



Université Blaise Pascal



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

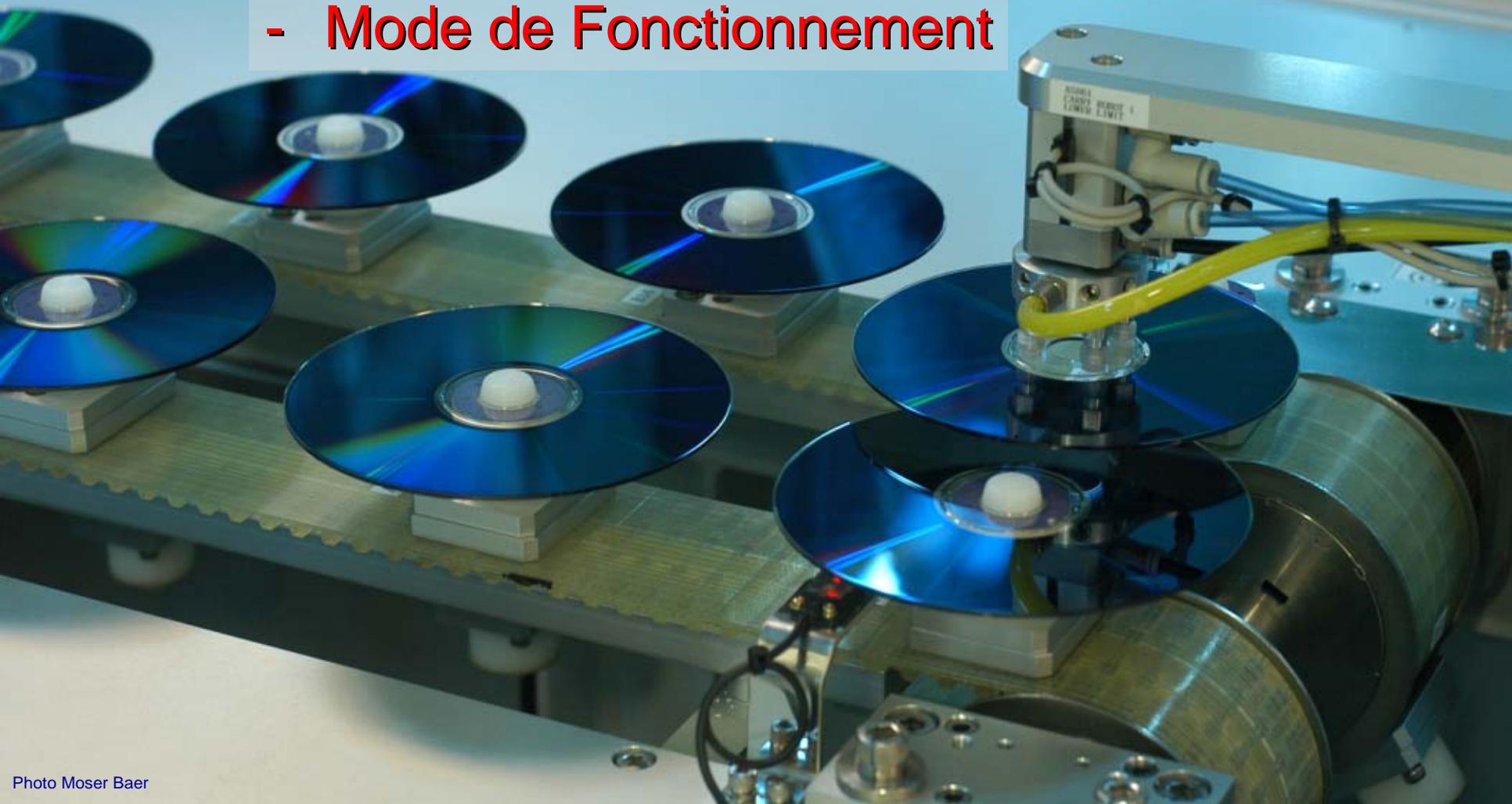
***L'Enregistrement
Optique :
Comment
ça marche ?***

Jean-José Wanègue

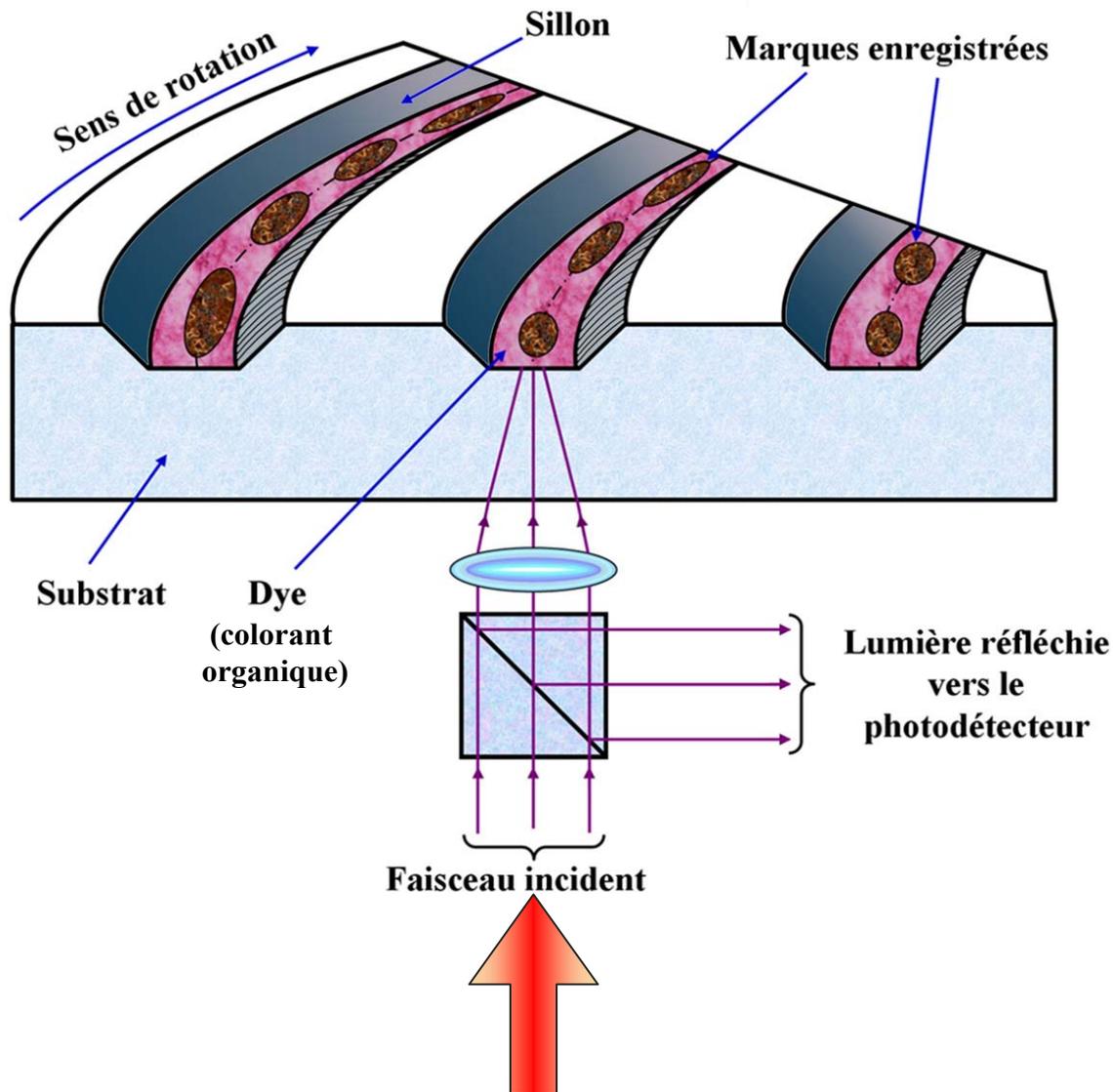


Les Disques Optiques Enregistrables

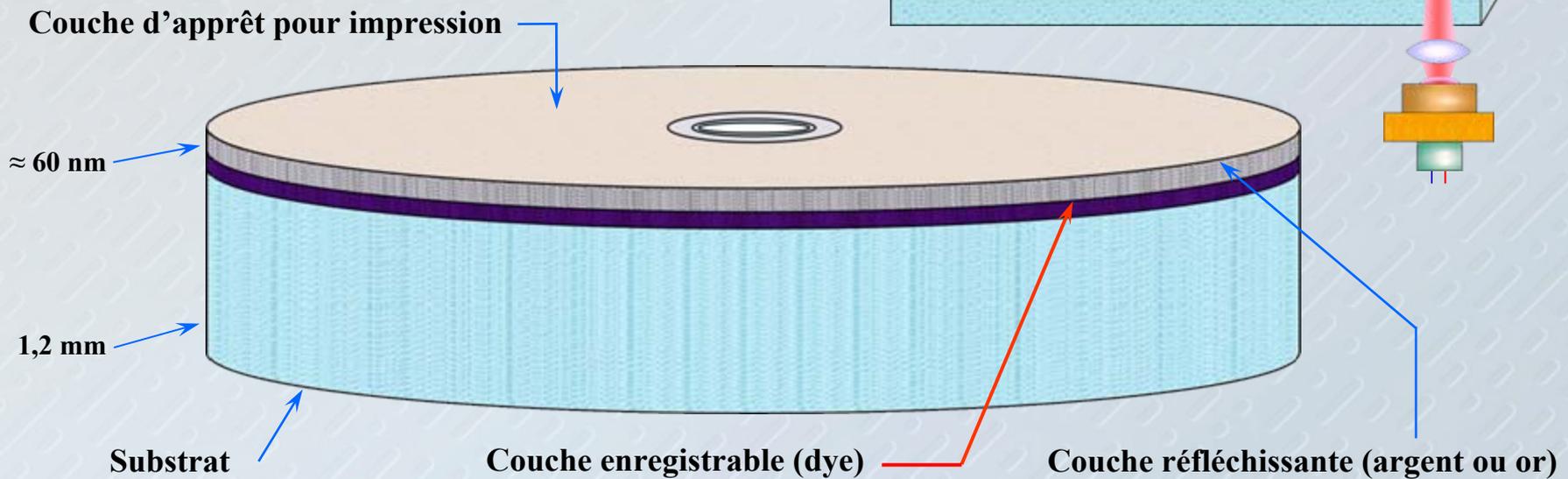
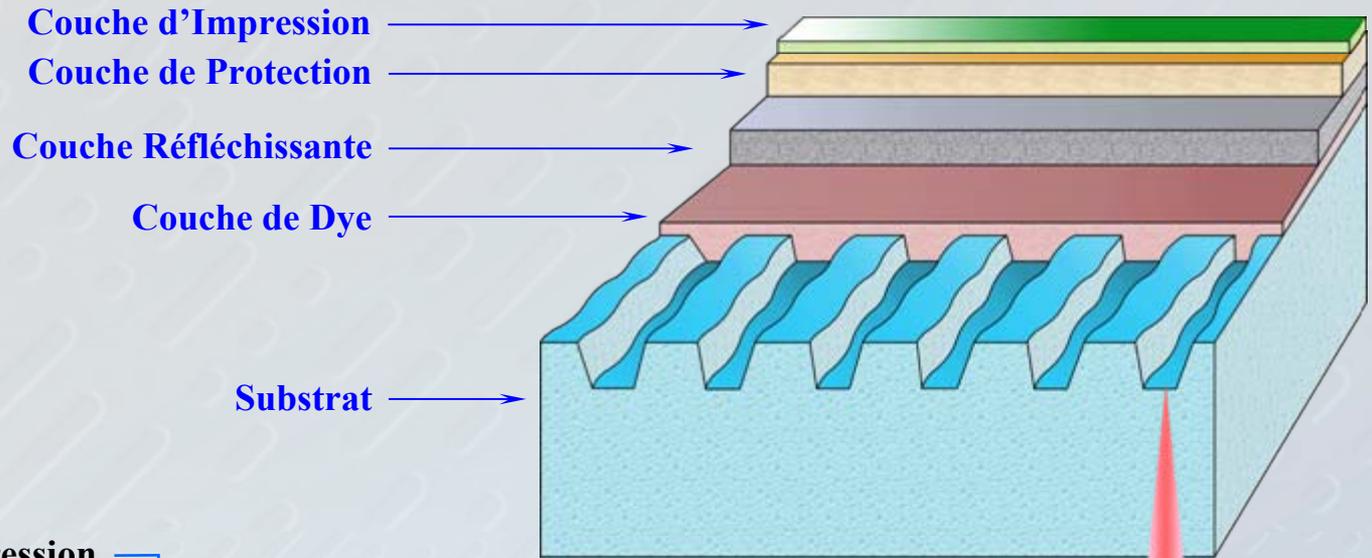
- Principes Techniques
- Mode de Fonctionnement



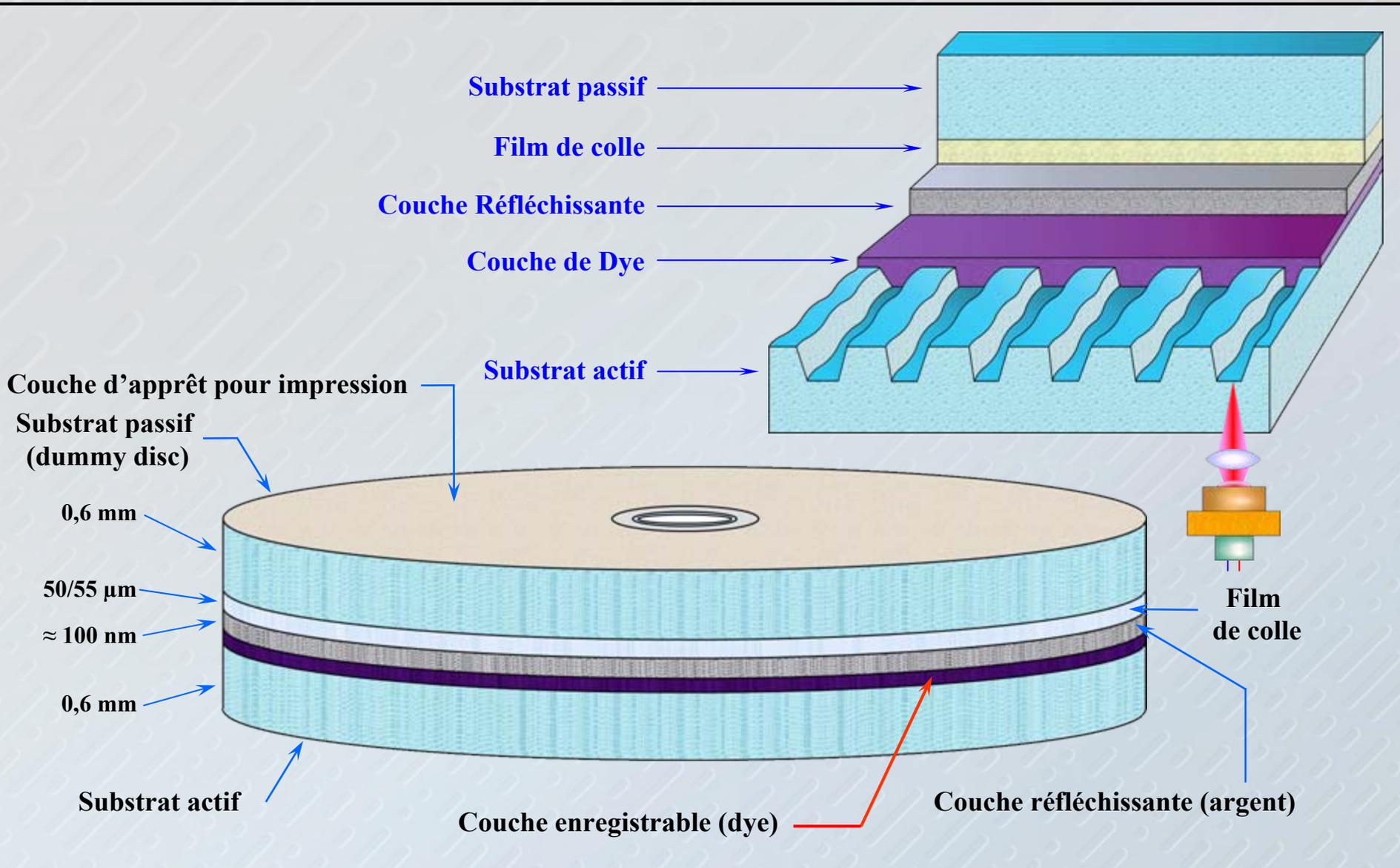
Structure générale d'un CD-R, d'un DVD-R ou DVD+R



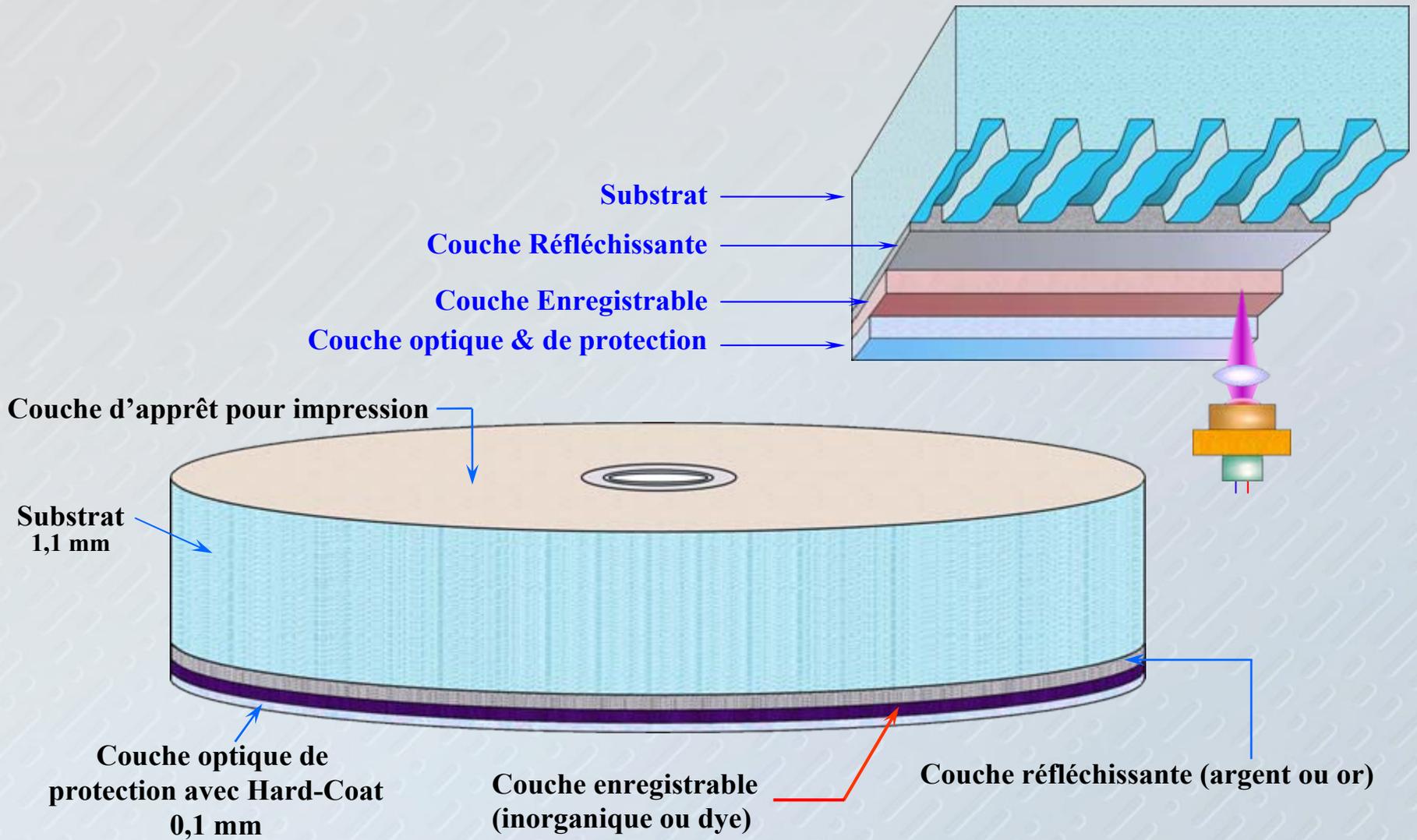
Structure générale d'un CD Enregistrable : CD-R



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



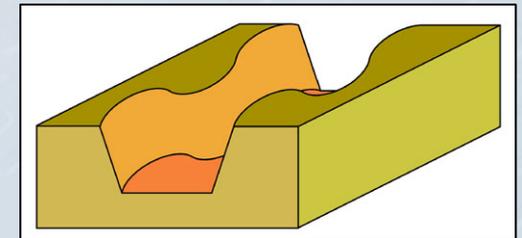
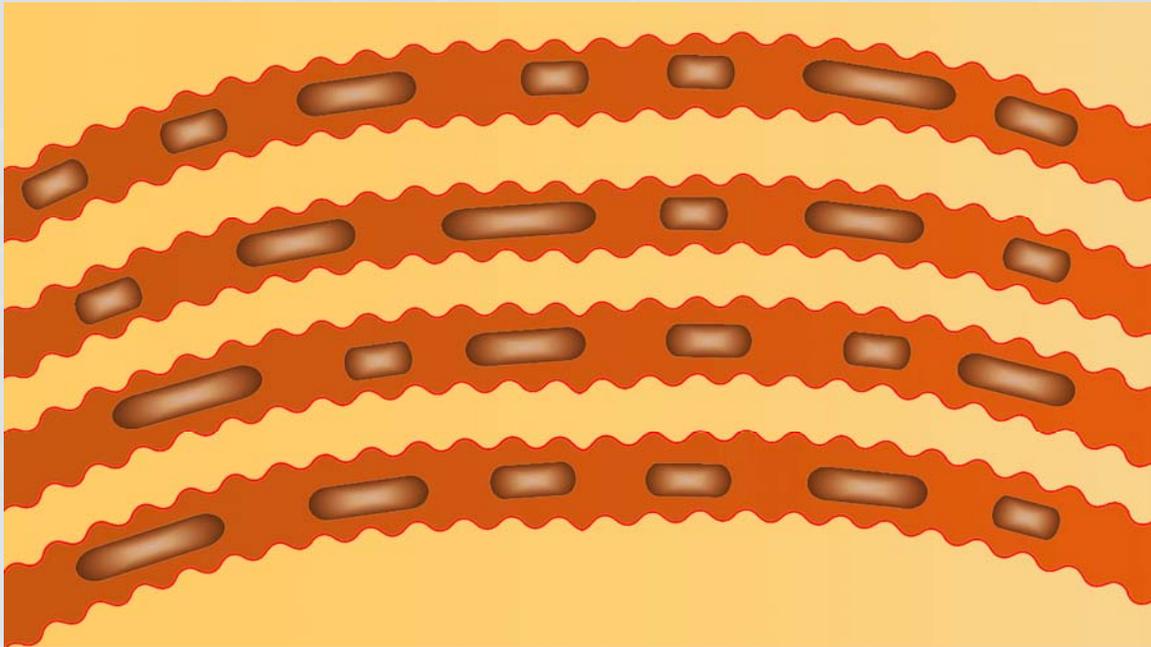
Structure générale d'un disque enregistrable : BD-R



Rôle fondamental du Sillon durant l'enregistrement

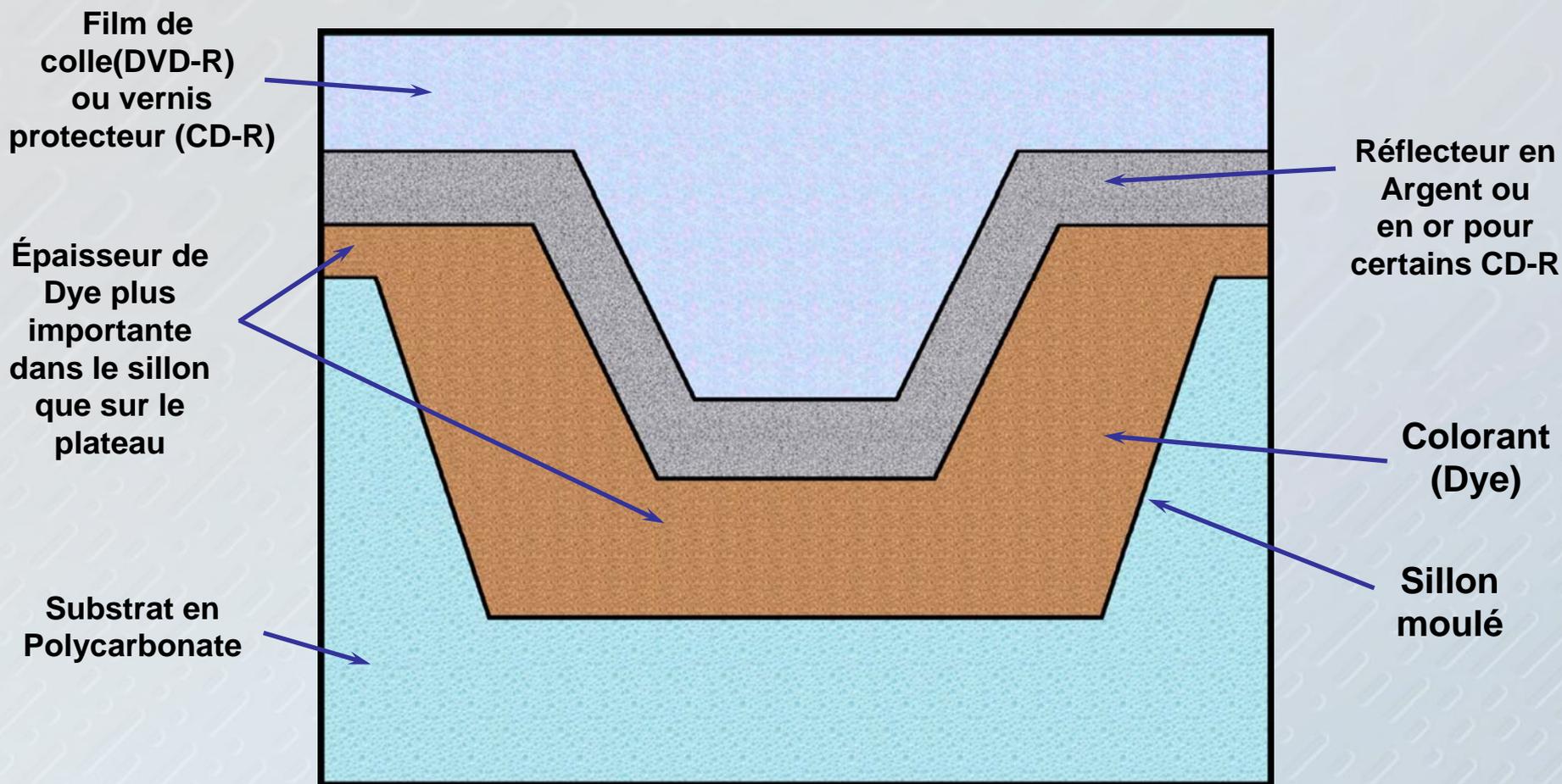
Pour pouvoir graver les données à enregistrer, le graveur doit disposer de 3 informations vitales :

- 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



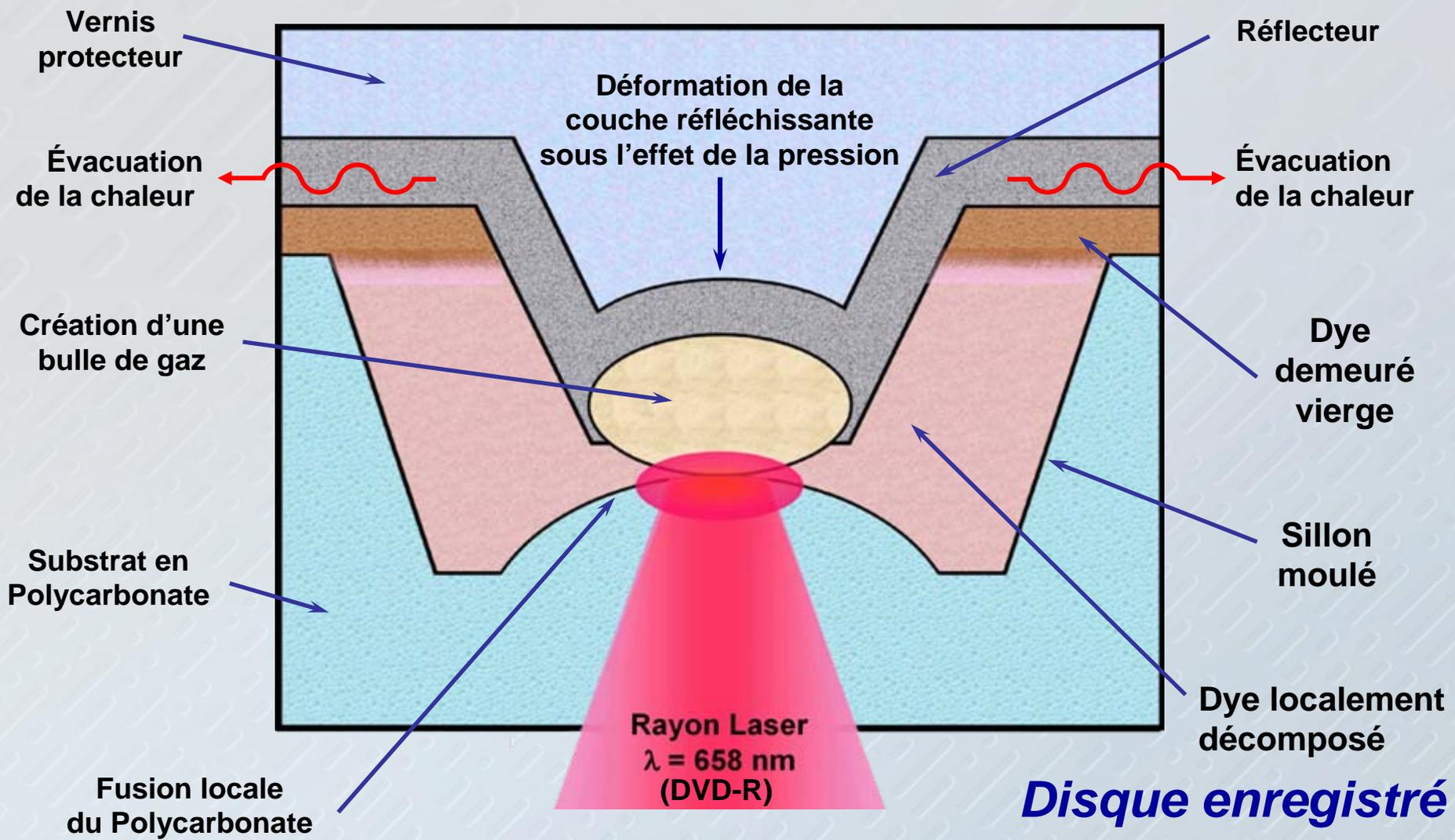
3 informations contenues dans un sillon modulé par une oscillation (Wobble)

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



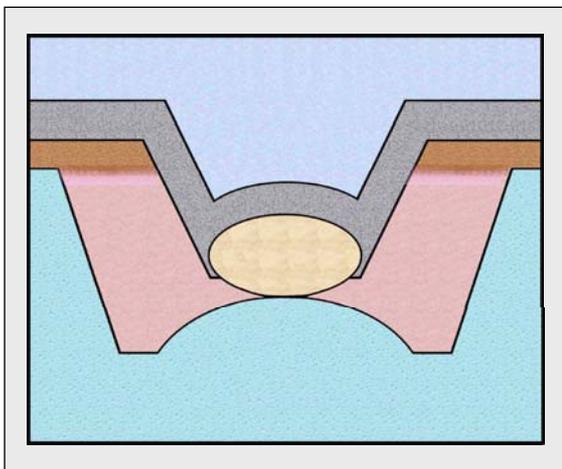
Disque enregistrable vierge

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



Mécanisme de Formation des Marques lors de l'Écriture

Phénomène constaté : la modification du substrat est une réalité



Mais le mécanisme fondamental de lecture repose sur la différence de contraste entre les marques et les intervalles demeurés vierges. à contrôler.

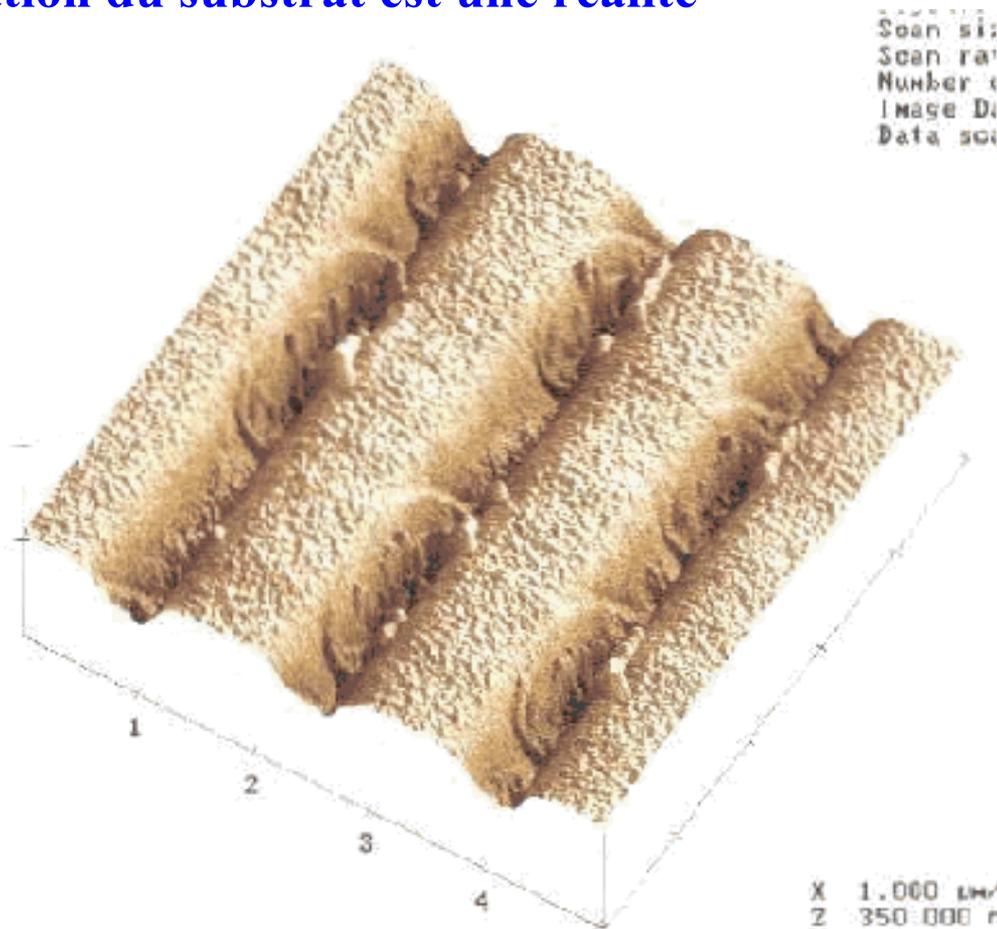
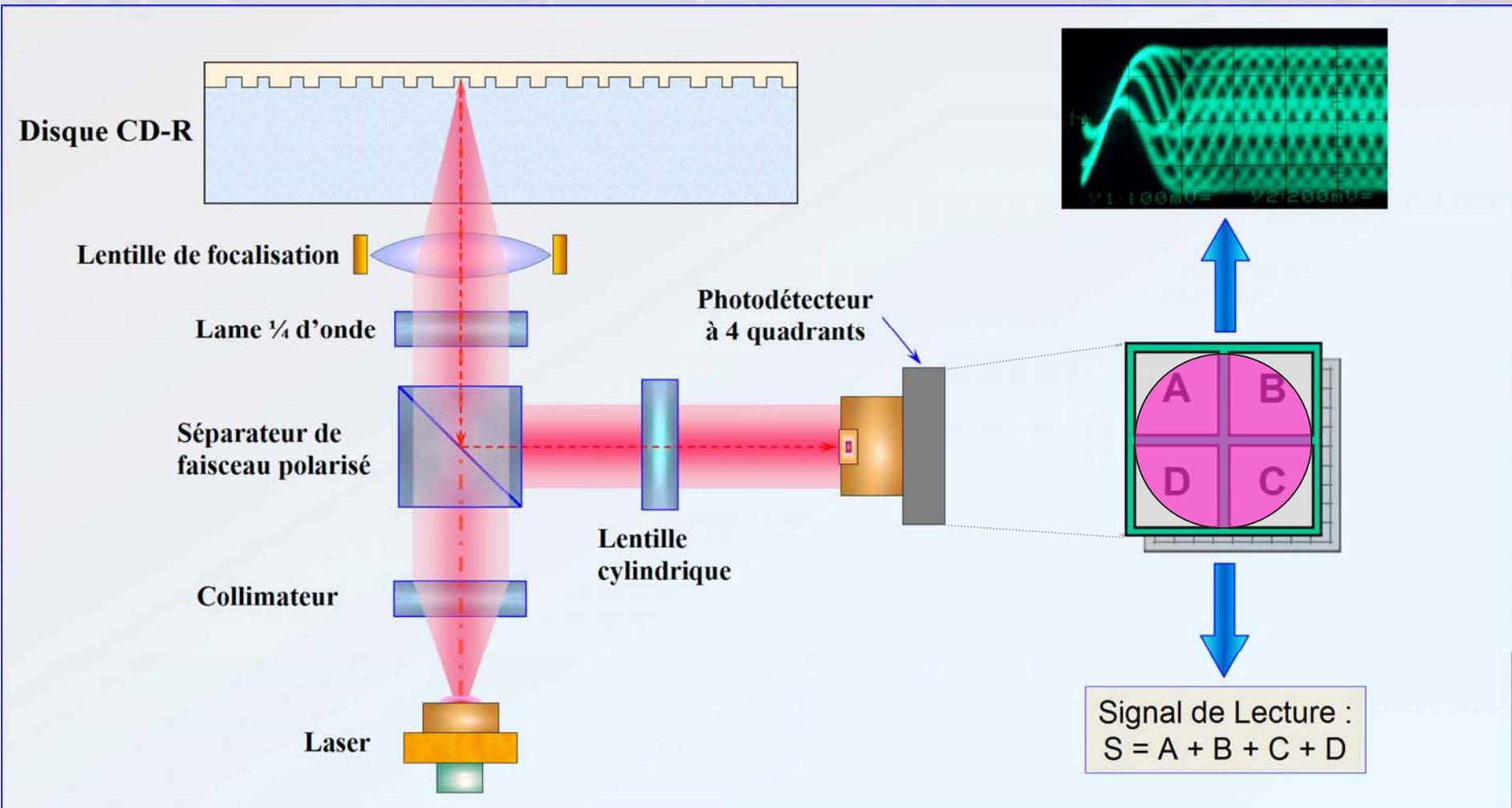


Image AFM montrant la fusion du polycarbonate au point de formation des marques avec une déformation des parois du sillon (Image réalisée au microscope AFM par Plasmon ©)

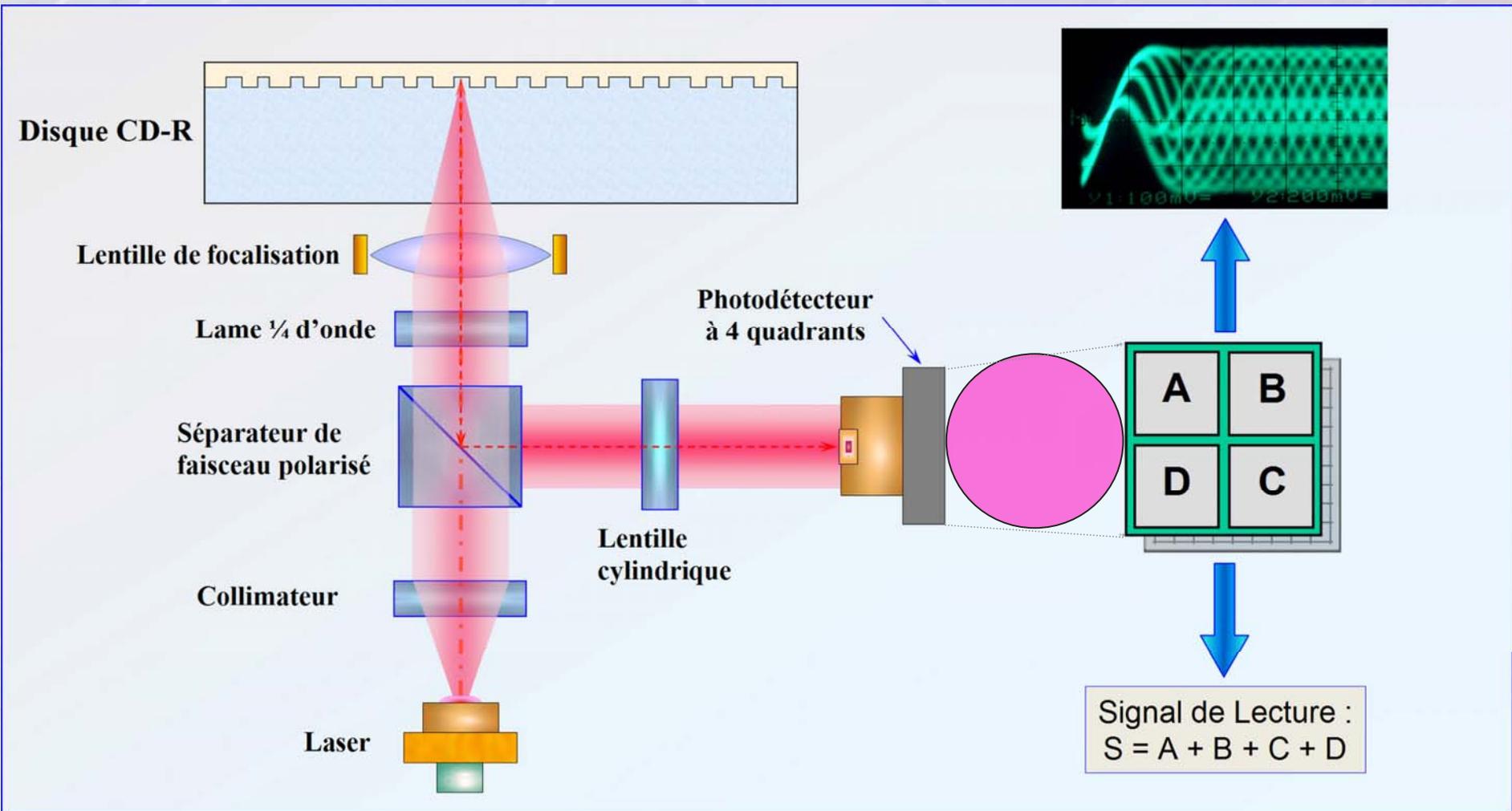
Principe de Lecture des Marques :

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



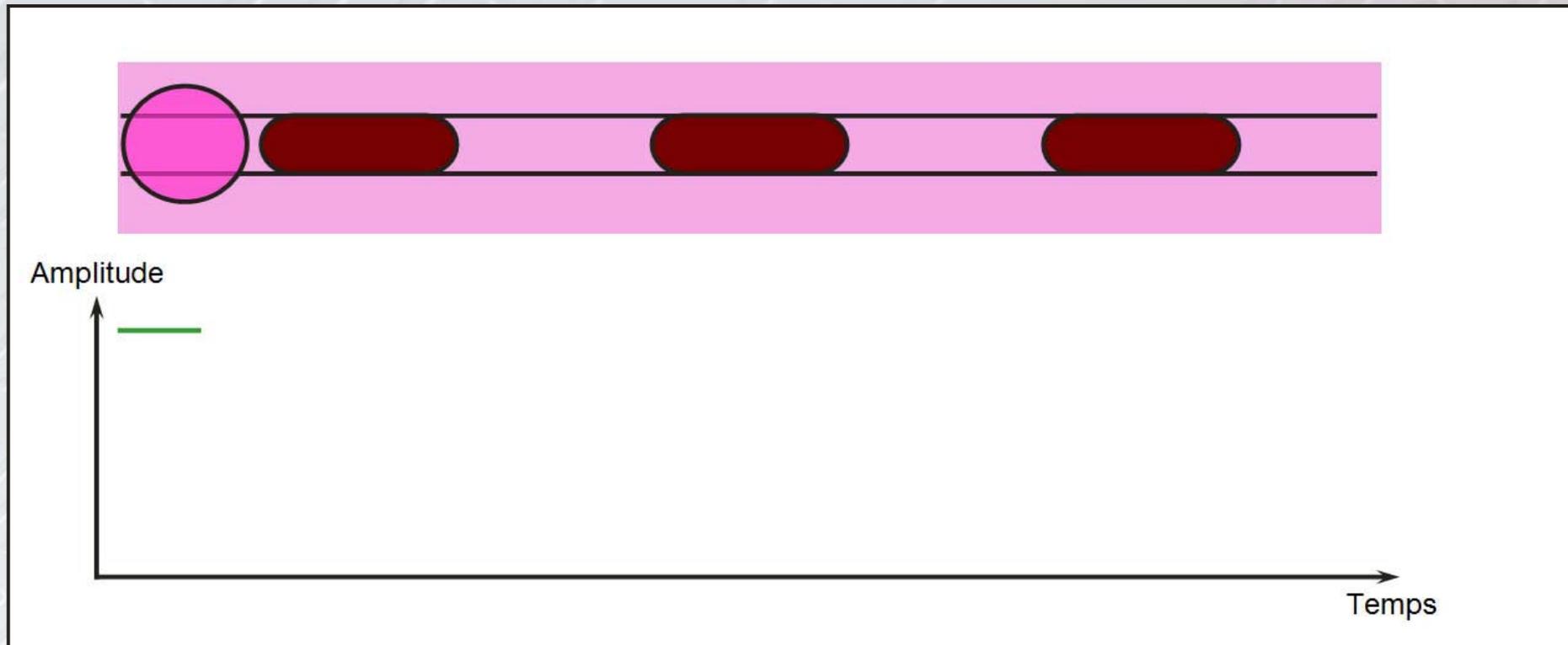
Principe de Lecture des Marques :

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

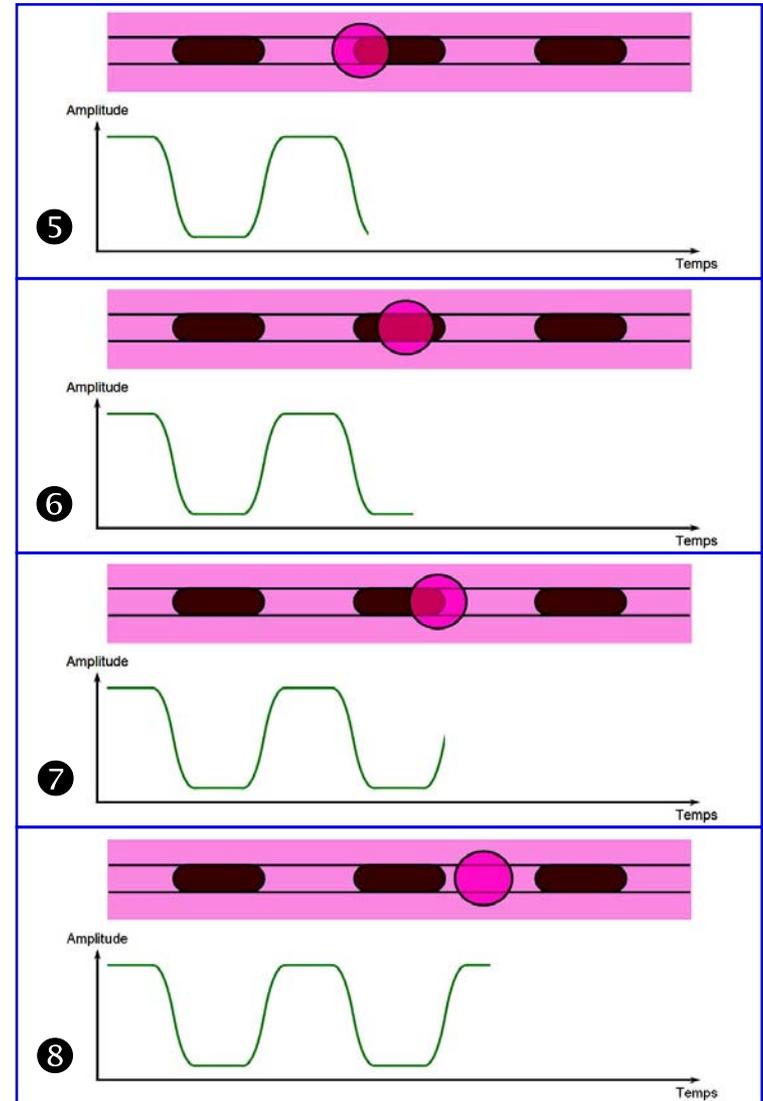
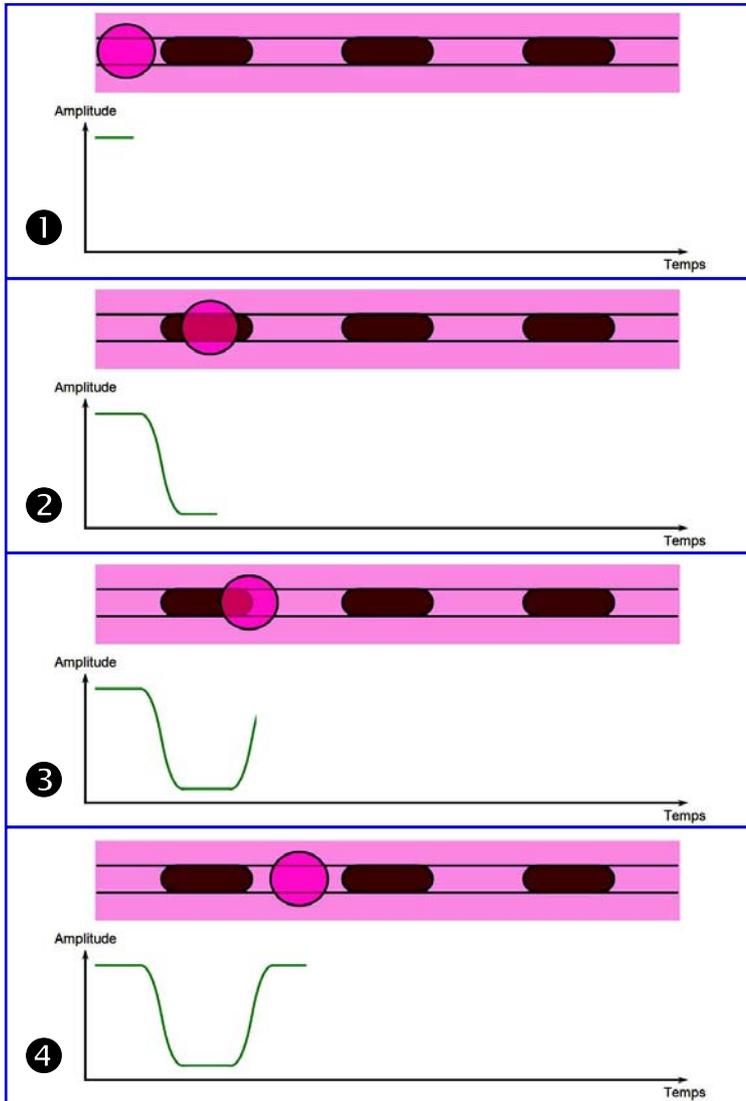


Principe de Lecture des Marques :

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.



Principe de Lecture des Marques :



La fabrication d'un disque optique enregistrable



Photo JJ Wanègue ©

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

La fabrication d'un disque optique enregistrable

Presse à injecter



Convoyeur de refroidissement des substrats après la sortie du moule



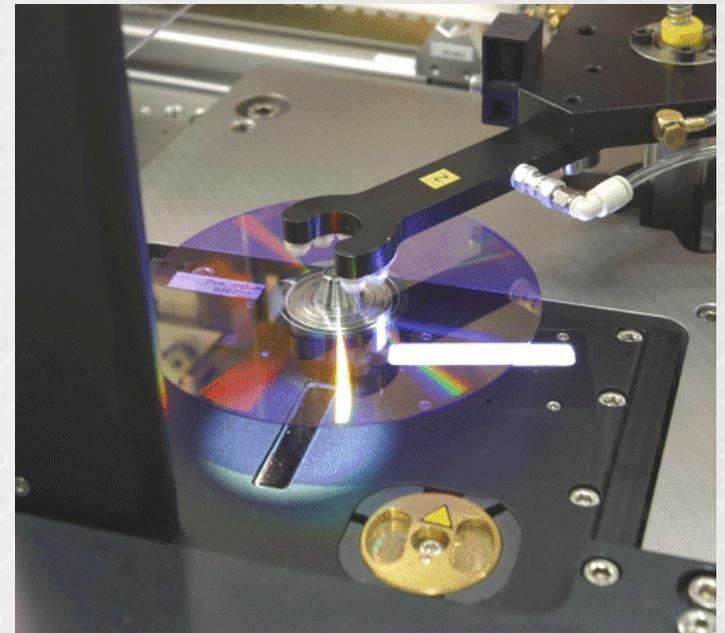
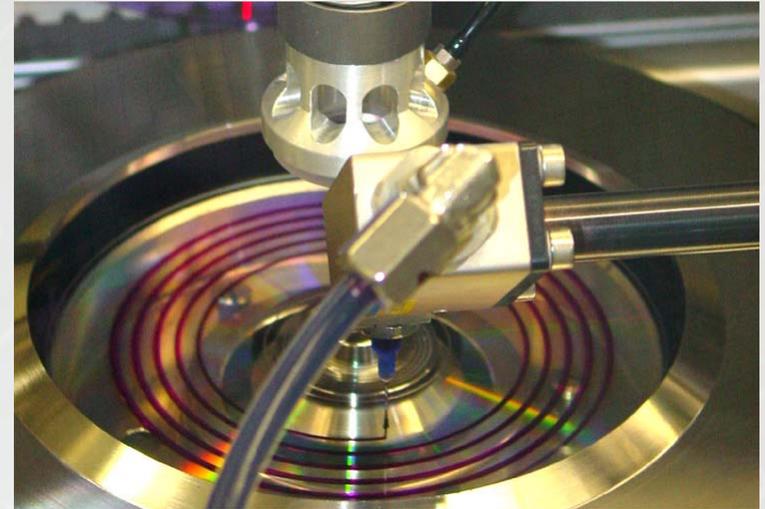
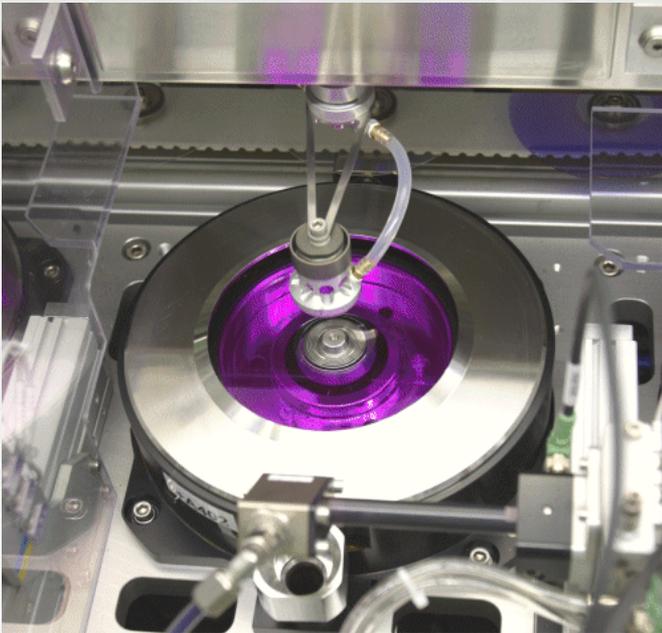
Moule d'injection avec la matrice



Photos JJ Wanègue ©

La fabrication d'un disque optique enregistrable

Dépôt du Dye par centrifugation (Spin-Coating)



Photos JJ Wanègue ©

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.

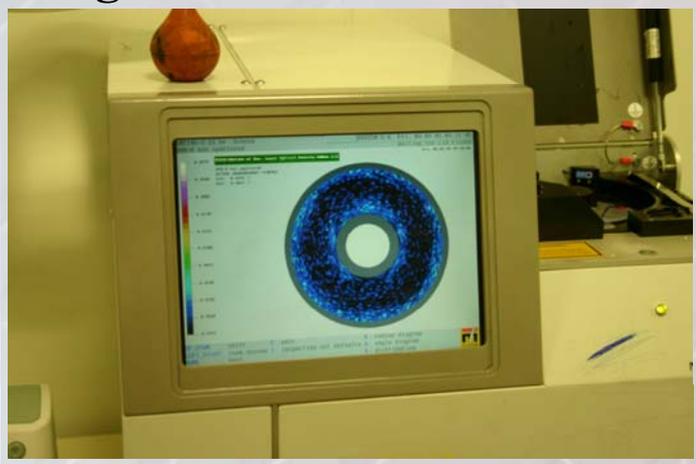


Photo JJ Wanègue ©

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

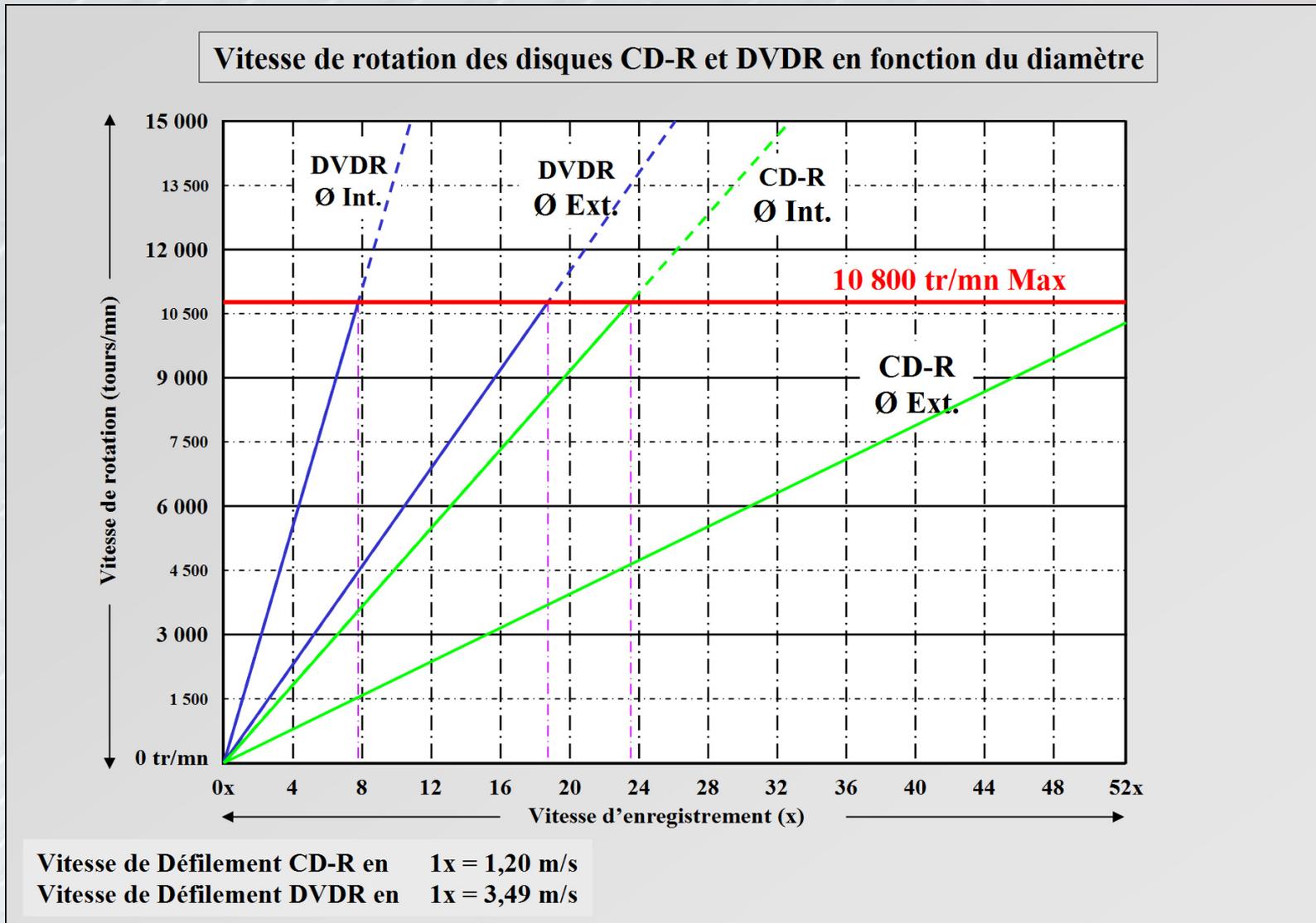


Photos JJ Wanègue ©

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.

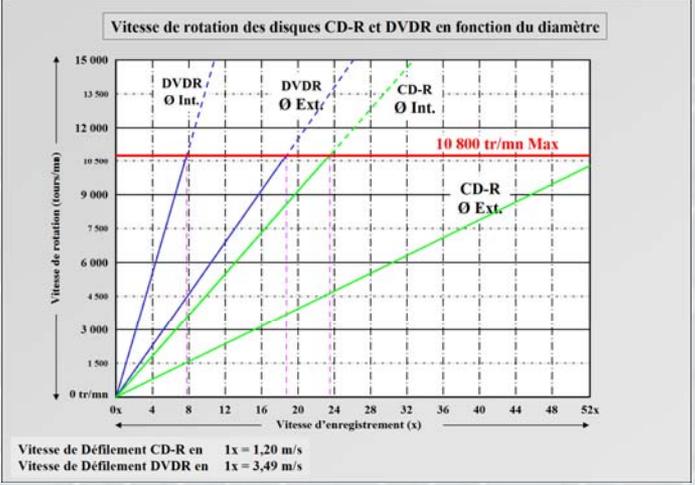
Vitesse d'Enregistrement et vitesse de rotation du disque

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*



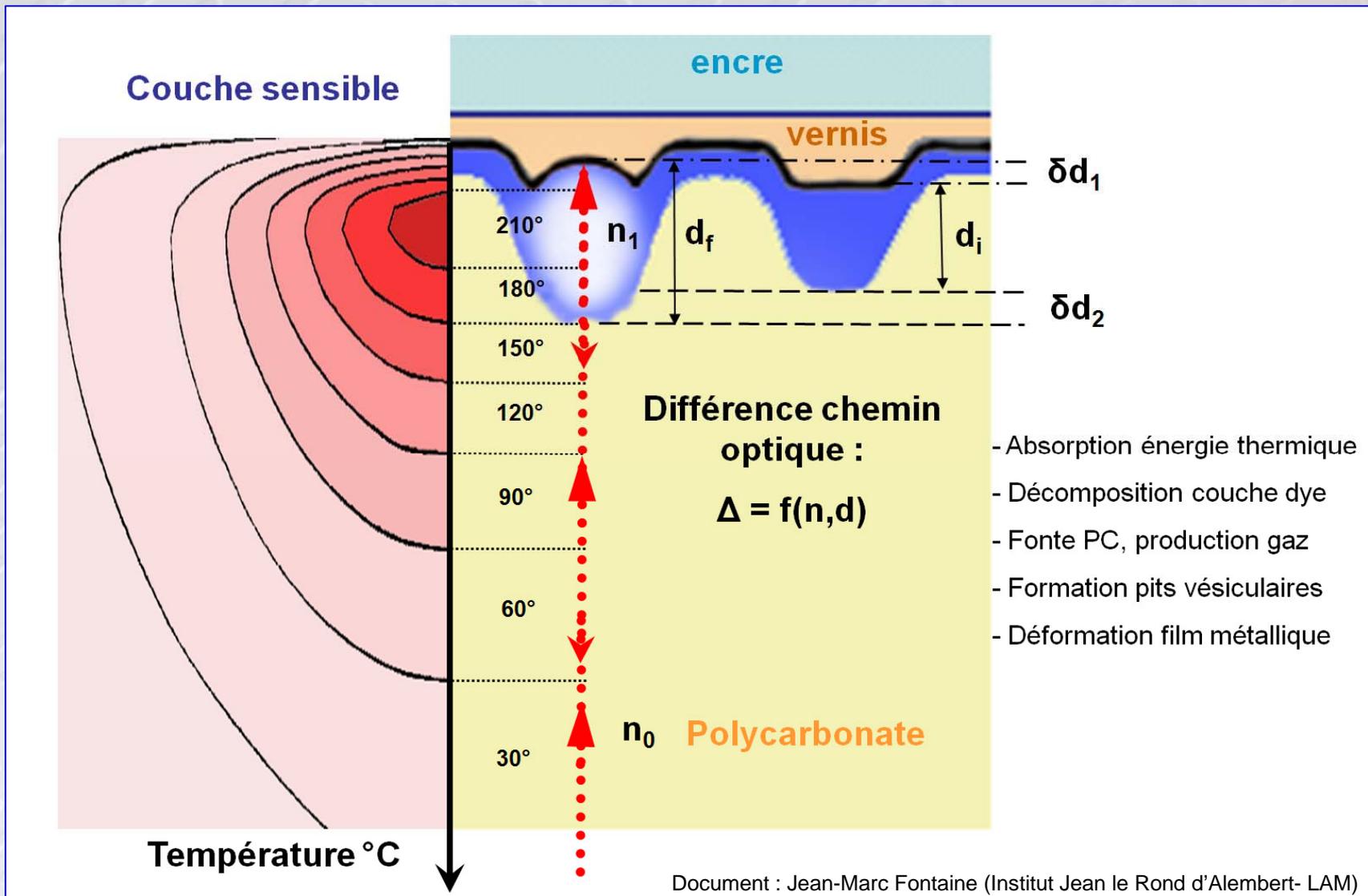
Vitesse d'Enregistrement et stratégie d'écriture

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

- Éléments 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

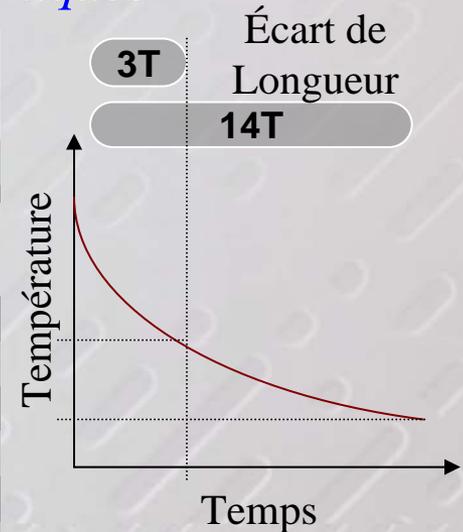
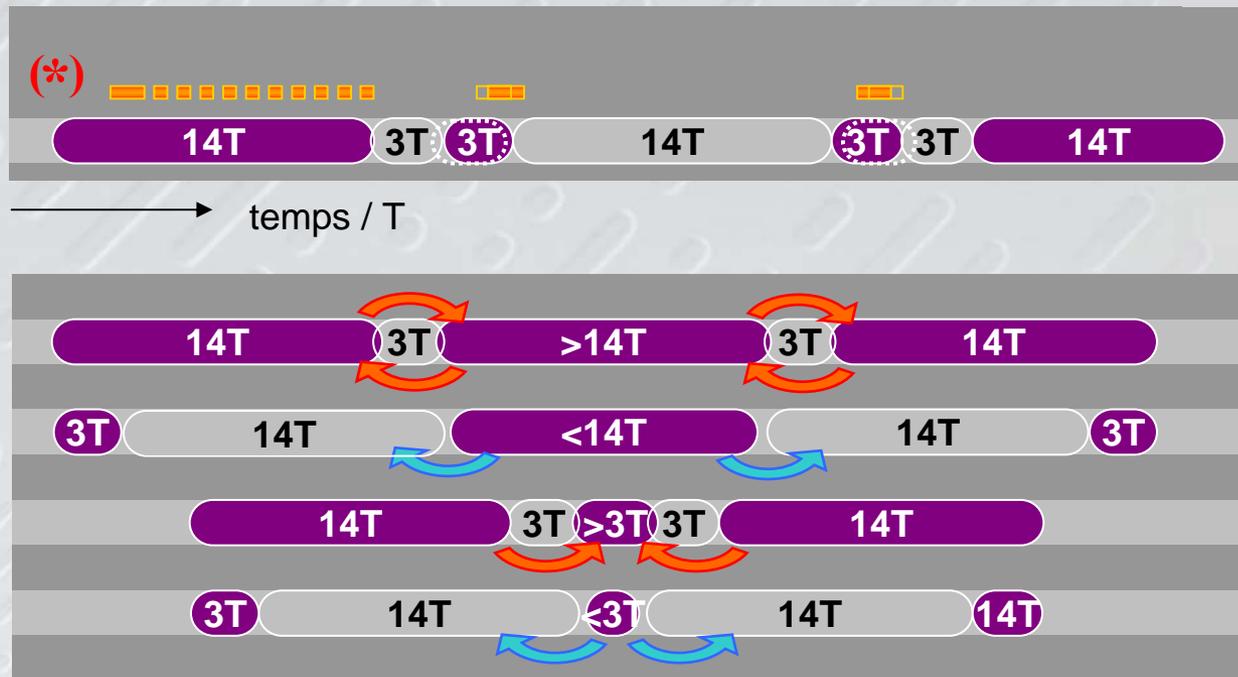


L'enregistrement d'un CD-R : un processus complexe



DVD enregistrable et stratégie d'écriture

Formation des Marques et Interférences Thermiques



Longueur des Marques dépendant de la température du Dye

- T Cycle d'horloge
- Pré-Chauffage
- Post-Chauffage
- Stratégie d'Écriture
- Pré-Refroidissement
- Post-Refroidissement

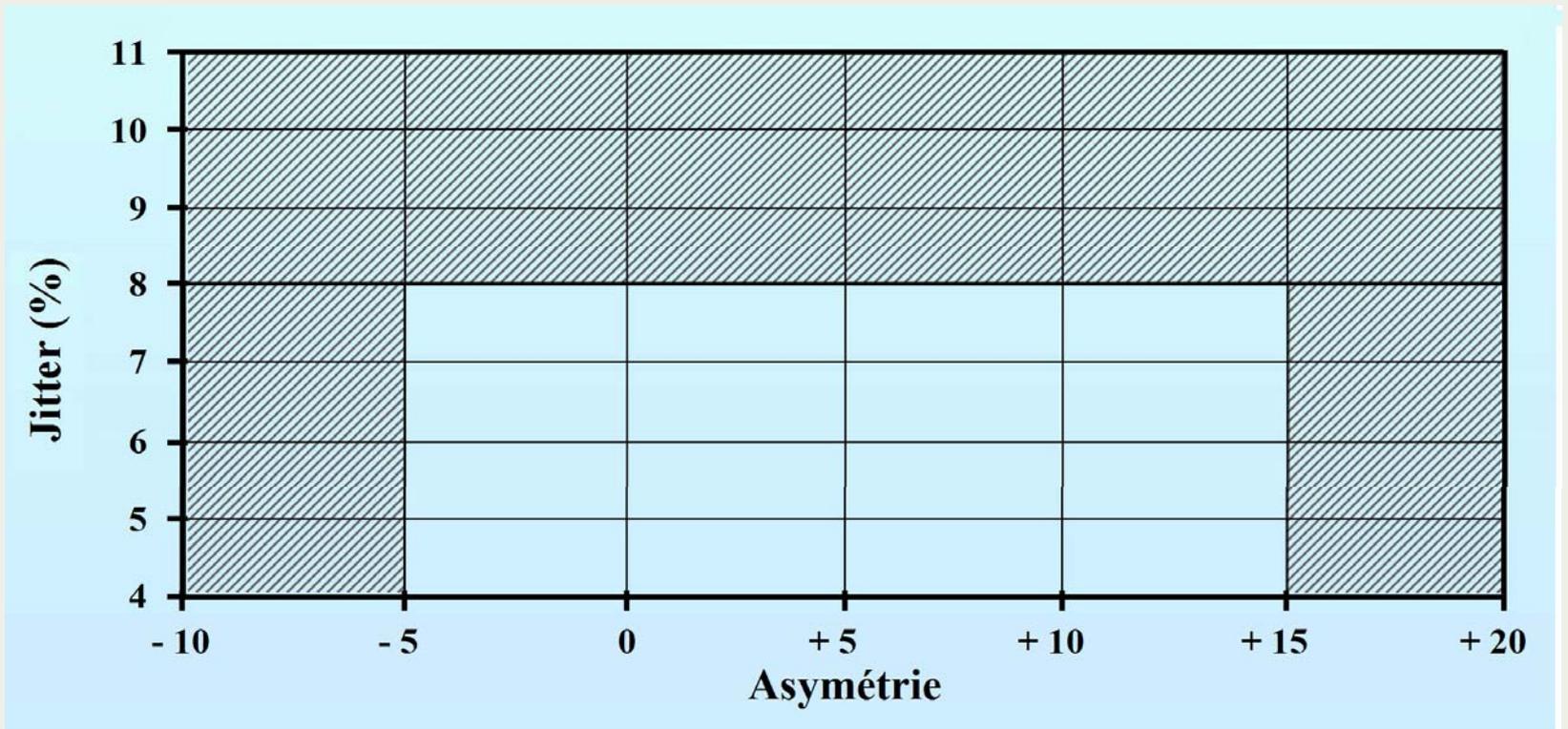
- Stratégie d'écriture : permet de compenser les effets de Pré et Post chauffage (minimisation du Jitter)
- Ajustements opérés en relation avec l'horloge de référence (Data-to-Clock)
- Longueur des Marques/Espaces dépend de la longueur des Marques/Espaces qui précèdent et suivent

Les interférences thermiques créent des Interférences Inter Symboles (ISI)

* La combinaison des impulsions utilisée ici est prohibée par la modulation EFM : utilisée ici uniquement pour illustrer le concept

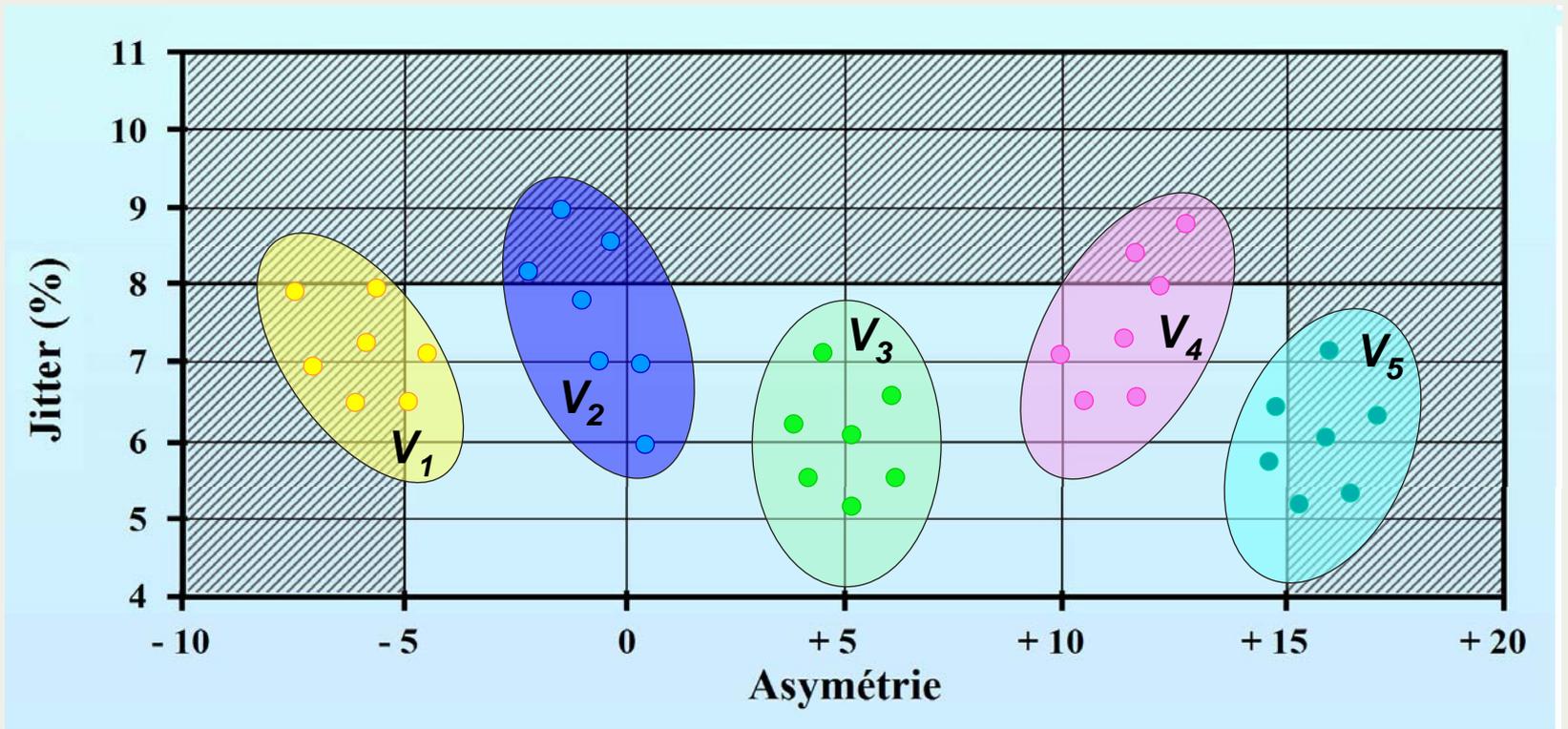
Vitesse d'Enregistrement et contrôle de la formation des marques

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



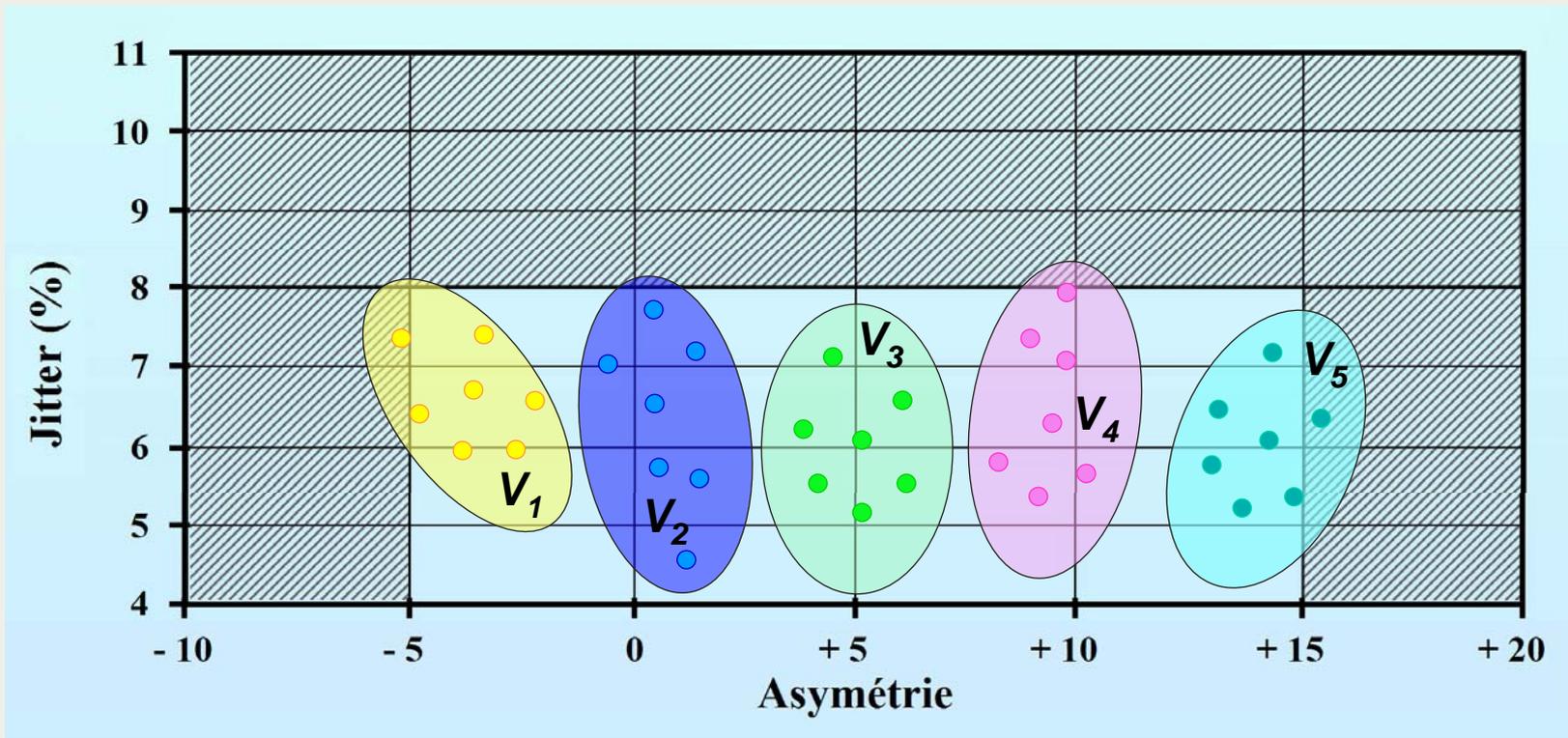
Vitesse d'Enregistrement et contrôle de la formation des marques

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 :

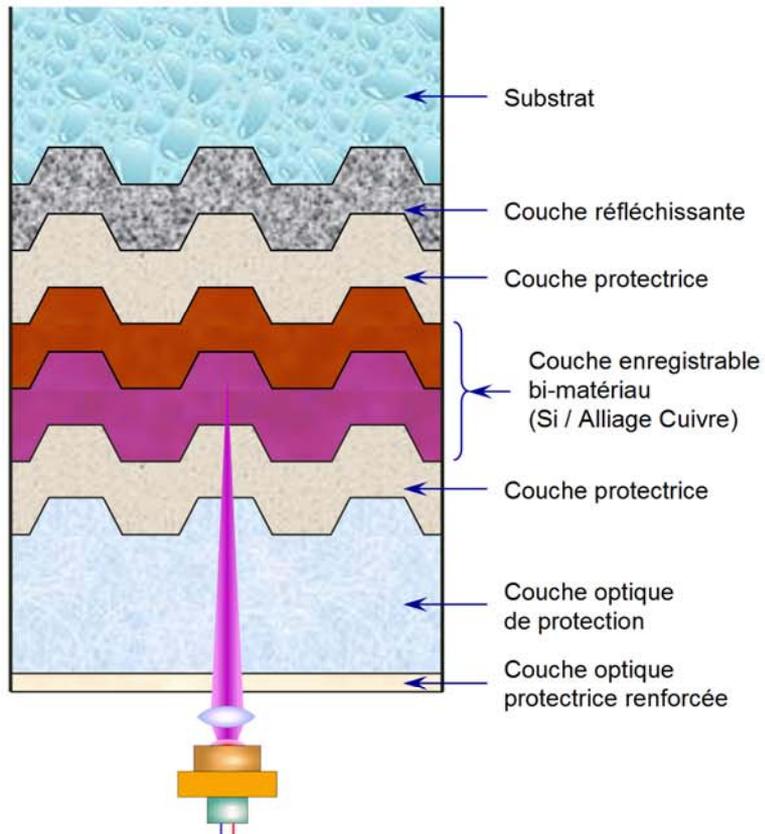
- en simple couche : 25 Goctets
- en double couche : 50 Goctets



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

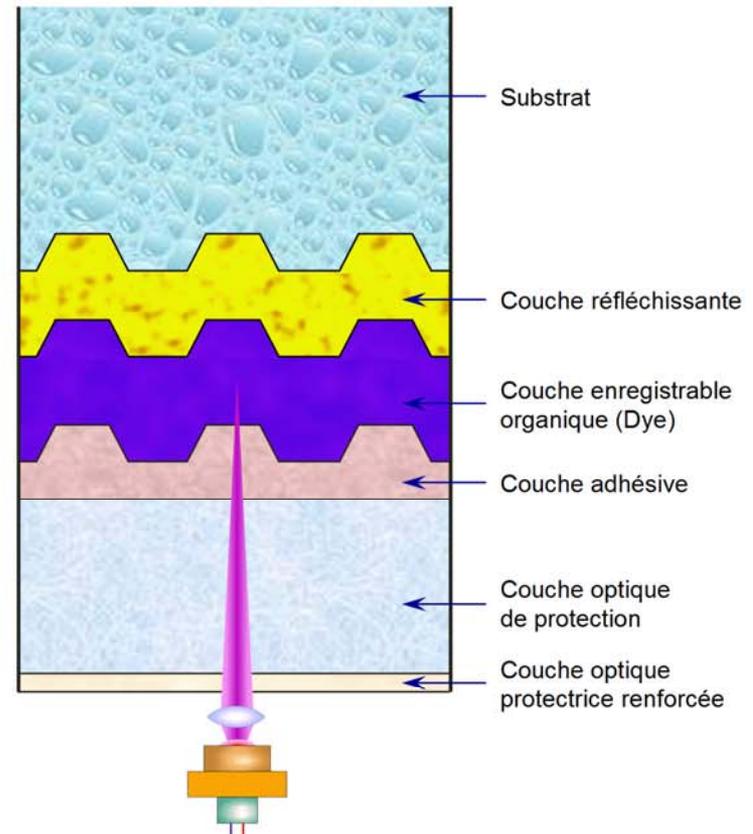
- Couche enregistrable inorganique avec changement d'état HTL
- Couche enregistrable organique (dye) avec changement d'état LTH

BD-R type inorganique*



* Couche bi-matériau TDK

BD-R type organique



Exemple de BD-R de type inorganique :

- Technologie bi-matériau utilisée par TDK

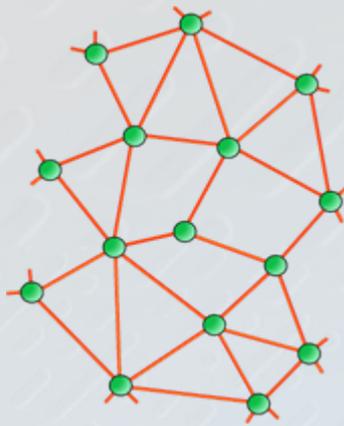


Marques formées dans une couche bi-matériau de type Silicium / Alliage Cuivre sur un BD-R inorganique TDK (document TDK / image microscope électronique à transmission)

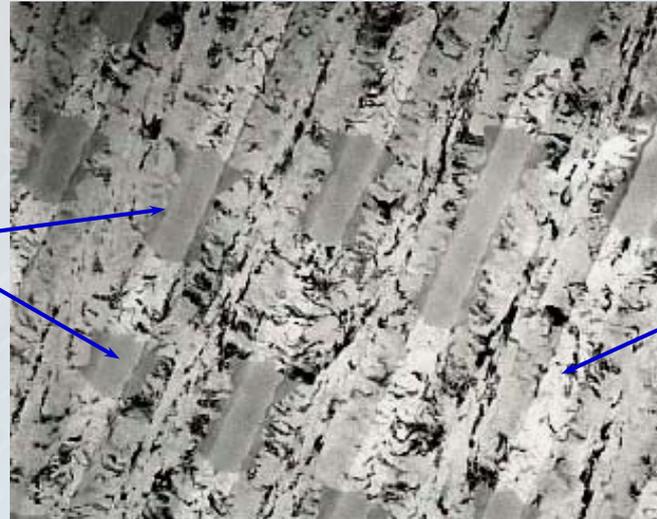
Utilisation de la technologie à changement de phase :

- Principe de fonctionnement de la technologie à changement de phase

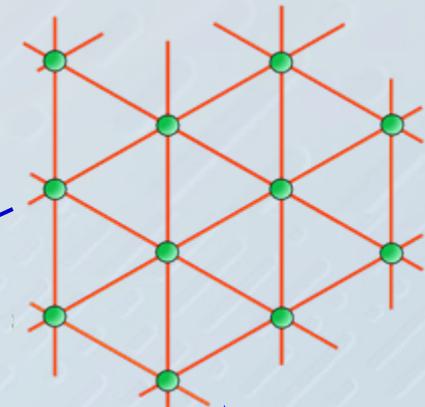
Marques enregistrées
(état amorphe)



Faiblement
réfléchissant



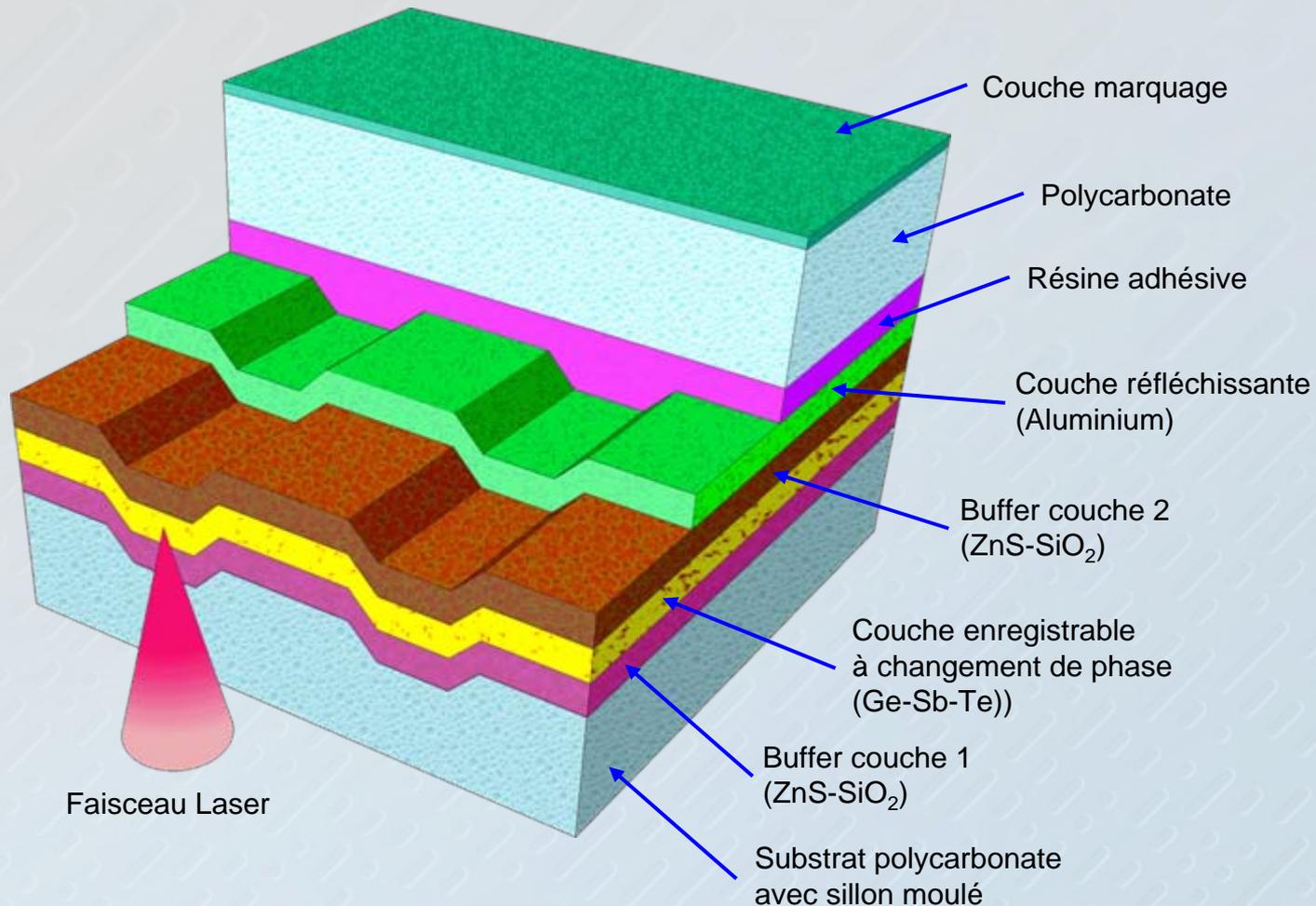
Zone vierge/effacée
(état cristallin)



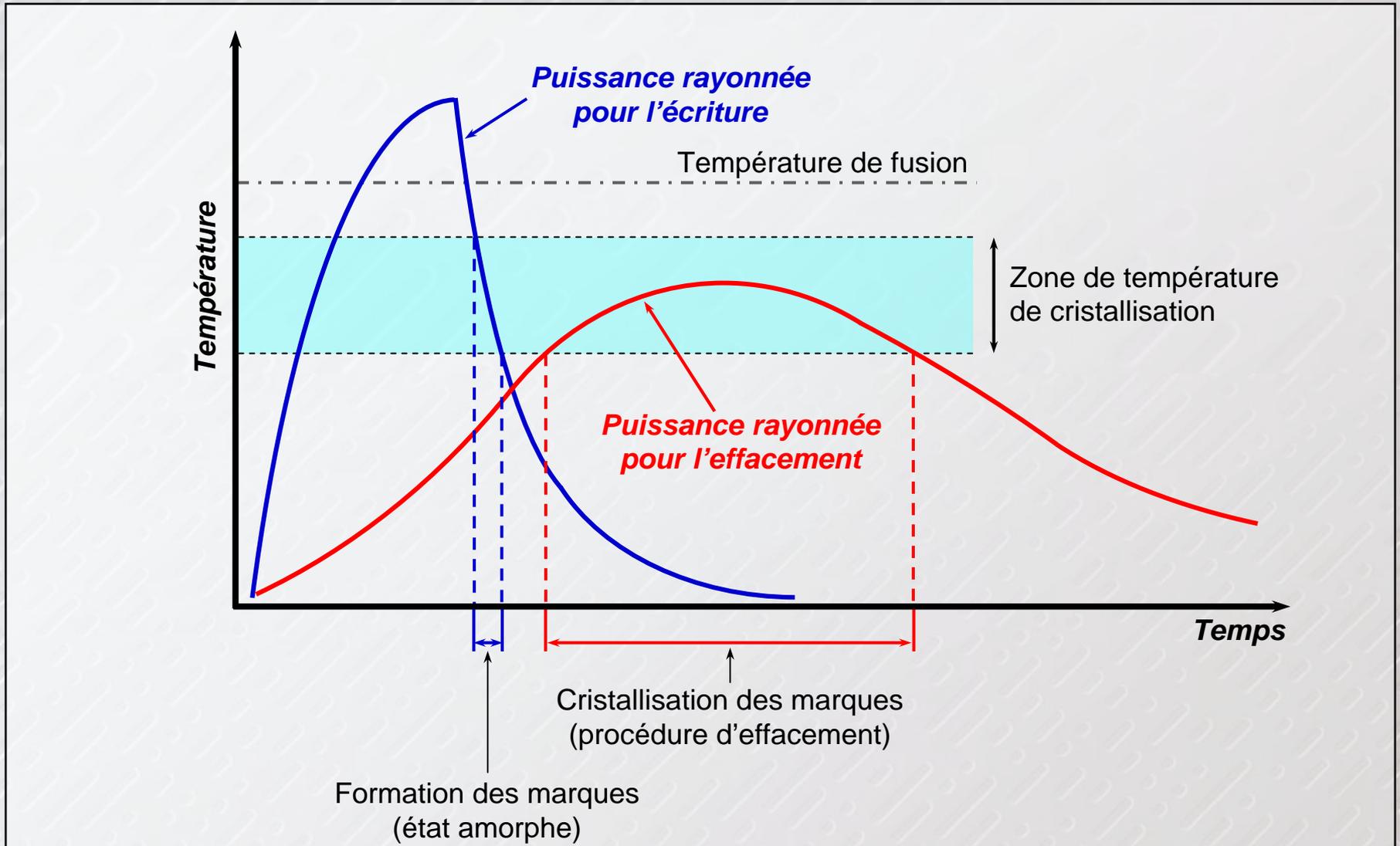
Fortement
réfléchissant

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 :

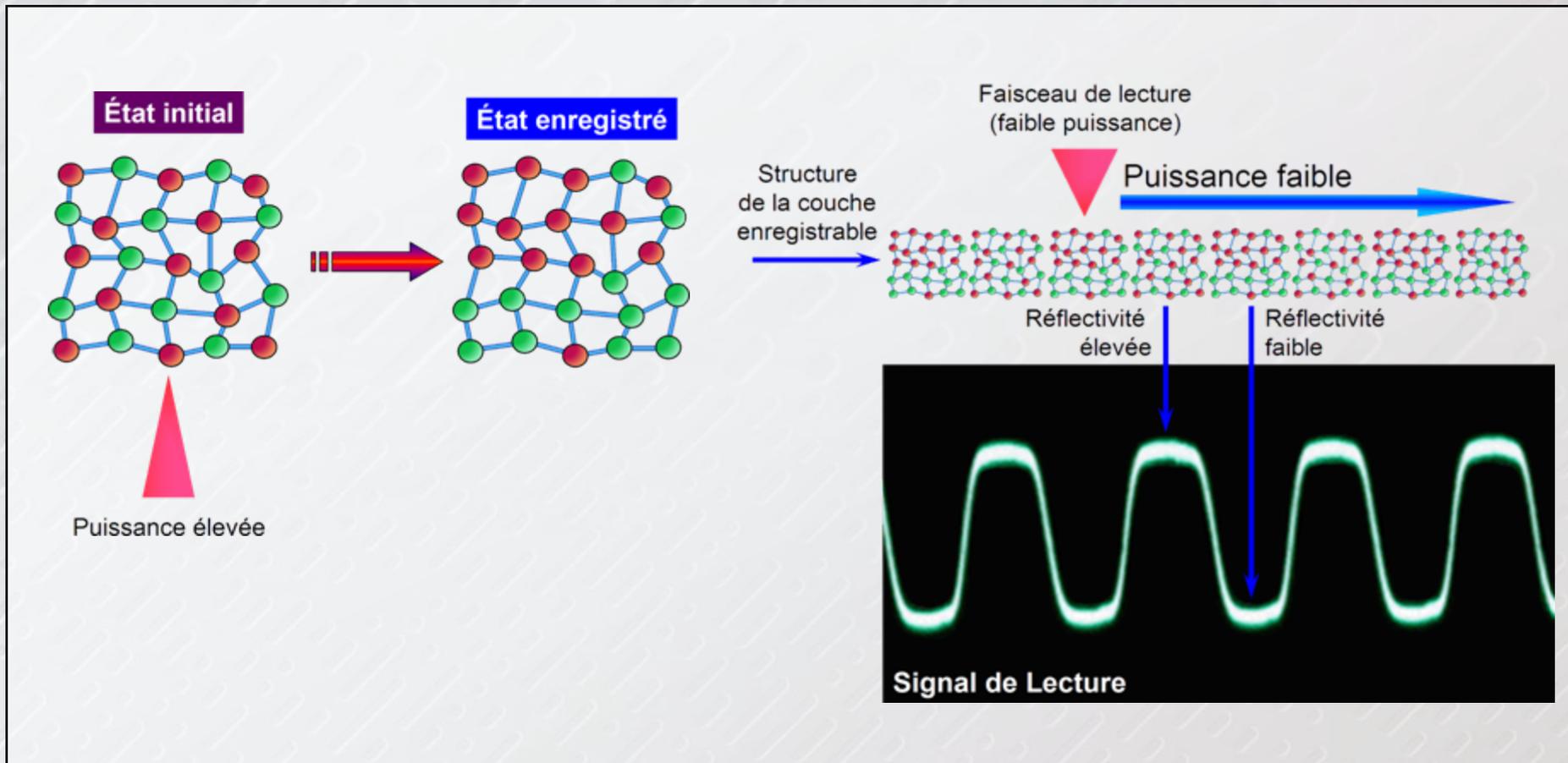


Principe de fonctionnement d'un disque réinscriptible à changement de phase * :



* 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 :



Quoi de plus durable que le verre ?



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





En vous remerciant de votre attention

Jean-José Wanègue

jjwanegue@wanadoo.fr

Photo Moser Baer ©