

« Longévité des disques enregistrables
(CD, DVD ...) : mythe ou réalité ? »

L'Enregistrement

Optique :

Comment

ça marche ?

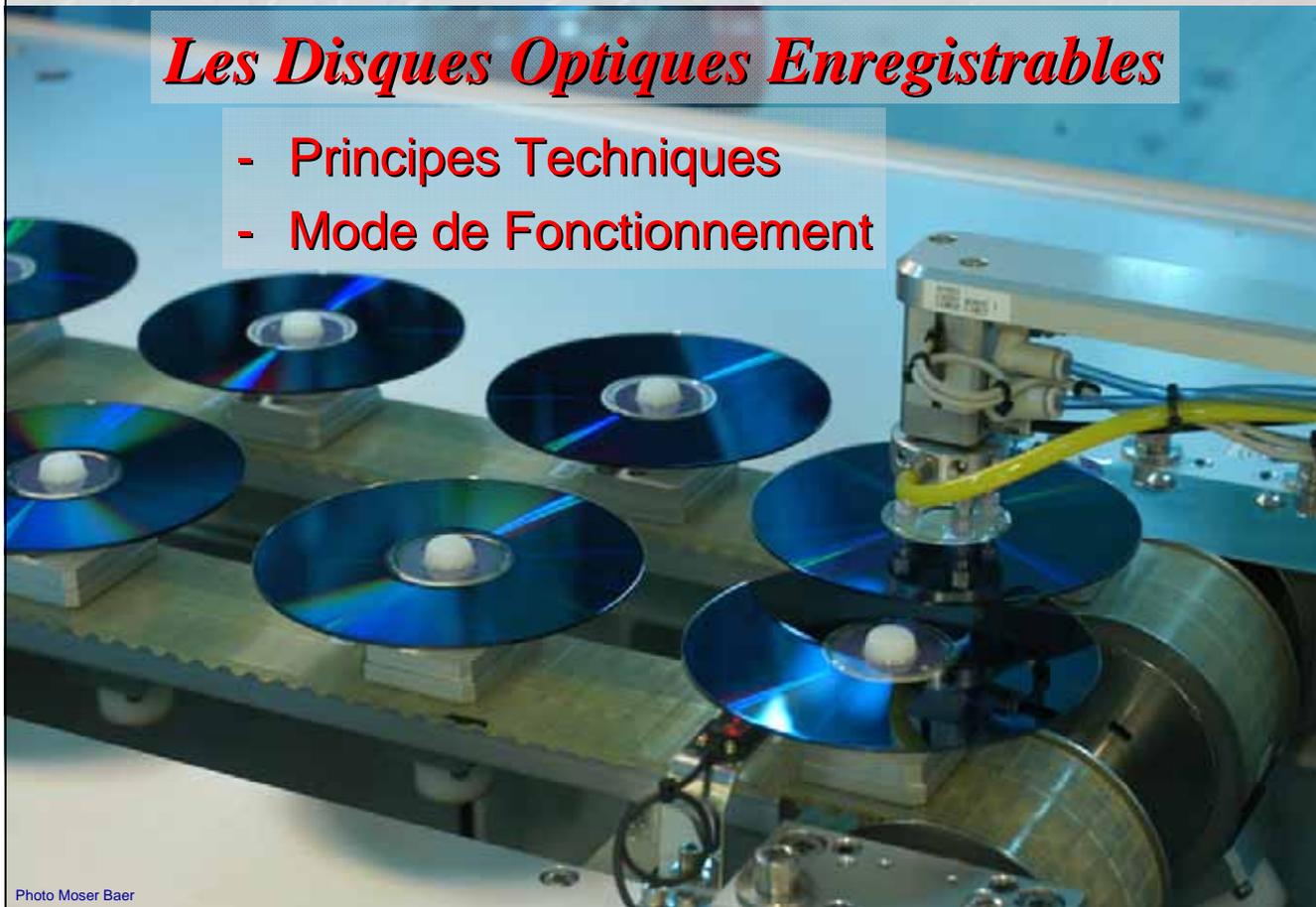
Jean-José Wanègue

Le 17 Novembre 2009

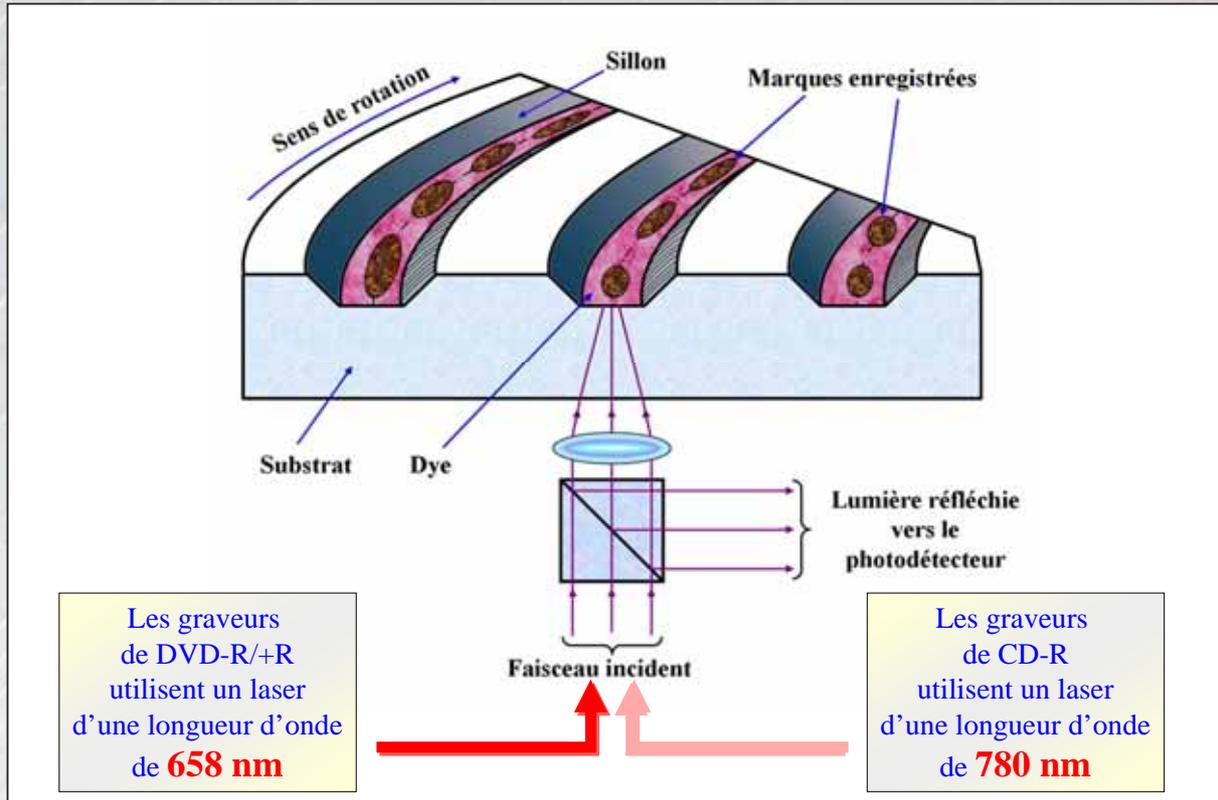


Les Disques Optiques Enregistrables

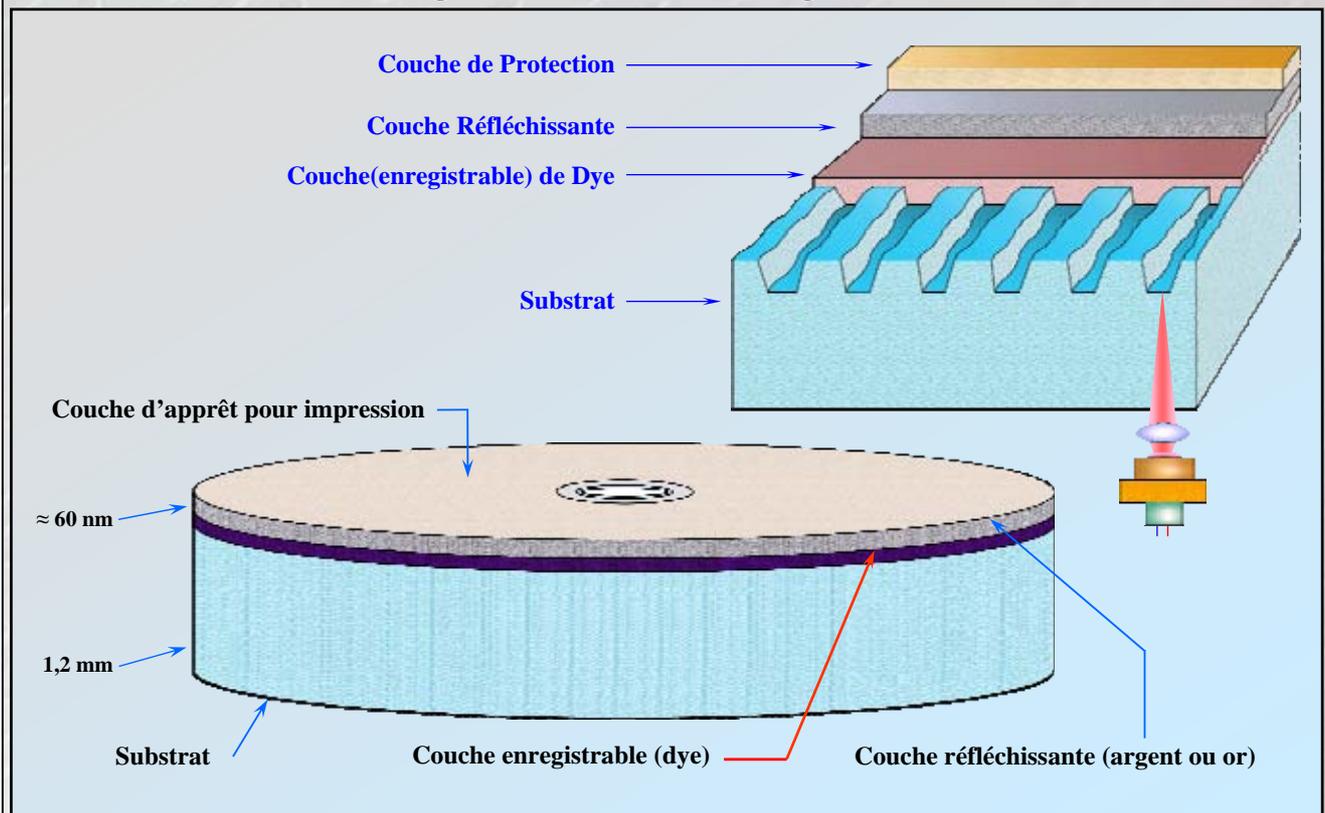
- Principes Techniques
- Mode de Fonctionnement



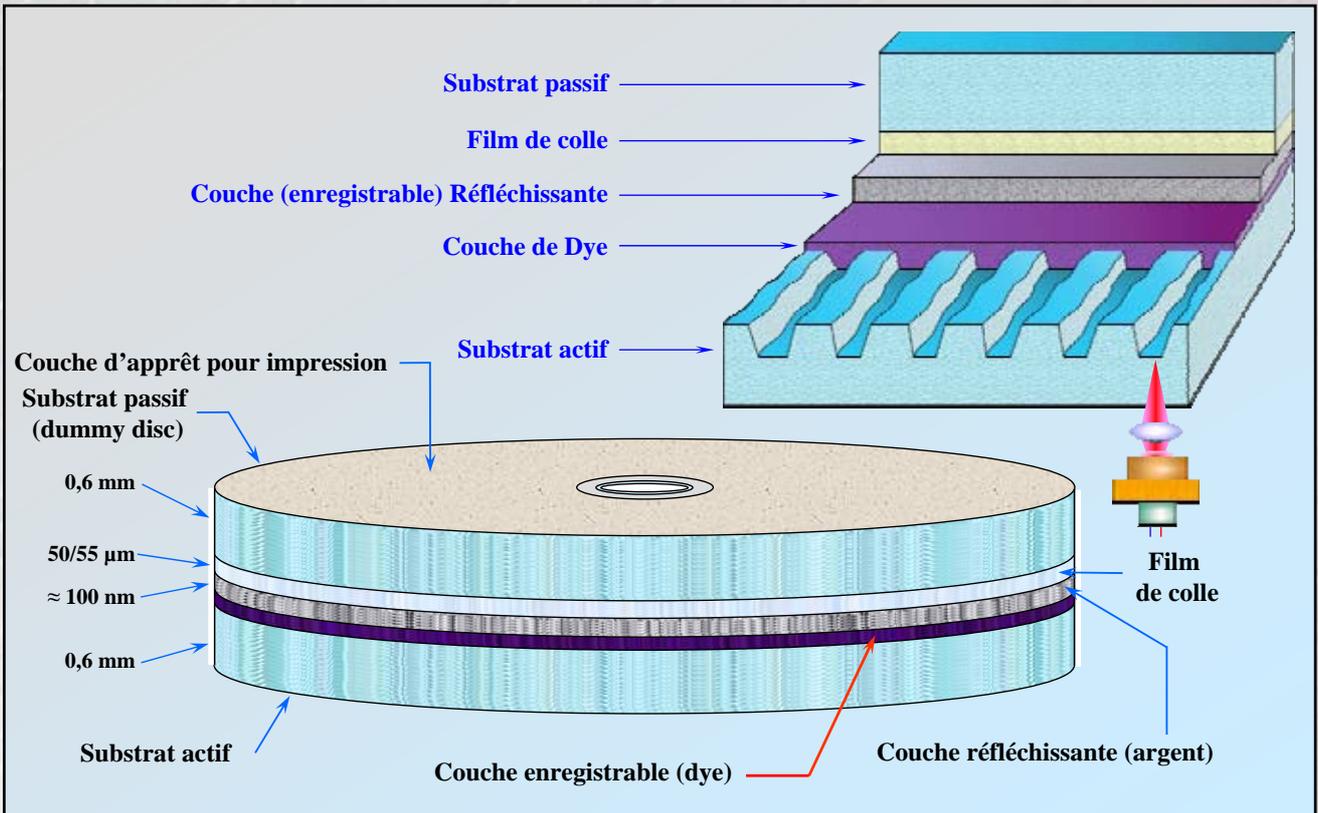
Structure générale d'un CD-R, d'un DVD-R ou DVD+R



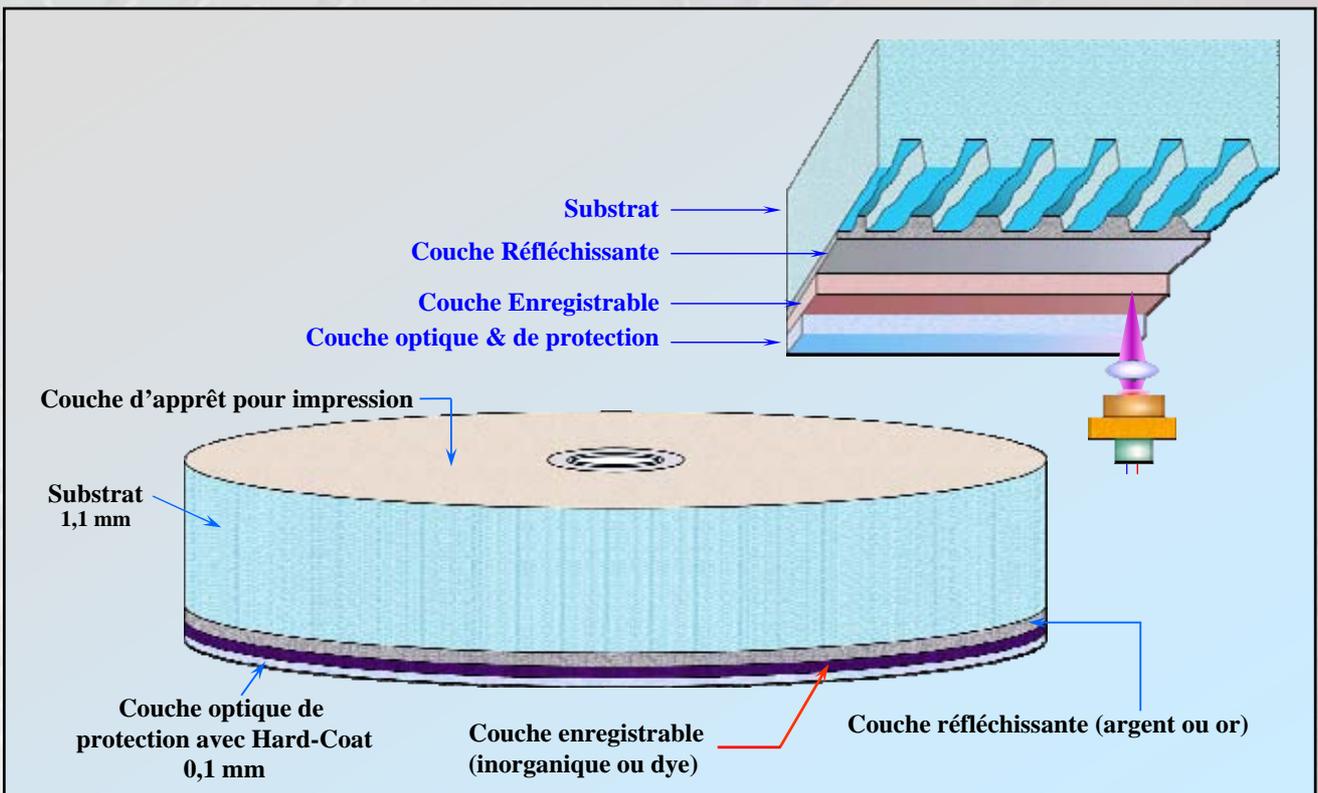
Structure générale d'un CD Enregistrable : CD-R



Structure générale d'un disque enregistrable : DVD-R ou DVD+R

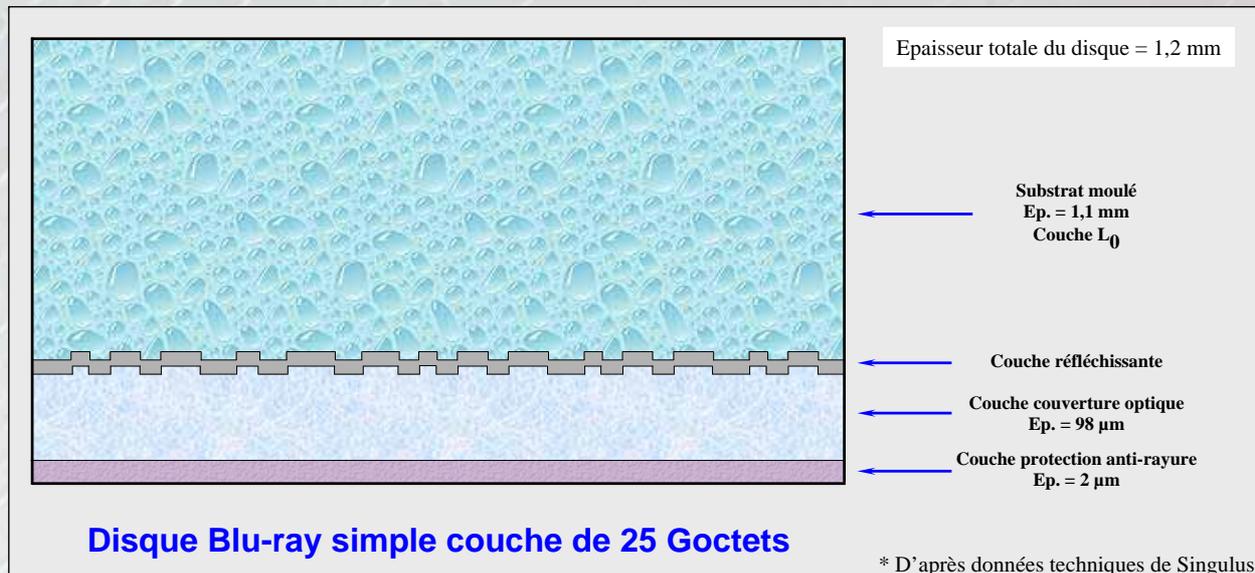


Structure générale d'un disque enregistrable : BD-R



Structure détaillée d'un disque Blu-ray Simple Couche *

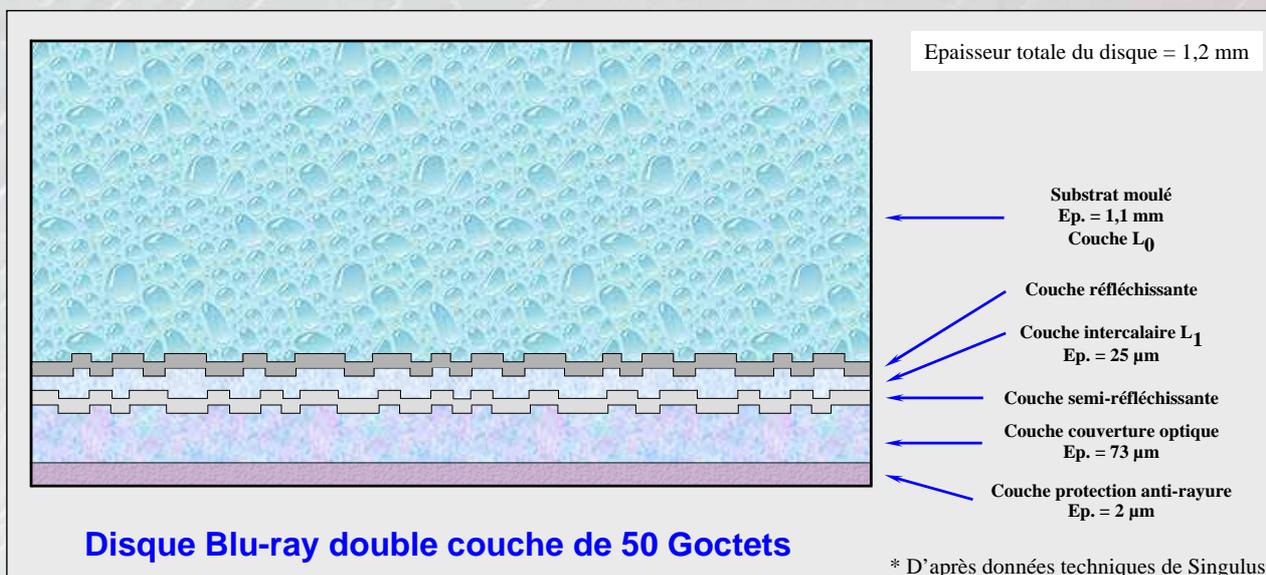
Afin de rendre ce disque moins sensible aux défauts de planéité (tilt) la couche optique recouvrant la face avant sous laquelle est enterrée le signal a été réduite à 0,1 mm d'épaisseur contre 0,6 mm pour le DVD et 1,2 mm pour le CD.



A l'origine les Blu-ray Disc enregistrables étaient montés à l'intérieur d'une cartouche de protection. Pour en rendre l'usage de ce type de disque plus commode et en réduire les coûts on a remplacé cette cartouche par une couche de protection renforcée appelée « Hard-Coat ».

Structure détaillée d'un disque Blu-ray Double Couche *

Afin de rendre ce disque moins sensible aux défauts de planéité (tilt) la couche optique recouvrant la face avant sous laquelle est enterrée le signal a été réduite à 0,1 mm d'épaisseur contre 0,6 mm pour le DVD et 1,2 mm pour le CD.

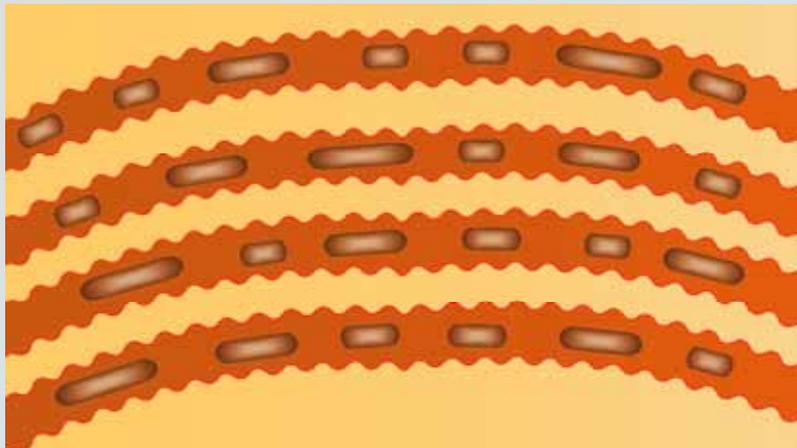


A l'origine les Blu-ray Disc enregistrables étaient montés à l'intérieur d'une cartouche de protection. Pour en rendre l'usage de ce type de disque plus commode et en réduire les coûts on a remplacé cette cartouche par une couche de protection renforcée appelée « Hard-Coat ».

Rôle fondamental du Sillon durant l'enregistrement

Pour pouvoir graver les données à enregistrer,
le graveur doit disposer de 3 informations vitales :

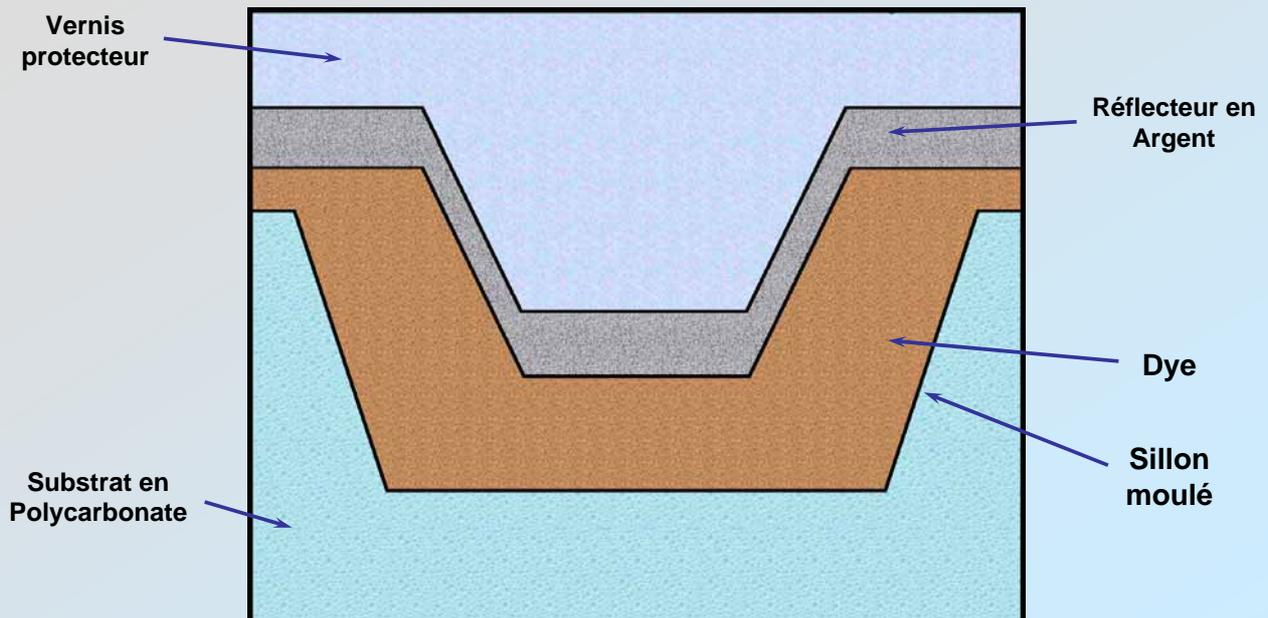
- d'un signal de guidage
- de l'adresse des emplacements où écrire les données
- d'un signal lui permettant d'ajuster la vitesse du disque



+ Rôle mécanique du sillon
à l'égard du dye

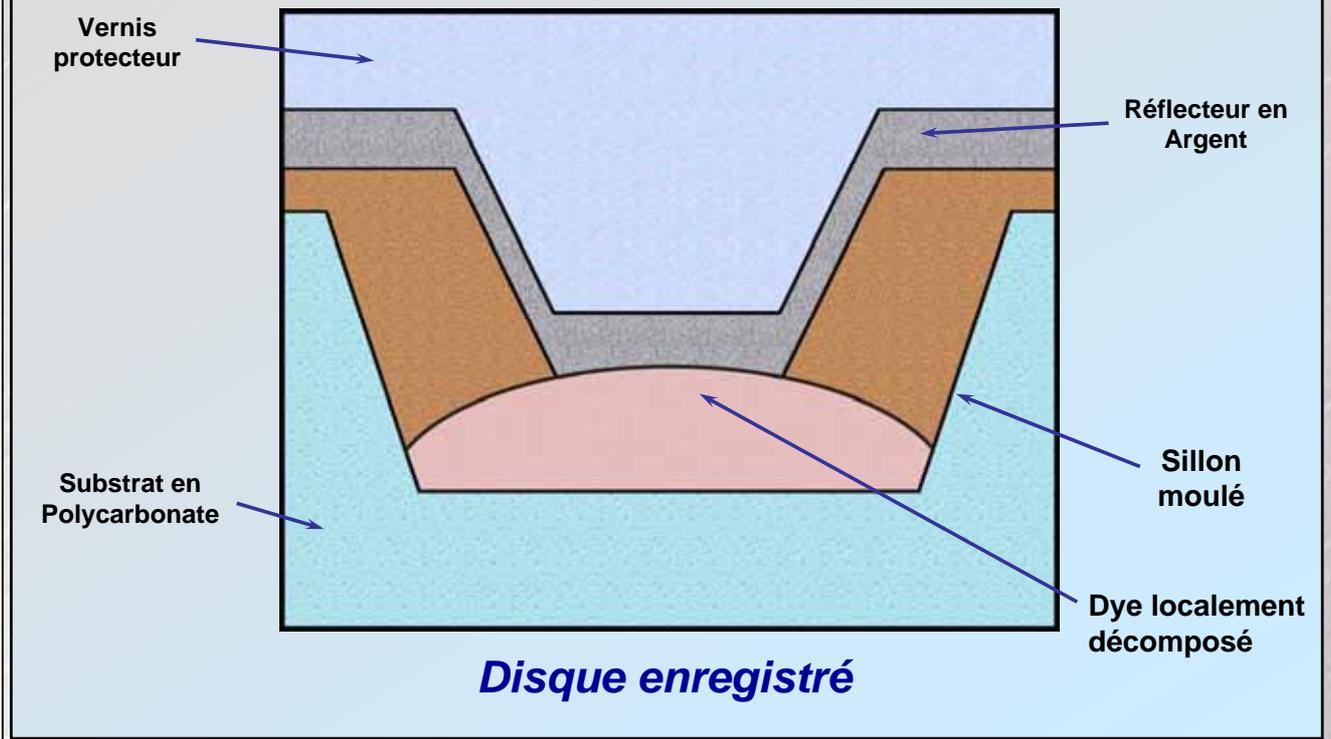
3 informations contenues dans un sillon modulé par une oscillation (Wobble)

Représentation schématique de la formation des marques (pits) lors de l'enregistrement d'un CD-R (ou d'un DVD-R)

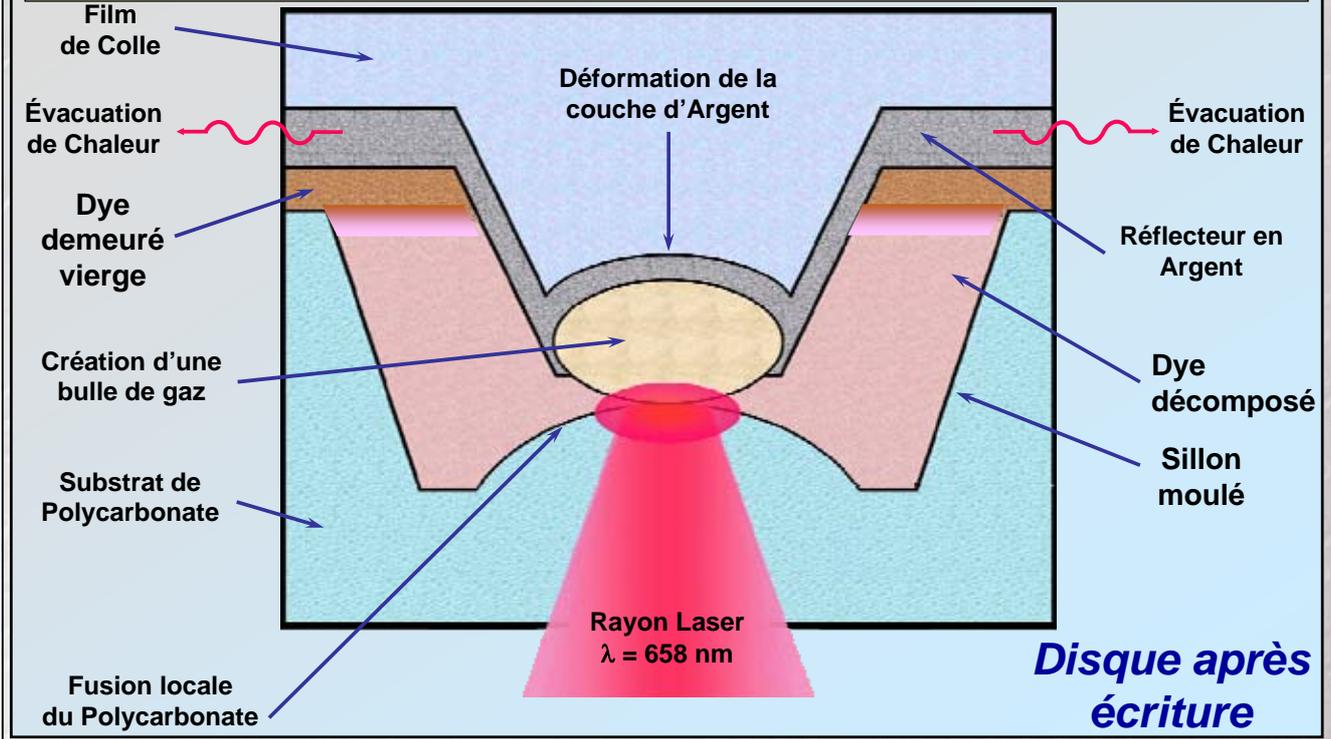


Disque enregistrable vierge

Représentation schématique de la formation des marques (pits) lors de l'enregistrement d'un CD-R (ou d'un DVD-R)

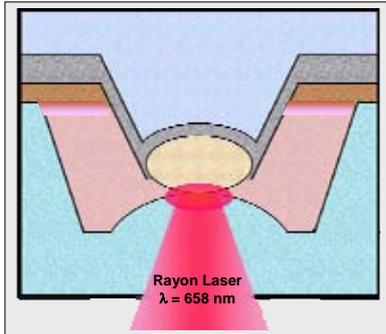


Bien que le phénomène principal de formation des marques provient d'un changement des propriétés optiques du dye après décomposition, le dégagement de chaleur créé au au moment de cette décomposition entraîne des modifications locales des constituants du disque. Mais ces modifications collatérales n'ont que très peu d'influence dans la lecture des informations.



Mécanisme de Formation des Marques lors de l'Écriture

Phénomène constaté : la modification du substrat est une réalité comme le montre ces marques détectées à l'AFM. Mais ce phénomène peut être plus ou moins prononcé selon la vitesse d'écriture.



Le mécanisme de lecture repose essentiellement sur la différence de contraste entre les marques et les intervalles demeurés vierges.

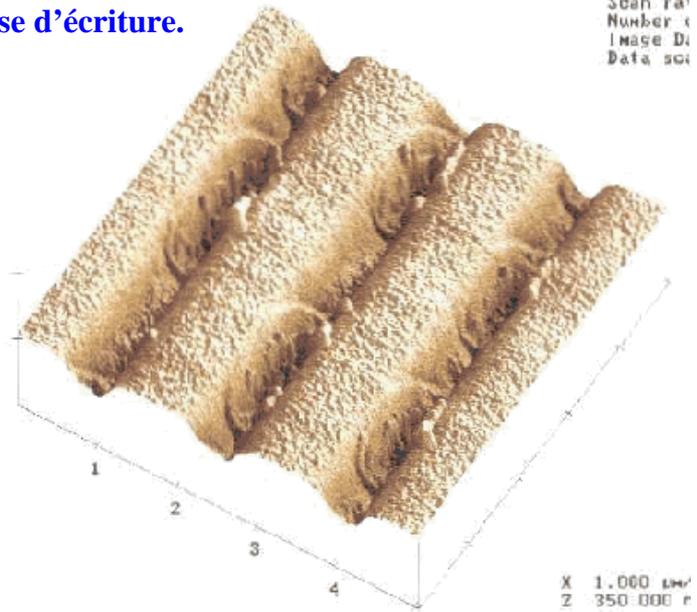
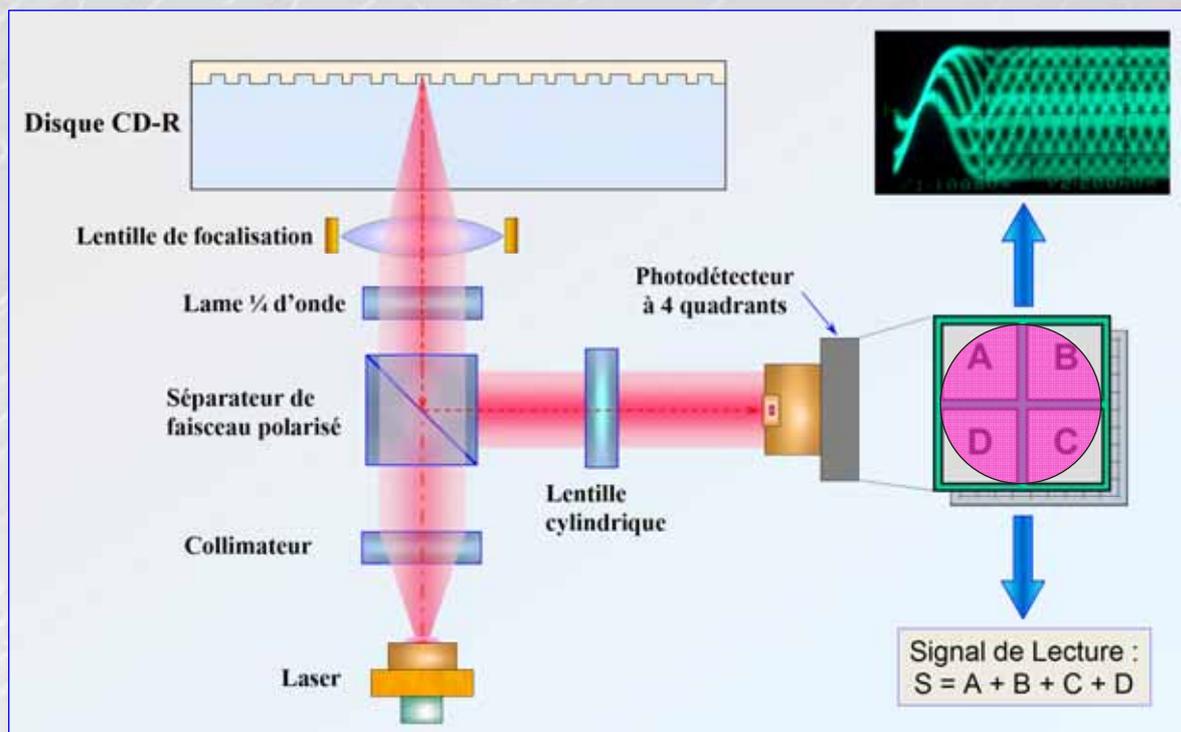


Image AFM montrant la fusion du polycarbonate au point de formation des marques avec une déformation des parois du sillon (Image réalisée au microscope AFM par Plasmon ©)

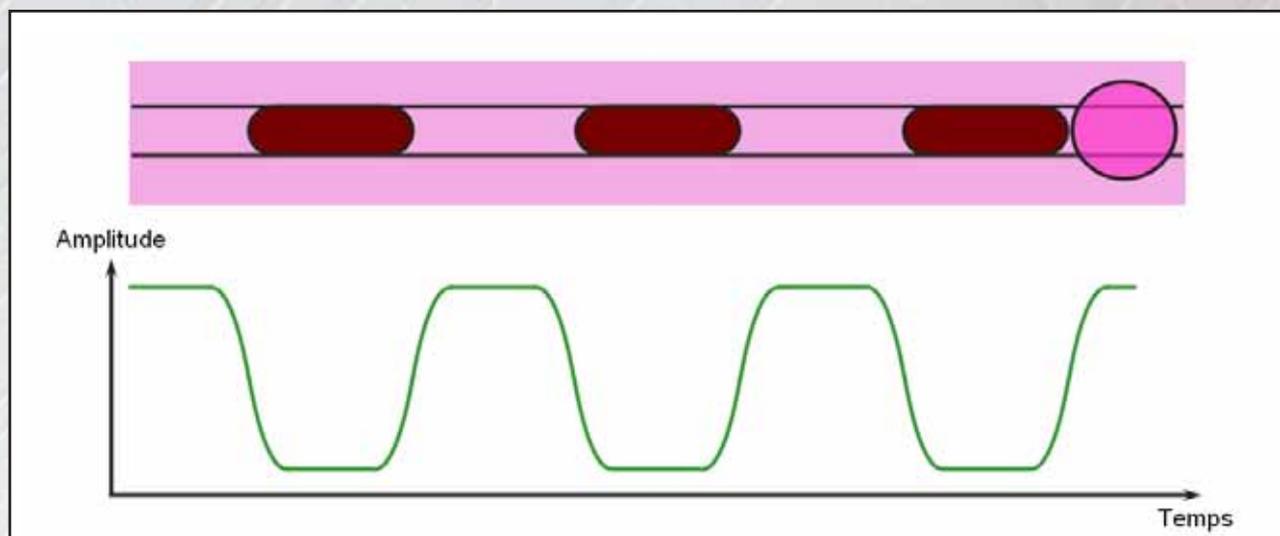
Principe de Lecture des Marques :

Schéma de principe d'un système de lecture pour disque optique



Principe de Lecture des Marques :

En ce déplaçant le long du sillon le spot laser va alternativement rencontrer des zones peu réfléchissantes (marques) et zones très réfléchissantes (intervalles entre les marques). La transition entre marque et intervalle, et entre intervalle et marque donnera une variation progressive du signal à partir duquel l'électronique de traitement pourra extraire les données numériques enregistrées.



La fabrication d'un disque optique enregistrable



Ligne de fabrication de DVD-R « Streamline » de Singulus

Photo JJ Wanègue

La fabrication d'un disque optique enregistrable

Presse à injecter



Convoyeur de refroidissement des substrats après la sortie du moule



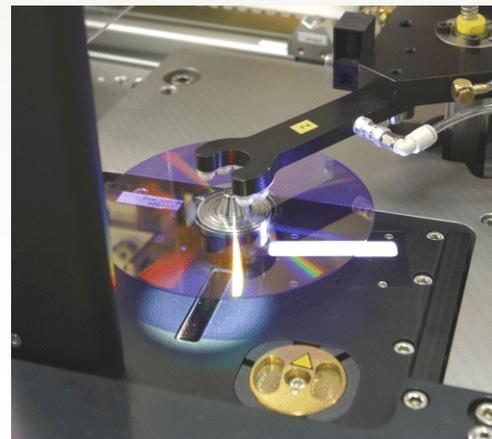
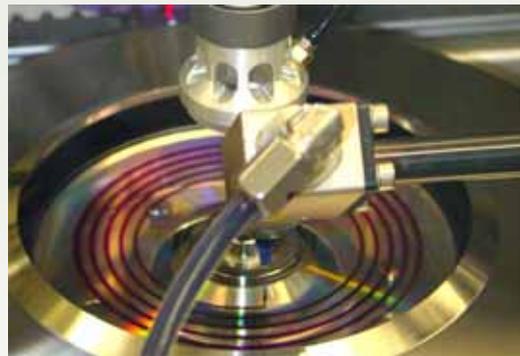
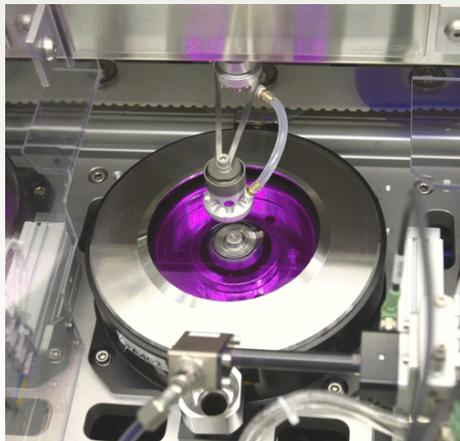
Moule d'injection avec la matrice



Photos JJ Wanègue

La fabrication d'un disque optique enregistrable

Dépôt du Dye par centrifugation (Spin-Coating)



La fabrication d'un disque optique enregistrable



Photo JJ Wanègue

En sortie de ligne de fabrication les disques finis sont sur des broches à l'aide d'un robot pour passer à l'étape de finition, c'est-à-dire l'impression.

La fabrication d'un disque optique enregistrable

Dernière étape de la fabrication d'un CD-R ou d'un DVD-R : l'impression.

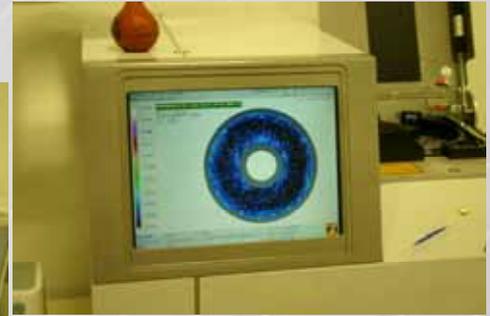


Photo JJ Wanègue

Selon sa nature, cette couche imprimée permettra à l'utilisateur du disque de personnaliser le marquage de son disque soit par un marquage manuel au feutre, soit par une impression à jet d'encre

La fabrication d'un disque optique enregistrable

Opérations de contrôle qualité

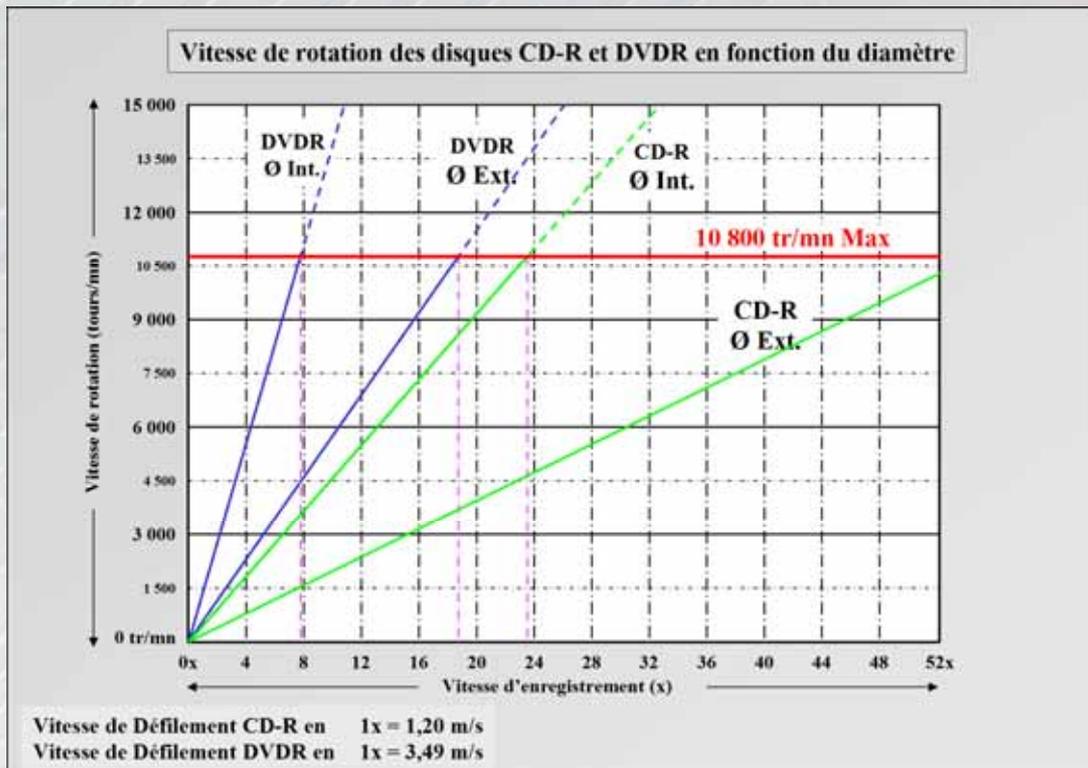


Photos JJ Wanègue

Contrôle des caractéristiques électriques des DVD-R après fabrication : vérification de leur conformité par rapport aux spécifications. En toute logique le fabricant devrait procéder régulièrement à des tests de vieillissement accéléré pour s'assurer qu'il n'y a aucune dérive dans ces process de fabrication. Une conformité électrique mesurée à l'instant T_0 ne donne aucune indication quant à la tenue dans le temps de ce disque.

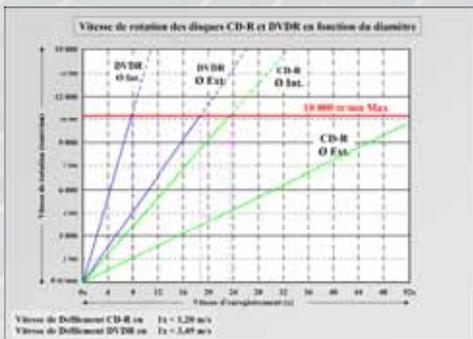
Vitesse d'Enregistrement et vitesse de rotation du disque

Une source inépuisable de problèmes



Vitesse d'Enregistrement et vitesse de rotation du disque

Une source inépuisable de problèmes



Vitesse d'Enregistrement et contrôle de la formation des marques

*En raison de son comportement thermique
 le Dye nécessite un contrôle de l'apport d'énergie par le laser*



Vitesse d'Enregistrement et stratégie d'écriture

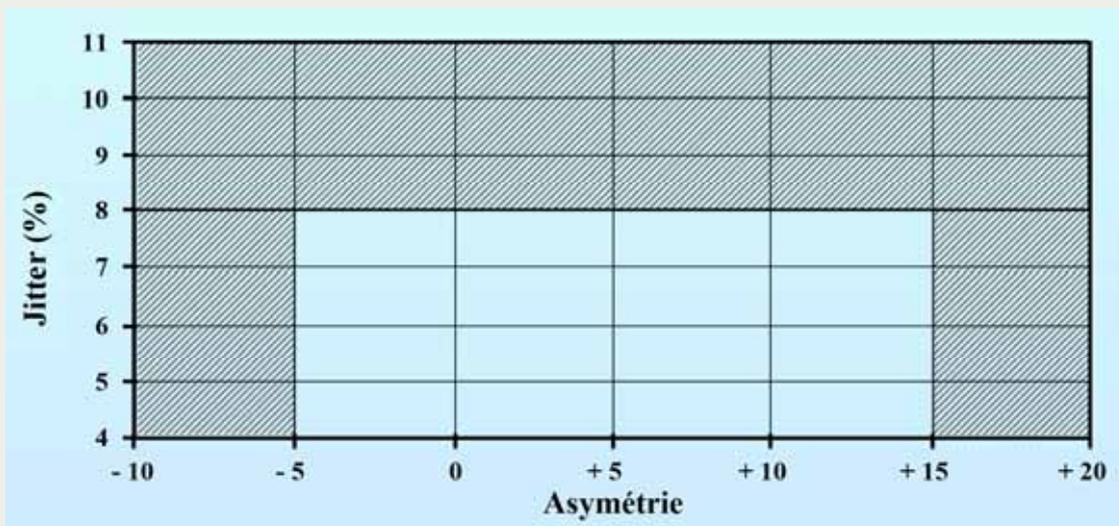
*En raison de son comportement thermique
le Dye nécessite un contrôle de l'apport d'énergie par le laser*

- Eléments thermiques :
 - température de décomposition
 - plage de température de décomposition
 - chaleur dégagée (exothermie)
 - masse thermique du Dye
 - conditions de refroidissement
- Conséquences pour le laser :
 - fournir la bonne quantité d'énergie
 - au bon moment
 - durant une période qui convient
 - en tenant compte des « micro-climats » environnants
 - tout en s'adaptant à la vitesse d'enregistrement
- La solution :
 - Stratégie d'écriture



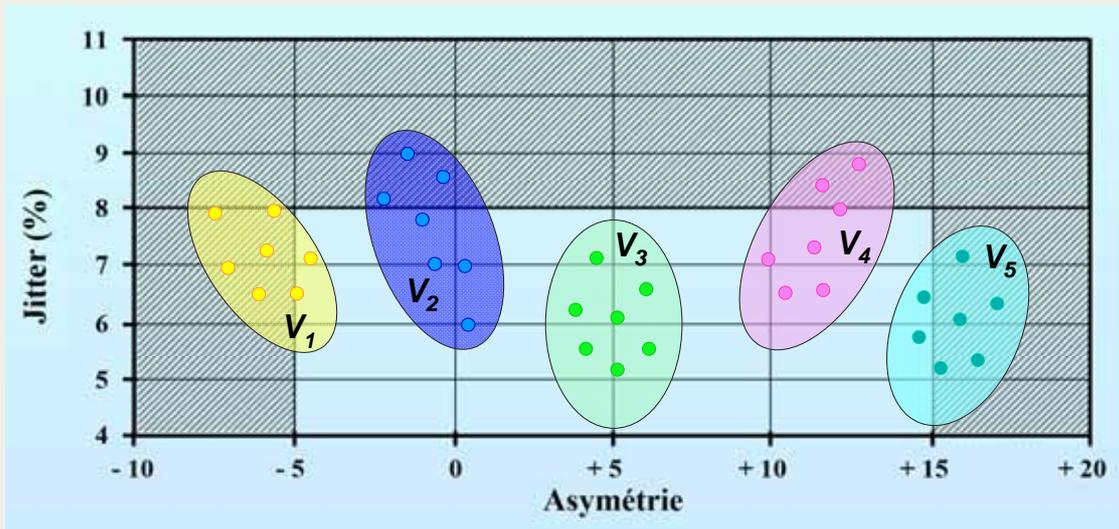
Vitesse d'Enregistrement et contrôle de la formation des marques

*Évolution des performances d'un disque optique
enregistrable en fonction de la vitesse d'écriture*



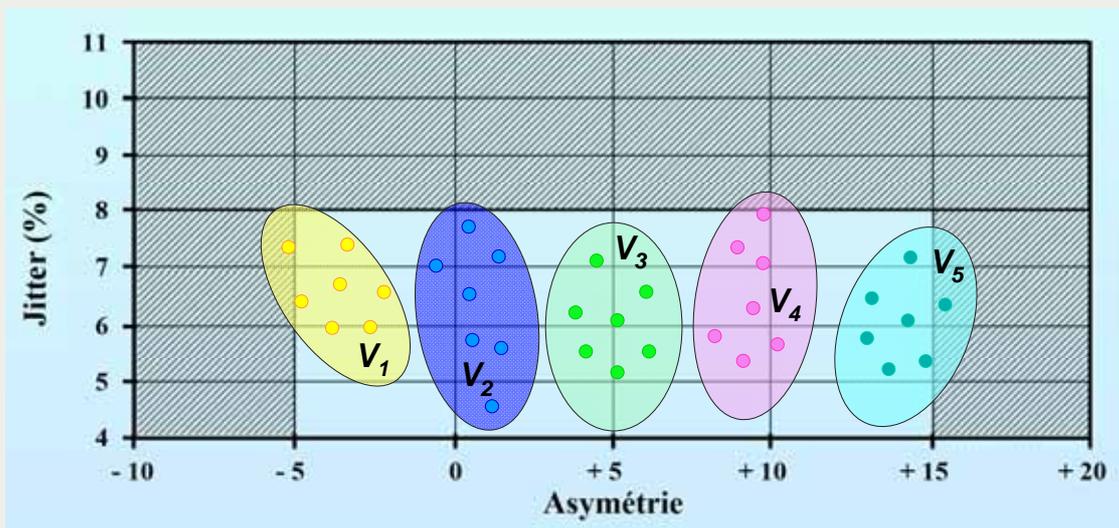
Vitesse d'Enregistrement et contrôle de la formation des marques

Évolution des performances d'un disque optique enregistrable en fonction de la vitesse d'écriture



Vitesse d'Enregistrement et contrôle de la formation des marques

Évolution des performances d'un disque optique enregistrable en fonction de la vitesse d'écriture



Un disque enregistrable à grande vitesse doit être capable de fonctionner à toutes les vitesses intermédiaires : un compromis difficile à obtenir.

Nouveau venu dans la famille des disques optiques enregistrables :

Le Blu-ray Disc enregistrable ou BD-R



Le BD-R existe :

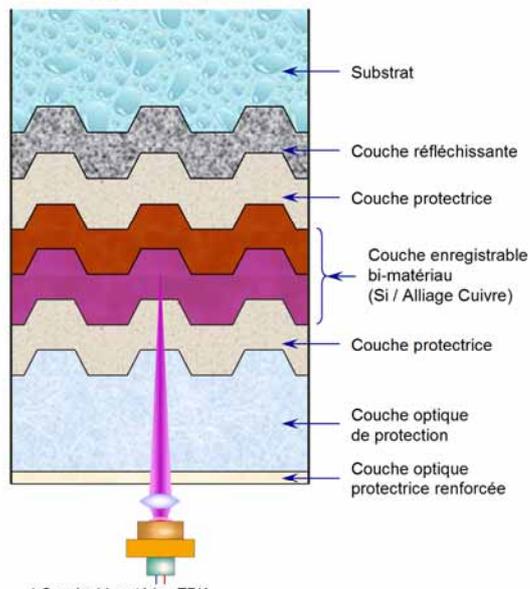
- en simple couche : 25 Goctets
- en double couche : 50 Goctets



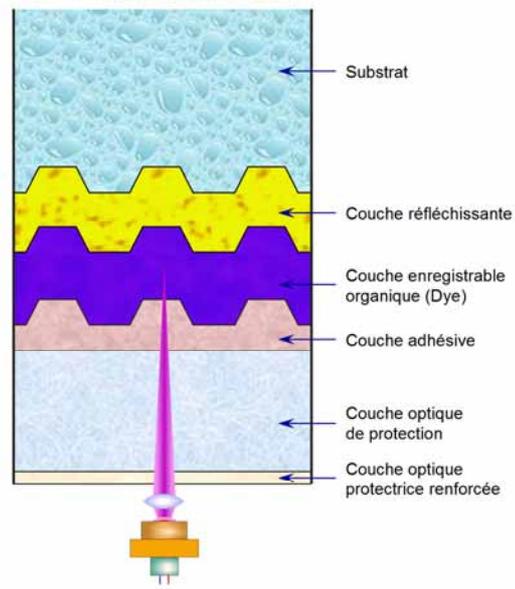
Il existe deux types de BD-R avec deux modes d'enregistrement :

- Couche enregistrable inorganique avec changement d'état HTL
- Couche enregistrable organique (dye) avec changement d'état LTH

BD-R type inorganique*



BD-R type organique



Exemple de BD-R de type inorganique :

- Technologie bi-matériau utilisée par TDK

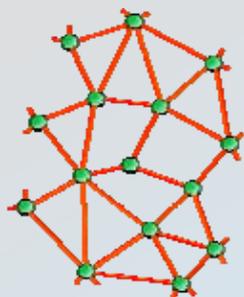


Marques formées dans une couche bi-matériau de type Silicium / Alliage Cuivre sur un BD-R inorganique TDK (document TDK / image microscope électronique à transmission)

Utilisation de la technologie à changement de phase :

- Principe de fonctionnement de la technologie à changement de phase

Marques enregistrées
(état amorphe)



Faiblement
réfléchissant

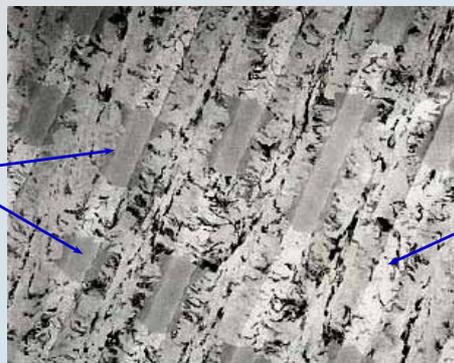
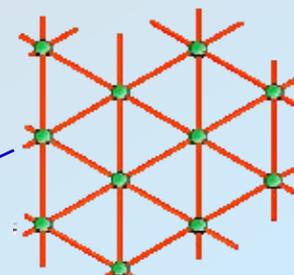


Image faite au MEB (Plasmon)

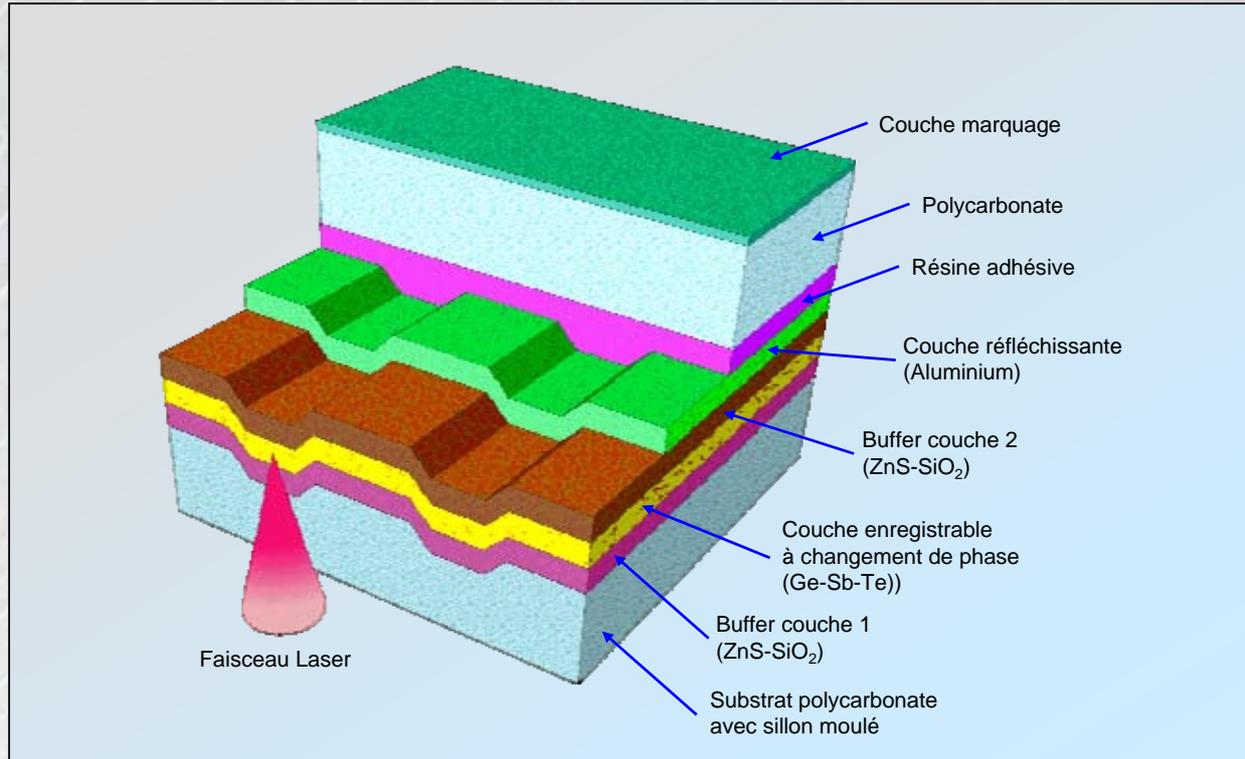
Zone vierge/effacée
(état cristallin)



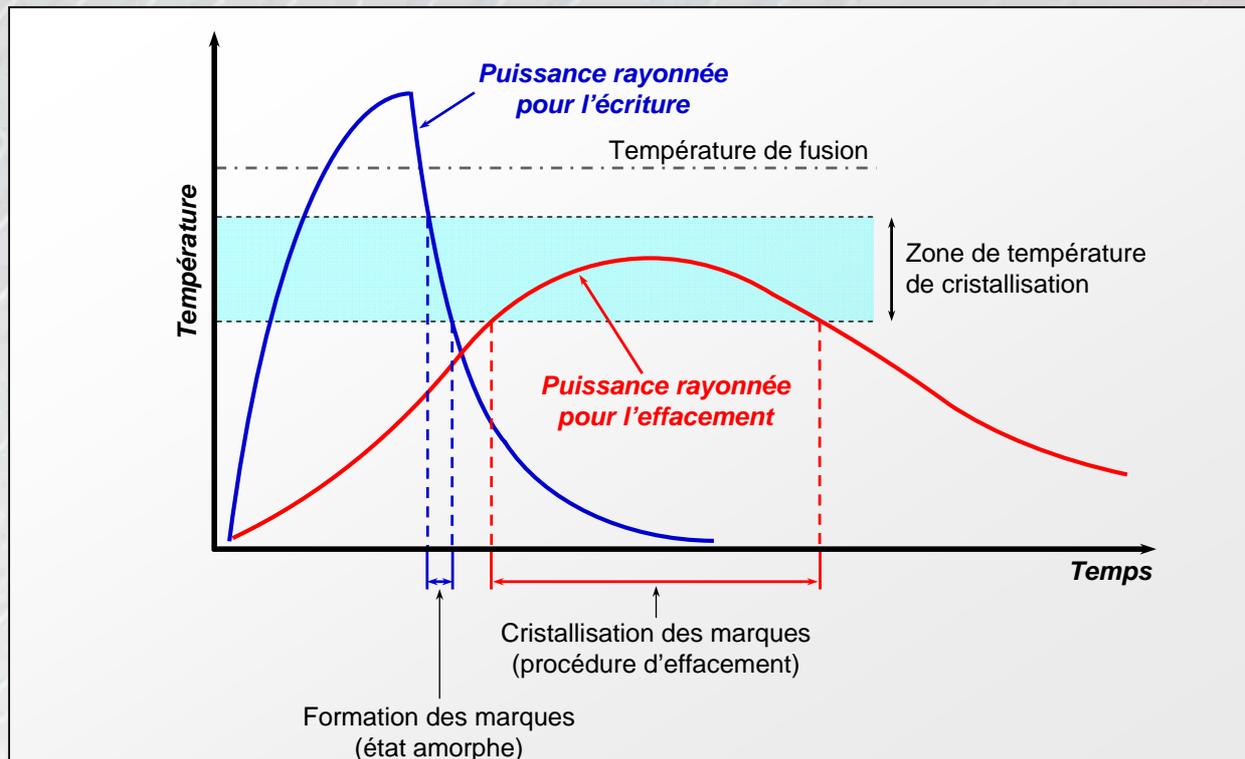
Fortement
réfléchissant

En passant de l'état cristallin à l'état amorphe le matériau à changement de phase devient faiblement réfléchissant. Ce phénomène est réversible, ce qui autorise l'utilisation d'un tel matériau pour la fabrication de disques réinscriptibles

Structure d'un disque réinscriptible à changement de phase :

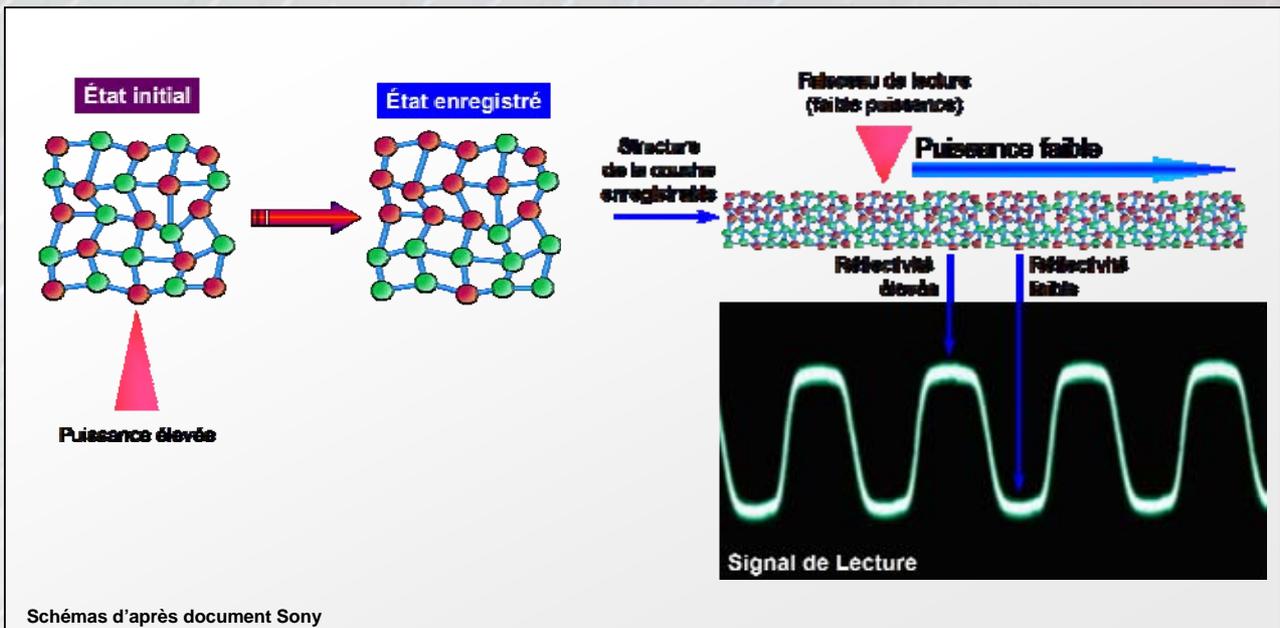


Principe de fonctionnement d'un disque réinscriptible à changement de phase * :



* Dessin tiré d'une présentation Plasmon sur la science des matériaux à changement de phase pour les supports d'enregistrement

Technologie « Laminar Phase Separation » de Sony utilisée pour le BD-R :



Les fabricants de disques Blu-ray enregistrables :

http://www.blu-raydisc.info/licensee_info.php

FLLA Licensee Login

Log in:

Blu-ray Disc Association License Office

Home Format Specifications License Applications Content Providers Blu-ray Disc logo Contact

FLLA Licensee Lists
License Flow
Format Type
BD-R
BD-RE

Disc Manufacturer ID and Media Type ID List

The following companies have registered their Disc Manufacturer ID and Media Type ID

Blu ray Disc Recordable Format Version 1.0

Single Layer (SL)

Manufacturer	Disc Manufacturer ID	Media Type ID	Writing Speed	Recording Type	Capacity
CMC Magnetics Corporation	CMCMAG	BA2	1-2X	HTL	25GB (12cm)
CMC Magnetics Corporation	CMCMAG	BA3	1-4X	IITL	25GB (12cm)
CMC Magnetics Corporation	CMCMAG	BA5	1-6X	HTL	25GB (12cm)
					25GB

Quelques fabricants mentionnés ici à titre d'exemple

Les fabricants de disques Blu-ray enregistrables :

Qui fait quoi ?

Disc Manufacturer ID and Media Type ID List
The following companies have registered their Disc Manufacturer ID and Media Type ID

Blu-ray Disc Recordable Format Version 1.0

Single Layer (SL)

Manufacturer	Disc Manufacturer ID	Media Type ID	Writing Speed	Recording Type	Capacity
CMC Magnetics Corporation	CMCMAG	BA2	1-2X	HTL	25GB (12cm)
CMC Magnetics Corporation	CMCMAG	BA3	1-4X	HTL	25GB (12cm)
CMC Magnetics Corporation	CMCMAG	BA5	1-6X	HTL	25GB (12cm)
Daxon Technology Inc.	Daxon	R2X	1-2X	HTL	25GB (12cm)
Daxon Technology Inc.	Daxon	R4X	1-4X	HTL	25GB (12cm)
Fujifilm Corporation	FUJIL				
Hitachi Maxell, Ltd.	MAXELL	RS1	1-2X	HTL	12cm and 8cm
INFOMEDIA INC.	INFOHE	R20	1-2X		
INFOMEDIA INC.	INFOHE	R30	1-4X		
Info Source Multi Media Ltd.	ISMMD0	R01	1-4X	HTL	12cm
Info Source Multi Media Ltd.	ISMMD0	R02	1-6X	HTL	12cm
LG Electronics Inc.	LGEBRA	S04	1-4X	HTL	12cm (25GB)
Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd.	VERBAT	IMa	1-2X	HTL	25GB (12cm) and 7.8GB (8cm)
Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd.	VERBAT	IMc	1-4X	HTL	25GB (12cm) and 7.8GB (8cm)
Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd.	VERBAT	IMe	1-6X	HTL	25GB (12cm)
Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd.	VERBAT	IMw	1-2X	LTH	25GB (12cm)
Moser Baer India Ltd	PHILIP	R02	1-2X	HTL	25GB
Moser Baer India Ltd	PHILIP	R04	1-4X	HTL	25GB
Moser Baer India Ltd	MBI	R06	1-6X	HTL	25GB
Moser Baer India Ltd	MBI	F01	1-2X	LTH	25GB
Moser Baer India Ltd	MBI	F02	1-4X	LTH	25GB
Moser Baer India Ltd	MBI	R02	1-2X	HTL	25GB
Moser Baer India Ltd	MBI	R04	1-4X	HTL	25GB
Optodisc Technology Corporation	OTCBDR	001	1-4X	HTL	25GB (12cm)
Optodisc Technology Corporation	OTCBDR	002	1-6X	HTL	25GB (12cm)
Panasonic Corporation	MEI	T01	1-2X	HTL	12cm
Panasonic Corporation	MEI	T02	1-4X	HTL	12cm
Panasonic Corporation	MEI	RA1	1-6X	HTL	12cm
RITEK CORPORATION	RITEK	BA1	1-2X	HTL	25GB
RITEK CORPORATION	RITEK	BA2	1-4X	HTL	25GB
RITEK CORPORATION	RITEK	BA3	1-6X	HTL	25GB
Sony Corporation	SONY	NN1	1-2X	HTL	25GB
Sony Corporation	SONY	NN2	1-4X	HTL	25GB
Sony Corporation	SONY	NN3	1-6X	HTL	25GB
SONY Corporation	SONY	NN3	1-6X	HTL	25GB
TAIYO YUDEN Co., Ltd.	TYG-RD	Y01	1-2X	LTH	25GB
TAIYO YUDEN Co., Ltd.	TYG-BD	Y03	1-4X	LTH	25GB
TDK Corporation	TDKBLD	RDA	1-2X	HTL	8cm
TDK Corporation	TDKBLD	RBA	1-2X	HTL	12cm
TDK Corporation	TDKBLD	RBB	1-4X	HTL	12cm
TDK Corporation	TDKBLD	RBD	1-6X	HTL	12cm (25GB)

Enregistrement de type HTL :
Couche inorganique

Enregistrement de type LTH :
Couche organique (Dye)

http://www.blu-raydisc.info/licensee_info.php

Les fabricants de disques Blu-ray enregistrables : *Qui fait quoi ?*

Disc Manufacturer ID and Media Type ID List

The following companies have registered their Disc Manufacturer ID and Media Type ID

Blu-ray Disc Recordable Format Version 1.0

Single Layer (SL)

Manufacturer	Disc Manufacturer ID	Media Type ID	Writing Speed	Recording Type	Capacity
Hitachi Maxell, Ltd.	MAXELL	RS1	1-2X	HTL	12cm and 8cm
Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd.	VERBAT	IMc	1-4X	HTL	25GB (12cm) and 7.8GB (8cm)
Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd.	VERBAT	IMe	1-6X	HTL	25GB (12cm)
Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd.	VERBAT	IMw	1-2X	LTH	25GB (12cm)
Moser Baer India Ltd	PHILIP	R04	1-4X	HTL	25GB
Moser Baer India Ltd	MBI	F02	1-4X	LTH	25GB
Moser Baer India Ltd	MBI	R04	1-4X	HTL	25GB
Sony Corporation	SONY	NN2	1-4X	HTL	25GB
Sony Corporation	SONY	NN3	1-6X	HTL	25GB
TAIYO YUDEN Co., Ltd.	TYG-BD	Y03	1-4X	LTH	25GB
TDK Corporation	TDKBLD	RBB	1-4X	HTL	12cm
TDK Corporation	TDKBLD	RBD	1-6X	HTL	12cm (25GB)

DYE

Inorganique

Quoi de plus durable que le verre ?



**Pourquoi ne pourrait-on pas graver
les données numériques dans le verre ?**



La technologie Century-Disc® de Plasmon OMS :



Usine Plasmon OMS à Caen (ex. Digipress)

un disque en verre pour l'archivage

Idée de départ :

- support d'archivage à très long terme de haute sécurité
- avec un coût de maintenance et d'exploitation quasi nul

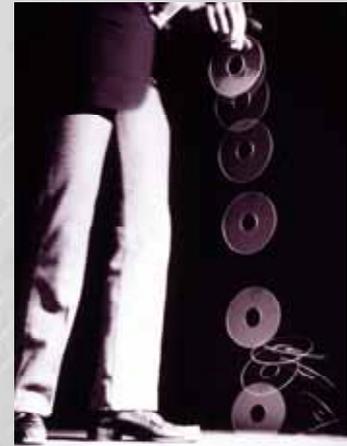


*En utilisant comme substrat un disque en verre trempé et en ayant éliminé tout matériau organique ou oxydable, le **Century-Disc** se présente comme un support d'archivage pérenne à haut niveau de sécurité ne nécessitant aucune contrainte d'environnement particulière pour sa conservation*

Le disque d'archivage en verre Century-Disc ®

En se fondant sur les caractéristiques idéales d'un support d'archivage :

- longue durée de vie du support
- universalité du format de l'information
- grande souplesse de mise en œuvre
- standardisation du format des données et du support
- bon rapport performance/coût
- format ouvert sur le futur
- valeur légale reconnue



La réponse :

- adoption du format CD puis DVD, éventuellement Blu-ray dans le futur proche
- utilisation du verre trempé en remplacement du polycarbonate
- et de l'or ou autre métal inaltérable (TiN) pour la couche réfléchissante

Technologie ayant obtenu en 1990 le label Eureka dans le cadre du projet Eureka EU 390 LAST mis au point en collaboration avec Glaverbel, fournisseur des substrats en verre

