

# LES GRAVEURS

## CD ET DVD



## **1. Introduction**

- a) **Définition** page 3
- b) **Historique** page 3

## **2. Les supports**

- a) **Le CD**
  - Généralités page 4
  - Audio/ROM page 5
  - R page 6
  - RW page 7
- b) **Le DVD**
  - Généralités page 8
  - R page 9
  - RW page 9
  - +R page 10
  - +RW page 10
  - RAM page 11
- c) **Le DVD Double couche** page 12
- d) **Les autres types de DVD** page 13

## **3. Le graveur**

- a) **Extérieur** page 14
- b) **Intérieur** page 17
- c) **Fonctionnement du graveur CD/DVD**
  - 1) **Vitesses d'écriture** page 18
  - 2) **Codage des informations** page 20
  - 3) **Organisation des informations** page 22
  - 4) **Systèmes de fichiers** page 23
  - 5) **Modes d'écriture** page 24
  - 6) **Les protections** page 26
  - 7) **Les erreurs** page 28

## **4. Installation** page 29

## **5. Choix du graveur** page 30

## **1. Introduction**

### **a) Définition**

Le graveur est un périphérique permettant d'enregistrer des données sur un disque au moyen d'un laser. Il remplace de nos jours les lecteurs disquettes.

Les premiers graveurs CD sont apparus en 1993-1994 dans les commerces, à des prix les réservant aux professionnels.

Le graveur devint de plus en plus abordable et plus rapide en écriture au fil des années.

De nos jours, les graveurs CD et DVD sont de base dans les ordinateurs et leurs vitesses permettent une écriture ne durant que quelques minutes.

### **b) Historique**

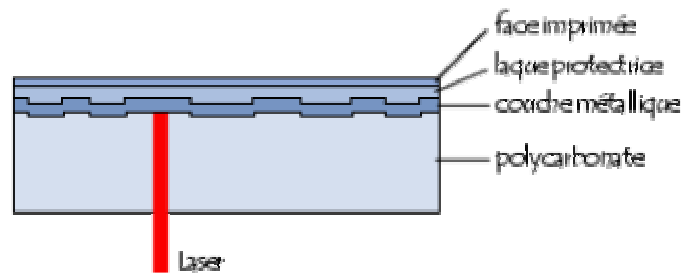
- Le CD (Compact Disk) est un disque optique lancé par Sony et Philips en 1981. Ce stockage à été crée dans le but de remplacer les disques Vinyle et les Cassettes.
- En 1982, le CD Audio (CD-DA) apparaît sur le marché. Il lui fallu quelques années pour s'imposer mais il est désormais le support le plus utilisé.
- En 1985, Sony et Philips sortent le CD-ROM (Read-Only Memory) comme support pour les données informatiques. L'ISO-9660 fût la première norme adoptée de façon universelle pour l'agencement des données sur un CD.
- En 1989, Les premiers CD-R (Recordable) sortent sur le marché et permettent ainsi aux utilisateurs de graver leur propre musique et données.
- Les premiers CD-RW (ReWritable, Réinscriptible) font leur apparition en 1994. Ces disques permettent de réenregistrer des données plusieurs fois sur le même disque. Ces disques sont par ailleurs, illisibles sur d'anciens lecteurs CD car cette technologie nécessite une autre technique d'enregistrement.
- Depuis quelques années un nouveau format de disque est sorti, le DVD. Ce format à été crée par un consortium de 10 sociétés (Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sony, Thomson, Time Warner et Toshiba) en 1995.
- De nos jours, le DVD se déclinent en plusieurs types : Simple couche (DVD-5), Double couche (DVD-9), Simple couche double face (DVD-10), Double couche double face (DVD-18).  
Et différents formats : DVD+R, DVD-R, DVD+RW, DVD-RW, DVD-RAM.

## 2. Les supports

### a) Le CD

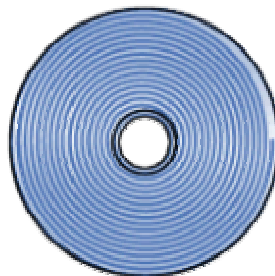
#### Généralités

Le **CD (Compact Disc)** est un disque optique de 12 cm de diamètre et de 1.2 mm d'épaisseur (l'épaisseur peut varier de 1.1 à 1.5 mm) permettant de stocker des informations numériques, c'est-à-dire correspondant à 650-700 Mo de données informatiques ou bien jusqu'à 74-80 minutes de données audio. Un trou circulaire de 15 mm de diamètre en son milieu permet de le centrer sur la platine de lecture.



- Face imprimée : Permet d'inscrire le titre du CD. + ou - 5 $\mu$ m d'épaisseur.
- Laque protectrice : Permet de protéger le CD. 5 à 10 $\mu$ m d'épaisseur.
- Couche métallique : C'est cette couche qui réfléchit le Laser. Elle est déposée sur le CD par vaporisation pour que l'épaisseur ne dépasse pas 0,1 $\mu$ m. Lors de la lecture, la lumière est réfléchi sur la couche réfléchissante, sauf lorsque le laser passe sur une alvéole, c'est ce qui permet de coder l'information.
- Polycarbonate : Cette couche est le support pour les données. Elle fait 1,1mm d'épaisseur.

Cette information est stockée sur 22188 pistes gravées en spirales (il s'agit en réalité d'une seule piste concentrique).



Les CD achetés dans le commerce sont pressés, c'est-à-dire que les alvéoles sont réalisées grâce à du plastique injecté dans un moule contenant le motif inverse. Une couche métallique est ensuite coulée sur le substrat en polycarbonate, et cette couche métallique est elle-même prise sous une couche protectrice.

## -Audio/ROM

La fabrication industrielle d'un CD se fait suivant différentes étapes:

### **1. Le prémastering**

Le prémastering correspond à la transcription des informations du client sur une bande à 9 pistes, en passant par une phase de correction d'erreurs, et de formatage des fichiers au format ISO9660 dans le cas d'un cédérom. Le but essentiel du prémastering est le calcul de l'Error Detection Code et de l'Error Correction Code. Ces codes sont contenus sur 288 octets accolés à 2 Ko d'informations plus des informations de synchronisation et d'en-tête. Ce procédé permet une correction des erreurs de données à 100%. Une fois cette étape passée Il n'y a plus aucune modification des données à inscrire.

### **2. La création du master de verre**

La création du master de verre (glass mastering) appelée aussi mastering, consiste au marquage des données sur un disque de verre. Le point de départ du master de verre est une vitre fortement polie, dont les caractéristiques de surface ressemblent de près à un miroir astronomique. Cette plaque de verre est couverte d'un substrat sensible à la lumière, appelé le Photoresist. La couverture de la plaque par le procédé Spincoating (enrobage en rotation), doit assurer une couche absolument plane de 120nm. C'est l'épaisseur de cette couche qui détermine la profondeur des cuvettes. L'inscription des données est effectuée grâce au Laserbeamrecorder, un appareil émettant un rayon laser qui est activé ou désactivé au rythme des informations. Le rayon ainsi modulé marque la couche photosensible de la plaque de verre. Le disque de verre est ensuite placé dans un bain de développement. Les emplacements altérés par le rayon sont lavés faisant ainsi apparaître les premières cuvettes. Après séchage du master, suit la vaporisation sous vide, d'une couche argentée de 100nm. A ce stade, le master est lisible par un DiscMasterPlayer qui permet de contrôler la qualité de l'enregistrement.

### **3. La fabrication des matrices de production**

La galvanisation est une opération qui crée la matrice de production à partir du master de verre. Le master de verre est plongé dans un bain de galvanisation comportant une anode de nickel. La couche argentée du master de verre est transformée en cathode. Le courant ainsi créé entraîne un déplacement des ions de nickel sur l'anode, couvrant peu à peu la plaque de verre d'une couche de nickel. La séparation de la couche de nickel de son support de verre, amène la destruction de ce dernier. Si à ce stade de l'opération, les normes de qualités ne sont pas respectées, tout le processus précédent est à refaire. La couche de nickel, copie tirée directement de master de verre, est nommée original ou père: c'est une reproduction en négatif du master. Pour éviter une perte de cet original, on en fait une copie appelée mère, qui sert ensuite à tirer les matrices. Les matrices sont, comme l'original, des négatifs et servent à imprimer les données sur les disques en plastique pendant leur fabrication. Elles sont perforées au centre et polies sur leur dos. La qualité du dos de la matrice à une grande influence sur le bruit qui sera perçu par les photorécepteurs des lecteurs de CD-ROM. La rugosité moyenne maximale est de 600nm. Comme l'air, la propreté de l'eau est importante pour la qualité finale du produit.

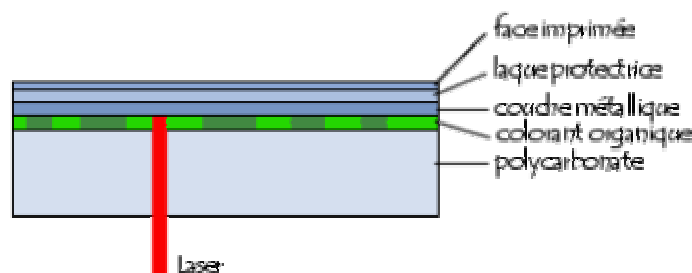
#### 4. La production en série

La fabrication en série des CD-ROM peut se faire par moulage injection ou par pression. Ce premier principe consiste en l'injection du polycarbonate liquide dans la matrice; le second système, a pour principe l'impression des cuvettes dans le disque encore chaud par pressage. Le polycarbonate a été retenu dans la conception des CD pour ses propriétés telles que la pureté optique, la transparence, et un index de réfraction constant. Les disques ainsi obtenus voient leur face marquée par les données, métallisée par une couche d'aluminium de 40 à 50nm. Pour cela, l'aluminium est atomisé dans un espace sous vide, et se dépose lentement sur le disque. L'atomisation est obtenue par réchauffement, ou à froid, par un procédé de pulvérisation cathodique appelé sputtering. La couche d'aluminium ainsi déposée est enfin protégée par l'application d'un vernis protecteur, à l'aide du procédé Spincoating. (Méthode consistant à étaler le vernis par centrifugation). Le vernis devient ainsi une couche uniforme de 10µm d'épaisseur. Avant conditionnement, une étiquette est imprimée sur le vernis par le principe de la sérigraphie.

Un CD ainsi produit assure une longévité de l'ordre du siècle si toutefois, il est bien traité par son propriétaire et ses successeurs. En comparaison un CD-R a, lui, une durée de vie de l'ordre de la décennie du fait de sa sensibilité aux rayons lumineux.

#### -R

Les **CD vierges** par contre (**CD-R**) possèdent une couche supplémentaire (située entre le substrat et la couche métallique) composée d'un colorant organique (en anglais *dye*) pouvant être marqué par un laser de forte puissance (10 fois celle nécessaire pour la lecture). C'est donc la couche de colorant qui permet d'absorber ou non le faisceau de lumière émis par le laser.



Les colorants les plus souvent utilisés sont :

- La **cyanine** de couleur bleue, donnant une couleur verte lorsque la couche métallique est en or. Sa durée de vie est d'environ 10ans et sa faible réflexion fait que certains lecteurs ne savent pas lire le média.
- La **pthalocyanine** de couleur "vert clair", donnant une couleur dorée lorsque la couche métallique est en or. Sa réflexion est élevée et donc permet aux anciens lecteur de lire parfaitement ce type de CD-R. Sa durée de vie est d'environ 100ans.
- L'**AZO/Azure**, de couleur bleu foncé, elle combine les qualités des 2 autres : faible prix, réflexion élevée et grande durée de vie (100ans).

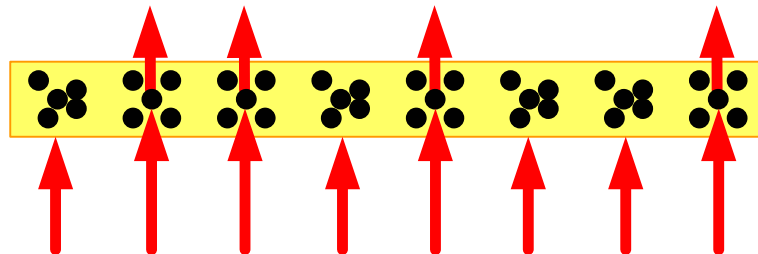
Etant donné que l'information n'est plus stockée sous forme de cavité mais par une marque "colorée", une pré-spirale (en anglais *pre-groove*) est présente dans le support vierge afin d'aider le graveur à suivre le chemin en spirale, ce qui évite la présence d'une mécanique de précision sur les graveurs de CD-R.

D'autre part, cette spirale ondule selon une sinusoïdale, appelée *wobble*, possédant une amplitude de  $\pm 0.03\mu\text{m}$  (30nm) et une fréquence de 22,05kHz. Le *wobble* permet de donner une information au graveur sur la vitesse à laquelle il doit graver. Cette information est appelée *ATIP* (*Absolute Time in PreGroove*).



### -RW

Le CD-RW est formé comme le CD-R, seul la couche dye est différente. Elle est composée d'argent, d'indium, d'antimoine et de tellure. Cette couche change d'état sous l'effet de la chaleur. Lorsque la zone est chauffée à 200° ce matériau forme une structure cristalline tandis que lorsqu'il est chauffé à plus de 500°, le matériau devient amorphe.



L'état cristallin de ce matériau reflète davantage de lumière que sa forme non-cristalline, simulant ainsi les surfaces non-creuses d'un CD-ROM classique. Les bits de données sont codés en transformant de petites surfaces cibles en forme non-cristalline. Ce processus d'écriture peut être répété environ 1 000 fois par CD-RW.

Une troisième intensité de la puissance du laser, plus faible, comme celle utilisée dans les simples lecteurs de CD-ROM, est utilisée pour lire les creux et les surfaces non-creuses du CD-RW. Les CD-ROM et les CD-R reflètent plus de lumière que les CD-RW. Par conséquent, les CD-RW ne peuvent être lus que par des lecteurs qui supportent le nouveau standard MultiRead. Les lecteurs à cette norme peuvent aussi bien lire les CD audio, les CD-ROM, les CD-R et les CD-RW en paquets de longueur fixe ou variable.

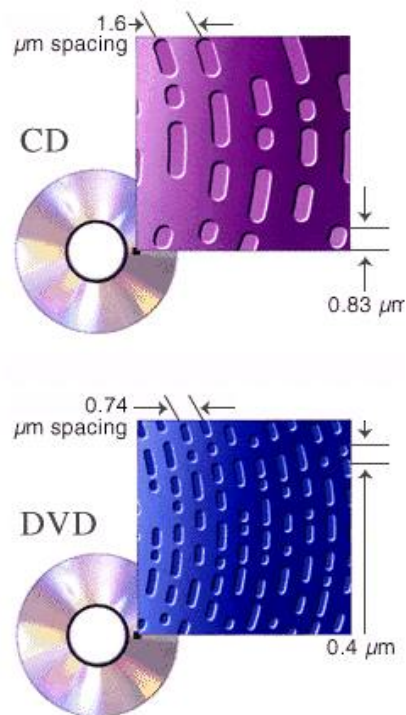
## b) Le DVD

### Généralités

Le support DVD a été mis au point par plusieurs grandes entreprises du domaine du multimédia, les groupes Toshiba - Time Warner et Philips - Sony. Il est apparu en septembre 1995.

Le DVD-Rom ressemble au CD-Rom, mais il bénéficie d'une densité d'écriture nettement supérieure qui lui permet de disposer d'une capacité de stockage de données au moins sept fois supérieure.

Un DVD peut facilement être confondu avec un CD car les deux supports sont des disques en plastique de 12 cm de diamètre et de 1.2 mm d'épaisseur et que leur lecture repose sur l'utilisation d'un rayon laser. Toutefois, les CD utilisent un laser infrarouge possédant une longueur d'onde de 780 nanomètres (nm) tandis que les graveurs de DVD utilisent un laser rouge avec une longueur d'onde de 635 nm ou 650 nm. De plus, les lecteurs de CD utilisent généralement une lentille dont la focale vaut 0,5, alors que les lecteurs de DVD sont basés sur une lentille ayant une focale de 0,6. Ainsi, les DVD possèdent des alvéoles dont la taille minimum est de  $0,40\mu$  avec un espacement de  $0,74\mu$ , contre  $0,834\mu$  et  $1,6\mu$  pour le CD.



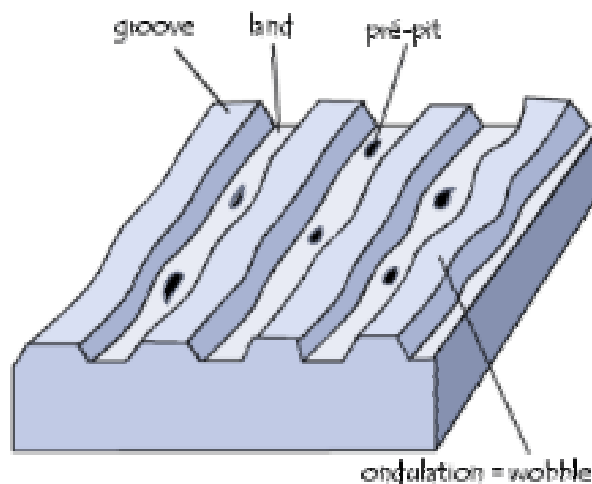
Il permet de stocker tout type d'information : données, vidéos et musiques.

## -R

Le format DVD-R et DVD-RW est porté par le DVD Forum qui regroupe plus de 100 entreprises dont : Asus, Yamaha, Warner Bros, Toshiba, Sony, Pioneer, Nero, Hitachi, HP, Apple, ...

D'abord limités à une capacité de 3.95 Go, la capacité des disques DVD-R a été étendue à 4.7 GO fin 1999.

Le format DVD-R est basé sur une technique dite du «pré-pits». À la manière des CD-R, les DVD-R utilisent une «pre-groove», ondulant selon une sinusoïdale appelée wobble. La pre-groove permet de définir le positionnement de la tête d'enregistrement sur le support tandis que la fréquence d'oscillation permet au graveur d'ajuster sa vitesse. Les informations d'adressage sont par contre définies grâce à des cuvettes pré-gravées sur le support, dans les creux (appelés land) entre les sillons du disque (appelés groove), baptisées «land pré pits» (abrégé en 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 propose des fonctionnalités de gestion des erreurs, essentiellement logicielles (appelées *Persistent-DM* et *DRT-DM*).

## -RW

Ce sont les équivalents des CD-RW mais pour les DVD-R. Ils utilisent les mêmes techniques de gravure que les DVD-R.

## +R

Dès le début des spécifications d'un DVD enregistrable, Philips et Sony ont décidé de ne pas participer activement aux groupes de travail sur les DVD Enregistrables. Ces groupes n'étaient pas assez enclins à utiliser la technologie Philips/Sony pour les futurs produits. Indépendamment du DVD-Forum, association dont ils sont pourtant membres, Philips, Sony, HP ont fondé la +RW alliance chargée de promouvoir un format concurrent de disques réenregistrable. A ce jour, la quasi-totalité des fabricants de graveurs a rejoint l'alliance.

Pour éviter des problèmes avec le DVD-Forum, le logo DVD+RW ne fait pas référence au sigle DVD mais simplement aux lettres DVD associées à un logo +RW (qui ne sont pas déposables).

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 +R/+RW est plus adapté au stockage de donnée informatique que le -R/-RW car 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. Or, la lumière émise par le laser peut provoquer des perturbations.

## +RW

Le DVD+RW est la version réinscriptible du DVD+R. Elle comporte une fonctionnalité de correction d'erreurs appelée DVD+MRW (*Mount Rainier for DVD+RW* abrégé en *Mt 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 (on parle alors de *Logical to Physical Address Translation*).

En outre, une vérification en arrière-plan est prévue dans les spécifications, permettant de vérifier les erreurs présentes sur le disque, lorsque le lecteur est inactif. L'utilisateur peut néanmoins lire le support ou l'éjecter à tout moment, auquel cas les vérifications continueront où elles s'étaient arrêtées dès que le lecteur sera à nouveau en veille.

## -RAM

DVD-RAM (*DVD-Random Access Memory* ou *Disque numérique polyvalent à accès aléatoire*) est une spécification de disque présentée en 1996 par le forum : *DVD Forum*. Cette spécification définit les médias réinscriptibles de DVD-RAM et les enregistreurs appropriés. Les DVD-RAM sont employés dans des ordinateurs aussi bien que des caméscopes et des magnétoscopes personnels depuis 1998.

Un groupe de promotion du DVD-RAM, RAM Promotion Group (RAMPRG), a été créé par Hitachi, Toshiba, Maxell, LG Electronics, Matsushita/Panasonic, Samsung et Teac.

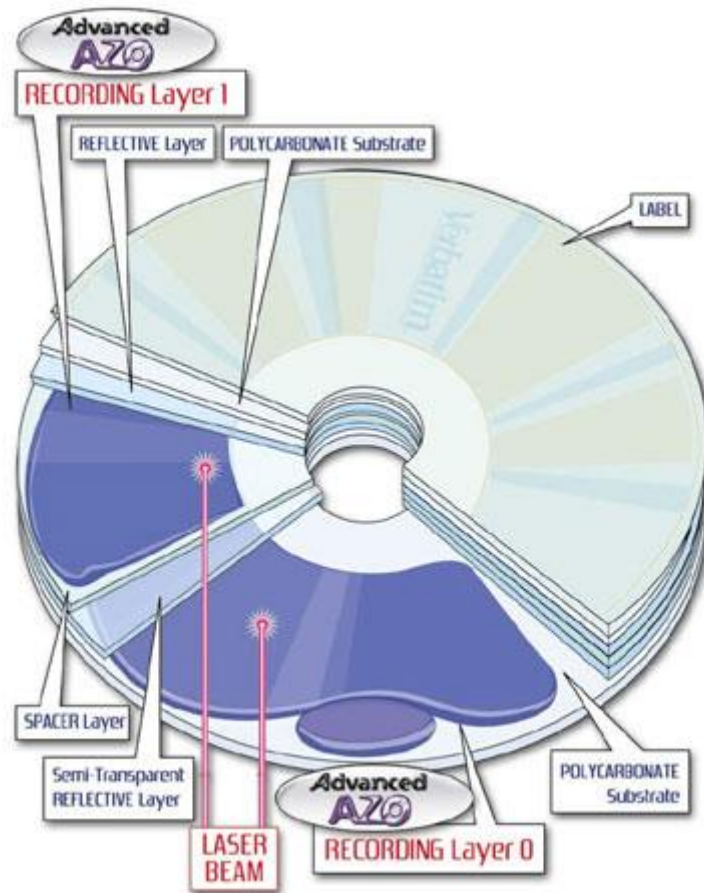
Le DVD-RAM est un format de DVD réinscriptibles, au même titre que les DVD+/-RW, dont le principal atout est qu'il permet d'enchaîner aléatoirement lectures et écritures. Parmi les trois technologies actuelles concurrentes de DVDs réinscriptible (DVD-RAM, DVD+RW et DVD-RW), le DVD-RAM est considéré comme un format fortement fiable, car les disques ont un contrôle d'erreur intégré et un système de gestion de défaut. Par conséquent, un DVD-RAM est perçu pour être meilleur que les autres technologies de DVD pour une utilisation dans des tâches informatiques traditionnelles comme le stockage de données en général, la copie de secours et l'archivage, bien que la norme de Mount Rainier pour DVD+RW tempère ceci légèrement. Curieusement, le DVD-RAM a une plus grande présence dans les caméscopes et les appareils de salon (enregistreurs) que dans les ordinateurs.



Les DVD-RAM sont à l'origine vendus dans des cartouches protectrices mais la version sans cartouche existe aussi.

### c) Le DVD Double Couche

Le format physique a été développé dans l'esprit d'une conservation de la compatibilité et d'une similarité d'une part entre le DVD DL et le DVD9 pressé et d'autre part avec le DVD gravé simple couche. La façon d'adresser les données et la même sur les DVD+R DL que sur les DVD+R et +RW, ce qui permet également de conserver le lossless linking qui permet de n'avoir aucun gap (vide) entre les données. Le track pitch est identique avec une longueur de  $0.74 \mu\text{m}$ . Le track pitch représente la distance entre deux rangées de pits, mesurée depuis le centre d'une rangée jusqu'au centre de la rangée connexe.



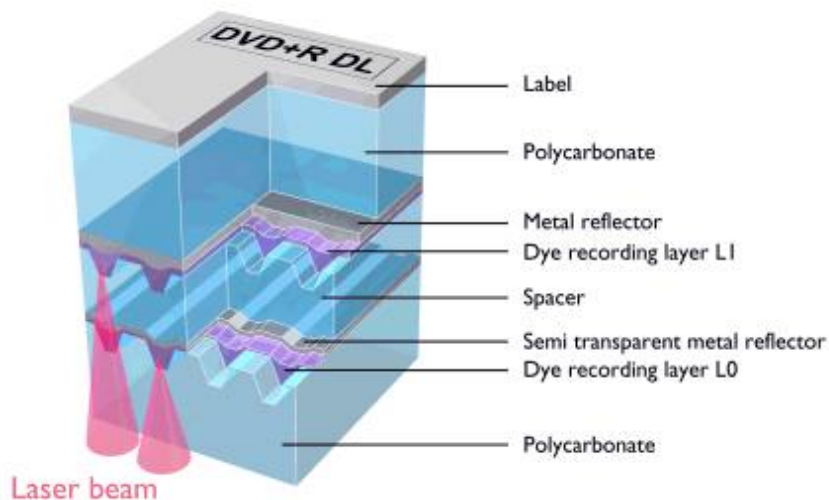
Le wobble period est par contre ajusté de 10% supplémentaire du fait du channel bit length plus important. Exprimé en nanomètres, le wobble period représente l'amplitude maximale du signal du pre-groove. Sa taille doit être adaptée en fonction du graveur et du type de gravure permise car il conditionne l'avancée du servo de la tête de lecture. Le channel bit length représente la densité d'écriture des données sur le média. Il est agrandi à  $0.146 \mu\text{m}$  sur le DVD DL afin d'améliorer la capacité en relecture et éviter les interférences entre la couche 0 et la couche 1.

On a donc une densité sensiblement moins importante par rapport au DVD+R classique de 4.7 Go. A titre de comparaison, ce dernier représente une densité de 4.5X par rapport au CD-R, alors que sur le DVD DL cette densité n'est que de 4.1X par rapport au CD-R. La

capacité totale est donc en rapport avec un passage de 4.7 à 4.27 Go par couche, soit 8.55 Go au total sur un DVD DL.

On remarque également que la puissance exigée est de 30 mW pour le DVD DL alors qu'elle est de 19 mW pour le DVD standard. avec une intensité faible le rayon est réfléchi sur la surface dorée supérieure,

Lors de l'écriture, le graveur utilise un LASER de plus forte puissance pour traverser la première couche pour altérer la couche inférieure. Lors de la lecture si le LASER a une intensité élevée le rayon traverse la première couche et est réfléchi sur la surface argentée inférieure.



#### d) Les autres types de DVD

Le DVD-10 : il est composé de deux faces et d'une couche par face (il faut retourner le DVD pour pouvoir lire la seconde face). Sa capacité est de 9,4 Go ou 8,76 Go.

Le DVD-18 : il est composé de deux faces et de deux couches par face. Sa capacité est de 17 Go ou 15,84 Go.

### 3. Le graveur

#### a) Extérieur

#### Format Standard

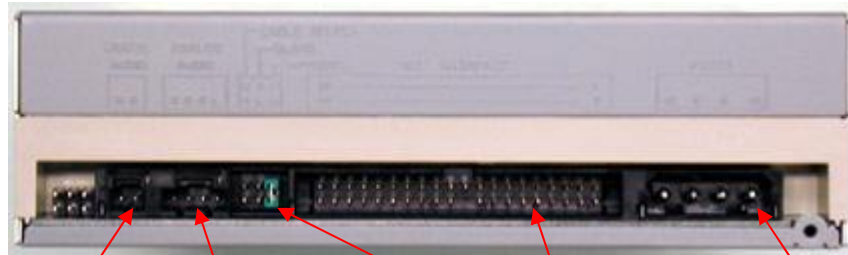
#### Face avant



Connecteur Casque    Volume    LED    Bouton d'ouverture

- **Connecteur casque**  
Permet de connecter un casque audio.
- **Volume**  
Permet de régler le volume lors de la lecture d'un disque audio.
- **LED**  
Cette LED permet de savoir si le Lecteur/Graveur est en cours de lecture/gravure.  
Elle est souvent bicolore (Vert : Lecture – Rouge/Orange : Gravure)
- **Bouton d'ouverture**  
Permet d'insérer et d'éjecter le CD/DVD.

Face arrière



Audio numérique/analogique    Cavaliers    Connecteur IDE    Alimentation

- Audio numérique/analogique  
Permet de connecter le lecteur à la carte son.

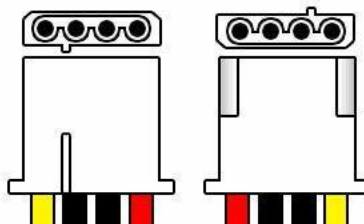


- Cavaliers  
Permet de choisir si le périphérique est en Master ou en Slave.

- Connecteur IDE  
Interface permettant de faire transiter les informations



- Alimentation  
Connecteur Molex qui permet d'alimenter le périphérique.



### Format pour PC portable (Slim)

Connecteur arrière



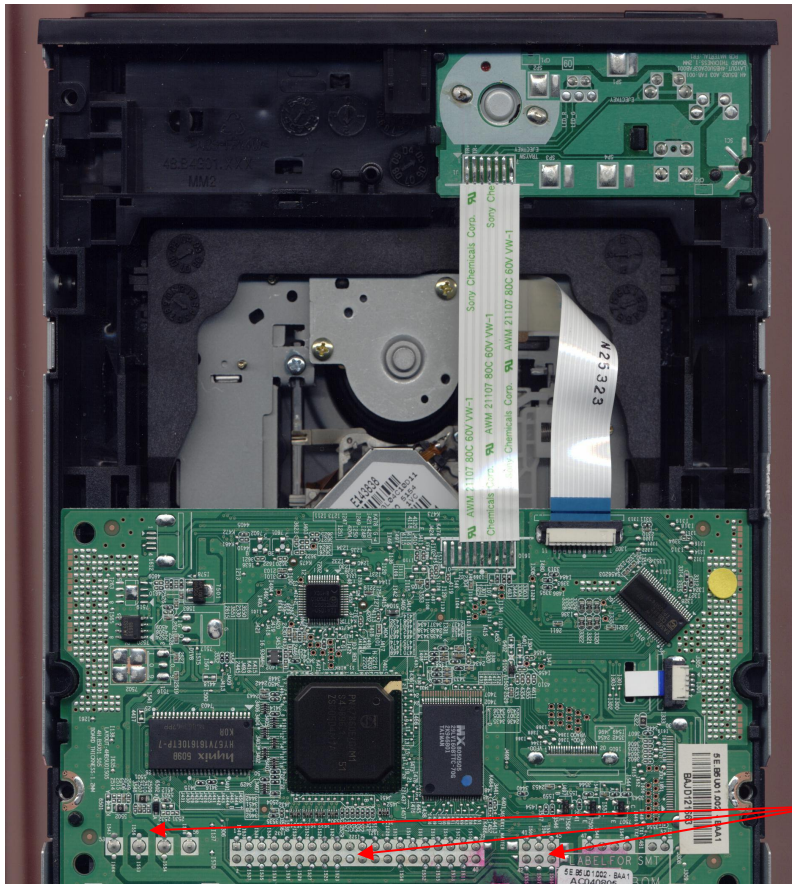
LED    Bouton d'ouverture

### Graveurs sur USB/Firewire



Ce type de graveur devient de plus en plus répandu depuis que l'USB 2.0 existe. En effet les graveurs qui étaient utilisés sur USB 1.0 ne pouvaient dépasser une vitesse d'écriture de 6-8x.

b) Intérieur



Circuit imprimé qui permet l'éjection du disque + affichage du statut du lecteur grâce à la LED.

Circuit qui contrôle la lecture, l'écriture, ...

Connecteurs



Lentille qui permet la lecture et l'écriture.

Moteur permettant la rotation du disque

Moteur permettant le déplacement du chariot

### c) Fonctionnement du graveur CD/DVD

#### 1) Vitesses d'écriture

La vitesse d'un graveur/lecteur est exprimée en X. 1X veut dire qu'un CD prendra 74min à être gravé/lu. 4X = 4 fois plus vite.

Lors de la lecture/écriture sur un CD/DVD, les informations sont lues de l'intérieur vers l'extérieur du disque.

Si la vitesse du moteur reste constante, la vitesse sur les extrémité du disque sera plus élevée que la vitesse au début du disque (Cf. Mouvement circulaire uniforme :  $V = \frac{2\pi R}{T}$ )

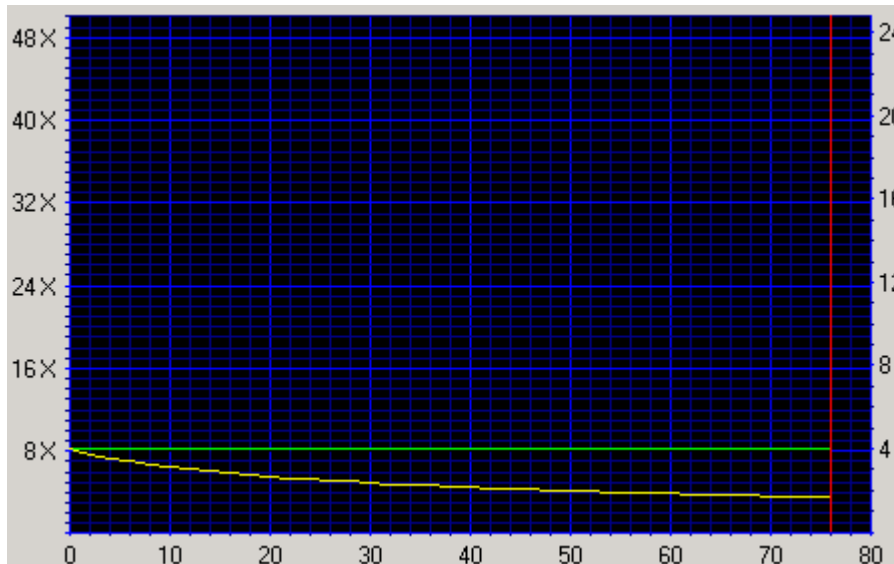
Ce type de lecture est appelé : Vitesse angulaire constante (CAV)

Si on veut que la vitesse sur les bords intérieur et extérieur est identique, le moteur doit ralentir au fur est à mesure de la lecture/gravure.

Ce type de lecture est appelé : Vitesse linéaire constante (CLV)

#### Le mode CLV (Constant Linear Velocity)

Avant l'arrivé des graveurs 16-20x, la méthode d'écriture n'était pas un problème. On utilisait le mode CLV qui permet d'avoir la même vitesse au début et à la fin de l'écriture. Hors avec l'augmentation de la vitesse des graveurs, le moteur doit tourner beaucoup plus vite lors de l'écriture sur le bord intérieur du CD et rend donc le lecteur plus bruyant et la gravure instable.

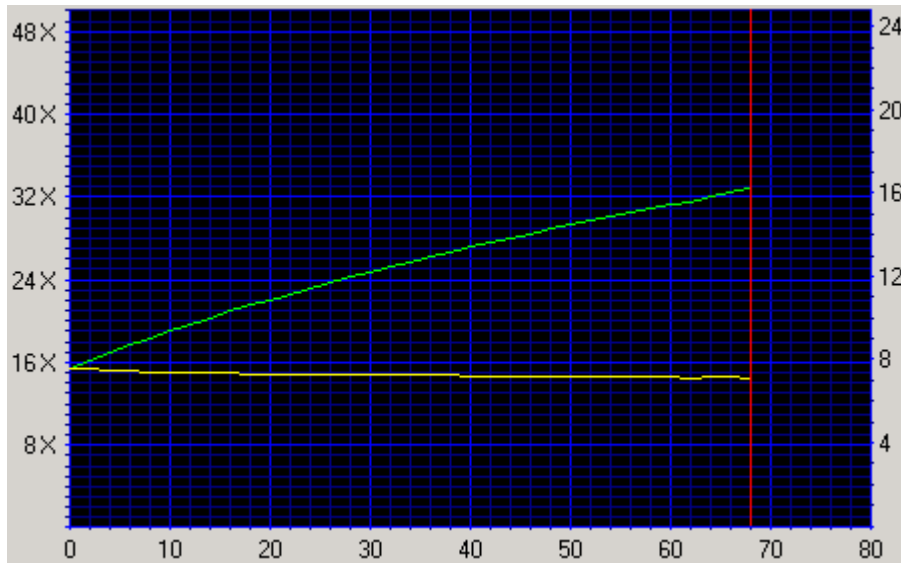


Vert : Vitesse à l'endroit où l'écriture se déroule.

Jaune : Vitesse de rotation du moteur.

#### Le mode CAV (Constant Angular Velocity)

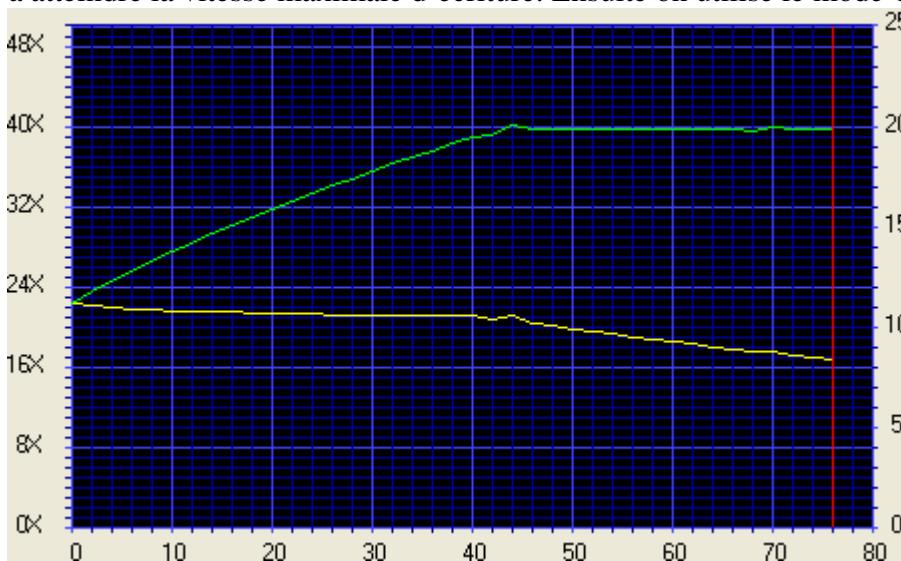
Pour palier ce problème, on utilise un mode d'écriture où la vitesse de rotation du moteur est constante mais la vitesse de gravure augmente au fur et à mesure que l'on avance dans l'écriture.



Vert : Vitesse à l'endroit où l'écriture se déroule.  
Jaune : Vitesse de rotation du moteur.

### Le mode P-CAV (Partial Constant Angular Velocity)

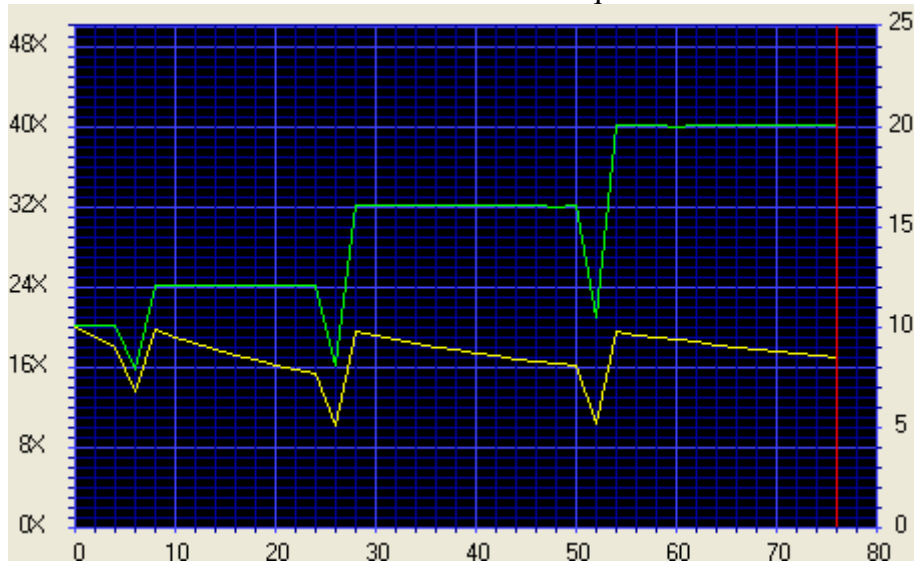
Ce mode mélange les deux modes CAV et CLV. Au début de la gravure, on utilise le mode CAV jusqu'à atteindre la vitesse maximale d'écriture. Ensuite on utilise le mode CLV.



Vert : Vitesse à l'endroit où l'écriture se déroule.  
Jaune : Vitesse de rotation du moteur.

### Le mode Z-CLV (Zone Constant Linear Velocity)

Cette méthode utilise le mode CLV mais découpé en zone. Le moteur monte à sa vitesse maximale ensuite il diminue de vitesse jusqu'à la prochaine zone.



Vert : Vitesse à l'endroit où l'écriture se déroule.

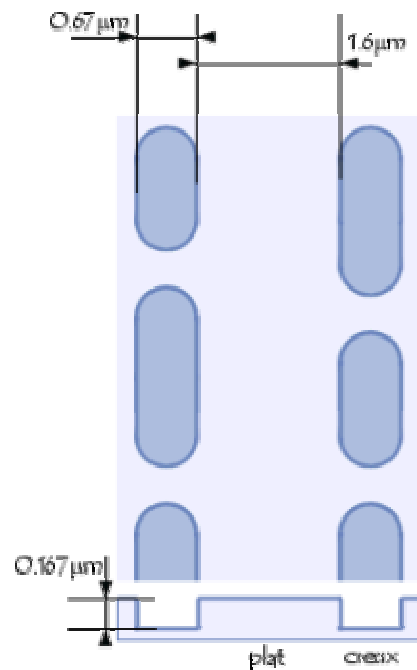
Jaune : Vitesse de rotation du moteur.

Le problème avec ce type de lecture est que le laser doit réajuster sa puissance à chaque fin de zones et que le CD n'est jamais gravé à la vitesse annoncée.

En effet, en passant successivement d'une vitesse 16x à 20x puis 24x, il en résulte que finalement le CD est gravé, dans le meilleur des cas, à une vitesse moyenne de 21x à 22x.

## 2) Codage des informations

La piste physique est en fait constituée d'alvéoles d'une profondeur de  $0,168\mu\text{m}$ , d'une largeur de  $0,67\mu\text{m}$  et de longueur variable. Les pistes physiques sont écartées entre elles d'une distance d'environ  $1,6\mu\text{m}$ . On nomme *creux* (en anglais *pit*) le fond de l'alvéole et on nomme *plat* (en anglais *land*) les espaces entre les alvéoles.



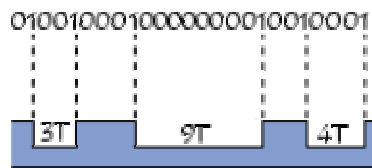
Le laser utilisé pour lire les CD a une longueur d'onde de 780 nm dans l'air. Or l'indice de réfraction du polycarbonate étant égal à 1.55, la longueur d'onde du laser dans le polycarbonate vaut  $780 / 1.55 = 503\text{nm} = 0.5\mu\text{m}$ .

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

De cette façon, lorsque le laser passe au niveau d'une alvéole, l'onde et sa réflexion sont déphasées d'une demi-longueur d'onde et s'annulent (interférences destructrices), tout se passe alors comme si aucune lumière n'était réfléchi. Le passage d'un creux à un plat provoque une chute de signal, représentant **un bit**.

C'est la longueur de l'alvéole qui permet de définir l'information. La taille d'un bit sur le CD, notée "T", 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.

D'après le standard *EFM (Eight-to-Fourteen Modulation)*, utilisé pour le stockage d'information sur un CD, il doit toujours y avoir au minimum deux bits à 0 entre deux bits consécutifs à 1 et il ne peut y avoir plus de 10 bits consécutifs à zéro entre deux bits à 1 pour éviter les erreurs. C'est pourquoi la longueur d'une alvéole (ou d'un plat) correspond au minimum à la longueur nécessaire pour stocker la valeur *001* ( $3T$ , c'est-à-dire  $0.833\mu\text{m}$ ) et au maximum à la longueur correspondant à la valeur *0000000001* ( $11T$ , soit  $3.054\mu\text{m}$ ).



### 3) Organisation des informations

On distingue deux sortes de pistes sur un CD, les Pistes Audio et les Pistes de Données. Dans une Piste, le mode ne peut **jamais** changer.

#### Sur un CD

**Audio** (2352 octets / bloc de Données Utilisateur, 2352 octets / bloc de Données Brutes)

**Mode 1** (2048 octets / bloc de Données Utilisateur, 2352 octets / bloc de Données Brutes)

Le mode 1 possède une détection et correction d'erreur. C'est donc le mode le plus utilisé pour le stockage de données.

- Synchronisation : 12 octets utilisés pour faciliter le repérage et l'adressage des secteurs.
- Header : 4 octets d'en tête dont 3 servent à l'adressage Min : Sec : Secteur + 1 Octet pour le mode.
- Données : 2048 octets.
- EDC : 4 octets permet la détection des erreurs.
- Libres : 8 octets octets inutilisés
- ECC : 276 octets permet la correction des erreurs.

**Mode 2** (2336 octets / bloc de Données Utilisateur, 2352 octets / bloc de Données Brutes)

Le mode 2 n'utilise pas de détections et corrections d'erreurs, seul l'en tête et les octets de synchronisation sont encore présents.

- Synchronisation : 12 octets utilisés pour faciliter le repérage et l'adressage des secteurs.
- Header : 4 octets d'en tête dont 3 servent à l'adressage Min : Sec : Secteur + 1 Octet pour le mode.
- Données : 2336 octets.

**CD-Rom XA** (Compact Disc Read Only Memory eXtended Architecture)

Il est capable de supporter le Mode 1 et 2 simultanément. Il permettait la simultanéité entre le son et l'image, mais le son est de piètre qualité. Ce mode se décline sous 2 forme, l'une avec une correction d'erreur sur 280 octets et l'autre avec une correction d'erreur sur 4 octets

#### Sur un DVD

##### **Mode DVD**

Le DVD ne connaît pas tous ces différents modes comme dans le monde du CD.

Il n'existe qu'un seul mode sans réellement de nom et on l'appelle donc le mode DVD.

Les applications de Gravure font le plus souvent référence à ce mode comme Mode 1 mais ça n'est pas tout à fait correct.

La taille du bloc est de 2048 octets par bloc (comme pour un CD).

Il n'y a PAS de possibilité d'extraire des données Brutes !

Le standard DVD utilise habituellement des blocs ECC qui contiennent 32 Ko et sont 16 fois plus importants que les blocs de CD.

La correction d'erreur est supérieure à celle du CD et couvre les blocs ECC en même temps, et donc de 32 Ko au lieu de 2 Ko. Cependant, en ce qui concerne l'adressage, chaque bloc ECC contient 16 blocs adressables de 2048 octets.

#### 4) Systèmes de fichiers

##### ISO 9660

Le Système de Fichier le plus courant de tous les CD, DVD, BD et HD DVD est le Système de Fichier ISO9660.

C'est aussi le plus ancien et il présente certains désavantages majeurs comme les noms de fichiers courts et une structure de dossier ne pouvant pas dépasser 8 niveaux de profondeur. Du fait de ces limitations, il est toujours accompagné par un ou plusieurs Systèmes de Fichier qui ne présentent pas ces limitations. Cependant, vous en avez besoin pour voir le contenu d'un CD dans l'ancien mode DOS ou avec un vieux système Mac ou Sun.

##### → Joliet

Joliet est en fait une extension d'ISO9660 et lui est identique dans beaucoup de domaines. Certains Descripteurs de Volume de Système de Fichier sont différents, ce qui permet à l'OS de reconnaître ces Systèmes de Fichier et de les choisir s'ils sont disponibles.

Joliet permet les noms de fichiers longs et une structure de dossier substantiellement plus profonde.

##### → Rock Ridge

Rock Ridge est aussi une extension d'ISO9660 mais n'est jamais devenu réellement un standard (Joliet oui). Il était très populaire sur les CD Commodore et aussi une façon de permettre les noms de fichiers longs et répertoires plus profonds.

Il n'est pas supporté par Windows qui utilisera le Système de Fichier ISO9660 avec de tels CD.

##### → El Torito

Ça n'est pas vraiment un Système de Fichier, mais plutôt une fonction supplémentaire du Système de Fichier ISO9660.

Les CD, DVD, BD et HD DVD peuvent être construits pour être amorçables mais dans ce cas, le Système de Fichier ISO9660 nécessite la présence du Descripteur de Volume El Torito et de l'image d'une Disquette Virtuelle.

##### UDF (Universal Disk Format)

UDF est le 'nouveau' Système de Fichier CD/DVD et est déjà utilisé dans de nombreuses situations. En pratique, UDF est le successeur d'ISO 9660, supportant de plus grands fichiers, de plus grands disques et plus d'information sur les fichiers et répertoires. Il permet aux CD d'être écrits partiellement en utilisant des enregistrements de taille fixe ou variable sur plusieurs sessions.

Il a aussi déjà subi des changements importants, et vous pouvez ainsi rencontrer UDF 1.02, UDF 1.5 et UDF 2.01.

UDF 1.02 est supporté par Windows 98 ou supérieur si le média est fermé et contient une Table des Matières.

##### HFS (Hierarchical File System)

HFS est un système de fichiers Mac Apple. Il est utilisé sur tous les types de médias de stockage, depuis le Disque Dur jusqu'aux CD, DVD, BD et HD DVD.

Mme Buseyne  
Cours de Périphérique  
HELHO 2<sup>ème</sup> Informatique

HFS est lui-même ancien et limité en ce qui concerne l'espace d'enregistrement pris en charge, les jeux de caractères, etc.

Le système Windows ne prend pas en charge du tout le HFS.

→ HFS+

HFS+ est une variante moderne de HFS qui prend en charge une espace d'enregistrement volumineux, l'Unicode et plus encore.

### 5) Modes d'écriture

Pour graver un CD ou un DVD, plusieurs modes d'écriture sont possibles.

-Mono-session : Le disque est constitué d'une seule session. L'écriture n'est possible qu'une seule fois.

-Multi-session : Le disque est enregistrable en plusieurs fois. Les données sur le CD/DVD peuvent être ajoutées au fur et à mesure, elles peuvent aussi être supprimées (l'espace utilisé est perdu) et peuvent être mises à jour. La seule restriction est que chaque session prend 15Mo minimum ce qui fait 40sessions maximum par CD.

-Multi-volume : Variante du mode multi-session. Chaque session est identifiée comme un volume séparé et donc toutes les sessions ne sont pas visibles en même temps.

-Packet Writing : Ce mode permet d'utiliser un CD/DVD comme on utilise une disquette, il suffit d'avoir un programme qui permet l'écriture de type Packet Writing. Ensuite le CD/DVD est utilisable directement avec un explorateur.

-TAO (Track At Once) : La méthode de gravure "track-at-once" d'un CD consiste à graver le disque en plusieurs étapes (jusqu'à 99), chaque phase d'enregistrement pouvant apporter au maximum 600 Mo. Entre chaque zone enregistrée, un petit espace est perdu et la capacité utilisable pour les données sera donc inférieure à celle du CD.

-DAO (Disc At Once) : La méthode de gravure "disc-at-once" d'un CD consistant à graver le disque d'une seule passe (ou session). A l'issue de l'opération, même si le disque n'est pas plein, il sera impossible d'ajouter de nouveaux enregistrements.

## 6) Les protections

De nos jours, les protections sur les CD et DVD de jeu, de film et de musique sont de plus en plus courantes et de plus en plus efficaces. Elles permettent la protection des droits d'auteur mais posent aussi quelques problèmes pour l'utilisateur (CD illisible dans certains lecteurs, interdiction de la copie privée, ...).

- ❖ Overburning : C'est l'une des premières protections mais depuis l'arrivée des graveurs et logiciels qui permettent l'overburning, elle a été abandonnée. Le principe de cette protection est de dépasser la capacité maximum du média. Par exemple, le CD fait 75min au lieu des 74min autorisées.
- ❖ Taille supérieure à un CD-R : C'est une technique qui permettait d'augmenter la taille d'un fichier en lui spécifiant une taille supérieure. Cela permettait d'obtenir des CD contenant plusieurs Go.
- ❖ Safedisc : C'est la protection qui est sûrement la plus répandue. Elle est composée de trois clés distinctes :
  - *La signature d'authentification numérique*
  - *Le chiffrement du contenu*
  - *Le soft anti-copie*

La clé d'authentification numérique permet, lors d'une utilisation "normale", le déchiffrement des données contenues sur le disque, qui doit impérativement être présent dans le lecteur de CD-Rom ; car, et c'est là qu'intervient le logiciel anti-copie, la clé d'authentification est tout simplement impossible à copier. Ces opérations s'effectuent de manière quasi instantanée et ne laisse donc rien paraître à l'utilisateur.

Ce système utilise plusieurs fichiers, qui sont en généralement présents sur le CD-Rom original :

- *000000001.tmp*
- *CLCD16.dll*
- *CLCD32.dll*
- *CLOKSPL.exe*

Le fichier .exe de l'application et un fichier .icd sont également associés à la protection SafeDisc ; En fait, le véritable fichier exécutable est contenu dans le fichier ICD, auquel fait appel le fichier .exe lors de son exécution, car ce dernier contient du code de SafeDisc.

D'autres fonctionnalités complémentaires sont disponibles afin d'affiner la sécurité, comme par exemple l'impossibilité d'utiliser un lecteur réseau.

- ❖ Securom : La technologie SecuROM est produite par Sony DADC et repose, comme SafeDisc, sur un système d'authentification.  
Le code d'identification électronique (CIE) unique qui équipe les médias SecuROM est implanté dès le pressage de celui-ci. Contrairement aux autres PAC, Sony implémente sa protection dans des usines de fabrications certifiées (*Améric*). De cette façon, l'exécutable de l'application est directement chiffré de sorte qu'il lui est possible d'interpréter le CIE et donc de déchiffrer l'application afin que celle-ci fonctionne normalement.  
Le CIE étant impossible à copier, en cas de copie du disque, l'application qui sera lancée ne possédera pas la clé pour être déchiffré et ne pourras donc pas bénéficier d'un fonctionnement normal.  
Là encore, les opérations s'effectuent de manière totalement transparente pour l'utilisateur.
  
- ❖ Starforce : Dernier né des protections anti-copies nouvelles génération, la protection StarForce est développée par la société Russe du même nom. Très connue pour son efficacité et sa complexité, elle ne l'est pas moins pour les frasques qui lui sont attribuées.

Une des principales caractéristiques de StarForce est qu'il chiffre non seulement l'exécutable de l'application, mais également tous les autres fichiers la composant. En effet, les développeurs ont remarqué que la plupart des « cracks » qui permettent de contourner une PAC était en fait des exécutables voués à remplacer l'exécutable protégé de l'application d'origine. Les applications protégées avec StarForce ne sont donc pas contournables par ce biais.

## 7) Les erreurs

- ❖ Buffer UnderRun Error : Cette erreur arrive lorsque le flux des données est interrompu et donc que la mémoire tampon (buffer) du graveur se vide. Les causes de cette erreur sont multiple : Occupation du CPU, utilisation du disque dur, gravure à la volée avec un lecteur CD trop lent, ...  
De nos jours, cette erreur ne pose plus de problème car un dispositif qui s'appelle burn-proof est intégré à la plupart des graveurs. Si une erreur de buffer intervient, le dernier secteur gravé sur le CD/DVD est marqué. Ensuite, lorsque le buffer se remplit à nouveau, le graveur reprend l'écriture à l'endroit où il s'est arrêté.

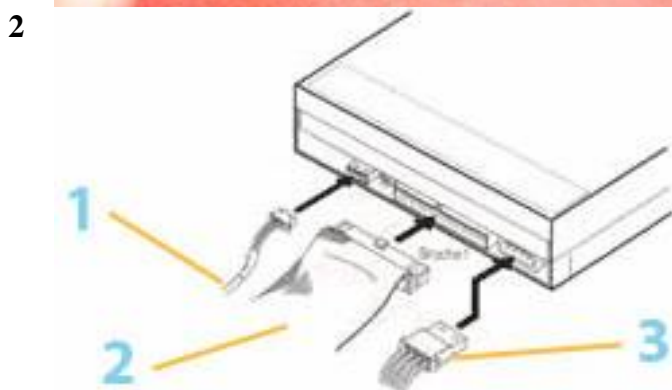
Cette technologie possède quelques variante comme : SafeBurn, PoweRec, Justlink, SeamLess Link, ExacLink

- ❖ Calibration Error : Arrive lorsque le LASER du graveur varie de puissance lors de l'écriture. Cette erreur peut survenir lorsque le média n'est pas compatible avec le graveur et lorsque la lentille du graveur est sale/défectueuse.

#### 4. Installation



Tout d'abord, il faut configurer le graveur de façon à ce qu'il soit en mode Master, Slave, Cable Select ou Single Drive. Cette configuration se fait grâce à un cavalier (jumper) à l'arrière du graveur. Le mode Master signifie que votre lecteur est le premier sur la nappe IDE. Le mode Slave signifie que votre lecteur est le second sur cette même nappe tandis que, pour Cable Select, votre machine doit effectuer le choix (seuls certains PCs fonctionnent ainsi). Le mode *Single-drive* veut dire qu'il n'y a pas de second lecteur sur la nappe IDE.



Ensuite il suffit de brancher les câbles correspondant aux connecteurs. Il vaut mieux procéder dans le sens indiqué ci-dessous car l'accès au connecteur pour le son devient difficile lorsque les autres câbles sont branchés.

Lors du branchement, il faut veiller à ce que les connecteurs soient dans le bon sens. Pin 1 (rouge) de la nappe IDE à côté de l'alimentation.

Pour les graveurs SCSI la seule différence réside dans la configuration du cavalier (jumper) et la taille de la nappe.

ID	PIN 8 et 7	PIN 6 et 5	PIN 4 et 3	PIN 2 et 1
0				
1				X
2			X	
3			X	X
4		X		
5		X		X
6		X	X	
7		X	X	X
8	X			
9	X			X
10	X		X	
11	X		X	X
12	X	X		
13	X	X		X
14	X	X	X	
15	X	X	X	X

x = Cavalier installé

## **5. Choix du graveur**

Il y a 6 grands critères de choix pour un graveur CD/DVD :

- Un graveur CD, DVD, DVD-DL ?

Il est important pour ce point de savoir quels sont vos besoins point de vue capacité. De nos jours, il n'existe plus beaucoup de graveur uniquement pour CD et les graveurs DVD deviennent de moins en moins cher. Il est même possible de trouver un graveur de qualité supportant DVD double couche pour 50€.

- DVD-R -RW +R +RW -RAM

Certains graveurs DVD ne supportent pas tout les types de DVD bien que la plupart supportent les DVD-R, +R, -RW et +RW, certains ne permettent pas l'écriture sur DVD-RAM.

- L'interface ?

Vous avez le choix entre beaucoup d'interface : IDE, SCSI, USB, Firewire.

L'interface IDE est la plus répandue, la moins chère sur le marché.

L'interface SCSI est une interface plus coûteuse que l'IDE. De plus ses performances sont très proches des graveurs IDE.

L'interface USB et Firewire permettent de bon taux de transfert tout en étant des interfaces permettant la mobilité.

- Vitesses de gravure ?

Il ne faut pas se laisser avoir par les vitesses spécifiées. La plupart des vitesses notées sont les vitesses maximales que les graveurs peuvent atteindre (voir page 18).

- Les technologies ?

Certains graveurs possèdent des petits plus permettant par exemple : l'overburning (de base à l'heure actuelle), rendre illisible un CD-R, éviter les erreurs d'écriture (le burnproof est aussi de base), vérification des supports, ...

- Bundle ou OEM ?

Dans la version Bundle (Boite), certains logiciels sont inclus, les connecteurs sont de temps en temps inclus (nappe, adaptateur en Y pour l'alimentation), ... et le graveur...

Dans la version OEM, seul le graveur est vendu.

**Bibliographie**

<http://www.commentcamarche.net/pc/dvdrom.php3>  
<http://www.hardware.fr/>  
<http://computer.howstuffworks.com/cd-burner.htm>  
<http://www.smart-projects.net>  
<http://www.mon-ordi.com/installergraveur.htm>  
<http://www.pc-fastoche.com/installation/dossierhardware05.php>  
<http://www.01net.com/editorial/214875/iso-9660/>  
<http://www.dvd-recordable.org/Reviews+index-req-showcontent-id-134.phtml>  
<http://byc.ch/scsi/scsiid.html>  
<http://support.wdc.com/fr/techinfo/general/jumpers.asp>