresse...) regroupées dans un iNode.
- Sécurité et contrôle des fichiers : le SGF permet le partage des fichiers par différents programmes tout en assurant la sécurité et la confidentialité des données. Un nom et une clé de protection sont associés à chaque fichier afin de le protéger contre tout accès non autorisé lors du partage des fichiers. Le SGF se doit aussi de garantir la conservation des fichiers en cas de panne du matériel ou du logiciel.

Les inodes (contraction de « index » et « node »; = nœud d'index) sont des structures de données contenant des informations concernant les fichiers stockés dans certains systèmes de fichiers. À chaque fichier correspond un numéro d'inode (i-number) dans le système de fichiers dans lequel il réside, unique au périphérique sur lequel il est situé. Les inodes peuvent, selon le système de fichiers, contenir aussi des informations concernant le fichier, tel que son créateur (ou propriétaire), son type d'accès (par exemple sous Unix : lecture, écriture et exécution), etc. Les inodes contiennent notamment les métadonnées des systèmes de fichiers, et en particulier celles concernant les droits d'accès.

Les inodes sont créés lors de la création du système de fichiers. La quantité d'inodes (généralement déterminée lors du formatage et dépendant de la taille de la partition) indique le nombre maximum de fichiers que le système de fichiers peut contenir.

## Organisation des fichiers

L'organisation physique sous-jacente du médium utilisé (clusters) et les mécanismes d'entrée/sortie de bas-niveau sont masqués. L'utilisateur peut organiser ses données permanentes en les distribuant dans différents fichiers. Le contenu des fichiers est déterminé par leur format, qui dépend de l'application utilisée.

En plus de cette organisation abstraite, les systèmes de fichiers peuvent inclure la compression ou le chiffrement automatique des données et une gestion plus ou moins fine des droits d'accès aux fichiers.

## FAT 16 et 32, NTFS 4 et 5, exFAT (FAT64)

FAT est l'acronyme de File Allocation Table. Cette table est placée au début de la partition, et contient les informations sur la disposition et l'accès aux fichiers de la partition.

La FAT ainsi que le répertoire racine doivent être à un emplacement fixe permettant ainsi au système de les charger lors du démarrage.



La FAT est le coeur du système de fichiers. Elle est localisée dans le secteur 2 du cylindre 0 à la tête 1 et est dupliquée dans un autre secteur par sécurité. Dans cette table sont enregistrés les numéros des clusters utilisés, et où sont situés les fichiers dans les clusters.

Le système de fichiers FAT 16 supporte des disques ou des partitions d'une taille allant jusqu'à 2,1 GB, mais autorise au maximum 65.525 clusters. Ainsi, quelle que soit la taille de la partition ou du disque, il doit y avoir suffisamment de secteurs par cluster pour que tout l'espace disque puisse être contenu dans ces 65.525 clusters. Ainsi, plus la taille du disque (ou de la partition) est importante, plus le nombre de secteurs par cluster sera important.

Le système de fichier FAT utilise un répertoire racine (représenté sur les systèmes d'exploitations qui utilisent ce type de systèmes de fichiers par le signe C:\ ) , qui doit être situé à un endroit spécifique du disque dur. Ce répertoire racine stocke les informations sur les sous-répertoires et fichiers qu'il contient. Pour un fichier, il stockera donc:

- le nom de fichier
- la taille du fichier
- la date et l'heure de la dernière modification du fichier
- les attributs du fichier
- le numéro du cluster dans lequel le fichier commence

FAT 16 peut être utilisée par un certain nombre de systèmes d'exploitation tels que MS-DOS, Windows 3.1x, Windows 95 et Windows NT. Il permet de gérer un maximum de 65535 clusters et 65.518 fichiers par partition. Dans la root, Fat 16 autorise au maximum 512 entrées de fichiers et de directory de 1<sup>er</sup> niveau.

FAT 16 est adaptée aux petites partitions (environ 500 Mo). Sur les partitions plus grandes, la taille du cluster sera de 8 Ko ou plus, puisque FAT 16 ne supporte que 65536 ( $2^{16}$ ) clusters (de 512 octets) ou entrées. De plus, la taille du cluster doit être une puissance de 2. Ainsi, vous ne pouvez pas avoir une taille de 10 Ko mais au moins 16 Ko voire plus. Cela augmente d'autant l'espace disque inutilisé pour chaque fichier.

FAT 16 ne peut pas gérer de partition supérieure à 2,1 Go.

FAT 12 est le système des disquettes et ne supporte que 4096 ( $2^{12}$ ) clusters (de 512 octets) ou entrées. Dans la root, Fat 12 autorise au maximum 254 entrées de fichiers et de directory de 1<sup>er</sup> niveau.

## **FAT 16 et FAT 32 – Les différences**

FAT-16 est un système de fichiers dont chaque entrée est codée sur 16 bits, c'est-à-dire 2 octets, raison pour laquelle il ne peut contenir plus de  $2^{16}$  soit 65535 clusters.

FAT-32 est un système de fichiers dont chaque entrée est codée sur 32 bits, c'est-à-dire 4 octets. En réalité seuls 28 bits sont utilisés, ce qui correspond à un maximum de 268 millions de clusters environ.

FAT-32 permet le support de partitions de disques plus grandes (2 To contre 2,1 Go pour la FAT 16). La taille minimale de partition sous FAT 32 est de 512 Mo.



## Structure des fichiers en FAT 16 et 32

Les attributs des fichiers (read only, invisible, system, le nom du fichier, ...) sont inscrits dans une sorte de table à 2 entrées dont la taille est strictement limitée en largeur et en hauteur.

La limitation en largeur signifie qu'il y a un nombre maximum (et très limité) d'attributs applicables à chaque fichier et que les fichiers doivent avoir des noms structurés en "8 caractères. 3 caractères". Même si l'interface Windows 9x présente des noms longs à l'écran et lors des manipulations, c'est un artifice logiciel car, fondamentalement, les noms sont stockés en "8+3".

La limitation en hauteur signifie qu'il y a un nombre maximum d'entrées (fichiers ou répertoires) possible par partition. On atteint rarement ce nombre, ainsi cette limitation n'est pas ressentie communément.

C'est néanmoins cette limitation qui explique pourquoi, plus la partition est grande, plus le cluster (plus petite zone manipulable par le système) est grand. Le cluster étant la *n*ième partie du total et *n* étant constant, total et cluster augmentent ensemble.

La FAT 32 a, pour sa part, une table qui possède un nombre maximum d'entrées plus élevé (illimité) que la FAT 16, ce qui réduit d'autant la taille du cluster mais ne supprime pas le phénomène proportionnel pour autant.

### Avantages de la FAT32 sur la FAT16 :

- La FAT32 permet de formater en une seule partition des disques durs jusqu'à 2 Teraoctets au lieu de 2,1 Gigaoctets pour la FAT16
- La taille des clusters est plus petite en FAT32, donc, il y a moins de gaspillage. Par exemple, un fichier d'un octet occupera 32 Ko en FAT16 et 4Ko en FAT32, avec un disque de même taille (partition supérieure à 1GO)

### Inconvénients de la FAT32 :

- Le nombre de clusters étant plus élevé, l'accès au disque dur sur de gros fichiers peut être plus lent en FAT32.
- Incompatible avec win95a, dos6, NT.

Des partitions FAT16 et FAT32 peuvent coexister sur le même système et être toutes visibles sous Win95 OSR2, Win98, 2K et XP.

Les dernières versions de Linux reconnaissent la FAT32, la FAT16 est reconnue depuis longtemps.

On peut utiliser des applications DOS sur un disque FAT32 à la simple condition que ces logiciels ne fassent rien "d'exotique", comme accéder directement au "hard" du disque, tels que utilitaires de réparation/analyse de disque.

## **NTFS (NT File System) Système à la base de la gestion de fichiers de Windows NT4.**

NTFS sont les initiales de New Technology File System, le système de fichier créé pour Windows NT. Son cœur est la Master File Table ou MFT, qui est essentiellement un index de tous les fichiers du volume.

Les données critiques sont dupliquées, ce qui permet de garantir l'accès aux informations même après la perte d'un secteur.



NTFS contient des fonctionnalités avancées en matière de sécurité, comme le contrôle d'accès et les privilèges de propriétés. Les fichiers et répertoires peuvent contenir des droits d'accès, que ceux-ci soient partagés ou pas, de manière globale ou fichier par fichier. Bien sûr, l'ensemble de ces droits seront perdus si les fichiers sont copiés vers une partition FAT.

NTFS ne peut être utilisé qu'avec Windows NT, 2K ou XP. Il est bien plus " fault-tolerant " que FAT ; NTFS contient des fonctionnalités de récupération d'erreurs qui assure l'intégrité du système de fichier même après un arrêt brutal de la machine. Il peut de même répondre à la détection d'un bloc défectueux sur un disque par le transfert des informations vers un autre bloc et par le marquage comme " inutilisable " du mauvais bloc.

La taille maximum de la partition NTFS est de 2 Terra Octets. NTFS a typiquement une limitation haute à 16 Exa Octets (16 millions de Terra Octets), mais puisque les standards de l'industrie limitent les tables de partition à 232 secteurs (avec des secteurs de 512 Octets soit 2 To) la limite est actuellement de 2 To.

NTFS n'a pas de limite du nombre de fichiers que vous pouvez créer sur une partition. La taille du volume et le nombre d'entrée dans la MFT sont les seules limites. NTFS est plus efficace que FAT sur les grands volumes.

La conversion d'une partition FAT en NTFS se réalise par l'instruction `convert c : /fs :ntfs`

## Avantages

### 1/ Sécurité :

Chaque fichier possède un Security Descriptor qui décrit la liste des utilisateurs autorisés à y accéder.

En NTFS, le nombre d'attributs d'un fichier n'est pas limité par la taille d'une grille préexistante. Outre que le nombre d'options applicables aux fichiers est plus élevé qu'en FAT 32, on peut attribuer des autorisations d'accès différentes à différents utilisateurs, et ce, sans limitation de nombre, ces instructions se suivant par chaîne directe.

Dans un fichier NTFS, chaque information (nom, propriétaire, dates, ...) est définie comme un attribut unique. C'est cette implémentation qui favorise d'ajout de nouveaux attributs

L'avantage de ce système est qu'il est extensible. Si on déclare peu d'attributs, on ne consomme que peu de place, si on en déclare beaucoup, on en consomme plus mais on n'est jamais limité en place pour ajouter un attribut.

L'absence de grille d'encodage permet également l'usage de "vrais" noms longs car la place où ils doivent se ranger n'est pas limitée en taille. Le système "8+3" n'est plus d'application.

Chaque nom utilise jusqu'à 255 caractères. Pour garder une certaine compatibilité avec le format FAT, on trouve généralement l'équivalent du nom NTFS (Unicode) au format 8+3 ASCII.

Le support POSIX qui impose la différenciation entre les minuscules et les majuscules est également appliqué sous NTFS.

Il est en outre possible d'assigner un niveau de sécurité différent pour différents fichiers et niveaux d'une arborescence.

### 2/ Disques de forte capacité et grands fichiers :

Avec le temps, les applications se sont mises à manipuler des volumes de données de plus en plus importants.

Alors que le format FAT16 n'autorise la gestion que de 65536 ( $2^{16}$ ) clusters, NTFS va jusqu'à 16 Milliards ( $2^{64}$ ).





Cela permet deux choses :

- gérer des disques durs de très grandes capacités
- garder une taille de clusters très petite (512 octets à 4ko) pour éviter le gaspillage de place.

3/ Hot Fixing : contrôle de la validité des secteurs du disque dur avant écriture

4/ Récupération des données :

Transaction Logging : présence d'un fichier log qui contient toutes les modifications successivement apportées aux données et qui permet, le cas échéant, de retourner en arrière et de restaurer les données.

Dans le cas d'une panne d'électricité ou d'un incident système, NTFS reconstruit les volumes du disque et les replace dans un état stable.

Cependant, le système ne garantit pas la récupération des toutes les données endommagées.

## Inconvénients

Pas d'outil système pour la défragmentation

Taille du lecteur	FAT16	FAT32	NTFS
260 - 511 Mo	8Ko	4 Ko	512 octets
512 - 1023 Mo	16 Ko	4 Ko	1 Ko
1024 Mo - 2 Go	32 Ko	4 Ko	2 Ko
2 - 8 Go		8 Ko	4 Ko
8 - 16 Go		8 Ko	4 Ko
16 - 32 Go		16 Ko	4 Ko
32 - 500 Go		32 Ko [1]	4 Ko
500 - 2047 Go		32 Ko [1]	4 Ko
2048 Go - 2To			4 Ko

## Les permissions en NTFS

Télécharger le pdf sur : <http://perso.fundp.ac.be/~ymine>

## Les systèmes de disques sous Windows 2000 et XP

Le système de fichiers sous W2k et XP Pro est NTFS5 et est une amélioration du NTFS de NT4.

Les différences principales sont les suivantes :

- Présence d'un outil d'encryptage des données (EFS) – sécurité et gain de place
- Possibilité de défragmenter *via* un outil système.

Dès Windows 2000, la gestion des disques s'effectue selon deux approches tout à fait différentes. En effet, chaque unité physique de disque se gère soit comme un disque de base, soit comme un disque dynamique, sachant qu'un disque ne peut pas être à la fois disque de base et disque dynamique.



Les disques dynamiques existent depuis Windows 2000.  
Un seul et même ordinateur peut contenir indifféremment :

- soit des disques de base,
- soit des disques dynamiques,
- soit encore un mélange des deux types de disques.

En présence de disques de base, l'espace de stockage peut être divisé en partitions. En cas de disque dynamique, seuls des volumes dynamiques peuvent être définis. Un volume peut être une partie de disque, un disque entier, des parties de plusieurs disques ou bien un ensemble entier de plusieurs disques.

Les disques dynamiques contiennent des volumes dynamiques qui peuvent être redimensionnés dynamiquement, ce qui est le principal intérêt de cette technologie.

Mais cette opération n'est transparente que pour l'utilisateur et l'application, car un volume dynamique ne change pas réellement de taille au niveau du système. C'est de manière logique uniquement qu'un autre volume dynamique, créé dans un autre espace disque, a été rattaché au volume dynamique existant.

Pour étendre un volume dynamique, il n'est pas nécessaire de disposer d'espaces contigus. L'extension d'un volume dynamique peut même être réalisée en utilisant de l'espace sur un autre disque. Ainsi, il est possible d'ajouter des disques au fur et à mesure des besoins pour augmenter dynamiquement la capacité d'un volume dynamique.

Les principaux avantages du stockage dynamique sont :

- amélioration de la vitesse grâce à la capacité de lecture-écriture en parallèle sur plusieurs unités de disque;
- capacité de stockage plus importante et extensible, support des extensions à chaud dans le cas de la version serveur,
- support de mécanismes de tolérances aux pannes (RAID).

Migration en sens unique, ou presque.

Il est à tout moment possible de migrer un disque de base vers un disque dynamique. Les modifications effectuées sont alors prises en compte dynamiquement par Windows.

Un disque dynamique n'utilise pas les notions de partition ni de lecteurs logiques: il ne connaît que la notion de volumes dynamiques.

Les disques dynamiques peuvent être divisés en volumes dynamiques pour diviser leur espace de stockage en espaces gérés par un système de gestion de fichiers et seront désignés par des lettres de l'alphabet.

### Disques dynamiques et partitions

Le choix du type de disque n'influe pas sur le type de partition et sur le système de gestion de fichiers installé sur ces unités de disque. La notion de partition n'a plus cours au sein des disques dynamiques: elle est remplacée par la notion de volume ainsi, lors de la conversion d'un disque de base en disque dynamique, les partitions sont elles aussi converties en volumes dynamiques. Les partitions système sont transformées en volumes simples. Dans le cas d'une partition étendue, les partitions logiques sont transformées en volumes simples et l'espace restant non alloué au sein de la partition étendue sera aussi transformé en volume dynamique simple.

### Le cas du disque de démarrage

Les disques de base convertis en disques dynamiques peuvent encore contenir des informations de partition ainsi que, s'agissant du disque de démarrage, des références à ces partitions dans le secteur de démarrage principal (master boot record - mbr).

Dans ce cas, les références sont aussi mises à jour.



Il est donc plus simple de conserver le disque de démarrage en disque de base, de disposer de la partition système de Windows sur ce disque, et au besoin de convertir les autres disques en disques dynamiques.

Le stockage dynamique autorise l'extension des capacités d'un volume sans provoquer de perte de données ni d'arrêt de l'ordinateur (a fortiori si ce dernier est un serveur). Cette notion est entièrement indépendante du matériel et fonctionne donc sur tout type d'interface supportée nativement par le système d'exploitation: ide, scsi, usb ou firewire. Les bus qui supportent la connexion et la déconnexion à chaud permettent de tirer encore mieux parti de cette fonctionnalité.

## exFAT

Version étendue de la FAT, l'exFAT (Extended File Allocation Table) est un système de fichiers conçu pour les mémoires flash et les supports de stockage externes (disques durs et assimilés). Introduit dans Windows CE 6.0, exFAT est utilisé là où le système de fichiers NTFS n'est pas utilisable à cause de la charge des métadonnées supérieures et requérant un plus grand nombre d'accès en des zones différentes.

Une métadonnée (mot composé du préfixe grec meta, indiquant l'auto-référence ; le mot signifie donc proprement « donnée de/à propos de donnée ») est une donnée servant à définir ou décrire une autre donnée quel que soit son support (papier ou électronique).

Les avantages par rapport aux différents formats FAT sont :

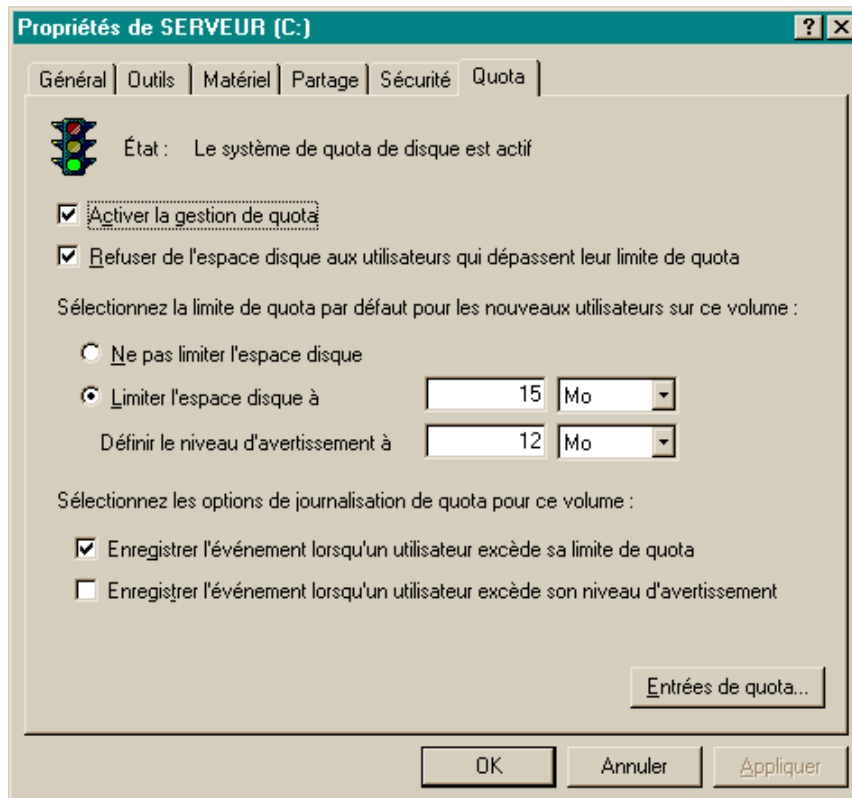
- la limite théorique de la taille des fichiers est de 16 Exaoctets, à comparer aux 4 gigaoctets de la FAT32
- support de plus gros volumes (pas de taille définie) alors que FAT32 était limité à des volumes dont la taille devait se situer entre 256 mégaoctets (512 en pratique) et 8 Téraoctets avec une limite pratique sous Windows de 32 gigaoctets maximum à la création, et une limite à l'utilisation de 128 gigaoctets dans certain cas.
- taille de cluster maximale de 2255 octets, bien que les implémentations actuelles la limitent à 32 Mo; à comparer avec les 64 Ko maximum en pratique de FAT32 sous windows (mais la limite théorique est supérieure)
- performance de l'allocation d'espace libre améliorée grâce à l'introduction de bitmap d'espace libre, sorte de carte logicielle de l'espace libre comme il existait une carte de l'espace occupé par les fichiers, ceci permettant de trouver plus facilement un espace libre en fonction de la taille des fichiers à écrire et également un effacement plus rapide ce ceux-ci.
- support pour plus de 1000 fichiers par répertoire,
- support des Access Control List (système permettant de faire une gestion plus fine des droits d'accès aux fichiers),
- support du transaction-safe FAT (TFAT), système de fichiers à transactions (modifications) sécurisées de la table d'allocation des fichiers (fonctionnalité optionnelle introduite dans WinCE). Les métadonnées de la TFAT sont protégés contre les interruptions survenant lors de la modification d'un fichiers en ne sauvegardant les modifications que si celles-ci arrivent a leur terme, particulièrement utile dans le cas de support de stockage amovibles pouvant être retirés à tout moment.
- possibilité de stocker des paramètres OEM spécifiques dans les métadonnées
- utilisation de sommes de contrôle des noms de fichiers (name hashes) pour une vérification plus rapide de ceux-ci

Windows Vista Service Pack 1 ajoute le support exFAT.



## Quotas de disques

Les quotas de disque assurent l'équilibre et la maîtrise de l'espace disque sur les serveurs. Les administrateurs système bénéficient ainsi d'un contrôle sur la répartition des ressources disques entre utilisateurs. Sans quotas, n'importe quel utilisateur pourrait remplir un volume, empêchant ainsi les autres d'écrire sur le disque.



Le principe est très simple: chaque utilisateur "a droit" à une quantité d'espace disque prédéfinie. S'il atteint cette limite, il ne pourra plus écrire sur le disque.

L'implémentation de la gestion des quotas se situe au niveau du système de fichiers NTFS lui-même. Par conséquent, afin de pouvoir l'utiliser, il est indispensable de formater en NTFS la partition sur laquelle on désire appliquer des quotas. Ainsi, lors de l'affichage des propriétés du disque, un nouvel onglet appelé "Quota" apparaîtra.

La création de quota se fait par l'intermédiaire de l'onglet "Quota" des propriétés du disque.

la stratégie globale de la gestion de quota:

Grâce à l'option "Refuser de l'espace disque aux utilisateurs qui dépassent leur limite de quota", l'utilisateur se voit afficher le message "Espace disque insuffisant" lorsque son quota est atteint.

A l'inverse si l'option est décochée, l'utilisateur ne sera pas limité malgré le dépassement de son espace disque. Cette stratégie permet à l'administrateur de paramétrer plus efficacement son serveur en connaissant parfaitement les ressources utilisées par chaque utilisateur afin d'optimiser les ressources disponibles.

Ensuite, on peut définir les limites par défaut pour les utilisateurs n'ayant pas d'entrées de quota spécifiées.

Afin de définir les quotas de façon efficace, il est nécessaire de préciser deux valeurs.

Le niveau d'espace limite au delà duquel l'utilisateur ne pourra plus ajouter de fichiers  
 Le niveau d'avertissement au delà duquel l'utilisateur sera "marqué" comme étant proche de son niveau d'espace limite (attention cette option n'envoie en aucun cas un message à l'utilisateur).



## Gestion des entrées de quota ; ajouts, modifications,...

Les quotas peuvent être définis de façon personnalisée et ce, en cliquant sur le bouton "Entrées de quota..." de l'onglet "Quota".

La fenêtre de gestion d'entrées de quota ne permet pas d'avoir l'historique d'utilisation de l'espace disque. Pour l'obtenir, il est impératif d'activer l'enregistrement d'événements.

Il est, par ailleurs, impossible de supprimer l'entrée de quota de l'administrateur de la machine locale ou de tout compte faisant partie du groupe des administrateurs locaux.

## Importation et exportation des quotas

L'importation et l'exportation de quotas de disque se fait aussi par l'intermédiaire de la fenêtre des entrées de quota. Vous pouvez ainsi importer des paramètres de quota de disque afin de répliquer votre stratégie sur l'ensemble des ressources (très utile dans le cas d'un domaine contenant un nombre important de comptes).

Le format de fichier dans lequel sont enregistrés les paramètres de quota est propre à l'utilitaire de quota de disque et ne possède d'ailleurs pas d'extension définie.

## **WinFS**

WinFS (pour Windows Future Storage) est le nom d'une procédure d'accès aux fichiers. WinFS, avec l'aide de métadonnées, permettrait à l'utilisateur d'effectuer la recherche d'un fichier non pas en fonction de son nom ou/et de sa place dans l'arborescence, mais en fonction de son contenu. Le projet WinFS sera repris dans Windows 7.

## **Les limites et l'intérêt des systèmes de fichiers NTFS, FAT 16 et FAT 32**

Malgré leur caractère obsolète et limité, FAT 16 et FAT 32 n'ont pas disparu car ils peuvent gérer des volumes avec plusieurs systèmes d'exploitation différents. Par exemple, pour accéder aux mêmes volumes sous Windows XP ou 2000, Windows 98, Linux ou DOS, il faut impérativement avoir recours au plus petit dénominateur commun, en l'occurrence FAT 16.

## **L'organisation des données dans des volumes NTFS**

NTFS organise sa MFT (Master File Table), avec des fichiers cachés. La MFT gère l'ensemble des fichiers d'un volume dans une structure de base de données relationnelle. Les informations contenues dans les fichiers sont placées dans des lignes, et leurs attributs (caché, crypté, compressé, etc.), dans des colonnes. Les données contenant les informations au sujet de la MFT elle-même sont stockées dans les 16 premiers enregistrements, totalisant 16 Ko.

Les enregistrements suivants contiennent des informations sur la position des données dans la MFT ainsi que sur l'espace de stockage inutilisé. Les fichiers dont la taille n'excède pas 900 octets peuvent tenir entièrement dans un seul enregistrement. Pour les fichiers plus importants, la MFT contient des pointeurs qui indiquent les emplacements où les trouver en mémoire. Il en va de même pour les répertoires ; s'ils sont suffisamment petits, ils sont contenus entièrement dans la MFT. Le système de fichiers NTFS gère les plus gros répertoires dont les structures de données pointent vers des clusters externes dans une structure en arbre B (B-tree). L'avantage de cette structure est que le NTFS indexe les fichiers similaires ou leurs noms, ce qui a pour effet d'accélérer la recherche de fichiers spécifiques.



## 1.19 L'architecture PCMCIA, Les PC-Cards

La norme PCMCIA 1 (Personal Computer Memory Card Association) a été adoptée par 297 sociétés dans le monde. Les cartes PCMCIA ont la taille des cartes de crédit (54 x 85,6 mm en trois épaisseurs: 3,3, 5, et 10,5 mm) et contiennent un certain nombre d'éléments comme des disques durs (épaisseur 10,5 mm), de la mémoire (épaisseur 3,3 mm) ou des entrées/sorties (modems, réseaux, etc. épaisseur 5 mm). Pour permettre une meilleure standardisation, les membres de l'association PCMCIA ont défini des caractéristiques les plus indépendantes possible du matériel afin d'être acceptées sur toutes sortes de machines équipées de systèmes d'exploitation divers.

### Introduction

Le terme PCMCIA signifie Personal Computer Memory Card International Association. Leur but était de définir une mémoire flash pour les ordinateurs portables.

Elle devait être extrêmement résistante et peu sensible à l'environnement, qu'il s'agisse d'humidité, de chaleur ou encore de contraintes magnétiques. Son usage devait être des plus simple et peu contraignant.

L'utilisateur devait pouvoir utiliser cette mémoire n'importe quand et l'insérer simplement dans le portable.

Le principe du Hot-Plug a été retenu. Il permet l'insertion ou le retrait d'une carte à chaud, sans extinction de l'ordinateur. Un pilote de slot, ou socket, détecte la nouvelle carte et l'identifie. Il cherche alors le pilote adéquat et le charge, le périphérique est désormais utilisable. Dans le cas où le système d'exploitation ne trouve pas le pilote, il le demande à l'utilisateur. Ce dernier insère alors la disquette ou le CD-Rom fourni avec la carte.

Une fois que le pilote a été installé, il ne sera plus redemandé lors des prochaines insertions de la carte. Lors du retrait de la carte, le système d'exploitation décharge le pilote. Le périphérique concerné, et les fonctions qui y sont liées, deviennent alors indisponibles.

### La carte PCMCIA



Une carte PCMCIA se présente sous la forme d'une carte métallique, de 85,6 par 54 mm. Le premier centimètre contient les connecteurs et l'électronique qui y est associé. Le reste de la carte contient l'électronique correspondant à la fonction de la carte (contrôleur SCSI, carte réseau, mémoire, ...).

Le connecteur proprement dit est composé de deux rangées de 32 perforations. La partie mâle, plus fragile, est placée sur le socket. Son apparence externe est toujours la même, alors que les brochages peuvent varier d'une version de norme à l'autre. Ces perforations peuvent être très facilement obstruées, il est donc prudent de toujours remettre la carte dans son étui.



## Les PC-Card

Les PC-Card sont des cartes d'extensions au format carte de crédit. Elles permettent d'ajouter à un portable des composants ou des périphériques tels que mémoire vive, accès conditionnel à des chaînes à péage, adaptateur réseau (ou Wi-Fi), disque dur, carte modem, etc.

Tous les portables sont équipés de connecteurs capables de recevoir au moins un type de ces cartes, dont le standard le plus connu est le PCMCIA.

### 1.20 Floppy

L'unité de disquette lit et écrit des données sur des supports souples. L'unité reconnaît et manipule les données du support au moyen d'une tête de lecture/écriture.

La disquette avait une capacité de stockage considérée comme très importante lors de sa sortie mais elle fait actuellement bien pâle figure avec ses 1.44Mo. Elle a tout d'abord existé en 5.25 pouces puis en 3.5 pouces. Ce dernier format est toujours utilisé actuellement mais arrive en fin de vie également. Son seul avantage réside dans le fait que, vu son faible prix, il est facile de donner le support avec le contenu.

## Le formatage

Quand l'OS formate une disquette, les têtes de lecture/écriture inscrivent sur la surface du disque une structure de pistes et de secteurs. Selon le format utilisé, une disquette de 3 1/2 " peut contenir jusqu'à 80 pistes. Dans ce cas, chaque piste a une largeur de 0.25 mm.

Chaque piste est divisée en secteurs, par exemple : 18 de 512 Ko. Le calcul de la capacité est le suivant :

*Nbre de secteurs par piste X Capacité par secteur X Nbre de pistes X Nbre de têtes.*

Une disquette de 1M44 possède 80 pistes (circulaires concentriques) de 18 secteurs (segment d'une piste circulaire) par face.

Le format d'un pc est différent de celui d'un Mac, c'est pourquoi ils sont incapables de lire les disquettes venant de l'autre système. Des utilitaires peuvent résoudre ce problème mais seulement au niveau des formats et de la lecture/écriture des fichiers de données. Les applications restent liées à leur environnement.

### 1.21 Les streamers



Les streamers sont des unités à bande magnétique protégée par une cartouche et utilisées uniquement pour la sauvegarde de données. Il s'agit de périphériques dont l'avantage est la vitesse d'archivage et l'amovibilité des cartouches.

La quantité de données pouvant être mise sur une bande est de plusieurs Giga-octets. Le temps d'accès et le transfert sont assez lents ce qui fait qu'il n'est pas possible d'exécuter des programmes depuis un lecteur à bande. Son unique fonction est le stockage de grandes quantités de données. Ils sont le plus souvent externes.



## 1.22 Les disques amovibles (SyQuest, Jazz, ...)



Ce sont des disques magnétiques qui répondent aux mêmes conditions de fonctionnement que les disquettes ou disques durs. On peut y stocker des fichiers, les modifier et les effacer. Il est également possible de reformater ces disques. Ils existent en externe ou en interne IDE ou SCSI.

## 1.23 Les disques magnéto-optiques

### Mémoires optiques

Dans le domaine informatique, le stockage optique désigne des mémoires qui utilisent la lumière (laser) pour écrire et restituer des informations. Les disques optiques prennent une place de plus en plus importante dans l'enregistrement de données numériques au fur et à mesure que cette technologie s'améliore.

Ils sont nés d'un mélange de nombreuses techniques différentes, dont l'optique laser, les servomécanismes, la correction des erreurs ainsi que les circuits intégrés analogiques et numériques.

Il existe trois grands groupes de disques optiques :

- Le Disque Compact (CD), son dérivé le CD-ROM, le DVD, le MiniDisc préenregistré et le Laser Disque qui sont destinés à une reproduction en masse par pressage. On ne peut pas y rajouter d'informations.
- Des disques enregistrables une seule fois comme le disque WORM (Write-Once-Read-Many), le CD et le DVD enregistrable (CD et DVD - et +R).
- Des disques permettant l'effacement et le réenregistrement comme le disque magnéto-optique (WREM : Write-Read-Erase Memory) et les CD et DVD réinscriptibles (CD et DVD - et + RW).

### Le phénomène magnéto-optique

On utilise, afin d'enregistrer des données sur un disque, une propriété thermo-magnétique que possèdent tous les matériaux magnétiques. Au-delà d'une certaine température dénommée le point Curie, leur force coercitive s'annule.

Cela signifie que, une fois chauffés (par un laser dans ce cas), ils se magnétisent assez facilement et qu'ils prennent la direction de tout champ magnétique externe appliqué par une tête magnétique. En refroidissant, cette orientation du champ reste figée dans le matériau, dont la coercivité (capacité à conserver un certain état) s'opposera aux tentatives de le changer.





## Utilisation du Magnéto-optique

Ce support permet une grande souplesse d'utilisation, un moyen de sauvegarde fiable, un prix de revient bas, et surtout une très grande durée de vie.

### Le disque magnéto-optique

Il existe deux grandes familles de disques magnéto-optiques :

- le Mini Disk pour l'enregistrement musical, d'un usage grand public
- les disques magnéto-optiques utilisés en informatique

Dans les deux cas, le moyen de stockage est magnétique, mais le mécanisme d'enregistrement utilise la chaleur produite par la lumière du laser (nécessaire pour rendre la zone magnétisable), d'où le nom de thermomagnétique.

L'avantage de ce mécanisme d'écriture est qu'il n'y a aucun contact physique entre la tête d'écriture et le support. L'écart entre les deux éléments, qui peut être de plusieurs millimètres, est mis à profit pour ajouter une couche de protection contre la corrosion et permet d'éviter les problèmes d'écrasement des têtes de lecture pouvant se produire chez les supports magnétiques. Les disques sont protégés par une couche de polycarbonate pour des raisons d'économie.

### Structure d'un disque réinscriptible

La structure peut varier de façon importante selon la marque du produit, mais on retrouve toujours plus ou moins la structure de base suivante :

- \* un substrat transparent (verre ou polycarbonate),
- \* une couche de photopolymère de faible épaisseur destinée à porter le préformatage du disque (spirale, secteurs, adresses,...);
- \* un adaptateur antireflet, en nitrure d'aluminium;
- \* le film magnétique en alliage terre rare / métal de transition de 100 nm d'épaisseur;
- \* un film d'aluminium (100 nm) destiné à la protection chimique du film magnétique;
- \* un vernis protecteur (25 à 100 nm).

### Avantages des supports en verre

- \* Le verre est optiquement parfaitement transparent et uniforme.
- \* Le verre est mécaniquement stable, n'absorbe pas l'humidité.
- \* Il peut être nettoyé facilement et sans risque.
- \* Il peut être utilisé dans une échelle de température très large; contrairement aux plastiques.
- \* Les effets de dilatation/contraction sont moins sensibles.
- \* Il est plus résistant aux environnements agressifs.
- \* Il est plus résistant aux rayures que le plastique.

### La lecture de l'information (selon l'effet Kerr)

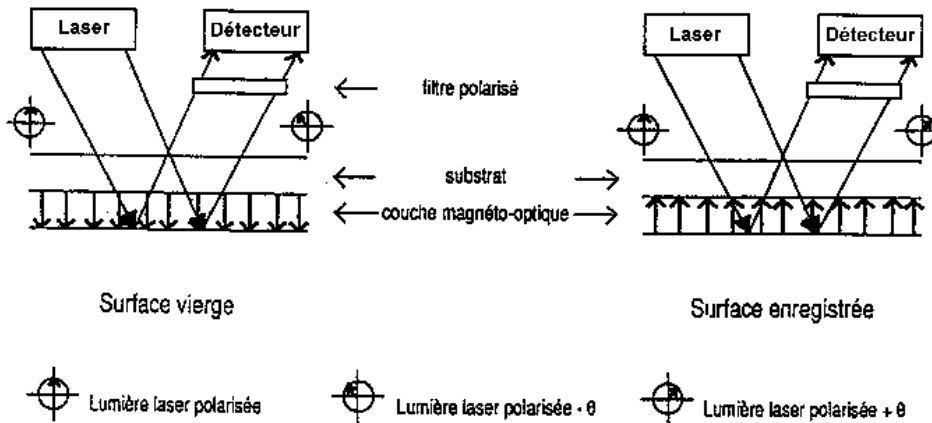
La lecture de l'information se fait en éclairant le support avec une source de lumière laser polarisée qui tournera ou non selon que le rayon atteint une zone magnétisée ou non. Un système de détection restituera ensuite le signal sous forme de "1" et de "0".



Le signal retourné par le disque présente une petite modification de l'angle du plan de polarisation. Un prisme polarisant sépare le signal reçu en deux signaux de polarisations. Ensuite l'intensité lumineuse de chacun des faisceaux est captée par une photorésistante et la différence de signal donne le sens de la polarisation, donc le signal enregistré, un "1" ou un "0".

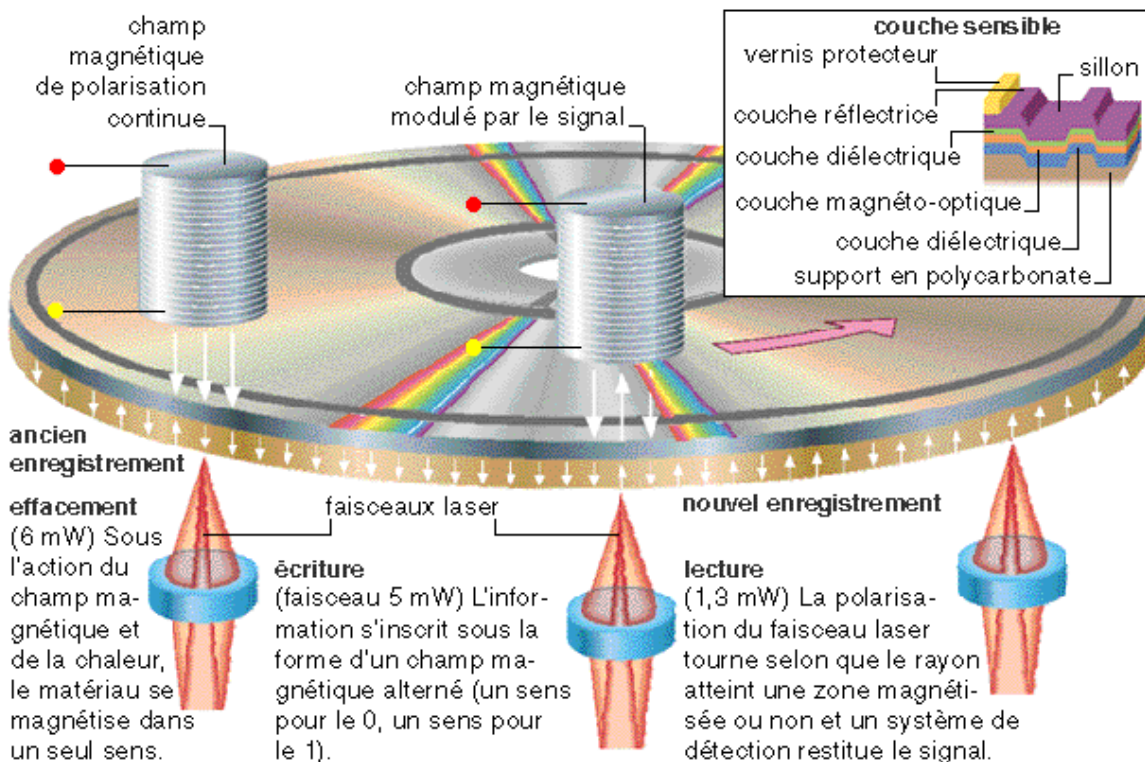
## Enregistrement et effacement d'informations

### Effet KERR



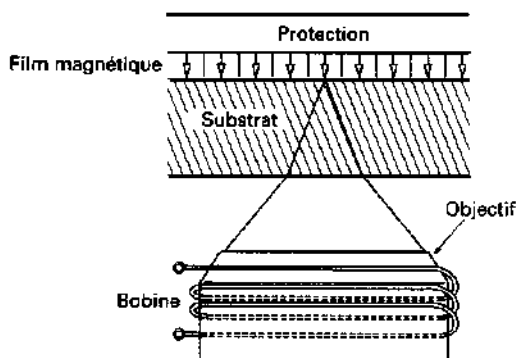
L'enregistrement magnéto-optique ressemble fortement à l'enregistrement magnétique classique. Pour enregistrer et effacer un disque magnéto-optique, deux éléments sont nécessaires : un faisceau laser focalisé et un électroaimant.

Ensuite, le laser (sous le disque) réchauffe une zone du disque au-dessus du point de Curie, température à laquelle un champ magnétique perd sa force coercitive. La tête magnétique du lecteur (au-dessus du disque) polarise ensuite les particules du disque sur cette zone.



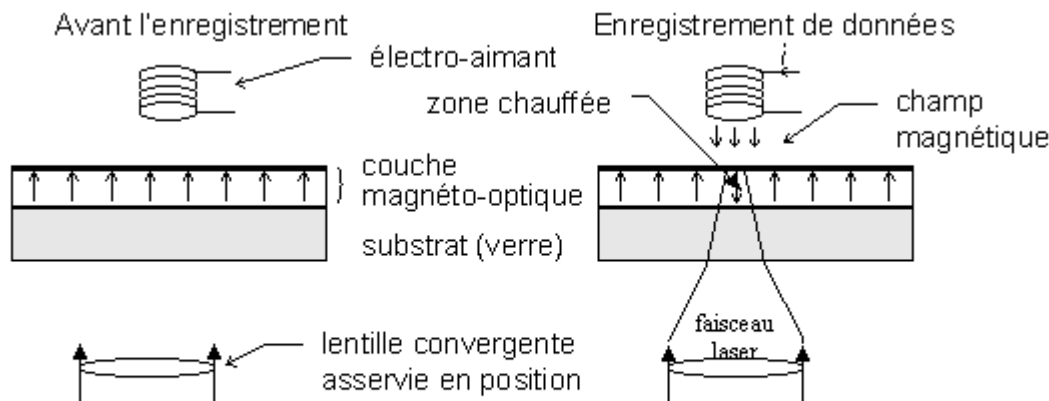


Pour effacer l'information inscrite, la puissance du laser sera à nouveau accrue, mais un peu moins que pour l'écriture car le disque a une orientation magnétique globale qui aide à cette opération. Le magnétisme des zones est remis à zéro, identique à celui du disque initial.



L'énergie du faisceau laser est partiellement absorbée par la couche servant à l'enregistrement. De nouveau, il en résultera une augmentation locale de la température qui permettra l'inversion de la magnétisation dans la direction du matériau environnant et du champ magnétique externe.

Ecrire et effacer signifient simplement inverser les moments des domaines magnétiques. Il n'y a pas de déplacement physique de matière, c'est pourquoi un disque peut être inscrit et effacé des millions de fois.



## Écriture sur un disque magnéto-optique (vue en coupe)

### Puissance du laser

Il est indispensable de réguler finement la puissance du laser car la puissance qu'on lui demande de fournir varie selon la phase de lecture ou d'écriture. Un faisceau de lecture trop puissant risquerait par exemple de modifier les informations sur le disque.

### Positionnement du faisceau laser

Le positionnement de l'axe d'entraînement au centre du disque est assez peu précis. Le mouvement du disque en rotation sera donc excentrique. De plus, les irrégularités de surface et les vibrations vont déranger le positionnement du spot lumineux du laser sur la piste de données voulue.

La position de ce spot est donc asservie au moyen d'un miroir et d'un chariot. Le miroir a un temps de réponse très faible alors que le chariot est plus lent, mais couvre une plus grande distance. Le miroir cherchera à diminuer l'erreur de position tandis que le chariot tentera de repositionner le miroir à une position de référence.



## 1.24 CD-Rom, DVD-Rom et Ram

Le CD (Compact Disc) a été développé conjointement par Philips et Sony et lancé en 1985.

Un lecteur de CD-ROM est une unité capable de lire des données sur des disques optiques. Le CD-ROM permet le stockage de 800 Mo par disque et convient pour le stockage de données pour lesquelles aucune modification n'est nécessaire.

### L'aspect d'un CD

Le CD est un disque d'un diamètre de 120 mm et d'une épaisseur de 1,2 mm. Il peut être de différentes couleurs, (argent, or, vert, jaune). Le CD est un empilement de plastique, d'une couche réfléchissante et d'une couche protectrice. Une seule de ses faces peut être lue. Il s'agit toujours du côté totalement vierge d'inscriptions, l'autre côté servant uniquement à la présentation du support.

### L'agencement des données sur le CD

Un CD est composé de secteurs. C'est la plus petite unité possible. Un disque peut contenir un nombre de secteurs égal à :  $[(75 \text{ secteurs par seconde}) \times (60 \text{ secondes par minute}) \times (\text{nombre de minutes d'un CD})]$ . Le volume de données contenues dans un secteur dépend du format physique et du mode employés pour l'enregistrement des données. Sur un CD, la taille d'un secteur est de 2,5 Ko (2352 octets).

### Les CD ROM

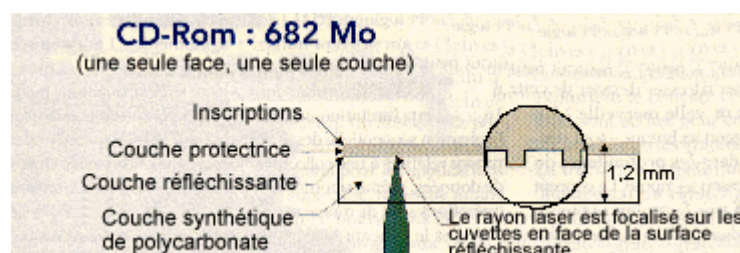
Le Compact Disc-Read Only Memory (disque optique compact à lecture seule) est une norme de CD utilisés comme support de stockage pour les ordinateurs. Il existe deux modes d'enregistrement de CD.

\* Le Mode 1, utilisé avec les CD-ROM, utilise pour chaque secteur 12 octets de synchronisation, 4 octets d'en-tête, 2048 octets pour stocker les données proprement dites, 4 octets d'EDC (Error Detection Code, code de détection d'erreur), 8 octets vierges et enfin 276 octets d'ECC (Error Correction Code, code de correction d'erreur) pour un total de 2352 octets par secteur.

\* Le mode 2, utilisé par les CD-I et les CD-ROM XA, exploite deux types : la forme 1, qui est très proche du Mode 1 car il y a une correction d'erreur et la forme 2 utilisée pour le son ou l'image, qui se caractérise par l'absence de code d'erreur, ce qui permet d'avoir 2336 octets de données par secteur

### La composition d'un CD

Un CD est un sandwich de plastique transparent (polycarbonate, obtenu à partir de produit pétrolier), puis d'une couche réfléchissante (généralement une feuille d'aluminium), au dessous duquel se trouvent les microcuvettes. Enfin, une épaisseur de plastique (toujours du polycarbonate), qui assure la protection des microcuvettes. Tous ces éléments réunis forment une galette de 1,2 mm d'épaisseur.

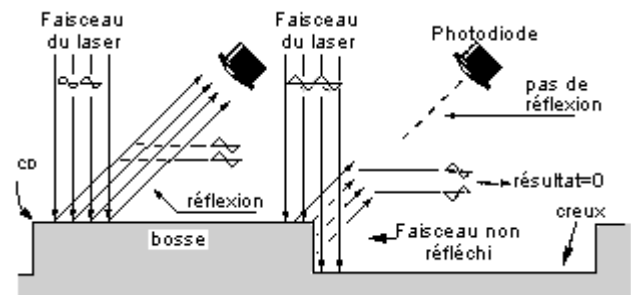




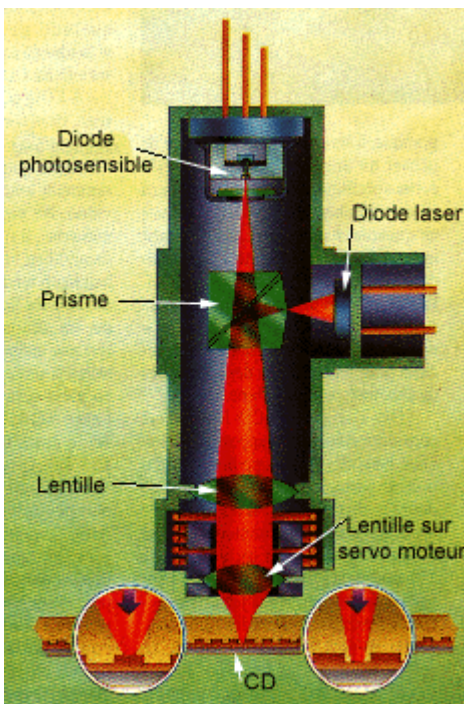
## Fonctionnement du CD – système des cd préenregistrés

Un disque compact détient ses informations sous forme de microcuvettes réparties en spirale sur toute sa surface. Chaque alvéole mesure 0,12 micron de profondeur et 0,6 micron de largeur. Les microcuvettes ne correspondent pas au 0 ou au 1 (ON ou OFF, allumé ou éteint). C'est le passage du fond d'une microcuvette à un bosse qui produit l'information. Ainsi, c'est uniquement lorsque la tête de lecture passe d'un creux à une bosse que l'information passe à "1", le reste du temps la valeur est à "0".

Au bout d'un certain nombre de fois (huit ou seize), la succession des valeurs binaires forme un nombre (01100100 par exemple). La suite des valeurs permet de recomposer un signal analogique, qui varie dans le temps. Ce signal, qui est encore un peu haché (comme une image en basse résolution, les courbes ressemblent à des escaliers), va passer dans un filtre afin d'obtenir un son parfait.



## Le système de lecture



La tête de lecture est composée de deux parties : l'une qui émet le faisceau laser (la diode laser), l'autre qui reçoit le rayon après qu'il ait frappé le disque (photo diode ou encore photodétecteur). C'est le photodétecteur qui lit l'information. Pour éviter que le faisceau ne revienne sur la diode laser, un prisme se charge de dévier le rayon vers le photodétecteur.

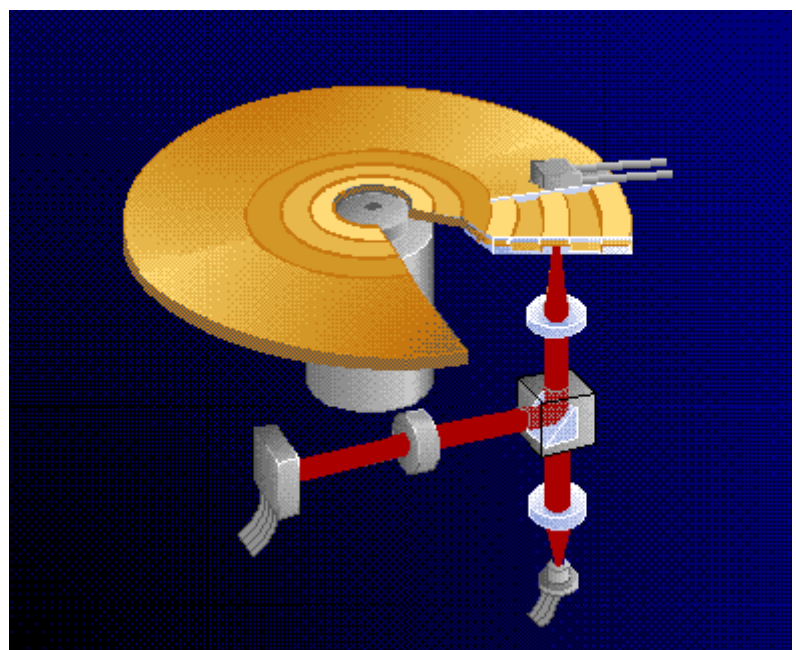
Ainsi, lorsque le faisceau atteint le fond d'une microcuvette, le rayon est concentré vers le photodétecteur. A l'inverse, au sommet d'une bosse, le faisceau laser est plus largement diffusé.

C'est le changement d'intensité lumineuse (une montée vers une bosse ou une descente vers une microcuvette) sur le détecteur, qui porte la valeur à 1. Tant que l'intensité lumineuse

est constante, le lecteur traduit ce phénomène comme étant la valeur 0. Les alvéoles qui suivent une longue spirale sur le disque, respectent ou non le même niveau de densité du centre à la périphérie.

Les deux modes de fonctionnement pour la lecture de CD :

- La lecture à vitesse linéaire constante notée CLV : lorsqu'un disque tourne, la vitesse des pistes situées au centre est moins importante que celle des pistes



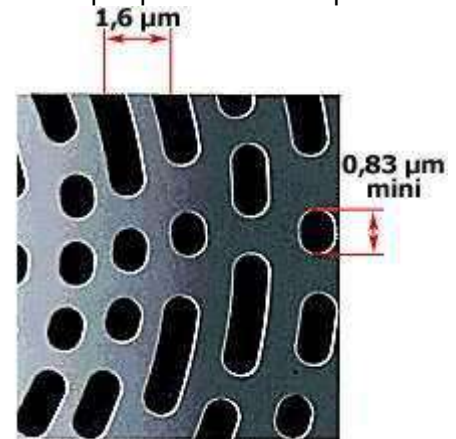


situées sur l'extérieur, ainsi il est nécessaire d'adapter la vitesse de rotation du disque en fonction de la position de la tête de lecture, entre 535 tours par minute quand la tête de lecture est près du centre à 200 tours par minute quand elle se trouve à la périphérie.

- La lecture à vitesse de rotation angulaire constante notée CAV : elle consiste à avoir une faible densité de données sur la périphérie du disque et une forte densité au centre du disque. De cette manière, les débits sont les mêmes au centre et à la périphérie du disque. En revanche, la capacité est moindre.

## Codage des informations

La piste physique est 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  $1,6 \mu\text{m}$ . Le fond de l'alvéole est un creux, les espaces sont des plats.



C'est la longueur de l'alvéole qui permet de définir l'information. La taille d'un bit sur le CD est normalisée et correspond à la distance parcourue par le faisceau lumineux en 231.4 nanosecondes, soit  $0,278 \mu\text{m}$  à la vitesse standard minimale de 1.2 m/s.

Il doit toujours y avoir au minimum deux bits d'une valeur de 0 entre deux bits consécutifs à 1 et il ne peut y avoir plus de 10 bits d'une valeur de 0 entre deux bits à 1. C'est pourquoi la longueur d'une alvéole correspond au minimum à la longueur nécessaire pour stocker la valeur 001 ( $0,833 \mu\text{m}$ )=3T et au maximum à la longueur correspondant à la valeur 0000000001 ( $3,054 \mu\text{m}$ )=11T.

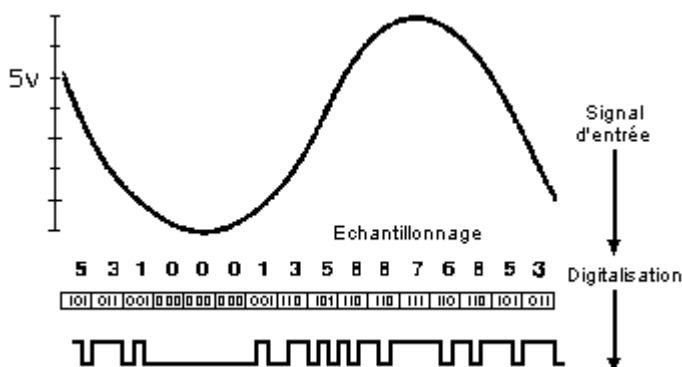
Le passage d'une zone opacifiée à une zone réfléchissante ou d'une zone réfléchissante à zone opacifiée = 1 et le reste = 0.

La vitesse d'écriture est identique à la vitesse de lecture des CD-Rom, à savoir que 1X correspond à 150Ko/s.

## Organisation des données



## La digitalisation

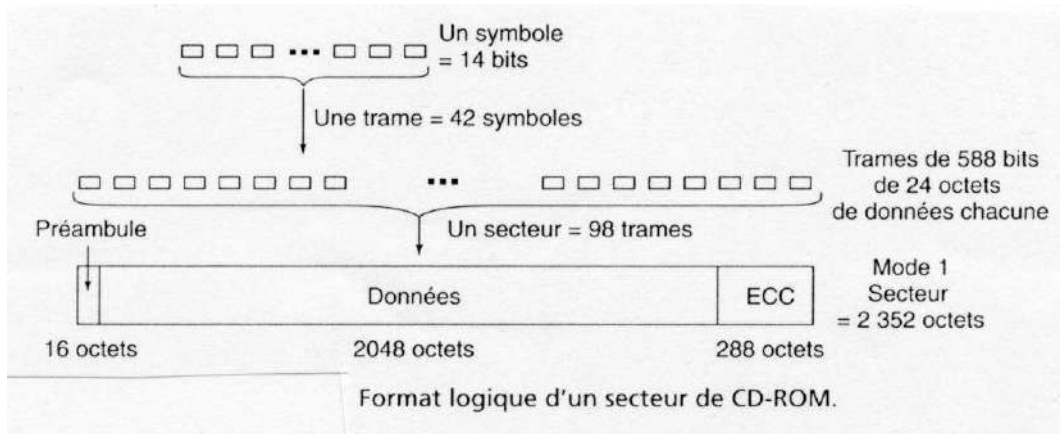


Pour passer de la musique analogique (variation de courant), à un signal numérique, il faut échantillonner. Cette opération consiste à mesurer la hauteur (exprimée en volt) du signal sonore un certain nombre de fois à la seconde (44.100 fois pour un CD). A chaque mesure, la valeur en volts est convertie en valeur digitale (une suite de 0 et de 1).

Quand on parle de qualité CD, de 44.1 KHz, de 22KHz, il s'agit de la fréquence de l'échantillonnage. Il faut savoir que plus un



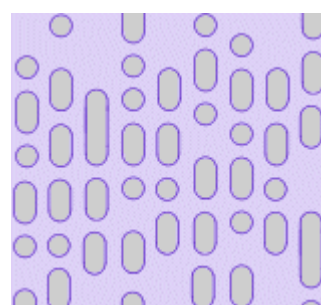
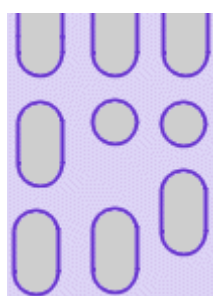
signal est échantillonné, meilleure sera la qualité de restitution et plus encombrant sera le fichier (10 Mo de données pour 1 minute en qualité CD )



## La correction d'erreur

Afin de diminuer le nombre d'erreur pouvant survenir pendant la lecture d'un CD-Rom, et pour éviter la perte de données, une norme de correction d'erreur a été mise au point. Des données de correction sont ajoutées aux données à traiter. Une puce électronique, à l'intérieur du lecteur, se charge de comparer les données lues avec les données de correction préalablement décodées. Si les deux ne correspondent pas, le lecteur va relire les données à plus faible vitesse. Si les différentes relectures ne suffisent pas, un algorithme (contenu dans la puce) va essayer de reconstituer la donnée perdue. Enfin, s'il n'y arrive pas, le lecteur abandonne et passe au secteur suivant.

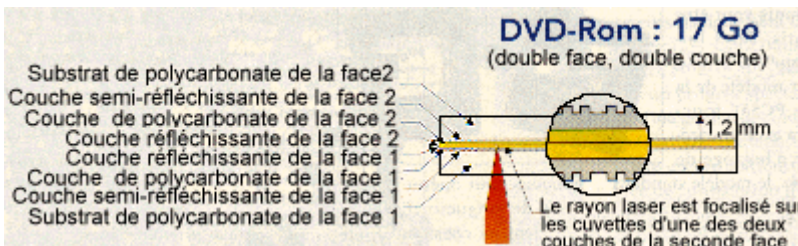
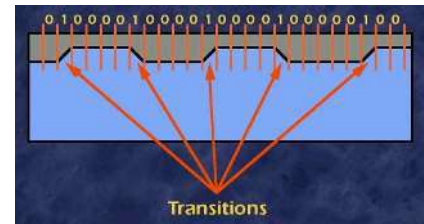
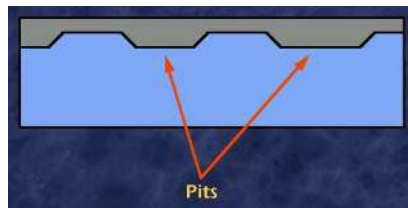
Caractéristiques	CD-Rom	DVD-Rom
Diamètre du disque	120 mm	120 mm
Epaisseur	1,2 mm	1,2 mm
Ecart entre deux spires	1,6 micron	0,74 micron
Taille minimale des cavités	0,834 micron	0,4 micron
Densité d'information au cm <sup>2</sup>	105 Mo	508 Mo
Longueur d'onde du laser	780 à 790 nanomètres (infrarouge)	635 à 650 nanomètres (rouge)
Nombre maximal de couches	1	4 couches, 2 par face
Capacité de stockage d'une couche	682 Mo	4,7 Go
Capacité maximale de stockage	682 Mo	17 Go
Débit de transfert des données	De 153,6 ko/s à 1,2 Mo/s	1,385 Mo/s



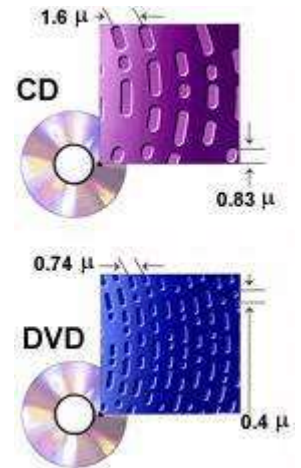


## DVD

Le support DVD (Digital Versatile Disk) est identique au CD. Son principe de fonctionnement aussi : un laser se charge de détecter les cavités du sillon qui sont traduites en 1 et en 0. Mais dans le cas du DVD, on a réduit la taille des cavités et du faisceau laser de manière à porter la capacité à 4,7 Go par rapport aux 700 Mo d'un CD.

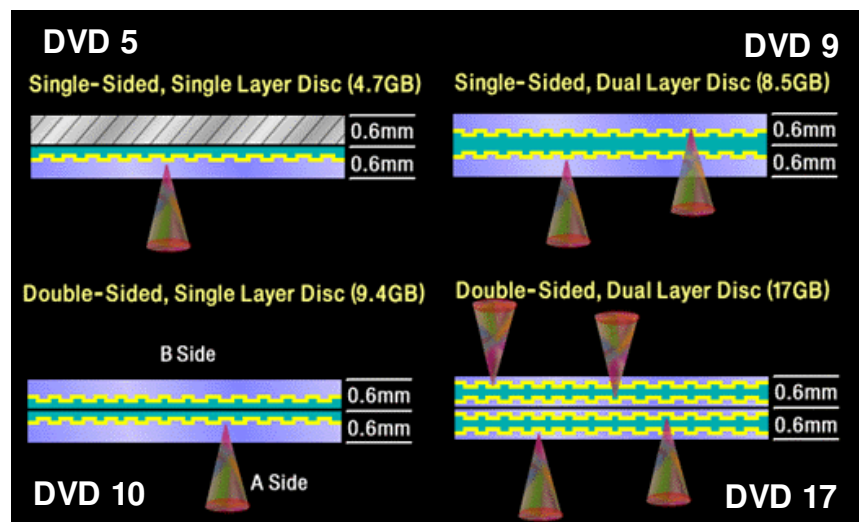


Le DVD est composé de 1 ou 2 faces utilisables (alors, adieu inscriptions...)

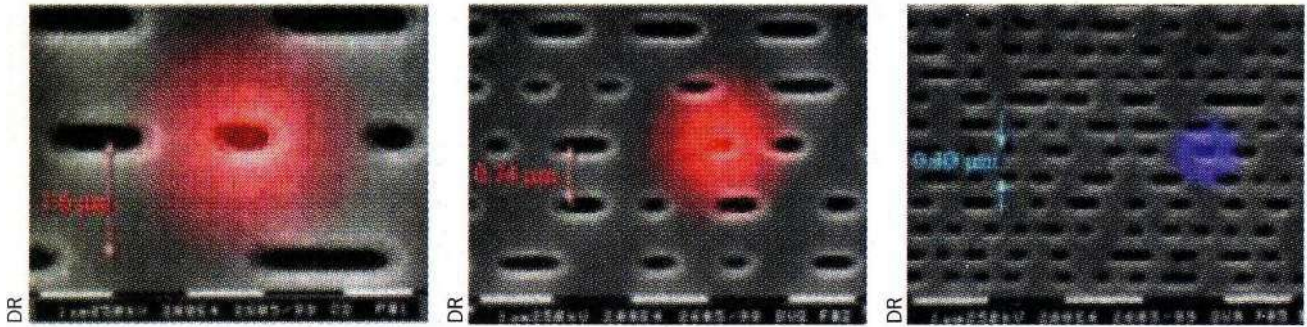


De plus, chaque face peut posséder 1 ou 2 couches inscriptibles. Pour que le laser arrive à lire la deuxième couche, la première est semi-réfléchissante, et peut faire passer le faisceau laser ou pas. C'est par le réglage de la position des lentilles que la première ou la deuxième couche est lue. Ceci augmente la capacité à 9,4 Go par face, soit 17 Go en double face. Enfin, le DVD existe en divers formats. Il est à noter que les lecteurs DVD peuvent toujours lire les CD-Rom classiques. La vitesse d'un lecteur DVD-Rom simple vitesse correspond à celle d'un lecteur CD-Rom X 12.

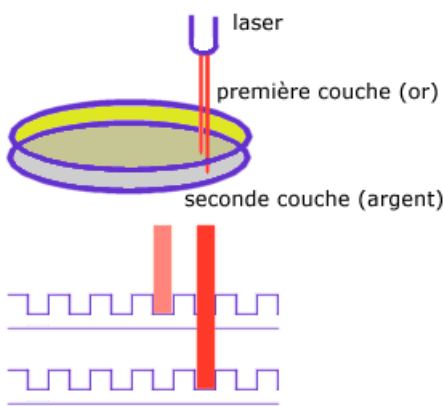
Avec un laser plus précis, les microcuvettes sont réduites à 0,4 micron (0,833 micron pour les CD's), l'écart entre les pistes est de 0.74 microns (contre 1.6 microns pour les CD's). Ainsi, la densité de bits (élément de données) passe de 105 mégabits / cm<sup>2</sup> à 508 mégabits / cm<sup>2</sup>. De plus, le contrôle des erreurs n'occupe plus que 13% du disque (30% pour les CD-Rom).







Ces trois photos à la même échelle montrent les microcuvettes à la surface d'un CD (0,7 Go, à gauche), d'un DVD (4,7 Go, au centre) et d'un BD (25 Go, à droite). Le laser bleu qui frappe ce dernier a une longueur d'onde plus courte et donc un faisceau plus fin.



## Un lecteur DVD se caractérise par :

- Sa vitesse de transfert en mode DVD et en mode CD (à prendre en compte surtout lors des chargements de gros fichiers)
- Son temps d'accès en mode DVD et également en mode CD (à prendre en compte surtout lors des chargements de beaucoup de petits fichiers)
- La taille de son cache (permet d'accéder plus vite aux informations les plus utilisées, plus il est grand, mieux c'est)
- Sa protection régionale lors de la lecture de film DVD ou Mpeg 2:

### 1.24.1 Graveur de CD et DVD

#### Le CD ou le DVD Vierge



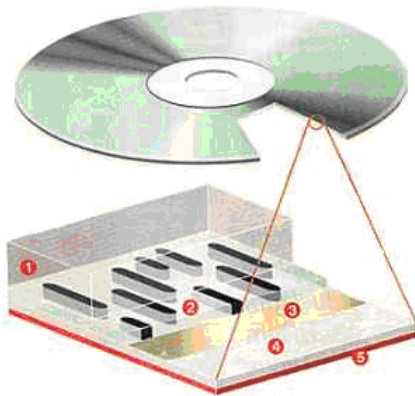
Le CD-Vierge ne contient pas de microcuvettes. Mais, le CD dispose d'une surface sensible à la chaleur qui devient non réfléchissante à la lumière quand elle est soumise à une haute température. Le laser du graveur dispose donc de deux puissances, 2,5 mW pour la lecture et 3,5 mW pour l'enregistrement. Quand le graveur enregistre, il " brûle " la surface du CD. Ces variations remplacent les micros cuvettes et s'appelle enregistrement opto-thermique.

#### CD-R

CD-R : capacité de 650 mo (74 mn) ou 700 mo (80mn), il n'est inscriptible qu'une seule fois en une seule étape ou en multi-session

#### La couleur du CD-R :



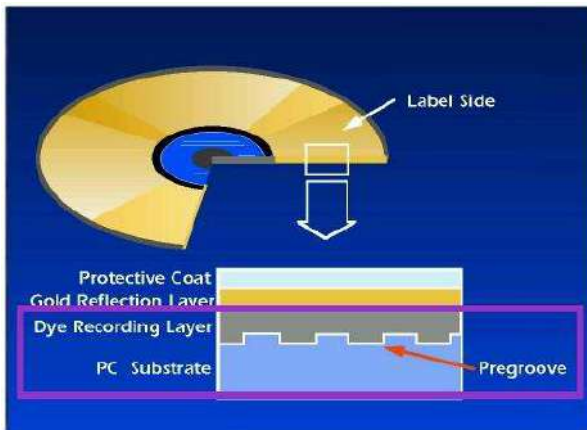
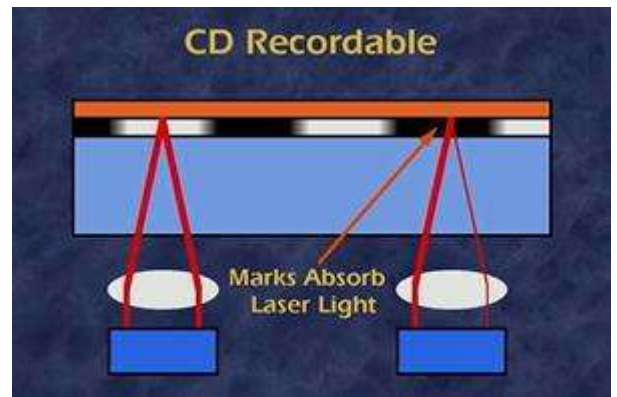


- 1 Galette de polycarbonate
- 2 Couche de colorant photosensible
- 3 Couche métallique réfléchissante
- 4 Couche de vernis protecteur
- 5 Face imprimée



Le principe d'écriture sur un CD-R est le suivant : le laser va suivre le guide prégravé qui se trouve sur le Cd vierge et va brûler sélectivement certains points de cette spirale. Cette brûlure va ternir la surface sur laquelle va se réfléchir la lumière et va modifier la quantité de lumière réfléchié ainsi que son angle de réflexion. Les transitions entre les zones brûlées (peu de lumière réfléchié) et les zones intactes (toute la lumière réfléchié) seront

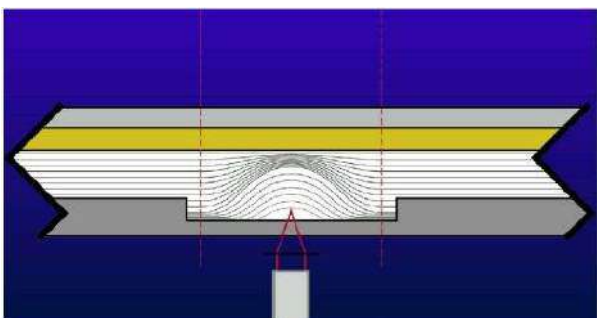
interprétées comme des "1", le reste sera interprété comme des "0" et vont former le code binaire d'encodage.



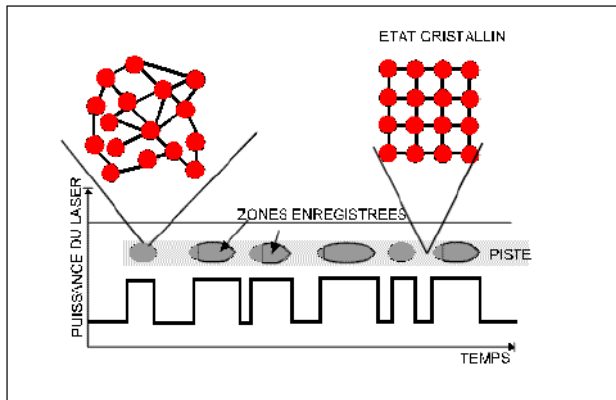
## CD-RW

Le CD-Re-Writable est essentiellement un CD-Recordable doté d'une fonction de réécriture. Le CD-RW est basé sur une technologie de changement de phase provoquée par la chaleur d'un laser et permet à des disques d'être écrits et réécrits jusqu'à 1000 fois.

La couche d'enregistrement d'un disque CD-RW est faite d'un matériau de structure polycristalline. Cette couche est un mélange d'argent, d'indium, d'antimoine et de tellurium. Pendant le processus d'enregistrement, le laser chauffe des zones choisies de la piste d'enregistrement jusqu'au point de fusion de la couche d'enregistrement (500 à 700 degrés C.). Une fois fondus, les cristaux de la piste changent d'état et se figent sous une forme aléatoire, adoptant ainsi un état amorphe et non plus cristallin. Le support se refroidit alors rapidement, verrouillant ainsi ses propriétés.



Dans la zone enregistrée, le support se trouvant dans une phase (non cristalline) amorphe, présente une réflectivité basse (+- 30%).

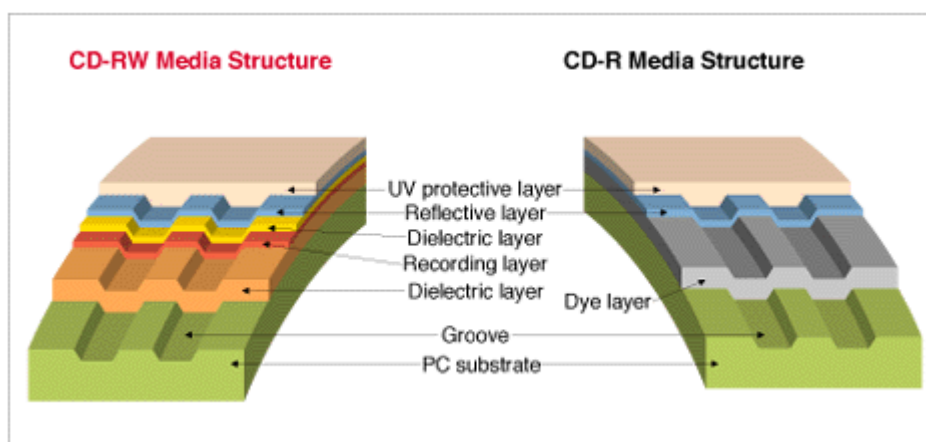


Réciproquement, les zones effacées ou les zones non-enregistrées et se trouvant en phase cristalline, ont une réflectivité élevée (+- 70%).

La lecture est exécutée en dirigeant un rayon laser de faible intensité sur la piste, où les différences de réflectivité entre les zones successives présentant ces deux phases sont lues. Cette configuration peut être lue comme les cavités et les sommets d'un CD traditionnel.

Quand le rayon laser heurte les parties non enregistrées ou effacées, une réflexion forte est dégagée. Quand il frappe une partie enregistrée, une réflexion faible est dégagée. Les transitions qui émanent un changement de réflectivité sont traitées en tant que " 1. " Toutes les autres parties sont traitées en tant que " 0. "

une réflexion faible est dégagée. Les transitions qui émanent un changement de réflectivité sont traitées en tant que " 1. " Toutes les autres parties sont traitées en tant que " 0. "



## Effacement

Les segments que l'on désire effacer sont chauffés à nouveau pour mettre le support en phase cristalline et sont ensuite refroidis graduellement pour conserver cet état cristallin.

Une fois enregistrée, une piste de CD-RW est lue de la même manière que les pistes CD normales. Les transitions entre les réflectivités basses et hautes sur la face du disque sont détectées par le laser du dispositif de lecture et la durée des périodes entre ces transitions sont interprétées de la même manière que sont les puits et les sommets traditionnels d'un CD

## Les méthodes d'écriture

- Monosession : crée une seule session sur le disque et ne donne pas la possibilité de rajouter des données sur le CD.
- Multisession : permet de graver un CD en plusieurs fois, en créant une table des matières (TOC pour table of contents) de 14Mo pour chacune des sessions. On peut ainsi graver un fichier de 1 Mo et ensuite graver un fichier de 200 Mo. Les données ne sont pas effacées.
- Multivolume : considère chaque session comme un volume séparé.
- Track At Once : permet de désactiver le laser entre deux pistes, afin de créer une pause de 2 secondes entre chaque piste d'un CD audio.
- Disc At Once : écrit sur le CD en une seule traite. Les musiques sont donc enchaînées.



- Packet Writing : écrit sur le CD par paquets.

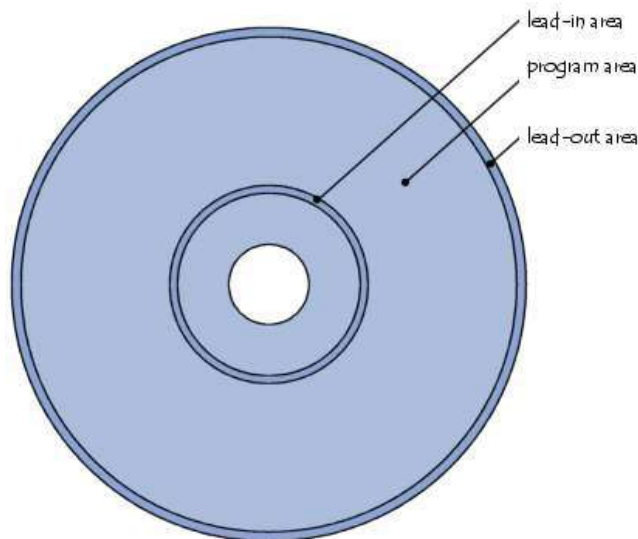
## Les techniques de gravure

Burn Proof : (Buffer Under Run Proof) signifie à l'épreuve des Buffers Underruns. Les Buffer Underruns sont des erreurs qui peuvent survenir pendant la gravure d'un disque, lorsque le flux de données envoyés au graveur n'est pas suffisamment constant. Cela provoque ainsi un vide de la mémoire tampon du graveur, et donc un échec de la gravure. Si le flot de données vient à manquer, la gravure s'arrête, puis reprend dès que le flot est assez soutenu.

## Structure logique

Un DVD est essentiellement constitué de trois zones représentant 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* sert au lecteur à suivre les creux en spirale afin de se synchroniser avec les données présentes dans la *zone programme*.
- La zone **Programme** (*Program Area*) est la zone contenant les données.
- La zone **Lead-Out** (parfois notée *LOA*), contenant des données nulles (du silence pour un DVD audio), marque la fin du CD.



Un DVD enregistrable contient, en plus des trois zones décrites ci-dessus, une zone appelée *PCA* (*Power Calibration Area*) et une zone *RMA* (*Recording Management Area*) situées avant la zone *Lead-In*.

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 couches réfléchissantes et des colorants organiques différents. A chaque calibration, le graveur note qu'il a effectué un essai. Un maximum de 99 essais par media est autorisé.



## Système de fichiers et répertoires

Les DVD utilisent le système de fichiers UDF (*Universal Disk Format*). Afin de maintenir une certaine compatibilité avec d'anciens systèmes d'exploitation, un système de fichiers hybride, appelé «UDF Bridge», supportant l'UDF et le système de fichiers ISO 9660 utilisé par les CD-ROM, a été mis au point. Il est toutefois important de noter que les lecteurs de DVD Vidéo et de DVD Audio ne supportent que le système UDF.

Le format universel de disque (« Universal Disk Format » ou UDF) est un format utilisé pour les écritures en paquets sur les CD-RW et CD-R, qui ne sont pas de simples copies d'images ISO. L'écriture par paquets permet aux CD d'être écrits partiellement en utilisant des enregistrements de taille fixe ou variable sur plusieurs sessions.

Le système de fichier UDF propose plusieurs améliorations par rapport à ISO-9660 :

- support des noms longs et Unicode ;
- support des permissions et des liens (symboliques et physiques) ;
- enfin, et surtout, la possibilité d'accéder en écriture à un système UDF.

Cette possibilité d'écrire sur UDF, combinée au mode de gravure par paquets, permet d'utiliser un disque réinscriptible comme une (grosse) disquette.

### 1.24.2 DVD – et + R/RW

Si les formats CD sont parfaitement standardisés, ceux concernant les DVD ne sont pas figés.

#### Les différents types de DVD

DVD-R et DVD-RW	DVD-Ram et DVD-Ram WO	DVD+R et DVD+RW
Durée + de 70 ans Pour archivage de données	environ 20 ans stockage secondaire	environ 10 ans vidéo

Le standard UDF est compatible avec tous les types de DVD. Tous les nouveaux lecteurs sont de ce modèle.

Le DVD-Forum, l'organisme de réglementation et de normalisation du monde du DVD, a labellisé trois formats pour la gravure de DVD: DVD-R (inscriptible), DVD-RW (réinscriptible) et le DVD-Ram (réinscriptible). Ce dernier étant dédié à la sauvegarde en entreprise.

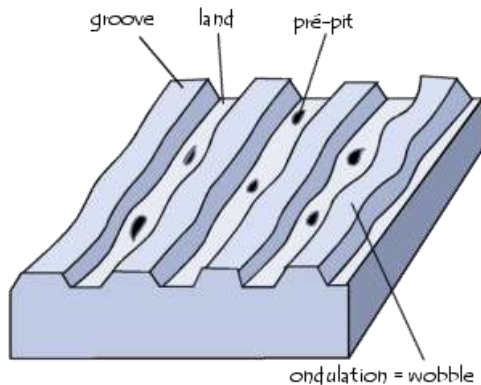
En même temps, une dizaine de constructeurs proposent un autre standard, le DVD+RW.

#### DVD-R/RW

Le DVD-R et le DVD-RW sont deux des formats validés par le DVD-Forum. Techniquement, la couche d'enregistrement d'un DVD-RW se compose, en fonction de la marque, d'un alliage d'argent et d'indium ou de germanium. Le DVD-R se voit doté d'une couche de polycarbonate. Comme un CD-RW, un DVD-RW autorise jusqu'à 1 000 enregistrements et conserve les données pendant 70 ans, en théorie.



Le format DVD-R/DVD-RW est basé sur une technique dite du «pré-pits». À la manière des CD inscriptibles (*CD-R*), les DVD inscriptibles et réinscriptibles utilisent une «pre-groove» (spirale préalablement gravée sur le support), ondulant selon une sinusoïdale appelée *wobble*. La pre-groove permet de définir le positionnement de la tête d'enregistrement sur le support (*tracking*) tandis que la fréquence d'oscillation permet au graveur d'ajuster sa vitesse. Les informations d'adressage (position des données) sont par contre définies grâce à des cuvettes pré-gravées sur le support, dans les creux (*land*) entre les sillons du disque (*groove*), baptisées «land pré pits» (LPP).



Les pré-pits constituent ainsi un second signal servant au positionnement des données. Lorsque le laser rencontre un pré-pit, un pic d'amplitude apparaît dans l'oscillation, indiquant au graveur où la donnée doit être gravée. Les spécifications du DVD-R précise qu'un pré-pit doit posséder une longueur d'au moins une période (1T).

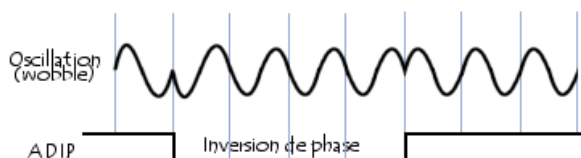
Le format DVD-R/DVD-RW propose des fonctionnalités de gestion des erreurs, essentiellement logicielles.

## DVD+R/RW

Dernier arrivé sur le marché, le DVD+RW est très proche physiquement et chimiquement du DVD-RW. Ainsi, il se compose lui aussi d'une couche d'enregistrement composée d'un alliage d'argent et d'indium ou de germanium. Les différences chimiques et physiques entre les deux formats sont minimales (profondeur de gravure).

En revanche, les opérations de gravure étant plus rapides, le format DVD+RW est plus agréable à utiliser.

Le format DVD+R/DVD+RW utilise une spirale dont l'oscillation (*wobble*) possède une fréquence beaucoup plus élevée que les DVD-R (817,4 kHz pour les DVD+R contre 140,6 pour les DVD-R) et gère l'adressage grâce à une modulation de la phase de l'oscillation, c'est-à-dire un codage par inversion de phase appelé ADIP (*Address In Pre-groove*). L'inversion de phase a lieu toutes les 32 périodes (32T).

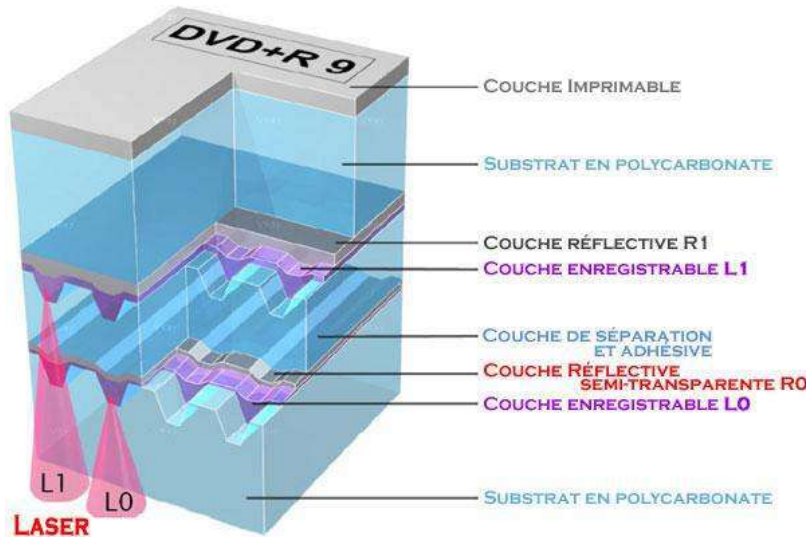


Le format DVD+RW offre une fonctionnalité de correction d'erreurs appelée DVD+MRW (*Mount Rainier for DVD+RW*) permettant de marquer les blocs défectueux. De plus, si des données lisibles existent sur ce bloc, un mécanisme permet de les déplacer sur un bloc sain et met à jour la table

d'allocation des fichiers (*Logical to Physical Address Translation*).



## Différences entre DVD+ et DVD-



D'une manière générale la méthode d'adressage utilisée par les DVD+R (modulation de phase) possède une meilleure résistance aux perturbations électromagnétiques que la méthode des pré-pits. En effet, lors de la gravure, le graveur doit également lire les pré-pits afin de positionner correctement les données sur le support.

L'illustration ci-contre montre le principe d'utilisation d'un format bi-couche. La puissance du laser est modulée selon qu'il doit atteindre la première ou la seconde couche du substrat. Le matériel qui sépare les 2 couches enregistrables étant translucide.

Le matériel qui sépare les 2 couches enregistrables étant translucide.

### 1.24.3 Le Blu Ray

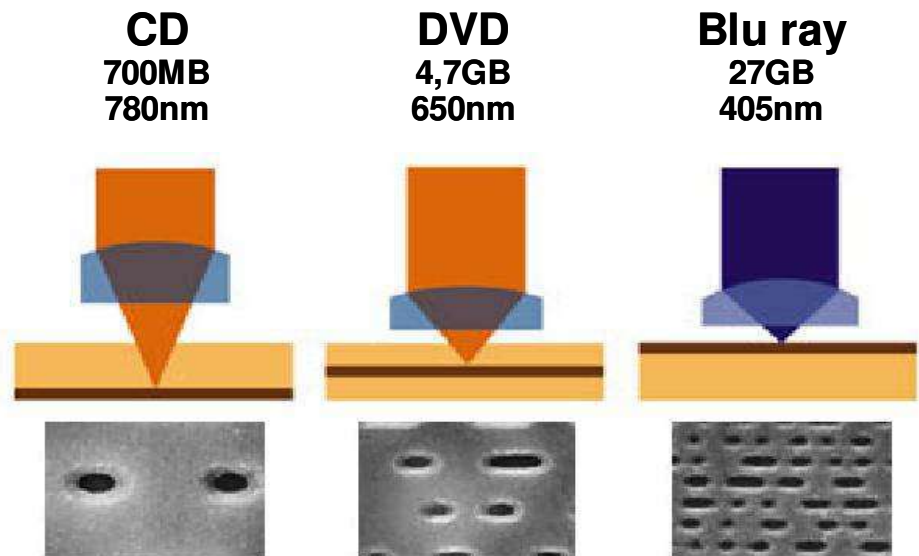


Successeur logique du DVD, le Blu Ray se présente sous la forme d'un disque basé sur le modèle CD – DVD mais dont la taille des pits ainsi que l'écartement des spires ont été à nouveau réduit. Sa capacité est de 25 GB.

Le lecteur

est basé sur un laser bleu-violet (longueur d'onde : 405 nm), d'ouverture numérique [indice de réfraction dans le milieu d'observation] élevée (0,85).

Un disque Blu-ray double couche contient 50 Go. Le taux de transfert est de 72 Mbits/sec (9 Mo/s) pour les lecteurs 2x. Les standards BD-R (disque enregistrable), BD-RE (réinscriptible) et BD-ROM (lecture seule) font partie des spécifications Blu-ray 2.0. Le disque de 100 Go utilise des couches de 25 Go, tandis que celui de 128 Go utilise des couches de 33,3 Go.



Un disque Blu-ray de 8 cm simple couche à une face, capable de contenir 15 Go, est adapté pour les petits appareils portables, comme les lecteurs vidéo ou les caméras numériques.



## Stockage à multicouches fluorescentes

Les disques à multicouches fluorescentes (FMD, Fluorescent Multilayer Disc) et les cartes à multicouches fluorescentes (FMC, Fluorescent Multilayer Card) répondent au principe suivant: les creux d'enregistrement dans le disque ou la carte, remplis de matériau fluorescent, émettent de la lumière fluorescente quand un laser est focalisé sur le creux.

La lumière fluorescente ainsi émise est incohérente, contrairement à la lumière réfléchi par les DVD, qui est cohérente. La lumière incohérente n'est pas affectée par les creux et autres marques dans le média, et traverse les couches de données adjacentes sans s'altérer. Dans les lecteurs de FMD et de FMC, la lumière émise est filtrée avant d'atteindre le détecteur du lecteur, ce qui réduit l'effet de la lumière déviée et des interférences: seule la lumière fluorescente porteuse d'informations est détectée.

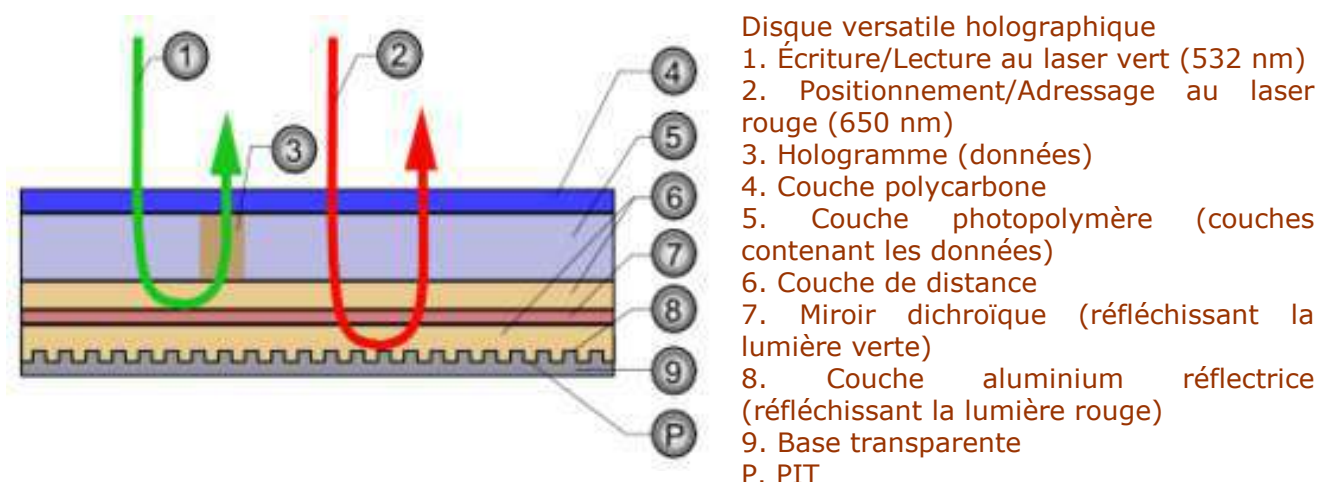
La qualité d'un signal des systèmes conventionnels utilisant la réflexion se dégrade rapidement quand des couches d'enregistrement sont ajoutées; les recherches actuelles indiquent que seulement quelques couches sont envisageables avec cette technologie. Les DVD double couche sont une implémentation de cette technologie. En revanche, la lumière filtrée et incohérente de la technologie des FMD et des FMC offre le potentiel pour un stockage volumétrique employant jusqu'à 100 couches.

Un disque FMD requiert des sillons et des creux légèrement plus profonds, remplis avec un matériau fluorescent, pour chaque couche enregistrable d'un disque multicouches.

Les FMC sont plus petites, et les lecteurs de cartes pourraient être dispensés de parties mobiles, ce qui augmenterait considérablement la fiabilité de tels systèmes.

### 1.24.4 Le stockage holographique

Le HVD (Holographic Versatile Disc, disque holographique polyvalent) est une technique développée qui n'a que peu de points communs avec le disque compact, le DVD ou le disque Blu-ray, surpassant de loin les capacités de stockage de ces derniers.



Contrairement aux techniques antérieures, où la lecture est faite sur une succession de creux lus par un laser, le HVD stocke les données dans un hologramme numérique. Les disques HVD ont une capacité de stockage maximale de 3,9 téraoctets, ce qui fait environ 830 DVD ou 160 Blu-ray, en simple couche, sur un support de 12 cm de diamètre identique au DVD mais avec une épaisseur de 3,5 mm au lieu de 1,5.





Le DVD est toujours lu par laser, mais ce sont deux rayons laser superposés, un laser vert et un laser rouge, qui une fois combinés en un seul faisceau, lisent les données par interférences.

Les disques sont couverts d'une couche de photopolymère et enfermés dans une cartouche car celui-ci ne supporte pas la lumière.

Pour l'écriture, chaque adresse doit être gravée en une fois, par un SLM (spatial light modulator), l'effacement et l'écriture bit par bit ne sont pas encore au point. Ce qui fait que le disque est très adapté aux médias de type WORM (gravure unique, lecture infinie).

## 1.24.5 les DVD-RAM

(DVD-Random Access Memory ou Disque numérique polyvalent à accès aléatoire)

Le DVD-RAM est un format de DVD réinscriptibles, comme les DVD±RW, dont le principal avantage est qu'il permet d'enchaîner aléatoirement lectures et écritures.

Avec un DVD-RAM, aucun logiciel de gravure n'est obligatoire : les OS récents le gèrent de façon native. Le DVD-RAM se comporte comme un HD plutôt que comme un DVD±RW : l'espace de stockage est par exemple automatiquement libéré lors de la suppression d'un ou plusieurs fichiers. Un simple copier/coller ou glisser/déposer et les données se retrouvent sur le disque.

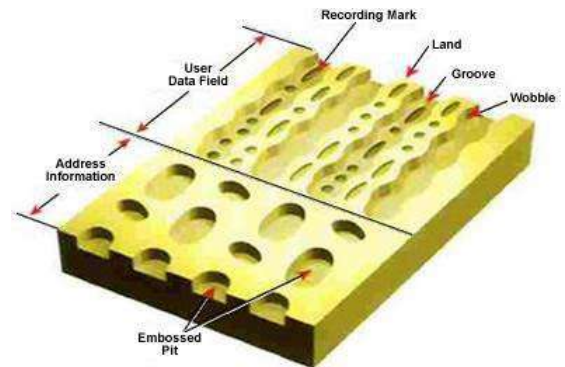


Les rectangles visibles sur le disque sont la matérialisation de la sectorisation; des zones contenant des données d'entête et d'adressage préformatées (Headers) et constituent le découpage physique en secteurs du DVD-RAM.

Le DVD-RAM est considéré comme un format fortement fiable, car les disques ont un contrôle d'erreur intégré actif lors de l'écriture et un système de gestion de défaut.

### Principe

La structure de disque des DVD-RAM s'apparente à celle des disques durs car les données sont stockées dans des pistes concentriques et sectorisées. Les DVD-RAM peuvent être consultés sans logiciel spécial (à condition d'avoir un lecteur adéquat).



Un DVD-RAM supporte 100.000 cycles d'écriture / réécriture, au lieu des 1000 cycles supportés par un DVD-RW. Ces disques ne peuvent être relus que par un lecteur DVD de quatrième génération ou par un autre graveur de DVD-RAM.

Ils peuvent contenir jusqu'à 9,4 Go pour les modèles double face (ou 4,7 pour les modèles simple face), et étaient habituellement contenus dans une cartouche protectrice, ce qui a certainement joué contre cette norme, les utilisateurs préférant les disques DVD+/-RW moins chers, plus simples à utiliser, et compatibles avec le matériel informatique et audio-visuel.

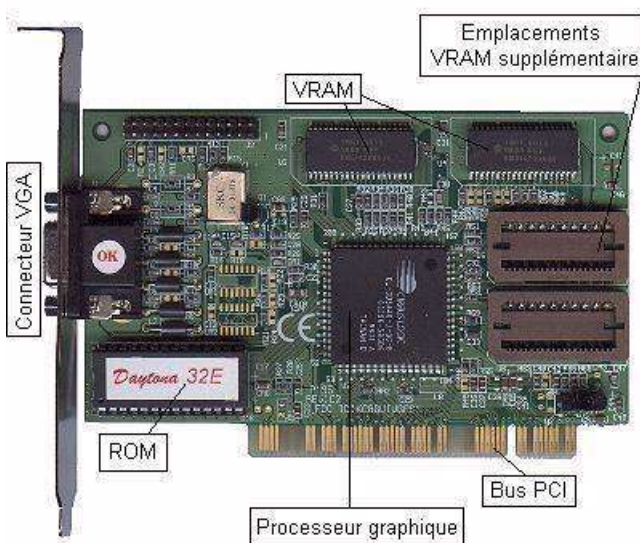
Son format par défaut est l'UDF. Il nécessite alors des pilotes pour être utilisé. Mais il peut être reformaté en FAT32 et être alors utilisé, sous Windows (à partir de la version XP), Mac OS (à partir de la version 8.6) et Linux, comme un disque dur amovible de 4,7 Go en natif. Sous Linux il peut également être formaté en ext2, mais n'est alors plus lisible sous Windows. Un disque DVD-Ram est constitué de Tellurium, matériau à structure cristalline, dont le coefficient de réflectivité est élevé. Au moment de l'écriture, l'énergie du faisceau laser chauffe le Tellurium qui se liquéfie ponctuellement.



En refroidissant rapidement, le matériau prend une structure dite amorphe au coefficient de réflectivité très bas (changement de phase). À la lecture, l'alternance des zones de réflectivités différentes modifie le retour du faisceau laser, ce qui permet de retrouver l'information.

L'effacement du support s'effectue en chauffant moins fortement le Tellurium qui, en se refroidissant lentement, va retrouver sa structure cristalline de départ. Le débit varie de 800 à 1 200 kilo-octets par seconde pour l'écriture de fichiers de grande taille, et il est un peu plus faible pour des petits fichiers.

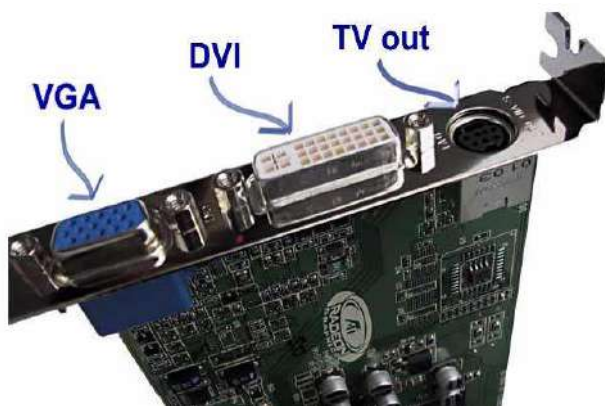
## 1.25 Les cartes vidéo



Par carte vidéo, on entend la carte d'extension qui dispose d'une entrée pour des signaux vidéo et qui permet de les afficher à l'écran ou de les retransmettre. Classiquement, leur rôle est d'afficher les écrans des applications utilisées par le pc et du système. Si une carte écran ne comportant que peu de fonctionnalité peut suffire pour une utilisation basique, il n'en va plus de même si des applications plus essentiellement graphiques telles que de la PAO, du montage vidéo ou certains jeux sont utilisées. Il convient alors de choisir une carte plus spécifique et répondant au mieux à la demande.

### Introduction

De la carte graphique dépend la qualité des images affichées. En effet, le moniteur n'a pour rôle que d'afficher les images reçues de la carte vidéo. Il ne peut modifier ou améliorer la qualité des données émises par la carte. Bien évidemment, un moniteur de piètre qualité n'affichera pas une bonne image, mais un excellent moniteur desservi par une mauvaise carte graphique affichera aussi une mauvaise image.



Une carte graphique se divise en plusieurs composants: le Bios vidéo, le processeur graphique, le DAC (Digital-to-Analog Converter) et le connecteur vidéo.

Une carte graphique doit être assistée par un driver. Ce dernier doit être conçu en fonction du système d'exploitation local.

### Le Bios Vidéo

Une carte graphique est assez semblable à la carte-mère d'un PC. Elle est aussi composée d'un processeur, de mémoire, d'un connecteur permettant de transférer des données à un périphérique externe (écran). Tous ces composants et leurs interactions doivent être gérés par un élément: le



Bios vidéo. Ses tâches se limitent à la gestion de la carte graphique, il est totalement indépendant de celui présent sur la carte-mère et n'interfère pas avec lui.

La première information affichée à l'écran lors de l'allumage d'un PC est l'identification du Bios graphique. On y trouve le nom et la version de la carte, ainsi qu'un code d'identification propre au fabricant. Physiquement, il se présente sous la forme d'une EEPROM qui peut être flashée.

Ce Bios permet au PC d'accéder aux spécificités propres à la carte graphique utilisée. Sans ce dernier, toutes les cartes graphiques seraient presque équivalentes.



## Le processeur graphique

Le processeur graphique est le cœur de la carte. De lui dépendent les fonctionnalités et les performances. Le driver qui le supporte est écrit pour tirer parti des possibilités offertes par ce CPU.

## La mémoire graphique

Les adaptateurs sont dotés de leur propre mémoire directement sur la carte. Celle-ci est utilisée pour stocker les images pendant leur traitement. Le montant total de cette mémoire détermine la résolution et le nombre de couleurs maximum supporté.

L'ajout de mémoire vive n'augmente pas la vitesse de la carte graphique. En effet, la vitesse dépend du bus et du processeur graphique, alors que la résolution dépend de la mémoire. Le montant de mémoire requis peut être facilement calculé selon la règle suivante.

Chaque pixel affiché doit pouvoir être stocké en mémoire, le nombre de pixels étant défini par la résolution utilisée.

Par exemple, un écran affichant 1024 par 728 pixels contient 786.432 pixels. Ensuite, il est nécessaire de tenir compte du nombre de couleurs affichées simultanément. Pour 2 couleurs, 1 bit

<i>Nombre de couleurs</i>	<i>Nombre de bits</i>
<b>2 (noir / blanc)</b>	1
<b>16</b>	4
<b>256</b>	8
<b>65.536</b>	16
<b>16,7 millions</b>	24
<b>16,7 millions + 256 niveaux de transparence</b>	32

Résolution	Nombre de couleurs					
640 X 480	16	256	16,7 M	16,7 M	16,7 M	16,7 M
800 X 600	16	256	65.536	16,7 M	16,7 M	16,7 M
1024 X 768		16	256	65.536	16,7 M	16,7 M
1280 X 1024			16	256	65.536	16,7 M
1600 X 1200			16	256	256	65.536
Trame vidéo	256 Ko	512 Ko	1 Mo	2 Mo	3 Mo	4 Mo



suffit, alors qu'il en faut 4 pour 16 couleurs différentes. Par exemple, pour un affichage de 1024x728 en 16 couleurs, il faut multiplier 786.432 pixels par 4 bits ce qui permet d'obtenir 3.145.728 bits, soit 384Ko. Si le nombre de couleurs est de 256, il faut compter 8 bits par pixels, soit un total de 768Ko.

Ces 768 Ko représentent une image, alors que, selon son taux de rafraîchissement, l'écran va en afficher jusqu'à 100 par seconde. Un manque de mémoire vidéo aura pour résultat un affichage saccadé.

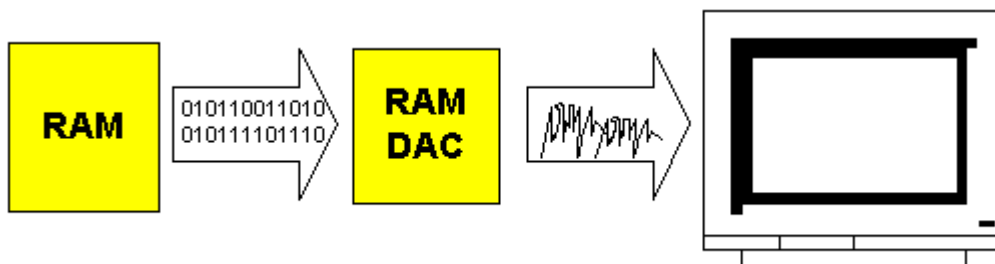
Pour une résolution de 1.024 X 768 en 16,7 M. de couleurs, chaque trame pèse près de 2,4 Mb. Il faut donc une carte vidéo nantie d'un strict minimum de 4 Mb pour pouvoir la construire. Plus la capacité en mémoire de la carte vidéo sera élevée, plus elle sera capable de stocker un nombre élevé de trames et de les servir à l'écran au rythme voulu

Le processeur et le chipset graphique sont liés à la mémoire vidéo par un bus d'une largeur comprise entre 64 et 128bits. Plus cette valeur est élevée, plus les transferts entre le CPU et la mémoire sont performants.

## Le RAMDAC ou DAC

Le terme de DAC correspond en fait à Digital-to-Analog Convertor. Comme son nom l'indique, il convertit les images digitales générées par l'ordinateur en signaux analogiques affichables par le moniteur. Sa vitesse est exprimée en mégahertz (Mhz). Plus elle est élevée, plus la fréquence de rafraîchissement verticale est haute.

Actuellement, le RAMDAC des bonnes cartes graphiques peut atteindre 400Mhz.



### 1.25.1 Résolution; profondeur de couleurs, taux d'image et mémoire

D'après la norme PAL, un signal vidéo se compose de 50 demi-images, avec entrelacement, en TrueColor et avec une résolution de 768 x 576 pixels. Avec une profondeur de couleur de 3 octets (24 bits), il en résulte un besoin en mémoire de :

$768 \times 576 \times 3 \times 25 = 33\,177\,600$  octets, soit près de 30 Mo/s. Par de savants procédés de compression, il y a possibilité de réduire ce volume au millième, mais avec, en contrepartie, une dégradation de la qualité de l'image.

Cette compression vidéo permet de gagner de la place, mais ce gain se paye en temps de traitement, aussi bien pour les entrées que pour les sorties. Ce problème est à l'origine des nombreux procédés de compression et de formats de fichiers existants dans ce domaine.



## 1.25.2 Les principaux formats de fichier: AVI, M-JPEG, MPEG

**AVI:** ce format n'est pas tout à fait homogène. Il a été mis au point par Microsoft pour *Vidéo pour Windows* et subit sans cesse de nouveaux développements. La compression/décompression est rapide et réalisée par logiciel et permet de ramener une minute de vidéo à un espace disque de 15 à 20 Mo, avec une qualité parfaite. Chaque image est compressée individuellement et peut être décompressée de même.

**M-JPEG :** il s'agit d'une abréviation de Motion-JPEG, un développement du format d'image individuel JPEG destiné aux images animées. JPEG est en mesure de réduire une minute de vidéo en moins de 10 Mo, avec une excellente qualité et possibilité d'accès aux images individuelles. Malheureusement, MJPEG requiert un matériel spécial de compression/décompression, une solution logicielle étant trop lente. En outre, sa standardisation n'est pas un modèle de réussite et il existe fréquemment des incompatibilités entre les fichiers M-JPEG et le matériel.

**MPEG :** Dans ce format, les images individuelles ne sont pas stockées, seules sont enregistrées les modifications d'une image à la suivante. Cette technique permet des taux de compression nettement meilleurs mais avec les inconvénients suivants : il n'est pas possible de modifier une image individuelle, sauf à convertir le fichier en un des formats cités précédemment (et la compression est extrêmement exigeante). En MPEG, la solution logicielle est exclue pour sa lenteur. Autres handicaps: la qualité de l'image ne satisfait pas à des exigences professionnelles et le standard est loin d'être figé, avec des modifications et des développements constants.

## 1.25.3 Les accélérateurs MPEG

Les accélérateurs MPEG représentent une forme particulière de cartes vidéo. Ces cartes sont dotées d'un module spécial prenant en charge la décompression des fichiers MPEG et accélérant ainsi la diffusion. Seul défaut, ces cartes ne savent pas compresser, elles ne servent qu'à la diffusion.

## 1.25.4 Les cartes accélératrices 3D

Tandis qu'une carte graphique traditionnelle fait transiter des images préalablement calculées par le processeur, une carte graphique accélérée décharge le processeur de ces calculs qui sont confiés à un processeur spécialisé situé sur la carte.

L'accélération ne porte pas sur l'intégralité des tâches graphiques mais seulement sur les instructions qui ont été signalées par le logiciel de pilotage à la carte et à condition que la carte ait été conçue pour les traiter. Toutes les cartes ne tournent pas avec tous les pilotes. Par exemple, une carte accélératrice sous Windows exclut la prise en charge des graphismes sous Dos, allant même jusqu'à en dégrader les performances.

\* transformation de points 3D, c'est-à-dire la projection de sommets 3D en 2D (pixels) par une matrice de changement de repère

\* calcul de l'illumination locale de points 3D

\* tracé de surfaces à l'écran avec application de textures

Les processeurs de ces cartes intègrent des fonctions très sophistiquées et dédiées à l'affichage telles que : Application de texture, Multitexturing, Compression de texture, Alpha bending, ...



## 1.25.5 Les bibliothèques

Pour pouvoir utiliser les capacités 3D d'une carte il est nécessaire d'utiliser une librairie qui est en fait une sorte de programme utilitaire servant d'intermédiaire entre le programme et la carte. En effet, les programmes sont incapables d'adresser directement des requêtes aux cartes d'où la nécessité d'utiliser un tel intermédiaire. D'ailleurs, si cela était possible il faudrait alors que ces programmes soit développés en de nombreuses versions correspondant chacune à un type de carte ce qui est devenu impossible vu le nombre de sortes de cartes existantes.

### L'API

L'API (pour Application Programming Interface) est un petit bout de programme qui vient se placer entre le matériel et les programmes. Au niveau de la 3D il sert d'intermédiaire entre la carte et les programmes. C'est de lui que vont dépendre en partie les différents effets pouvant être gérés et la rapidité à les réaliser. Dans un programme, s'il faut appliquer un certain effet, la demande va être faite à l'API qui va ensuite se charger de la faire exécuter par un processeur 3D. Il existe deux sortes d'API. Le premier, les API propriétaires qui correspondent à un matériel spécifique, comme Glide, l'API de 3DFX développée pour ses cartes. L'avantage des API propriétaires est que le programmeur connaît parfaitement toutes les fonctions de la carte et de l'API et il sait ce qu'il peut en tirer. L'inconvénient de ce type d'API est que les programmes doivent être écrits autant de fois qu'il y a d'API et donc de cartes. C'est pour cela qu'elles disparaissent au profit des API génériques. Ces dernières gèrent en fait de très nombreux types de cartes. Le programmeur n'aura donc à écrire celui-ci qu'une seule fois. DirectX et OpenGL en font partie.

### Les différentes API

Le **Glide**, la librairie propriétaire de 3DFX, a dominé pendant des années. En effet, c'est une API simple à programmer et à l'époque 3DFX dominait largement sur le marché des cartes 3D. En face on trouvait DirectX, l'API de Microsoft, qui en était encore à ses débuts et n'était pas très performante. Aujourd'hui, DirectX a évolué et tous les programmes qui vont sortir dans le futur seront DirectX ou OpenGL et peut-être Glide pour certains. Glide, du fait qu'elle est une API propriétaire, avait l'avantage d'être parfois plus rapide et plus belle que ses concurrents. Néanmoins, avec les progrès réalisés par DirectX, cette différence n'est plus très réelle. Tous les nouveaux processeurs sont ainsi développés pour DirectX qui est aujourd'hui devenu un standard.

**DirectX** n'est pas en fait une API spécifique à la 3D. C'est en réalité un ensemble de bibliothèques qui permettent de faire le lien entre le matériel et des programmes multimédia. Ainsi on trouve au sein de DirectX DirectSound pour le son, DirectPlay pour le jeu via Internet, etc. Ces bibliothèques sont utilisées par de nombreux programmes. Elles furent introduites peu après Windows 95 par Microsoft et permettaient enfin aux développeurs de se concentrer uniquement sur leur produit.

Dans le monde de la 3D il existe une troisième API. **OpenGL**, développée par SGI, (Open Graphics Library) est une spécification qui définit une API multi-plateforme pour la conception d'applications générant des images 3D (mais également 2D). Elle utilise en interne les représentations de la géométrie projective [domaine des mathématiques qui modélise les notions intuitives de perspective et d'horizon] pour éviter toute situation faisant intervenir des infinis [concept qui s'attache à quelque chose qui n'a pas de limite en nombre ou en taille].

L'interface regroupe environ 250 fonctions différentes qui peuvent être utilisées pour afficher des scènes tridimensionnelles complexes à partir de simples primitives géométriques. Du fait de son ouverture, de sa souplesse d'utilisation et de sa disponibilité sur toutes les plate-formes, elle est utilisée par la majorité des applications scientifiques, industrielles ou artistiques 3D et certaines applications 2D vectorielles. Cette bibliothèque est également populaire dans l'industrie du jeu vidéo où elle est en rivalité avec la bibliothèque de Microsoft : Direct3D. Une version nommée OpenGL ES



a été conçue spécifiquement pour les applications embarquées (téléphones portables, agenda de poche, consoles de jeux, ...).

## 1.25.6 La compression des données

### Pourquoi compresser les données?

La puissance des processeurs augmente aussi vite que les capacités de stockage, et énormément plus vite que la bande passante d'Internet.

Ainsi, on préfère réduire la taille des données en exploitant la puissance des processeurs plutôt que d'augmenter les capacités de télécommunication.

### Qu'est-ce que la compression de données?

La compression consiste en la réduction de la taille physique de blocs d'informations. Un compresseur utilise un algorithme qui sert à optimiser les données en utilisant des considérations propres au type de données à compresser, un décompresseur est donc nécessaire pour reconstruire les données originelles grâce à l'algorithme inverse de celui utilisé pour la compression.

La méthode de compression dépend du type de données à compresser: on ne compressera pas de la même façon une image qu'un fichier audio...

## Les différents types de compression

### Compression physique et logique

La compression physique agit sur les données même en regardant les données redondantes d'un train de bits à un autre.

La compression logique est effectuée par un raisonnement logique en substituant à une information une information équivalente et de plus petite taille.

### Compression symétrique et asymétrique

Dans le cas de la compression symétrique, la même méthode est utilisée pour compresser et décompresser l'information, il faut donc la même quantité de travail pour chacune de ces opérations. C'est ce type de compression qui est utilisée dans les transmissions de données.

La compression asymétrique demande plus de travail pour l'une des deux opérations, on recherche souvent des algorithmes pour lesquels la compression est plus lente que la décompression (ex. : application). Les algorithmes étant plus rapides en compression qu'en décompression peuvent être nécessaires lorsque l'on archive des données auxquelles on n'accède pas souvent.

### Compression avec pertes

Les fichiers ont besoin de conserver leur intégrité pour fonctionner, en effet il n'est pas concevable de reconstruire de manière approximative un fichier en omettant parfois des lettres et en ajoutant certaines là où il ne faut pas...

La compression avec pertes se permet d'éliminer quelques informations pour avoir le meilleur taux de compression possible, tout en gardant un résultat qui soit le meilleur possible, c'est le cas de certaines compressions d'images ou de sons. Pour une image de zèbre par exemple, l'algorithme



n'effacera pas les rayures mais pourra les modifier légèrement pour pouvoir appliquer l'algorithme de façon optimale.

## Encodage adaptif, semi adaptif et non adaptif

Certains algorithmes de compression sont basés sur des dictionnaires spécifiques à un type de données, ce sont des encodeurs non adaptifs. Les occurrences de lettres dans un fichier texte par exemple, dépendent de la langue dans laquelle celui-ci est écrit.

Un encodeur adaptif s'adapte aux données qu'il va devoir compresser, il ne part pas avec un dictionnaire déjà préparé pour un type de données.

Un encodeur semi-adaptif construira celui-ci en fonction de ce qu'il va trouver: il construit le dictionnaire en parcourant le fichier, puis compresse le fichier.

## La concaténation de points

La concaténation de point est une méthode permettant de stocker les points d'une manière optimale: pour une image monochrome il n'y a, par définition, que deux couleurs, un point de l'image peut donc être codé sur un seul octet pour gagner de l'espace mémoire.

## La compression RLE

C'est une méthode utilisée par de nombreux formats d'images (BMP, PCX, TIF). Elle est basée sur la répétition de bits consécutifs. Une première valeur (codée sur un octet) donne le nombre de répétitions, une seconde la valeur à répéter (codée elle aussi sur un octet, la phrase suivante "aaaaahhhhhhhhhhhhh" donnerait "5a14h", elle est très utile dans ce cas.

Par contre dans "salut" cela donne "1s1a1l1u1t", elle est très coûteuse

Malgré tout cette méthode est peu difficile à mettre en oeuvre. Il existe des variantes dans lesquelles on encodera l'image par pavés de points, selon des lignes, ou bien même en zigzag.

## La compression LZW

LZW est un algorithme très rapide aussi bien en compression qu'en décompression, il substitue des motifs en construisant au fur et à mesure un dictionnaire. De plus il travaille sur des bits et non sur des octets, il ne dépend donc pas de la manière de laquelle le processeur code les informations. C'est un des algorithmes les plus populaires, il est utilisé pour les formats TIFF et GIF.

## La compression Huffman

Ce type de compression donne de bons taux de compressions pour les images monochromes (fax).

## **La compression JPEG**

Son nom (Joint Photographie Expert Group) provient de la réunion en 1982 d'un groupe d'experts de la photographie, dont le principal souci était de travailler sur les façons de transmettre des informations (images fixes ou animées). En 1986, l'IUT-T mis au point des méthodes de compression destinées à l'envoi de fax. Ces deux groupes se rassemblèrent pour créer un comité conjoint d'experts de la photographie (JPEG).

Contrairement à la compression LZW, la compression JPEG est une compression avec pertes, ce qui lui permet, en dépit d'une perte de qualité un des meilleurs taux de compression (20:1 à 25:1 sans perte notable de qualité.)





Cette méthode de compression est beaucoup plus efficace sur les images photographiques (comportant beaucoup de pixels de couleur différente) et non sur des images géométriques (à la différence de la compression LZW).

## Le M-JPEG

La première idée qui vient à l'esprit après s'être intéressé à la compression d'images est d'appliquer l'algorithme de compression JPEG à une séquence vidéo (qui n'est finalement qu'une suite d'images). C'est notamment le cas du M-JPEG qui autorise un débit de 8 à 10 Mbps, ce qui le rend utilisable dans les studios de montage numérique, d'autant plus que chaque image étant codée séparément, on peut y accéder aléatoirement.

## Le MPEG-1

Dans de nombreuses séquences vidéo, beaucoup de scènes sont fixes, cela se nomme la redondance temporelle.

Lorsque seules les lèvres de l'acteur bougent, seuls les pixels de la bouche vont être modifiés d'une image à l'autre, il suffit donc de ne décrire que le changement d'une image à l'autre. C'est là la différence majeure entre le MPEG et le M-JPEG.

Cependant cette méthode aura beaucoup moins d'impact sur une scène d'action.

Il existe 4 façons d'encoder une image avec le MPEG :

- Intra coded frames (Frames I): les images sont codées séparément sans faire référence aux images précédentes – ce sont des images complètes
- Predictive coded frames (frames P): les images sont décrites par différence par rapport à l'image précédente
- Bidirectionally predictive coded frames (Frames B): les images sont décrites par différence avec l'image précédente ou l'image suivante
- DC Coded frames: les images sont décodées en faisant des moyennes par bloc (Frames D).

## Les frames I

Ces images sont codées uniquement en utilisant le codage JPEG, sans se soucier des images qui l'entourent.

De telles images sont nécessaires dans une vidéo MPEG car ce sont elles qui assurent la cohésion de l'image (puisque les autres sont décrites par rapport aux images qui les entourent), elles sont utiles notamment pour les flux vidéo qui peuvent être pris en cours de route (télévision), et sont indispensables en cas d'erreur dans la réception. Il y en a donc une ou deux par seconde dans une vidéo MPEG.



## Les frames P

Ces images sont définies par différence par rapport à l'image précédente. L'encodeur recherche les différences de l'image par rapport à la précédente et définit des blocs, appelés macroblocs (16x16 pixels) qui se superposent à l'image précédente.

L'algorithme compare les deux images bloc par bloc et à partir d'un certain seuil de différence, il considère le bloc de l'image précédente différent de celui de l'image en cours et lui applique une compression JPEG.

C'est la recherche des macroblocs qui déterminera la vitesse de l'encodage, car plus l'algorithme cherche des "bons" blocs, plus il perd de temps...

Par rapport aux frames-I (compressant directement), les frames-P demandent d'avoir toujours en mémoire l'image précédente.

## Les frames B

De la même façon que les frames P, les frames B sont travaillées par différence à une image de référence, sauf que dans le cas des frames B cette différence peut s'effectuer soit sur la précédente (comme dans les cas des frames P) soit sur la suivante, ce qui donne une meilleure compression, mais induit un retard (puisqu'il faut connaître l'image suivante) et oblige à garder en mémoire trois images (la précédente, l'actuelle et la suivante).

## Les frames D

Ces images donnent une résolution de très basse qualité mais permettent une décompression très rapide, cela sert notamment lors de la visualisation en avance rapide car le décodage "normal" demanderait trop de ressources processeur.

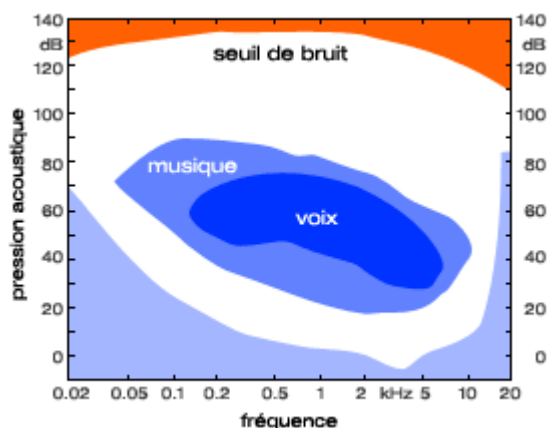
## Dans la pratique...

Les séquences d'images sont dans la pratique codées suivant une suite d'images I B et P (D étant comme on l'a dit réservé à l'avance rapide) qui a été déterminée expérimentalement. Cette séquence est la suivante: IBBPBBPBBPBI

Une image I est donc insérée toutes les 12 frames.

## Le MPEG – 3

### Conversion MP3



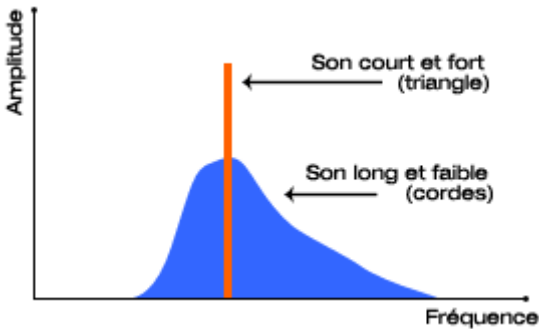
La conversion de la musique analogique en flux MP3 numériques s'effectue par le biais d'une méthode de compression qui filtre les informations inutiles et élimine les sons imperceptibles par l'oreille humaine.

Cette méthode s'appuie sur la psychoacoustique, qui étudie la perception du son par l'oreille humaine et sert de base à la technologie MP3. Ainsi, plus l'encodeur MP3 prend en compte les principes de la psychoacoustique, plus la musique MP3 numérique reflète l'original avec précision (et plus le débit binaire



est élevé, meilleure est la qualité sonore).

Les sons situés dans les zones bleu clair et rouge sont inaudibles. Nous ne percevons que les sons situés dans la zone blanche et dans la zone bleue. En effet, nous entendons les sons graves (basses fréquences) au-dessus d'un certain volume (plage dynamique). Notre oreille est plus sensible aux fréquences correspondant à la voix humaine (entre 2 et 4 kHz), même si le volume est très bas. L'encodage MP3 est particulièrement complexe pour ce spectre de fréquences et l'on constate souvent des parasites (artefacts) dans le flux MP3 lorsque le son d'un morceau est bas.



Le masquage représente le recouvrement des sons faibles par les sons forts. Cette notion apparaît clairement sur le schéma qui montre les sons d'un triangle et d'un instrument à cordes : le son court et fort du triangle recouvre (masque) le son plus faible et plus long des cordes pendant un moment. Ainsi, l'auditeur n'entend pas les cordes pendant un bref moment car le son du triangle est plus fort.

L'encodeur MP3 peut supprimer le son des cordes pendant ce court laps de temps sans affecter la qualité

du son.

Deux autres phénomènes entrent alors en compte : le pré-masquage et le post-masquage. Ainsi, chaque fois qu'un son très fort suit un son faible (et vice versa), nous n'entendons que le son fort.

## 1.25.7 Les Normes d'affichage

Plusieurs normes d'affichage ont été utilisées dans l'histoire des ordinateurs. Elles consistent souvent en une combinaison d'une définition d'écran (qui définit la largeur et la hauteur en pixels, la profondeur des couleurs, en bits) et d'une fréquence de rafraîchissement (en Hz).

Norme d'affichage	X (largeur)	Y (hauteur)	Pixels (en millions)	Format d'image	Pourcentage de différence en pixels									Format écran large	Dimension typique de l'écran
					QVGA	VGA	SVGA	XGA	XGA+	SXGA	SXGA+	UXGA	QXGA		
QVGA	320	240	0.08	1.33	0%	?	?	?	?	?	?	?	?		
VGA	640	480	0.31	1.33	?	0%	-36%	-61%	-69%	-77%	-79%	-84%	-90%	WVGA	
SVGA	800	600	0.48	1.33	?	56%	0%	-39%	-52%	-63%	-67%	-75%	-85%		
XGA	1024	768	0.79	1.33	?	156%	64%	0%	-21%	-40%	-47%	-59%	-75%	WXGA	15"/ 38 cm
XGA+	1152	864	1.00	1.33	?	224%	107%	27%	0%	-24%	-32%	-48%	-68%	WXGA+	17"/ 43 cm
SXGA	1280	1024	1.31	1.25	?	327%	173%	67%	32%	0%	-11%	-32%	-58%	WSXGA	17-19"/ 43-48 cm
SXGA+	1400	1050	1.47	1.33	?	379%	206%	87%	48%	12%	0%	-23%	-53%	WSXGA+	
UXGA	1600	1200	1.92	1.33	?	525%	300%	144%	93%	45%	31%	0%	-39%	WUXGA	20"/ 51 cm
QXGA	2048	1536	3.15	1.33	?	924%	555%	300%	216%	140%	114%	64%	0%	WQXGA	30"/ 76 cm

**Normes d'affichage**

Matériel vidéo

MGA | Hercules | CGA | EGA | VGA | MCGA | 8014 | XGA

Définitions d'affichage

QVGA | VGA | SVGA | XGA | SXGA | SXGA+ | UXGA | QXGA | QSXGA | QUXGA | HXGA | HSXGA | HUXGA | QHXGA | HFXGA

Écrans larges

WSVGA | WXGAH | WXGA | WXGA+ | WSXGA | WSXGA+ | WUXGA | WUXGA+ | WQXGA | WQSXGA | WQUXGA | WHXGA | WHSXGA | UHDV | WRUXGA

**Comparaison des tailles**



## 1.26 Les bases de registres

La base de registres est une base de données hiérarchisée utilisée par le système d'exploitation pour stocker des informations sur l'ordinateur, les périphériques, les programmes installés et les préférences de l'utilisateur. Bien que vous puissiez la visualiser comme une entité unique sous RegEdit, cette base de données est répartie dans plusieurs fichiers.

### Précautions :

Windows sauvegarde automatiquement les deux fichiers de la base de registre (W9x) (System.dat et User.dat) lorsque le démarrage se fait correctement. Ces deux fichiers de sauvegarde sont nommés System.da0 et user.da0 et sont situés dans le dossier Windows.

Lorsque la base de registre est défectueuse, Windows vous prévient au démarrage et vous propose de restaurer la base de registre (à partir des sauvegardes).

### L'organisation de la base de registres (W9x)

La base de registres = deux fichiers DAT

SYSTEM.DAT est la véritable base de registres puisqu'il recueille les informations matérielles et logicielles de l'ordinateur sur lequel Windows est installé. Si ce fichier est perdu, Windows ne pourra plus démarrer. Il faudra alors tout réinstaller, même le système d'exploitation (les grands moyens).

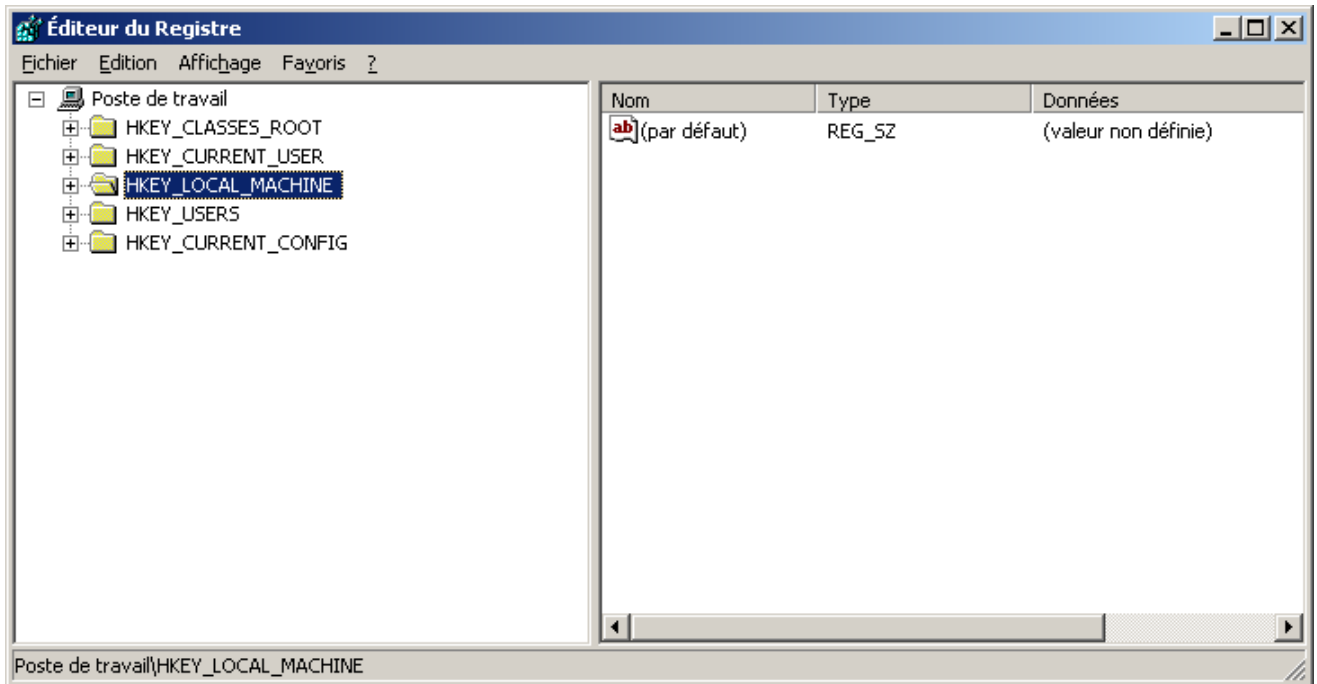
USER.DAT est moins important que SYSTEM.DAT. Il recueille tous les paramètres relatifs à l'utilisateur. Les objets placés sur le bureau et la configuration du menu Démarrer y sont stockés. Si ce fichier est perdu, Windows pourra quand même redémarrer.

### La structure de la base de registres

Pour en savoir plus sur la structure de la base de registres, il faut utiliser l'éditeur fourni par Microsoft. Après un double clic sur le fichier REGEDIT.EXE se trouvant dans le répertoire Windows, on obtient une fenêtre semblable à celle ci-dessous.

Il s'agit d'une fenêtre divisée en deux par un séparateur dont on peut déplacer la position à l'aide de la souris.

Le cadre gauche contient six clés qui commencent toutes par HKEY\_... . Ce sont les six clés principales. C'est en cliquant sur le signe "+" que vous pouvez développer l'arborescence de ces clés :



La base de registres représente une structure hiérarchisée, comme pour les dossiers de l'explorateur.

Chaque clé principale peut contenir plusieurs sous-clés pouvant être divisées à leur tour en sous-clés. Cette structure permet d'obtenir une hiérarchie très profonde.

Les sous-clés peuvent contenir des valeurs (comme les dossiers contiennent des fichiers) dont les formats peuvent être les suivants :

- Texte pur toujours placé entre guillemets,
- Données binaires constituées d'une suite de valeurs hexadécimales,
- DWords 32 bits.

Il ne faut pas confondre la notion de valeur et la notion de fichier. Un fichier est stocké dans un dossier alors qu'une valeur est stockée dans une clé.

Lorsque l'on veut faire référence à une clé, il faut s'y prendre de la même manière que pour les dossiers. On décrit son chemin de la même manière que sur le prompt du DOS. Par exemple, le chemin suivant

```
HKEY_LOCAL_MACHINE\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion
```

permet d'accéder à la sous-clé où sont conservés les paramètres actuels de Windows.

Un grand nombre de ces valeurs sont des réglages de périphériques. Lorsque la clé ou la sous-clé a un nom qui ne veut rien dire, cela signifie qu'il ne faut rien modifier. Par exemple, une sous-clé appelée BUS\_00&DEV\_11&FUNC00 ne devra pas être modifiée.

La base de registre peut être modifiée avec RegEdit.exe ou RegEdt32.exe qui permet de définir des droits d'accès sur les clés.

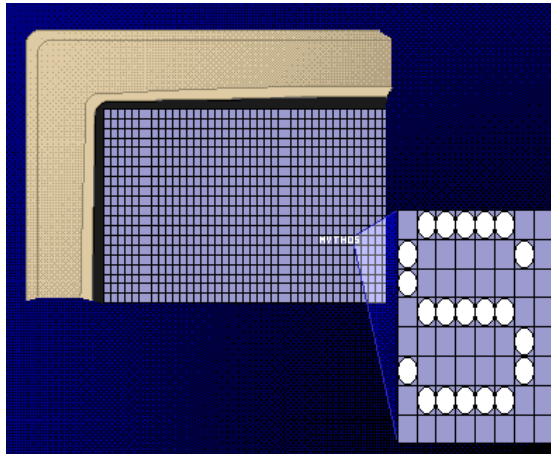
Si une entrée n'existe pas, il faut la créer. De nombreuses entrées ont une valeur par défaut même si elles ne sont pas explicitement indiquées dans le registre.



## 2. Les périphériques

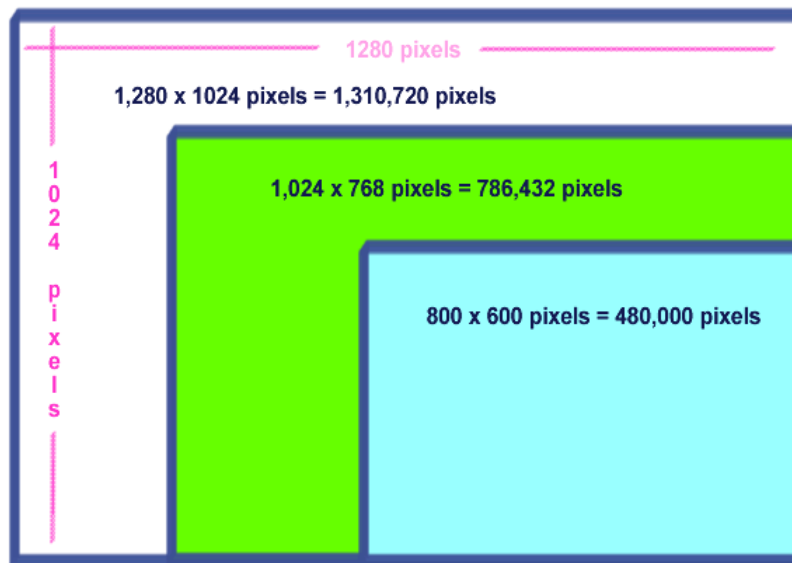
### 2.1 Les écrans

Le moniteur est le premier périphérique de sortie d'un ordinateur et il ressemble à un écran de télévision. Il existe actuellement divers types de moniteurs, chacun reposant sur une technologie qui diffère principalement par la manière dont l'image est produite à l'écran. Cela entraîne d'autres considérations telles que la définition et la couleur des images produites par un type de moniteur donné

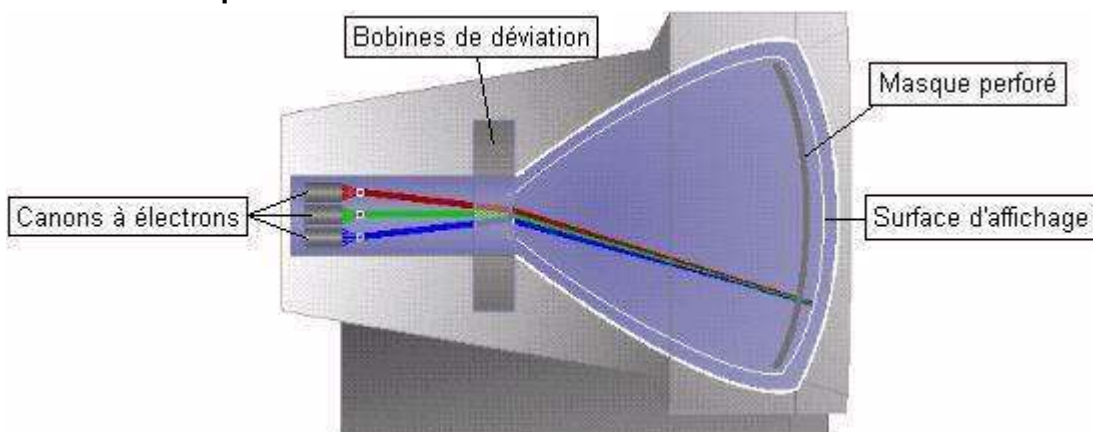


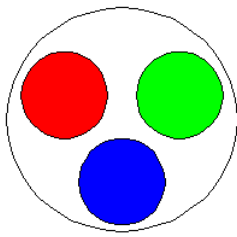
La taille de l'écran est définie par la diagonale de celui-ci mesurée en inches ou pouces (un pouce=2,54 cm). La taille effective de l'écran est inférieure à celle du tube; ainsi un moniteur 17" (pouces) a une diagonale d'image de 15,5" (en CRT).

La résolution d'un écran est le degré de détail sur une image. Elle est définie par le nombre d'éléments image (pixels) par pouce ou par centimètre. On la désigne le plus souvent par le nombre total de pixels présents horizontalement et verticalement sur le moniteur. Un moniteur avec une résolution de 640 x 480 a donc 640 pixels de large sur 480 de haut.



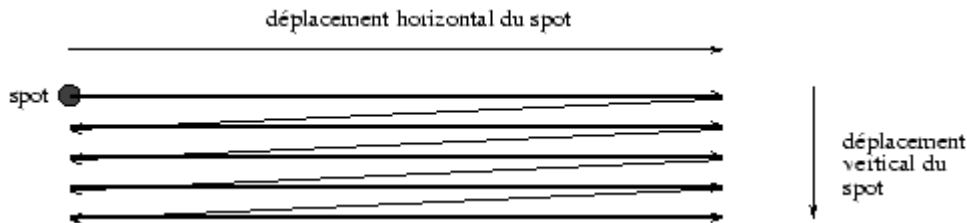
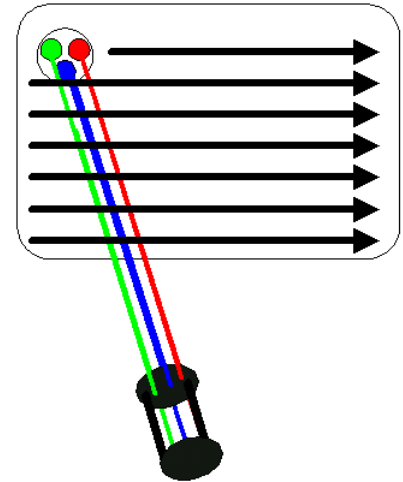
#### 2.1.1 Écran cathodique





L'écran à rayons cathodiques est une technologie quasiment disparue pour les moniteurs d'ordinateur. Elle repose sur l'irradiation sélective d'un écran recouvert de phosphore pour le faire briller là où des points (ou pixels) sont désirés. Des canons à électrons envoient vers l'écran un "faisceau" d'électrons qui passe à travers un ensemble d'électroaimants ou plaques de déviation.

Le faisceau d'électrons balaye de gauche à droite et de haut en bas selon des séries de lignes formant une trame. Le mouvement du faisceau d'électrons est contrôlé par des bobines de déviation enveloppant le col du tube à la manière d'un collier. Le courant électrique circulant dans les bobines produit des champs magnétiques qui contrôlent le faisceau d'électrons. En augmentant le courant dans la bobine de déflexion horizontale on oblige le faisceau à aller de gauche à droite ; une baisse du courant fait revenir le faisceau vers la droite. Pendant ce temps,



une augmentation du courant dans le bobinage de déflexion verticale fait descendre le faisceau d'une ligne. Cette action pulsée engendre une onde

en dents de scie.

Un masque de filtrage, avec un trou aligné pour chaque pixel, empêche l'éclairage non intentionnel des pixels voisins. Le faisceau balaie l'écran dans le sens horizontal et de haut en bas. Ce processus est répété un certain nombre de fois par seconde, plus ce rythme est élevé, meilleure est l'image. Pour obtenir les couleurs, différents types de phosphore sont utilisés, chacun étant dopé avec un élément de terre rare différent qui le fait briller d'une couleur différente : rouge, bleue ou verte. Les écrans couleur requièrent trois canons à électrons, un pour chaque couleur. Les passes horizontales et verticales sont synchronisées par le contrôleur du tube qui fait partie de l'adaptateur vidéo. Celui-ci contrôle le type d'image affiché.

## Les caractéristiques des tubes

### Stabilité

Il est recommandé une fréquence de rafraîchissement de 85 Hz. La plupart des moniteurs l'offrent à leur résolution nominale, mais en poussant l'électronique, ce qui se traduit par une perte de qualité de l'image. Quelle que soit la résolution, 75 Hz est une bonne fréquence.

### Multimédia

Certains écrans intègrent des hauts-parleurs, ce qui est pratique en termes d'économie d'espace. Vérifiez que l'affichage (en CRT) ne se déforme pas quand on pousse le volume.



## Qualité

Taille de l'écran	Pas de 0,31 mm en points	Pas de 0,28 mm en points	Pas de 0,25 mm en points	Pas de 0,21 mm en points
14 pouces	852 × 623	943 × 689	1 056 × 772	1 257 × 919
15 pouces	919 × 690	1 018 × 764	1 140 × 856	1 357 × 1 019
17 pouces	1 048 × 787	1 161 × 871	1 300 × 976	1 548 × 1 162
19 pouces	1 181 × 884	1 307 × 979	1 464 × 1 096	1 743 × 1 305
20 pouces	1 245 × 935	1 379 × 1 036	1 544 × 1 160	1 838 × 1 381
21 pouces	1 310 × 984	1 450 × 1 089	1 624 × 1 220	1 933 × 1 452

Le pas de masque (ou pitch) est un critère important de précision d'affichage en CRT.

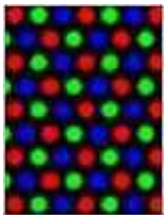
Taille du point : c'est l'écart entre deux points, ou pixels, sur l'écran. Cette distance est mesurée de centre à centre. Plus les points sont proches, meilleure est la qualité de l'image.

Une taille de point (pitch) de 0,26 mm est bonne ; plus les valeurs sont petites, mieux c'est. 0,21 constitue une excellente valeur. Une valeur de 0,28 mm ou moins est satisfaisante pour un écran CRT de 17 pouces.

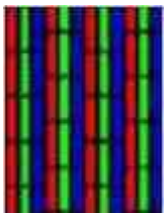
## Confort

Les contrôles numériques offrent un placement plus précis de l'image et un réglage plus facile de la convergence. Vérifiez le câble: certains sont trop courts pour relier l'écran à un PC de type tour posé au sol.

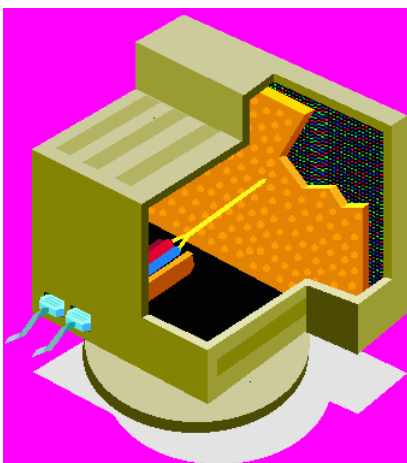
## Différentes technologies des tubes cathodiques



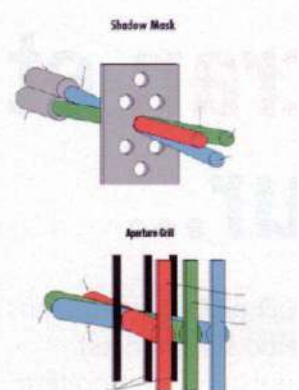
Globalement, les tubes cathodiques sont basés sur deux technologies de fabrication le « shadow mask » et « l'aperture grille ». Le tube cathodique « shadow mask » emploie une sorte de très fine passoire métallique placée juste devant la couche photolumineuse de la partie interne avant du tube afin de guider correctement le faisceau sur les « triplets » de points rouges, verts, bleus, qui constituent les pixels de l'image.



Dans le cas de la « grille d'ouverture » il s'agit de fils tendus verticalement qui guident le faisceau sur les pixels cette fois constitués de micro bandes verticales rouges, vertes et bleues. Cette dernière technique apporte un meilleur contraste et une saturation des couleurs supérieurs au « shadow mask » ce qui se traduit par une image d'excellente qualité.



Dans le cas des moniteurs à base de tubes à grille d'ouverture, il est normal de voir une très légère ligne horizontale. Ce n'est pas un défaut du moniteur mais une imperfection liée à la technologie du tube lui-même. Ces tubes utilisent un peigne de fils verticaux à l'intérieur du tube pour guider les faisceaux d'électrons. Pour éviter que ces fils ne se mettent à vibrer, ce qui rendrait l'image floue, ils sont maintenus en place par 1 (parfois 2) très fine tige horizontale. C'est cette tige qui produit le défaut à l'image. Il est possible de le faire disparaître en choisissant judicieusement la couleur du fond de l'écran.



judicieusement la couleur du fond de l'écran.

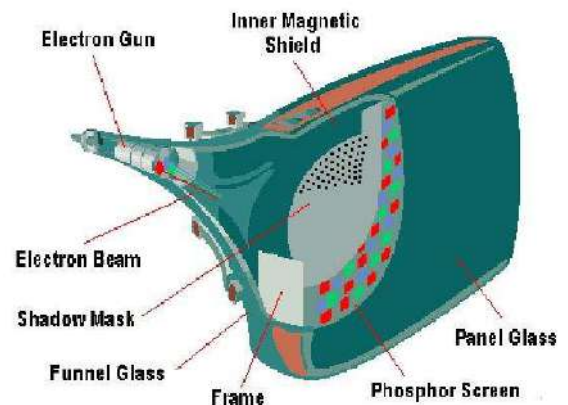




## Fréquences et moniteurs

La bande passante en Mhz représente pour une résolution donnée la fréquence de rafraîchissement maximum. Par exemple une bande passante de 80Mhz autorise avec une résolution 1280X1024, un rafraîchissement (ou fréquence verticale) de 60Hz par seconde.

La fréquence de balayage verticale (taux de rafraîchissement) d'un moniteur vidéo est une donnée fondamentale. Plus elle est élevée, plus l'affichage est stable. Il s'agit du nombre de fois par seconde que le moniteur est capable d'afficher une trame d'image. Une fréquence de 70Hz signifie 35 images par seconde.



La fréquence de balayage vertical conditionne en partie le confort d'utilisation, un scintillement apparaissant pour les fréquences de balayage trop faibles. Cette fréquence de balayage vertical est liée à la résolution utilisée : elle diminue à mesure que la résolution augmente. Si une fréquence de balayage de 72Hz est un minimum pour un travail prolongé sans trop de fatigue oculaire, 80-85Hz constituent un idéal. Cette fréquence de balayage dépend aussi du signal envoyé par la carte graphique : plus le Ramdac de la carte, exprimé en Mhz est élevé, plus il autorisera des résolutions élevées avec une fréquence de balayage élevée.

Même si l'oeil ne voit pas de scintillement, dans la plage 50/60 Hz, l'image reste fatigante spécialement si on passe du temps devant l'écran. Le confort visuel n'est vraiment obtenu qu'à partir de 70 Hz environ. Moralité, il vaut mieux choisir de travailler dans une résolution graphique moins élevée avec un taux de rafraîchissement élevé, que l'inverse. Les meilleurs moniteurs CRT dépassent 120 Hz dans les résolutions graphiques les plus basses

La résolution graphique maximale d'un écran, donnée par le nombre de pixels horizontaux multiplié par le nombre de pixels verticaux est un bon reflet des performances du moniteur. Elle dépend principalement de deux éléments, la taille de l'écran (plus celui-ci est grand et plus il peut afficher de points) et le pas de masque (pitch). Plus le pitch est faible (par exemple 0,25) plus la définition est élevée. A résolution égale, l'image apparaît plus nette avec le moniteur qui affiche le pitch le plus petit. Mais l'image d'un écran cathodique se dégradant à mesure que l'on se rapproche de la résolution maximale, il impose de laisser une marge entre cette résolution maximale et la résolution de travail.

### **Les autres caractéristiques intervenant dans la qualité d'un écran sont :**

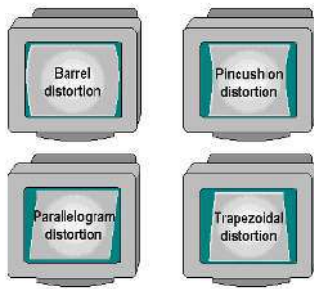
Le traitement anti-reflet. Même avec un bon traitement il faudra veiller à bien disposer l'écran par rapport aux sources de lumière de la pièce. Un tube à écran parfaitement plat diminue franchement l'occurrence des reflets gênants.

La protection vis à vis des rayonnements (électriques, électrostatiques et électromagnétiques) qui est définie par deux normes : MPRII la plus ancienne et la moins exigeante et TCO99 qui, plus contraignante pour le constructeur, intègre en outre des éléments de recyclage des composants et d'économie d'énergie.

Le caractère " Plug and Play " facilite l'installation de l'écran.



Ecrans : contrôles disponibles



Le paramétrage et la simplicité de l'accès à celui-ci ont leur importance. Il permet de régler le contraste, la luminosité, la correction des couleurs (température) et la correction des déformations (tonneau et trapèze). Les tubes plats n'ont plus de telles déformations.

L'équipement multimédia incorporé au moniteur (enceintes, microphone, caméra) est plutôt à éviter

L'existence d'un hub USB à l'arrière du moniteur peut être utile.

## Ergonomie

Il convient également de respecter quelques règles d'ergonomie lors de l'utilisation des écrans, à savoir :

- Positionner l'écran de manière à éviter les reflets
- Disposer d'un éclairage d'ambiance suffisant
- S'asseoir à la hauteur de l'écran
- Régler luminosité et contraste
- Utiliser un siège de qualité
- Faire des poses

### 2.1.2 Ecrans LCD

Les cristaux liquides sont des matériaux tenant par leurs propriétés physiques à la fois des solides et des liquides et qui possèdent la caractéristique de s'orienter en fonction des tensions qui leurs sont appliquées.

Dans une substance solide, toutes les molécules possèdent une place et une orientation fixes.

Dans un liquide, c'est le contraire: les molécules peuvent changer d'orientation. Dans le stade intermédiaire des cristaux liquides, les molécules peuvent changer de place, mais conservent leur orientation. Ce stade intermédiaire est atteint en chauffant la matière solide jusqu'à une température où elle commence à se liquéfier.

#### 2.1.2.1 Les différents états des cristaux

Les matériaux LCD consistent en groupements de molécules organiques, qui traversent trois phases, ou états de la matière.

Ces trois états sont :

- l'état cristallin, ou état solide, lorsque les températures sont très basses
- l'état isotrope ou fluide, en présence de températures élevées
- entre les deux, l'état nématique, aux températures normales de fonctionnement d'un écran LCD

En phase nématique, les matériaux LCD présentent des caractéristiques de la phase cristalline et isotrope et, partant, des caractéristiques de l'état solide et liquide. C'est de là que vient la



dénomination 'cristaux liquides'. L'état nématique est la phase normale, aux températures normales de fonctionnement d'un écran LCD.

Le point de transition de l'état nématique vers l'état isotrope est désigné comme la température de fonctionnement maximale d'un écran LCD. A cette température, les molécules LC passent de l'état nématique à l'état liquide isotrope (point de clarification), deviennent désordonnées et ne réagissent plus aux champs électriques, ce qui les rend inutilisables dans un écran. Lorsque la température retombe à nouveau dans le domaine nématique, et que les molécules LC atteignent le point de turbidité, tout revient à la normale.

Il existe également un point de transition, qui marque le passage de l'état cristallin à l'état nématique qui se nomme également point de fusion. Contrairement au point de clarification, le point de fusion ne correspond pas nécessairement à la limite extrême de température de fonctionnement du système LC. Les matériaux LC pratiquent ce que l'on appelle le super-refroidissement, ce qui signifie qu'ils n'adoptent pas complètement la forme solide lorsque la température passe sous le point de fusion et que les matériaux retournent à la phase cristalline.

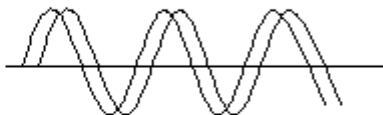
## 2.1.2.2 Polarisation

La lumière est une onde électro-magnétique dotée d'une amplitude et d'une fréquence, mais également un phénomène constitué de particules (photons).

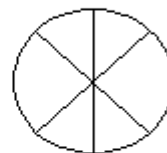
Si nous tenons la lumière pour une onde énergétique, la présence d'une amplitude et d'une fréquence impliquent l'existence d'une vibration. Dans le cas de la lumière polarisée, cette vibration est située sur un seul plan et perpendiculairement à la trajectoire de la lumière.

### LUMIERE NATURELLE, LUMIERE POLARISEE

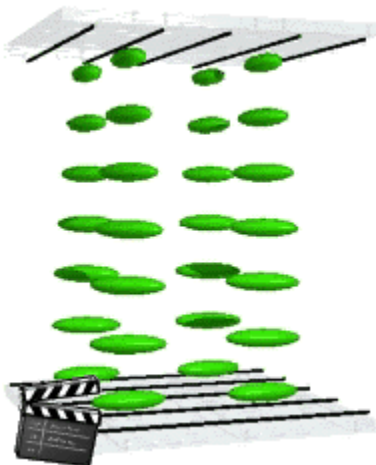
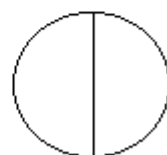
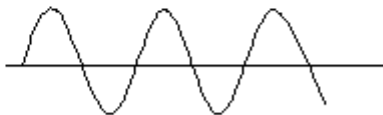
Lumière naturelle



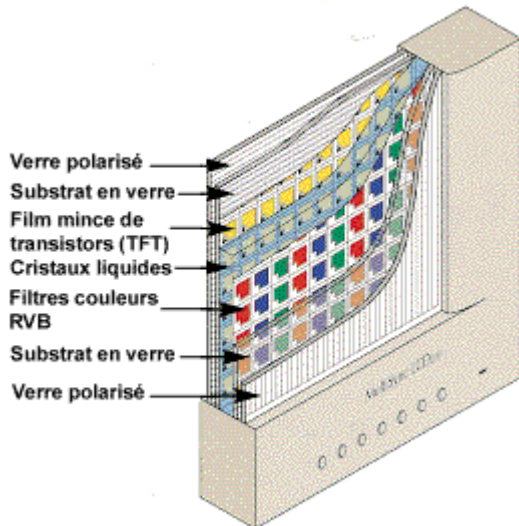
Vue dans l'axe



Lumière polarisée



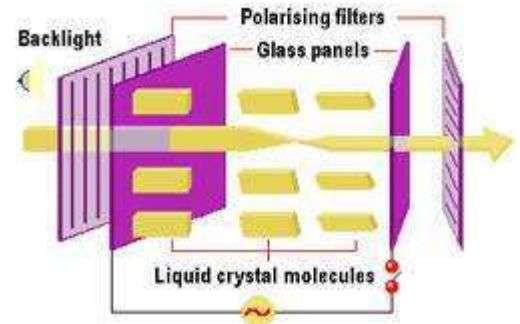
L'angle de rotation des vibrations se nomme également polarisation de la lumière. Si vous disposez un filtre de polarisation sur la trajectoire d'un rayon lumineux, le filtre ne laisse passer que la lumière possédant exactement la même polarisation, et arrête le reste. On peut comparer ce phénomène à un mécanisme d'introduction de l'argent : seules les pièces de monnaie de la bonne grandeur et correctement orientées peuvent être insérées.



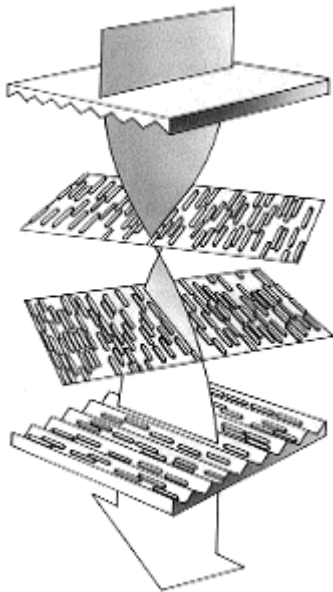
La lumière du jour et, généralement, la lumière artificielle, n'ont pas de polarisation, mais vibrent dans n'importe quelle direction. Par conséquent, si ce type de lumière tombe sur un filtre de polarisation, environ la moitié de la lumière sera filtrée. Lorsque l'on dispose perpendiculairement deux filtres de polarisation l'un sur l'autre, ceux-ci vont bloquer toute la lumière.

Chaque pixel est déterminé par une coordonnée verticale et une horizontale sur cette grille.

Un écran LCD utilise une grille pour doter chaque pixel individuel d'une charge.



Les écrans LCD actifs (TFT) fonctionnent selon le même principe, à cette différence près que, d'abord, une rangée est alimentée en courant, puis toutes les autres rangées sont mises hors tension et ce n'est qu'après que la colonne correspondante est alimentée.



Ce faisant, le courant vers tous les croisements sur la grille est interrompu, et aucun autre pixel n'est dès lors influencé. En outre, ce genre de pixel peut conserver sa charge jusqu'à ce que l'image se rafraîchisse. Il en résulte notamment un temps de réaction nettement plus court et un affichage mieux contrasté.

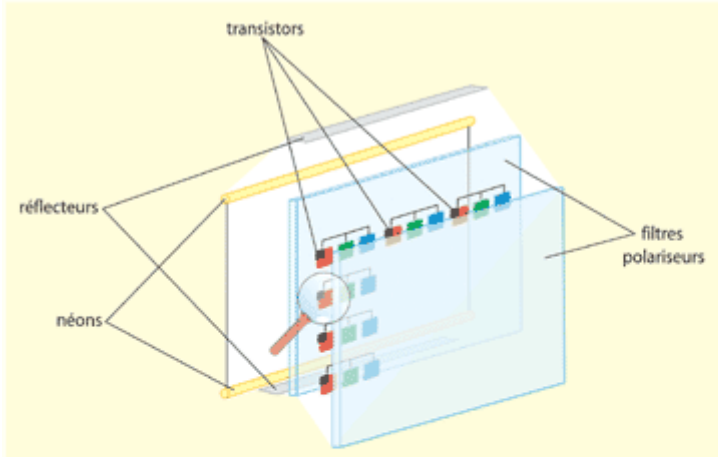
Afin de pouvoir générer plus rapidement les champs électriques requis pour la manipulation des molécules LC, il a fallu rapprocher la source électrique du segment LC. La présence d'un transistor pratiquement en face de chaque élément couleur LC a donné naissance aux écrans TFT.

Les électrodes horizontales et verticales de l'écran LCD sont encore présentes, mais servent à piloter les transistors.

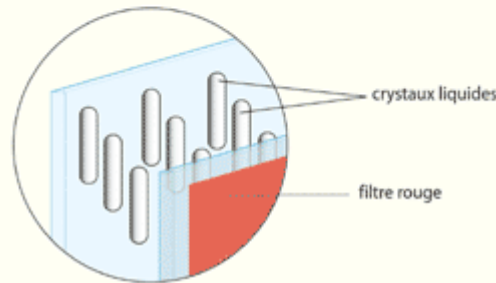
Comme les transistors réagissent très rapidement aux modifications de tension électrique, cela permet aux écrans TFT de reproduire des images mobiles. Les transistors sont montés sur une plaque de verre jouxtant le matériau LC : leurs composants sont en fait précipités sous la forme d'un mince film sur cette plaque ou ce substrat de verre, d'où leur nom.



En jouant sur la quantité de courant, il est possible d'adapter l'angle selon lequel chaque cristal liquide est tourné, afin d'engendrer ainsi une échelle de valeurs de couleurs. Un écran LCD capable de reproduire la couleur, doit être composé de trois sous-pixels par pixel avec, respectivement, des filtres pour le rouge, le vert et le bleu.



La combinaison de ces sous-pixels génère une palette de 16,8 millions de couleurs (256 teintes de bleu x 256 teintes de vert x 256 teintes de rouge). Ce genre d'écran LCD dispose donc d'un nombre élevé de transistors. (un écran d'une résolution de 1.024 x 768 comprend 1.024 colonnes x 768 rangées x 3 sous-pixels = 2.359.296 transistors).



## Principe de fonctionnement général

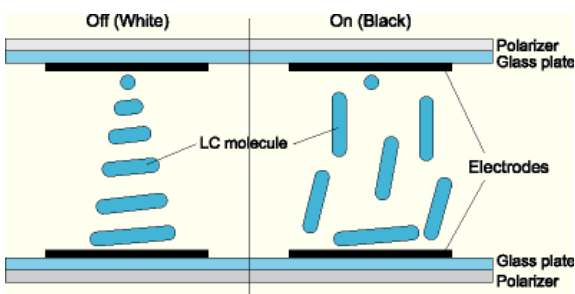
Trois technologies différentes de cristaux liquides sont proposées sur les LCD. TN + Film, IPS et

MVA, mais tous les écrans LCD suivent un principe identique.

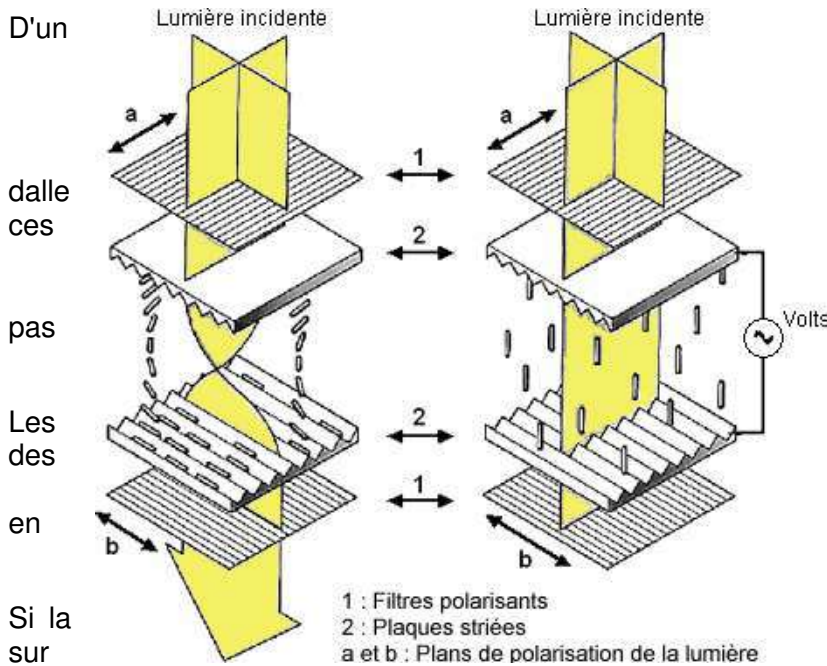
Une ou plusieurs sources lumineuses éclairent la dalle par l'arrière en permanence dès l'allumage.

Afin que l'éclairage soit uniforme, la lumière passe par un système de réflecteurs avant de toucher la dalle. Il y a en fait deux dalles entre lesquelles on trouve des cellules indépendantes et juxtaposées recouvertes d'un filtre rouge, vert ou bleu. Dans un moniteur 15 pouces, il y a  $1024 \times 768 \times 3 = 2\,359\,296$  cellules. Chaque élément du trio RVB est piloté par un transistor qui lui applique une tension de manière indépendante. Cette tension, plus ou moins forte, fait réagir et donne une inclinaison aux cristaux liquides contenus dans chaque cellule. Les cristaux vont en quelque sorte se tordre jusqu'à atteindre un alignement adéquat avec le filtre polarisateur. De leur nouvelle direction dépend le passage ou non de la lumière et donc, l'affichage ou non d'une image à l'écran. Le but de ces cristaux est de dévier la lumière qui, avant de frapper la dalle, doit passer à travers un filtre polarisé. Plus les cristaux seront orientés dans le sens du filtre, plus la lumière passera. A l'inverse, si les cristaux sont orientés à la verticale du filtre, l'écran restera noir.

## TN + Film (Twisted Nematic + Film)



Les écrans TN + Film orientent les cristaux liquides perpendiculairement au filtre. L'appellation de "Film" vient de l'ajout d'une couche sur l'écran dans le but d'augmenter l'angle de vision de l'écran.



D'un  
dalle  
ces  
pas  
Les  
des  
en

Si la  
sur

liquides, et donc la lumière polarisée qu'ils transportent, subissent une rotation progressive de  $90^\circ$  sur le plan horizontal entre les deux dalles. Le second filtre sur cette deuxième dalle étant polarisé à  $90^\circ$  par rapport au premier, la lumière passe. Si les cellules rouges, vertes et bleues sont allumées au maximum, leur combinaison provoque l'affichage à l'écran d'un point blanc.

L'application d'une tension, soit d'un champ électrique vertical dans ce cas, détruit l'organisation hélicoïdale, les molécules cherchent à s'aligner suivant la direction du champ en question. Les cristaux tendent alors à se placer verticalement au deuxième filtre. Dans cette configuration, la polarisation de la lumière incidente n'est plus affectée, la lumière ne traverse plus la cellule (état ON). Le point blanc devient un point noir.

### Ceci met en avant quelques défauts des écrans TN.

1/ anciennement, une fois la tension à son maximum, les constructeurs n'arrivaient pas à amener les cristaux liquides parfaitement à la verticale du filtre polariseur. Ce qui explique que d'anciens écrans se révélaient incapables d'afficher un noir parfait.

2/ si un transistor meurt, la tension appliquée aux trois cellules sous sa responsabilité est nulle, ce qui signifie un point blanc à l'écran. Ce qui explique qu'un pixel dit "mort" sur un LCD est très lumineux et très visible.

3/ l'orientation imparfaite des cristaux fait que la vision d'un écran TN ou TN+Film dépend de l'angle de vision de l'utilisateur. Mieux vaut donc être parfaitement face à l'écran pour bénéficier d'un affichage le meilleur possible.

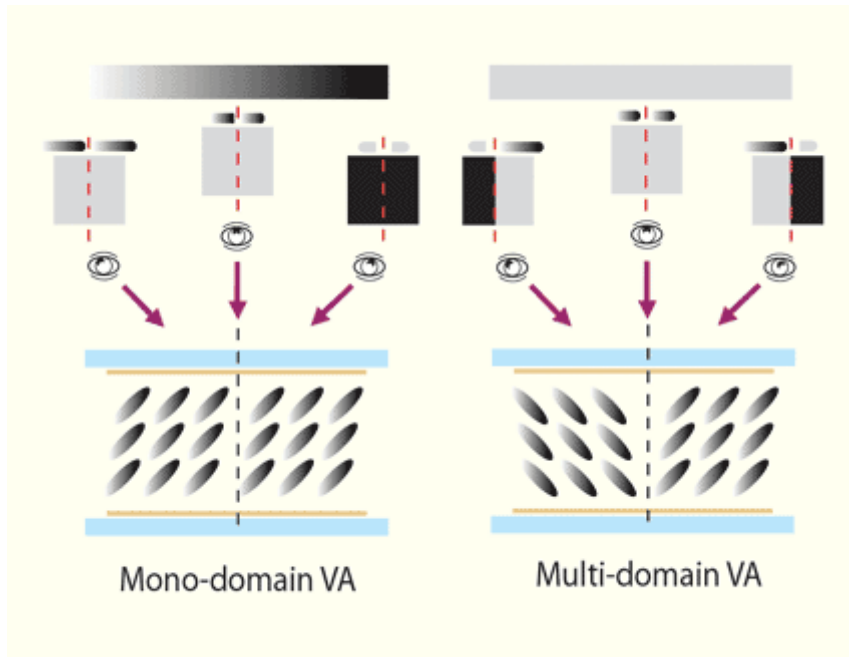
### Mono-Domain Vertical Alignment

point de vue technique, la technologie TN+Film est la plus simple à mettre en application.

L'application d'un film à même la permet d'améliorer la lisibilité de écrans dont l'angle de vision est passé de  $90^\circ$  à environ  $150^\circ$ . Aussi efficace que soit ce filtre, il ne joue sur le taux de contraste ni sur le temps de réponse.

écrans TN + Film correspondent à solutions bas de gamme. Leur mode de fabrication bien maîtrisé font les solutions les plus économiques.

tension appliquée par le transistor les cellules est nulle, les cristaux



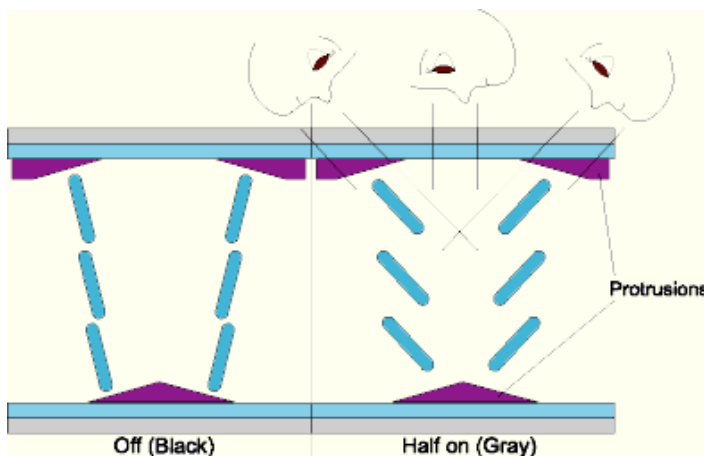
Avec cette technologie, les angles de vue atteignent 160° à en verticale et en horizontale, les temps de réponse et le respect des couleurs sont meilleurs.

Dans ce système, les cristaux hors tension sont alignés verticalement avec le second filtre. La lumière ne passe pas. Dès qu'une tension est appliquée, les cristaux subissent une rotation horizontale à 90°, la lumière passe, un point blanc s'affiche.

Ce système est rapide, il n'y a ni structure hélicoïdale, ni champs magnétique en deux points. D'où un temps de réponse

rapide et le noir qu'il produit est profond.

Problème en revanche, il souffre d'un défaut assez gênant quand l'utilisateur regarde son écran de côté. Si l'on cherche à afficher une teinte intermédiaire, type rouge clair, la tension appliquée sera moitié moindre à celle maximale que peut fournir le transistor. Le cristal ne sera dévié qu'à moitié, il sera au milieu de sa course maximale. Vu de face, on verra bien un rouge clair. En revanche, vu de côté, les cristaux seront parfois vus de face, parfois de profil. Résultat, l'image affichée dans le premier cas sera un rouge pur, dans l'autre un blanc.



## Multi-Domain Vertical Alignment.

Les cellules sont cette fois divisées en plusieurs zones et les filtres polarisants ne sont plus plats mais en dent de scie. Résultat, les cristaux ne sont plus tous alignés et déviés dans le même sens. On parle alors de "saillies" (Ridges) sur les filtres. D'où également l'appellation de "Multi-domain" : la cellule est découpée en plusieurs régions dans lesquelles les

cristaux évoluent de manière indépendante car dans des directions opposées. Le but devient alors de créer autant de zones nécessaires de façon à ce que l'œil humain ne puisse voir qu'une seule uniforme, quel que soit l'angle de vision.

## Angle de vue

Sur un écran cathodique, les personnes se trouvant sur le côté peuvent voir l'image de l'écran. Ce type d'écran génère lui-même de la lumière, et l'angle de vue n'a finalement pas beaucoup d'importance.

Un écran LCD laisse ou non filtrer la lumière de fond sur base de la polarisation. Lorsque l'on regarde un écran LCD à partir d'un angle, la lumière que l'on distingue reçoit une autre polarisation.



Il en résulte des images ou des couleurs faussées, ou des modifications de contraste, ce qui estompe ou modifie l'image.

## **Avant de choisir un écran, il convient de vérifier quelques points.**

L'angle de vue doit être le plus grand possible.

Le temps de réponse doit être le plus bas possible, attention, certains constructeurs dissocient les temps de montée et de descente, soit les temps d'allumage et d'extinction des pixels qu'on ferait par exemple passer du blanc au noir puis revenir au blanc. Le temps de réponse est l'addition de ces deux temps. Un moniteur doué d'un temps de montée de 12 secondes et d'un temps de descente de 20 ms est donc un 32 ms.

Les taux de contraste et la luminosité doivent être les plus hauts possibles. Respectivement supérieurs à 500 : 1 et à 250 cd/m<sup>2</sup>.

L'un des principaux défauts des écrans LCD est qu'il est possible d'avoir un ou plusieurs pixels morts à l'écran. Cela se traduit à l'affichage par un point blanc (TN + Film) ou foncé impossible à effacer et très vite gênant dans la mesure où l'on fait rapidement une fixation dessus. Avant tout achat, mieux vaut donc se renseigner auprès du vendeur sur leur notion de garantie : à partir de combien de points défectueux l'écran vous sera-t-il échangé ?

### Résumé :

Les cristaux liquides sont comprimés entre deux feuilles de verre ou de plastique polarisées. Un peu à la manière des lunettes, les deux feuilles polarisées filtrent la lumière dont les ondes ne sont pas parallèles à leur plan.

Les deux plans sont à angle droit, ce qui signifie, en théorie, qu'ils filtrent tous les rayons lumineux. Mais, dans la mesure où les cristaux liquides sont tordus, ils peuvent dévier les rayons suffisamment pour qu'ils puissent ressortir.

Grâce à des électrodes de commande, un courant parcourt les cristaux liquides et les "détord", leur permettant ainsi de bloquer le passage à la lumière. Cela produit un petit point noir sur l'écran. En faisant varier les courants dans les différentes parties de l'écran, les cristaux se tordent et se détordent pour créer une image.



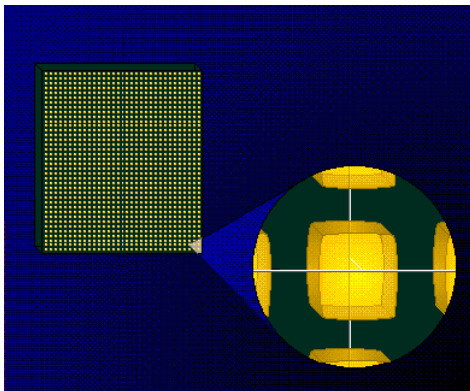


## 2.1.3 Écran plasma

Les états solide, liquide et gazeux sont les trois principaux états de la matière. Le plasma est le quatrième état de la matière et est un gaz fortement ionisé grâce à un courant électrique qui le traverse.

La technologie plasma (*PDP, Plasma Display Panel*) est basée sur une émission de lumière produite par l'excitation d'un gaz. Le gaz utilisé dans les écrans plasma est un mélange d'argon (90%) et de xénon (10%). Ce gaz est contenu dans de microscopiques cellules étanches, correspondant aux pixels, dans lesquelles sont adressées une électrode ligne et une électrode colonne permettant d'exciter le gaz de la cellule. En modulant la valeur de la tension appliquée entre les électrodes et la fréquence de l'excitation il est possible de définir jusqu'à 256 valeurs d'intensités lumineuses. Le gaz ainsi excité produit un rayonnement lumineux ultraviolet, donc invisible pour l'œil humain. Grâce à des luminophores respectivement bleus, verts et rouges répartis sur les cellules le rayonnement lumineux ultraviolet est converti en lumière visible, ce qui permet d'obtenir des pixels (composés de 3 cellules) de 16 millions de couleurs (256 x 256 x 256).

La technologie plasma permet d'obtenir des écrans de grande dimension avec de très bonnes valeurs de contrastes mais le prix d'un écran plasma reste élevé.

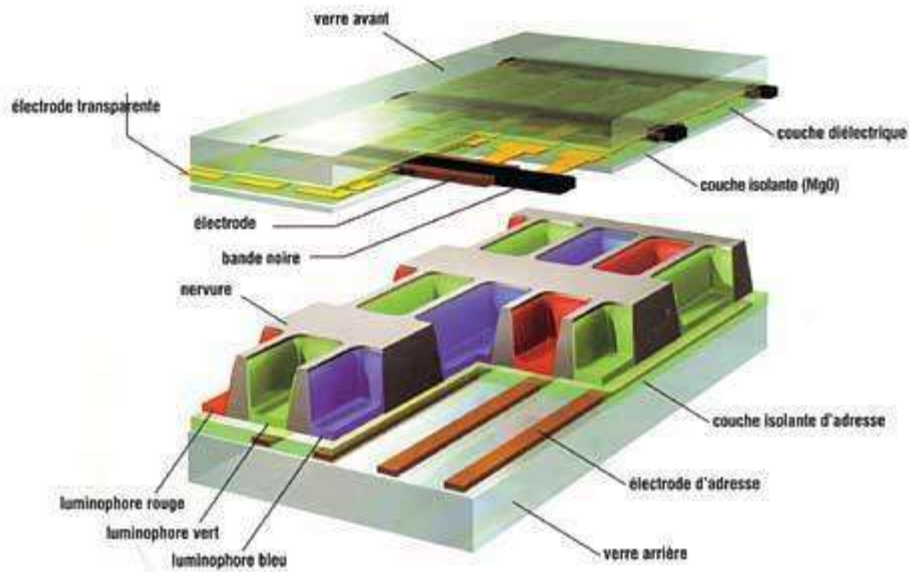


### Principe de fonctionnement

Sur la face avant de l'écran plasma, on grave à la sérigraphie des électrodes destinées à créer des champs électriques, tandis que sur le panneau arrière d'autres électrodes sont placées sous la couche de phosphore des trois couleurs fondamentales. Les deux panneaux sont ensuite assemblés et scellés.

Le gaz traversé par un courant électrique est ionisé, il devient un plasma, il se décompose en électrons libres et en ions positifs. Les électrons libres du plasma vont se déplacer vers l'électrode positive, tandis que les ions positifs vont migrer vers l'électrode négative. Mais le courant appliqué est alternatif, c-à-d que les électrodes positives et négatives s'inversent constamment. Les électrons libres et les ions se mettent à effectuer de rapides aller et retours, certains ions percutent des électrons. De ce choc, les ions gagnent en énergie et, en revenant à l'état initial, relâchent cette énergie sous forme d'un rayonnement ultraviolet qui excite un luminophore déposé sur la paroi interne du dispositif. En se désexcitant, ce dernier émet de la lumière visible. Pour faire varier la luminosité d'un pixel, on module la fréquence d'inversion, pas l'intensité du courant. Plus la fréquence est élevée, plus le pixel est lumineux.

Cette émission de lumière se produit dans chacun des millions d'éléments d'image (les pixels) qui constituent la surface de l'écran. Chaque pixel est composé de trois cellules, et chaque cellule contient des électrodes ainsi que des composés photo-émissifs peints sur les parois, sur le fond et, parfois, à l'avant de la cellule.



Chaque cellule fonctionne comme un tube fluorescent dont la couleur rouge, bleue ou verte dépend du type de luminophore. Ces luminophores sont le plus souvent des oxydes dopés. Pour le rouge, on utilise un oxyde d'yttrium dopé avec de l'euporium. Le vert peut être émis par un oxyde de zinc et de silicium dopé avec du manganèse. Enfin, le bleu s'obtient avec un oxyde de baryum, d'aluminium et de manganèse, dopé avec de l'euporium.

Il existe deux types d'écrans à plasma : les écrans à courant alternatif et les écrans à courant continu. Dans les écrans à courant alternatif, les plus répandus, le courant est limité grâce à la conception même des cellules: les deux électrodes situées dans chaque cellule sont séparées du gaz par une mince couche de matériau électriquement isolant, qui, comme un condensateur, ne peut être traversée que par un courant alternatif. En outre, ce condensateur limite le débit de courant et empêche la décharge de se transformer en arc.

Dans un écran à plasma à courant continu, on applique des séries d'impulsions de tension trop faibles pour déclencher une décharge. Cette tension est nommée : tension de maintien. Pour allumer une cellule particulière, on ajoute une tension (d'excitation) à la ligne et à la colonne correspondante. Le courant qui circule charge alors le condensateur de la cellule, puis l'accumulation des charges produit une tension en sens contraire, la décharge s'arrête ainsi que l'émission de lumière.



**Plasma** – Le contrôle individuel des faisceaux lumineux permet de réguler la consommation d'énergie en fonction de la luminosité de chaque scène



**LCD** – Rétro éclairage constant à la fois pour les scènes sombres et lumineuses

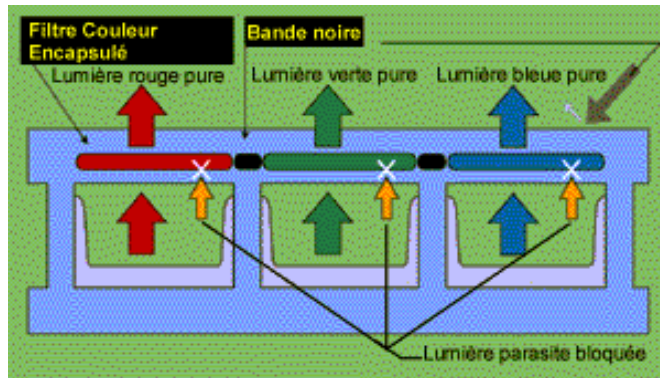
Dans les écrans à plasma à courant continu, le courant est également appliqué par impulsion, mais les impulsions ont toutes la même polarité.

Dans ce type d'écran, l'électrode négative (la cathode) s'use : soumis à un bombardement continu, les atomes sont éjectés de la cathode et se redéposent partout sur l'intérieur de la cellule. Le problème est plus gênant avec les écrans à courant continu, car le matériau pulvérisé est un métal et non un isolant, de sorte que des courts

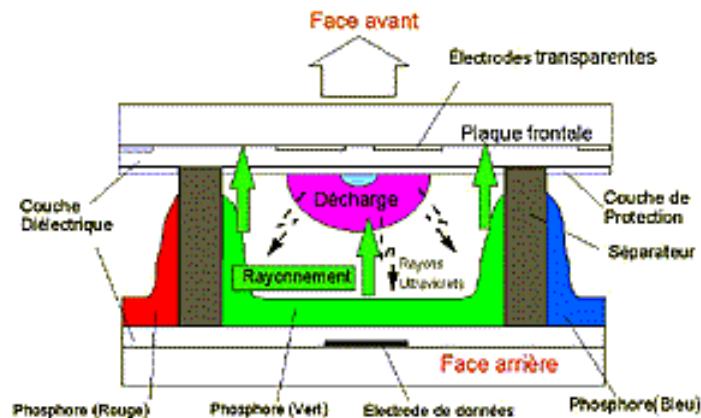
circuits peuvent se produire. A la longue, la cellule s'assombrit et l'écran devient moins lumineux.



Chaque pixel de l'écran Plasma est constitué de trois minuscules poches de gaz rares emprisonnés dans des substrats de verre.

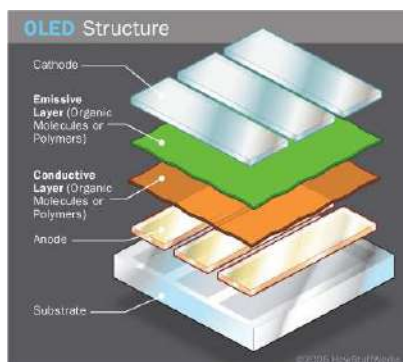


Tout le long des surfaces internes des substrats en verre, des bandes d'électrodes sont disposées perpendiculairement les unes par rapport aux autres, créant ainsi des cellules rectangulaires. Une mise sous tension élevée aux bornes des électrodes provoque l'activation des gaz qui émettent des rayons ultraviolets invisibles. Ces derniers activent des luminophores recouverts de phosphore rouge, vert ou bleu provoquant une émission de lumière visible à l'œil nu.



Avec la technologie plasma, les noirs ne sont pas suffisamment profonds. Cela s'explique par le principe de fonctionnement de chaque cellule qui doit non seulement être amorcée électriquement pour produire de la lumière UV, mais restée chargée d'électricité résiduelle, afin que le plasma puisse à nouveau s'allumer le moment venu. Il est donc impossible d'avoir une absence totale de lumière sur chaque pixel d'une dalle plasma, même lorsque celui-ci ne reçoit pas de signal vidéo. Le noir ressemble donc plutôt à du gris foncé.

Les cellules de plasma s'usent avec le temps et perdent de leur pouvoir luminescent. La magnésie utilisée pour protéger les électrodes et le panneau du bombardement électronique et favoriser la décharge du gaz s'altère au fil des ans.



On considère que la qualité d'image sur un plasma est vraiment altérée quand sa puissance lumineuse passe sous 250 cd au mètre carré.

## 2.1.4 Les écrans électroluminescents organiques (Organic Light emitting Diode)

Les molécules photoémissives sont ici des molécules organiques, c'est-à-dire composées d'atomes de carbone, d'hydrogène,

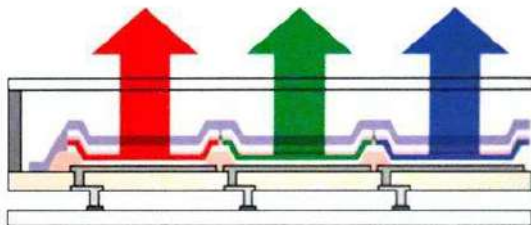


d'oxygène et d'azote. Suffisamment rapides pour afficher des films vidéo, les matériaux organiques sont des composants de choix pour les écrans d'ordinateurs et de télévision.

Contrairement aux écrans à cristaux liquides (LCD), les OLEDs sont auto-lumineux et ne nécessitent aucun rétro-éclairage

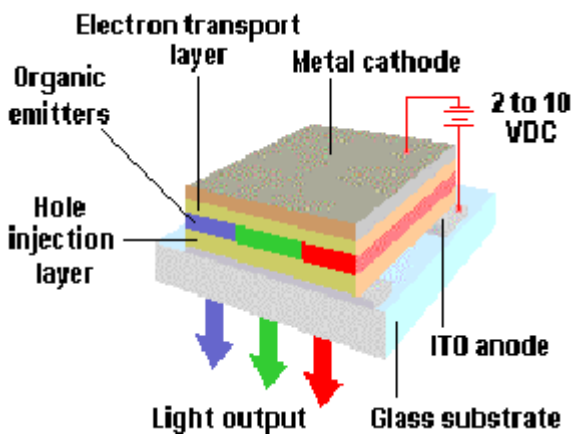
Ceci facilite la construction d'écran plus fin et compact. En outre, l'OLED offre un large angle de vision (jusqu'à 160°), même en pleine lumière. Enfin, sa faible consommation électrique assure une autonomie maximale.

Les faibles liaisons qui s'exercent entre les molécules organiques permettent de les déposer sur des substrats plastiques minces et flexibles. Les écrans peuvent ainsi être roulés ou moulés sur des contours variés. Les couches actives et leurs supports plastiques sont si légers que le poids d'un écran d'ordinateur portable pourrait être réduit à une centaine de grammes.



La plupart des écrans organiques comportent trois couches de semi-conducteurs organiques: la couche de transport électronique, la couche émettrice de lumière et la couche de transport de trous. Ces couches sont entourées par une cathode et une anode. Les particules négativement chargées (les électrons) et les porteurs de charges positives (les trous, qui correspondent à l'absence d'un électron) sont émis respectivement par la cathode et par l'anode sous l'action du champ électrique. Ils passent alors dans la région émettrice de lumière, où ils se recombinent, formant ce que l'on nomme des excitons. Ces derniers, électriquement neutres, sautent d'une molécule à l'autre et se dés excitent en quelques milliardièmes de seconde, émettant un photon dont l'énergie détermine la couleur. En choisissant une molécule adéquate pour la couche émettrice, on obtient de la lumière rouge, verte ou bleue. Selon la configuration des couches, la cathode ou l'anode doit être transparente pour que la lumière atteigne l'observateur.

sont émis respectivement par la cathode et par l'anode sous l'action du champ électrique. Ils passent alors dans la région émettrice de lumière, où ils se recombinent, formant ce que l'on nomme des excitons. Ces derniers, électriquement neutres, sautent d'une molécule à l'autre et se dés excitent en quelques milliardièmes de seconde, émettant un photon dont l'énergie détermine la couleur. En choisissant une molécule adéquate pour la couche émettrice, on obtient de la lumière rouge, verte ou bleue. Selon la configuration des couches, la cathode ou l'anode doit être transparente pour que la lumière atteigne l'observateur.



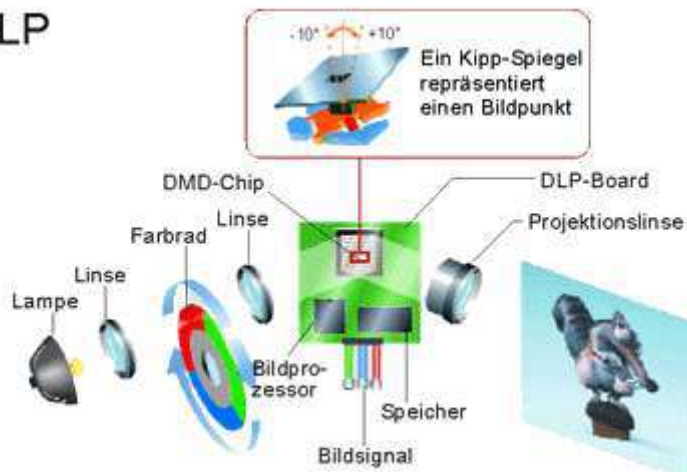
Avec les deux électrodes transparentes (en oxyde d'étain et d'indium, par exemple), on peut imaginer des applications nouvelles, comme des vitres écrans où l'image serait visible des deux côtés de l'écran.

## 2.1.5 Les projecteurs

Le projecteur est un périphérique de sortie vidéo qui n'intègre pas d'écran d'affichage dans le boîtier principal. Au lieu de cela, l'écran du projecteur envoie un faisceau de lumière contenant l'image sur un écran externe, à la manière d'un projecteur de cinéma.



## DLP



## Technologie DLP

La technologie DLP pour Digital Light Processor utilise une puce électronique de très haute précision équipée de plus d'un million de micromiroirs qui sont capables de basculer en deux positions différentes jusqu'à 1000 fois par seconde. En fonction de leur position, ils réfléchissent ou non la lumière. En modulant le nombre de positions "allumé" et "éteint", le DLP produit un point qui va du noir (toujours éteint) au blanc (toujours allumé) avec une large palette de gris. Pour créer la couleur, une roue (dite "roue chromatique")

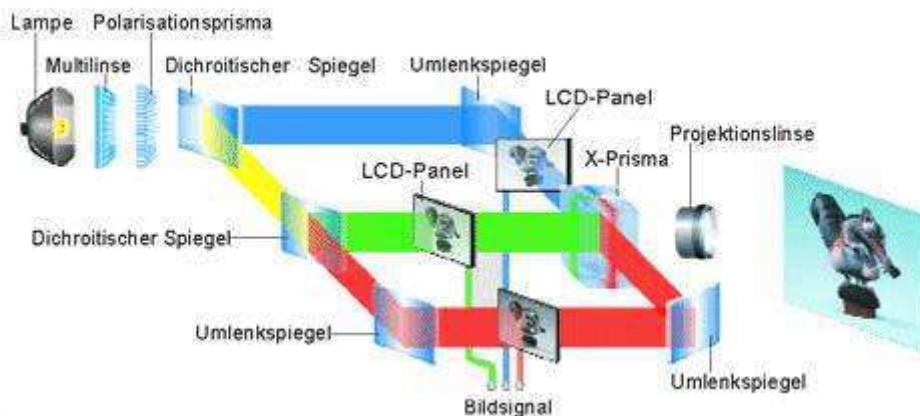
composée d'un tiers de filtre rouge, vert et bleu tourne dans le champ de réflexion des miroirs. Le DLP connaît la couleur du filtre pour chaque instant précis et aligne les miroirs en conséquence. La technologie DLP est uniquement numérique et optique, ce qui lui confère une qualité exceptionnelle.

Tri-DLP : certains projecteurs n'utilisent pas de roue chromatique mais bien trois DLP différents. La source de lumière est décomposée en ses 3 composantes rouge, verte et bleue qui sont traitées par un DLP dédié.

Cette technologie est appelée réflective (la lumière est réfléchiée par les miroirs).

## Technologie LCD

### LCD



Ces projecteurs exploitent un écran TFT de très petite taille derrière lequel se trouve une lampe de forte puissance. Le principe est comparable à un projecteur de diapositives où la diapositive – statique – serait remplacée par un écran LCD capable de rendre l'animation.

Tri-LCD : Les films LCD comportent trois transistors pour chaque pixel : un par couleur de base. Les transistors n'étant pas transparents, ils masquent une partie de la lumière... La technologie Tri-LCD décompose l'image dans les trois couleurs de base. Elles ont toutes les trois droit à un écran LCD spécifique, ce qui réduit les pertes de lumière. L'image finale est recomposée dans le projecteur avant sa projection.

Cette technologie est appelée transitive (la lumière passe à travers un panneau LCD).



## 2.1.6 Les diodes électroluminescentes

Ce sont des composants semi-conducteurs où les électrons et les trous (une absence d'électron) sont injectés dans une région où ils se recombinent en émettant de la lumière (et un peu de chaleur). Depuis que l'on sait construire des diodes bleues, on peut concevoir des écrans couleurs à base de diodes. Ces écrans sont constitués de plusieurs milliers de pixels, chacun comportant une diode rouge, une diode verte et une diode bleue. Ces écrans peuvent mesurer plusieurs mètres de large et sont suffisamment lumineux pour être vus en plein jour. Leur prix élevé restreint toutefois leur utilisation.

## 2.1.7 Les panneaux électroluminescents.

Dans ces écrans, une mince couche d'atomes photo-émissifs est en sandwich entre deux couches isolantes. Une différence de potentiel entre les deux couches externes crée des électrons entre l'isolant et le phosphore; ces électrons émettent de la lumière comme les électrons des tubes cathodiques. Les écrans à couches minces électroluminescentes sont robustes, possèdent de grands angles de vue et une longue durée de vie.

## 2.1.8 Les écrans fluorescents

Un afficheur fluorescent est un dispositif d'affichage utilisé dans des appareils électroniques grand public tels que magnétoscopes, autoradios... Il émet une lumière très intense, présente un contraste élevé, et peut comporter des éléments de couleurs différentes.



Ce composant est composé d'une cathode chauffée (filaments), d'anodes (au phosphore) et de grilles, le tout scellé dans une enveloppe de verre où règne un vide poussé. La cathode est composée de fils de tungstène fins, entourée d'oxydes de métaux alcalino-terreux qui émettent des électrons lorsqu'ils sont chauffés par le passage d'un courant électrique. Ces électrons sont contrôlés et diffusés par les grilles faites de fils

de métal fins. Si les électrons frappent les surfaces recouvertes de phosphore, ces dernières émettent de la lumière par fluorescence.

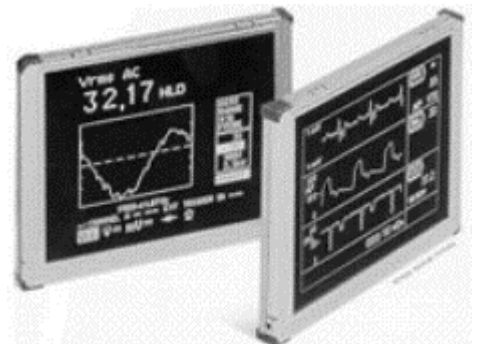
Les électrons ne peuvent atteindre (« allumer ») une surface phosphorée que si à la fois la grille et la surface sont à un potentiel positif par rapport à la cathode. Ceci permet aux afficheurs d'être organisés sous forme multiplexée : les grilles et les surfaces forment une matrice, ce qui permet de minimiser le nombre de commandes à lui fournir.

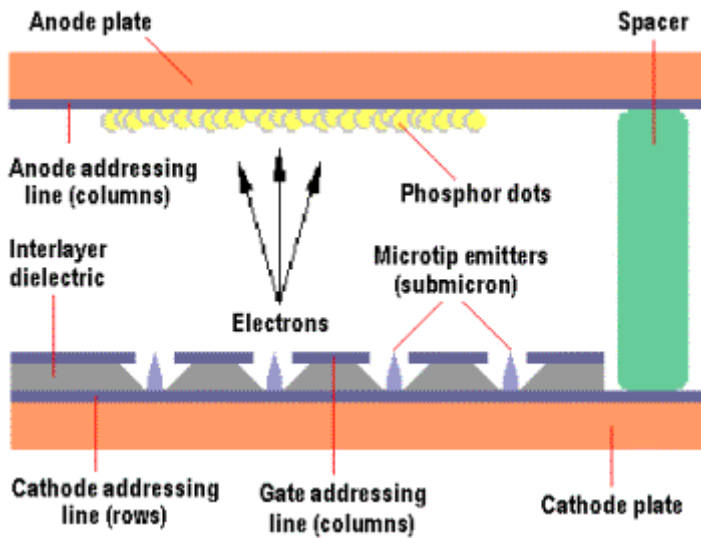
La couleur émise par la plupart des afficheurs fluorescents contient de nombreuses couleurs et peut souvent être filtrée de façon à produire des teintes plus saturées : bleu profond, vert profond, etc., en fonction des desiderata des concepteurs.

## 2.1.9 Technologie FED (Field Emission Displays)

Cette technologie utilise des émetteurs d'électrons constitués de pointes métalliques. Elle tire parti de l'amplification du champ électrique produit par effet de pointe.

Ces écrans monochromes ont tout d'abord été utilisés dans les domaines de l'instrumentation médicale et de la défense.





L'écran est constitué de deux parties, la cathode et l'anode, qui sont scellées et mises sous vide. La cathode comporte des millions de micropointes métalliques (des milliers par pixel), placées dans des trous d'environ  $1 \mu\text{m}$  de diamètre. Lorsque le conducteur grille, placé à proximité des pointes, est porté à un potentiel de quelques dizaines de volts par rapport au conducteur cathodique, le champ électrique est amplifié au sommet de ces pointes, ce qui provoque l'émission d'électrons par effet de champ. Grâce à l'application d'un champ électrique supplémentaire entre la cathode et l'anode, les électrons extraits sont attirés vers

l'anode. Celle-ci est recouverte de grains de luminophores cathodoluminescents, qui émettent de la lumière sous l'effet du bombardement électronique. Une image peut ainsi être visualisée par l'utilisateur placé en face de l'anode.

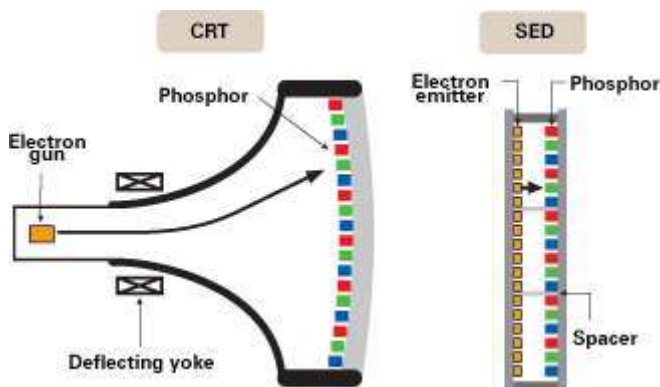
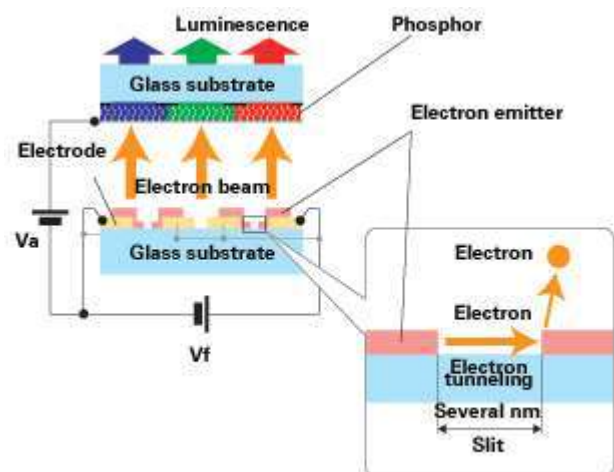
"L'effet de pointe" vient du fait que le champ électrique est plus fort au voisinage d'une pointe conductrice chargée.

En raison de l'importance du champ électrique au voisinage d'une pointe, l'air s'ionise plus facilement : il est donc meilleur conducteur de l'électricité au voisinage d'une pointe chargée, c'est la raison pour laquelle la foudre frappe de préférence une pointe.

## 2.1.10 Les écrans SED

ou Surface-conduction Electron-emitter Display, ou SED (écran avec canon à électrons à conduction de surface)

A mi-chemin entre les tubes cathodiques et les LCD, cette technologie consiste à placer l'équivalent d'un canon à électron miniature derrière chaque pixel. On récupère ainsi la rapidité des CRT, tout en bénéficiant de l'encombrement des écrans plats, de l'éclat de



leurs couleurs et de leur netteté.

On utilise pour chaque sous pixel un micro tube cathodique. Celui-ci est constitué d'un substrat en verre sur lequel reposent des photophores (élément capable de capter la lumière et de la renvoyer dans une direction déterminée). Ceux-ci sont excités par des électrons envoyés à très

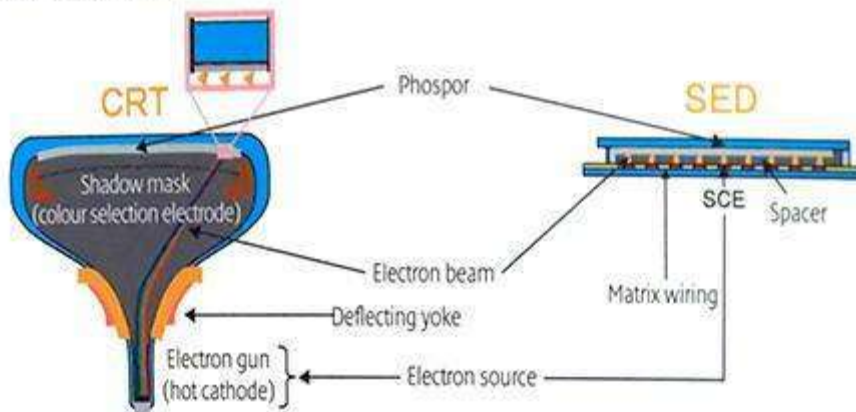


haut voltage par un « mini canon à électron » positionné seulement 2 mm derrière lui.

Vu de près, chaque sous-pixel se compose d'une portion de dalle de verre enduite de phosphore, reliée à un conducteur. Derrière, il y a d'abord du vide, puis un transmetteur qui libère des électrons dès qu'on lui applique une tension entre 16 et 18 Volts. Les électrons émis sont ensuite accélérés par une seconde tension avoisinant les 10 000 Volts, appliquée cette fois entre le conducteur de la dalle et un autre situé sous le transmetteur. Ils heurtent le phosphore de la dalle et produisent de la lumière.

Ainsi, il y a un mini canon à électron derrière chaque sous-pixel, soit par exemple 1920 x 1080 x 3 = 6,2 millions de canon.

## Technologie SED



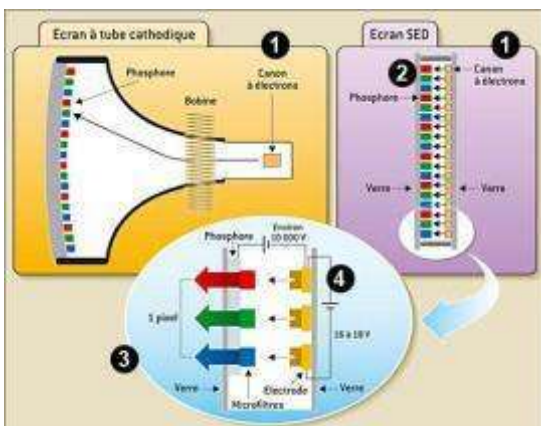
### Avantages :

- \* Noir très profond
- \* Temps de réponse inférieur à 1 ms
- \* Contraste de 100 000 :1
- \* Réactivité des tubes
- \* Faible encombrement
- \* Faible consommation d'énergie

- \* Prix comparable avec celui des écrans plasma

### Inconvénients :

- \* Sans doute (même probablement) sensible au burn-in



## 2.1.11 Technologie Mirasol

Le Mirasol est une technologie d'affichage basée sur un procédé de réflexion appelée IMOD (Interferometric MODulation) avec des structures MEMS (Micro-electro-mechanical Systems) à sa base. Séparés d'un substrat de verre par une couche d'air, ces mécanismes bougent verticalement, ils modifient ainsi l'épaisseur de la couche d'air et la couleur du sous-pixel lorsque la lumière les frappe.

### Avantages :

- \* consommation bien moindre que les technologies d'affichages existantes
- \* possède toutes les fonctions d'un écran classique (couleur, rémanence acceptable)
- \* étant passif et réfléchif, peu sensible aux reflets

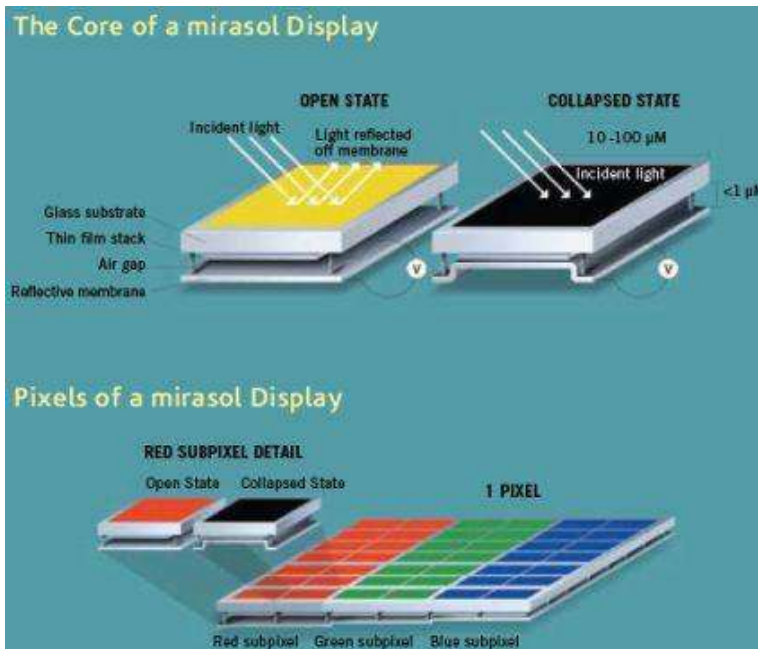




- \* consomme très peu
- \* très réfléchissante, utilisable en plein soleil

Inconvénients :

- \* sans lumière extérieure, le rendu est moyen voire nul

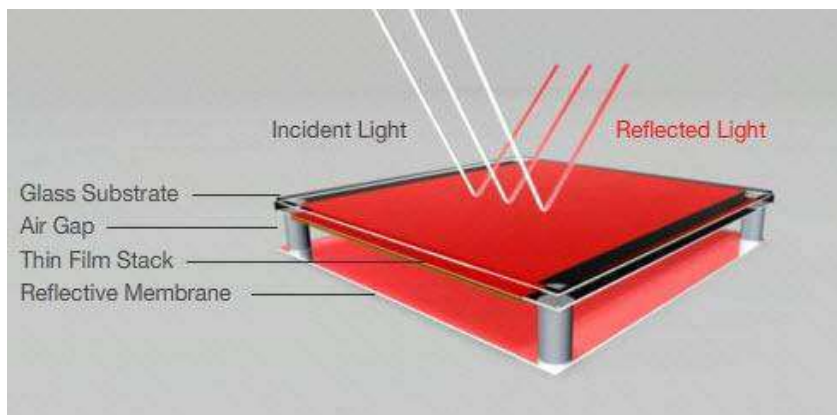


Ces écrans utilisent la technologie MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems). Les technologies de fabrication des microsystèmes dérivent de celles de la microélectronique. Des Wafers de silicium sont généralement utilisés comme substrat, et les microsystèmes sont produits par une succession d'étapes de photolithographie.

Les principales spécificités des technologies de microsystèmes, comparées à la microélectronique, sont la réalisation de parties mobiles, donc relativement détachées du substrat.

Les MEMS sont composés de mécanismes mécaniques (micromoteurs...) réalisés sur silicium à l'échelle micrométrique. Ces différents éléments mécaniques sont mis en

mouvement (actionnés) grâce aux forces générées par des transducteurs (dispositifs convertissant une grandeur physique en une autre) électromécaniques alimentés par des tensions produites par des circuits électroniques avoisinants.



Chaque pixel est composé d'éléments MEMS qui affichent une couleur spécifique en fonction de la profondeur de réglage de la membrane réfléchissante (que les micromoteurs vont faire monter ou descendre), tout en ne nécessitant qu'une tension très faible et sans devoir être alimentés en permanence.



## 2.2 Les imprimantes

### 2.2.1 Les imprimantes matricielles

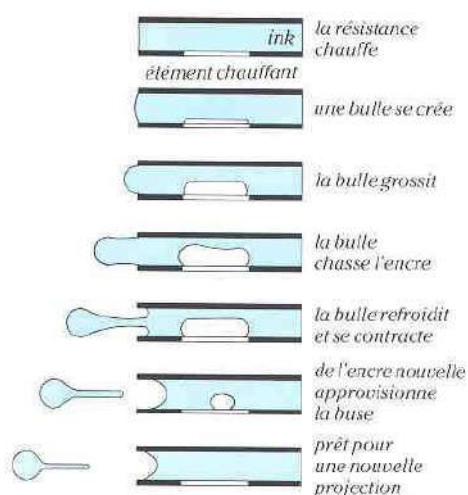
Les imprimantes matricielles utilisent un ensemble de petites aiguilles métalliques qui sont disposées sur une ou plusieurs rangées, sur une tête d'impression. Entre la tête d'impression et le papier se trouve un ruban encreur, comme sur une machine à écrire. Pendant que la tête d'impression se déplace de gauche à droite et de droite à gauche sur la feuille, les aiguilles frappent le ruban et le papier au-dessous selon un motif déterminé par l'ordinateur. Dès qu'une ligne est terminée, un moteur avance le papier jusqu'à la ligne suivante et la procédure est répétée. On obtient ainsi sur le papier l'image désirée. Les imprimantes matricielles sont en voie de disparition, sauf pour des applications spécifiques (documents en plusieurs exemplaires en un seul passage). La qualité de l'image est faible et le fonctionnement de ces machines est bruyant.

### 2.2.2 Les imprimantes à jet d'encre

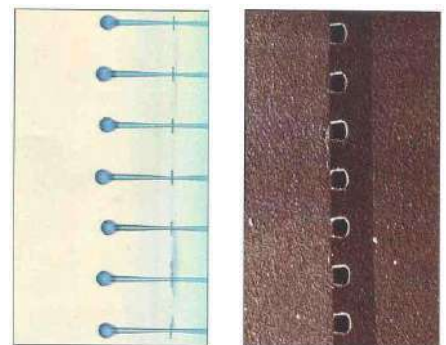
Les imprimantes à jet d'encre sont également des imprimantes matricielles qui utilisent un procédé d'impression sans impact à la différence des imprimantes à aiguilles. Elles sont ainsi relativement silencieuses

Le procédé d'impression est semblable à celui des imprimantes à aiguilles. La tête d'impression se déplace horizontalement au-dessus du papier et est propulsée par un moteur. Le déplacement vertical est obtenu par le déplacement du papier lui-même. L'encrage ne s'effectue toutefois pas par l'intermédiaire d'un ruban encreur mais par la tête d'impression elle-même équipée de toute une série de gicleurs très fins, superposés, qui projettent une encre spéciale directement sur le papier. Deux procédés différents sont utilisés : le procédé thermique "Bubble-Jet " et le procédé piézo-électrique.

#### 2.2.2.1 Procédé thermique



Dans le cas du procédé thermique, l'encre est soumise à la chaleur d'un élément chauffant qui se trouve dans l'ouverture du gicleur et qui provoque une évaporation partielle de l'encre. Cela provoque l'apparition d'une bulle de gaz (bubble) qui projette l'encre à partir de l'ouverture capillaire du gicleur. Ce procédé peut se répéter plusieurs milliers de fois par seconde. Il peut y avoir 48, 64, 128 ou 256 buses.



#### 2.2.2.2 Procédé piézo-électrique

Dans le cas du procédé piézo-électrique, l'encre n'est pas chauffée mais directement projetée à partir d'une contraction du gicleur. On se sert pour cela de l'effet piézoélectrique, c'est-à-dire du fait que certains cristaux se contractent quand ils sont traversés par un courant électrique. Cette opération peut également être répétée plusieurs milliers de fois par seconde, ce qui permet au procédé piézo-électrique d'atteindre des vitesses d'impression assez élevées.



La qualité maximale d'impression ne peut être atteinte qu'en imprimant sur du papier prévu pour les imprimantes à jet d'encre.

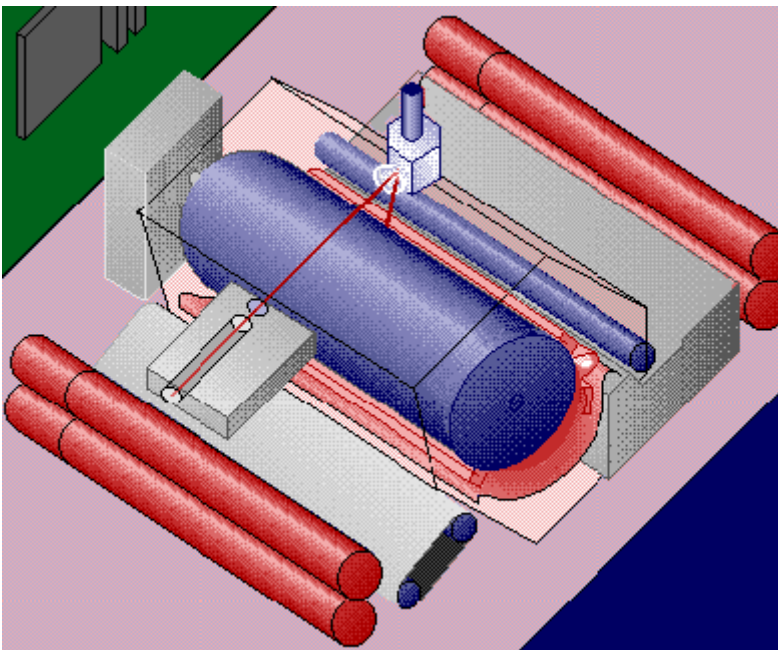
### 2.2.3 Les imprimantes à encre solide

Dans la technologie du jet d'encre solide utilisée par Tektronix, les quatre encres (cyan, magenta, jaune et noir) se présentent initialement sous la forme de bâtons de cire dont la texture ressemble à celle d'une bougie. Lorsque l'imprimante est en fonctionnement, la tête d'impression garde une température constante, ce qui permet de maintenir l'encre à l'état liquide dans un réservoir compartimenté en quatre sections et situé à côté de la tête. Lors de l'impression, l'ensemble constitué de la tête d'impression et du réservoir d'encre se déplace au dessus de la feuille de papier pour atteindre les zones à imprimer.

Le mode d'expulsion de l'encre utilisé dans le jet d'encre solide s'apparente à celui que l'on rencontre dans la technologie du jet d'encre liquide: une membrane piézo-électrique se contracte sous l'effet d'impulsions et éjecte une petite quantité de pigment liquide. Toutefois, à l'inverse du procédé classique, cette gouttelette se solidifie, un peu à la manière de la cire de bougie, au moment où elle rencontre le papier. La rapidité avec laquelle l'encre se refroidit a trois conséquences : l'encre qui n'a pas le temps d'être absorbée par le papier peut être utilisée sur une large gamme de papier (qualité, grammage, finition) et donne d'une part des couleurs imprimées brillantes et bien définies, et d'autre part, une homogénéité dans la taille et la forme des points. Les impressions sont produites en une seule passe et la tête d'impression peut couvrir toute la largeur de la page. Cela permet à cette technologie d'assurer des débits élevés.

Après l'impression d'une page, le périphérique procède à une pression à froid, pour écraser l'encre solide sur le papier. Cette technique offre une garantie supplémentaire de bonne adhésion et élimine en partie les effets de reliefs. Cette dernière étape est particulièrement nécessaire pour l'impression de transparents destinés à la rétroprojection : sans elle, on observerait des phénomènes de diffraction de la lumière, dus à la forme lenticulaire des gouttelettes.

### 2.2.4 Les imprimantes laser



Le fonctionnement d'une imprimante laser est comparable à celui d'une photocopieuse: elle exploite un faisceau lumineux pour réaliser une copie du document original.

Le cœur de l'imprimante laser est un cylindre rotatif aussi large que la largeur maximale de la page à imprimer. Ce cylindre Organic Photoconducting Cartridge (OPC) est chargé positivement dès le lancement d'une impression. Ensuite, les lignes (lettres et images) à imprimer sont projetées sur l'OPC par le laser *via* un miroir.

Le laser trace ligne après ligne tout le document à imprimer sur l'OPC. L'opération d'impression proprement dite, c'est-à-dire la production de caractères, s'effectue donc au moment

du déchargement électrique du tambour aux endroits correspondants. C'est là qu'intervient le rayon laser. Ce rayon lumineux extrêmement fin et précis est dirigé sur l'endroit correspondant par un



système de miroirs piloté électromagnétiquement. Un mécanisme interrompt ou laisse passer le rayon, ce qui permet d'activer ou de désactiver le point lumineux sur le tambour. Alors que le laser est occupé à tracer l'impression, l'OPC passe le long du deuxième composant de l'imprimante: la cartouche de toner.

Le toner est une poudre spéciale extrêmement fine à base d'oxyde de métal et de matières synthétiques qui est chargée positivement et est donc attirée par les zones chargées négativement de l'OPC.

Simultanément, le papier est chargé négativement et amené sous l'OPC au moyen de rouleaux en caoutchouc. La charge sur le papier étant supérieure à celle sur l'OPC, les particules de toner adhèrent au papier.

Il reste à échauffer le papier pour que le toner y adhère de manière permanente.

Cette dernière étape du processus se caractérise par un net écart en vitesse entre les imprimantes. Plus l'imprimante met de temps à amener cet élément à température, plus il faut de temps avant que la première page ne sorte après l'envoi de la commande d'impression.

Il existe également des imprimantes laser couleurs. Elles sont basées sur le même principe, mais la feuille subit plusieurs passes, une par couleur fondamentale.

## **La résolution (notion également valable pour tous les types d'imprimantes).**

L'imprimante a une résolution physique exprimée en dpi (dots per inch) ou ppp (points par pouces).

Dimensionner un pixel et donc donner une taille à l'image est le rôle de l'imprimante. Celle-ci produit des gouttes dont le nombre n'a pas de relation directe avec le nombre de pixels d'une photo. Un pixel représente un point insécable d'une image que l'imprimante reproduira à l'aide de plusieurs gouttes. Elle peut reproduire des pixels de toutes les couleurs en projetant pour chacun d'entre eux plusieurs gouttes parmi les quatre encres disponibles (CJMN). La confusion des points par l'œil humain permettra d'obtenir la teinte voulue. Donc lorsqu'un constructeur annonce que son imprimante a une résolution de 1200 DPI, ça ne signifie pas que l'imprimante est capable d'imprimer 1200 pixels par pouce, mais qu'elle est capable de projeter 1200 gouttes d'encre par pouce.

La matrice de points d'impression nécessaire pour représenter une nuance est appelée cellule de simili. Par exemple, si une cellule de simili est composée de 4x4 points d'impression, la résolution physique de l'imprimante doit être divisée par 4; on obtient ainsi ce que l'on appelle la linéature de l'imprimante qui se mesure en lpi.

\* Imprimante 600 à 720 dpi => de 100 à 200 dpi image

\* Imprimante 1200 dpi et plus => 300 dpi image

### **2.2.5 Les imprimantes thermiques**

Les imprimantes thermiques utilisent une ou plusieurs rangées d'aiguilles métalliques disposées sur une tête d'impression. Ces broches sont chauffées selon un motif qui est fonction de l'image désirée. Pendant qu'un papier spécial, très sensible à la chaleur, passe sous la tête d'impression, les aiguilles portées à haute température décolorent le papier là où elles entrent en contact avec lui. Ces aiguilles refroidissent très rapidement après chaque élévation en température et sont chauffées de nouveau pour former le caractère suivant ou l'image suivante tandis que la tête d'impression se déplace sur la page. La résolution des imprimantes thermiques, ainsi que leur vitesse d'impression, sont généralement faibles. En outre, le papier spécial qu'elles utilisent est plus cher que le papier normal et est sensible à la lumière, à la chaleur et à certains produits chimiques qui décolorent l'image.



## 2.2.6 Les imprimantes à transfert thermique

Une imprimante à transfert thermique comporte une ou plusieurs rangées d'aiguilles de métal fixes. Un ruban chargé d'encre sèche ressemblant à de la cire est placé entre la tête d'imprimante et le papier. Lorsque le papier avance devant la tête de l'imprimante, les aiguilles sont chauffées selon la configuration de l'image définie. Du fait que la tête de l'imprimante est en contact permanent avec le ruban, la cire fond et se transfère sur le papier, où elle sèche. Les aiguilles refroidissent rapidement et sont à nouveau chauffées selon le caractère ou l'image à venir. Les imprimantes à transfert thermique sont généralement plus souples d'emploi que les imprimantes thermiques à décoloration du papier. En effet, c'est la cire qui est chauffée, et non le papier. Aussi, il n'est pas besoin d'un papier spécial. L'image obtenue par transfert thermique est stable et permanente.

## 2.2.7 Les imprimantes à LEDS

Dans la famille des imprimantes à toner, il existe différentes techniques pour amener le toner sur le tambour d'impression. C'est le laser qui est la technologie la plus répandue, d'où la dénomination "imprimante laser", mais on trouve aussi la technologie à leds

Les imprimantes à toner fonctionnent sur base de l'électricité statique. Le tambour photosensible est chargé positivement en continu.

Pour rappel, dans le cas d'une imprimante laser, c'est un laser qui dessine, par le biais d'un système de miroirs, les motifs, lettres ou objets graphiques sur le tambour en chargeant négativement certaines parties de celui-ci. L'encre des imprimantes laser est une "poudre" chargée positivement et qui est amenée sur le tambour. Ce toner est repoussé par les parties chargées positivement et est donc uniquement attiré par les parties à charge négative, c'est-à-dire celles dessinées par le laser. Le tambour applique à son tour le toner sur le papier, après quoi le cycle peut reprendre depuis le début. Ensuite, le papier doit encore passer le long d'un rouleau chauffé qui presse, fait fondre et incruste littéralement le toner sur la feuille.

Une imprimante à leds exploite les mêmes principes physiques pour appliquer le toner sur le papier. La grande différence réside dans la manière dont le système dessine sur le tambour photosensible. Ce n'est pas un laser, mais une rangée de diodes électroluminescentes qui charge négativement le tambour aux endroits voulus.

Avantages :

- le système de miroirs/laser compliqué et relativement fragile est remplacé par une simple rangée de leds. Cela se traduit par un système plus robuste et moins coûteux
- les imprimantes à leds sont souvent plus compactes et fournissent de meilleures performances pour l'impression de grandes séries de documents car il n'y a pas de laser qui doit revenir sans arrêt dans sa position initiale pour dessiner la "ligne" suivante. Le contrôleur d'impression ne doit que désactiver les diodes, d'où une usure moindre.

Inconvénients :

- la résolution est généralement moins bonne car, par exemple, une imprimante à 600 dpi nécessite une rangée de 600 leds par pouce sur toute la largeur du papier. Plus élevée est la résolution, plus proches seront les leds les unes des autres. Cela rend le processus de production plus complexe et plus onéreux, et, à un moment donné, on se heurte à une limite physique au niveau de l'encombrement.

-



## 2.2.8 Le standart Postscript

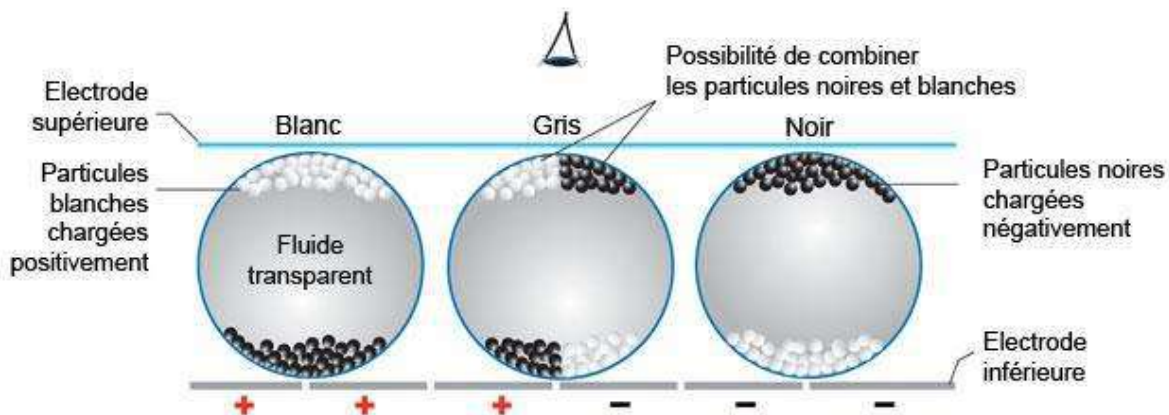
PostScript est un langage de communication entre l'ordinateur et l'imprimante. Il décrit très précisément les instructions d'impression que doit suivre l'imprimante.

Il est spécialisé dans la description de page et repose sur des formulations vectorielles de la plupart de ses éléments. Il sait aussi traiter les images sous forme de bitmap ou raster (nuage de points).

Ce langage inter-plateformes permet d'obtenir un fichier unique comportant tous les éléments décrivant la page (textes, images, polices, couleurs, etc.).

## 2.2.9 Le papier électronique

Le papier électronique (e-paper), c'est de l'encre électronique (e-ink) incluse entre deux feuilles plastiques transparentes.



Cette encre est constituée de minuscules capsules contenant des microparticules noires et blanches chargées électriquement (négativement pour les noires, positivement pour les blanches).

Lorsque l'on applique un champ électrique positif à la surface de la feuille, les particules noires migrent vers la surface et deviennent visibles. Idem pour les particules blanches lorsqu'un champ négatif est appliqué.

Il est également possible de produire des niveaux de gris en faisant migrer simultanément les particules blanches et noires de part et d'autre de la capsule.

Avantages :

- \* léger
- \* particulièrement fin (moins de 0,3 mm)
- \* suffisamment souple pour être enroulable
- \* très peu gourmand en électricité (la source d'énergie n'est utilisée que lors du changement des pages pour polariser les microparticules)
- \* confort de lecture
- \* n'émet pas de lumière et ne vibre pas
- \* permet une lecture parfaite même en plein soleil et quel que soit l'angle de vision



- \* résolution excellente : 400 points par pouce (ppp)
- \* très peu coûteux (un A5 ne dépasse pas 8 €)

Limitations :

- \* images en niveau de gris (de 4 à 16)
- \* temps de réaction (300 millisecondes dans le meilleur des cas) insuffisant pour afficher la moindre animation
- \* le papier électronique ne constitue qu'une technologie d'affichage qui ne peut se suffire à elle-même : pour lui faire afficher un texte ou une image, un système informatique doit lui être associé.

## 2.3 Le pavé tactile



Un pavé tactile ou touchpad est un dispositif de pointage utilisé principalement sur les ordinateurs portables.

On déplace le pointeur en déplaçant le doigt sur une surface sensible. La surface du touchpad varie, mais dépasse rarement 50 cm<sup>2</sup>.

La plupart des pavés tactiles utilisent une propriété physique nommée capacité électrique : quand deux corps conduisant l'électricité sont très proches l'un de l'autre sans se toucher, leurs champs électriques interagissent pour former une certaine capacité. La surface du pavé tactile est composée d'un maillage d'électrodes métalliques conductives et le doigt étant lui aussi un conducteur électrique, chaque contact du doigt sur la couche de protection du pavé tactile crée une capacité ; le doigt n'entre pas directement en contact avec la surface conductrice grâce à la couche de protection mais en est très proche.

Afin de détecter la capacité générée, des capteurs capacitifs sont placés sur les axes horizontaux et verticaux de la surface pour former un maillage. La position du doigt est déterminée par la combinaison de la position des capteurs dont la capacité augmente.

Le fait que les corps en contact doivent être conducteurs explique que l'on ne puisse pas utiliser un pavé tactile avec un stylo ou un gant.

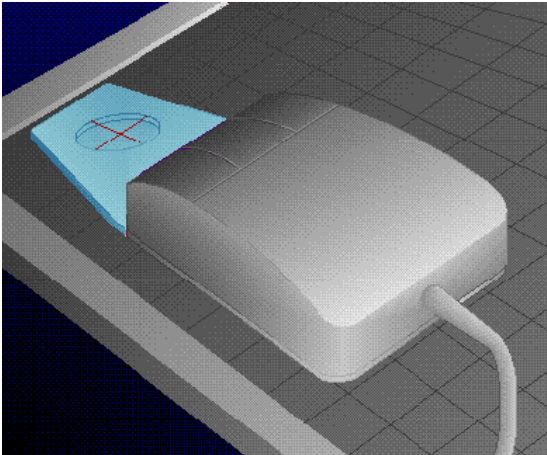
La pression exercée par le doigt est aussi détectée par certains pavés tactiles, soit par le biais de capteurs de pression indépendants (ce qui est plutôt rare, mais offre l'avantage de permettre au pavé tactile de fonctionner avec des corps non-conducteurs, comme un stylet), soit en analysant le nombre d'électrodes « activées ». En effet, plus la pression est forte, plus le doigt s'aplatit sur le pavé tactile, activant un plus grand nombre d'électrodes.

Les pavés tactiles fonctionnent comme un dispositif de pointage relatif. Il n'y a pas de relation entre la position du doigt et la position du curseur à l'écran. Cependant, certains fabricants mettent à disposition des API permettant aux programmeurs de connaître la position absolue du doigt, ainsi que la pression exercée.

Les boutons au-dessus ou au-dessous du pavé tactile servent de boutons de souris. Certains pavés tactiles ont des zones réservées, pouvant servir à différentes fonctions, par exemple pour faire défiler les barres de défilement (comme la roulette d'une souris).



## 2.4 Le pointeur



Un pointeur ou puck est un type d'unité de pointage utilisé avec une palette graphique. Le boîtier à la même forme que celui de la souris mais il ne comporte pas de boule de commande pour enregistrer les mouvements de l'unité.

Il est muni de capteurs qui détectent l'électronique sous la surface de la palette graphique. Habituellement fixé devant le puck, il permet de suivre plus facilement le tracé d'un diagramme ou d'un croquis placé sur la surface de la palette.

## 2.5 Le modem

Un modem convertit les données numériques de l'ordinateur en signaux sonores et les signaux sonores en données numériques. Ces signaux sonores sont envoyés ou reçus via les lignes téléphoniques. Le terme "modem" vient de la contraction de "moduler" et "démoduler". Le modem convertit les uns et les zéros binaires envoyés par l'ordinateur en différentes fréquences sonores. Ces sons peuvent être envoyés *via* la ligne téléphonique standard. Un modem à l'extrémité réceptrice prend ces sons et les transforme de nouveau en code binaire. Un modem peut être interne ou externe. Les modems externes sont des unités séparées qui utilisent un câble pour se connecter à l'ordinateur. Les lignes téléphoniques connectées aux modems sont généralement classées en fonction de leur vitesse de transmission des données. Les deux unités de mesure utilisées sont les bauds et les bits par seconde (bps). Bien que ces deux termes soient souvent interchangeables, ils n'ont pas la même signification. Les bauds réfèrent au nombre de paquets de données envoyés par seconde. Si chaque paquet de données contient un seul bit, alors bauds et bps désignent la même chose. Les modems plus récents peuvent inclure plusieurs bits de données dans chaque paquet. Cela signifie que le nombre de bits par seconde est un multiple de la vitesse de transmission en bauds. Un modem de 2400 bauds, par exemple, qui transmet 4 bits par paquet, transmet donc les données à 9 600 bits par seconde. Les vitesses de transmission utilisées vont de 14.000 bauds (très lent) à 56.000 bps.

## 2.6 Le Fax-Modem – les connexions

Le module fax-modem permet de:

Envoyer un fax directement depuis l'application (traitement de texte,...) vers un correspondant  
Téléphoner

Installer un répondeur téléphonique, y compris message d'entrée

Pour les modèles externes, la réception des messages reste possible, même ordinateur éteint



### Les technologies de communication

Différentes technologies coexistent : le CPL, le RTC, le câble de télévision et l'ADSL.

#### A / Le CPL





Le CPI (courant porteur en ligne) est une technologie qui utilise le réseau électrique domestique d'un foyer ou d'une entreprise pour transmettre des données. Cette technologie permet une connexion entre différentes machines à l'intérieur d'un ensemble donné ainsi qu'une connexion au réseau.

Chaque équipement (tout ce qui fonctionne en Ethernet est compatible) est connecté via un adaptateur branché sur une prise de courant et communique automatiquement avec tout autre équipement connecté de la même manière. Le système ne nécessite aucun logiciel ni pilote particulier.

Le CPL est régi par la norme Home-Plug.

### Avantages:

Débit stable et généralement supérieur au WiFi à distance égale

Distance franchissable considérable (plus qu'en WiFi)

Bonne sécurité car les données ne dépassent pas le compteur électrique

Intégration TV

La bande passante n'est partagée avec personne (réseau privé)

Cryptage sécurisé par mot de passe sur certains modèles

Jusqu'à 4 équipements par prise sur certains modèles

Boîtiers prolongateurs WiFi, spécialisés en distribution de mp3 ou de vidéos, ...

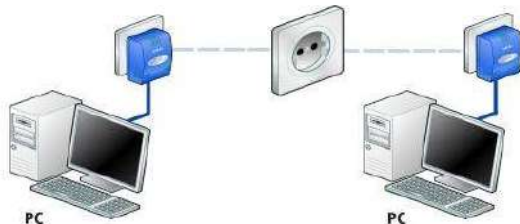
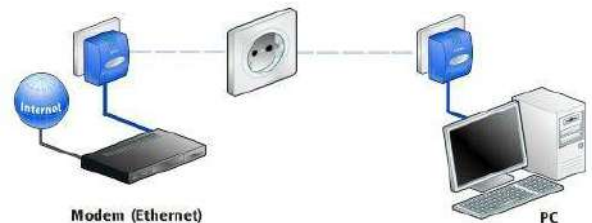
### Inconvénients:

Besoin du secteur

Coût des boîtiers (devrait chuter rapidement si le système se répand) si on doit connecter beaucoup de machines

### Un seul PC sur Internet

La connexion Internet entre dans le garage, mais le PC est dans la chambre au deuxième étage. Le modem reste dans le garage avec un adaptateur dLAN. Le PC pourra se trouver n'importe où dans la maison, connecté avec un deuxième dLAN. Les données sont transmises via le réseau électrique entre le pc et le modem.



### 2 (ou plus) ordinateurs en réseau :

Chaque pc est connecté via son adaptateur dans la prise de courant la plus proche. Les données sont transmises via le réseau électrique entre les pc's.

### 2 PC's sur Internet :

Addition des solutions précédentes, les 2 pc's connectent le web et peuvent aussi dialoguer entre eux.

## B / Le RTC (Réseau Téléphonique Commuté)

Le réseau téléphonique commuté est la ligne téléphonique traditionnelle. Cette technologie permet de transmettre des données à une vitesse théorique maximale de 56.000 bits par seconde. En réalité, le débit est loin d'être aussi élevé.



Actuellement, la ligne téléphonique classique n'est plus guère utilisée pour accéder à Internet. Elle a deux inconvénients principaux.

Le premier est que l'accès à Internet monopolise la ligne téléphonique (lorsqu'elle est activée) : il ne vous est plus possible de recevoir de coup de téléphone pendant l'usage d'Internet.

Le deuxième est que le transfert de données est très lent. Or, les sites Internet contiennent de plus en plus d'applications volumineuses, ce qui rend fastidieux l'obtention d'images, sons ou autres animations.

Nécessite un modem RTC, généralement installé de série sur les ordinateurs.

## C / Le câble de télévision

Les fournisseurs de télédistribution proposent un accès par le câble de télévision. Les vitesses atteintes par les interfaces câble sont de l'ordre de 30 Mbps. Selon l'heure de connexion, le modem câble est en moyenne 50 fois plus rapide qu'un modem RTC.

Cette technologie permet une connexion 24h/24, sans interférer avec la télévision câblée. Toutefois, la connexion au câble a pour inconvénient une grande rigidité spatiale.

Les frais sont forfaitaires, il n'y a plus de frais de communication téléphonique. Par contre, le coût du modem câble est important et l'abonnement auprès du fournisseur d'accès est sensiblement plus cher que celui des fournisseurs d'accès à Internet classiques.

Les modems câble n'ont rien à voir avec les modems et ressemblent plutôt à une carte Ethernet.

## D / L'ADSL

L'ADSL utilise la paire de câbles en cuivre traditionnel, le fil du téléphone, mais sur des fréquences plus élevées, ce qui permet de téléphoner et de surfer en même temps. L'ADSL utilise les câbles existants et ne nécessite pas de modification d'équipement.

"Asymetric" fait référence au fait qu'ADSL utilise sur une ligne téléphonique (twisted pair) un canal à haute vitesse dans une direction et un canal à moyenne vitesse dans la direction opposée tout en conservant les services téléphoniques classiques.

Cette caractéristique fait de l'ADSL une technologie idéale pour tous les types d'accès où l'utilisateur reçoit en général bien plus d'informations qu'il n'en renvoie.

Pour créer des canaux multiples, les modems ADSL divisent la largeur de bande disponible d'une ligne téléphonique suivant le multiplexage à division de fréquence (FDM) et l'annulation d'écho.

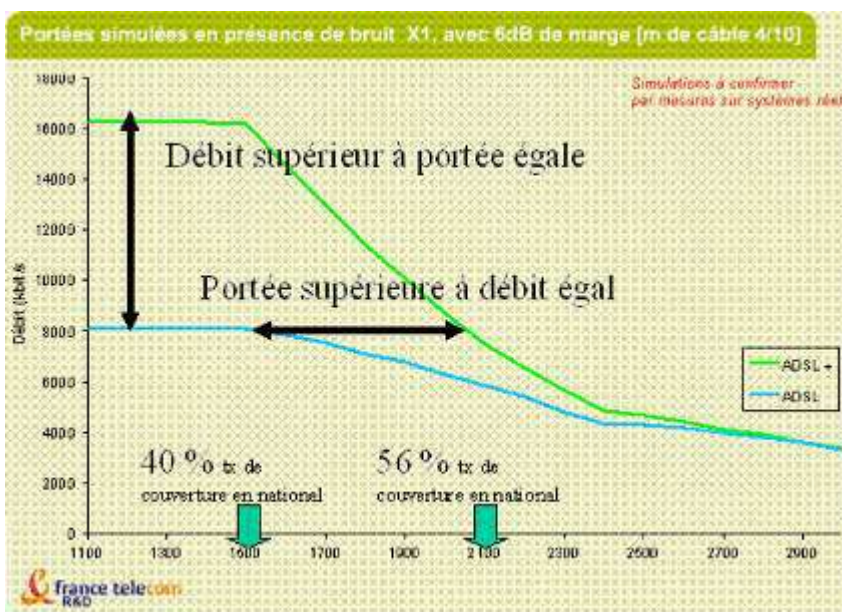
Avec l'une ou l'autre de ces techniques, les transmissions ADSL laissent la région autour des 4kHz libre afin de laisser passer les communications téléphoniques (POTS). Pour cela, en plus du modem ADSL, il est nécessaire d'installer un séparateur de ligne (POTS splitter).





## ADSL2+ ADSL de deuxième génération.

Le concept de cette norme est de doubler le spectre de la fréquence et donc la bande passante. Là où l'ADSL permet un débit maximal de 8 Mbit/s pour la réception de données, l'ADSL2+ autorise un débit allant jusqu'à 16 Mbit/s pour les clients proches du central téléphonique. Dans le sens montant, le débit reste sensiblement le même, soit 1 Mbit/s.



- à portée égale, le débit de l'ADSL2+ est supérieur
- à débit égal, la portée de la norme est supérieure permettant ainsi à un nombre accru d'abonnés de bénéficier d'une connexion à 8 Mbit/s, jusqu'ici réservée aux proches voisins des centraux.

## Le WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)



Basé sur le standard IEEE 802.16, le WiMAX est une technologie de transmission à haut débit par ondes radio. WiMAX regroupe les standards HiperMan (Europe) et 802.16 (IEEE).

Contrairement au Wi-Fi destiné à la mise en place de réseaux locaux, le WiMAX est conçu pour couvrir des surfaces importantes et, à partir d'une station de base centrale, assurer la desserte des terminaux clients (ordinateurs, PDAs, téléphones).

Dans le cas de la collecte, la liaison des hotspots Wi-Fi à Internet sera assurée non pas par des dorsales filaires (ADSL), mais par une dorsale hertzienne.

WiMAX promet des débits de plusieurs dizaines de megabits/seconde sur des rayons de couverture de quelques dizaines de kilomètres.

**La famille 802.16** : WiMAX réunit plusieurs standards du groupe IEEE 802.16.

IEEE	802.16e	(également apporte les possibilités d'utilisation en	actifs
------	---------	--	--------



désigné IEEE std 802.16e-2005)	situation mobile du standard, jusqu'à 122 km/h.
IEEE 802.16f	Spécifie la MIB (Management Information Base), pour les couches MAC (Media Access Control) et PHY (Physical)

Des contraintes techniques, inhérentes aux technologies radio, limitent les usages possibles.

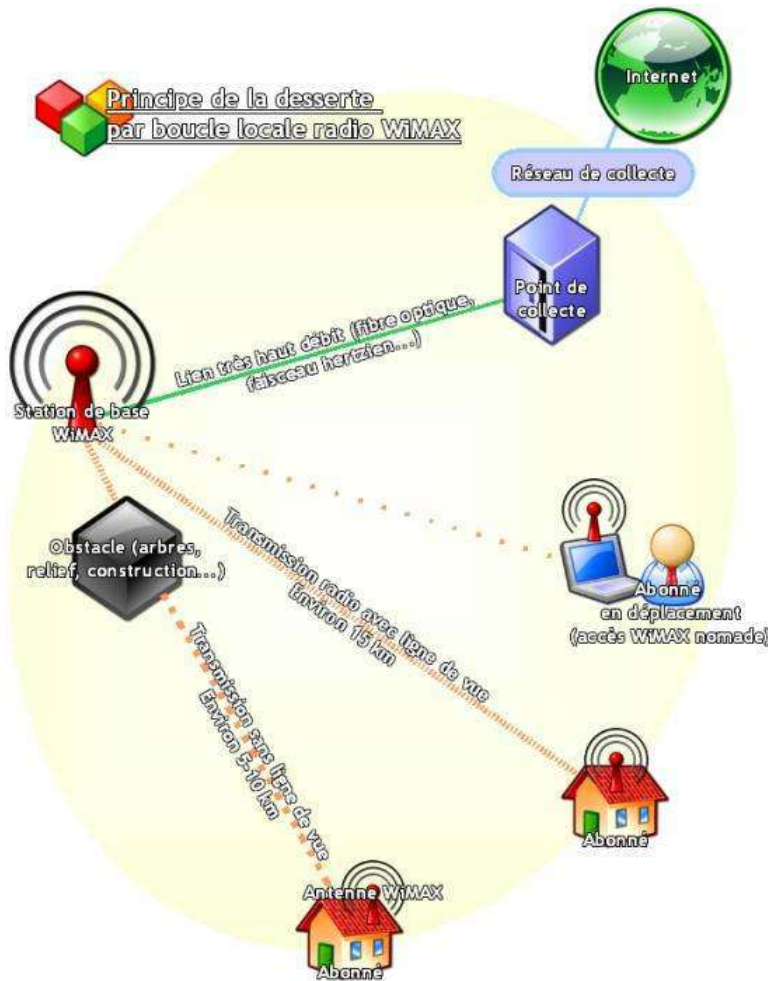
La portée, les débits, et surtout la nécessité ou non d'être en ligne de vue de l'antenne émettrice, dépendent de la bande de fréquence utilisée. Dans la bande 10-66 GHz, les connexions se font en ligne de vue (LOS, line of sight), alors que sur la partie 2-11 GHz, le NLOS (non line of sight) est possible notamment grâce à l'utilisation de la modulation OFDM.

### La modulation OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

L'Orthogonal Frequency Division Multiplexing est une technique de transmission de données analogiques. Pour émettre un signal, l'OFDM divise une plage de fréquence en plusieurs sous-canaux espacés par des zones libres de tailles fixes. Par la suite, un algorithme, le Fast Fourier Transform (FFT), véhicule le signal par le biais des différents sous-canaux. C'est également cet algorithme qui se charge de la recombinaison du message chez le récepteur. L'objectif est ainsi d'exploiter au maximum la plage de fréquence allouée tout en minimisant l'impact du bruit grâce aux espaces libres séparant chaque canal.

Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de débits possibles (à partager entre les utilisateurs).

Environnement	Rayon utile	Débit par secteur d'antenne
Urbain intérieur (NLOS)	1 km	21 Mbit/s (canaux de 10 MHz)
Rurbain intérieur (NLOS)	2,5 km	22 Mbit/s (canaux de 10 MHz)
Rurbain extérieur(LOS)	7 km	22 Mbit/s (canaux de 10 MHz)
Rural interieur (NLOS)	5,1 km	4,5 Mbit/s (canaux de 3,5 MHz)
Rural extérieur (LOS)	15 km	4,5 Mbit/s (canaux de 3,5 MHz)



## Schéma de déploiement

Le WiMAX permet de mettre en place une boucle locale radio, c'est-à-dire un lien par ondes radio entre l'utilisateur et le point de collecte, appelé "station de base". Le point de collecte assure la liaison avec le réseau internet mondial.

Depuis le cœur du réseau et en descendant vers l'utilisateur, on trouve les éléments suivants :

- \* une liaison à très haut débit, par exemple par fibre optique ou faisceau hertzien, alimentant l'émetteur WiMAX
- \* une antenne WiMAX, ou "station de base", placée sur un point haut (pylône, château d'eau,...) afin d'assurer la couverture maximale entre l'antenne et l'utilisateur, plusieurs kilomètres de transmission sans fil. Le WiMAX peut assurer une transmission sans ligne de vue (c'est-à-dire même lorsque des obstacles tels que des arbres se trouvent entre l'émetteur et le récepteur), mais la portée est alors notablement réduite (ligne de vue : la couverture peut aller jusqu'à 15 km si

l'émetteur et le récepteur "se voient" - en l'absence de ligne de vue, la portée chute rapidement à 5 - 10 km)..

\* chez l'abonné, une antenne WiMAX assure la liaison entre l'émetteur de la zone et l'équipement connecté (ordinateur ou autre).

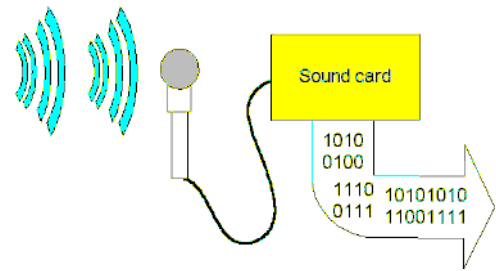
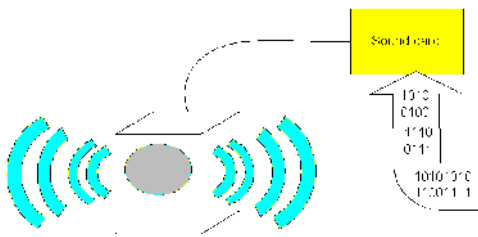
Le débit maximum est de quelques dizaines de Mbit/s, mais il est partagé entre tous les utilisateurs raccordés à une même station. Par ailleurs, le débit réel dépend de nombreux facteurs, tels que la distance entre l'usager et la station, ou la topographie des lieux.

## 2.7 La carte son et ses sorties amplifiées



Une carte son est un type courant d'extension. Le haut-parleur interne suffit pour les bips et les sons simples, mais ne convient pas pour les sons complexes comme la musique ou la parole. Les cartes son ajoutent des voies numériques. Ces cartes supportent une sortie stéréo et un port MIDI. Les signaux différents sont tous mixés et amplifiés par les circuits de la carte avant d'être envoyés en sortie sur les haut-parleurs.

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) est une norme industrielle pour les appareils qui créent, enregistrent et restituent de la musique. Parmi les systèmes MIDI courants, citons les claviers



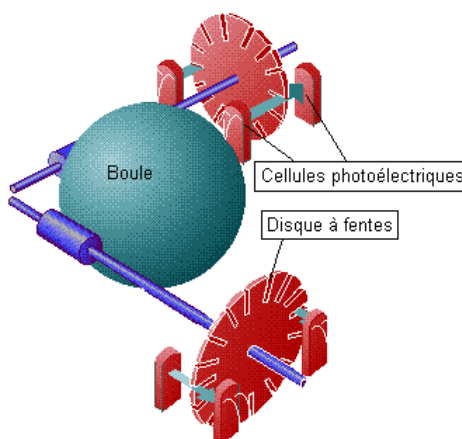
synthétiseurs, les amplificateurs, les mixeurs, les haut-parleurs,... On peut aussi écouter de la musique à partir du CD-ROM. L'ordinateur peut enregistrer de la musique jouée à partir d'instruments compatibles MIDI. Ces notes peuvent ensuite être mises en séquence et renvoyées à un synthétiseur ou à l'instrument initial. Cela permet de faire des montages musicaux au travers de tables de mixage virtuelles.

## 2.7.1 Les hauts-parleurs

La carte son du pc délivre un signal. Les enceintes pour pc sont donc pourvues d'un amplificateur incorporé et nécessitent une alimentation électrique. La gamme part des simples paires d'enceintes bon marché et va jusqu'aux systèmes à n voies (Home theatre) intégrant de nombreux réglages de présence. Il est évident que les fonctionnalités présentes sur la carte son vont déterminer les possibilités de rendu final. Pour un résultat optimal, il est indispensable de posséder une carte son performante et des enceintes de qualité. Avec les systèmes de haut de gamme, il devient possible de parler de haute fidélité.

## 2.8 La souris

Moins sensibles à la poussière et à l'encrassement, les souris optiques ont *quasi* remplacé les souris mécaniques. Construites autour d'une caméra microscopique, ces souris ne contiennent aucun élément mécanique, ce qui réduit leur coût. Les souris optiques ou à boule étant interchangeables, elles doivent fournir les mêmes informations à l'ordinateur.



Sur une souris mécanique, 2 axes placés à angle droit sont en contact avec la surface de la bille caoutchoutée. Dès que cette dernière bouge d'avant en arrière, elle fait tourner le premier axe, alors que ses mouvements de droite à gauche engendrent la rotation du second. Chaque axe porte un petit disque perforé de multiples fentes qui défilent devant un capteur : tout déplacement de la souris se traduit par une succession d'impulsions électriques dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse dans l'une des deux orientations. En comptant le nombre d'impulsions envoyées par chaque disque à intervalles de temps réguliers, il est possible de déduire les déplacements de la souris. Les circuits électroniques de la souris transforment ces informations de mouvement en données que l'ordinateur exploite pour amener le curseur à l'endroit voulu.



Sur une souris optique, la caméra ne se substitue qu'à l'ensemble mécanique classique, le traitement électronique du signal reste identique. Le cœur de la caméra est un capteur de faible résolution (500 px), suffisant pour détecter tout déplacement. Ce faible nombre de pixels permet en



outre une bonne rapidité d'analyse des mouvements. La source lumineuse est une diode électroluminescente (rouge). Le faisceau de la diode est envoyé vers le bas par réflexion sur un pan oblique de cette pièce, laquelle comporte également une lentille moulée qui constitue l'objectif.

Cet ensemble permet ainsi d'envoyer sur le capteur l'image de la surface sur laquelle on déplace la souris. La distance focale de la lentille est très faible, de l'ordre de quelques millimètres, mais la surface sensible du capteur est également très réduite. Elle capte donc une image très agrandie d'une

minuscule zone du support et les moindres détails deviennent exploitables pour détecter un déplacement. Même le grain d'une feuille de papier blanc suffit.

Pour déceler le mouvement, le système examine deux images successives. Il n'en analyse pas précisément le contenu, mais détecte les zones de transition de contraste et repère leurs coordonnées x et y sur la trame du capteur, déterminant ainsi des contours et des formes. La cadence de succession des images est très élevée (1500 images/sec.), d'où l'intérêt de disposer d'une image simple et rapide à interpréter.

La comparaison de deux images successives fournit à la souris les informations nécessaires pour déterminer son déplacement. En comparant la position des formes entre les deux images, la souris détermine l'amplitude et la direction de son déplacement suivant les axes X et Y et en déduit une information de mouvement que l'ordinateur exploite pour amener le curseur à l'endroit voulu.

Une feuille de papier glacé de couleur uniforme ou une surface en plastique brillant également de teinte uniforme ne permettent pas de détecter des zones de transitions de contraste suffisantes pour déterminer les formes à suivre, à l'écran, le curseur reste figé malgré les déplacements de la souris.

## Deux technologies sont utilisées pour les souris sans fil :

La souris à infrarouge qui transmet via une diode infrarouge sa position à un capteur (pour les portables, ces capteurs sont inclus à l'ordinateur ; sinon, ces capteurs sont intégrés dans un boîtier qui sera placé à proximité ou sur l'ordinateur)

D'autres souris sans fil transmettent les informations via un émetteur radio intégré. Les informations sont ensuite récupérées par un récepteur connecté à l'ordinateur. Cette solution est mieux adaptée car celle-ci fonctionne même si un objet est placé entre l'émetteur (la souris) et le récepteur. Par contre, ce genre de périphérique peut subir des interférences électriques provenant de l'extérieur.

## 2.9 Le stylet

Le stylet est une unité d'entrée utilisée avec une palette graphique à laquelle elle est généralement reliée par un câble. Cependant, certains sont sans fil. De la forme d'un crayon, il contient des capteurs qui détectent l'électronique sous la surface de la palette. La position du stylet est ainsi



traduite en une position du curseur à l'écran. Des unités plus récentes offrent également la possibilité de détecter la pression appliquée au stylet et d'effectuer des sélections. Ce système est aussi appelé table digitalisante.

## 2.10 Le trackball



Un trackball est une unité de pointage qui permet de modifier la position du curseur à l'écran. Il ressemble à la souris du fait que le principal mécanisme de liaison est une boule de commande mais sa disposition est inversée. Une boule sur le dessus de l'unité est en contact avec des rouleaux à l'intérieur du logement du trackball. Les composantes directionnelles du mouvement de la boule de commande sont traduites, via ces rouleaux en mouvement du curseur sur l'écran. Un (ou deux) bouton(s) sur le dessus ou sur le côté du boîtier permettent de choisir des fonctions à effectuer à l'emplacement désiré. Ne nécessitant pas de déplacement du boîtier, les trackballs conviennent particulièrement bien lorsque la surface de manipulation est réduite. C'est la raison pour laquelle ils furent souvent intégrés dans les systèmes portables avant d'être remplacés par les sticks et les TouchPad. On les trouve actuellement sous une forme enfichable en USB.



## Sticks

Sur certains portables, sorte de petit levier situé au centre du clavier et qui, poussé d'un ou l'autre côté guidait le mouvement du curseur à l'écran (disparu).

## 2.11 Les câblages

Les câbles fournissent l'électricité et transmettent les données vers les périphériques (imprimantes, moniteurs ...) Ce sont des conducteurs multiples, de sorte qu'un câble donné peut simultanément transmettre ou recevoir des données différentes. Sur les connecteurs, chaque conducteur correspond à une "broche" pour permettre la connexion de périphériques et d'autres câbles.

Le câble de transmission de données est un moyen normalisé de transmission de signaux entre des périphériques et le pc. Les câbles se terminent par des connecteurs normalisés pour garantir la compatibilité entre les unités interconnectées. Le câble comprend un certain nombre de conducteurs protégés chacun par un revêtement extérieur isolant. Ces conducteurs sont ensuite connectés aux broches du connecteur.

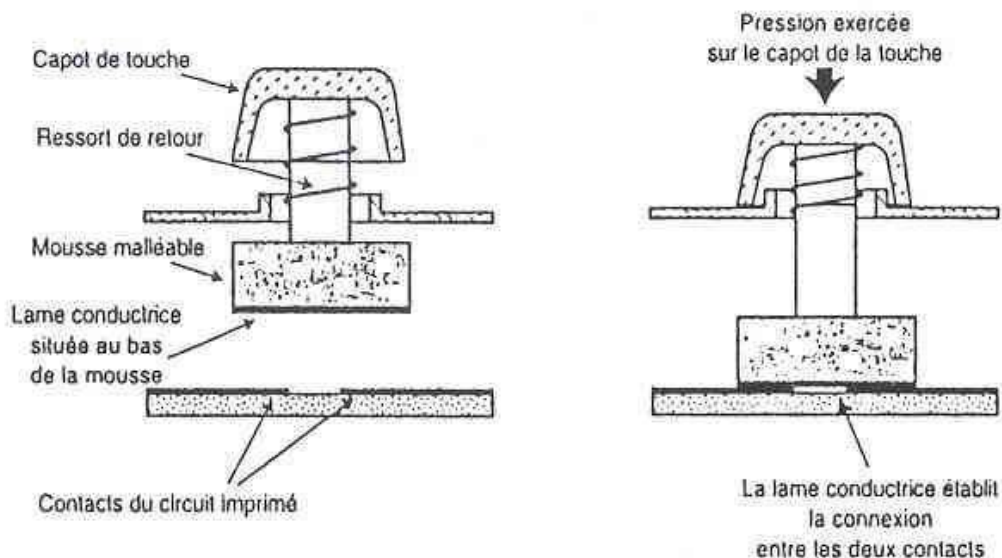




## 2.12 Le clavier

### Fonctionnement

L'enfoncement d'une touche pour une durée d'au moins 5  $\mu$ s ferme un contact qui génère un signal qui est envoyé sous forme d'impulsion électrique.



### Le clavier alphabétique

Permet l'écriture des lettres, des chiffres et des caractères spéciaux.

### Les touches de fonction

Ces touches se trouvent généralement au-dessus du clavier alphabétique. Ce sont les touches F1, F2, F3, etc. Elles sont utilisées par le système ou par des applications en tant que raccourcis de commandes.

### Les touches de déplacement du curseur

Elles sont divisées en deux parties: les "touches fléchées" qui permettent de déplacer le curseur sur l'écran dans le sens de la flèche, et les touches Pge Préc., Pge Suiv., Origine et Fin. Ces dernières ont pour fonction de déplacer la page de l'écran vers le haut, vers le bas, en début et en fin de document. Pge Suiv. vous permet, par exemple, de passer à la page écran suivante, et Origine, en fonction du logiciel utilisé, vous amène soit en début de document, soit en début de ligne.

### Le pavé numérique

Certains pavés possèdent des touches fléchées. Ces touches se comportent comme les touches de déplacement du curseur lorsque la touche Verr Num est inactivée, elles reprennent leur fonction initiale lorsque Verr Num est activée.

!!! La lettre O majuscule et le zéro 0 sont deux caractères différents.



## 2.12.1 Les touches à "bascule"

Plusieurs touches agissent comme une bascule, une sorte de bouton marche/ arrêt. Appuyer sur la touche une fois active la fonction, appuyer de nouveau la désactive.

### Majuscule (Shift)

Lorsque vous la pressez, elle permet d'obtenir non seulement les lettres majuscules, mais aussi les chiffres qui se trouvent sur la partie supérieure du clavier. Lorsque vous la relâchez, les lettres apparaissent de nouveau en minuscules, et les chiffres sont remplacés par les lettres accentuées, symboles et autres signes de ponctuation.

### Verr Maj (Shift Lock)

Cette touche a la même fonction que la touche Maj, si ce n'est qu'elle évite de maintenir la touche Maj enfoncée. Une fois verrouillée, tout ce que vous tapez apparaît en capitale. Pour revenir aux minuscules, appuyez sur la touche majuscule.

### Verr Num (Num Lock)

Cette touche, lorsqu'elle est verrouillée, met les touches du pavé numérique en fonction "chiffres". La déverrouiller les permute en touches de déplacement du curseur.

Sur la plupart des claviers, les touches Verr Maj et Verr Num possèdent des voyants lumineux. Lorsque le voyant est allumé, la touche est verrouillée.

Comme la touche Majuscule, les touches Alt, Alt Gr et Ctrl ne sont, en principe, jamais utilisées seules. Leur vocation est de changer la fonction de la touche avec laquelle on les utilise. Par exemple, dans le logiciel de messagerie Eudora, la lecture des mails se demande avec la combinaison "CTRL - M"

Ctrl : la touche Contrôle se trouve généralement sur la gauche du clavier, près de la touche Majuscule. Les claviers étendus possèdent deux touches Ctrl situées sous chaque touche Majuscule (il n'y a pas de différence entre les deux).

Alt : la touche Alternative se situe également près de la touche Majuscule, sur la gauche du clavier. Les claviers étendus en possèdent également deux, situées de chaque côté de la barre d'espacement. Attention ! celle de droite s'appelle Alt Gr et doit être utilisée en combinaison avec d'autres touches pour faire apparaître certains caractères comme \, ^, ], #, @, ....

La touche représentant le logo Windows permet d'afficher le menu "Démarrer" de Windows.

La touche représentant un menu permet d'afficher un petit menu contextuel contenant des éléments de mise en page.

Les claviers récents comportent le sigle Euro (alt gr / e).

## 2.12.2 Le code ASCII

Chaque caractère est identifié par une valeur appelée code ascii. Quand une touche est enfoncée sur le clavier, le code ASCII correspondant à la touche est généré. Le système, qui reçoit ce signal, en déduit qu'il doit afficher tel ou tel caractère.



Une touche enfoncée seule va produire un code ascii, un autre si elle est enfoncée en combinaison avec la touche majuscule, un autre encore si elle est enfoncée en combinaison avec la touche AltGr.

Evidemment, ce code doit correspondre avec le pattern physique du clavier car, en fonction de la langue utilisée, les caractères et les claviers sont différents.

C'est pourquoi il faut régler ces paramètres dans Windows en choisissant la langue et, éventuellement, la région ou le pays.

**Rappel:**

Dans autoexec.bat; déclarer keyb be pour un clavier belge et keyb fr pour un clavier français.

Dans config.sys, déclarer 032 pour la Belgique et 033 pour la France.

En cas d'erreur à ce niveau, certains caractères spéciaux ne seront pas à leur place.

Exemple: le "\"" se trouve via la touche Altgr sur la touche "<" sur un clavier belge et sur la touche "8" du clavier central sur un clavier français.

Le code Ascii et le code ascii étendu (ajouté dans un deuxième temps pour prendre en compte les caractères accentués)

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	<b>NUL</b> (null)	32	20	040	&#32;	Space	64	40	100	&#64;	@	96	60	140	&#96;	^
1	1	001	<b>SOH</b> (start of heading)	33	21	041	&#33;	!	65	41	101	&#65;	A	97	61	141	&#97;	a
2	2	002	<b>STX</b> (start of text)	34	22	042	&#34;	"	66	42	102	&#66;	B	98	62	142	&#98;	b
3	3	003	<b>ETX</b> (end of text)	35	23	043	&#35;	#	67	43	103	&#67;	C	99	63	143	&#99;	c
4	4	004	<b>EOT</b> (end of transmission)	36	24	044	&#36;	\$	68	44	104	&#68;	D	100	64	144	&#100;	d
5	5	005	<b>ENQ</b> (enquiry)	37	25	045	&#37;	%	69	45	105	&#69;	E	101	65	145	&#101;	e
6	6	006	<b>ACK</b> (acknowledge)	38	26	046	&#38;	&	70	46	106	&#70;	F	102	66	146	&#102;	f
7	7	007	<b>BEL</b> (bell)	39	27	047	&#39;	'	71	47	107	&#71;	G	103	67	147	&#103;	g
8	8	010	<b>BS</b> (backspace)	40	28	050	&#40;	(	72	48	110	&#72;	H	104	68	150	&#104;	h
9	9	011	<b>TAB</b> (horizontal tab)	41	29	051	&#41;	)	73	49	111	&#73;	I	105	69	151	&#105;	i
10	A	012	<b>LF</b> (NL line feed, new line)	42	2A	052	&#42;	*	74	4A	112	&#74;	J	106	6A	152	&#106;	j
11	B	013	<b>VT</b> (vertical tab)	43	2B	053	&#43;	+	75	4B	113	&#75;	K	107	6B	153	&#107;	k
12	C	014	<b>FF</b> (NP form feed, new page)	44	2C	054	&#44;	,	76	4C	114	&#76;	L	108	6C	154	&#108;	l
13	D	015	<b>CR</b> (carriage return)	45	2D	055	&#45;	-	77	4D	115	&#77;	M	109	6D	155	&#109;	m
14	E	016	<b>SO</b> (shift out)	46	2E	056	&#46;	.	78	4E	116	&#78;	N	110	6E	156	&#110;	n
15	F	017	<b>SI</b> (shift in)	47	2F	057	&#47;	/	79	4F	117	&#79;	O	111	6F	157	&#111;	o
16	10	020	<b>DLE</b> (data link escape)	48	30	060	&#48;	0	80	50	120	&#80;	P	112	70	160	&#112;	p
17	11	021	<b>DC1</b> (device control 1)	49	31	061	&#49;	1	81	51	121	&#81;	Q	113	71	161	&#113;	q
18	12	022	<b>DC2</b> (device control 2)	50	32	062	&#50;	2	82	52	122	&#82;	R	114	72	162	&#114;	r
19	13	023	<b>DC3</b> (device control 3)	51	33	063	&#51;	3	83	53	123	&#83;	S	115	73	163	&#115;	s
20	14	024	<b>DC4</b> (device control 4)	52	34	064	&#52;	4	84	54	124	&#84;	T	116	74	164	&#116;	t
21	15	025	<b>NAK</b> (negative acknowledge)	53	35	065	&#53;	5	85	55	125	&#85;	U	117	75	165	&#117;	u
22	16	026	<b>SYN</b> (synchronous idle)	54	36	066	&#54;	6	86	56	126	&#86;	V	118	76	166	&#118;	v
23	17	027	<b>ETB</b> (end of trans. block)	55	37	067	&#55;	7	87	57	127	&#87;	W	119	77	167	&#119;	w
24	18	030	<b>CAN</b> (cancel)	56	38	070	&#56;	8	88	58	130	&#88;	X	120	78	170	&#120;	x
25	19	031	<b>EM</b> (end of medium)	57	39	071	&#57;	9	89	59	131	&#89;	Y	121	79	171	&#121;	y
26	1A	032	<b>SUB</b> (substitute)	58	3A	072	&#58;	:	90	5A	132	&#90;	Z	122	7A	172	&#122;	z
27	1B	033	<b>ESC</b> (escape)	59	3B	073	&#59;	:	91	5B	133	&#91;	[	123	7B	173	&#123;	{
28	1C	034	<b>FS</b> (file separator)	60	3C	074	&#60;	<	92	5C	134	&#92;	\	124	7C	174	&#124;	
29	1D	035	<b>GS</b> (group separator)	61	3D	075	&#61;	=	93	5D	135	&#93;	]	125	7D	175	&#125;	}
30	1E	036	<b>RS</b> (record separator)	62	3E	076	&#62;	>	94	5E	136	&#94;	^	126	7E	176	&#126;	~
31	1F	037	<b>US</b> (unit separator)	63	3F	077	&#63;	?	95	5F	137	&#95;	_	127	7F	177	&#127;	DEL



128	Ç	144	É	160	á	176	••••	193	±	209	∓	225	β	241	±
129	ù	145	æ	161	í	177	••••	194	∓	210	∓	226	Γ	242	≥
130	é	146	Æ	162	ó	178	••••	195	∓	211	∓	227	π	243	≤
131	â	147	ô	163	ù	179		196	—	212	∓	228	Σ	244	∫
132	ä	148	ö	164	ñ	180	†	197	+	213	∓	229	σ	245	∫
133	à	149	ò	165	Ñ	181	‡	198	†	214	∓	230	μ	246	+
134	â	150	û	166	ª	182	‡	199	‡	215	‡	231	τ	247	≈
135	ç	151	ù	167	º	183	∓	200	∓	216	∓	232	Φ	248	°
136	ê	152	—	168	¿	184	∓	201	∓	217	∓	233	⊗	249	∞
137	è	153	Ö	169	—	185	‡	202	∓	218	∓	234	Ω	250	∞
138	è	154	Û	170	¬	186	∥	203	∓	219	■	235	δ	251	√
139	ì	156	£	171	½	187	∓	204	†	220	■	236	∞	252	—
140	î	157	¥	172	¼	188	∓	205	=	221	■	237	φ	253	²
141	ï	158	—	173	∫	189	∓	206	‡	222	■	238	ε	254	■
142	Ä	159	f	174	«	190	∓	207	±	223	■	239	∩	255	
143	Å	192	L	175	»	191	∓	208	∓	224	α	240	≡		

## 2.12.3 Les branchements

### Connexion du clavier

Elément indispensable au PC, le clavier fait partie intégrante de toute machine. Les constructeurs de cartes-mères ont rapidement intégré un connecteur dédié à ce composant directement sur la carte. En pratique, il existe deux grands standards de connexion: la prise PS2 et l'USB.



#### La prise PS 2

De nombreux constructeurs utilisent des prises mini-DIN à la fois pour raccorder le clavier, mais aussi pour la souris. Par convention, la prise mauve est destinée au clavier et la verte à la souris.

### Les prises écran

Ont pour mission de transmettre le signal de la carte vidéo ou de la carte mère jusqu'à l'écran.

#### 1/ connecteur VGA

Interface standard, présente depuis les débuts de l'informatique, son bornage se présente sous forme de 15 broches en 3 rangées de 5. Ce standard convient peu pour les très hautes résolutions (1600 \* 1200 et au delà).





Ce connecteur est basé sur une interface analogique. Il équipe la totalité des écrans CRT (à tube) ainsi que les écrans plats analogiques.

Depuis l'arrivée des écrans plats numériques, le connecteur VGA commence à vieillir. Le connecteur VGA équipe les écrans plats analogiques mais il faut recourir aux connecteurs DVI ou ADC pour les écrans numériques.

## 2/ connecteur DVI

Digital Visual Interface (DVI) est un type de connexion numérique qui sert à relier une carte graphique à un écran. Elle n'est avantageuse (par rapport au connecteur VGA) que pour les écrans dont les pixels sont physiquement séparés (et donc indépendants), ce qui est le cas des écrans LCD, plasma et OLED mais pas des écrans à tube cathodique (où le faisceau d'électrons reproduit — en temps réel — les variations du signal analogique).

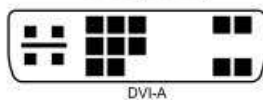
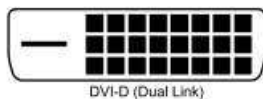
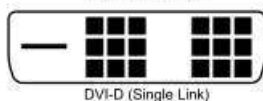
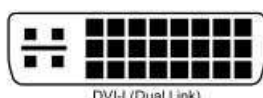
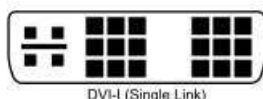
La liaison DVI améliore sensiblement la qualité de l'affichage par rapport à la connexion VGA :

- \* grâce à une séparation des nuances de couleur pour chaque pixel : image parfaitement nette ;
- \* grâce à une transmission numérique (sans perte) des nuances de couleur.

C'est l'équivalent numérique de la liaison analogique RVB (Rouge Vert Bleu) mais véhiculée sur trois liaisons LVDS (low voltage differential signal) par trois paires torsadées blindées.

Pour les écrans numériques en interne (seuls ceux à tube cathodique ne le sont pas), la liaison DVI évite la conversion numérique-analogique (N/A) par la carte graphique, suivie de la conversion analogique-numérique (A/N) dans l'écran (on reste directement en numérique d'un bout à l'autre), à laquelle il faut ajouter les pertes et les parasites lors du transfert par le câble occasionné par le VGA. L'interface DVI permet d'éviter toutes ces pertes.

Il existe trois types de prises :

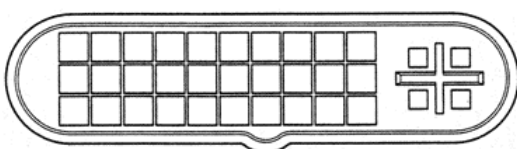


- \* le DVI-A (DVI-Analog) qui transmet uniquement le signal analogique ;
- \* le DVI-D (DVI-Digital) qui transmet uniquement le signal numérique ;
- \* le DVI-I (DVI-Integrated) qui transmet (sur des broches séparées) soit le signal numérique du DVI-D ou le signal analogique du DVI-A (un seul type de signal selon ce qui est branché, sans faire de conversion de l'un vers l'autre).

Actuellement, la plupart des sorties DVI des cartes graphiques sont des DVI-I. Or, si l'écran propose une entrée DVI, il affichera le signal des broches numériques (autrement dit les broches de la norme DVI-D) et ignorera le signal des broches analogiques. Le DVI-A permet de conserver la possibilité d'utiliser un écran cathodique, via un adaptateur « DVI vers VGA », disposant d'un côté une prise DVI et de l'autre une prise VGA.

Les connecteurs DVI-I sont donc utilisés comme des DVI-A ou des DVI-D suivant le type de signal qu'ils produisent : analogique ou numérique.

## 3/ connecteur ADC



Il permet également de brancher un écran plat numérique. La particularité de cette prise est de transporter l'alimentation de l'écran ainsi qu'un concentrateur USB en plus du signal vidéo.



## 4/ connecteur HDMI

HDMI (High Definition Multimedia Interface) est une interface numérique pour les signaux multimédia en haute définition. Elle supporte les standards haute-définition en vidéo, audio multicanal (8 canaux à 192kHz) et le pilotage (renvois de télécommandes).

Pour la connexion physique, le standard HDMI exploite 4 paires différentielles unidirectionnelles, dont trois pour le transport des informations audio-vidéo et une pour l'horloge.

Pour assurer une compatibilité totale entre les appareils, la norme HDMI instaure une nouvelle prise plus compacte, moins fragile et bien plus pratique que la prise DVI ou la prise à 4 conducteurs du FireWire.



HDMI connection

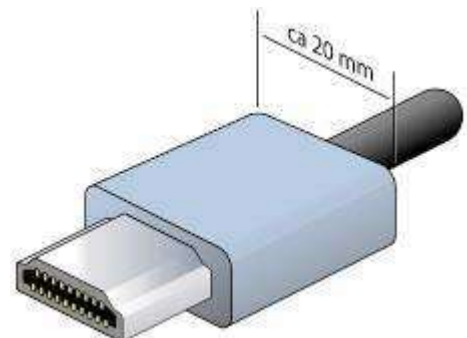
### Gestion de l'image

Pour véhiculer l'image, HDMI utilise le standard DVI. Avec une bande passante de plusieurs gigabits par seconde, il permet d'atteindre la résolution de 1920x1080 pixels, à toutes les fréquences d'images, sans compression et sans perte. La norme HDMI introduit la disparition des standards PAL, NTSC ou SECAM. On parle désormais de 1080i, 720p, 576p, 480p, etc.

### Gestion du son

Un câble HDMI transporte le son sous format numérique via l'IEEE 1394 (FireWire). Avec une bande passante de 400 Mbit/s, il est possible de transporter le son non compressé d'un CD Audio.

Dernier avantage de cette norme, il ne sera plus nécessaire de dépenser des fortunes en câbles de modulation plaqués or. Contrairement aux liaisons optiques et coaxiales, de puissants algorithmes de correction d'erreurs sont intégrés, pour l'audio comme pour la vidéo, assurant la réception en toute circonstance d'un signal pur et inaltéré.



## 2.13 Les scanners

Un scanner est un périphérique d'entrée destiné à transformer en fichier un motif existant sur papier ou à lire et à interpréter (avec l'aide d'un logiciel dit OCR) un texte imprimé.

### Fonctionnement

Un lecteur optique se déplace à la façon d'un photocopieur, lit le contenu de la feuille et l'affiche à l'écran.

On peut trouver deux cas:

1/ il s'agit d'un schéma qui sera reporté à l'écran comme un bloc unique qui pourra être retravaillé seulement de manière partielle, selon le logiciel employé.



2/ il s'agit de texte. Ce dernier sera "lu" et interprété par un logiciel spécialisé, dit "de reconnaissance de caractère" (OCR) et affiché comme un texte édité, c-à-d pouvant être corrigé, mis en forme et sauvé.

La qualité du document original déterminera la qualité du résultat final. Pour une lecture et une interprétation optimale, il faut un original imprimé sans bavures, avec des caractères bien dessinés, et surtout, qui ne se touchent pas. Le programme d'OCR travaillant en reconnaissant la forme d'un dessin (le caractère), comme le complément d'un certain code ASCII, qu'il renverra pour reconstituer le texte, il ne reconnaîtra pas le « dessin » de deux caractères qui se touchent et forment ainsi un autre motif.

Certains systèmes possèdent même une capacité d'apprentissage et sont à même d'interpréter l'écriture manuelle, moyennant une phase de mise en correspondance. Il est bien sûr nécessaire d'avoir une écriture régulière. La phase d'apprentissage sera à recommencer à chaque nouvelle écriture manuelle, via un fichier de correspondance différent.

## Choisir son scanner

- La résolution devra être la plus élevée possible : c'est là que se situe souvent la plus grande part de la différence. Par exemple, sur un scanner professionnel, on peut faire un zoom optique sur une zone: il y a une grosse différence de qualité par rapport à un zoom logiciel.
- Le logiciel associé, qui, en collaboration avec une bonne résolution, assurera un résultat de qualité.

*Ce logiciel associé est un driver Twain spécifique au scanner, c'est par lui que le scanner est piloté et la qualité de l'image scannée dépend en bonne partie de sa qualité (qui est souvent la partie négligée pour diminuer le prix de revient).*

- La sensibilité à la lumière et aux couleurs: il peut exister une différence du fait de la qualité des capteurs. Il faut passer aux scanners professionnels pour voir une grosse différence.
- La qualité optique et mécanique des scanners provient d'une bonne maîtrise des composants (capteurs à pompe de charge LCD pour la partie optique et asservissement de position pour la partie mécanique).



## 3. Les serveurs

Le serveur est considéré comme le centre d'un réseau.

Il est composé des mêmes sous-ensembles qu'un ordinateur standard. Mais ces sous-ensembles sont beaucoup mieux optimisés :

- Il contient plus de mémoire vive
- Son contrôleur de disques est de très bonne qualité
- Disques durs de très grande capacité
- Processeur(s) de dernière génération
- Capacités de gestion réseau
- Systèmes de tolérance de pannes (RAID)
- Systèmes de back-up

### Principaux types de serveurs :

- serveur de fichier:

permet de délivrer des fichiers (serveur de pages web)

- serveur d'application:

il contient les applications que les utilisateurs du réseau peuvent utiliser. Tous les traitements des logiciels se faisant sur le serveur, ses performances sont primordiales

- serveur d'impression:

c'est lui qui gère les queues d'impression. Ce type de serveur est souvent couplé avec un serveur de fichiers ou un serveur d'applications car il ne demande pas un sous-système très performant.

Il est possible d'installer ces 3 types de serveurs sur la même machine, mais son optimisation devient alors difficile et le risque de panne augmente.

### \* **Fiabilité et sécurité d'un serveur**



Une des fonctions majeures d'un serveur, est de conserver les données et éviter leur perte. Pour cela, il existe plusieurs moyens de prévention

#### Le backup :

Historiquement effectué sur des streamers à bande magnétique qui présentaient l'avantage de pouvoir stocker de grosses quantités de données. Les streamers sont des unités à bande magnétique protégée par une cartouche similaire aux cassettes audio et utilisées uniquement pour la sauvegarde de disques. Il s'agit surtout de périphériques externes dont l'avantage est la vitesse d'archivage et l'amovibilité des

cartouches. On trouve également des modules internes.

La quantité de données pouvant être mise sur une bande est de plusieurs Giga-octets La fiabilité de ces streamers n'était pas optimale en terme de restitution de l'information. En outre, leur coût restait élevé et, pour une question de lenteur, il n'était pas possible d'exécuter une application directement





à partir du support. Ce système, bien que encore largement utilisé, est graduellement remplacé par des graveurs optiques.

## L'alimentation de secours

La coupure de courant ainsi que les surtensions sont des sources de danger. Pour éviter ces risques, on peut brancher le serveur sur une alimentation sans coupures (UPS). L'UPS s'installe entre l'alimentation secteur et la machine à protéger et prend en charge l'alimentation de la machine pendant l'arrêt du secteur.

Il s'agit d'un système comprenant un auto-transformateur et une batterie tenue constamment en charge par l'alimentation secteur. Pendant le fonctionnement, il régule la tension et bloque les parasites et les surtensions.

En cas de panne d'alimentation, il ne peut pas assurer l'alimentation du serveur pendant plus de quelques minutes, mais il permet :

- d'être averti de l'existence d'un problème électrique (alarme)
- de passer sur une autre source d'alimentation ou,
- de fermer proprement le système

## 3.2 Le système RAID

### **RAID (*Redundant Array of Independent Disks*)**

Le RAID est une technologie permettant de stocker des données sur un ensemble de disques durs, en général de manière redondante, afin d'améliorer certaines caractéristiques essentielles de l'ensemble en fonction du type de RAID choisi, qu'il s'agisse de la tolérance aux pannes, de l'intégrité des données, ou des performances de l'ensemble.



### **Concepts préliminaires**

#### Concaténation

La concaténation consiste (dans le contexte du RAID) à mettre bout à bout un nombre quelconque de volumes de stockage de données de façon à ce qu'ils n'en forment plus qu'un seul dont la capacité est la somme de celles des constituants. La taille des constituants peut être quelconque et différer d'un constituant à l'autre.

La concaténation n'offre pas de réel avantage en matière de performance. Pour ce qui est de la fiabilité, le volume obtenu deviendra défaillant si un seul de ses constituants tombe en panne. La probabilité de défaillance croît donc avec le nombre de constituants. Pour ces deux raisons, la concaténation est très peu utilisée.

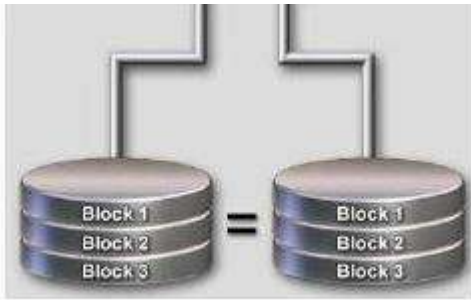
#### Agrégation par bandes (*striping*)

L'Agrégation par bandes est une méthode similaire à la concaténation mais en découpant préalablement en bandes de taille fixe un nombre quelconque de volumes de données de taille identique. On alterne alors une bande de chaque volume pour créer le "volume agrégé par bandes".



## Amélioration de la fiabilité

### Mirroring



Le mirroring consiste à utiliser un nombre pair d'unités de stockage de données et à stocker des données identiques sur chaque élément d'une paire. Ainsi, chaque unité d'une paire contient à tout moment exactement les mêmes données que l'autre volume de la paire, on parle alors de disques miroirs.

Les modifications des données se font de manière simultanée sur toutes les unités de stockage, ainsi, en cas de panne d'une unité de stockage, les

données sont toujours accessibles sur les unités restantes.

Cette configuration pénalise légèrement les performances, car toute donnée écrite doit en fait l'être 2 fois, mais a surtout l'inconvénient d'être onéreuse vu qu'il faut supporter le coût d'une quantité de disque dur non utilisée pour la production, égale à celle réellement exploitée. Par contre, la défaillance d'un disque ne signifie pas la perte des données, vu qu'elles sont aussi présentes sur l'autre disque de la paire.

### Parité et redondance

Partant du principe que plusieurs unités de stockage ont une faible probabilité de tomber en panne simultanément, d'autres systèmes ont été imaginés, permettant de régénérer les données manquantes à partir des données restant accessibles + d'une ou plusieurs données supplémentaires, dites de redondance.

Le système de redondance le plus simple et le plus largement utilisé est le calcul de parité. Ce système repose sur l'opération logique XOR (OU exclusif, le résultat est VRAI si un et un seul des événements A et B est VRAI) et consiste à déterminer si sur n bits de données considérés, le nombre de bits à l'état 1 est pair ou impair. Si le nombre de 1 est pair, alors le bit de parité vaut 0. Si le nombre de 1 est impair, alors le bit de parité vaut 1. Lorsque l'un des n + 1 bits de données ainsi formés devient indisponible, il est alors possible de régénérer le bit manquant en appliquant à nouveau la même méthode sur les n éléments restants. Cette technique est utilisée dans les systèmes RAID 5. Il existe des systèmes de redondance (RAID 6) plus complexes et capables de générer plusieurs éléments de redondance afin de supporter l'absence de plusieurs éléments.

## Les différents types de systèmes RAID

Le système RAID est :

- soit un système de redondance qui donne au stockage des données une certaine tolérance aux pannes matérielles (ex : RAID1),
- soit un système de répartition qui améliore ses performances (ex : RAID0),
- soit les deux à la fois (ex : RAID5).

Le système RAID est donc capable de gérer d'une manière ou d'une autre la répartition et la cohérence des données. Ce système de contrôle peut-être purement logiciel, ou utiliser un matériel dédié.

### Le RAID logiciel

En RAID logiciel, le contrôle du RAID est intégralement assuré par une couche logicielle du système d'exploitation via le contrôleur standard des disques durs (IDE, Serial ATA, ou SCSI). Cette couche



s'intercale entre la couche d'abstraction matérielle (pilote) et la couche du système de fichiers. Avantages

- méthode la moins onéreuse puisque elle ne demande aucun matériel complémentaire.
- possède une grande souplesse d'administration (logicielle)
- présente l'avantage de la compatibilité entre toutes les machines équipées du même logiciel de RAID (c'est-à-dire l'OS).

## Inconvénients

- cette méthode repose sur la couche d'abstraction matérielle des périphériques qui composent le volume RAID. Pour diverses raisons, cette couche peut être imparfaite et manquer de certaines fonctions importantes comme par exemple la détection et le diagnostic des défauts matériels et/ou la prise en charge du remplacement à chaud des unités de stockage.
- la gestion du RAID monopolise des ressources systèmes (légèrement le CPU et surtout le bus système) qui pourraient être employés à d'autres fins. La baisse de performances due à la gestion logicielle du raid est particulièrement sensible dans des configurations où le système doit transférer plusieurs fois les mêmes données comme par exemple le RAID1 mais assez faible dans des configurations sans redondance comme par exemple le RAID0.
- dans le cas de Windows, on ne peut pas utiliser le volume RAID pour héberger les données du système d'exploitation (dans le cas de Linux, la plupart des distributions permettent désormais d'installer directement le système sur un volume RAID).

La plupart des OS permettent déjà de mettre en œuvre le RAID logiciel :

- Microsoft Windows XP gère logiciellement le RAID 0.
- Microsoft Windows 2003 Server gère logiciellement le RAID 0, 1, et 5.
- Mac OS X gère logiciellement le RAID 0, 1 et la concaténation.

## Le RAID pseudo-matériel

L'extrême majorité des contrôleurs RAID bon marché intégrés aux cartes mères depuis 2004/2005, gèrent souvent le RAID 0 et 1 sur des disques IDE ou SATA. Il ne s'agit pas de RAID matériel à proprement parler mais plutôt d'un contrôleur de disque doté de quelques fonctions avancées.

D'un point de vue strictement matériel, cette solution hybride n'est pas différente d'un RAID logiciel. Elle diffère cependant sur l'emplacement des routines logicielles de gestion du RAID.

## Avantages

- apporter une solution au troisième problème du RAID logiciel, à savoir qu'il ne peut pas toujours servir à héberger les fichiers du système d'exploitation puisque c'est justement ce dernier qui permet d'y accéder.
- la présence d'un BIOS intégrant les routines logicielles basiques de gestion du RAID permet de charger en mémoire les fichiers essentiels du système d'exploitation (Le noyau et les pilotes essentiels).



- le pilote du contrôleur intègre les mêmes routines logicielles de gestion du RAID et fournit alors aux couches supérieures de l'OS non pas un accès aux périphériques mais un accès au volume RAID qu'il émule.

## Inconvénients

ce type de RAID cumule les défauts des deux autres approches :

- limitations de performances identiques à celles du raid logiciel car il s'agit effectivement d'un RAID logiciel camouflé.
- les contrôleurs hybrides présentent une piètre gestion des défauts matériels et leurs fonctionnalités BIOS sont généralement limitées.
- l'interopérabilité (fait que plusieurs systèmes, qu'ils soient identiques ou radicalement différents, puissent communiquer sans ambiguïté et opérer ensemble) est très mauvaise surtout si l'on considère qu'il s'agit généralement de matériel intégré aux cartes mères des ordinateurs.
- la fiabilité annoncée est assez controversée

## Le RAID matériel

Dans le cas du RAID matériel, une carte ou un composant est dédié à la gestion des opérations. Il s'agit généralement d'une carte d'extension PCI plus ou moins perfectionnée.

Un contrôleur raid est en général doté d'un processeur spécifique, de mémoire, éventuellement d'une batterie de secours, et est capable de gérer tous les aspects du système de stockage RAID grâce au microcode embarqué (firmware).

Du point de vue du système d'exploitation, le contrôleur RAID matériel offre une virtualisation complète du système de stockage. Le système d'exploitation considère chaque volume RAID comme un disque et n'a pas connaissance de ses constituants physiques.

## Avantages

Les contrôleurs RAID matériels permettent la détection des défauts, le remplacement à chaud des unités défectueuses et offrent la possibilité de reconstruire de manière transparente les disques défaillants.

- la charge système (principalement l'occupation du bus) est allégée (surtout dans des configurations avec beaucoup de disques et une forte redondance)
- les vérifications de cohérence, les diagnostics et les maintenances sont effectués en arrière plan par le contrôleur sans solliciter de ressources système

## Inconvénients

- les contrôleurs RAID matériels utilisent chacun leur propre système pour gérer les unités de stockage. En conséquence, au contraire d'un RAID logiciel, des disques transférés d'un système à un autre ne pourront pas être récupérés si le contrôleur RAID n'est pas exactement le même (firmware compris). Il est donc conseillé de posséder une deuxième carte en cas de panne de la première.



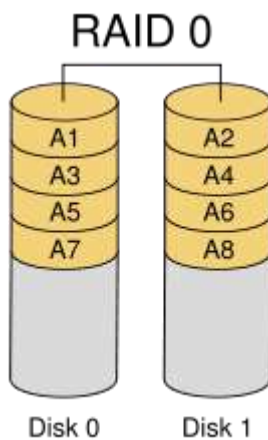
- les cartes bas de gamme possèdent des processeurs d'une puissance insuffisante et peuvent présenter de moins bonnes performances qu'un RAID logiciel.

## Les différents niveaux de RAID

### A / Les niveaux standards

Les différents types d'architecture RAID sont numérotés à partir de 0 et peuvent se combiner entre eux (on parlera alors de RAID 0+1, 1+0, etc.).

#### RAID 0 : volume agrégé par bandes



Le RAID 0, également connu sous le nom d'« entrelacement de disques » ou de « volume agrégé par bandes » (*striping*) est une configuration RAID permettant d'augmenter significativement les performances de la grappe en faisant travailler  $n$  (au moins 2) disques durs en parallèle.

Dans cette configuration, les données sont réparties par bandes (stripes) d'une taille fixe. Cette taille est appelée granularité.

Exemple : avec un RAID 0 ayant une bande de 64 ko et composé de quatre disques, si l'on veut écrire un fichier de 384 ko, le fichier sera découpé en 6 bandes (A, B, C, D, E et F) de 64 ko qui seront réparties sur l'ensemble des disques de la façon suivante :

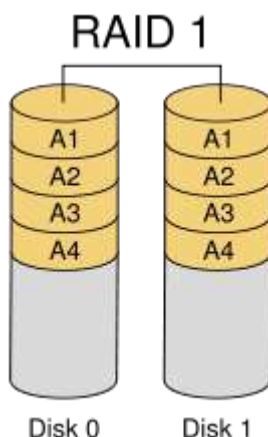
- disque 1 : AE
- disque 2 : BF

disque 3 : C  
disque 4 : D

Ainsi l'écriture du fichier pourra être effectuée simultanément sur chacun des disques et à un coût équivalent à l'écriture de 128ko.

Ainsi, sur un RAID 0 de  $n$  disques, chaque disque ne doit lire et écrire que  $1/n$  des données, ce qui a pour effet de multiplier les taux de transfert des données entre le processeur et les disques, et donc d'accélérer les traitements.

Ce type de RAID est parfait pour des applications requérant un traitement rapide d'une grande quantité de données. Mais cette architecture n'assure en rien la sécurité des données ; en effet, si l'un des disques tombe en panne, la totalité des données du RAID est perdue. Cela fait du RAID 0 une solution moins fiable que l'utilisation d'un seul disque de stockage, puisque la probabilité de défaillance d'un des disques du RAID est largement supérieure à la probabilité de défaillance d'un disque unique.



#### RAID 1 : mirroring de disques

Le RAID 1 consiste en l'utilisation de  $n$  disques redondants (au moins 2), chaque disque de la grappe contenant à tout moment exactement les mêmes données.

- Capacité:  
La capacité totale est égale à celle du plus petit élément de la grappe. L'espace excédentaire des autres éléments de la grappe

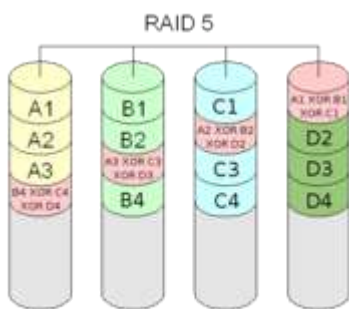


restera inutilisé. Il est donc conseillé d'utiliser des éléments identiques.

- **Fiabilité:**  
Cette solution offre un excellent niveau de protection des données. Elle accepte une défaillance de  $n - 1$  éléments.
- **Coût:**  
Les coûts de stockage sont élevés et directement proportionnels au nombre de miroirs utilisés alors que la capacité totale reste inchangée. Plus le nombre de miroirs est élevé, et plus la sécurité augmente, mais plus son coût devient prohibitif.

Les accès en lecture du système d'exploitation se font sur le disque le plus facilement accessible au moment voulu. Les écritures sur la grappe se font de manière simultanée sur tous les disques, de manière à ce que n'importe quel disque soit interchangeable à tout moment.

Lors de la défaillance de l'un des disques, le contrôleur RAID désactive, de manière transparente pour l'accès aux données, le disque incriminé. Une fois le disque défectueux remplacé, le contrôleur RAID reconstitue, soit automatiquement, soit sur intervention manuelle, le miroir. Une fois la synchronisation effectuée, le RAID retrouve son niveau initial de redondance.



## RAID 5 : volume agrégé par bandes à parité répartie

Le RAID 5 combine la méthode du volume agrégé par bandes (*striping*) à une parité répartie. La parité, qui est incluse avec chaque écriture se retrouve répartie circulairement sur les différents disques. Ainsi, en cas de défaillance de l'un des disques de la grappe, non seulement la grappe est toujours en état de fonctionner, mais il est de plus possible de reconstruire le disque remplacé, à partir des données et des informations de parités contenues sur les autres disques.

Exemple pratique : considérons trois disques durs A, B et C, de taille identique. Le système va enregistrer le premier bloc en le répartissant sur les disques A et B comme en mode RAID 0 (*striping*) et, sur le disque C, le résultat de l'opération ou exclusif entre A et B ( $A \text{ xor } B$ ). Ensuite il va enregistrer le deuxième bloc en le répartissant sur les disques B et C, puis la parité ( $B \text{ xor } C$ ) sur le disque A, et ainsi de suite en faisant permuter circulairement les disques, à chaque bloc. La parité se trouve alors répartie sur tous les disques. En cas de défaillance d'un disque, les données qui s'y trouvaient peuvent être reconstituées par l'opération xor.

C'est-à-dire que n'importe quel bloc de données  $A_k$  perdu à cause d'un disque défaillant sur un RAID5 de  $N+1$  disques peut-être récupéré grâce au bloc  $X$  de données de contrôle.

Ce système exige au moins 3 disques. Ceux-ci doivent généralement être de même taille, mais un grand nombre de cartes RAID modernes autorisent des disques de tailles différentes.

La capacité de stockage utile réelle, pour un système de  $n$  disques de capacité  $c$  identiques est de  $(n - 1).c$ . En cas d'utilisation de disques de capacités différentes, on utilisera dans la formule précédente la capacité minimale. Exemples : pour un RAID de 4 disques de 250 GB, la capacité utile sera de  $4-1=3*250=750$  Gb., trois disques de 100 Go en RAID 5 offrent 200 Go utiles ; dix disques, 900 Go utiles.

Ce système allie sécurité (grâce à la parité) et bonne disponibilité (grâce à la répartition de la parité), même en cas de défaillance d'un des périphériques de stockage.

Il existe une variante : le « RAID 5 orthogonal » où chaque disque a son propre contrôleur. Toutes les autres fonctionnalités sont identiques.



On a trop souvent tendance à croire qu'un système RAID 5 est totalement fiable. Il est en effet généralement admis que la probabilité de défaillance de plusieurs disques est extrêmement faible. Cela est vrai pour une défaillance générale d'une unité de disque. Cependant, cela est totalement faux si l'on considère comme "défaillance" un secteur illisible.

Dans la pratique, il est très rare que toutes les données d'un volume soient lues régulièrement et, pour des raisons de performances, la cohérence de la parité n'est que très rarement vérifiée. Il est donc possible que des défauts tels que les secteurs illisibles ne soient pas détectés pendant une très longue période. Lorsque l'un des disques devient réellement défectueux, la reconstruction nécessite de parcourir l'intégralité des disques restants. On peut alors rencontrer des défauts qui étaient restés invisibles jusque là.

Vu que la plupart des contrôleurs raid sont incapables de gérer les défaillances partielles, ils considèrent généralement qu'un disque contenant un secteur illisible est totalement défaillant. À ce moment là, 2 disques sont considérés défaillants simultanément et le volume RAID 5 devient inutilisable. Il est alors extrêmement difficile de récupérer les données.

Un système RAID 5 doit donc absolument être vérifié et sauvegardé très périodiquement pour s'assurer que l'on ne risque pas de tomber sur ce genre de cas.

Avantages :

- performances en lecture aussi élevées qu'en Raid 0, sécurité accrue
- surcoût minimal (capacité totale de n-1 disques sur un total de n disques)

Inconvénients :

- pénalité en écriture du fait du calcul de la parité
- minimum de 3 disques

## **B / Les niveaux de RAID peu courants**

### NRAID : concaténation de disques

*NRAID : Near/Non Redundant Array of Inexpensive/Independent Disk*

La concaténation de disques consiste à additionner les capacités de plusieurs disques durs en un volume logique d'une taille équivalente à la somme des tailles de ces disques. Cette méthode utilise une méthode d'écriture séquentielle : les données ne sont écrites sur le disque dur suivant que lorsqu'il ne reste plus de place sur le précédent.

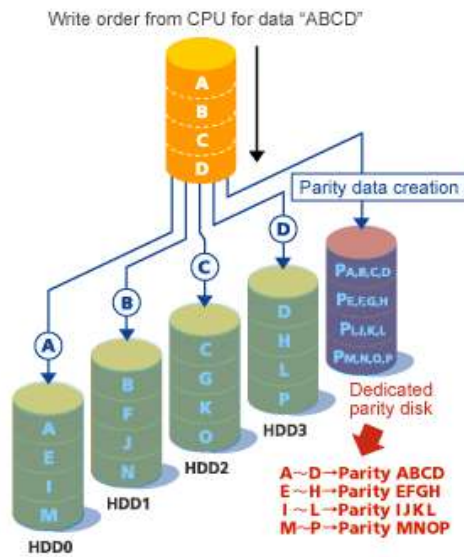
Le NRAID n'est pas à proprement parler un RAID, et il ne permet d'ailleurs aucune redondance de données, mais il offre cependant une tolérance aux pannes supérieure au RAID 0. On le rencontre souvent sous le nom de JBOD (Just a Bunch Of Disks).

### RAID 2 : volume agrégé par bandes à parité

Le RAID 2 est aujourd'hui obsolète. Il combine la méthode du volume agrégé par bande (*striping*) à l'écriture d'un code de contrôle d'erreur par code de Hamming (code ECC) sur un disque dur distinct. Bon niveau de sécurité, mais mauvaises performances

### RAID3 et RAID4

Le RAID3 et le RAID4 sont sensiblement semblables sauf que le premier travaille par octets et le second par blocs. Le RAID4 ne nécessite pas autant de synchronisme entre les disques. Le RAID3 tend donc à disparaître au profit du RAID4 qui offre des performances très nettement supérieures.



Ces niveaux de RAID nécessitent une matrice de  $n$  disques (au moins 3). Les  $n - 1$  premiers disques contiennent les données tandis que le dernier disque stocke la parité.

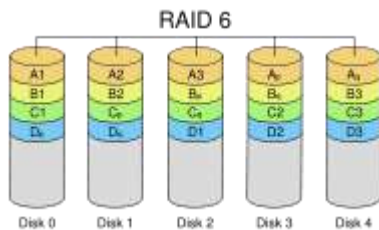
- si le disque de parité tombe en panne, il est possible de reconstruire l'information de parité avec le contenu des autres disques de données.
- si l'un des disques de données tombe en panne, il est possible de reconstruire l'information avec le contenu des disques de données restants et celui du disque de parité.

Il est important que le disque de parité soit de bonne qualité car il est à tout instant sollicité à l'écriture. Ce dernier point est une des limitations du RAID 3.

De même, si plus d'un disque vient à défaillir, il est impossible

de remédier à la perte de données.

## RAID 6



Le RAID 6 est une évolution du RAID 5 qui accroît la sécurité en utilisant deux informations redondantes au lieu d'une. Il peut donc résister à la défaillance de deux disques. Les fondements mathématiques utilisés pour les informations de redondance du RAID 6 sont beaucoup plus complexes que pour le RAID 5.

Si la sécurité est plus grande, le coût en matériel est plus élevé et la vitesse est moindre. La puissance CPU nécessaire pour calculer les redondances et surtout pour reconstruire un volume défectueux est également nettement plus importante.

Les défauts majeurs sont :

- Les temps d'écriture sont longs à cause des calculs de redondance complexes.
- Le temps de reconstruction en cas de défaillance simultanée de 2 disques est extrêmement long.

Le RAID 6 est peu utilisé du fait de son coût.

## C/ Les niveaux de RAID combinés

Fondamentalement, un niveau de RAID combiné est l'utilisation d'un concept de RAID classique sur des éléments constitutifs qui sont eux-mêmes le résultat d'un concept RAID classique. Le concept utilisé peut être le même ou différent.

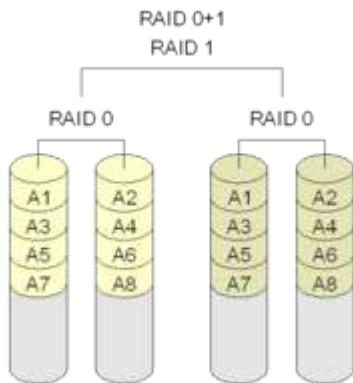
La syntaxe est encore un peu floue mais on peut généralement considérer que le premier chiffre indique le niveau de raid des "grappes" et que le second indique le niveau de raid global.

Dans les calculs suivants  $G$  sera le nombre de disque par grappe,  $N$  le nombre de grappes,  $C$  la capacité d'un disque et  $V$  la vitesse d'un disque. On supposera tous les disques identiques.





## Le RAID 01 (ou RAID 0+1)



Il permet d'obtenir du mirroring rapide puisqu'il est basé sur des grappes en stripping. Chaque grappe contenant au minimum 2 éléments, et un minimum de 2 grappes étant nécessaire, il faut au minimum 4 unités de stockage pour créer un volume RAID0+1.

La fiabilité est moyenne car un disque défectueux entraîne le défaut de toute une grappe. Par ailleurs, cela allonge beaucoup le temps de reconstruction et dégrade les performances pendant la reconstruction. L'intérêt principal est que dans le cas d'un miroir à 3 grappes ou plus, le retrait volontaire d'une grappe entière permet d'avoir une sauvegarde "instantanée" sans perdre la redondance. En outre, chaque ensemble matériel en RAID 0 a des performances en lecture/écriture 3 fois plus élevées environ qu'un disque seul.

$$\text{Capacité} = G * C$$

$$\text{Vitesse maximale} = G * V$$

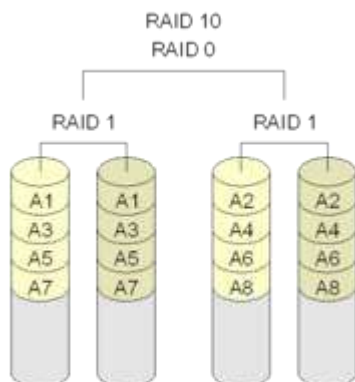
$$\text{Seuil de mise en défaut} = N \text{ disques}$$

On divise les disques en trois groupes de trois. On met trois disques sur chacune des cartes RAID et on crée trois ensembles RAID 0. Chaque ensemble RAID 0 comporte 3 disques de 20 Go chacun, ce qui donne une capacité de 60Go par ensemble.

Ensuite, on crée un ensemble RAID 1 avec les trois ensembles matériel en RAID 0.

L'ensemble logiciel en RAID 1 propose donc des performances triples à celles d'un disque seul.

## RAID 10 (ou RAID 1+0)



Il permet d'obtenir un volume agrégé par bande fiable basé sur des grappes répliquées. Chaque grappe contenant au minimum 2 éléments et un minimum de 2 grappes étant nécessaire, il faut au minimum 4 unités de stockage pour créer un volume RAID10.

Sa fiabilité est assez grande puisqu'il faut que tous les éléments d'une grappe soient défectueux pour entraîner un défaut global. La reconstruction est assez performante puisqu'elle ne mobilise que les disques d'une seule grappe et non la totalité.

$$\text{Capacité} = N * C$$

$$\text{Vitesse maximale} = N * V$$

$$\text{Seuil de mise en défaut} = G \text{ disques}$$

Chaque ensemble matériel en RAID 1 (mirroring) a des performances en lecture/écriture égales à un disque seul. L'ensemble logiciel en RAID 0 propose donc des performances triples à celles d'un disque seul.

On divise les disques en trois groupes de trois. On met trois disques sur chacune des cartes RAID et on crée trois ensembles RAID 1. Chaque ensemble RAID 1 comporte 3 disques de 20 Go chacun. Ensuite, on crée un ensemble RAID 0 avec les trois ensembles matériel en RAID 0.

Si l'un des six disques vient à tomber en panne alors, l'ensemble RAID 1 auquel il appartient continue à fonctionner normalement. Si on perd un second disque dans le même ensemble RAID 1, l'ensemble RAID 0 logiciel n'est pas affecté non plus. Si on perd le troisième disque l'ensemble matériel RAID 1 ne fonctionne plus ce qui implique que les données stockées sur l'ensemble logiciel



RAID 0 sont perdues. Ainsi en RAID 10, on perdre jusqu'à 2 disques par ensemble RAID 1 (dans notre exemple) soit un maximum de 6 disques sur les 9 disques.

Tableau comparatif RAID01/RAID10 avec 9 disques de 20 Go (50Mo/s en lecture/écriture) et trois contrôleurs RAID		
	RAID 01	RAID 10
<b>capacité</b>	60Go	60Go
<b>débit en lecture/écriture</b>	150Mo/s	150Mo/s
<b>tolérance de panne</b>	2 disques maximum	6 disques maximum

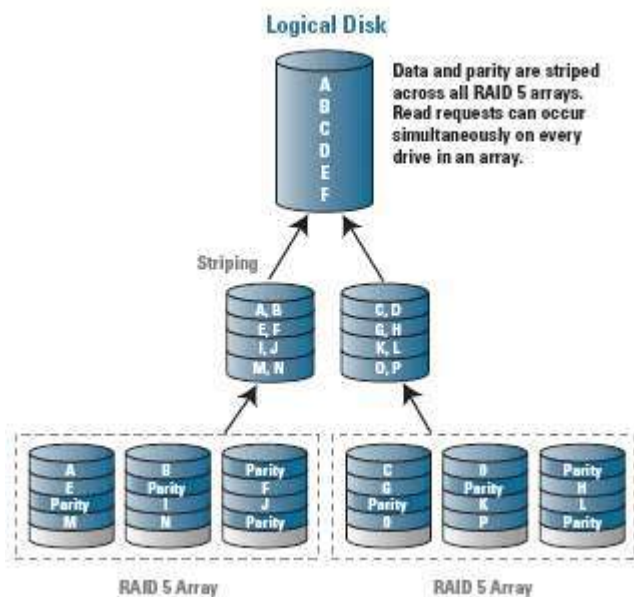
## RAID 15

Il permet d'obtenir un volume agrégé par bandes avec redondance répartie très fiable (basé sur des grappes répliquées en miroir). Chaque grappe contenant au minimum 2 disques, et un minimum de 3 grappes étant nécessaire, il faut au minimum 6 unités de stockage pour créer un volume RAID15. Ce mode est très fiable puisque il faut que tous les disques de 2 grappes différentes cessent de fonctionner pour le mettre en défaut. Ce mode est cependant coûteux par rapport à la capacité obtenue.

$$\text{Capacité} = (N - 1) * C$$

$$\text{Vitesse maximale} = (N - 1) * V \text{ (cette formule néglige les temps de calcul de parité)}$$

$$\text{Seuil de mise en défaut} = (2 \times G)$$



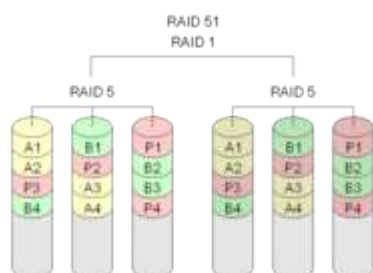
## RAID 50

Il permet d'obtenir un volume agrégé par bandes basé sur du raid5. Chaque grappe contenant au minimum 3 disques, et un minimum de 2 grappes étant nécessaire, il faut au minimum 6 unités de stockage pour créer un volume RAID50. Un des meilleurs compromis lorsque l'on cherche la rapidité sans pour autant vouloir trop dégrader la fiabilité. En effet, l'agrégat par bande (fragile) repose sur des grappes redondantes. Il suffit cependant que 2 disques d'une même grappe tombent en panne pour le mettre en défaut.

$$\text{Capacité} = N * (G - 1) * C$$

$$\text{Vitesse maximale} = N * (G - 1) * V \text{ (cette formule néglige les temps de calcul de parité)}$$

$$\text{Seuil de mise en défaut} = 2 \text{ disques}$$



## RAID 51

Il permet d'obtenir un volume répliqué basé sur des grappes en raid5. Chaque grappe contenant au minimum 3 disques, et un minimum de 2 grappes étant nécessaire, il faut au minimum 6 unités de stockage pour créer un volume RAID51. C'est un mode coûteux (faible capacité devant le nombre de disques)

$$\text{Capacité} = (G - 1) * C$$



Vitesse maximale en écriture =  $(G - 1) * V$  (cette formule néglige les temps de calcul de parité)

Vitesse maximale en lecture =  $N * (G - 1) * V$  (cette formule théorique suppose une optimisation maximale qui n'est jamais atteinte)

Seuil de mise en défaut =  $(N - 1) * 2$  disques

## D/ Les niveaux de RAID spéciaux

### RAID TP

Le RAID TP pour Triple Parity RAID technology a la même organisation que le RAID 6 mais utilise 3 codes de redondance. Ceci permet de continuer de fonctionner après la panne simultanée de 3 disques.

### RAID 7, RAID ADG

L'évolution du RAID 3 permettant de faire fonctionner le tout de manière asynchrone. Comme le RAID 3, un seul disque contient les parités de tous. Chaque disque a un contrôleur SCSI et le système est régi par une carte calculant la parité, gérant le cache et contrôlant les disques.

### Redondance de contrôleurs

Le contrôleur RAID est un élément indispensable au fonctionnement de l'ensemble, s'il vient à défaillir, il entraîne l'indisponibilité de tous les éléments du RAID.

### Enfichage à chaud

On parle abusivement de disques pouvant être enfichés à chaud (*hotplug*), alors qu'en réalité, c'est la baie de disques du système ainsi que le contrôleur qui doivent être conçus de manière à permettre le retrait ou l'insertion de disques durs alors que le système est sous tension.

Cette fonctionnalité n'est pas disponible avec toutes les technologies :

- bien qu'il n'y ait généralement pas de dommages physiques, les disques IDE ne supportent pas cette fonctionnalité.
- cette fonctionnalité est supportée par des disques SATA (sous réserve que le contrôleur le supporte également).
- cette fonctionnalité est supportée par des disques SCSI (sous réserve que le contrôleur le supporte également) bien que le bus puisse être perturbé au moment de l'échange.

Cela permet:

- d'ajouter des disques de manière dynamique, de sorte qu'il soit possible de faire évoluer le système de stockage de données.
- de remplacer un matériel défectueux sans qu'il soit nécessaire d'interrompre le fonctionnement du système informatique.

L'utilisation de systèmes de connexion à chaud permet d'éviter l'indisponibilité durant une opération de maintenance.

### Disques de rechange

Les disques de rechange permettent de limiter la vulnérabilité d'une solution.



Un disque complémentaire est affecté à une unité RAID mais n'est pas utilisé au quotidien. Il est appelé disque de rechange. Lorsqu'un disque de la grappe vient à défaillir, le disque de rechange prend immédiatement et automatiquement son relais. Ce disque est alors reconstruit à partir des données présentes sur les autres disques, ce qui peut durer plusieurs heures en fonction de la quantité de données. Une fois le disque reconstruit, le système revient à un niveau optimal de sécurité et de performances.

Une fois le disque de rechange mis en service, il faut procéder à l'échange physique du disque en panne par un nouveau disque qui pourra jouer le rôle de nouveau disque de rechange.

## Caches

Le cache est une mémoire RAM rapide qui permet de stocker des informations à lire ou à écrire sur le RAID. Ce tampon ayant des performances très supérieures à celles des disques, il permet au système de lire ou d'écrire une rafale d'informations puis de passer à une autre tâche pendant que le contrôleur RAID se charge d'exécuter les opérations à effectuer. Le cache a donc une influence positive très importante sur les performances globales du système.

Le cache de lecture ou "antémémoire de lecture" est une mémoire où sont pré-chargées les données dont le système va avoir besoin. Son fonctionnement est théoriquement très complexe dans la mesure où il apporte un gain de performance important dans le cas où le prédicat se révèle exact mais où il a tendance à dégrader les performances lorsque le prédicat est faux. Les accès aux données sont généralement de deux types : des lectures séquentielles de données et des accès répétés à de mêmes données. La majorité des caches de lecture reposent donc d'une part sur la conservation en mémoire RAM des données récemment écrites ou lues et d'autre part sur une prélecture des données suivantes dans le cas où l'on vient d'effectuer une lecture séquentielle importante. La taille du cache de lecture et la pertinence du système de prédicat a un très grand impact sur les performances en lecture.

Le cache d'écriture est un tampon dans lesquelles sont placées les données à écrire sur les disques. Lorsqu'il n'est pas saturé, c'est-à-dire lorsque la quantité de données à écrire ne dépasse pas la taille du cache, le système peut envoyer les données à écrire très rapidement et effectuer d'autres tâches pendant que le contrôleur se charge d'écrire physiquement sur les disques. Le cache d'écriture accroît donc énormément les performances en écriture du système. Cependant, dans le cas d'écritures dont le volume dépasse largement la capacité du cache, le système devra bien attendre que le cache d'écriture se vide avant de pouvoir envoyer davantage de données. L'effet accélérateur du cache devient alors presque nul voire même négatif sur certains contrôleurs.

Le cache d'écriture pose un problème de sécurité important. En effet, La mémoire cache étant volatile, les données écrites par le système mais pas encore physiquement inscrites sur les disques sont perdues en cas de rupture d'alimentation ou de défaillance. Il peut s'en suivre de très lourdes pertes ou corruptions de données. Dans certains cas graves l'intégrité du système de fichier peut être affectée et tout le volume peut alors devenir illisible. Pour palier ce problème, on recommande de n'activer le cache d'écriture que si la machine est alimentée par l'intermédiaire d'un onduleur et que si le contrôleur RAID possède une batterie de backup. (cette batterie permet de conserver le contenu du cache pendant 30 minutes à 6 heures selon les modèles de contrôleurs et la taille de la batterie)

Remarque : Seuls les véritables contrôleurs "RAID matériel" sont munis d'une mémoire cache. Pour les autres, des équivalents logiciels peuvent tenir lieu de cache.

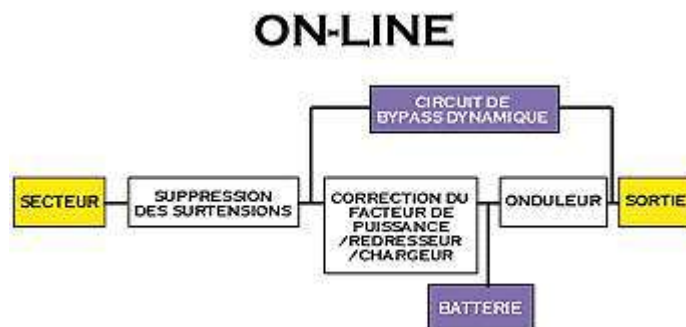
Un onduleur, ou alimentation non interruptible est un dispositif constitué :

1. **Redresseur** : ligne de puissance qui charge la batterie après avoir converti l'AC en DC. Les ruptures de puissance affectent seulement le processus de charge de la batterie, pas l'alimentation finale.



2. **Batterie** : stocke la puissance pour maintenir l'alimentation du système si la source d'énergie est interrompue, et détermine la durée pendant laquelle l'UPS soutiendra les équipements.
3. **Inverseur** : convertit l'alimentation DC de la batterie en courant alternatif pour les équipements.

et dont le but est de protéger tout équipement alimenté électriquement (et tout particulièrement le matériel informatique) contre les perturbations de l'alimentation secteur : variations de tension et chutes de courant de faible amplitude, surtensions, hausses de tension, parasites, variations de fréquences généralement liées aux groupes électrogènes, pics de tension / transitoires instantanés, distorsion du signal sinusoïdal, panne secteur,...



## Granularité

La granularité ne s'applique qu'aux types de raid employant des bandes de données. Il s'agit fondamentalement des niveaux RAID0 et RAID5 ainsi que leurs combinaisons avec d'autres niveaux comme par exemple le raid 10 ou le raid 15.

Il s'agit en fait de la taille des bandes de données. Cette taille configurable est généralement un multiple de 512 octets (taille d'un secteur). En pratique, elle varie le plus souvent de 16Ko à 1Mo. Sur la majorité des contrôleurs RAID, la valeur par défaut est de 64Ko.

## Les possibilités et les limites du RAID

Le RAID ne dispense pas d'effectuer des sauvegardes régulières. En effet, des défaillances à plusieurs disques sont plus fréquentes que l'on ne le croit et des erreurs humaines finissent toujours par se produire.

### Ce que peut faire le RAID

- réduire les risques d'indisponibilité en cas de défaillance d'une unité de stockage
- réduire les risques de pertes de données en cas de défaillance d'une unité de stockage
- améliorer les performances

### Ce que ne peut pas faire le RAID

- empêcher totalement la perte de données à cause de défaillances matérielles en cascade (attention à Murphy : « S'il y a plus d'une façon de faire quelque chose, et que l'une d'elles conduit à un désastre, alors il y aura quelqu'un pour le faire de cette façon. »)
- empêcher la perte de données à cause d'une erreur humaine (suppression accidentelle de fichiers)
- dispenser de faire des sauvegardes régulières



- protéger des risques extérieurs au système (surcharge électrique qui grillerait l'ensemble des disques, incendie)

## Comment le RAID peut vous trahir

Le RAID est un excellent concept qui a tendance à rendre les utilisateurs trop confiants. Cet excès de confiance en une technologie apparemment très robuste et très fiable a entraîné de nombreux désastres. Ne faites donc jamais totalement confiance à un système de stockage de données quel qu'il soit. Effectuez toujours des sauvegardes régulières et rappelez-vous que la seule façon sûre de préserver votre banque de données du vol ou de l'incendie, c'est d'en stocker une copie dans un autre endroit.

### 3.3 Organisation et administration des documents

Pour obtenir une interface de travail rapide et efficace, il est impératif de respecter certaines règles d'organisation concernant les répertoires (directories) et les fichiers (files) sauveés sur un ordinateur.

Un fichier informatique est n'importe quel ensemble d'informations (données à traiter, résultats du traitement, programme, ...) enregistré sur un support quelconque.

Un répertoire est une « boîte » où l'on place des fichiers

#### A / les fichiers

Il existe un certain nombre de conventions à propos des noms de fichiers, habituellement, les noms de fichiers sont constitués de deux parties

- un **nom principal**
- une **extension**

Exemple:

dauphins	.	doc
nom principal	.	extension

Le nom principal est généralement séparé de l'extension par un point.

Le nom principal	sert généralement à indiquer	le contenu du fichier
l'extension	sert généralement à indiquer	le type de fichier.

#### Conventions pour le nom principal.

Le nom principal désigne le contenu du fichier. Il s'agit d'une bonne habitude à prendre, même si rien n'empêche de donner des noms fantaisistes aux fichiers.

Sous Windows 9x et ME « 8+3 » - NT, 2000 et XP vrai nom

- la longueur des noms de fichiers peut aller jusqu'à 256 caractères. En général, on préférera des noms plus courts;
- certains caractères sont interdits: \ / : \* ? " < > | .



## Conventions pour l'extension

L'extension est formée d'une série de 1 à 3 caractères et indique habituellement le type de fichier auquel on a affaire.

extension	signification
doc	document Word
txt	fichier texte pur
bmp	fichier Bitmap
wav	fichier de sons de Windows
mp3	fichier musical
exe	programme exécutable
com	programme exécutable

On peut toujours donner l'extension que l'on veut à presque n'importe quel fichier, mais il devient alors difficile de savoir à quoi il correspond.

En outre, en l'absence d'extension correcte, la fonction OLE (qui permet de lancer l'application *ad hoc* en cliquant sur l'icône du fichier) ne sera pas disponible.



### Recommandations :

- Dans un souci de portabilité, le nom principal ainsi que l'extension doivent toujours être écrits en minuscules.
- Utilisez une langue (F ou E) pour nommer les fichiers – ne mélangez pas
- Le nom principal ne doit pas dépasser 8 caractères
- Le nom principal doit être évocateur du contenu du fichier
- N'utilisez que les caractères non accentués et les chiffres (le underscore \_ est toléré)

### B / les répertoires

Ils vont servir d'espace de rangement pour les fichiers. Windows propose un modèle d'organisation par défaut qui prévoit au minimum un répertoire pour le système d'exploitation, un autre pour les applications et un dernier pour les fichiers personnels. Il convient souvent d'améliorer ce schéma par l'ajout d'autres répertoires en fonction des besoins.

Chaque répertoire peut en contenir d'autres et ainsi de suite, ce qui permet de trier plus finement les fichiers et de les sauver dans un emplacement qui leur est propre.

Par exemple, le répertoire « mes documents » pourrait contenir 5 répertoires nommés textes, photos, mp3, vacances et travail. Chacun va recevoir les fichiers qui se rapportent à son objet.



## C / les sauvegardes

Il est **indispensable** de faire des **copies** des **fichiers** que l'on a créés ou reçus. Ils sont la partie non récupérable en cas d'accident majeur du disque dur. L'OS ainsi que les applications se trouvent sur un support de base et peuvent être réinstallés, il n'en est pas de même pour ce que vous avez créé.

### Faites des copies (back-ups)

Quoi qu'il en soit du système utilisé, il faut faire des copies de fichiers :

- Au strict minimum 1 fois par semaine en cours de développement
- En tous cas quand ils sont terminés





## 4. Le démarrage du pc

Quand le pc est mis sous tension, il effectue de suite une opération nommée POST (Power On Self Test). Il s'agit d'une routine contenue en Rom, dans le Bios, qui se lance automatiquement au démarrage et qui vérifie toutes les fonctions essentielles du pc (disque dur, clavier, écran, cartes, ...). Le décompte de la mémoire que l'on voit à l'écran ainsi que le clignotement des lampes du clavier font partie de ce Post et précèdent le démarrage proprement dit.

Ensuite, un autre petit module de programme du Bios nommé Bootstrap est chargé de chercher un bootrecord, qui se trouve toujours sur la piste 0 du HD et de l'exécuter, réalisant la première étape du démarrage proprement dit.

Le Master Boot Record ou MBR est un ensemble d'informations stockées sur le premier secteur du disque dur (tout au début de la surface magnétique). Ces informations comportent tous les paramètres nécessaires à l'utilisation du disque, ainsi que d'autres données importantes comme à quel endroit trouver le système d'exploitation sur le disque pour être capable de le charger en mémoire centrale. Le MBR contient deux éléments : un petit programme exécutable, et la table de partition (manière dont le disque dur est fractionné) qui recense chaque partition du disque dur. Le petit exécutable est lancé au démarrage, directement à partir du bios. Il a alors pour tâche de chercher dans la table de partition où se trouve le système d'exploitation (DOS, Windows, Linux ...). Une fois trouvé, il recopie le secteur de boot de la partition active, hébergeant le système d'exploitation en mémoire et lui passe la main. Le secteur de boot va alors charger et lancer le système d'exploitation en mémoire vive, rendant l'ordinateur opérationnel pour l'utilisateur.

Le reset ou démarrage à froid, est le redémarrage d'un système informatique. Après cette commande, tout le contenu de la mémoire de travail est perdu, la commande POST est lancée et le Bios système est chargé à nouveau.

Le démarrage à chaud (= Ctrl-Alt-Del), saute une partie du Post (pas de décompte mémoire), mais dans ce cas aussi, tout le contenu de la mémoire de travail est perdu.

### 4.1 Les bips de démarrage.

Il est impossible de désactiver le "bip" de démarrage avec le panneau de contrôle Windows, car ce son ne dépend pas de la carte son. Il vient d'un haut-parleur interne, directement relié à la carte mère. Employé autrefois pour créer quelques bruitages dans les jeux, il est toujours présent car il sert également au diagnostic système. En cas de panne de la carte mère, il émettrait quelques bips d'alarme. Le nombre de bips émis forme un code indiquant le type de problème rencontré. Ces signaux sonores autorisent un diagnostic, même si la partie vidéo du PC est en panne. Peut-être à cause de cette fonction de secours, rien n'est généralement prévu pour couper le haut-parleur interne (même dans les menus de Setup). La seule manière de le désactiver est donc d'ouvrir le boîtier du PC et de déconnecter physiquement le petit câble du haut-, parleur (souvent rouge et noir). Il est parfois possible de relier la sortie haut-parleur de la carte mère à une entrée de la carte sonore; ce qui permet alors de régler le volume sonore des bips, par le panneau de contrôle ou le bouton de volume.

\* Au début de la phase de démarrage d'un PC, l'ordinateur exécute le POST qui va provoquer des bips sonores en cas d'anomalie matérielle du PC. Ces codes ne sont pas standardisés et dépendent du BIOS utilisé par l'ordinateur. Par exemple dans certains Bios AMI, un bip bref indique un problème de rafraîchissement de mémoire vive, alors que le sens habituel est plutôt "auto-test réussi".