





R:	Sommaire	Page
>	Généralités sur le Blu-ray Disc	3
>	Du DVD au Blu-ray Disc : grandeurs caractéristiques	11
>	Structure physique du Blu-ray Disc	22
>	Le Blu-ray Disc : un conteneur multimédia haut débit	33
>	Les différents profils du Blu-ray Disc	39
>	Protection des contenus du Blu-ray Disc	44
>	Le Blu-ray Disc 3D	45
>	Le Blu-ray Disc comme support audio multicanal haute résolution	49
>	Les disques Blu-ray enregistrables et réinscriptibles	54
>	Les BD-R à couche organique	57
>	Les BD-R à couche inorganique	BI60 ay Disc
>	Les disques Blu-ray réinscriptibles	65
>	Les BD enregistrables 8 cm pour Camcorder	68
>	Les BD enregistrables et réinscriptibles multicouches BDXL	69
>	Les BD enregistrables pour la vidéo professionnelle (format PDD Sony)	79
>	Le format Ultra HD Blu-ray pour la vidéo 4K	84
>	Feuille de route pour les 200 GB de capacité	86
>	Un Blu-ray Disc hybride ROM + R	88
>	Le Blu-ray Disc comme support d'archivage ?	89
A	Bibliographie	100
LAN	Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 J	luin 2015 - page 4

Le Blu-ray: une nouvelle plate-forme pour le loisir audiovisuel



BILLIBUDIS

Le Blu-ray n'est pas :

- qu'un nouveau disque optique avec plus de capacité

Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page

- qu'une simple machine à lire un film vidéo en HD
- C'est aussi une nouvelle plate-forme interactive,
- > Et une nouvelle plate forme communicante
- Et c'est aussi un support et une plateforme AV

 au potentiel et aux performances

 audio et vidéo exceptionnels

 mais encore insuffisamment exploités



TIME

Le Blu-ray : un nouveau support

Le Blu-ray c'est aussi :

- > Un support enregistrable
 - pour la sauvegarde de logiciels
 - pour la sauvegarde de données informatiques
 - pour la sauvegarde de données multimédia





Mais au-delà du support

le Blu-ray est un système

Les débuts difficiles du Blu-ray Disc





- Premiers lecteurs HD DVD
 le 18 Avril 2006
 aux USA entre 499,99 \$ et 799,99 \$
- Xbox 360 en Europe
 17 Novembre au prix de 199 \$
- · Nouveau lecteur Toshiba
 - prévu pour Avril 2007
 - prix attractif ? (NC)



Escarmouches et bagarres de rae



- Premiers lecteurs BD aux USA
 Juin 2006 : Samsung BD-P1000
 au prix de 999 \$
- Lancement de la PS3
 17 Nov. 2006 au prix de 499 \$/599 \$
- Sony projette un lecteur BD
 à 600 \$ été 2007 aux USA



Plas de bleas à ramasser que de gloire à glaner



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page ... 7

9 Février 2008, Toshiba jette l'éponge, le Blu-ray Disc vient de remporter une bataille

... si pour certains « la guerre des formats pour la nouvelle génération de DVD est terminée et le futur s'appelle Blu-ray » ...

"Official: HD DVD dead and buried, format war is over"



The New York Times



Illustration tirée de Engadget.com (19 février 2008)



Illustration du New York Times (13 Mars 2008)



L'organisation des spécifications du Blu-ray Disc

- ☐ Le format BD regroupe trois types de supports ou formats physiques :
 - Read-Only : BD-ROM préenregistré
 - ► Recordable (BD-R) enregistrable
 - ► Re-Recordable (BD-RE) réinscriptible
- Division de chaque format en trois parties :









Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page

Juste pour mémoire :

Le premier disque Blu-ray était un disque Réinscriptible

Avril 2003: enregistreur Sony BDZ-S77





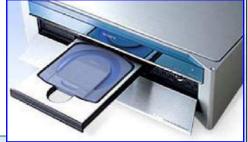


Disques BD-RE en cartouche

CEATEC / Tokyo Octobre 2002

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

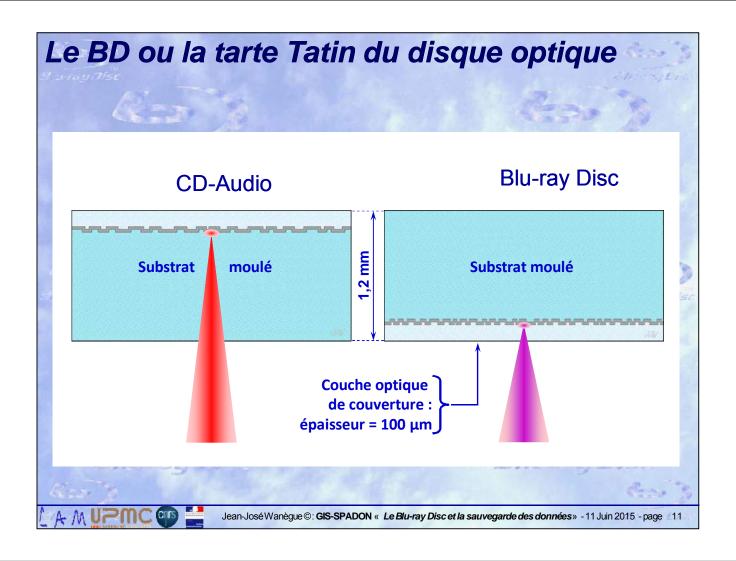
Disque double couche: 46,6 GO; 50 GO; 54 GO (à l'étude)

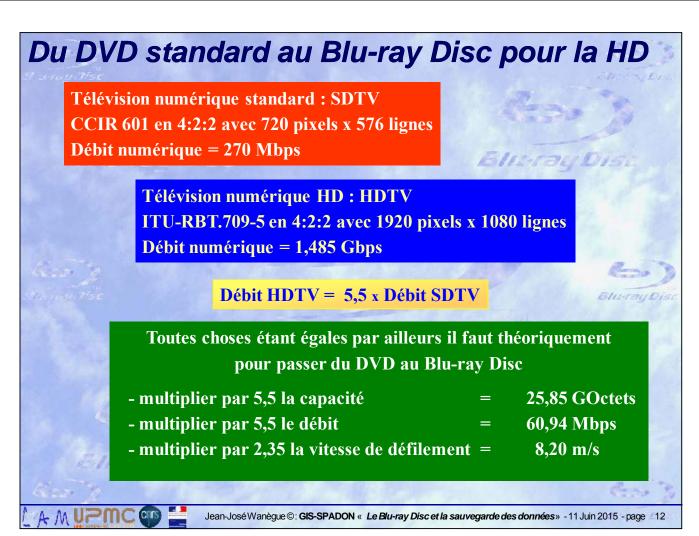


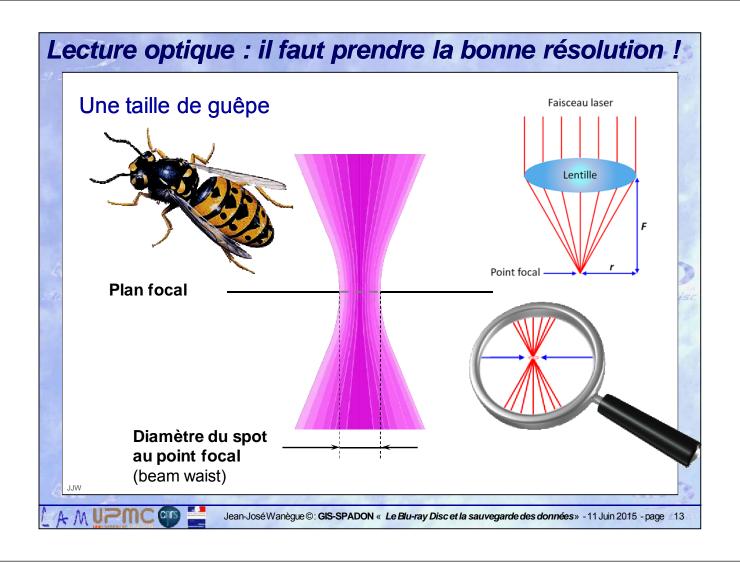
destiné à enregistrer des programmes TV HD au Japon en priorité :

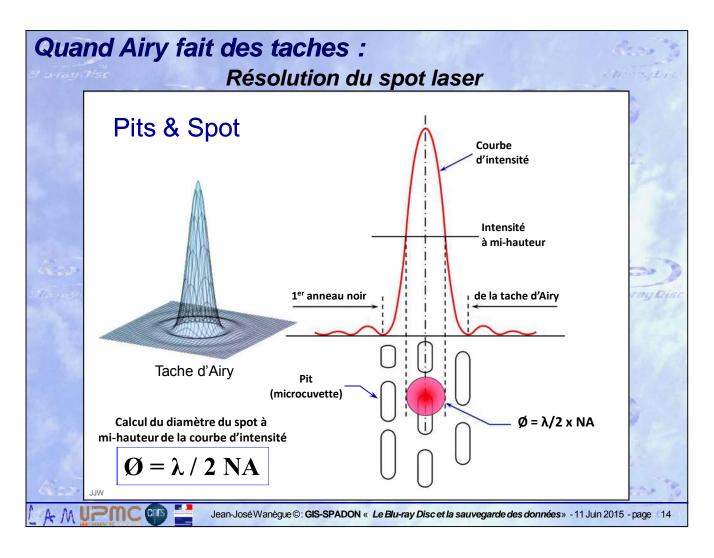
⇒ utilisation du format MPEG-2 Transport Streams

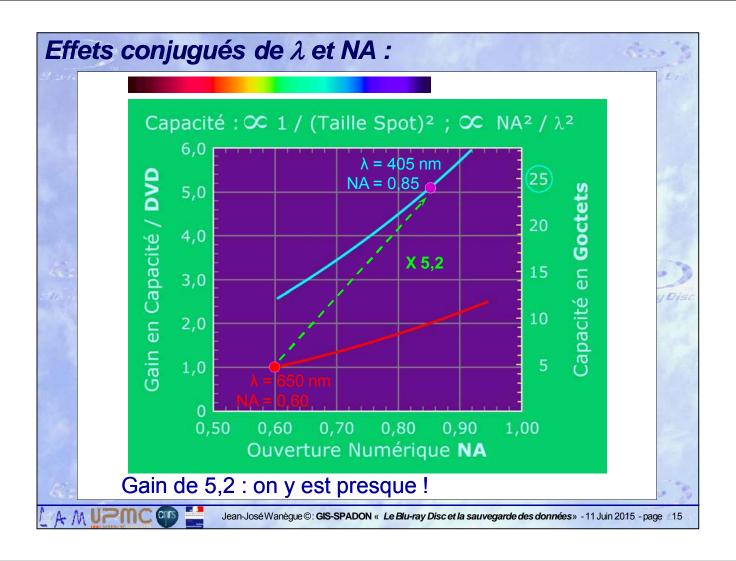


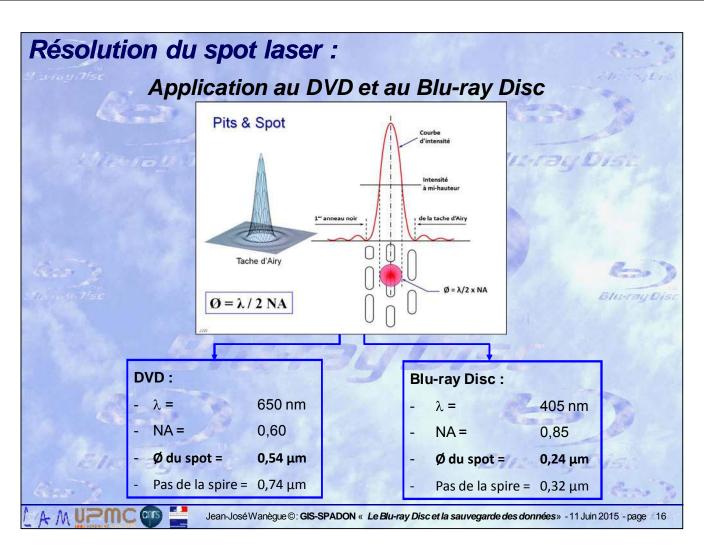












Comparaison entre le DVD et le Blu-ray Disc :

Caractéristique	Unité	DVD	Blu-ray Disc
Longueur d'onde du laser	nm	650	405
Diamètre du spot laser	μm	0,54	0,24
Vitesse de rotation (1x)	tr/min	570 à 1 630	800 à 2 000
Vitesse de défilement	m/s	3,49 à 3,84	4,92 à 4,55
Longueur minimum des motifs (T2)	μm	0,40 ou 0,44	0,149 ou 0,138
Pas de la spire	μm	0,74	0,32
Capacité utile par couche	GO	4,70 ou 4,25	25,0 ou 27,0
Débit utile (1x)	Mbps	11,08	35,96
Débit brut du canal (1x)	Mbps	26,16	66,00
Efficacité du codage du canal	%	42%	56%



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page #17

Comparaison entre le DVD et le Blu-ray Disc :

Les éléments contribuant à l'augmentation de la capacité

Élément physique ou logique (codage)	Contribution à l'augmentation de la capacité du Blu-ray / DVD
Pas de la spire plus étroit	x 2,31
Motifs raccourcis (cuvettes & plateaux) *	x 1,79
Amélioration de l'efficacité du codage canal **	x 1,29
Gain total en capacité (par couche)	x 5,31

- * Calcul fait en utilisant la longueur du bit canal (BD : 74,5 nm ; DVD : 133 nm)
- ** Prend en compte le système de modulation et de détection/correction d'erreurs



« No free meal »

Performances optiques et tolérances optiques

Ouverture Numérique NA ⊅ Longueur d'Onde λ №

= Densité de Stockage 🌣

Aberrations Optiques *◄*



Tolérances Optiques 2

Défocalisation = $f(\lambda / NA^2)$

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

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

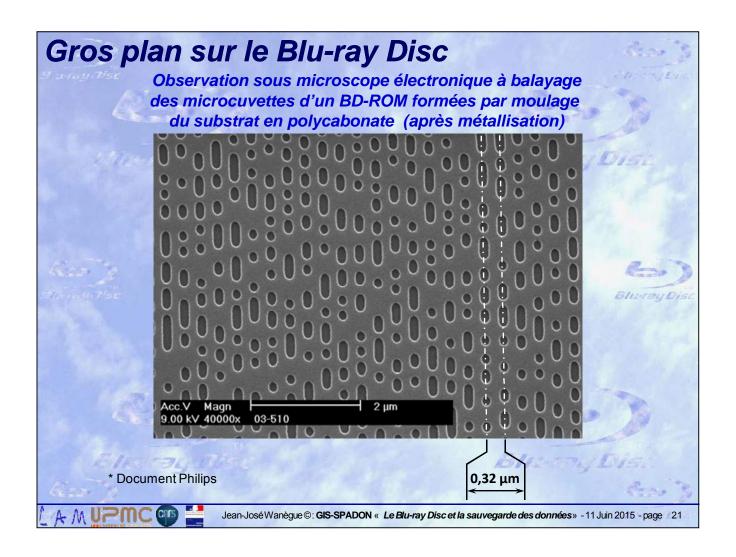
Trouver le bon compromis!

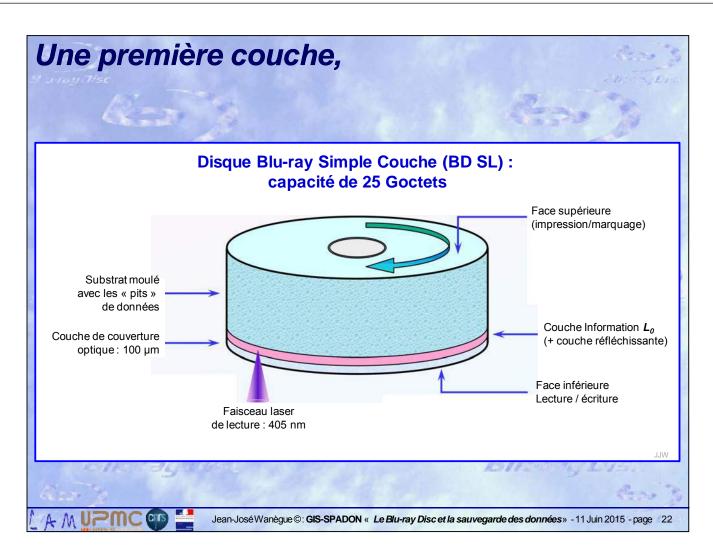


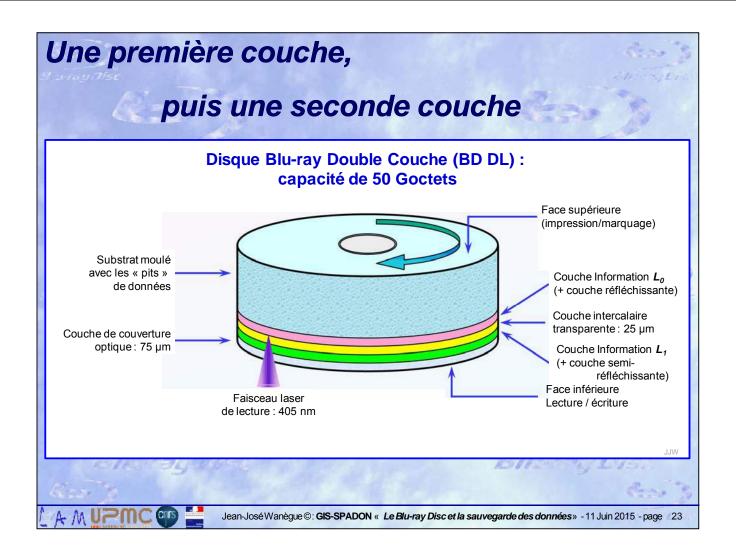
Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 19

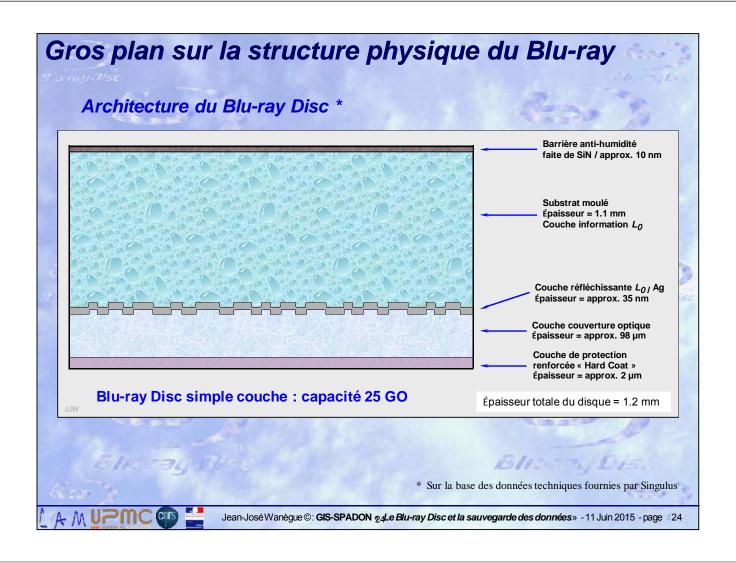
Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 20

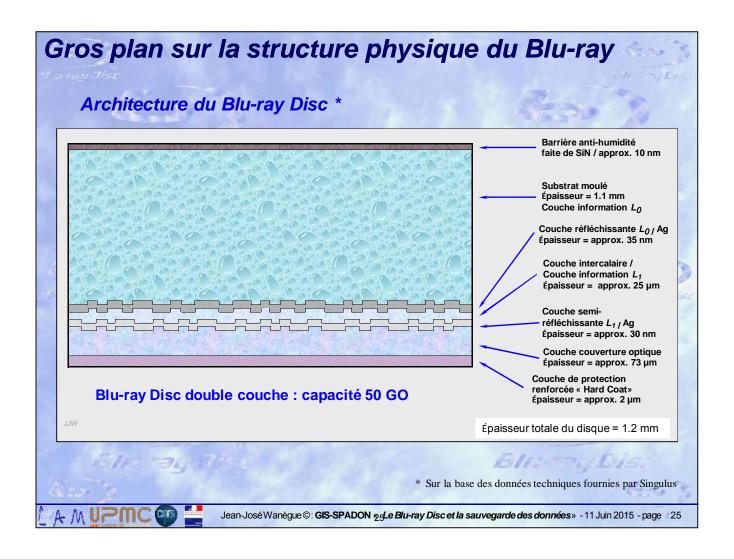
Comparaison de la structure des 3 principaux formats de disques optiques CD DVD **Blu-ray Disc** $\lambda = 780 \text{ nm}$ $\lambda = 650 \text{ nm}$ $\lambda = 405 \text{ nm}$ NA = 0.45NA = 0.60NA = 0.85650 Moctets 4,7 Goctets 23 Goctets Pas de la spire : 1,6 μm Couche optique = 0,1 mm Couche optique = 1,2 mm Couche optique = 0,6 mm Profondeur approx. du pit : Largeur approx. du pit : Profondeur approx. du pit : Largeur approx. du pit : Profondeur approx. du pit : 110 nm 100 nm 65 nm 300 nm Largeur approx. du pit Longueur mini. du pit : 830 nm Longueur mini. du pit : Longueur mini. du pit : 149 nm 400 nm

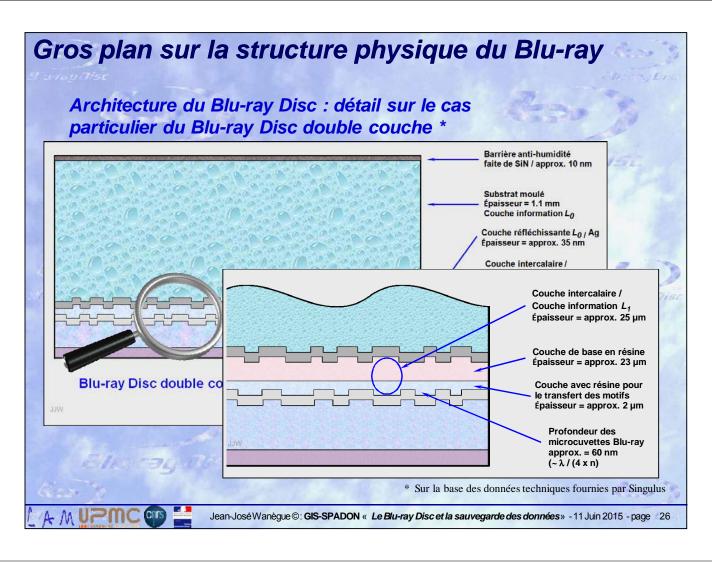




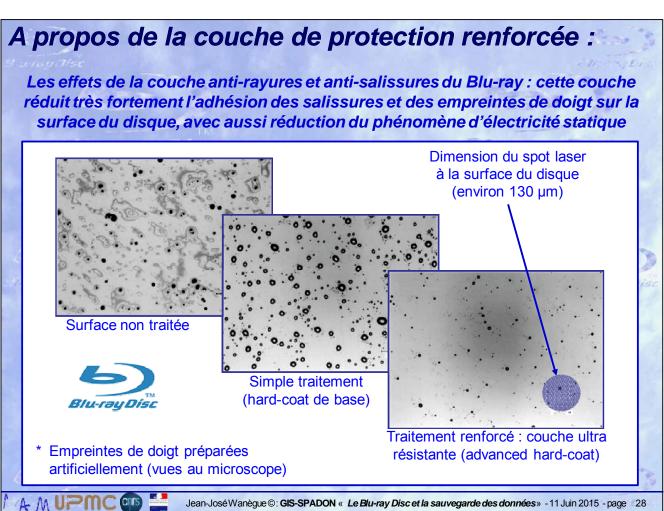








A propos de la couche de protection renforcée : Le recours à une couche de protection renforcée, le « Hard Coat » a permis de s'affranchir de la cartouche de protection des premiers jours. Couche renforcée de protection (hard coat) épaisseur: 2 µm Épaisseur totale: Couche optique 100 µm de couverture épaisseur: 98 µm (dépôt par centrifugation) Couche réfléchissante (dépôt par sputtering) **Substrat Polycarbonate** Épaisseur : 1,1 mm Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» -11 Juin 2015 - page 27



Altitude de vol du pick-up optique :

Avec le Blu-ray Disc l'optique de lecture se déplace à une hauteur de seulement 0,1 mm par rapport à la surface du disque contre ~ 1,7 mm pour le CD ou le DVD

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

Pickup optique: NA = 0,85

Substrat: Epaisseur = 1,1 mm

Couche optique de couverture : Epaisseur = 0,1 mm

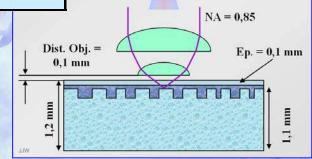
Distance lentille / surface disque $H_{vol} = 0.1 \text{ mm}$

0



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





Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 29

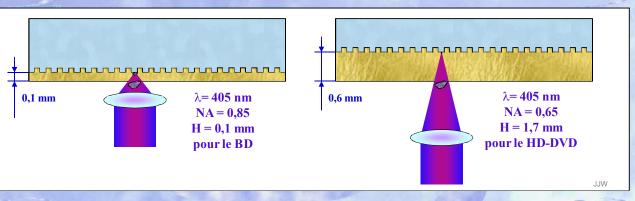
Le Blu-ray Disc : plus de capacité au prix de tolérances plus sévères

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

White paper « Blu-ray Disc Format - Physical Format Specifications for BD-RE » 2nd Edition February 2006



Système de détection et de correction d'erreurs du Blu-ray Disc



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 CD

Mais: mise au point d'un nouveau système de correction basé sur

le code Reed-Solomon avec une nouvelle structure linéaire ⇒ LDC

Long Distance Reed Solomon Code

Données principales : Code Reed Solomon

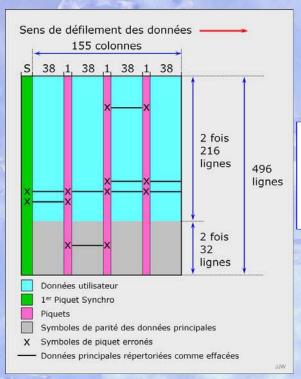
Création de « piquet » (Picket Code) détectant les salves
 d'erreurs avant le processus de correction des erreurs aléatoires

2ème Code Reed Solomon indépendant pour la correction du code « piquet »



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» -11 Juin 2015 - page 31

Système de détection et de correction d'erreurs du Blu-ray Disc Organisation d'un bloc ECC



Représentation schématique d'un bloc ECC de 32 secteurs de 2 KOctets (64 Koctets) chacun avec les piquets permettant d'identifier et de localiser les zones comportant des erreurs en salve.

Maintenant que l'on sait faire un Blu-ray









Après la capacité, reste à augmenter le débit

Oui, mais comment?



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 33

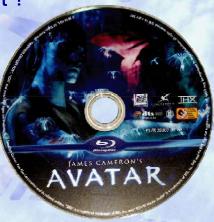
Après la capacité, reste à augmenter le débit



Oui, mais comment?



En augmentant la vitesse de de défilement linéaire.



Vitesse = 3,49 m/s *
Tx. transfert = 11,08 Mbps

Vitesse = 7,37 m/s *
Tx. transfert = 54 Mbps **

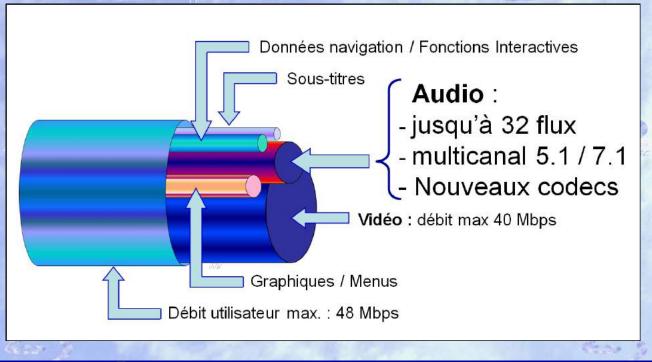
* Vitesse de défilement linéaire constante (CLV)

** 54 Mbps en mode film (36 Mbps en 1x)



Un gros tuyau pour mieux se faire voir et mieux se faire entendre!

Taux de transfert utilisateur = 54 Mbps



Le Blu-ray en chiffres, un détail qui a fait la différence

Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 35

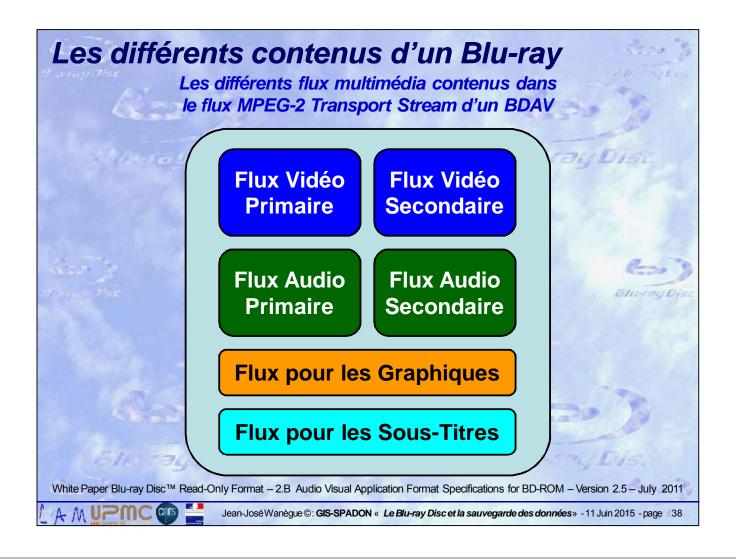
- ➤ Le Blu-ray Disc dans sa définition de base :
 - Vitesse de rotation = 1x
 - Débit maximum utile en 1x = 35,965 Mbps
- > Pour la distribution de films au format HD : HDMV & BD-J
 - Vitesse de rotation = 1.5x
 - Débit maximum utile en 1.5x = 54 Mbps
- Conséquences pour les applications HDMV & BD-J
 - Débit Maximum du flux multimédia multiplexé = 48 Mbps
 - avec un maximum de 40 Mbps pour la vidéo en VBR
 - et un maximum théorique de 8 Mbps pour l'audio
 - en réalité on trouve en vidéo des débits moyens entre 20 et 22 Mbps
 - avec fréquemment des pointes à 30 Mbps
 - ce qui laisse en théorie environ 18 Mbps maximum pour l'audio
 - en réalité le débit audio maximum est de 27,648 Mbps

Rappel: pour le DVD

- débit max pour la vidéo = 9,8 Mbps (en MPEG-2) maximum recommandé : 8 Mbps
 - débit maximum pour l'audio = 6,144 Mbps (48 kHz x 1- bits x 8 canaux)

BUSTELLIS

Barous.	Le Blu-ray en chiffres		Car S
	OK 23 TO THE REAL PROPERTY.	Es.	
	Caractéristiques		
	Capacité simple couche	25 Goctets	UISE
	Capacité double couche	50 Goctets	
	Taux de transfert brut	99 Mbps	
Gar.	Taux de transfert des données	54 Mbps	6)
As my J	Débit utilisateur maximum	48 Mbps	BlurayDisc
	Débit vidéo maximum	40 Mbps	
	Nb. maximum flux audio	32	
	Nb. maximum canaux discrets simultanés	8	
	Débit audio maximum (non spécifié)	27,648 Mbps	
	TO TOTAL STATE OF THE STATE OF	Blizary	Dis
Blu	ray Disc		600 3
LAMU	PMC (III) Jean-José Wanègue ⊚: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la s	auvegarde des données» -11 J	luin 2015 - page 37



Les différents profil du Blu-ray :

En résumé (mais provisoire)

BONUS VIEW



Caractéristique	BD-Video 1.0 Profil 1.0 « Grace Period » « Initial Standard Profile »	BD BonusView Profil 1.1 ou « Final Standard Profile » Obligatoire depuis 1/11/07	0ptionnel 64 kO 1 GO	
Mémoire résidante intégrée	64 kO	64 kO	64 kO	
Possibilité de stockage local Optionnel		256 MO (intégrée/fixe ou amovible)	1 GO (intégrée/fixe ou amovible)	
Flux vidéo secondaire (PiP) (incrustation vidéo) Optionnel		Obligatoire	Obligatoire	
Flux audio secondaire (mixage audio) Optionnel		Obligatoire	Obligatoire	
Connectivité Internet	Non	Non	Obligatoire	
Système Fichier Virtuel (VFS) Optionnel		Obligatoire	Obligatoire	

BD Live ne veut pas dire que les prochains lecteurs devront tous répondre à ces spécifications. Mais les lecteur BD Live doivent obligatoirement disposer de ces caractéristiques. Tous les disques BD Live doivent être compatibles avec le profil BonusView.



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 39

Après le profil 2.0, pourquoi pas le 3.0 ?

Sortir un lecteur Blu-ray allégé pour la lecture exclusive de contenus audio tirant partie des codecs et du son multicanal



Caractéristique	Profil 1.0 Grace Period	Profil 1.1 BD BonusView	Profil 2.0 BD-Live	Profil 3.0 * BD-Audio	
Mémoire résidante intégrée	64 kO	64 kO	64 kO	Non	
Possibilité de stockage local	Optionnel	256 MO 1 GO		Non	
Flux vidéo secondaire (PiP)	Optionnel	Obligatoire	Obligatoire	Non	
Flux audio secondaire	Optionnel	Obligatoire	Obligatoire	Non	
Connectivité Internet	Non	Non	Obligatoire	Non	
Système Fichier Virtuel (VFS)	Optionnel	Obligatoire	Obligatoire	Non	

Il s'agit d'un projet purement spéculatif. Aucun lecteur BD Profil 3.0 n'existe à ce jour. Il existe par contre des disques « Pure Audio Blu-ray » ou Blu-ray Audio Only



Avec le profil 5.0 le relief s'invite dans le salon

Le profil 4.0 est réservé pour des usages ultérieurs. En attendant on passe au relief avec le profil 5.0

BONUS VIEW BDLIVE

Blu-ra	
37	֡

	Caractéristique	Profil 1.0 Grace Period	Profil 1.1 BD BonusView	Profil 2.0 BD-Live	Profil 3.0 * BD-Audio	Profil 5.0 Blu-ray 3D
	Mémoire résidante intégrée	64 kO	64 kO	64 kO	Non	64 kO
1	Possibilité de stockage local	Optionnel	256 MO	1 GO	Non	1 GO
	Flux vidéo secondaire (PiP)	Optionnel	Obligatoire	Obligatoire	Non	Obligatoire
	Flux audio secondaire	Optionnel	Obligatoire	Obligatoire	Non	Obligatoire
	Connectivité Internet	Non	Non	Obligatoire	Non	Obligatoire
	Système Fichier Virtuel (VFS)	Optionnel	Obligatoire	Obligatoire	Non	Obligatoire

Il s'agit d'un projet purement spéculatif. Aucun lecteur BD Profil 3.0 n'existe à ce jour.
Il existe par contre des disques « Pure Audio Blu-ray » ou Blu-ray Audio Only



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» -11 Juin 2015 - page 41

Le profil 4.0 sera-t-il celui d'un Blu-ray 4K?

Avec la sortie des premiers Blu-ray masterisés à partir de masters numériques 4K peut-on espérer l'arrivée prochaine d'un lecteur BD 4K et des disques BD Ultra-HD?

Caractéristique	Profil 1.0 Grace Period	MASTERED IN 4K MAXIMUM PICTURE - EXPANDED COLOR- Udio	Profil 4.0 BD ?	Profil 5.0 Blu-ray 3D
Mémoire résidante intégrée	64 kO	on on	?	64 kO
Possibilité de stockage local	Optionnel	on	?	1 GO
Flux vidéo secondaire (PiP)	Optionnel	on	?	Obligatoire
Flux audio secondaire	Optionnel	on	?	Obligatoire
Connectivité Internet	Non	on	?	Obligatoire
Système Fichier Virtuel (VFS)	Optionnel	OPTIMIZED FOR 4K ULTRA HD TVS PLAYS ON ALL BLANKEY PLAYER, PLAYER/FROM SER HEYNE COSTATED FROM HE SECURIC SERVICENTS VOTO SERVICE COLORS)11	?	Obligatoire

La question est à l'étude au sein du consortium Blu-ray.



Pour conclure sur les profils des lecteur Blu-ray

Relation entre chaque Profil et fonctions supportées

Profil 5



√ 3D stéréoscopique

Profil 2



- ✓ BD-J connectivité Internet
- ✓ Pseudo streaming (Progressive Playlist)

Profil 1.1

✓ Vidéo haute définition

✓ Interactivité HDMV/BD-J

BONUS VIEW [™] ✓ Texte Sous-titres/bitmap

- ✓ Audio haute fidélité
- ✓ Incrustation vidéo (Picture-in-Picture)
- ✓ Contenu virtuel/mémoire locale (Virtual Package)

White Paper Blu-ray Disc™ Read-Only Format – 2.B Audio Visual Application Format Specifications for BD-ROM – Version 2.5 – July 2011



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 43

BILLIBUDIS

La protection des contenus sur le Blu-ray :

Le disque Blu-ray Disc dispose de trois niveaux de protection

- > AACS : Advanced Access Content System
 - protection obligatoire
 - protection du contenu par plusieurs clés de cryptage
 - jeu de clés pour chaque lecteur
 - révocation possible des clés

BD-ROM Mark:

- protection obligatoire
- identifiant encapsulé dans le disque
- marque physique insérée lors du glass-mastering
- conçue pour empêcher la copie disque-à-disque ou bit-à-bit

> BD+:

- protection optionnelle
- code destiné à identifier des problèmes de sécurité dans le lecteur lui-même

Tous les lecteurs de Blu-ray doivent obligatoirement pouvoir traiter ces trois systèmes de protection





Le Blu-ray Disc 3D:

Principes de fonctionnement du BD 3D

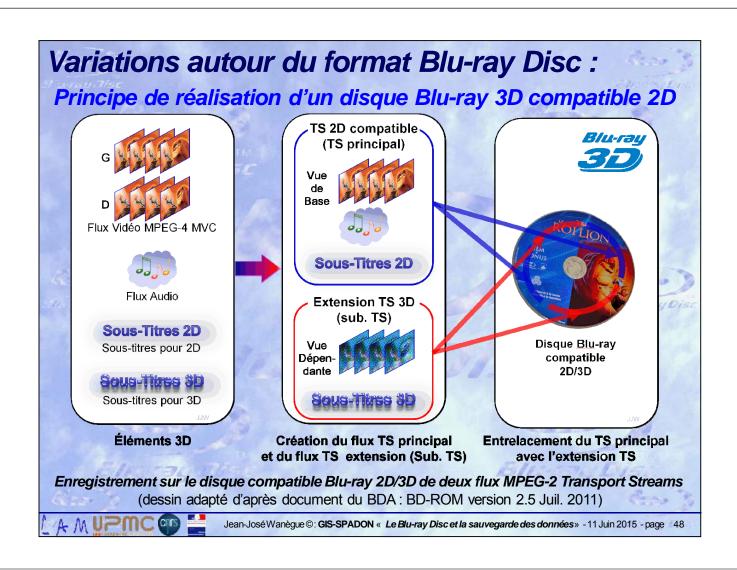
- Spécifications du Blu-ray 3D publiées en Déc. 2009
 - lecteur Profil 5.0
- Premier lecteur BD 3D : février 2010
 - Sony BDP S470
- Format assurant une vision stéréoscopique Full HD
 - restitution pour chaque œil d'une image qualité 2D (1080 x 1920)
 - codec MPEG-4 MVC : Multiview Video Coding
 - > 2 heures en 3D Full HD sur disque 50 GO
- Technologie contrôle de la profondeur
 - éviter interférence entre Vidéo 3D et S/titres 3D et menus 3D
- Compatibilité 2D 3D du disque
 - contenu principal 2D + extension 3D
 - disque BD 3D lisible sur lecteur 2D
- Compatibilité 2D 3D des lecteurs BD 3D
 - choix entre sortie 2D ou 3D
 - impossibilité de mise à niveau 3D des lecteurs 2D
 - possibilité de mise à niveau 3D de la PS3 mais risque de pb. mise à niveau sortie HDMI en 1.4 (1.3 ⇒ 1.4)







Variations autour du format Blu-ray Disc : Un disque Blu-ray 3D oui, mais qui doit être compatible 2D Disque BD compatible 2D/3D Sortie mode 2D stéréoscopique TV compatible 3D Le principe de rétrocompatibilité d'un disque compatible 2D/3D avec un lecteur e BD-ROM et un téléviseur (d'après document du BDA : BD-ROM version 2.5 Juil. 2011) Jean-José Wanèque ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données » -11 Juin 2015 - page 47











Vous avez dit Pure-Audio Blu-ray ! je vous assure que d'autres l'ont dit avant vous









Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 53

Variations autour du format Blu-ray Disc :

Les Blu-ray Disc enregistrables et réinscriptibles









A l'origine :

✓ capacité de 23 GO par couche Aujourd'hui en standard :

√ capacité de 25 GO par couche

Deux types de disques Blu-ray enregistrables

✓ Blu-ray Enregistrable (Recordable) une fois : BD-R

✓ Blu-ray Réinscriptible (REwritable) : BD-RE

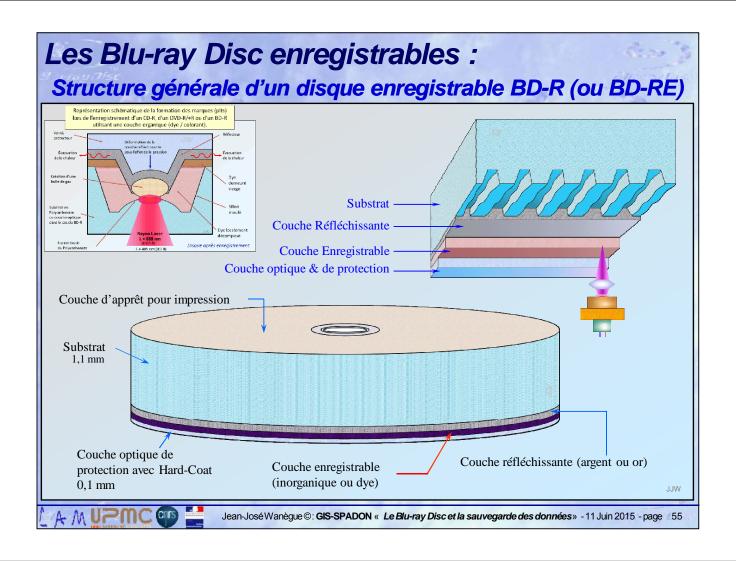
Deux types de capacité

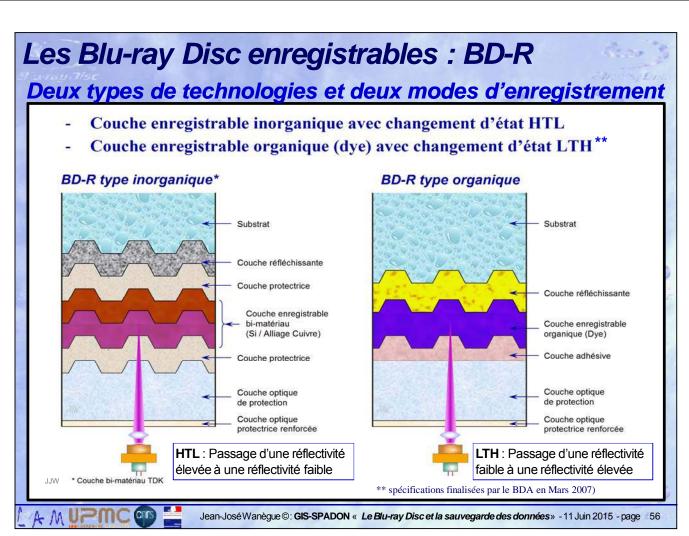
✓ Format simple couche (Single Layer) : 25 GO

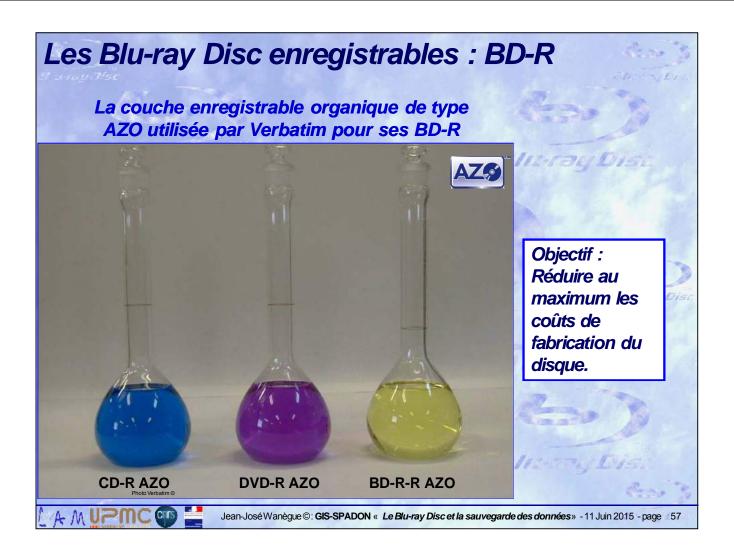
✓ Format double couche (**D**ual **L**ayer) : **50 GO**

Le premier disque BD-R a été lancé en 2003 au Japon par TDK













2008 : lancement des premiers BD-R à couche organique Mistsubishi (Verbatim) et Maxell* se joignent à Taiyo Yuden











- La rétro-compatibilité prise en défaut :
 - √ en raison du changement de polarité
 - passage de HTL à LTH
 - ✓ les lecteurs et les graveurs déjà en service
 - ne peuvent pas relire ces nouveaux BD-R

BILLIAGDIS

Bliscond

- ✓ mise à niveau des appareils existant ?
 - possible pour certains graveurs (firmware)



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 59

Les Blu-ray Disc enregistrables : BD-R

Exemple de BD-R utilisant une couche 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)

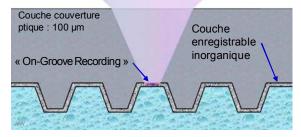


Les Blu-ray Disc enregistrables : BD-R Exemple de BD-R utilisant une couche inorganique Technologie « Laminar Phase Separation » de Sony utilisée pour le BD-R : Faisceau de lecture État enregistré (faible puissance) Structure Puissance faible de la couche enregistrable Réflectivité Réflectivité élevée faible SONY Puissance élevée Signal de Lecture Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» -11 Juin 2015 - page 61

Les Blu-ray Disc enregistrables : BD-R

Les BD-R à couche organique : écriture dans le sillon

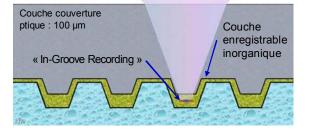
✓ Dans le cas d'un BD-R avec couche organique, l'enregistrement des marques dans le sillon est nécessaire en raison de certains problèmes comme la polarité inversée du push-pull et la transition LTH lors de l'écriture.



Couche enregistrable inorganique : enregistrement des marques sur le plateau

Taux de réflectivité :12% à 24 % (disque vierge)

Couche bi-métal ou à changement de phase avec couche de blocage



Couche enregistrable organique : enregistrement des marques dans le sillon

Taux de réflectivité : 16% à 35 % (disque enregistré)

Couche organique de type Azo essentiellement: peu d'information disponible de la part des fabricants.



Les fabricants de BD-R : Petit échantillonnage des principaux fabricants de BD-R simple couche (Ø 12cm / 25 GO; Ø 8cm / 7,8 GO) Disc Manufacturer ID & Media Type ID Licensee List The following companies have registered their Disc Manufacturer ID and Media Type ID. Blu-ray Disc Recordable Format Version 1.0 Manufacturer Manufacturer Capacity Amethystum Optoelectronics Co., Ltd. AMESOB 25GB (12cm) CMCMAG CMC Magnetics Corporation 25GB (12cm) Hitachi Maxell, Ltd. MAXELL 12cm and 8cm LGEBRA 12cm (25GB) LG Electronics Inc. (25GB (12cm) and (7.8GB (8cm) Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd. VERBAT HTL Moser Baer India Ltd PHILIP HTL 25GB Panasonic Corporation MEI RITEK CORPORATION RITEK 25GB Sony Corporation SONY 1-2X 25GB TAIYO YUDEN Co., Ltd. TYG-BD Y01 1-2X LTH TDK Corporation TDKBLD 1-2X HTL (8cm)

http://www.blu-raydisc.info/licensee-list/discmanuid-licenseelist.php



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 63

Les fabricants de BD-R :

Technologie HTL (inorganique) versus LTH (organique)

HOME DO YOU NEED A LICENSE?

APF

LICEN

FORMAT

ROTECTION

LICENSEE

Disc Manufacturer ID & Media Type ID Licensee List

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

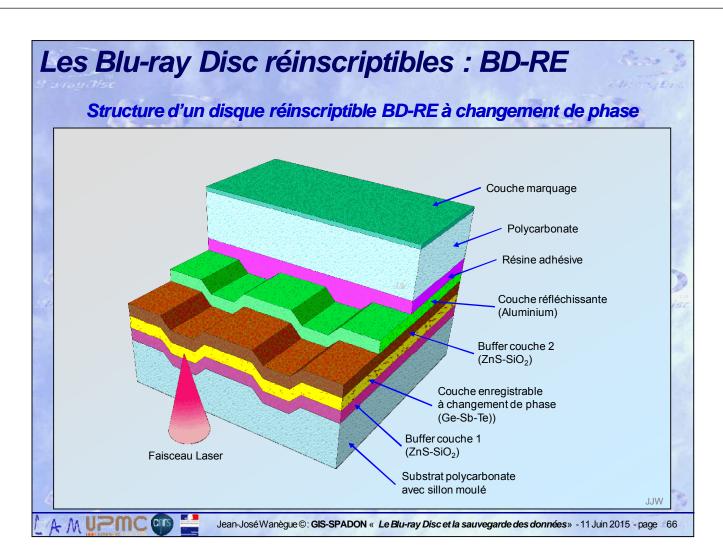
Blu-ray Disc Recordable Format Version 1.0

Single Layer (SL)

Manufacturer	Disc Manufacturer ID	Media Type ID	Writing Speed	Recording Type	Capacity
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)
Mitsubishi Kagaku Media, Co., Ltd.	VERBAT	IMv	1-4X	LTH	25GB (12cm)
Sony Corporation	SONY	NO1	1-2X	HTL	25GB
Sony Corporation	SONY	NS1	1-2X	HTL }	HTL 25GB
TAIYO YUDEN Co., Ltd.	TYG-BD	Y01	1-2X	LTH	LTH
TAIYO YUDEN Co., Ltd.	TYG-BD	Y03	1-4X	LTH S	LIN
TDK Corporation	TDKBLD	RDA	1-2X	HTL	8cm
TDK Corporation	TDKBLD	RBA	1-2X	HTL	12cm

Dans le cas du BD-RE : utilisation de la technologie à changement de phase - Principe de fonctionnement de la technologie à changement de phase Marques enregistrées (état amorphe) Faiblement 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

Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 65



Les Blu-ray Disc BD-R et BD-RE

Normalisation des BD enregistrables & réinscriptibles à l'ISO

Les disques Bluray de diamètre 120 mm ont été normalisés à l'ISO le 1^{er} Juillet 2013

✓ Disques 120 mm BD-R

- simple couche: 25 GO

- double couche: 50 GO

Norme ISO/IEC 30190

✓ Disques 120 mm BD-RE

- simple couche : 25 GO

- double couche: 50 GO

Norme ISO/IEC 30192





Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» -11 Juin 2015 - page 67

Blu-ray enregistrable 8cm et Camcorder :

Un mini-BD enregistrable pour un camcoder Full-HD :

Août 2007 : Hitachi et Mitsubishi joignent leurs efforts pour proposer un camcorder HD utilisant des BB-R & BD-RE au format 80 mm comme support d'enregistrement







Camcoder hybride Hitachi DZ-BD7H doté d'un graveur de minidisques Blu-ray de 8 cm, d'un disque dur et acceptant les cartes mémoire SD pour les photos



Minidisques Blu-ray enregistrables de 8 cm avec une capacité de 7,5 GO /1h d'enregistrement en Full HD 1920-1080 ou 2h en 1440-1080

✓ à gauche : BBD-RE✓ à droite : BD-R





Les Blu-ray Disc enregistrables BDXL (R & RE) Stockage optique: la course à la capacité: objectif 100 GO Plutôt que d'augmenter la densité surfacique, pourquoi ne pas augmenter la densité volumique!! C'est le principe même du disque multicouches



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 69

Jean-JoséWanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 《70

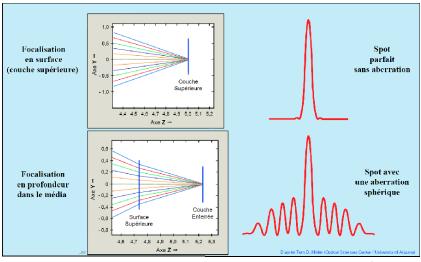
Les Blu-ray Disc enregistrables BDXL (R & RE) Disque multicouches : « No free meal » Avec un disque multicouches on ne fait qu'empiler les problèmes : dégradation du taux de réflexion avec le nombre de couche réduction du signal de lecture (rapport S/B, taux d'erreur, etc.) 30% 25% 15% 10% 2 3 4 5 6 7 8 Nombre de Couches Chaptès Tom D. Misler (Optical Sciences Center / University of Arzona)

Les Blu-ray Disc enregistrables BDXL (R & RE)

Disque multicouches : « No free meal »

En multipliant le nombre de couches il y a un optimum à trouver :

- entre la perte de réflectivité
- le phénomène d'aberration* sphérique subit par le spot en fonction de l'épaisseur
- l'épaisseur minimum de chaque couche pour minimiser le cross-talk



* Il existe cependant des systèmes optiques de correction : compensation de front d'onde



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» -11 Juin 2015 - page 71

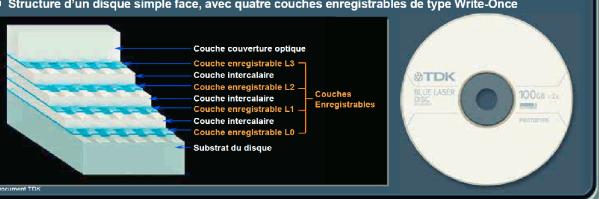
Les Blu-ray Disc enregistrables BDXL (R & RE)

Du concept au premier prototype

Le 6 Juin 2005 TDK annonce la mise au point d'un premier prototype de disque Blu-ray enregistrable multicouches d'une capacité de 100 GO grâce à la superposition de 4 couches de 25 GO. Le support est conçu pour un enregistrement en 2x soit 72 Mbps

TDK's World-leading Disc Technology

Structure d'un disque simple face, avec quatre couches enregistrables de type Write-Once



Le 31 Août 2006 TDK annonce lors du salon de l'IFA de Berlin le développement d'un disque Blu-ray enregistrable multicouches d'une capacité de 200 GO grâce à a la superposition de 6 couches de 33,3 GO par couche



Les Blu-ray Disc enregistrables BDXL (R & RE)



L'association BDA finalise les spécifications de deux formats de disques BDXL ™ (Juin 2010)

- ➤ Disque Triple-Layer et disque Quadruple-Layer (BDXL™)
 - √ disque triple couche : BD-TL
 - capacité totale = 100 Goctets
 - 33,4 Goctets par couche
 - √ disque quadruple couche : BL-QL
 - capacité totale = 128 Goctets
 - 1ère annonce en Sept. 2008/Sony
 - 32 Goctets par couche
- Ces deux formats ont été normalisés à l'ISO le 1er juillet 2013



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 73

Les Blu-ray Disc enregistrables BDXL

Normalisation des BD enregistrables & réinscriptibles BDXL à l'ISO

Les disques Bluray de diamètre 120 mm ont été normalisés à l'ISO le 1^{er} Juillet 2013

✓ Disques 120 mm BD-R

- triple couche : 100 GO

- quadruple couche : 128 GO

Norme ISO/IEC 30191

Verbatim

10/13/13/14

✓ Disques 120 mm BD-RE

- triple couche: 100 GO

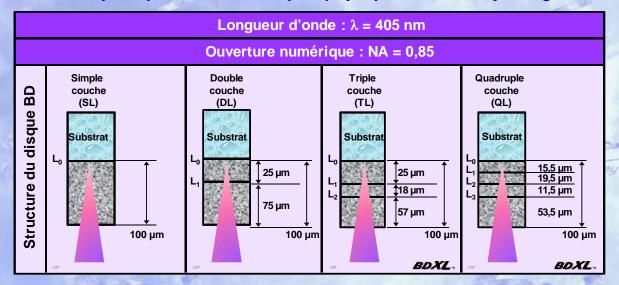
Norme ISO/IEC 30193





Les BD enregistrables : du SL au BDXL (R & RE**)

Résumé des principales caractéristiques physiques des Blu-ray enregistrables *



- * Source : « White Paper Blu-ray Disc™ Format General 3rd Edition December, 2012 »
- ** A ce jour il n'existe pas de Blu-ray réinscriptible triple couche



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 475

E/13-534



Les Blu-ray Disc enregistrables BDXL (R & RE) La compatibilité entre format BD natif et format BDXL™ * BD-R/RE 25 GO/50/GO Lecteur/Graveur BD natif Ne peut ni lire ni écrire un BDXL BD-R/RE 100 GO BD-R 128 GO BD-XL BD-XL Lecteur/Graveur BDXL Lecteur/Graveur BDXL * D'après « White Paper Blu-ray Disc™ Format General 3rd Edition December, 2012 »

La grande famille du Blu-ray Disc

Résumé des spécifications physiques et logiques des différents disques BD

Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 77

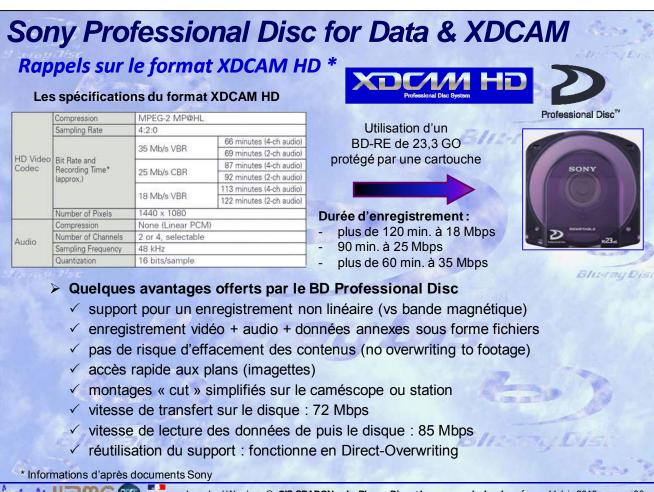
Couche(s)	SL	DL	TL	QL	
Type de disque	R, RE (ou ROM)		R ou RE	R	
Capacité	25 GO	50 GO	100 GO	128 GO	
Capacité par couche	25 GO		33,4 GO	32 GO	
Longueur minimum des marques	0,149 µm		0,112 μm	0,117 μm	
Pas de la spire	0,132 μm				
Modulation	17PP				
ECC	LDC avec piquet BIS				
Taille Secteur/Bloc	2 kOctets / 64 kOctets				
Sens de lecture des couches	NA Sens opposé d'une couche à l'autre				
Vitesse d'écriture (except. ROM)	RE: 1x** , 2x R: 1x , 2x , 4x (Opt.) , 6x (Opt.)		RE: 2x R: 2x, 4x	R: 2x, 4x	

^{*} Source : « White Paper Blu-ray Disc™ Format General 3rd Edition December, 2012 »

^{**} à la vitesse 1x = 36 Mbps





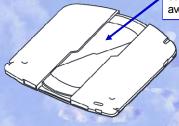


Sony Professional Disc for Data & XDCAM

Deux types d'enregistreurs : 1 tête ou 2 têtes optiques



Mécanisme à double volets conçu pour une utilisation avec deux têtes optiques



Disque professionnel avec cartouche de protection

http://www.panavision.co.nz/main/kbase/downloads/xdcam_system.pdf

Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 81

Tête optique

> Platine BRD-P1 : 1 tête optique

> Platine BRD-P2 : 2 têtes optiques

Platine BRD-P2 Skew Adjustment

Spindle Motor

Tête optique

Seek Motor

√ camcorder √ station portable

√ station compacte √ station fixe/studio

Sony Professional Disc for Data & XDCAM

La famille des disques professionnels PFD pour XDCAM s'agrandit

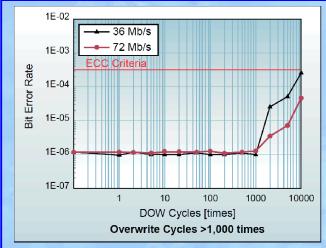
Média	PFD-23A	PFD-50DLA	PFD-100TLA	PFD-128QLW
Une couleur spécifique pour chaque format de disque PFD	SONY 1222	SONY SON	SONY SONY SONY	SONY 128.
Capacité	23,3 GO	50,0 GO	100 GO	128 GO
Type de média enregistrable	RE (réinscriptible)	RE (réinscriptible)	RE (réinscriptible)	R (enregistrable une fois)
Pas de la spire	0,32 μm	0,32 μm	0,32 µm	0, 32 μm
Long. min/marque	0,162 μm	0,149 µmnm	0,149 μm	0,117 μm
Long. d'onde laser	405 nm	405	405 nm	405 nm
Vitesse d'écriture	86 Mbps	86 Mbps	86 Mbps	144 Mbps
Vitesse de transfert	2,4 x	2,4 x	2,4 x	4,0 x

http://www.sony.gr/pro/lang/en/gr/products/broadcast-products-professional-media-professional-disc

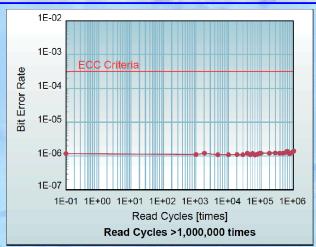


Sony Professional Disc for Data & XDCAM

Les performances annoncées par Sony pour sa technologie DOW *



Il est possible de réenregistrer jusqu'à 1000 fois avant de constater une augmentation significative du taux d'erreurs. Ce n'est qu'au bout de 10 000 cycles que l'on atteint les limites de correction d'erreurs du système. (données fournies par Sony)



En lecture le système affiche une excellente robustesse. Même après 1 million de cycles de lecture on ne constate qu'une très faible augmentation du taux d'erreurs.

(données fournies par Sony)

Durée de vie annoncée : supérieure à 30 ans (durée de vie de stockage et durée de vie en utilisation)

* DOW: Direct Overwrite / écriture directe sur un disque déjà enregistré sans passer par un effacement préalable http://www.panavision.co.nz/main/kbase/downloads/xdcam_system.pdf



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 83

L'Ultra HD Blu-ray

CES Las Vegas Janvier 2015, Panasonic présente le tout premier lecteur de Blu-ray 4K (3840 x 2160)



12 Mai 2015 : l'association du Blu-ray Disc (BDA) publie les spécifications de l'Ultra HD Blu-ray ainsi qu'un nouveau logo pour ce format dédié à la vidéo 4K (3840 x 2160).





Singulus prêt pour la fabrication de disques Blu-ray triple couche de 100 GB



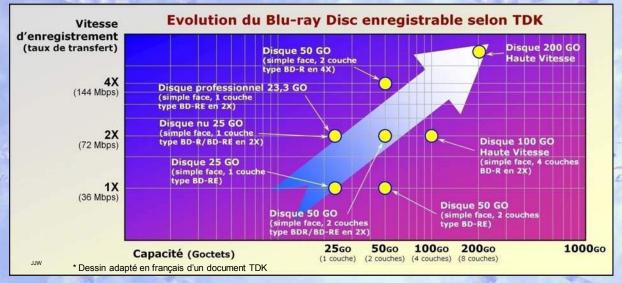
Septembre 2013, Singulus Technologies annonce la réussite de ses tests de fabrication des premiers disques Blu-ray de 100 GB sur sa ligne de pressage baptisée BluLine III.



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 85

Où s'arrêtera la course à la capacité pour le BD?

Les évolutions de la capacité du Blu-ray enregistrable telles que TDK les envisage sur sa road-map *



Info de dernière minute : la course à la capacité ne prend pas de vacances

29 Juillet 2013 : Sony et Panasonic annonce la signature d'un accord pour le développement de la future génération de disques optiques avec une capacité d'au moins 300 GO. Ces disques seraient essentiellement dédiés pour l'archivage. Date prévue : fin 2015







Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» - 11 Juin 2015 - page 87

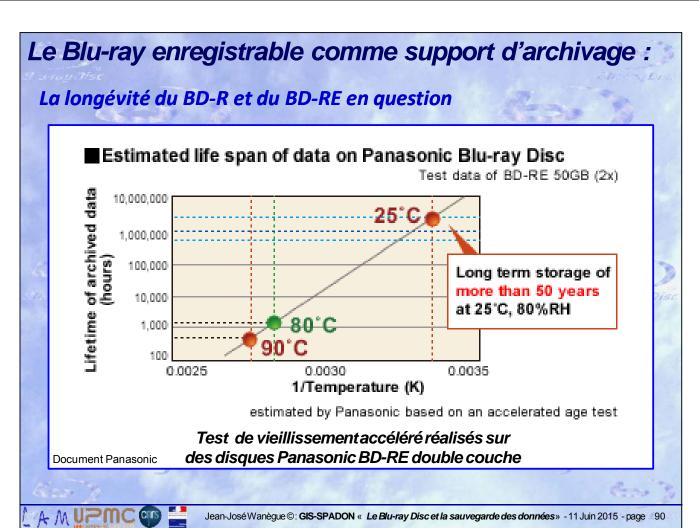
Variations autour du Blu-ray :

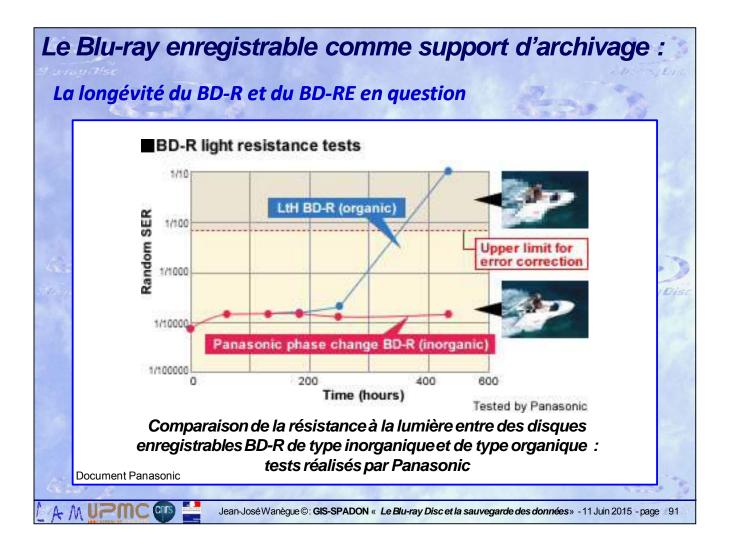
Pourquoi ne pas marier le meilleur des deux mondes,

- Avril 2010, la Blu-ray Disc Association (BDA) annonce
 - ✓ en même temps que le lancement du nouveau format enregistrable BDXL
 - ✓ la préparation d'un format hybride de Blu-ray :
 - l'Intra-Hybrid Blu-ray Disc (IHBD)
- Principes de l'IHBD :
 - √ associer sur un disque double couche
 - une couche préenregistrée BD-ROM de 25 GO (pressage)
 - avec une couche réinscriptible BD-RE de 25 GO
 - enregistrement au fil des usages de données actualisées option de personnalisation du contenu initial
- Questions ??
 - \checkmark couche L₀: ROM ou RE vs couche L₁: ROM ou RE ??
 - ✓ quels logiciels : application contenue dans la partie ROM ??
 - ✓ garantie de compatibilité avec les graveurs Blu-ray existant

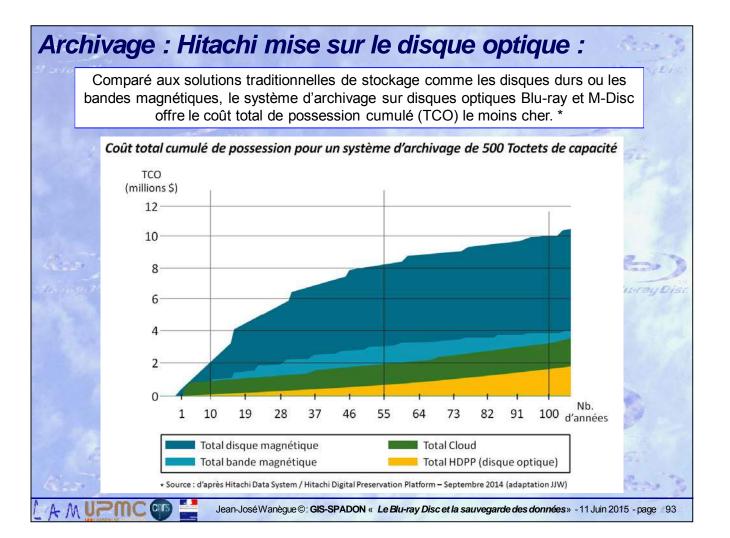


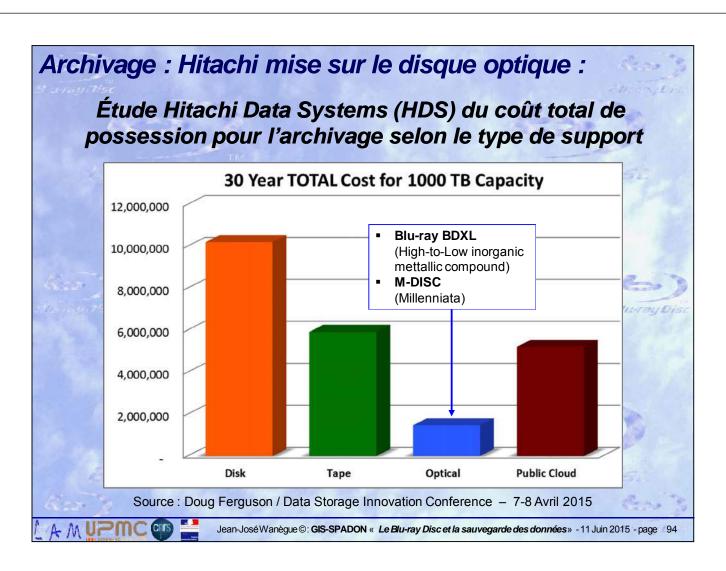
















La longévité du BD-R et du BD-RE en question

En matière de test il est de loin souhaitable de s'en remettre à un laboratoire indépendant et qualifié comme le LNE



Comparatif de la qualité des DVD±R et des BD-R

pour l'archivage des données numériques

Jean-Michel LAMBERT

http://www.lne.fr/fr/r_et_d/gis-don/documents/exposes-conseil/etude-qualite-dvd-bd-nov-2012-lambert.pdf



Les travaux du LNE sur la longévité du Blu-ray :

Une première étude menée pour les Archives de France

QUALITE DES DISQUES BLU-RAY ENREGISTRABLES POUR L'ARCHIVAGE DES DONNEES NUMERIQUES

Étude effectuée pour :

Ministère de la Culture et de la Communication Direction générale des patrimoines

Service interministériel des Archives de France (SIAF)



Juin 2012 Auteurs : Jean-Michel LAMBERT Jacques PERDEREAU

http://www.lne.fr/publications/recherche/Etude-qualite-bd-r.pdf



Jean-José Wanègue ©: GIS-SPADON « Le Blu-ray Disc et la sauvegarde des données» -11 Juin 2015 - page 97





Publications de l'auteur sur le sujet :

- "DVD HD: quelles solutions?" Dossiers de l'audiovisuel N° 110 INA Juillet-Août 2003
- > "TV-HD & DVD-HD: le Grand Bleu" Revue du Son & du Home Cinema Septembre 2003
- > "The evolution and creation of the Compact Disc Part 1" Optical Disc Systems Sept./Oct. 2003
- > "The evolution and creation of the Compact Disc Part 2" Optical Disc Systems Nov./Dec. 2003
- Le DVD HD nous en fait voir de toutes les couleurs" Revue du Son & du Home Cinema Décembre 2004
- > "HDTV & HD Video optical disc: The Big Blue" Optical Disc Systems Nov./Dec. 2004
- ➤ "Vidéo HD : qui succédera au DVD ?" Lettre de la CST N°98 Avril 2005
- > "The complete truth about DVD-R Part 1" Optical Disc Systems Mar./Avr. 2005
- > "The complete truth about DVD-R Part 2" Optical Disc Systems Mai/Juin 2005
- ➤ "The complete truth about DVD-R Part 3" Optical Disc Systems Juill./Août 2005
- > "DVD enregistrable: stratégie d'écriture et compatibilité" MOS Magazine N°222 Juill./Août 2005
- Le DVD s'essouffle! A quand la relève?" MOS Magazine N°228 Mars 2006
- ➤ "Coup d'envoi pour le DVD HiDef" MOS Magazine N°235 Décembre 2006
- La haute définition en Europe ou l'avenir du DON de 3^e génération MOS Magazine N°244 Déc. 2007
- ► "Bienvenue QOL" Réalisason N°53 Novembre/Décembre 2008
- Le Blu-ray Disc : un cadeau pour ceux qui aiment le son Réalisason N°55 Mars/Avril 2009
- ➤ "Distribution HD sur supports optiques" Techniques de l'Ingénieur TE-5-683 Février 2011
- Le Blu-ray Disc 3D" dans "TV en relief" Techniques de l'Ingénieur TE-5678 Août 2014

