



Département Multimédia

Le DVD HD : Etat des Lieux

Jean-José Wanègue

Première Partie : - le Blu-ray Disc

14 Décembre 2004



Département Multimédia

Le DVD HD

La Guerre des Formats

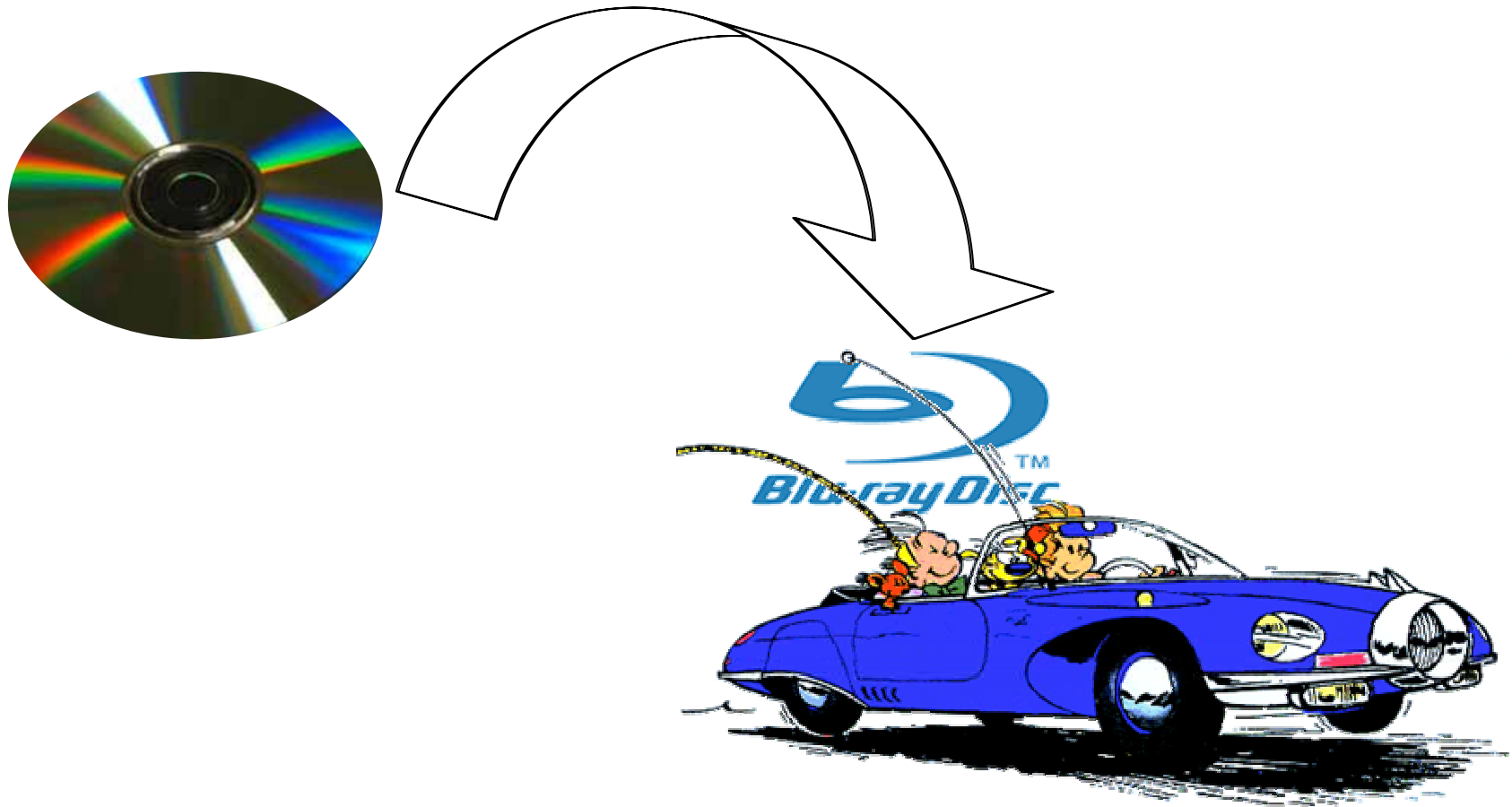
Ou à l'affiche

« Le Grand Bleu »

DVD HD : Etat des lieux

- 1. Pourquoi un DVD HD : contexte et enjeux**
- 2. DVD HD : contraintes et solutions techniques recherchées**
- 3. Le consortium BD et le Blu-ray Disc**
- 4. Le DVD Forum et le HD-DVD**
- 5. La Chine : EVD, HVD et HDV**
- 6. Taiwan : l'ITRI et le FVD**
- 7. Microsoft et le WMV-HD**
- 8. DivX et HD**
- 9. DVD HD et Protection des Contenus**
- 10. Rôle stratégique des studios d'Hollywood**
- 11. Le DVD HD face à son public**
- 12. DVD HD : Guerre des formats ou Unification**
- 13. Discussion**

La course au DVD HD : le Blu-ray Disc sur la ligne de départ



©Dupuis, Franquin

Mardi 20 Février 2002 : Soirée conférence de la CST

Vidéo Numérique et Nouvelles Technologies d'Enregistrement grand public

19 Février 2002

- Naissance du Blu-ray Disc



Hitachi, Ltd.
LG Electronics Inc.
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.
Pioneer Corporation
Royal Philips Electronics
Samsung Electronics Co., Ltd.
Sharp Corporation
Sony Corporation
Thomson Multimedia

Large Capacity Optical Disc Video Recording Format "Blu-ray Disc" Established

The Blu-ray Disc using blue-violet laser achieves over 2-hour digital high definition video recording on a 12cm diameter CD/DVD size phase change optical disc

Tokyo Japan, February 19, 2002: Nine leading companies today announced that they have jointly established the basic specifications for a next generation large capacity optical disc video recording format called "Blu-ray Disc". The Blu-ray Disc enables the recording, rewriting and play back of up to 27 gigabytes (GB) of data on a single sided single layer 12cm CD/DVD size disc using a 405nm blue-violet laser. The companies that established the basic specifications for the Blu-ray Disc are: Hitachi Ltd., LG Electronics Inc., Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Pioneer Corporation, Royal Philips Electronics, Samsung Electronics Co. Ltd., Sharp Corporation, Sony Corporation, and Thomson Multimedia.

La philosophie du consortium Blu-ray Disc à l'égard d'un format HD

**Pour Philips :
les standards qui réussissent sont ceux
qui sont reconnus comme faisant la différence**

**Si l'on doit définir un nouveau standard de disque optique,
alors autant que celui-ci constitue un réel pas en avant
en matière de capacité et de débit.**

**L'objectif est de créer un standard
pour une durée importante et non une solution intermédiaire.**

**Les standards devraient être en nombre restreint
et les aspects de compatibilité stable et durable,
ainsi que les problèmes de coûts ne peuvent pas être évités.**

D'après document Philips/Blu-ray Disc

Pourquoi le Blu-ray Disc ?

Caractéristiques et structures du Blu-ray Disc

Laser bleu-violet : $\lambda = 405 \text{ nm}$

Pickup optique : NA = 0,85

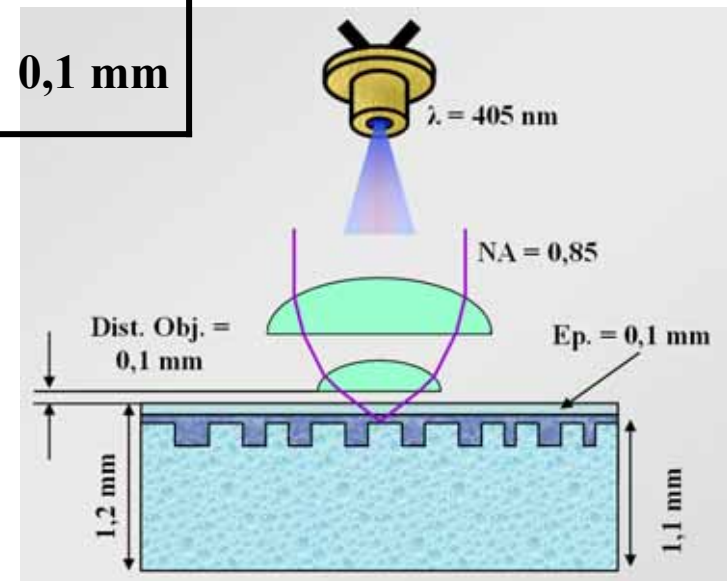
Substrat : Epaisseur = 1,1 mm

Couche recouvrement optique : Epaisseur = 0,1 mm

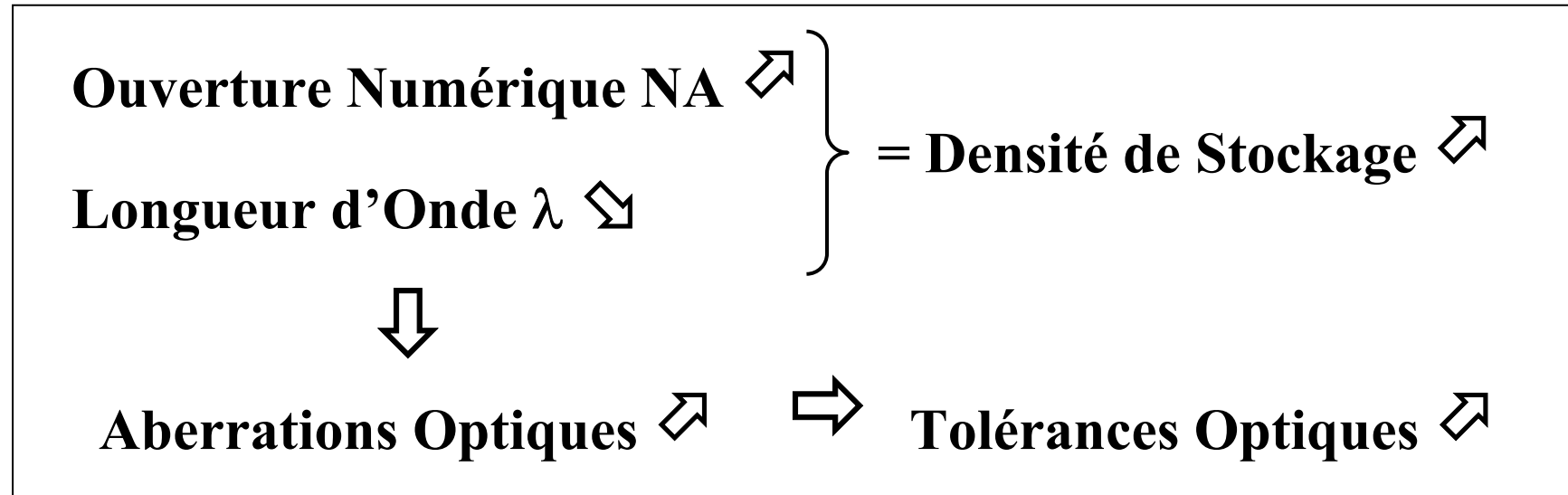


Pour Philips :

- le laser Bleu est la longueur d'onde ultime pour le stockage optique de masse
- 0,85 est l'ouverture numérique ultime pour un support de stockage amovible



Performances Optiques et Tolérances Optiques



Défocalisation = $f(\lambda / NA^2)$

Aberration de coma = $f(\lambda / (Ep. \times NA^3))$

Aberration sphérique = $f(\lambda / NA^4)$

Biréfringence = $f(Pr ocess)$

Nécessité de trouver le bon compromis

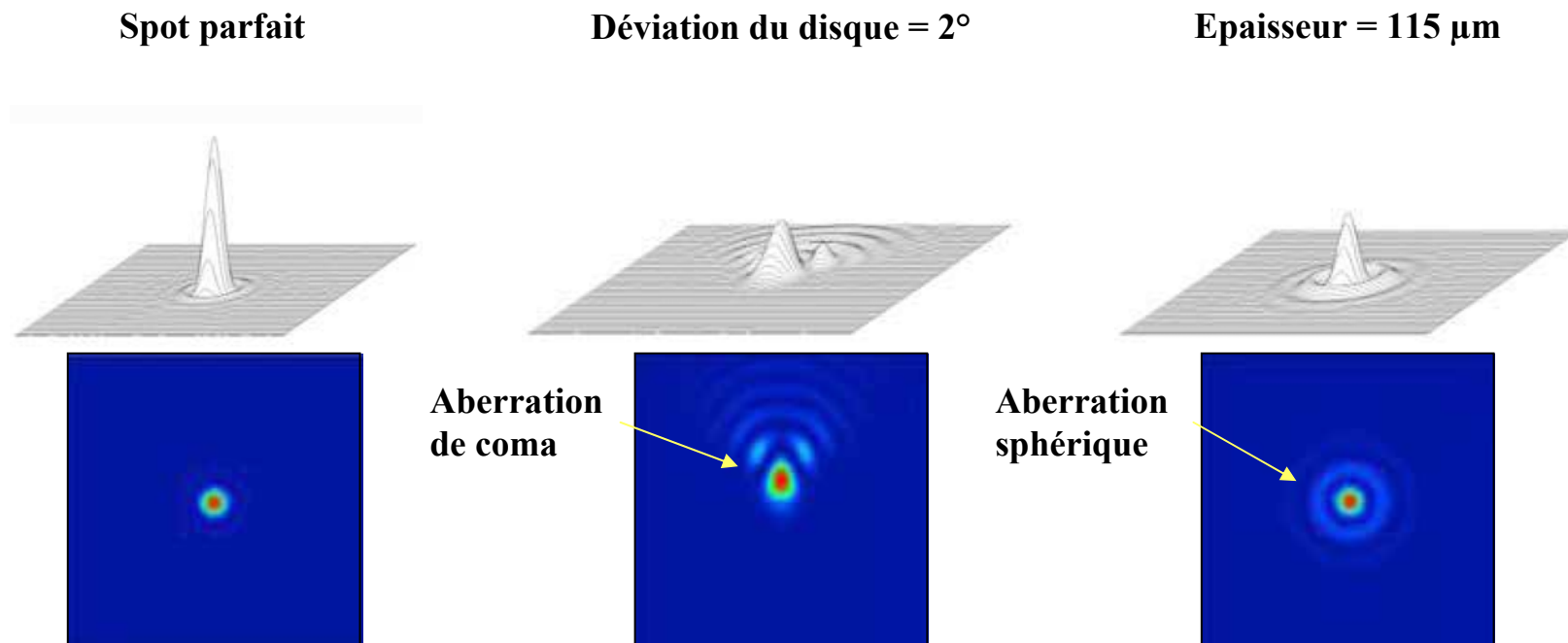
Performances Optiques et Tolérances Optiques

Problèmes dus à une ouverture numérique élevée (NA) de 0,85 avec le Blu-ray

- Aberration de Coma (tolérance tilt) : $= f(\lambda(\lambda/E \times NA^3))$ 5 x DVD
- Aberration Sphérique (variation d'épaisseur) : $= f(\lambda(\lambda/\Delta.E \times NA^4))$ 7 x DVD

⇒ Augmentation du NA ⇒ augmentation des aberrations

⇒ Nécessité d'une couverture optique moins épaisse (5 à 7 fois < celle du DVD)



Tolérances Optiques

	Blu-ray	DVD Bleu	DVD
Longueur d'onde	405 nm	405 nm	650 nm
NA	0,85	0,65	0,60
Epaisseur Couche optique	0,1 mm	0,6 mm	0,6 mm
Capacité (proportionnelle)	24,3 Goctets	14,2 Goctets	4,7 Goctets
Tilt	0,64 °	0,33 °	0,70 °
Tolérances sur épaisseur	± 3,0 µm/100µm = ± 3,0%	± 13 µm/600µm = ± 2,2%	± 30 µm/600µm = ± 5,0%
Défocalisation	± 0,22 µm	± 0,42 µm	± 0,80 µm

Tolérances Optiques

Média	Planéité du disque	Epaisseur relative de la couche optique
	$= f(\lambda / Ep. \times NA^3)$	$= f(\lambda / Ep. \times NA^4)$
DVD laser rouge $\lambda = 650 \text{ nm}$; $NA = 0,60$; Ep. = 0,6 mm	1	1
DVD laser bleu-violet $\lambda = 405 \text{ nm}$; $NA = 0,65$; Ep. = 0,6 mm	0,49	0,45
Blu-ray Disc $\lambda = 405 \text{ nm}$; $NA = 0,85$; Ep. = 0,1 mm	1,32	0,93

Vues sous cette présentation les tolérances de fabrication du Blu-ray sont similaires à celles du CD et du DVD, contrairement au HD-DVD.

Tolérances Optiques

Problème de la Biréfringence dans le cas du Blu-ray :

- **problème quasiment éliminé en raison du process de fabrication de la couche optique de couverture**
 - **soit par dépôt d'un film plastique**
 - **soit par dépôt centrifuge et polymérisation d'une couche de laque**
- **non recours au pressage**
 - **suppression du stress**
 - **donc suppression de la biréfringence**

Principaux paramètres du Blu-ray Disc

	Blu-ray Disc
Capacité	(S-Couche) 23,3 GO, 25 GO, 27 GO (D-Couche) 46,6 GO, 50 GO, 54 GO
Longueur d'onde du laser	405 nm
Ouverture numérique optique	0,85
Epaisseur couche optique	0,10 mm (L0, S-Che), 0,075 mm (L1)
Format de la piste	dans le sillon
Méthode d'adressage	MSK et STW
Rotation	CLV
Pas de la spire	0,32 µm
Modulation canal de données	17PP
Longueur minimum des marques (motif T2)	0,160 µm pour 23,3 GO et 46,6 GO 0,149 µm pour 25,0 GO et 50,0 GO 0,138 µm pour 27,0 GO et 54,0 GO
Efficacité totale	81,7 %
Taux de transfert utilisateur	36 Mbps

Les Formats du Disque Blu-ray

11 Août 2004 : approbation des spécifications
du Blu-ray Disc préenregistré

- définition du BD-ROM

1er Septembre 2004 : approbation des codecs

- MPEG-4 AVC High Profile

- WMV-9 VC-1 pour le BD-ROM

Les Formats du Disque Blu-ray

	BD-RE (Réinscriptible)	BD-ROM (Préenregistré)	BD-R (Enregistrable une fois)
Standard Applications	BD-RE (Part-3)	BD-ROM (Part-3)	BD-R (Part-3)
Standard Système Fichier	BD-RE (Part-2)	BD-ROM (Part-2)	BD-R (Part-2)
Standard Physique	BD-RE (Part-1)	BD-ROM (Part-1)	BD-R

D'après document Blu-ray Disc Association

Le Système Fichier du Blu-ray

- **Le format UDF 2.5 est maintenant utilisé sur les 3 types de support BD**
 - **BD-RE est en version 2.0 (UDF)**
 - **BD-ROM est en version 1.0 (UDF)**
 - **BD-R est en version 1.0 (UDF)**
- **Permet l'interchangeabilité et l'interopérabilité entre matériel grand public et équipements informatiques**
- **L'UDF 2.5 intègre une Table de Partition des Metadata (ou fichier)**
 - **Accumulation de toutes les données du système fichier dans une zone se trouvant au centre du disque**
 - **Pour plus de Robustesse, une copie miroir du fichier des Metadata (Metadata Mirror File) peut être enregistrée en zone périphérique du disque**

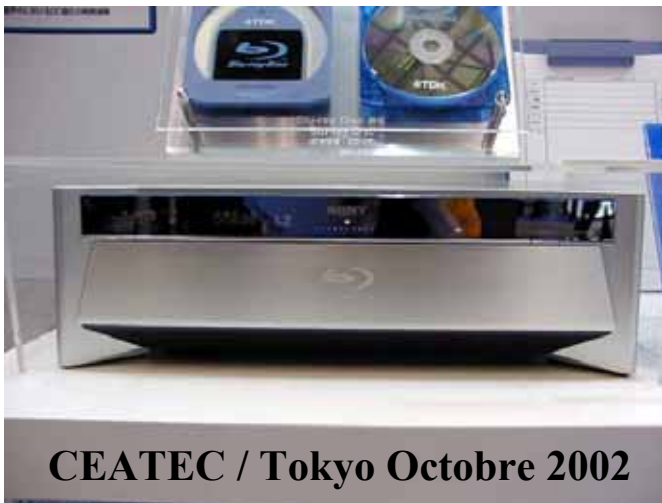
Le Blu-ray : Uniformisation du Format Physique

Même structure et même capacité pour une compatibilité idéale

	Réinscriptible (RE)	Enregistrable (R)	Préenregistré (ROM)
Capacité	Simple Couche : 23,3 / 25 / 27 Goctets Simple Couche : 46,6 / 50 / 54 Goctets		
Taux de transfert	36/72 Mbps		54 Mbps (Application Vidéo)
Technologie d'enregistrement	Changement de Phase	Changement de Phase Couche organique/dye Couche non organique	~ non ~
Format du guidage	Enregistrement sillon	Enregistrement sillon	Substrat plat
Codec Vidéo	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2 MPEG-4 AVC (WMV-9) VC-1
Codec Audio	AC3 et MPEG-2 Layer 3		A déterminer
Multiplexage	MPEG-2 TS		TS
Type de piste	Sillon		Micro-cuvettes

Le premier disque Blu-ray est un disque Réinscriptible

Avril 2003 : enregistreur Sony BDZ-S77



Disques BD-RE en cartouche

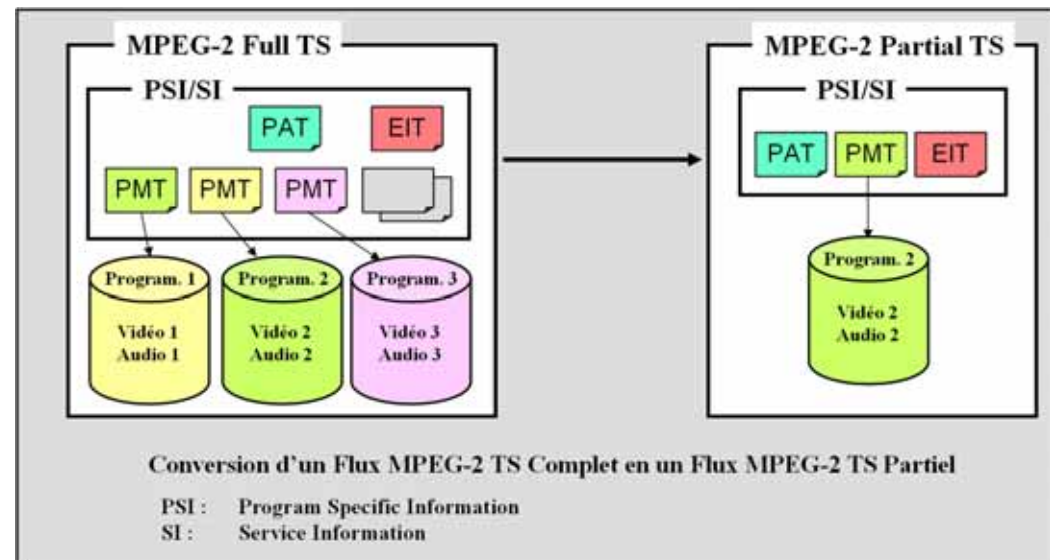
Disque simple couche : 23,3 GO ; 25 GO ; 27 GO (à l'étude)

Disque double couche : 46,6 GO ; 50 GO ; 54 GO (à l'étude)

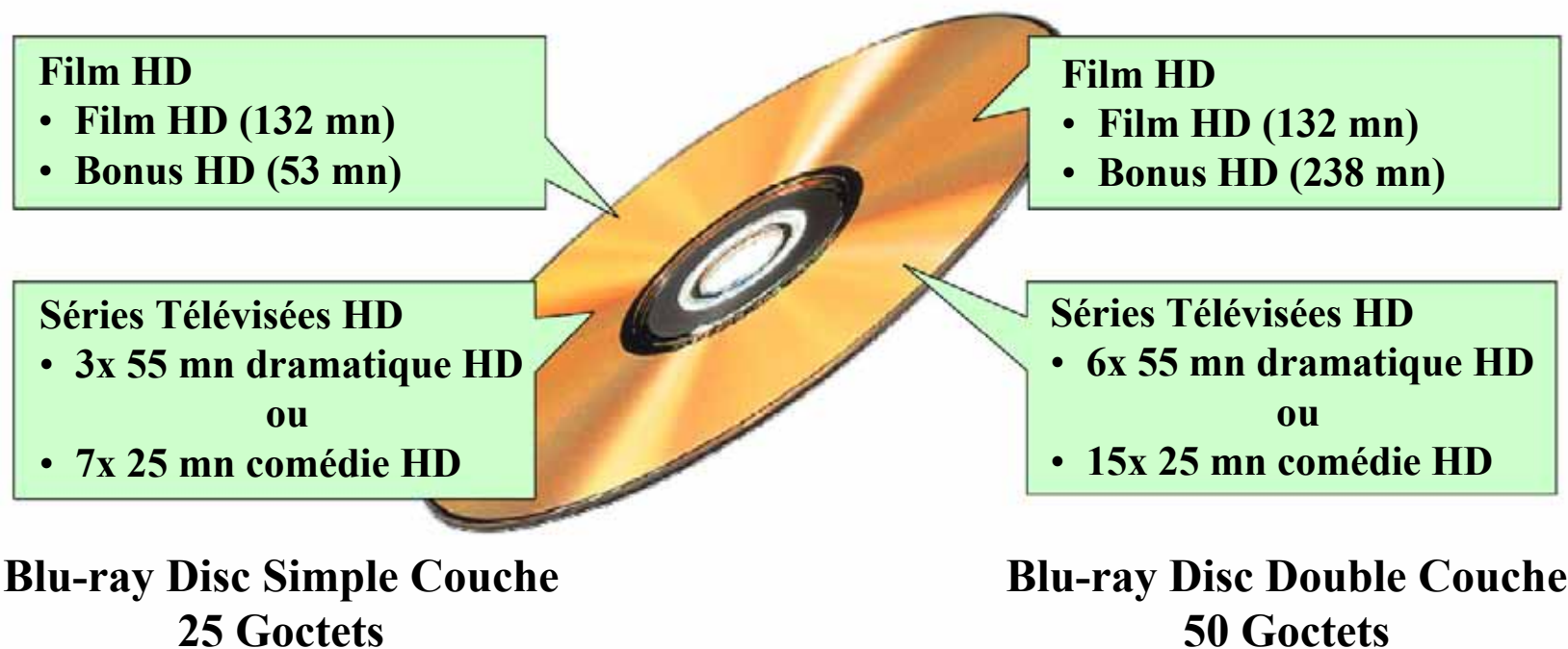
Le premier disque Blu-ray est un disque Réinscriptible

A l'origine le BD a été conçu pour enregistrer les programmes de TV HD

- **Format d'enregistrement :**
 - MPEG-2 TS (Transport Stream)
 - par opposition au DVD = MPEG-2 PS (Program Stream)
- **MPEG-2 TS**
 - paquets de données réduits : 188 octets
 - multiplexage de programmes
 - adjonction du Electronic Program Guide (EPG)
 - Conçu spécialement pour le broadcast



Le Blu-ray Disc offre la plus grande capacité disponible pour l'enregistrement et la diffusion de programmes vidéo en HD avec le maximum de flexibilité pour le panachage des contenus.



Nota : Chiffres basés sur un codec vidéo avancé à 15 Mbps + 3 Mbps pour les flux Audio

Capacité du Blu-ray Disc supérieure de 67% à celle du HD-DVD



Lecteur/Enregistreur prototype Blu-ray Hitachi

Prototypes de lecteurs/enregistreurs
sur le site web

Blu-ray.com

<http://www.blu-ray.com/recorders/>



Mitsubishi



Zenith



Philips



JVC



Samsung

Enregistreur Blu-ray Disc Sony


Enregistreur Sony BDZ-S77




Lancé le 10 Avril 2003

- **au prix de 3 815 US\$**
- **disque 23 Goct. = 30 US\$**
- **prix actuel \approx 2 250 US\$**


Panasonic
ideas for life



Olympic Games in Action



DIGA パナソニック BD/DVDレコーダー
「DMR-E700BD」
(2004年6月 松下電器)




**Enregistreur Blu-ray Panasonic
DMR-E700BD introduit au Japon
en Juillet de 2004**

- prix ≈ 2 300 US\$



2004 Athens



Panasonic
Official AV Equipment Partner
of the 2004 Olympic Games

Lancement du Lecteur/Enregistreur Blu-ray Sharp : BD-HD 100



Lancement prévu :

- le 9 Décembre 2004 au Japon
- au prix de 3.050 US\$



Caractéristiques :

- Disque dur intégré de 160 Goct. \approx 19 H de HD
- Double drive/Double tiroir = lecture/enregistrement* DVD \Leftrightarrow BD \Leftrightarrow HDD
- Prise HDMI (High Definition Multimedia Interface)
- N'enregistre pas, ne lit pas les BD-RE de 50Goct.**

* Conformément aux règles de recopie du disque ou programme utilisé

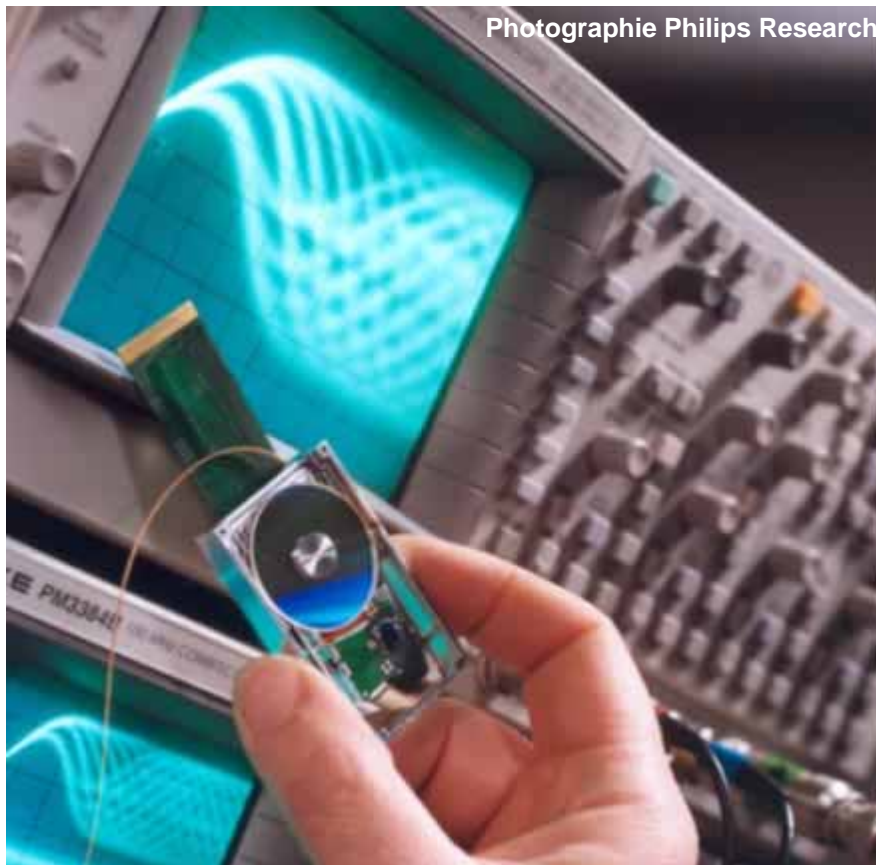
** A vérifier

Lancement du Lecteur/Enregistreur Blu-ray Sharp : BD-HD 100



**Lecteur/Enregistreur Blu-ray Sharp BD-HD 100
en démonstration au CEATEC de Tokyo en Octobre 2004**

Ce que permet le Blu-ray Sharp en matière de miniaturisation



Disque BD enregistrable

- Ø 3 cm
- 1 Goctets

Le SFFO (Small Form Factor Optical disc) de Philips

Un format miniaturisé du Blu-ray pour les applications nomades

(Technologie abandonnée)

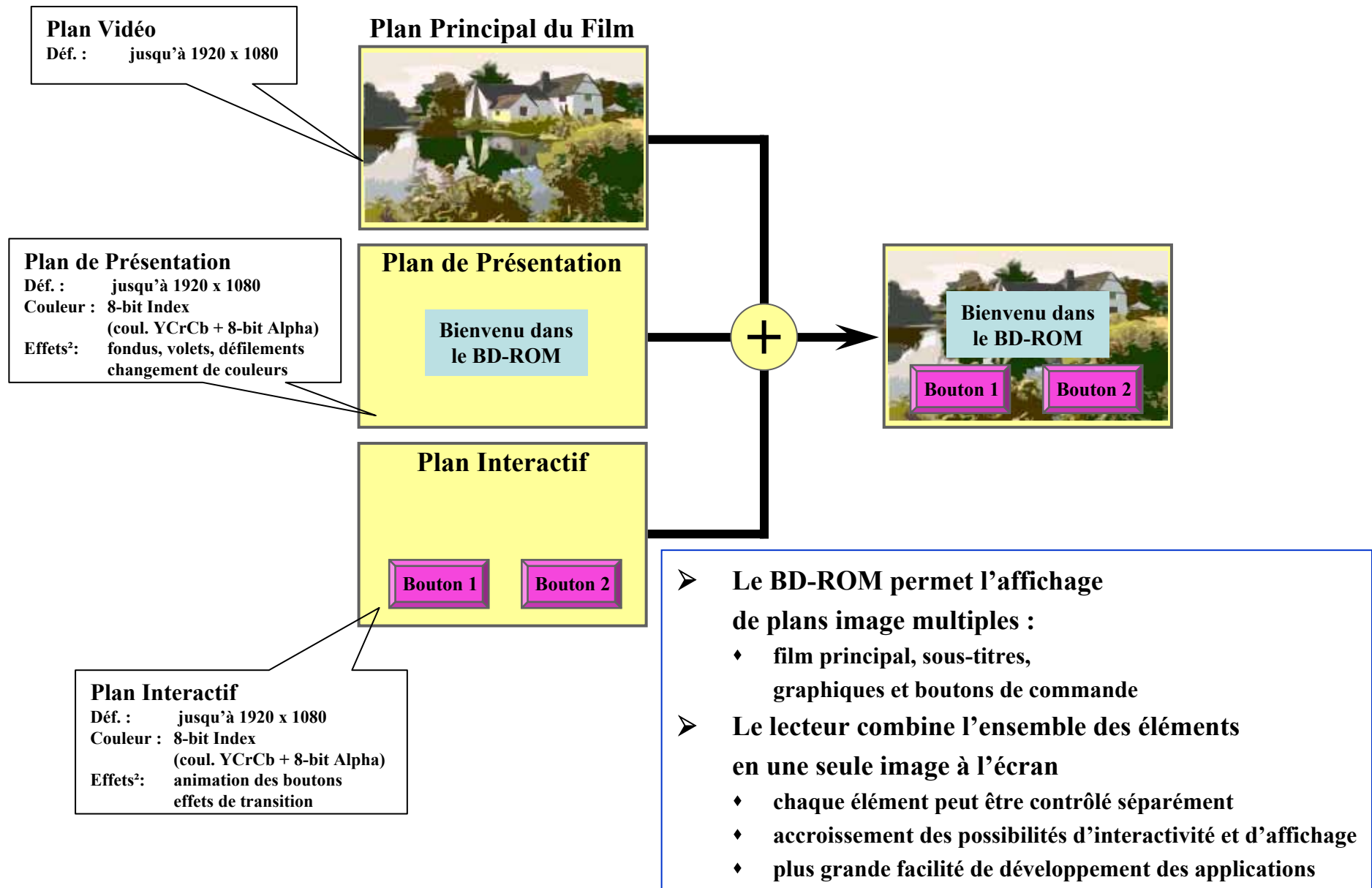


Clé USB PRETEC
i-Disk II
8 Goct.

Ce que permet le BD-ROM

- **2 plans graphiques en HD pour les menus et le sous-titrage**
- **Affichage de menus dynamiques et instantanés pour plus d'interactivité**
- **Parcours de diaporama**
- **Boutons sonores**
- **Interactivité évoluée et connectivité (programmation Java)**
- **Connexion à des services en ligne large bande liés au contenu du disque**
- **Navigation évoluée à l'intérieur du contenu du disque**
- **Jeux vidéo autonomes ou connectés**
- **Contenus additionnels téléchargeables**

BD-ROM et Affichage



BD-ROM et Interactivité

Programmation d'une interactivité évoluée avec le BD-J
basée sur Java-2 Micro-Edition (J2ME) avec utilisation du concept d'objet BD-J

Lecture Vidéo

Boutons

Pointage du Réalisateur

Animations

Affichage Texte

Discussion en Ligne

Exemple d'application d'un programme interactif BD-J

Les formats Audio et Vidéo supportés par le Blu-ray

VIDEO	CODEC Vidéo	MPEG-2 : MP@HL et MP@ML			
	CODEC Vidéo évolués	MPEG-4 AVC / H.264 (high profile) VC-1 (WMV-9)			
	Débit Max.	40 Mbps (VBR)			
	Formats Vidéo	HD @ 24p ; 23,976p ; 50p ; 59,94p ; 59,94i ; 50i SD @ 59,94i ; 50i			
AUDIO	N° Max de flux audio	32 flux Audio			
	CODECS/Codage	LPCM	Dolby-Digital ®	DTS®	Codecs Audio Evolués toujours à l'étude
	Débit Max.	18,432 Mbps	640 Kbps	1,536 Mbps	
	Nb. Max de Canaux	8	5.1	5.1	
	Nb. Bit/échantillon	16 ; 20 ; 24	16	16	
	Fréqu. échantillonnage (KHz)	48 ; 96	48	48	

Blu-ray Disc : nécessité d'une lentille d'un nouveau genre pour atteindre une ouverture numérique $NA = 0,85$



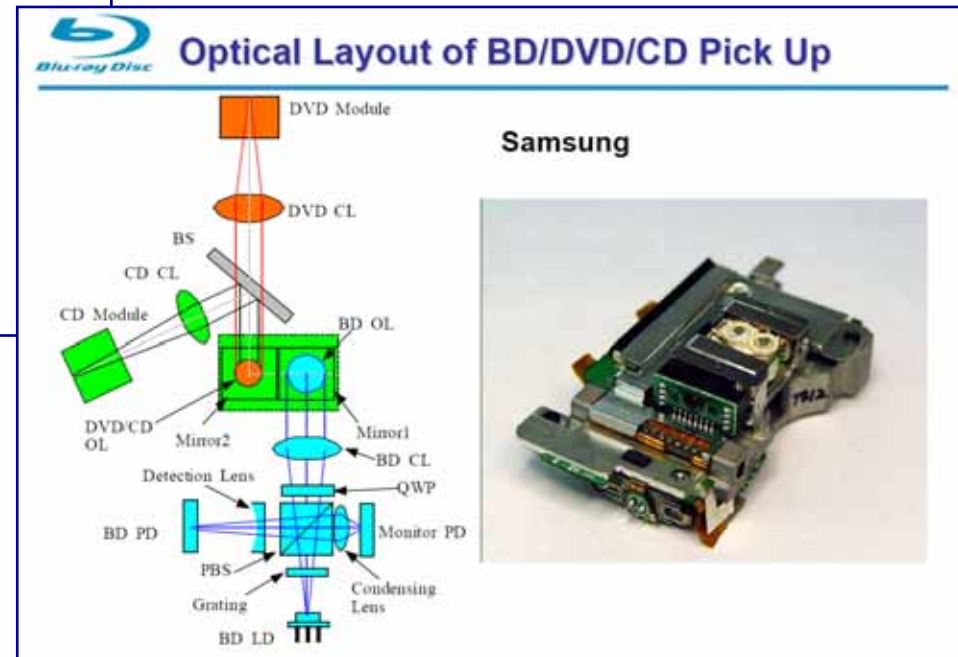
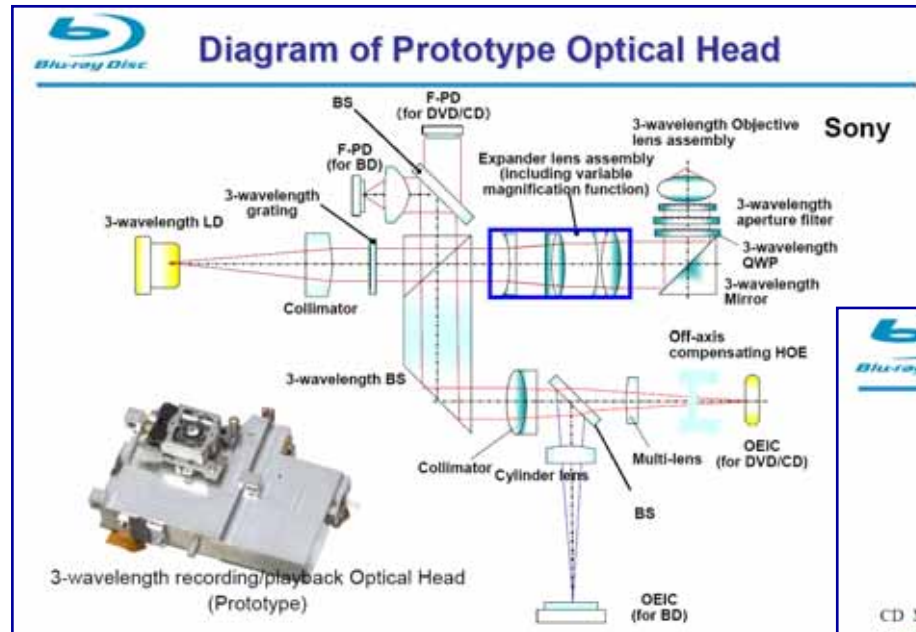
Double lentille développée par Philips Research pour le Blu-ray Disc



Lentille simple développée par JVC pour le Blu-ray Disc avec une NA de 0,95

Blu-ray Disc et Compatibilité CD et DVD

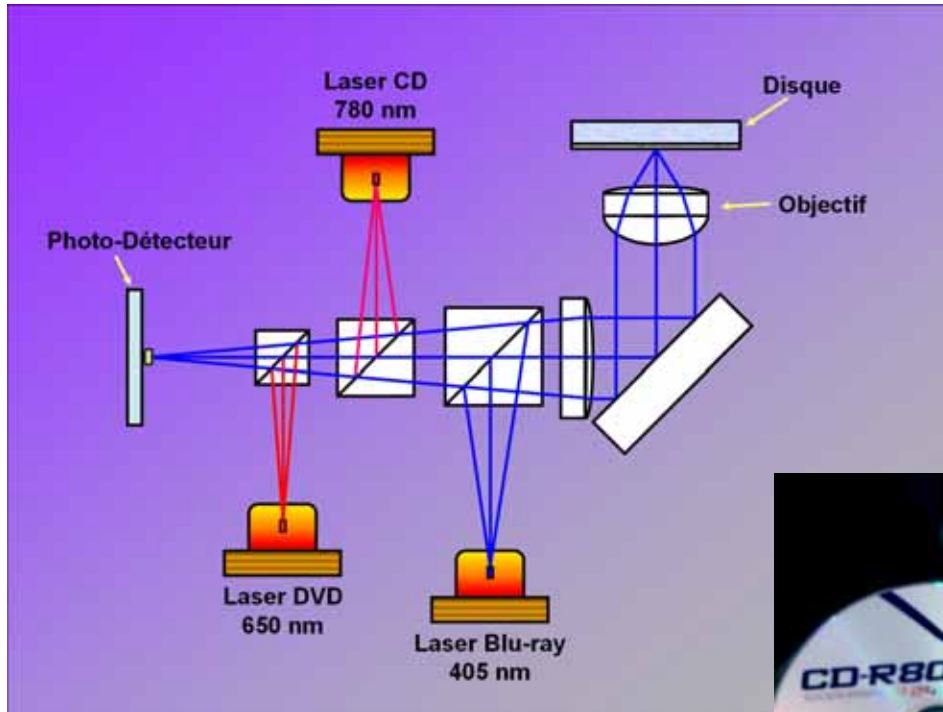
3 formats \Rightarrow 3 lasers et 3 NA différentes



à rassembler dans un même bloc optique

Blu-ray Disc et Compatibilité CD et DVD

3 formats \Rightarrow 3 lasers et 3 NA différentes



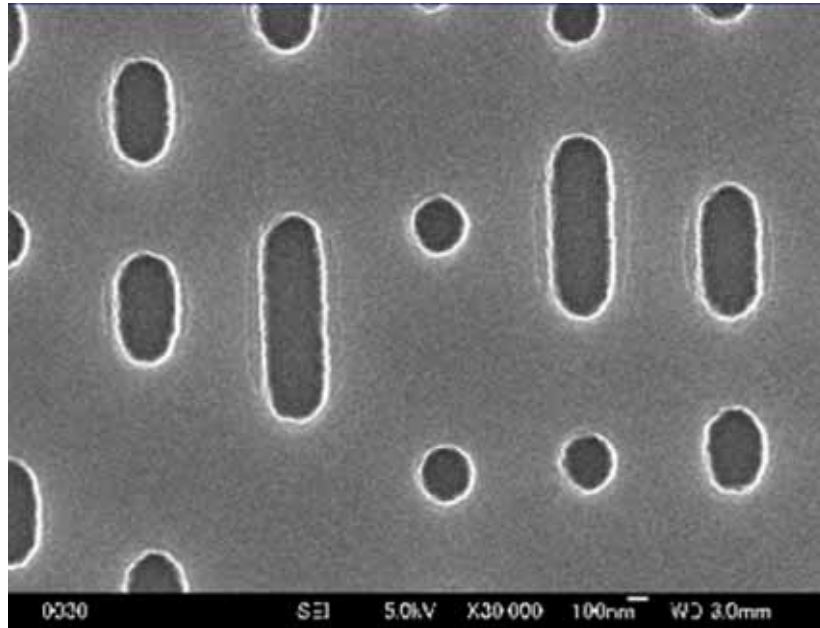
Pickup optique universel Philips OPU 81

Ecriture/ Lecture des formats :	CD-R ; CD-RW DVD+R ; DVD+R-DL ; DVD+RW DVD-R ; DVD-RW BD simple couche 25 Goct. BD double couche 50 Goct.
---------------------------------------	---

- Un seul jeu de lentilles
- Un seul chemin optique
- Collimation « active »

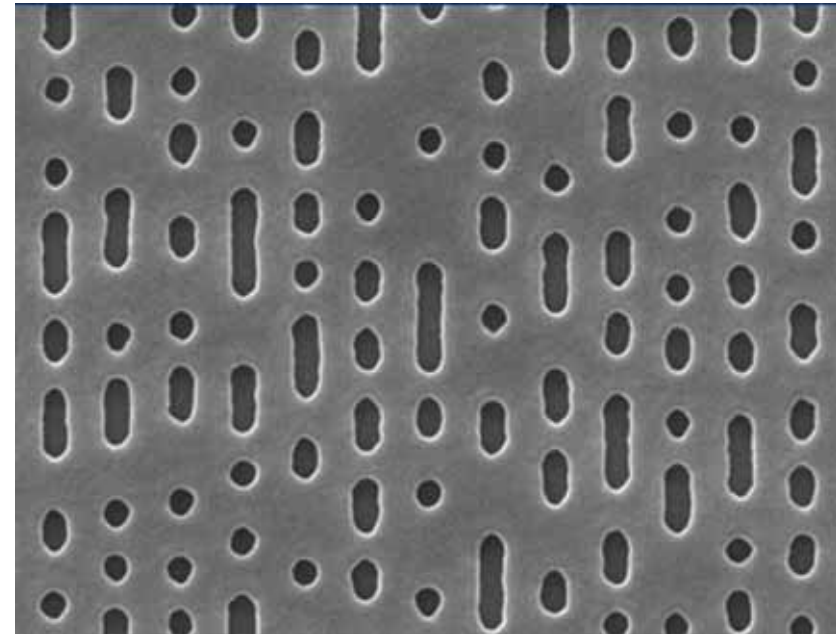


Blu-ray Disc vu au microscope électronique



DVD-ROM (4,7 Goctets)

- Pas de la spire : $0,74 \mu\text{m}$
- Microcuvette mini. (3T) : $0,40 \mu\text{m}$



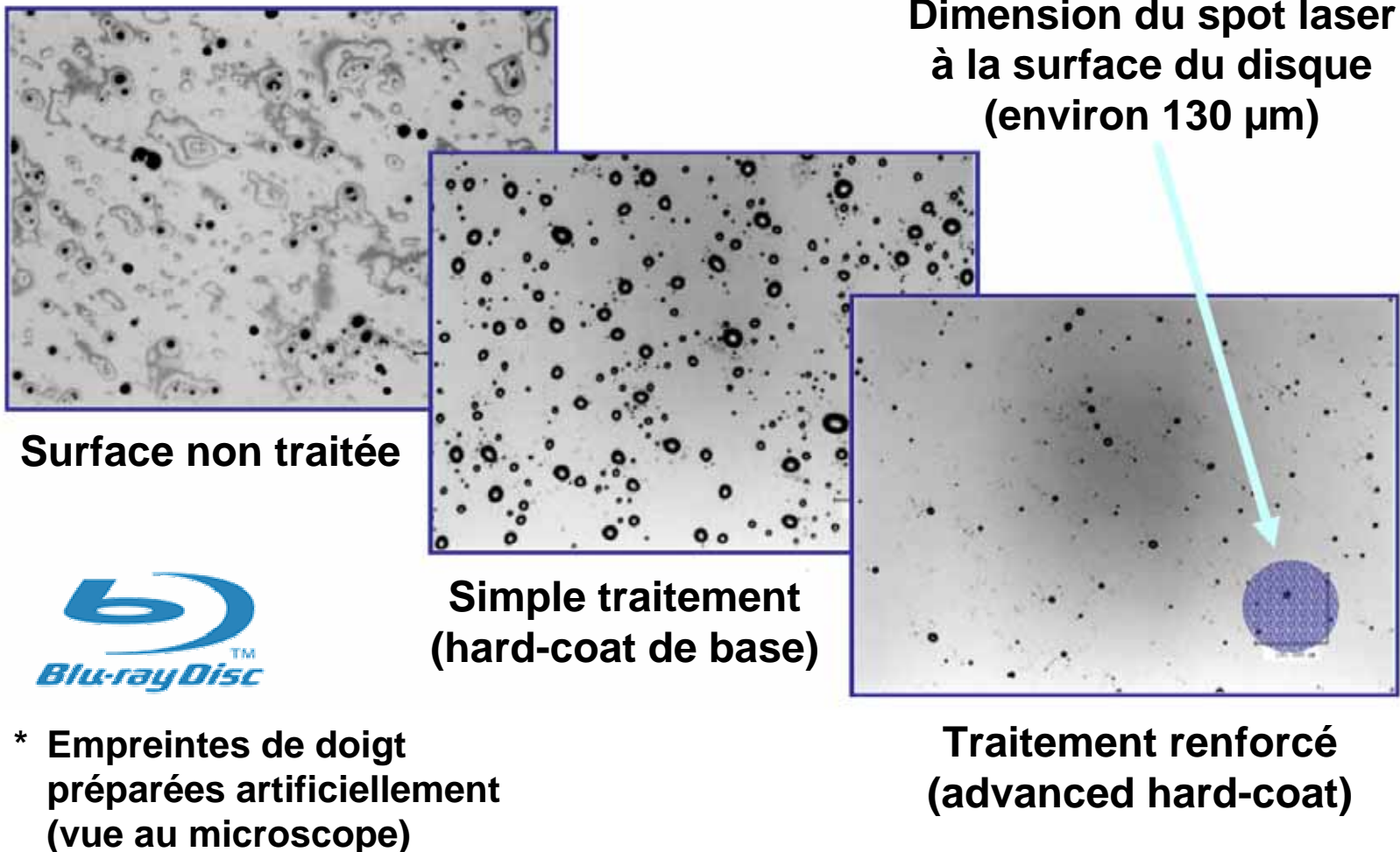
BD-ROM (25 Goctets)

- Pas de la spire : $0,32 \mu\text{m}$
- Microcuvette mini. (2T) : $0,149 \mu\text{m}$

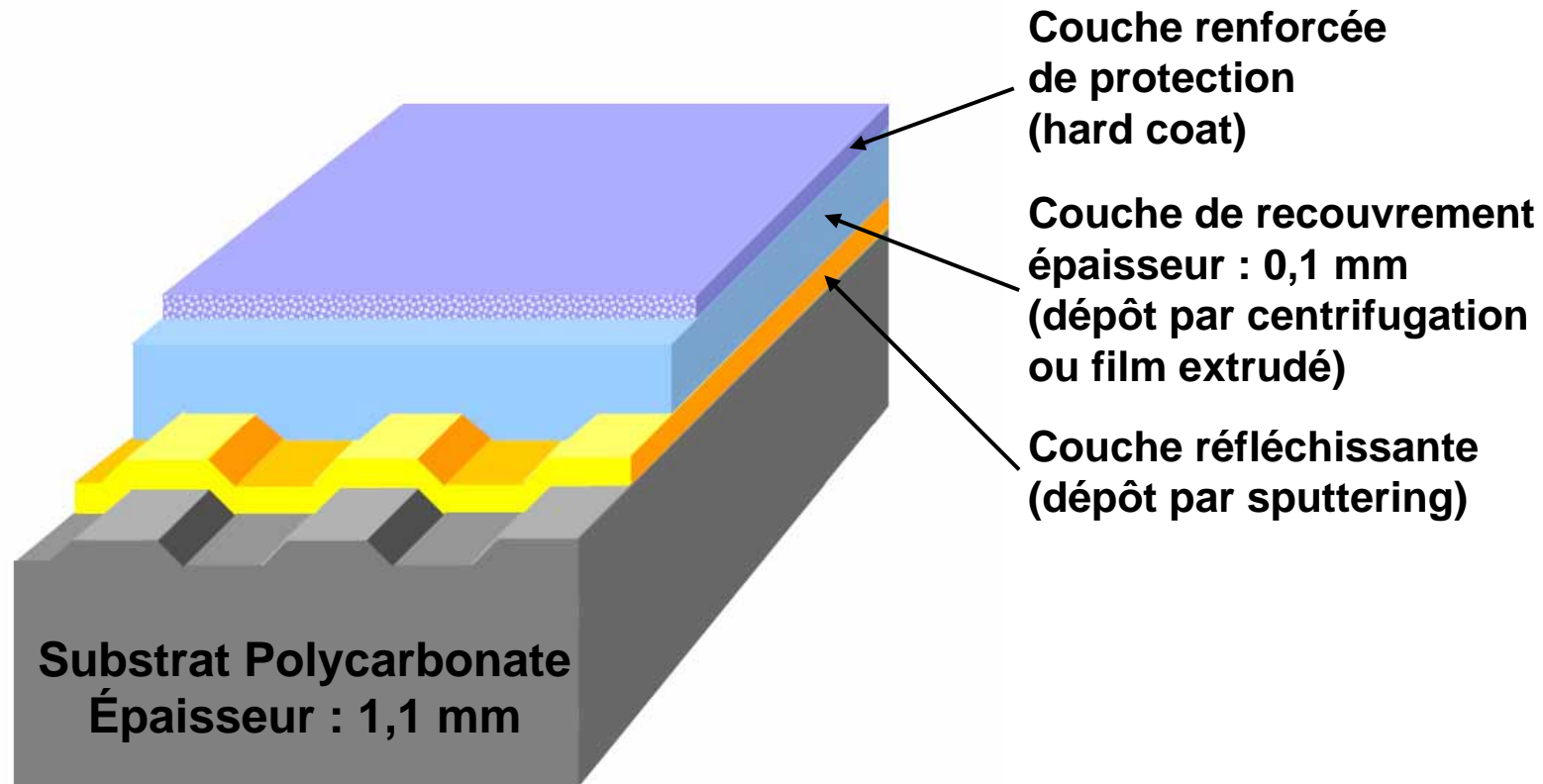
1 μm

Blu-ray : avec ou sans cartouche ?

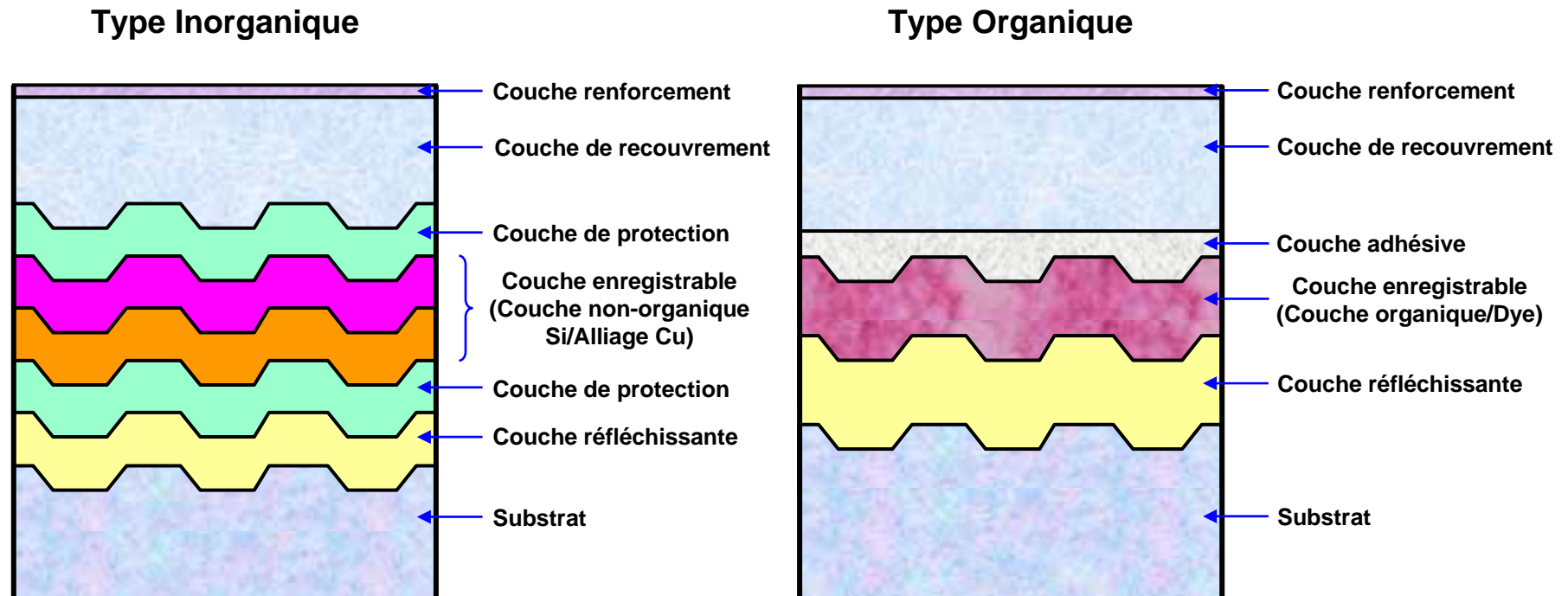
Résistance aux empreintes de doigts



Structure d'un disque BD-ROM sans cartouche

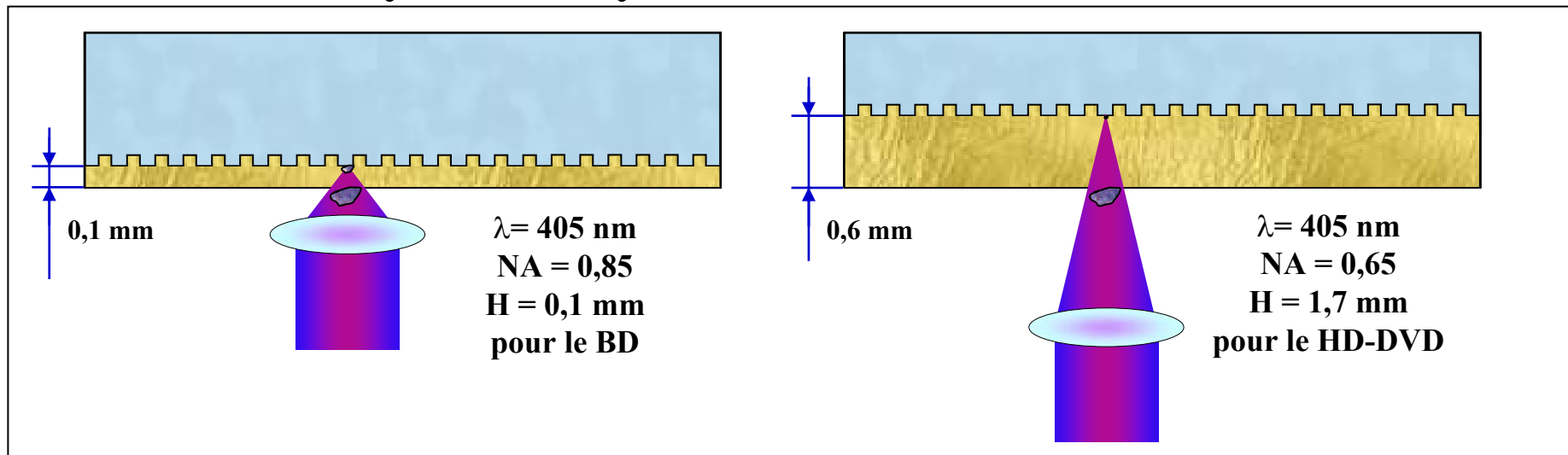


Le BD-R : deux technologies disponibles



Structure d'un Blu-ray Disc Enregistrable

Blu-ray Disc et système de correction d'erreurs



Blu-ray : faible épaisseur de la couche optique, NA important

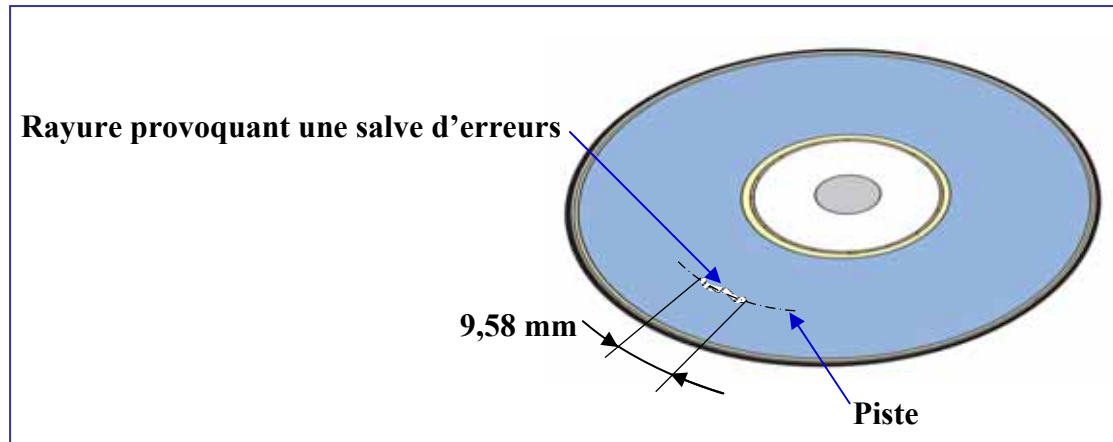
⇒ grande sensibilité aux salves d'erreurs (burst error) :
défauts en surface

par comparaison au DVD ou au HD-DVD

Mais : mise au point d'un nouveau système de correction basé sur
le code Reed-Solomon avec une nouvelle structure linéaire (LDC)

- Données principales : Code Reed Solomon
- Création de « piquet » (Picket Code) détectant les salves d'erreurs avant le processus de correction
- 2ème Code Reed Solomon indépendant pour la correction du code « piquet »

Blu-ray Disc et système de correction d'erreurs



Blu-ray : Pour la protection contre les salves d'erreurs

- ⇒ utilisation du Picket Code (ECC)
- correction jusqu'à 31 colonnes de données
- permet de corriger 62 octets de données parmi 496 octets
- 496 octets occupent 76,66 mm le long de la piste
- soit une salve pouvant faire jusqu'à 9,58 mm de long dans la direction tangentielle

Système de Correction d'Erreurs :

- LDC : Long Distance Reed Solomon Code

	DVD	Blu-ray	BD/DVD
Nb. max d'octets en salve corrigibles	2790 octets	9982 octets	3,6
Longueur max d'une salve corrigible	5,95 mm	9,58 mm	1,6

Technique de modulation des données sur le Blu-ray Disc

Utilisation de la modulation RLL 1-7 PP

Large fenêtre de codage grâce au mode RLL (1,7)

- robustesse contre le jitter : surimpression, multi-couche
- convient pour le PRML* : amélioration des signaux 2T
- avantage aux htes. vitesses : fréquence d'horloge plus faible

Contrôle de la composante continue par la modulation

« Parity preserve, & Prohibit RMTR* »

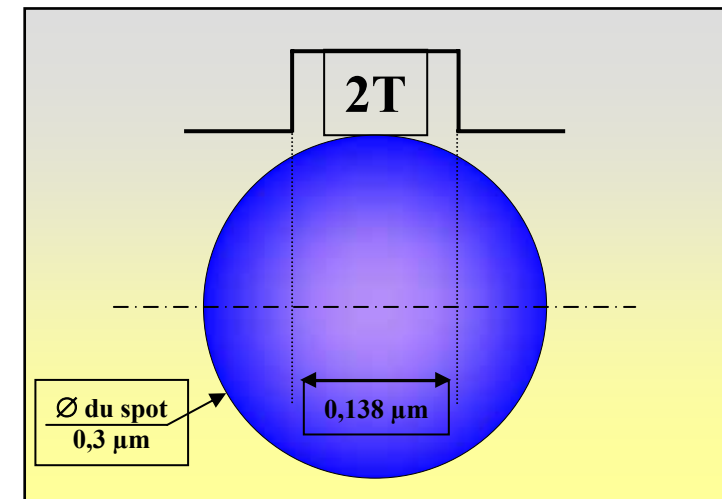
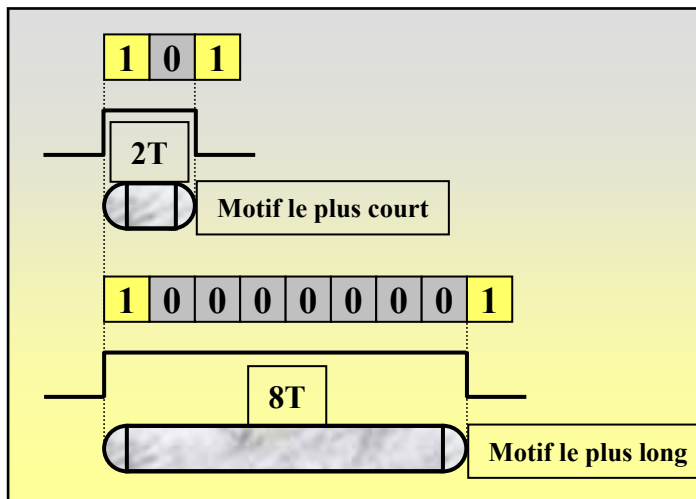
- données de contrôle réduites : 1 bit pour 46 bits (1,5 bit après modul.)
- stabilité du canal de lecture : absence composante continue
répétition $2T \leq 6$

* PRML : Partial Response Maximum Likelihood

- technique de traitement du signal adaptée pour l'enregistrement de donnée en haute densité

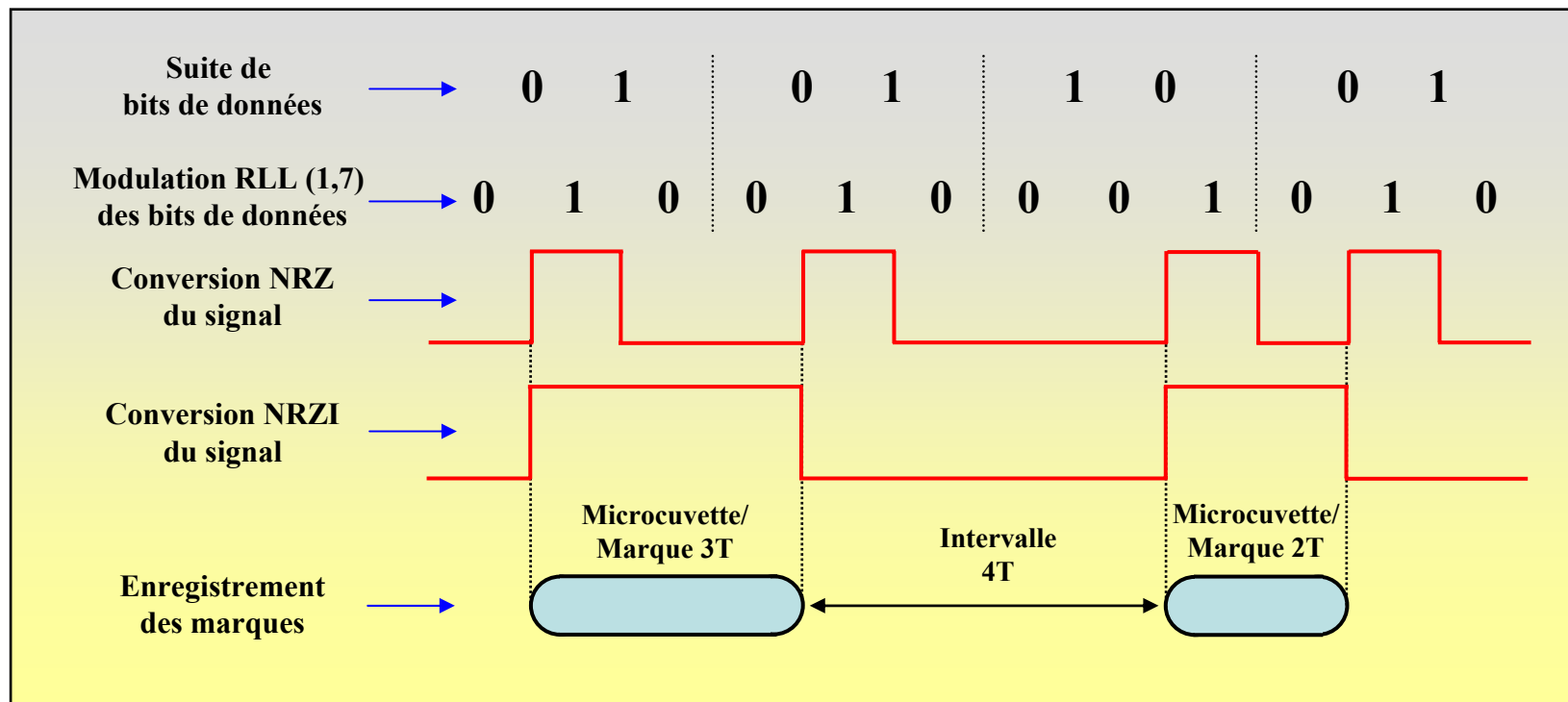
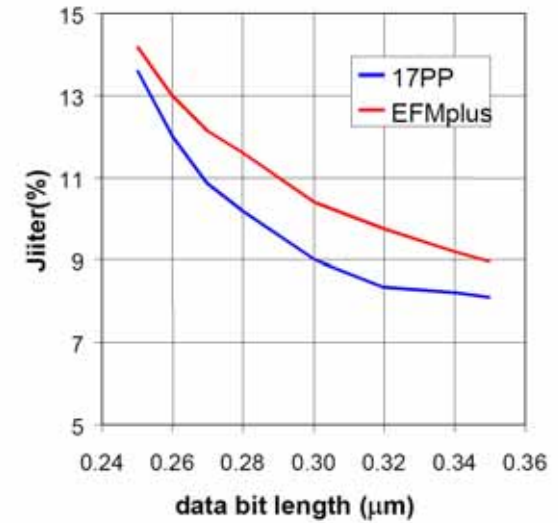
**RMTR : Repeated Minimum Transition Run length

- limitation de la répétition des motifs les plus courts



Utilisation de la modulation RLL 1-7 PP

- Amélioration des performances



Console de jeux comme vecteur de la HD

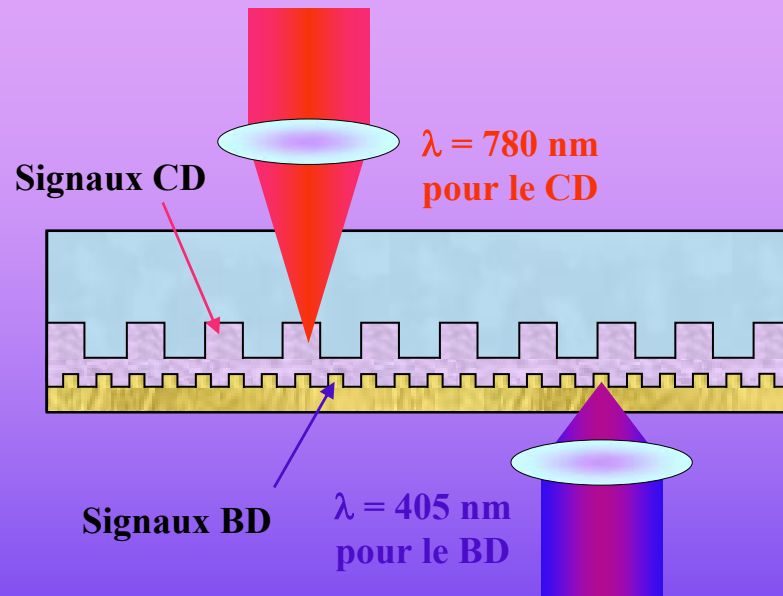
Le 4 Août 2004 : Sony annonce officiellement que sa prochaine console de jeu PS-3 utilisera la technologie du Blu-ray Disc



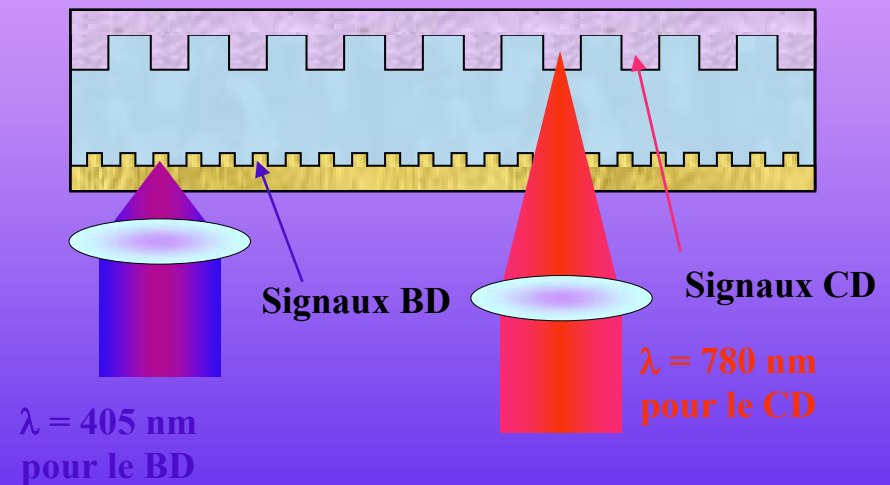
Le BC/CD Dual Format Disc de Sony un disque hybride Blu-ray et CD

Annonce faite par Sony lors de la Conférence ISOM* 2004

Type A : lecture par les deux faces



Type B : lecture par une seule face



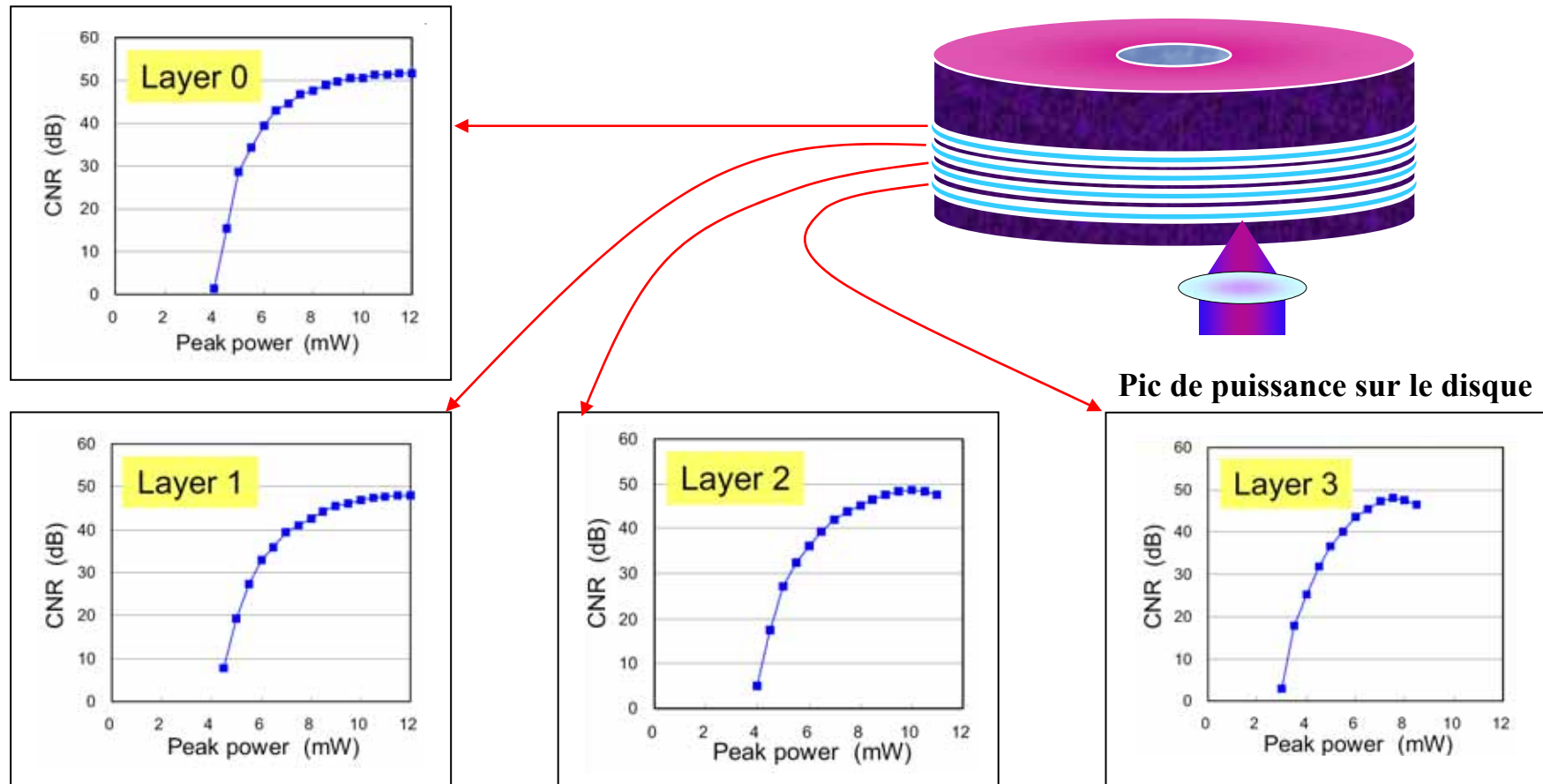
Les deux types de disques peuvent être réalisés avec une épaisseur proche de 1,2 mm
⇒ tout deux peuvent satisfaire aux spécifications du CD et du BD

* International Symposium of Optical Media Jeju Island/Corée 11/15 Oct. 2004

Blu-ray Disc Multicouche : disque quadruple couche enregistrable

Blu-ray : fort potentiel pour des extensions futures :

- Philips a démontré la faisabilité de couche 35 GOctets fonctionnant en enregistrement et en lecture
- Jusqu'à 140 GOctets avec un disque simple face à 4 couches



Blu-ray Disc Association (BDA)

Définition de la Blu-ray Disc Association

- **Une nouvelle organisation pour développer et promouvoir les du Blu-ray Disc**
- **Une organisation ouverte que n'importe qu'elle entité ayant à bénéficier des formats du Blu-ray Disc peut rejoindre**
- **Une organisation fondée et conduite par la participation active des sociétés membres de cette association**

Mission de la BDA

- **Développer/Améliorer les spécifications du Blu-ray Disc**
- **S'assurer que les produits Blu-ray Disc sont développés par des sociétés ayant les licences BD et en conformité avec les spécifications du Blu-ray**
- **Promouvoir une large adoption des formats Blu-ray Disc**
- **Fournir toute information utile à ceux qui sont intéressés à supporter les formats Blu-ray Disc**

Pour plus d'information et pour répondre à vos questions

Site Web de l'association BDA :

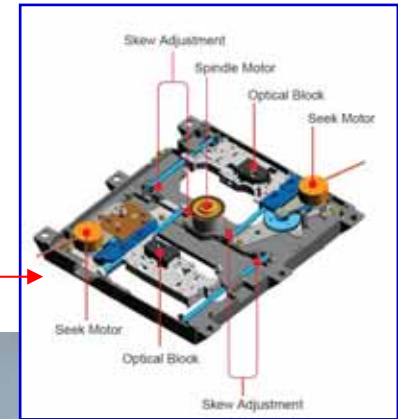
www.blu-raydisc-official.org

Le PDD de Sony : Professional Disc for Data



Utilisation pour le système XDCAM

Drive disponible avec deux têtes optiques



Le futur du DVD HD ?

Voir la troisième partie : le DVD Forum et le HD DVD

Jean-José Wanègue

Références :

- « DVD HD : Quelles Solutions? »
- « Les alternatives au disque optique »
- « TVHD et DVD-HD : le Grand Bleu » dans la Revue du Son (Sept. 2003)
- « Le DVD Haute Définition nous en fait voir de toutes les couleurs » 1ère partie dans la Revue du Son (Déc. 2004)
- « Le DVD Haute Définition nous en fait voir de toutes les couleurs » 2ème partie à paraître dans la Revue du Son (Déc. 2004)
- « HDTV and HD Video optical disc: the Big Blue » à paraître dans Optical Disc Systems