



Les Réunions de la CST

Le 21 Mars 2007

Département « *Imagerie Numérique et Multimédia* »

With HD,
you're part of the picture

***La qualité de l'image HD : composante déterminante
du succès du HD DVD et du Blu-ray.
Premières expériences, premier bilan.***

Sur l'initiative d'Hervé Bernard

Table ronde préparée et animée par Jean-José Wanègue

Avec le concours de : Mario Bafau de VDM

Éric Bléreau de VDM

Antoine Decroix de CMC

Deuxième Partie

Illustration d'après création originale HD DVD Promotion Group



Les Réunions de la CST

*Département « Imagerie Numérique et Multimédia »
Le 21 Mars 2007*

La qualité de l'image HD : composante déterminante du succès du HD DVD et du Blu-ray. Premières expériences, premier bilan.

2006 a été le coup d'envoi officiel de la TV HD en France avec en point d'orgue la coupe de monde de football. A l'automne sont apparus les premiers lecteurs HD au format Blu-ray suivis par le lecteur externe HD DVD de Microsoft pour sa plate-forme Xbox-360. Cette introduction progressive du DVD haute définition s'est conclue en Janvier par la mise sur le marché des premiers lecteurs de salon HD DVD de la firme Toshiba.

Il est clair que face à cette nouvelle donne technologique et le large déploiement d'écrans plats pouvant afficher dans nombre de foyers une image HD soit en résolution 1280/720p ou 1920/1080i, les attentes du public se trouvent placées à un haut niveau d'exigence. Ceci est d'autant plus vrai que dans un premier temps les acquéreurs de ces nouveaux contenus HD sur DVD dopé au laser bleu sont des vidéophiles expérimentés. Il est donc important que dès le départ, quel que soit le format de disque adopté, le spectateur puisse découvrir une qualité d'image à la hauteur de ses espérances qui tranche nettement avec tout ce que le meilleur du DVD avez pu lui offrir jusqu'à ce jour. En plus de ce bon dans l'univers de la vidéo HD, ces nouveaux supports sont riches d'un potentiel jusque là inexploré en matière de navigation, d'interactivité, de connectivité, de convivialité des commandes, sans parler des formats audio dont la résolution atteint à présent des sommets sans compromis avec l'image en raison des débits disponibles. Comment ne pas décevoir ce public dont le jugement peut avoir un impact décisif pour l'avenir du DVD HD, qui ne l'oublions pas est lourdement empêtré dans une guerre des formats et apparaît dans un contexte technique où les offres concurrentielles deviennent nombreuses, avec notamment l'extension des offres large bande accompagnées de services de VOD.

Dans la chaîne technique de production qui va du transfert du film en vidéo HD ou du tournage en HD, jusqu'à l'affichage de l'image sur un écran ou par projection, le studio d'autoring se trouve à un carrefour névralgique. Il a la responsabilité de l'encodage des images et du son et de tous les éléments qui contribuent à la construction de cet édifice complexe qu'est le DVD HD. Malgré une capacité étendue et des débits impressionnants, le responsable d'un projet est avant tout un gestionnaire qui doit optimiser ses flux pour rester dans les limites d'une épure. Il doit aussi optimiser les moyens techniques qu'il mettra en oeuvre et les fonctionnalités qu'il concevra pour donner vie au contenu en fonction des performances intrinsèques de chaque support, mais aussi dans le respect d'un budget alloué qui est loin d'être extensible.



Les Réunions de la CST

Quels sont dans ce nouveau contexte technique et économique les choix que le responsable d'un projet peut opérer et en quoi ces choix peuvent conditionner la qualité de l'image qui en résultera ?

Devant la multiplication des formats d'encodage mais aussi des formats d'images, quels arbitrages peut-il faire, toujours dans le respect de ce souci de qualité ?

Alors que la France peut déjà s'enorgueillir d'avoir édité un nombre significatif de titres sur HD DVD, et à un moindre niveau sur BD, quels enseignements pouvons-nous tirer de ces premières expériences ?

Pour répondre à toutes ses questions nous avons invité des professionnels de l'authoring à qui l'on doit justement la réalisation de ces premiers titres. Leur expérience est importante à plus d'un titre ainsi que le jugement qu'ils pourront porter sur leur propre travail. Grâce au dialogue qui pourra se nouer entre eux et les studios d'authoring qu'ils représentent et les professionnels de la production, une mutuelle compréhension s'établira. C'est par ce dialogue que chacun pourra rapidement intégrer dans son action les contraintes et les spécifications nécessaires à l'expression d'une qualité sans faille pour la plus grande satisfaction du public, le succès de ces nouveaux supports, et la valorisation de nouvelles compétences pour l'ensemble de la profession qui doit trouver dans la HD un avenir porteur.

Les personnes invitées sont :

- Antoine Decroix : CMC
- Eric Bléreau : VDM

Jean-José Wanègue



La qualité de l'image HD :composante déterminante du succès du HD DVD et du Blu-ray. Premières expériences, premier bilan.

Note Préliminaire :

Le développement de programmes pour les nouveaux supports haute définition que sont le HD DVD et le Blu-ray Disc, et le pressage des disques qui s'en suit relèvent de techniques encore récentes, même si les dix années d'expérience accumulées avec le DVD constituent un capital de savoir faire fort précieux.

HD DVD et BD diffèrent en de nombreux points du DVD : format vidéo haute résolution, nouveaux codecs vidéo et audio, nouvelles possibilités en matière d'affichage, de navigation, d'interactivité, de connectivité, de techniques de protection des contenus, de techniques de codage du signal, ou encore de tolérances resserrées pour le pressage ou de techniques de pressage nouvelles pour le BD.

A tous les niveaux de cette chaîne technique nombre d'acteurs en sont encore à parcourir les premières étapes parfois rudes d'une courbe d'apprentissage pouvant être mal définie, en raison de spécifications qui évoluent, ou de matériels et logiciels dont les premières versions nécessitent quelques améliorations.

Aussi l'auteur des transparents qui suivent invite le lecteur à ne pas prendre dans l'absolu toutes ces informations sachant que ce qui était vrai hier ne l'est peut-être déjà plus aujourd'hui et pourrait l'être encore beaucoup moins demain. Ceci étant ce travail constitue un premier état des lieux établi sur la base de nombreux témoignages émanant de ceux qui font de ces nouveaux supports une réalité tangible. Qu'ils soient ici remerciés pour tout le temps qu'ils ont consacré à la finalisation de ce document, et surtout pour leur précieuse contribution.

Jean-José Wanègue



*La qualité de l'image HD :composante déterminante
du succès du HD DVD et du Blu-ray.
Premières expériences, premier bilan.*

Deuxième Partie

Chapitre	Sujet	Page
1	Introduction	2
2	Note préliminaire	4
3	Contexte technico-économique et guerre des formats	6
4	Présentation technique sommaire des deux formats	16
5	La situation actuelle du marché du DVD Haute Définition	19
6	Principales caractéristiques du HD DVD et du Blu-ray Disc	33
7	DVD Hi-Def et qualité d'image	43
8	La protection des contenus sur DVD Hi-Def	60
9	La production de contenus pour DVD Hi-Def : l'autoring	73
10	L'encodage vidéo pour les contenus Hi-Def	88
11	Exemple de Bit-Budgeting pour un disque Blu-ray	100
12	Comparaison entre fonctions standard et fonctions avancées	103
13	La prise HDMI et les lecteurs HD DVD et Blu-ray	107
14	Pour plus d'informations	114
15	Remerciements	121

HD DVD, Blu-ray Disc ... et Qualité d'Image HD



de quoi parlons-nous ?

La HD : plus de résolution, plus de détails ...

... mais aussi des problèmes que l'on n'attendait pas

* Quelques problèmes rencontrés durant un tournage ou une post- production :

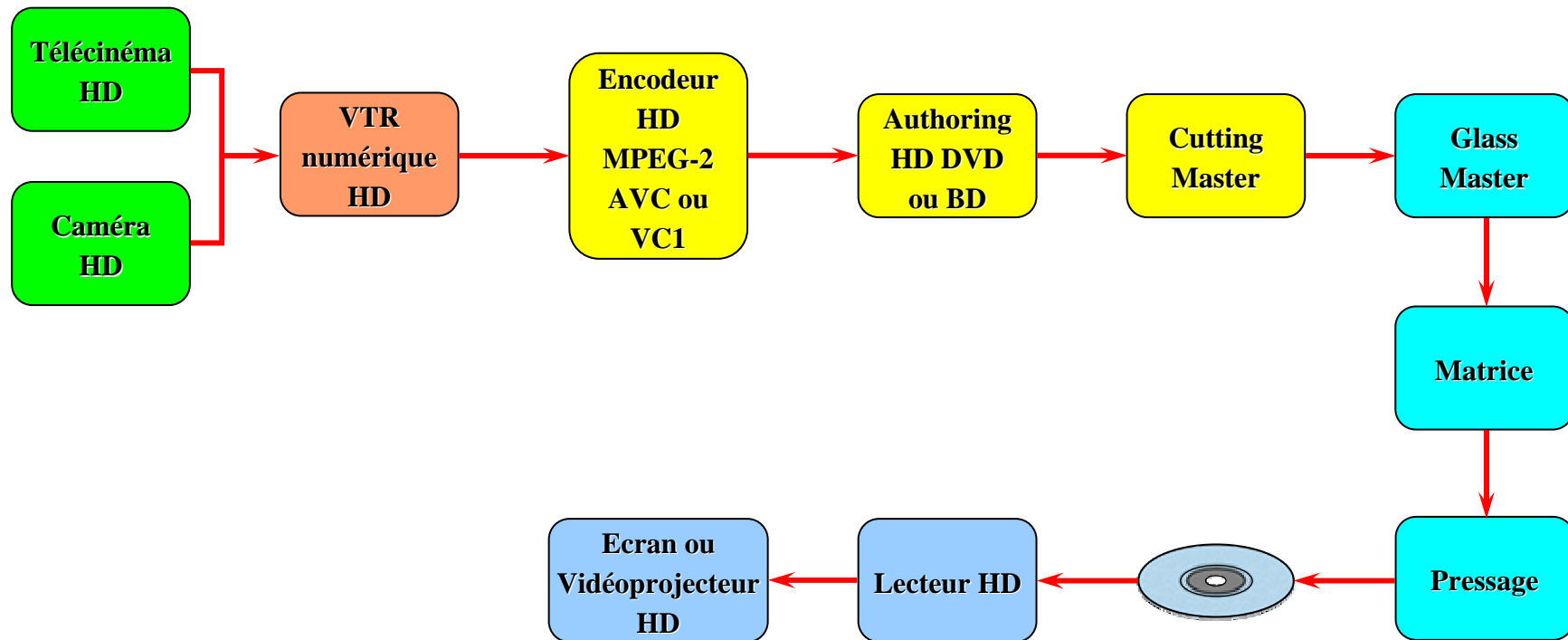
- Formats : de bande, vidéo, audio, editing, etc...
- Lumière/Eclairage
- Costumes
- Maquillage
- Décors
- Trucages
- Focalisation
- Moiré
- Graphismes
- Utilisation d'éléments d'archive en SD
- Contrôle qualité
- Taille des moniteurs de contrôle

* Quelques problèmes mentionnés par Sissela Andrén, coordinatrice du projet HDTV à la Télévision Suédoise lors de la conférence « High Definition in Europe » (Barcelone – 6/7 Nov. 2006)



HD DVD, Blu-ray Disc ... et Qualité d'Image HD

C'est chacun des éléments de la chaîne technique qui va de l'acquisition des images jusqu'à leur restitution sur un écran HD en passant par l'encodage d'un côté, et les circuits de décodage du lecteur de l'autre, qui détermine la qualité de finale.



de quoi parlons-nous ?

Nature des contenus originaux

- Films :
 - négatif
 - inter-positif
 - nature, âge et état du support
- Transfert film/télécinéma
- Vidéo
 - format (HD ou SD)
 - type de magnétoscope
 - résolution
 - fréquence image
 - balayage (i ou p)



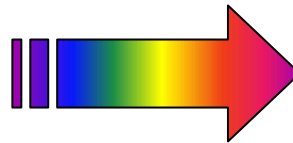
La promesse de la Vidéo Numérique

- Avant il y avait trois formats

- NTSC
- PAL
- SECAM

- A présent avec la HD numérique on peut rêver

- d'avoir enfin un format universel ...
- ou d'avoir à choisir entre ...
- ou à s'accommoder de ...



*En fait, au bas mot,
il faut gérer jusqu'à
17 formats différents*

1080/50i ; 1080/25p ; 1080/29,97p
1080/59,94i ; 10,80/60i
720/50p et toutes les autres variantes, etc...

La Vidéo Numérique HD et ses multiples formats

Formats HD du tableau 3 de l'annexe A de l'ATSC

Format	Définition Horizontale	Définition Verticale	Rapport de Format	Balayage	Fréquence Image (Hz)	Fréquence Trame (Hz)
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	23,976 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	24 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	29,97 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	30 Hz	
1080i	1920	1080	16:9	Entrelacé	29,97 Hz	59,94 Hz (i)
1080i	1920	1080	16:9	Entrelacé	30 Hz	60 Hz (i)
720p	1280	720	16:9	Progressif	23,976 Hz	
720p	1280	720	16:9	Progressif	24 Hz	
720p	1280	720	16:9	Progressif	29,97 Hz	
720p	1280	720	16:9	Progressif	30 Hz	
720p	1280	720	16:9	Progressif	59,94 Hz	
720p	1280	720	16:9	Progressif	60 Hz	

Et beaucoup plus si affinité

La Vidéo Numérique HD et ses multiples formats

Paramètres des standards TVHD de la SMPTE

Format	Définition Horizontale	Définition Verticale	Rapport de Format	Balayage	Fréquence Image (Hz)	Fréquence Trame (Hz)
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	60 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	59,94 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	50 Hz	
1080i	1920	1080	16:9	Entrelacé	30 Hz	60 Hz (i)
1080i	1920	1080	16:9	Entrelacé	29,97 Hz	59,94 Hz (i)
1080i	1920	1080	16:9	Entrelacé	25 Hz	50 Hz (i)
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	30 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	29,97 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	25 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	24 Hz	
1080p	1920	1080	16:9	Progressif	23,976 Hz	
720p	1280	720	16:9	Progressif	60 Hz	
720p	1280	720	16:9	Progressif	59,94 Hz	

La Question du Format d'Image :

*720 ou 1080 lignes ?
Entrelacées ou Progressives ?*



1920 x 1080 x 25
mode Progressif
(1,5 Gbps)



1920 x 1080 x 50
mode Entrelacé
(1,5 Gbps)



720 x 576 x 50
mode Entrelacé
(216 Mbps)



1280 x 720 x 25
mode Progressif
(1,3 Gbps)



1920 x 1080 x 50
mode Progressif
(3 Gbps)

Photo originale : Patrick Pochon (www.photodefleur.com)

D'après document Sony DADC

Capacité de stockage requise pour les images numériques en Hi-Def

*Capacité nécessaire au stockage d'un film numérisé
en HD en résolution 720 x 1280 en 24 images/sec. (en GOctets*)*

Profondeur de Codage	Quantification sur 10 bits			Quantification sur 8 bits		
Structure Échantillonnage	4:4:4	4:2:2	4:2:0/ 4:1:1	4:4:4	4:2:2	4:2:0/ 4:1:1
Poids/Image en MOct.	3,30	2,20	1,65	2,64	1,76	1,32
Débit binaire en Mbps	663,6	442,4	331,8	530,8	353,9	265,4
Durée du film						
1 H 00 mn	278 GO	185 GO	139 GO	222 GO	148 GO	111 GO
1 H 15 mn	348 GO	232 GO	174 GO	278 GO	185 GO	139 GO
1 H 30 mn	417 GO	278 GO	209 GO	334 GO	222 GO	167 GO
1 H 45 mn	487 GO	324 GO	243 GO	389 GO	260 GO	195 GO
2 H 00 mn	556 GO	371 GO	278 GO	445 GO	297 GO	222 GO
2 H 15 mn	626 GO	417 GO	313 GO	501 GO	334 GO	250 GO
2 H 30 mn	695 GO	463 GO	348 GO	556 GO	371 GO	278 GO
2 H 45 mn	765 GO	510 GO	382 GO	612 GO	408 GO	306 GO
3 H 00 mn	834 GO	556 GO	417 GO	667 GO	445 GO	334 GO
3 H 15 mn	904 GO	603 GO	452 GO	723 GO	482 GO	362 GO
3 H 30 mn	973 GO	649 GO	487 GO	779 GO	519 GO	389 GO
3 H 45 mn	1 043 GO	695 GO	521 GO	834 GO	556 GO	417 GO
4 H 00 mn	1 112 GO	742 GO	556 GO	890 GO	593 GO	445 GO

* Les capacités calculées ici correspondent bien à des Giga Octets (puissance de 2) et non des milliards d'octets (puissance de 10)

Capacité de stockage requise pour les images numériques en Hi-Def

*Capacité nécessaire au stockage d'un film numérisé
en HD en résolution 1080 x 1920 en 24 images/sec. (en GOctets*)*

Profondeur de Codage	Quantification sur 10 bits			Quantification sur 8 bits		
Structure Échantillonnage	4:4:4	4:2:2	4:2:0/ 4:1:1	4:4:4	4:2:2	4:2:0/ 4:1:1
Poids/Image en MOct.	7,42	4,94	3,71	5,93	3,96	2,97
Débit binaire en Mbps	1 493,0	995,3	746,5	1 194,4	796,3	597,2
Durée du film						
1 H 00 mn	625 GO	416 GO	313 GO	500 GO	333 GO	250 GO
1 H 15 mn	783 GO	522 GO	392 GO	626 GO	416 GO	313 GO
1 H 30 mn	938 GO	626 GO	470 GO	752 GO	500 GO	376 GO
1 H 45 mn	1 096 GO	729 GO	547 GO	875 GO	585 GO	439 GO
2 H 00 mn	1 251 GO	835 GO	626 GO	1 001 GO	668 GO	500 GO
2 H 15 mn	1 409 GO	938 GO	704 GO	1 127 GO	752 GO	563 GO
2 H 30 mn	1 564 GO	1 042 GO	783 GO	1 251 GO	835 GO	626 GO
2 H 45 mn	1 721 GO	1 148 GO	860 GO	1 377 GO	918 GO	689 GO
3 H 00 mn	1 877 GO	1 251 GO	938 GO	1 501 GO	1 001 GO	752 GO
3 H 15 mn	2 034 GO	1 357 GO	1 017 GO	1 627 GO	1 085 GO	815 GO
3 H 30 mn	2 189 GO	1 460 GO	1 096 GO	1 753 GO	1 168 GO	875 GO
3 H 45 mn	2 347 GO	1 564 GO	1 172 GO	1 877 GO	1 251 GO	938 GO
4 H 00 mn	2 502 GO	1 670 GO	1 251 GO	2 003 GO	1 334 GO	1 001 GO

* Les capacités calculées ici correspondent bien à des Giga Octets (puissance de 2) et non des milliards d'octets (puissance de 10)

Capacité de stockage requise pour les images numériques en Hi-Def

*Quelques exemples de films célèbres à numériser en HD 4:2:2 sur 10 bits
en résolution 1080 x 1920 en 24 images/sec. (en GOctets et TOctets*)*

Titre du Film	Durée		Durée	Capacité Milliards bits	Capacité Milliards Octets	Capacité Giga Octets	Capacité Tera Octets
La soupe au canard	1 H	10 mn	70 mn	4 180	523	487	0,475
Le diner de cons	1 H	20 mn	80 mn	4 778	597	556	0,543
Trois hommes et un couffin	1 H	40 mn	100 mn	5 972	746	695	0,679
Astérix et Obélix : mission Cléopâtre	1 H	47 mn	107 mn	6 390	799	744	0,726
Le corniaud	1 H	50 mn	110 mn	6 569	821	765	0,747
Certains l'aiment chaud	2 H	1 mn	121 mn	7 226	903	841	0,822
Les demoiselles de Rochefort	2 H	4 mn	124 mn	7 405	926	862	0,842
La grande vadrouille	2 H	12 mn	132 mn	7 883	985	918	0,896
Le salaire de la peur	2 H	28 mn	148 mn	8 839	1 105	1 029	1,005
Il était une fois dans l'ouest	2 H	45 mn	165 mn	9 854	1 232	1 147	1,120
Le jour le plus long	3 H	2 mn	182 mn	10 869	1 359	1 265	1,236
Titanic	3 H	14 mn	194 mn	11 586	1 448	1 349	1,319
Apocalypse now	3 H	22 mn	202 mn	12 063	1 508	1 404	1,371
Ben Hur	3 H	32 mn	212 mn	12 661	1 583	1 474	1,439
Lawrence d'Arabie	3 H	36 mn	216 mn	12 899	1 612	1 502	1,466
Autant en emporte le vent	3 H	58 mn	238 mn	14 213	1 777	1 655	1,616
Cléopâtre	4 H	28 mn	268 mn	16 005	2 001	1 863	1,820

* Les capacités calculées ici en Giga Octets ou en Tera Octets correspondent bien à des puissances de 2 et non des puissances de 10

La Question du Format d'Image : *720p, 1080i, ou 1080p ?*



*Test EBU à l'IBC 2006 **

- comparaison directe d'images vidéo HD en balayage progressif et en entrelacé
- comparaison directe et simultanée entre 720p/50 et 1080i/25 et le futur format 1080p/50
- utilisation d'un écran grand public de 50 inch de diagonale avec une résolution « full HD » de 1920 par 1080

Conclusions du test :

- le 720p/50 s'est montré supérieur pour toutes les séquences et à tous les débits
- en réduisant le débit, la différence entre 720p/50 et 1080i/25 devient de plus en plus marquée
- le 1080p/50 est jugé équivalent ou meilleur que le 720p/50 pour les hauts débits selon les séquences
- le 720p/50 est jugé meilleur que le 1080p/50 aux faibles débits



* Lire le rapport « EBU format comparisons at IBC-2006 » de Hans Hoffmann

Résolution HD des lecteurs disponibles sur le marché européen



Panasonic DMP-BD10



1080p ; 1080i ; 720p



Toshiba HD-E1



1080i ; 720p

Samsung BD-P1000



1080p ; 1080i ; 720p

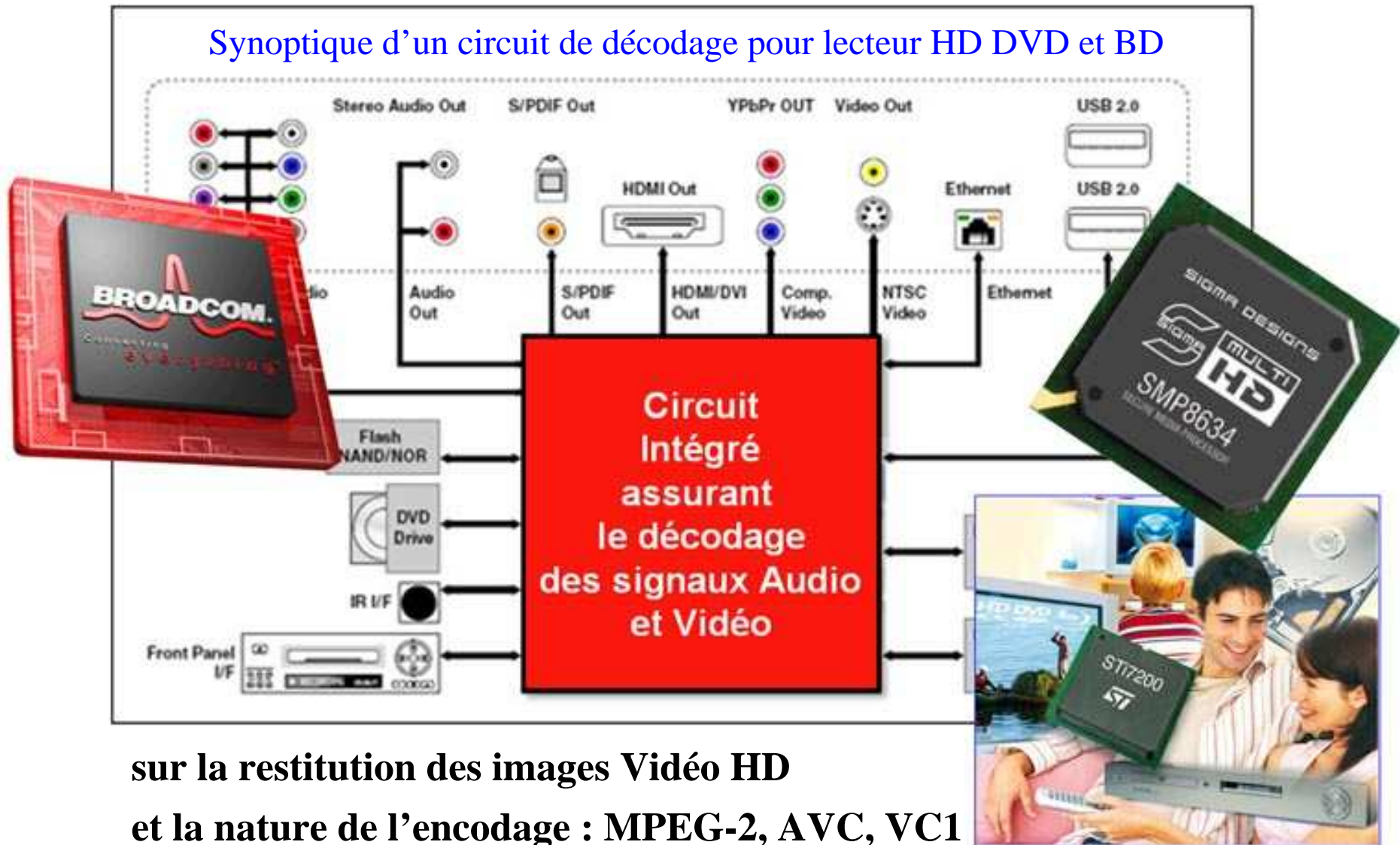
Toshiba HD-XE1



1080p ; 1080i ; 720p

Influence de la technologie des codecs et des circuits de décodage

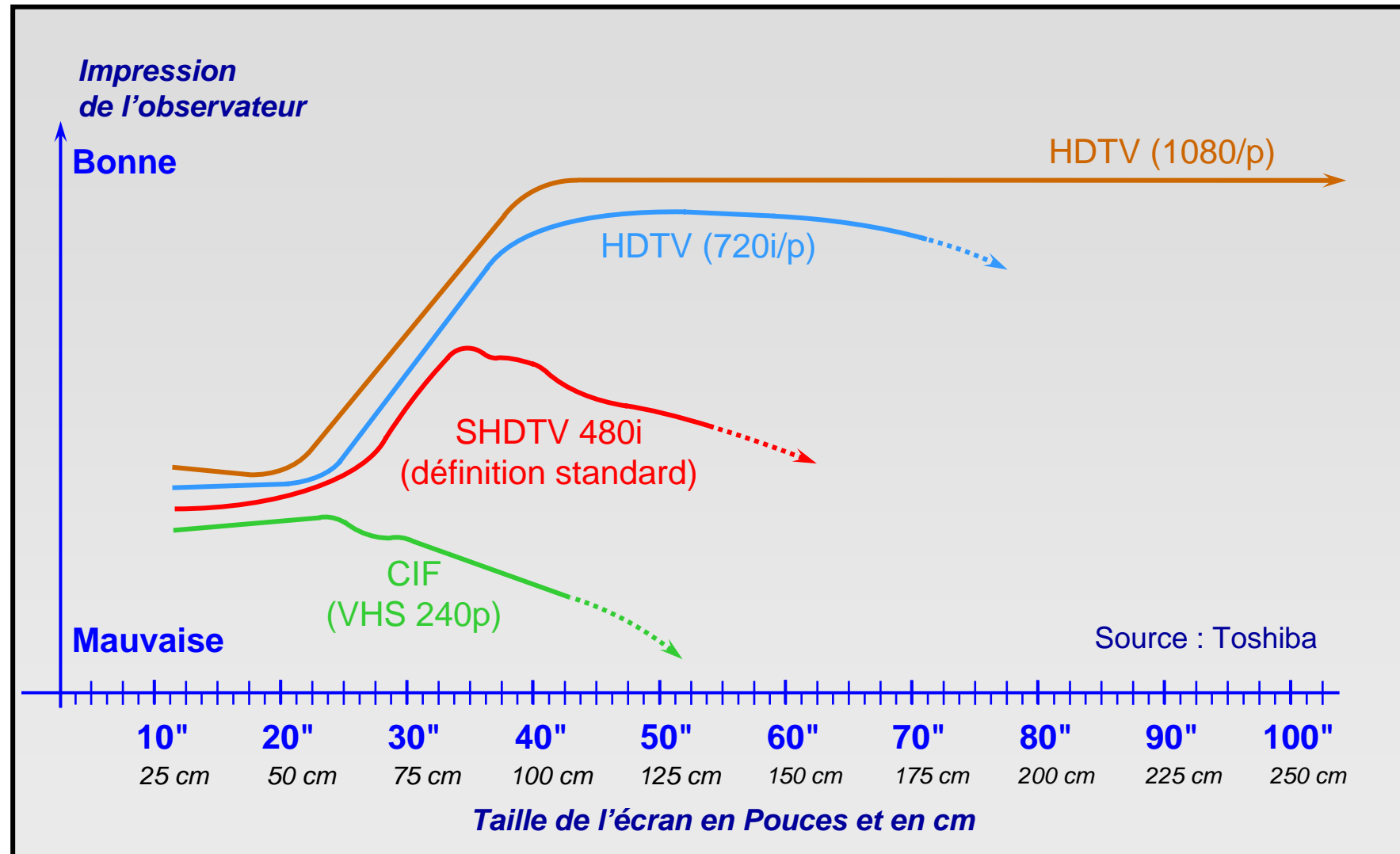
Synoptique d'un circuit de décodage pour lecteur HD DVD et BD



sur la restitution des images Vidéo HD
et la nature de l'encodage : MPEG-2, AVC, VC1

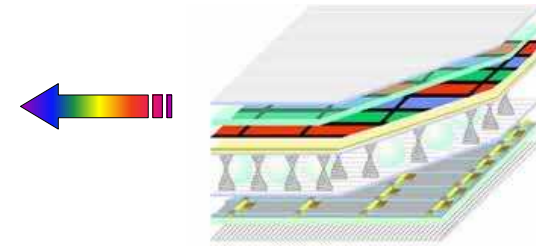
Quelle taille d'écran pour quelle image ?

Relation entre la taille de l'écran et qualité subjective perçue par l'observateur



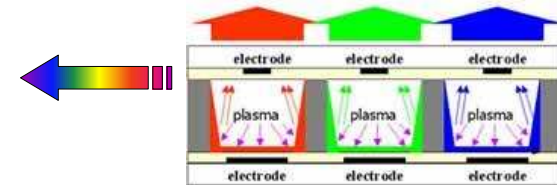
L'impact de la technologie d'affichage des images Vidéo HD

Écrans à affichage direct LCD



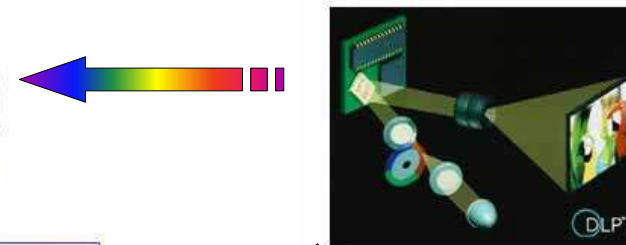
Technologie LCD

Écrans à affichage direct Plasma



Technologie Plasma

Écrans à Rétroprojection



Technologie DLP

Vidéoprojecteur



L'impact de la résolution native des écrans ...

- Résolution native
- Mode d'affichage
- Circuit de traitement

... et du format source de l'image

Formats HD pour le DVD Hi-Def

**HD
ready**

1280 x 720p

1920 x 1080i

**Full HD
1080p**

1920 x 1080p

et Formats d’Affichage

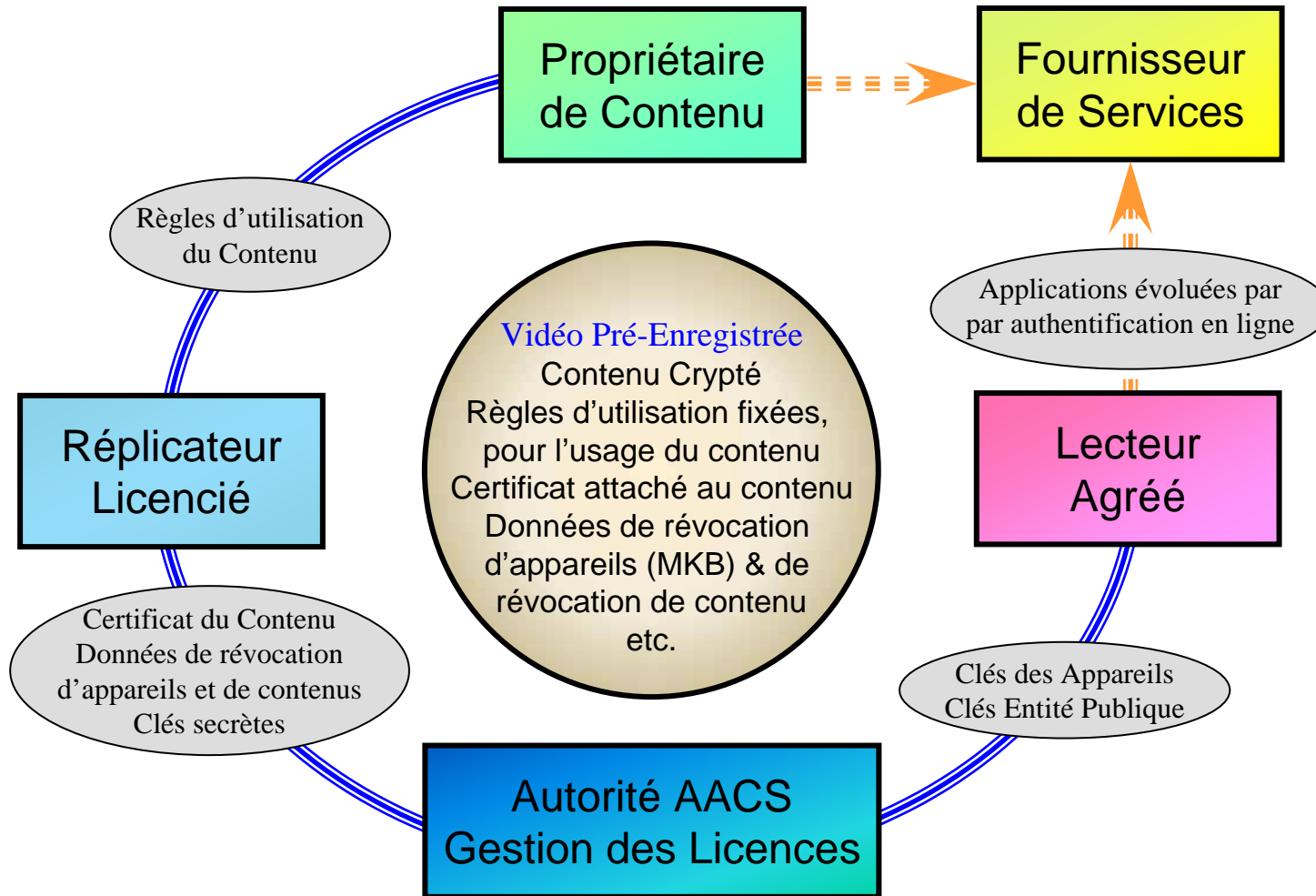
Écran Plasma		Écran LCD		
1024 x	720			
1024 x	768			XVGA
1024 x	1024			
1024 x	1080			
1365 x	768			WXGA
1366 x	768	1366 x	768	WXGA
1920 x	1080	1920 x	1080	

La Protection des Contenus

Systeme de Protection des Contenus AACCS

- 1) **Advanced Access Content System** : système de protection avec clé de 128 bits robuste et sécurisé succédant au système de protection avec clé de 40 bits **Content Scrambling System (CSS)** du DVD
- 2) Permet de traiter de façon transparente la TV HD, les contenus pré-enregistrés, les contenus diffusés sur réseaux de télécommunication et la distribution par E-commerce
- 3) AACCS peut gérer le contrôle des copies dans les cas où c'est autorisé (par exemple dans le cas d'un serveur multimédia domestique /Home Media Server)
- 4) Fonctionne aussi bien pour les applications en réseau, sur appareil autonome dédié, ainsi que sur des appareils portables
- 5) Dispose de stratégies pour annuler l'enregistrement sur camcorder

Protection des Contenus AACCS



« White Paper » téléchargeable à partir de www.aacsla.jp

La Protection des Contenus sur DVD Hi-Def

Systeme de Protection des Contenus AACCS

- 1) AACCS : constitue le cœur d'un système de cryptage des contenus
- 2) Permet l'authentification du disque optique contenant le programme
- 3) Permet l'authentification du lecteur dédié, du drive ou du logiciel de lecture
- 4) Définit quelles sorties sont habilitées à délivrer le contenu du disque
- 5) Permet la création de nouvelles applications audiovisuelles et de nouveaux modèles économiques grâce à un couplage du contenu du disque à des services additionnels accessibles en ligne (connectivité).

Les quatres fonctions essentielles AACCS

- 1) Authentification des composants du système de lecture du disque
- 2) Validation de leur état sécurisé
- 3) Extraction de la clé de décryptage du contenu protégé
- 4) Décryptage du contenu pour sa lecture et sa restitution

Système AACCS de Protection des Contenus

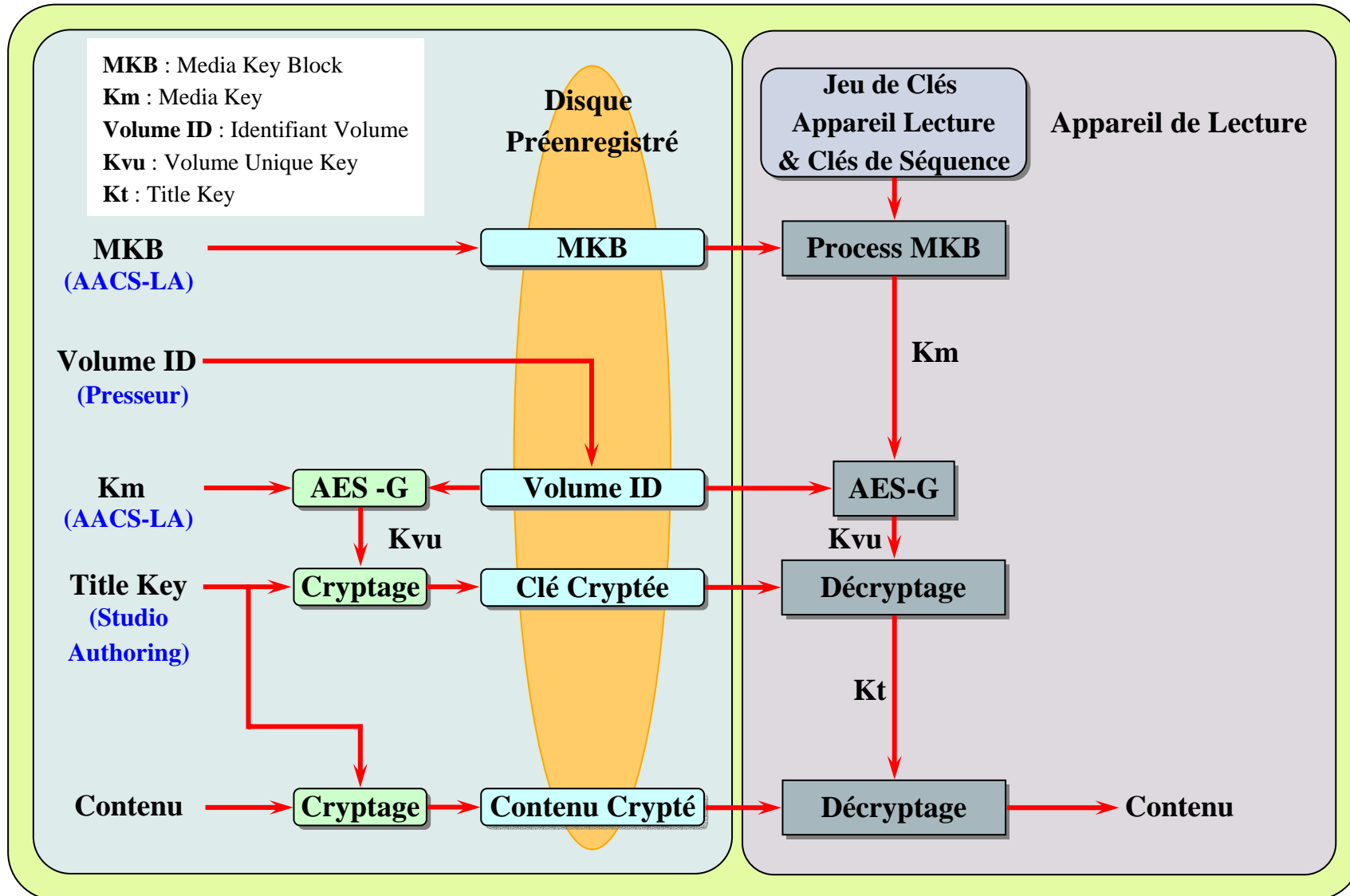
*Principe de fonctionnement de la protection AACCS **

- 1) Chaque appareil ou logiciel de lecture reçoit de l'AACCS-LA un jeu de clés : les clés « Devices Keys » qui sont révocables en cas de corruption.
- 2) Pour chaque titre le presseur reçoit de l'AACCS-LA un bloc de clés (MKB) dans lequel figure la liste mise à jour des lecteurs autorisés (non corrompus). Cet ensemble de clés est stocké dans le disque
- 3) A la lecture les clés MKB vérifient la conformité du lecteur et par combinaison avec les clés de ce lecteur produisent une clé média (Km)
- 4) En combinant la clé média (Km) avec l'identifiant Volume (Volume ID) on obtient la clé unique du volume (Kvu)
- 5) La clé Kvu permet ensuite de décrypter la clé du titre (Kt)
- 6) Une fois la clé Kt décryptée, le lecteur peut décrypter le contenu protégé

* Il s'agit ici d'une présentation simplifiée du mode de fonctionnement

Système AACCS de Protection des Contenus

Schéma simplifié du fonctionnement de la protection AACCS



La Protection des Contenus

Systeme de Protection des Contenus AACCS

- 1) Advanced Access Content System : système de protection avec clé de 128 bits robuste et sécurisé succédant au système de protection avec 40 bits Content Scrambling System (CSS) du DVD
Permet de traiter de façon transparente les contenus pré-enregistrés, les contenus diffusés sur communications et la distribution par E-commerce
- 2) Permet de copier le contenu dans le cas où c'est autorisé (par exemple dans le cas d'un serveur domestique /Home Media Server)
- 3) Fonctionne aussi bien sur ordinateur, sur appareil autonome dédié, ainsi que sur camcorder
- 4) Dispose de stratégies pour empêcher la copie sur camcorder

Les clés de décryptage de certains titres déjà déchiffrées



La Protection des Contenus

Systeme de Protection des Contenus AACCS

- 1) Décembre 2006 : un informaticien alias « muslix64 » réussit à extraire les « Title Key » et « Volume Key » de certains titres HD DVD en analysant la mémoire système lors de leur lecture sur PC (logiciels Win DVD/InterVideo ou Power DVD/CyberLink)
- 2) Février 2007 : un informaticien alias « arnezami » après avoir diffusé l'identifiant « Volume ID » du HD DVD King Kong, annonce avoir trouvé la clé de traitement « Processing Key »
- 3) 6 Avril 2007 : Corel annonce la mise à jour de son logiciel InterVideo WinDVD
 - avec renforcement du système de protection
 - et attribution de nouvelles clés de décryptage
- 4) 23 Avril 2007 : CyberLink annonce la mise à jour de son logiciel Power DVD
 - avec renforcement du système de protection
 - et attribution de nouvelles clés de décryptage



Protection Supplémentaires pour le Blu-ray

*BD+ et ROM-Mark**

Deux niveaux supplémentaires de protection pour le Blu-ray Disc

- 1) Protection BD+ (BD Plus)**, protection optionnelle :
 - niveau supplémentaire de protection utilisant un interpréteur (Virtual Machine)
 - chargé en temps réel et pendant tout le déroulement du programme de corriger les données du contenu volontairement corrompues lors du mastering avant leur transmission au système de reproduction
 - repose sur l'interprétation d'un BD+ « Content Code » spécifique à chaque titre
 - utilisation d'un jeu simple d'instructions requérant peu de puissance de calcul
- 2) Protection BD-ROM Mark, obligatoire sur chaque disque :
 - marque physique faite sur le disque sous forme de filigrane invisible
 - contenant une clé de 128 bits
 - conçue pour empêcher la copie directe « disque-à-disque » ou « bit-à-bit »
 - un contenu illégalement copié reste illisible sans la présence de cette marque
 - protection similaire utilisée par Sony sur les disques audio SA-CD (PSP-PDM)

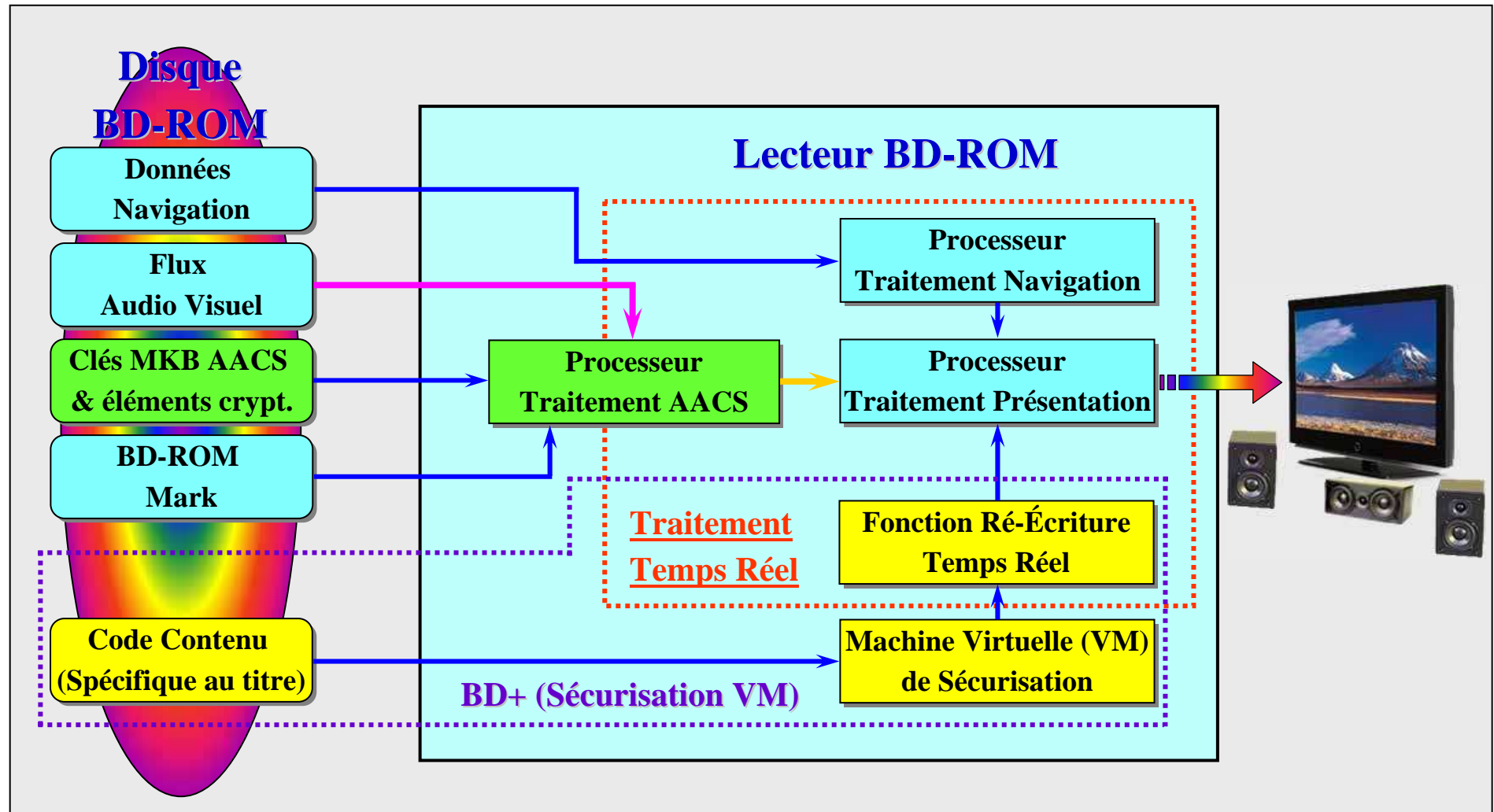
* Ces deux niveaux de protections supplémentaires sont obligatoires sur tous les lecteurs, pour les disques seul le BD-ROM Mark est obligatoire

** A ce jour aucun disque BD n'a encore utilisé ce procédé qui est encore l'objet de tests au niveau de sa mise œuvre pratique.

La sortie de certains titres chez 20Th Century Fox est conditionnée à la disponibilité effective de ce niveau complémentaire de protection

Protection Supplémentaires pour le Blu-ray

BD+ et ROM-Mark



Protection des Contenus et Sorties Analogiques

Systeme de Protection des Contenus AACS

les exigences imposées pour le « répit » analogique / « Analog Sunset »

Date d'échéance « Sunset »	Obligations
31 Décembre 2010	Tous les appareils fabriqués et vendus après cette date ne pourront transmettre un contenu HD crypté AACS sur une sortie analogique qu'au format standard SD entrelacé : <ul style="list-style-type: none">- en composite, ou en S-Vidéo,- en composantes 480i (composantes 576i à déterminer)
31 Décembre 2013	Tous les appareils fabriqués et vendus après cette date ont interdiction de transmettre un contenu sur une sortie analogique, que ce contenu soit protégé ou non.

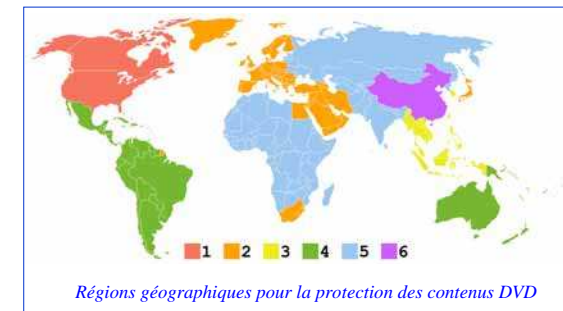
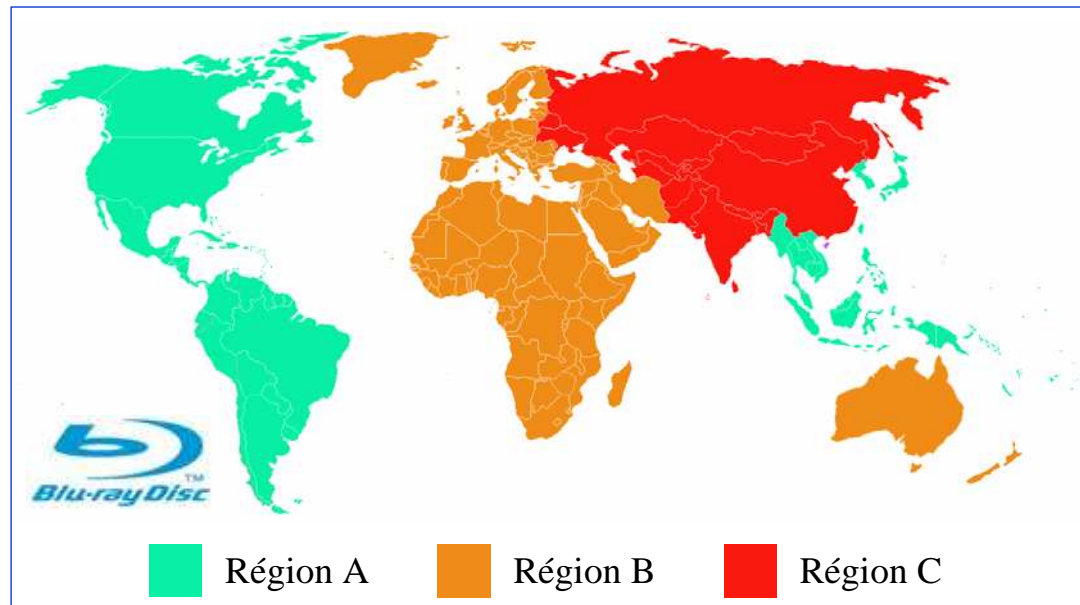
Sortie analogique conditionnelle des contenus protégés AACS

Contrainte	Effet
ICT (Image Constrained Token)	Marqueur spécifiant que le contenu HD protégé ne peut sortir en analogique qu'après réduction à 520 000 pixels maximum (960 pixels x 540 lignes en 16/9, soit 1/2 de 1920 x 1080)
DOT (Digital Only Token)	Marqueur spécifiant que le contenu HD protégé ne peut pas sortir en analogique. Sortie numérique obligatoire

Le Zonage des DVD Haute Définition (RCP*)

- Blu-ray Disc :
 - adoption d'une protection régionale du contenu
 - découpage en 3 zones géographiques (A, B & C) contre 6 régions pour le DVD
 - application laissée à l'initiative de l'éditeur du contenu

Régions géographiques pour la protection des contenus BD



* RCP : Region Content Protection

Remarque : la majeure partie des titres BD publiés à ce jour ne sont pas « zonés », mis à part ceux qui coïncident avec l'exploitation en salle du film.

Le Zonage des DVD Haute Définition (RCP*)

➤ HD DVD :



- Mai 2006 décision du DVD Forum de créer un groupe ad hoc chargé d'étudier la possibilité de d'appliquer une protection régionale des contenus Vidéo du HD DVD
- aucune décision prise à ce jour
- conclusion : n'importe quel disque peut être lu sur n'importe quel lecteur ou drive, quel que soit le pays d'origine



* RCP : Region Content Protection

Les Formats Applicatifs des DVD Haute Définition

L'Authoring des programmes pour Blu-ray Disc et du HD DVD

Formats		
Disque Préenregistré	BD-ROM	HD DVD-ROM
- Mode Film - Mode Interactif	<ul style="list-style-type: none"> ◆ HDMV ① ◆ BD-J (Java) ② 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ VTS Standard ③ ◆ VTS Avancé (HDi) ④
Disque Réinscriptible	BD-RE	HD DVD-RW
Disque Enregistrable	BD-R	HD DVD-R
Enregistrement HDTV DV	◆ BDAV	◆ HD DVD-VR

4 formats applicatifs préenregistrés différents
=

4 spécifications d'authoring différentes

D'après Jim Taylor (Sonic Solutions)

Réalisation d'un Authoring pour un titre HD

- **Titres « simples »**
 - HD DVD-Vidéo et HDMV (BD) n'ont que peu de différences
 - Outils d'Authoring familiers
- **Titres interactifs avancés : BD-J et HDi**
 - Disponibilité de lecteurs HD « bon marché » beaucoup plus sophistiqués que le PC disponibles à l'époque de l'introduction du DVD
 - Aucune possibilité de faire un authoring commun aux deux formats
 - Aucune possibilité de convertir l'authoring d'un format vers l'autre format
 - ✦ Possibilité de générer simultanément les éléments audiovisuels
 - Les outils n'assurent pas encore une automatisation du process d'authoring
 - Un Authoring évolué nécessite des compétences en programmation :
 - ✦ programmeurs en Java pour le BD-J
 - ✦ programmeur pour pages web (Java script) pour le HDi

D'après Jim Taylor (Sonic Solutions)

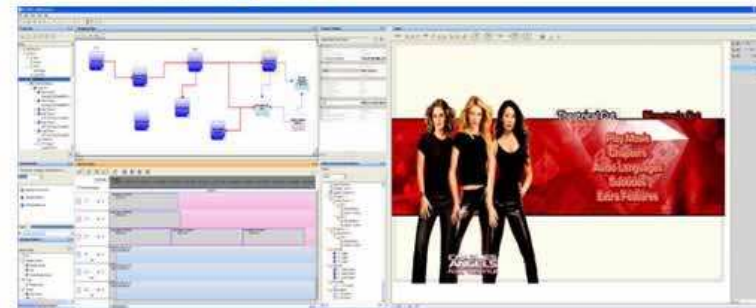
Les Outils d'Authoring pour le HD DVD et le Blu-ray



Système d'authoring pour HD DVD de Memory-Tech



Sony DVD Center



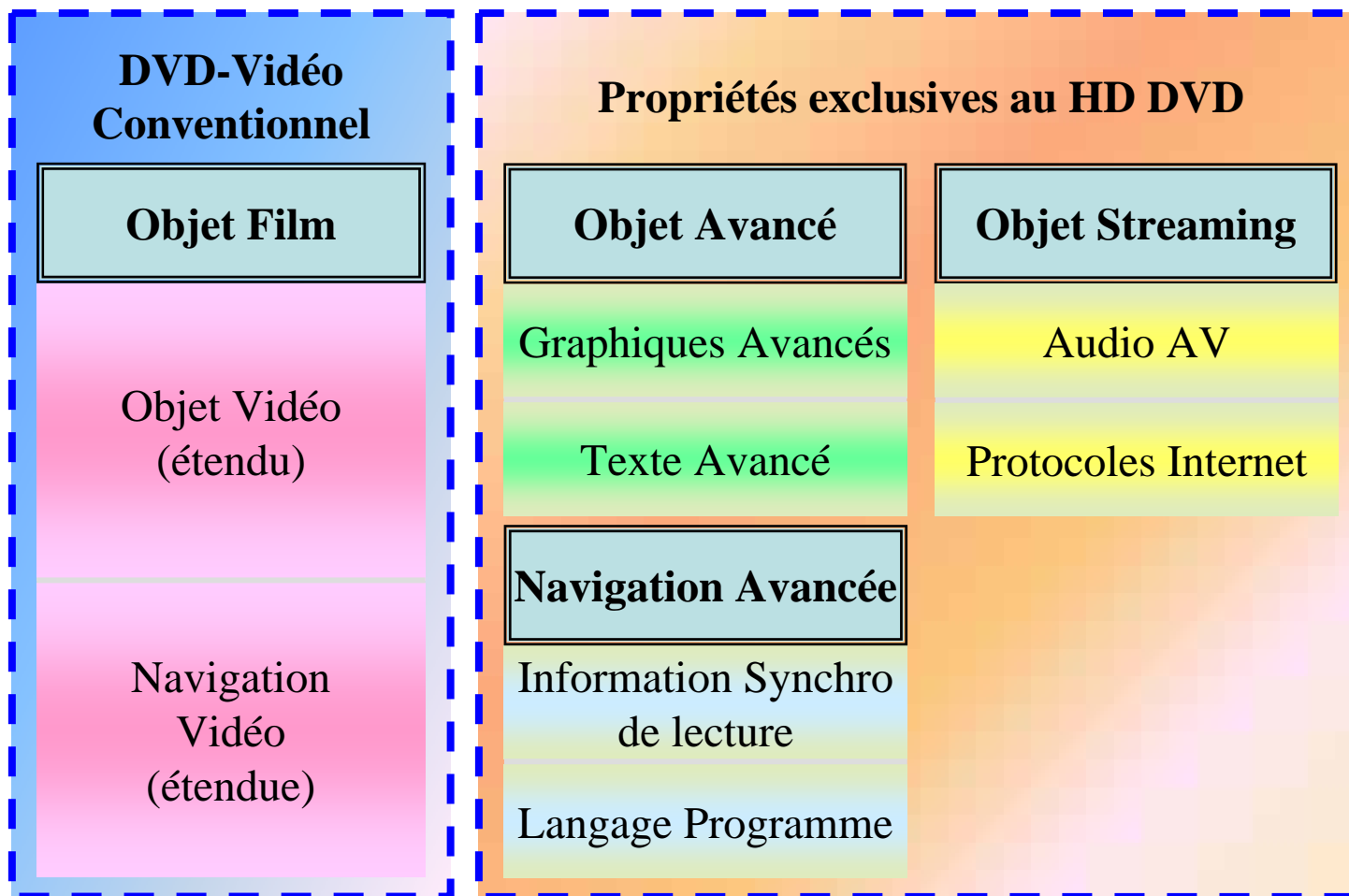
Système *Blu-print* de Sony pour authoring HD Blu-ray



Sonic *Scenarist* pour authoring HD DVD & Blu-ray

Réalisation d'un Authoring pour un titre HD

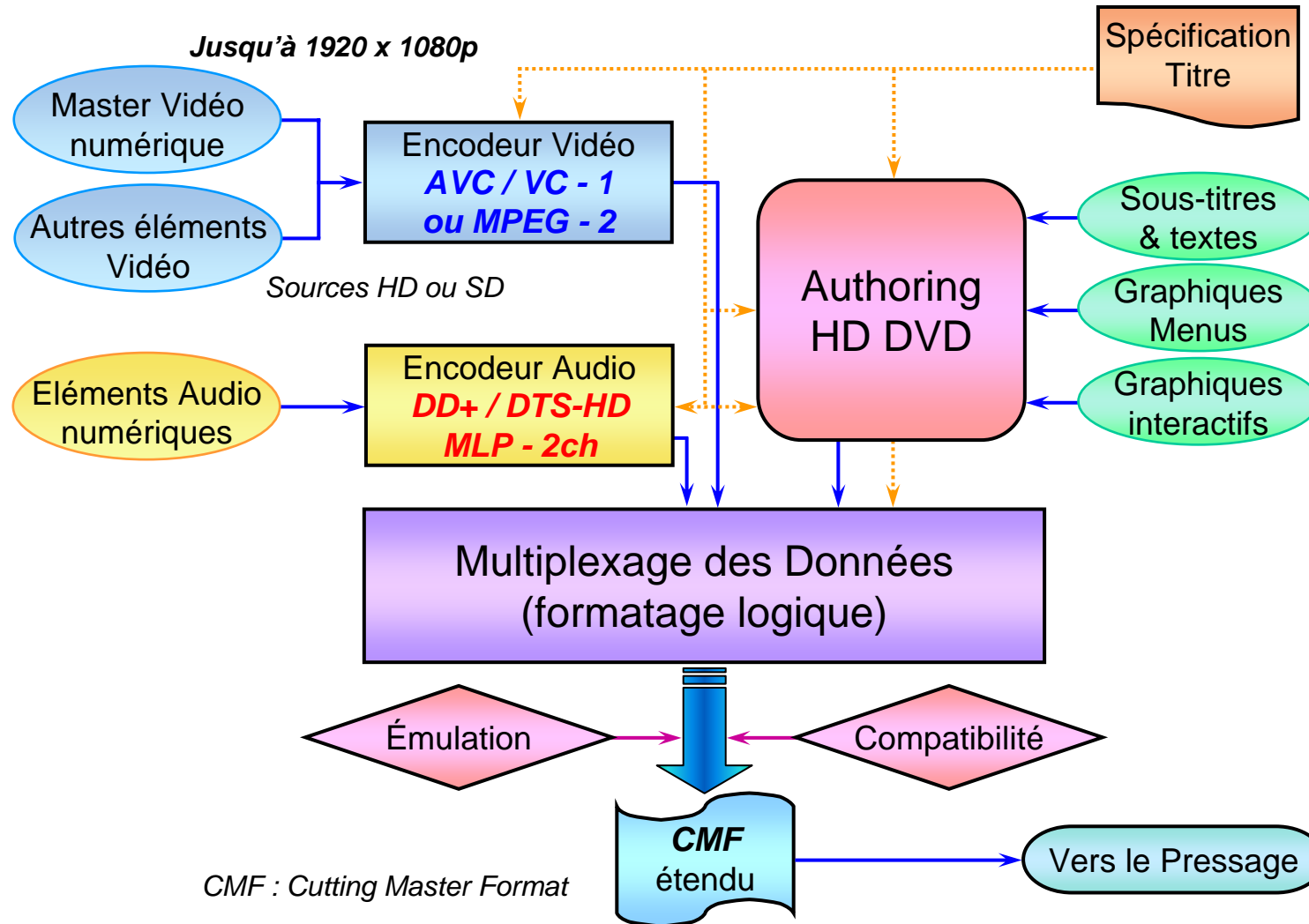
Structure d'un HD DVD-Vidéo Standard



D'après document du DVD Forum

Réalisation d'un Authoring pour un titre HD

Authoring d'un HD DVD-Vidéo

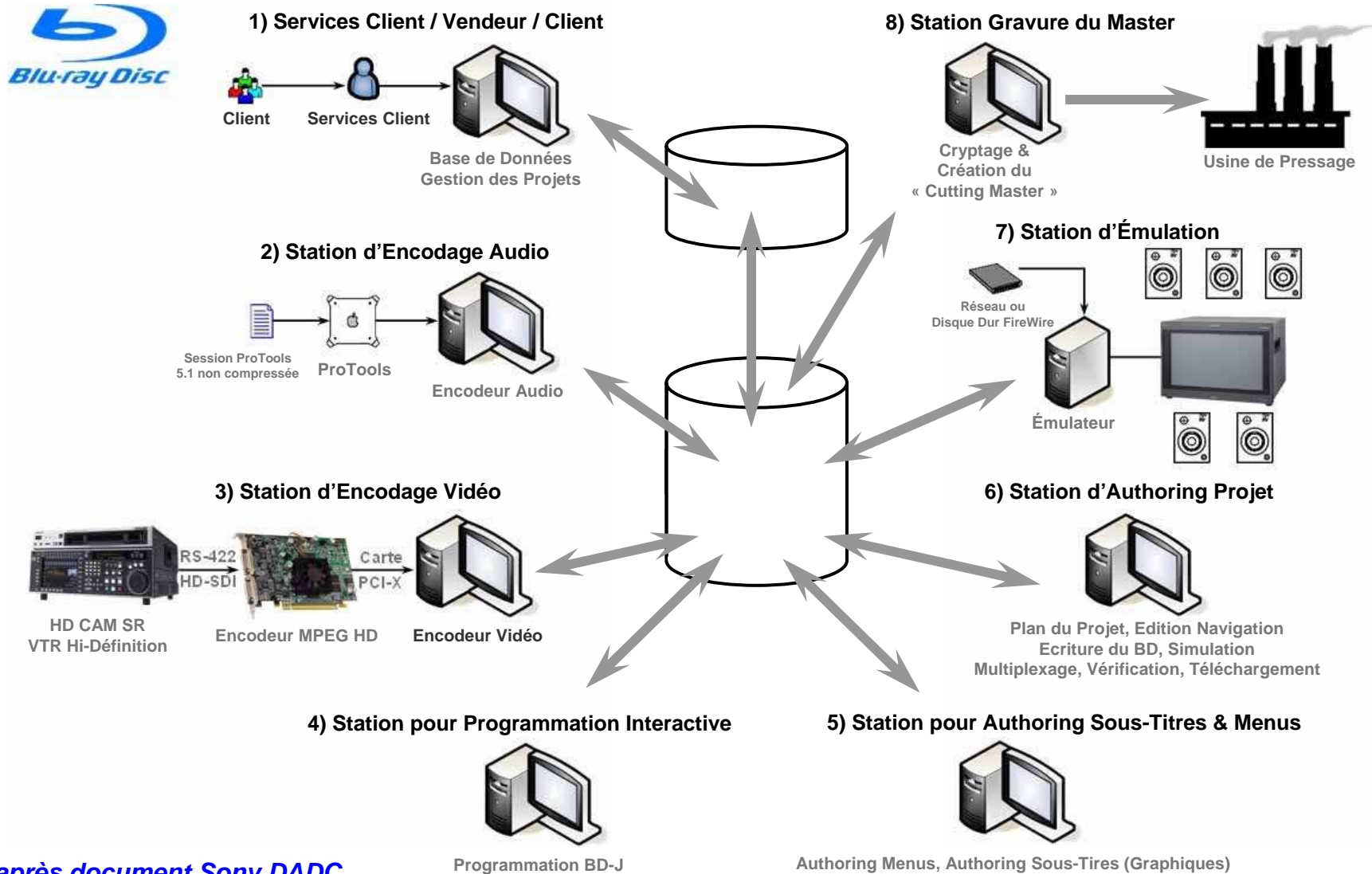


CMF : Cutting Master Format

D'après document du DVD Forum

Réalisation d'un Authoring pour un titre HD

Environnement Technique pour l'Authoring d'un disque Blu-ray



D'après document Sony DADC

Réalisation d'un Authoring pour un titre HD

Le Contrôle Qualité & la Compatibilité à la Lecture

- HD DVD Vidéo et HDMV
 - similaire au DVD-Vidéo
- BD-J et HDi
 - beaucoup plus complexe
 - Java VMS : déjà bien définis
 - HDi : beaucoup plus facile à vérifier
- Plus de codecs Audio et Vidéo
 - configurations HP 6.1/7.1-Ch possibles
- Protection des contenus plus complexe
- Conséquence au niveau du Contrôle et de la Compatibilité
 - nécessité d'une plus forte implication à tous les niveaux pour la vérification

Compatibilité Physique
(Spécif. partie 1)

+

Compatibilité Système Fichier
(Spécif. partie 2)

+

Compatibilité Applicative
(Spécif. partie 3)

+

Compatibilité Implémentation
(Lecteurs)

+

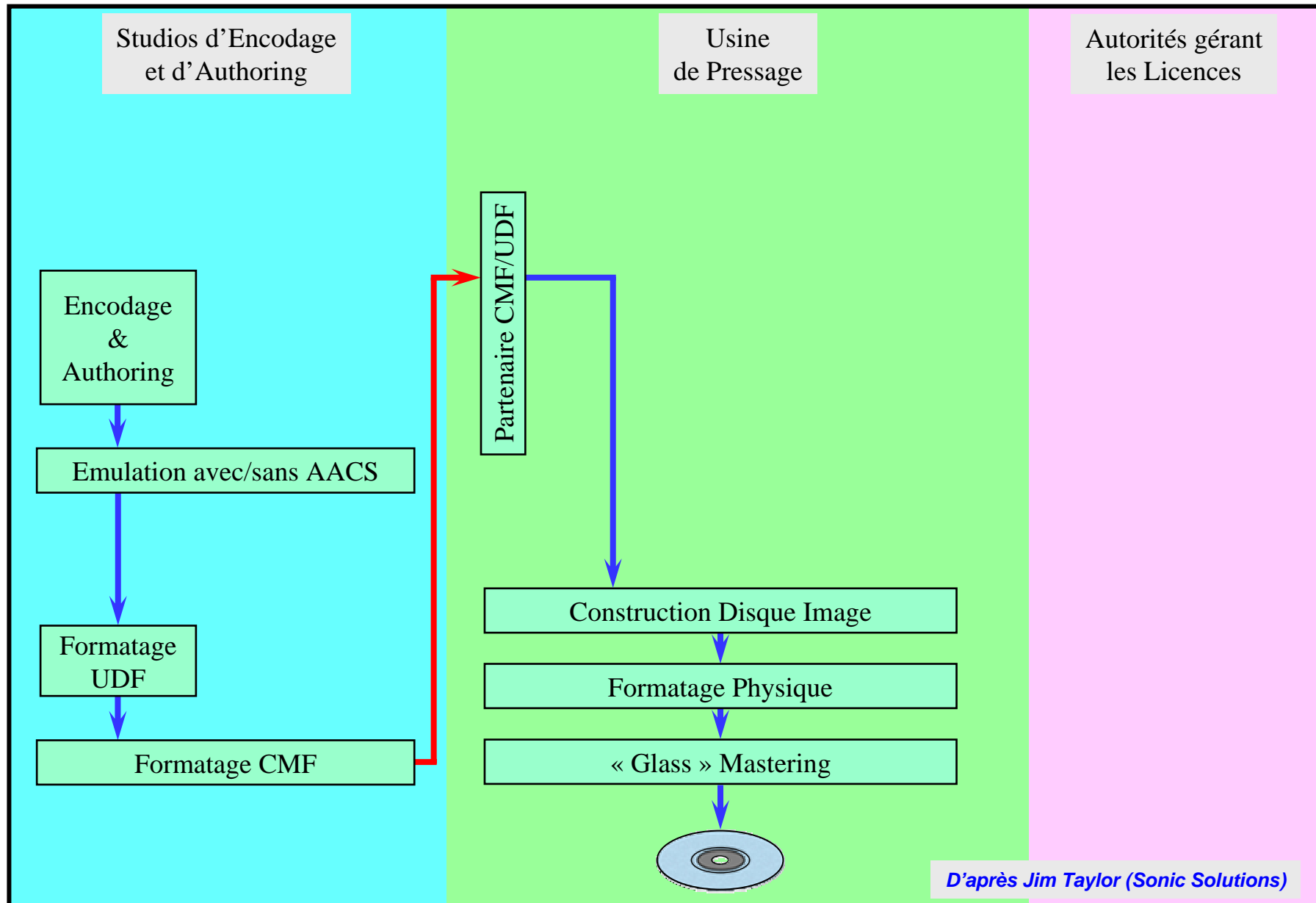
Compatibilité Affichage
(Ecrans, Connectique)

=

Compatibilité dans le Salon
(Satisfaction totale)

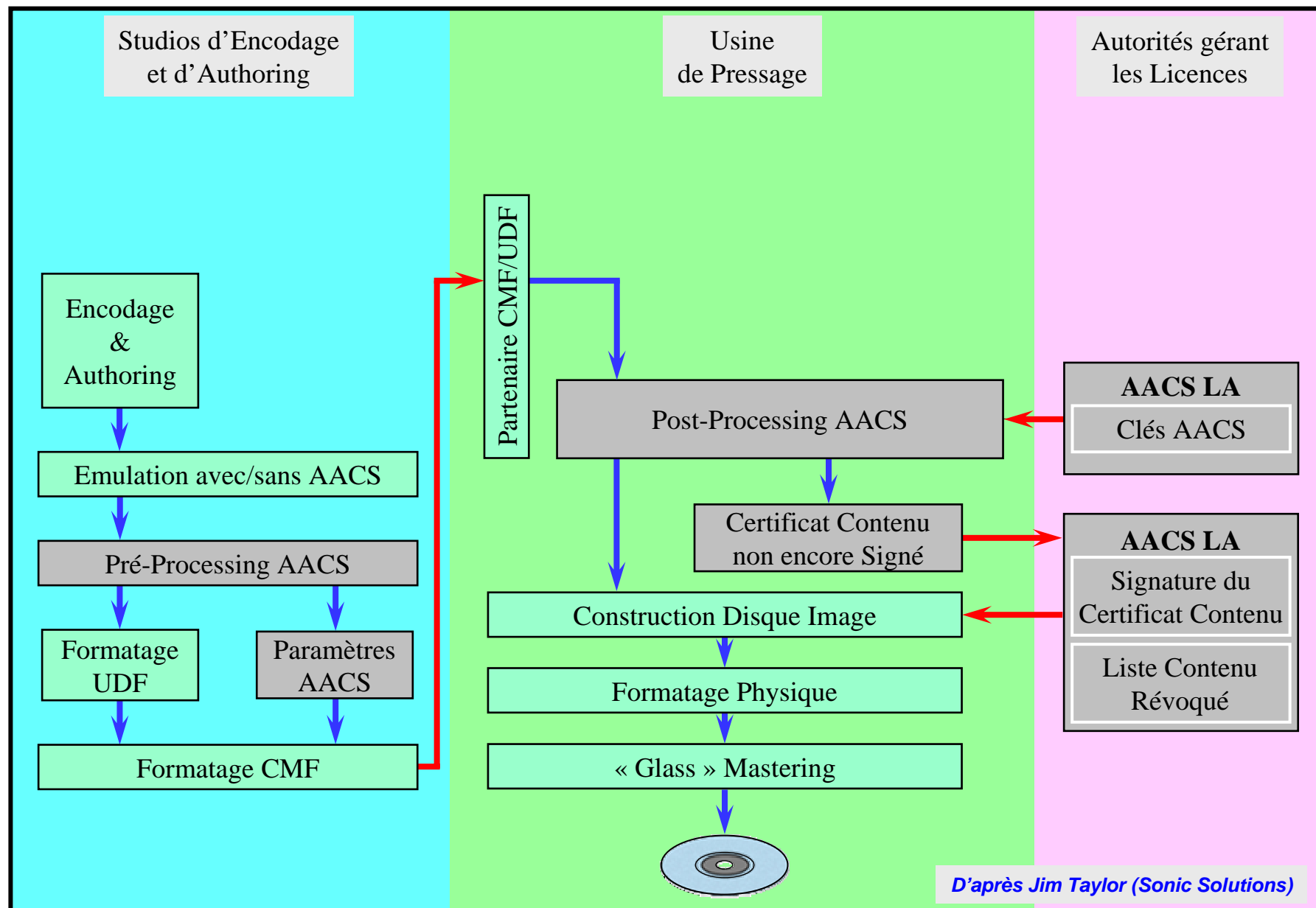
D'après Jim Taylor (Sonic Solutions)

Étapes pour la réalisation d'un titre sans protection du contenu



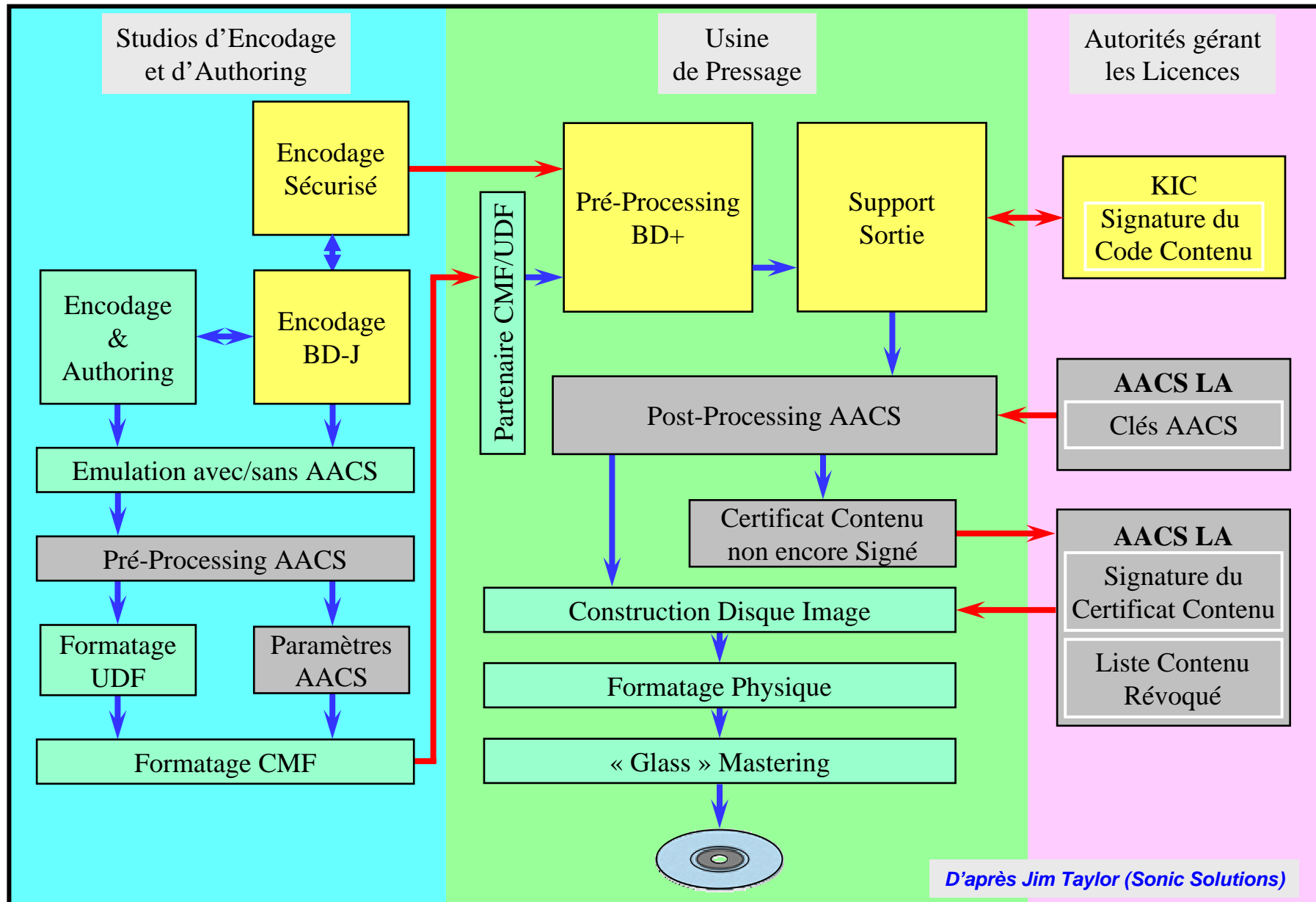
D'après Jim Taylor (Sonic Solutions)

Étapes pour la réalisation d'un titre avec protection AACS du contenu



D'après Jim Taylor (Sonic Solutions)

Étapes pour la réalisation d'un titre avec protection AACS et BD+ du contenu



Réalisation d'un Authoring pour un titre HD

Réalisation de l'Authoring pour Contenu Interactif

- L'Authoring aura beaucoup moins de limitations
 - Mais sera beaucoup plus complexe
 - « Penser Web » : la plupart de ce qui peut être fait sur un site Web peut être à présent réalisé sur n'importe quel lecteur de DVD HD
 - La meilleure façon d'utiliser toute la puissance sous le « capot » est de faire quelque chose de propre pour une expérience simple pour l'utilisateur
- Le corollaire
 - Les formes « Standard » d'Authoring pourraient éventuellement s'atrophier

D'après Jim Taylor (Sonic Solutions)

Réalisation d'un Authoring pour un titre HD

Lecteurs Connectés et Titres Connectables

- Encore un niveau supérieur de complexité pour l'Authoring
 - Allonge considérablement la vie du process d'Authoring
 - Obligation de maintenir un contenu en ligne disponible
 - Nécessité d'infrastructures massives de serveurs pour le contenu en ligne
 - Nouvelles opportunités de marchés et de revenus
 - Problème de la gestion des copies : le « ripping » légalisé
 - Problème de gestion de l'enregistrabilité : légalisation du téléchargement et des gravures
- Le corollaire

D'après Jim Taylor (Sonic Solutions)

Cycle typique de fabrication d'un HD DVD * : selon QOL



	Studio d'Authoring & Editeur	Usine de mastering et de Pressage
Vendredi	<ul style="list-style-type: none"> - Finalisation du CMF - Vérification, expédition 	
Lundi		<ul style="list-style-type: none"> - Réception du CMF sur HDD - Lancement du Glass Mastering + Stamper - Fabrication de la matrice - Test de la matrice
Mardi		<ul style="list-style-type: none"> - Lancement du pressage des disques de test - Tests de lecture et tests électriques - Expédition des disques de test pour approbation
Mercredi	<ul style="list-style-type: none"> - Réception des disques de test - Vérification des éléments A/V - Vérification Navigation/Interactivité - Accord final de l'éditeur - Envoi de l'accord pour pressage de la série 	<ul style="list-style-type: none"> - Lancement immédiat du pressage + tests QC
Jeudi		<ul style="list-style-type: none"> - Poursuite du pressage de la série + tests QC - Finition/Impression des disques - Conditionnement : boîtiers / jaquettes / cellophanage - Expédition de la série complète de disques
Vendredi	<ul style="list-style-type: none"> - Réception des disques 	

* **Remarque importante** : il est évident que ce planning type correspond à un projet pour lequel chaque étape se déroule sans problème et donc sans la nécessité de modifier ou corriger le contenu (situation idéale). De plus il n'est pas pris en compte ici le délais supplémentaire requis pour l'obtention de la signature du certificat pour la protection AACSI si l'éditeur le souhaite (ajouter 2 semaines mini). Non obligatoire pour le HD DVD.

Les studios d'autoring et la production de titres DVD Hi-Def :

*Les principaux studios d'autoring français réalisant à ce jour
la production de titres HD DVD ou Blu-ray*

Société	CMC	DVD-Maker	IDE-AVA	Mastery International	VDM
Formats supportés	HD DVD	HD DVD	HD DVD & Blu-ray	Blu-ray	Blu-ray

Après l'autoring : le pressage

Le pressage de DVD Hi-Def en France et en Europe :

Pays	France				Autriche	Allemagne
Société	MPO ⁽¹⁾	QOL ⁽²⁾	Plasmon OMS ⁽³⁾	SNA	Sony DADC	Sonopress ⁽⁴⁾
Format	HD DVD	HD DVD	HD DVD	HD DVD	Blu-ray	HD DVD
Mastering Intégré	oui	oui	Service mastering exclusif	non	oui	oui
Pressage	oui	oui	n/a	oui	oui	oui

- 1 - A ce jour MPO gère l'ensemble du processus de fabrication du HD DVD en s'appuyant sur l'expertise de Memory-Tech. D'ici peu MPO offrira à ses clients l'intégralité du service de fabrication sur son site industriel de Villaines-la-Juhel.
- 2 - Depuis Mars 2007 au travers de sa branche QOL-Tech, QOL peut assurer le mastering et le pressage de HD DVD pour les presseurs non encore équipés pour la fabrication en propre de leurs disques HD DVD.
- 3 - Plasmon OMS est une société exclusivement dédiée à la réalisation de glass-masters et de matrices pour la fabrication de DVD, HD DVD, CD-R et DVD+/-R.
- 4 - A ce jour l'usine Sonopress de Gütersloh (Allemagne) n'est pas encore équipée pour le mastering et le pressage de disques Blu-ray, par contre l'usine Sonopress de Weaverville (USA) assure déjà ce type de service et peut traiter des commandes passées par des éditeurs français ou européens.

Info dernière minute : l'usine Cinram de Louviers n'est pas équipée pour le pressage de disques HD DVD ou BD, mais grâce à l'une de ses usines basée aux USA, Cinram est déjà en mesure de presser de tels disques pour ses clients français.

Les Outils d'Encodage pour le HD DVD et le Blu-ray

Encodeurs HD professionnels disponibles pour la production des titres HD DVD et Blu-ray*

Codec**	Type d'encodage	Solution	Fabricant	Nom du produit
MPEG-2	Temps réel	Matérielle	Optibase	MovieMaker HD
	Temps réel	Matérielle	Bluefish 444	Rage N/Code
	Temps réel	Matérielle	Sony	BAE-VM770
	Temps réel	Logicielle	Sonic Solutions	CineVision
AVC	Temps différé	Logicielle	Sonic Solutions	CineVision
	Temps différé	Logicielle	Sony	BAE-VA700
	Temps différé	Logicielle	Custom Technology Corp.	CinemaCraft HDe
	???	???	Technicolor (Thomson)	Tiger AVC
VC-1	Temps différé	Logicielle	Sonic Solutions	CineVision
	Temps différé	Logicielle	Microsoft	PEP***

* Cette liste ne saurait être une présentation exhaustive des solutions existantes.

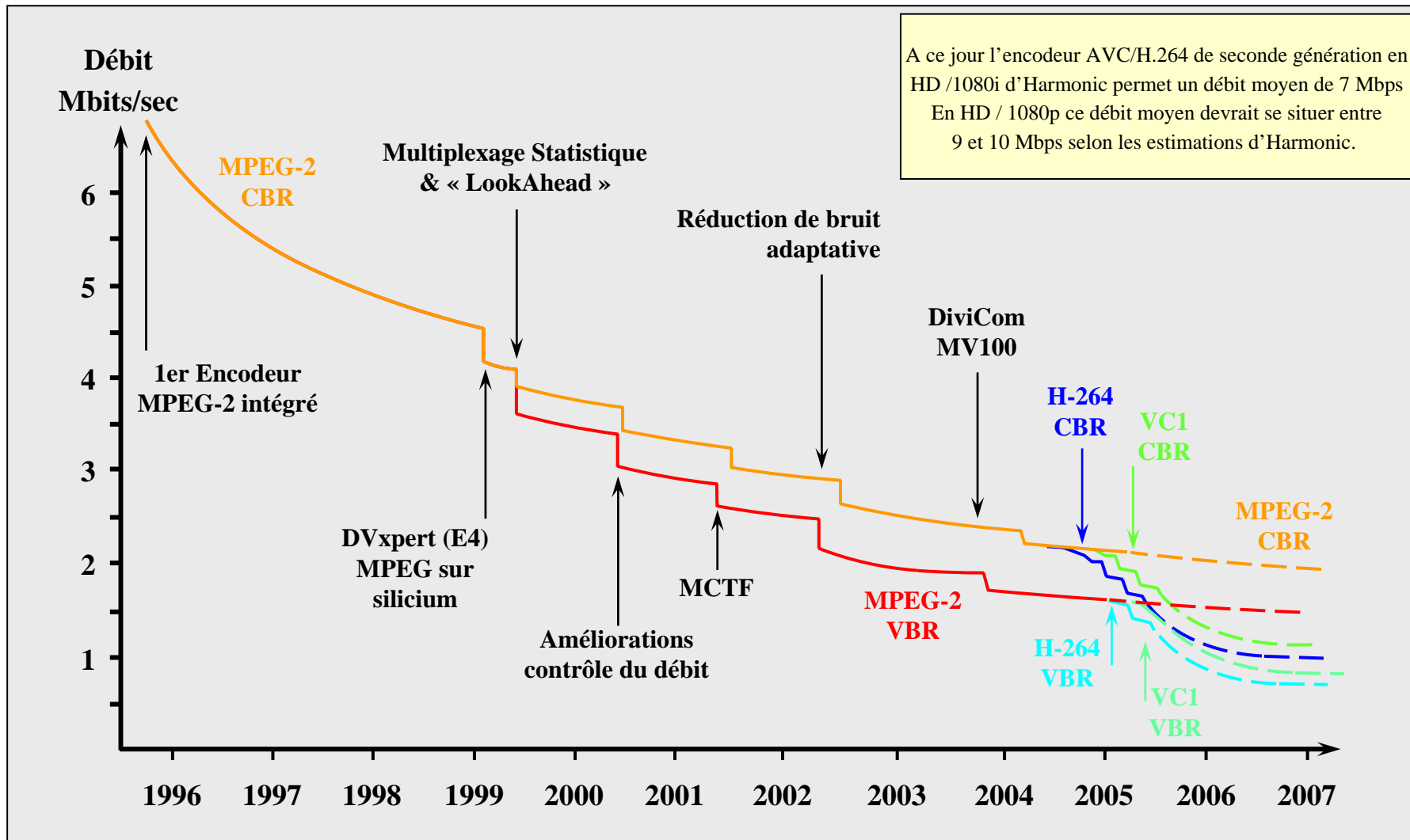
Les matériels et logiciels cités ici ne le sont qu'à titre indicatif et représentent pour certains les solutions les plus fréquemment utilisées. Il ne s'agit ici que de solutions professionnelles.

** L'ensemble de ces codecs supporte aussi bien un signal vidéo HD qu'un signal vidéo SD

*** L'encodeur PEP (Parallel Encoder Project) peut être parallélisé pour tourner sur 2, 4, 6, 8, voire jusqu'à 16 PC en parallèle.
Cette solution est maintenant commercialisée par Sonic Solutions sous le nom de CineVision PSE

Les Outils d'Encodage pour le HD DVD et le Blu-ray

Évolution des Débits Moyens en Définition Standard à Qualité Équivalente



D'après document Harmonic : Conférence DVD Forum Europe Nov. 2005 (Daniel Gillet)



Codecs et débits vidéo moyens utilisés :

Débit numérique Vidéo SD : 720 pixels x 576 lignes / 25 images en 4:2:2 sur 8 bits = 166 Mbps

Débit numérique Vidéo HD : 1920 pixels x 1080 lignes / 25 images en 4:2:2 sur 8 bits = 830 Mbps

Débit numérique Vidéo moyen d'un DVD SD = **3,5 Mbps à 4 Mbps**

Débit numérique Vidéo moyen théorique d'un HD DVD ou d'un BD en MPEG-2 HD

$830 \text{ Mbps} / 166 \text{ Mbps} = 5 \Rightarrow 5 \times 3,5 \text{ Mbps} / 4 \text{ Mbps} = \mathbf{17,5 \text{ Mbps à } 20 \text{ Mbps}}$

➤ Blu-ray Disc * : *structure d'échantillonnage 4:2:0 & profondeur de codage sur 8 bits*

- ✓ Compression MPEG-2
 - à l'origine Sony avait visé un débit moyen de 18 Mbps
 - puis décision de passer à un débit moyen de 22/24 Mbps
- ✓ Compression AVC
 - débit moyen de 18 Mbps
- ✓ Compression VC-1
 - pas d'information disponible à ce jour

➤ HD DVD : *structure d'échantillonnage 4:2:0 & profondeur de codage sur 8 bits*

- ✓ Compression MPEG-2
 - aucun disque encodé à ce jour en MPEG-2
- ✓ Compression AVC
 - pas d'information disponible à ce jour
- ✓ Compression VC-1
 - débit moyen de 16 Mbps

* Pour connaître les débits utilisés sur les principaux titres BD publiés, consulter le forum « Blu-ray Movie Bitrates Here » du site Blu-ray.com : <http://forum.blu-ray.com/showthread.php?t=3338>

Codeurs, Encodage et Qualité Vidéo* :

*Le facteur le plus important affectant la qualité de l'image vidéo est l'encodeur.
Ce n'est pas le format de compression choisi en tant que tel qui détermine la qualité.
Un encodeur judicieusement choisi et parfaitement au point aura plus
d'effet sur la qualité que le format de compression en tant que tel.*

- Les bonnes questions à se poser :

- est-ce que le résultat de l'encodage correspond au « bit budget » disponible ?
- est-ce que la qualité résultante de l'encodage est perçue comme bonne ?
- est-ce que l'encodage réalisé est conforme au format du projet ?
- de quel délai dispose-t-on (choix entre encodage temps réel et temps différé) ?

- Quelques caractéristiques à considérer dans le choix d'un encodeur professionnel :

- format cible : Blu-ray Disc et/ou HD DVD
- choix des fréquences image : 23,976 / 24 / 25 /etc et taille d'image : 1920 x 1080p
- Débit : débit moyen, débit maximum, débit minimum
- Structure du GOP : taille du GOP et intervalles entre I, B, et P, Etc
- Quantification : dynamique, manuelle, VBR ou CBR
- Priorité Qualité, Priorité Débit
- Nombre de Passes, Ré-encodage par segment, etc

* Adapté de « High Definition DVD Handbook » (M. R. Johnson, C. G. Crawford & C. M. Armbrust)

Codecs, Encodage et Temps d'Encodage* :

Selon le format de compression utilisé et la solution matérielle ou logicielle mise en œuvre, le temps d'encodage peut varier dans des proportions importantes. A cela s'ajoute le fait qu'à ce jour pour des soucis de qualité optimum recherchée dans l'édition d'un titre, l'encodage AVC ou VC-1 ne peut pas se faire en temps réel.

- Réalisation de petits projets** avec compression AVC ou VC-1 :

- avec une station d'encodage ordinaire :
 - 25 heures d'encodage (2 passes automatiques) par heure de programme
- avec un petit système en cluster :
 - 10 heures d'encodage par heure de programme
- si le système ne permet pas le ré-encodage par segment :
 - temps de ré-encodage identique au temps d'encodage initial

** D'après M. R. Johnson, C. G. Crawford & C. M. Armbrust « High Definition DVD Handbook »

- * Les temps indiqués ici le sont à titre purement indicatif et peuvent considérablement varier
- selon la complexité des séquences à encoder,
 - la configuration des solutions mises en œuvre,
 - l'évolution des performances de ces solutions,
 - la qualité visée du projet et l'expertise du « compressioniste ».

Codecs, Encodage et Temps d'Encodage* :

Selon le format de compression utilisé et la solution matérielle ou logicielle mise en œuvre, le temps d'encodage peut varier dans des proportions importantes. A cela s'ajoute le fait qu'à ce jour pour des soucis de qualité optimum recherchée dans l'édition d'un titre, l'encodage AVC ou VC-1 ne peut pas se faire en temps réel.

- Réalisation de films long métrage avec compression AVC ou VC-1 :**

- avec un système fortement parallélisé ou station professionnelle haut de gamme :
 - de 10 à 15 heures d'encodage (2 passes automatiques) par heure de programme
- avec un système permettant le ré-encodage par segment :
 - compter en moyenne 8 à 10 heures,
- soit au total 1 semaine pour un film complet

** D'après les expériences rapportées par les studios d'authoring français ayant déjà réalisé un nombre significatif de titres HD

- * Les temps indiqués ici le sont à titre purement indicatif et peuvent considérablement varier
- selon la complexité des séquences à encoder,
 - la configuration des solutions mises en œuvre,
 - l'évolution des performances de ces solutions,
 - la qualité visée du projet et l'expertise du « compressioniste ».

Ce qu'on a oublié de vous dire à propos du Blu-ray et du HD DVD :

Limites et impact du format 4:2:0 / 8 bits sur la qualité et les performances de l'encodage en HD

Si la résolution spatiale du Blu-ray Disc et du HD DVD est grandement augmentée par rapport à celle du DVD en passant de 720 x 576 (720 x 480) à 1920 x 1080, il reste un point commun à l'ensemble de ces trois formats :

- Le DVD utilise un format source vidéo conforme à la spécification ITU-R-BT 601,
- le BD et le HD DVD utilisent un format source vidéo conforme à la spécification ITU-R BT 709,
- tous trois enregistrent le signal vidéo selon une structure d'échantillonnage 4:2:0 sur 8 bits :

- Structure d'échantillonnage : 4:2:0
- Profondeur de codage : sur 8 bits
 - composante luminance Y' :
 - en théorie: 256 niveaux de gris
 - en réalité : **220** niveaux
 - composantes chrominance Cb Cr :
 - en théorie : 256 teintes par composante
 - en réalité : **225** teintes par composante

** Sur les 16,7 millions de couleurs disponibles au départ avec un signal vidéo R'G'B' avec 8 bits par composante, il ne reste plus après conversion du signal original en Y'CbCr sur 8 bits par composante, qu'une palette de 2,75 millions de couleurs (17%).*

* Se reporter au texte de Charles Poynton « Merging computing with studio video: converting between R'G'B' and 4:2:2 »

http://www.poynton.com/PDFs/Merging_RGB_and_422.pdf

Ce qu'on a oublié de vous dire à propos du Blu-ray et du HD DVD :

[Impact du format 4:2:0 / 8 bits sur la qualité et les performances de l'encodage en HD](#)

- Le phénomène de **Banding**

- Phénomène de « **Banding** » sur les larges zones de même couleur ou avec dégradé progressif entre une couleur et une autre
 - très sensible dans les zones sombres et plus particulièrement sur les films d'animation et les images créées par ordinateur
 - apparition de *bandes* visibles ayant 1 ou 2 niveaux de différence (sur les 220)
- Solutions pour combattre le « **banding** »
 - traitement lors de l'encodage :
 - application d'un dithering localisé sur la zone incriminée
 - application d'une normalisation des niveaux dans les zones sombres
 - traitement lors du pre-processing :
 - application d'un dithering localisé sur les images en 10 bits RVB
 - ajout de bruit ou de grain (si le support original en contient)

Exemple de phénomène de « **banding** » observé sur une image créée par ordinateur et convertie en YCbCr 4:2:0 / 8 bits illustrant la brochure « [Encoding for Blu-ray Disc and HD DVD](#) » de **Sonic Solutions**



Ce qu'on a oublié de vous dire à propos du Blu-ray et du HD DVD :

Impact du format 4:2:0 / 8 bits sur la qualité et les performances de l'encodage en HD

- Le Grain et le Bruit

- Le grain du film
 - fonction de la nature de la couche argentique et de la sensibilité du film
 - distribution aléatoire, grandes variations en taille (de 10 μm à 30 μm) selon l'émulsion
 - plus particulièrement visible dans les zones sombres du film
 - plus particulièrement présent dans la composante bleue
 - peu perceptible en tant que tel en SD malgré l'introduction de variabilité du signal
 - en HD : peut devenir visible en tant que tel
 - peut refléter un parti pris esthétique, donne de la texture à l'image
 - absence de grain dans les tournages en vidéo et les images de synthèse
- Le bruit vidéo
 - phénomène de nature aléatoire
 - peut être dû au réglage insuffisant de la caméra ou un éclairage insuffisant
 - plus particulièrement visible dans les zones sombres
 - beaucoup plus perceptible que le grain du film
 - beaucoup plus difficile à supporter que le grain du film

Ce qu'on a oublié de vous dire à propos du Blu-ray et du HD DVD :

Impact du format 4:2:0 / 8 bits sur la qualité et les performances de l'encodage en HD

- Le Grain et le Bruit

- Les conséquences du grain et du bruit lors de l'encodage
 - Grain du film et bruit vidéo : deux phénomènes de nature aléatoire
 - conséquence : réduction notable de l'efficacité de l'encodage sur le débit
 - problème délicat à gérer : aspect esthétique et aspect technique
 - quel niveau de grain ou de bruit peut supporter l'encodeur
 - l'encodage apporte un effet de filtrage
 - au-delà d'un certain niveau : perte d'uniformité d'une image à l'autre, et apparition d'artefacts, phénomènes difficilement supportables
- Solutions et compromis
 - élimination du grain par technique d'estimation de mouvement lors du pre-processing
 - réduction du bruit par filtrage lors du pré-processing
 - forte élimination du grain = forte réduction du débit (5:1) à PSNR identique*
 - si réduction trop forte du grain : l'image perd sa texture filmique
 - idée de mélanger après coup un certain niveau de grain original

* PSNR (**P**eak **S**ignal to **N**oise **R**atio) : mesure de la qualité de l'image reconstruite à la sortie d'un décodeur par rapport à l'image originale permettant d'évaluer la performance des codeurs. On peut préférer à cette mesure celle de DMOS (**D**ifferential **M**ean **O**pinion **S**core) que l'on trouve sur le testeur Tektronix PQA500.

La préservation du grain du film en HD :

Thomson et sa solution « Film Grain Technology » (FGT)

- La technologie FGT pour le HD DVD* :

- La solution consiste à éliminer le grain du film lors du pre-processing
 - analyse des caractéristiques du grain
 - encodage du film avec réduction +/- forte du grain avec le codec AVC
 - optimisation maximale du couple qualité/débit
 - comparaison des images décodées aux images source
 - création de données représentatives du grain sauvegardées dans fichier SEI**
- Lors de la lecture du HD DVD
 - extraction des données SEI décrivant le grain du film
 - création et affichage d'une couche graphique simulant le grain
 - superposition de cette couche à l'image décodée du film

* Avril 2005 le DVD Forum rend obligatoire la fonction FGT sur tous les lecteurs HD DVD

Le recours à cette technologie dans les studios est optionnel

** SEI (Supplemental Enhancement Information) : meta-data associées à chaque image du film encodé en AVC

Redevance : les nouveaux codecs sur un même pied d'égalité

Niveau des royalties à verser selon le type d'encodeur utilisé

Encodeur	MPEG-2	AVC	VC-1
Durée ○ 12 min.	0,01 US\$	Sans frais	Sans frais
Durée > 12 min.	0,03 US\$	0,02 US\$	0,02 US\$

Pour plus d'information : consulter le site de MPEG-LA à <http://www.mpegla.com>



Exemple de calcul d'un "Bit-Budgeting" pour un titre BD HDMV (1/3)

Film « Pearl Harbor » édité sur BD double couche 50 Goctets

Composition détaillée du titre Blu-ray « Pearl Harbor »

Contenu	Durée	Vidéo	Audio 1 Anglais	Audio 2 Anglais	Audio 3 Français	S./Titres 1	S./Titres 2	S./Titres 3
Film - format : 2,35:1 1080 x 1920	3 H 3 mn 9 sec	HD	PCM 5.1 48KHz 24 bits 6.912 Kbps (48 KHz/ 24 bits)	Dolby AC-3/ 5.1 640 Kbps	Dolby AC-3/ 5.1 640 Kbps	Mal Entendants Anglais 40 Kbps	S./titres Français 40 Kbps	S./Titres Espagnol 40 Kbps
Film « Show case » - format 2,35:1 1080 x 1920	4 mn 42 sec	HD						
Bonus	Durée	Vidéo	Audio 1 Anglais	Audio 2 Anglais	Audio 3 Français	S./Titres 1	S./Titres 2	S./Titres 3
- Docu. historique	47 mn 26 sec	SD		Dolby Stéréo 192 Kps	Dolby Stéréo 192 Kps	Mal Entendants Anglais 40 Kbps	S./titres Français 40 Kbps	S./Titres Espagnol 40 Kbps
- « making-of »	45 mn 30 sec	SD						
- Musique originale	3 mn 56 sec	SD	Dolby AC-3/ 5.1 640 Kbps					
- Bde. publicitaire	2 mn 02 sec	SD		Dolby Stéréo 192 Kps	Dolby Stéréo 192 Kps	Mal Entendants Anglais 40 Kbps	S./titres Français 40 Kbps	S./Titres Espagnol 40 Kbps
- Bde. annonce	2 mn 33 sec	SD						
Durée Totale	4 H 49 mn 18 sec							

- Remarques :** - Le présent exemple est une adaptation simplifiée conçue à partir de deux sources d'information relatives au film « Pearl Harbor » édité sur un disque Blu-ray double-couche de 50 Goctets sorti en 2006 aux USA :
- Présentation critique du disque Blu-ray : par Mark A. Rivera © 2007 (http://www.genreonline.net/Pearl_Harbor_BD.html)
 - Analyse des débits et des contenus : par « Benes » sur le forum de Blu-ray.com (<http://forum.blu-ray.com>)

Exemple de calcul d'un "Bit-Budgeting" pour un tire BD HDMV (2/3)

Film « Pearl Harbor » édité sur BD double couche 50 Goctets

	Contenu	Durée (en H, mn, sec)	Durée (en sec)	Débits	Capacité requise en bits	Capacité requise en Octets
I	Capacité disponible sur BD 50 Goctets				400 000 000 000	50 000 000 000
II	« Over-Head »					
	- Menus + Navigation (4% du disque)				16 000 000 000	2 000 000 000
III	Capacité disponible pour contenu AV				384 000 000 000	48 000 000 000
IV	Contenu Principal HD Film + « Show Case » HD					
	- Audio 1 : Anglais PCM / 5.1	3 H 07 mn 51 sec	11 271 sec	6 912 Kbps	77 905 152 000	9 738 144 000
	- Audio 2 : Anglais Dolby AC-3 / 5.1	3 H 07 mn 51 sec	11 271 sec	640 Kbps	7 213 440 000	901 680 000
	- Audio 3 : Français Dolby AC-3 / 5.1	3 H 07 mn 51 sec	11 271 sec	640 Kbps	7 213 440 000	901 680 000
	- Sous-Titres Anglais mal entendants	3 H 07 mn 51 sec	11 271 sec	40 Kbps	450 840 000	56 355 000
	- Sous-Titres Français	3 H 07 mn 51 sec	11 271 sec	40 Kbps	450 840 000	56 355 000
	- Sous-Titres Espagnols	3 H 07 mn 51 sec	11 271 sec	40 Kbps	450 840 000	56 355 000
V	Contenu Additionnel Bonus SD :Doc. Hist + Making Of + Bde Pub + Bde. Ann.					
	- Audio 1 : Anglais Dolby AC-3 / 2.0	1 H 37 mn 31 sec	5 851 sec	192 Kbps	1 123 392 000	140 424 000
	- Audio 2 : Français Dolby AC-3 / 2.0	1 H 37 mn 31 sec	5 851 sec	192 Kbps	1 123 392 000	140 424 000
	- Sous-Titres Anglais mal entendants	1 H 37 mn 31 sec	5 851 sec	40 Kbps	234 040 000	29 255 000
	- Sous-Titres Français	1 H 37 mn 31 sec	5 851 sec	40 Kbps	234 040 000	29 255 000
	- Sous-Titres Espagnols	1 H 37 mn 31 sec	5 851 sec	40 Kbps	234 040 000	29 255 000
VI	Chanson Musique Originale SD					
	- Audio Dolby AC-3 / 5.1	3 mn 56 sec	236 sec	640 Kbps	151 040 000	18 880 000
VII	Capacité Totale Contenu AV hors Vidéo	4 H 49 mn 18 sec	17 358 sec		96 784 496 000	12 098 062 000

Exemple de calcul d'un "Bit-Budgeting" pour un tire BD HDMV (3/3)

Film « Pearl Harbor » édité sur BD double couche 50 Goctets

	Contenu	Durée (en H, mn, sec)	Durée (en sec)	Débits	Capacité requise en bits	Capacité requise en Octets
VIII	Capacité disponible pour contenu AV				384 000 000 000	48 000 000 000
IX	Capacité Totale Contenu AV hors Vidéo	4 H 49 mn 18 sec	17 358 sec		96 784 496 000	12 098 062 000
X	Capacité disponible pour Vidéo HD et SD				287 215 504 000	35 901 938 000
XI	Contenu Vidéo HD et SD Film + « Show Case » HD + Bonus					
	Contenu Principal HD Encodage MPEG-2 HD en VBR Débit Moyen = 22,5 Mbps	3 H 07 mn 51 sec	11 271 sec	22 500 Kbps	253 597 500 000	31 699 687 500
	Contenu Bonus SD Encodage MPEG-2 SD en VBR Débit Moyen = 4,0 Mbps	1 H 41 mn 27 sec	6 087 sec	4 000 Kbps	7 213 440 000	3 043 500 000
XII	Capacité Totale Contenu Vidéo HD et SD	4 H 49 mn 18 sec	17 358 sec		277 945 500 000	34 743 187 500
XIV	Capacité Totale du Disque				<u>390 729 996 000</u>	<u>48 841 249 500</u>
XV	Espace demeurant disponible				9 270 004 000	1 158 750 500

- Remarques :**
- Dans le cas de menus simples et d'une navigation simple on peut conserver une provision de 4% de la capacité totale.
 - Pour cet exemple on gardé un débit moyen de 40 Kbps pour les données des sous-titres comme pour le DVD
 - D'après le relevé effectué par « Benes » sur le forum du site Blu-ray.com sur le titre BD Pearl Harbor publié aux USA :
 - Capacité totale occupée sur le disque : 47 568 993 406 octets
 - Capacité occupée par le film : 42 218 323 968 octets
 - Débit vidéo HD moyen mesuré : 20,830 Mbps
 - Débit vidéo HD moyen calculé : 22,415 Mbps
 - Débit vidéo HD moyen indiqué sur la jaquette : aucun



Conseil important : *ne jamais chercher à remplir à 100% chaque couche d'un disque, toujours garder un peu de marge.*

En poussant le remplissage jusqu'aux limites : risque d'incompatibilité sur certains lecteurs

Lecteurs BD et HD DVD : fonctions standard et fonctions avancées

Tableau comparatif des fonctionnalités disponibles entre les contenus pour disques Blu-ray et HD DVD

Fonctions	BD HDMV	BD-Java		HD DVD Standard	HD DVD Advanced HDi	
Pop-Up menu pour Set-Up	oui	Oui		Non	Oui	
Pop-Up menu pour navigation	oui	Oui		Non	Oui	
Menus superposés sur vidéo	oui	Oui		Non	Oui	
Menus animés	oui	oui		Non	oui	
Boutons animés	Oui	Oui		Non	Oui	
Effets sonores sur boutons	Oui	Oui		Non	Oui	
PIP (Incrustation Image)	Non	Oui en HD & SD		Non	Oui en SD seulement	
Audio secondaire	Non	Oui		Non	Oui	
Génération caractères S/titres	Oui	Oui		Non	Oui	
Multi-angles sans coupure	Oui	Oui		Oui	Oui	
Flux audio sélectionnables	Oui	Oui		Oui	Oui	
Scénario multiple sans coupure	Oui	Oui		Oui	Oui	
Marque Page (Book-Marks)	Non	Oui		Non	Oui	
Mémoire résidante/persistente	64 KB minimum (mémoire flash additionnelle amovible sur certains lecteurs)	256 MB en 1.1/ 1 GB en BD Live		126 MB minimum	126 MB minimum	
Connexion internet	Non	Optionnel	Seule la console de jeu PS3 est systématiquement équipée d'un port Ethernet pour connexion Internet	Non	Oui	Tous les lecteurs HD DVD commercialisés à ce jour disposent d'un port Ethernet pour connexion Internet
Télécharg. Contenus addition.	Non	Optionnel		Non	Oui	
Télécharg. Pistes audio addit.	Non	Optionnel		Non	Oui	
Synchronisation nvx. contenus	Non	Optionnel		Non	Oui	
Streaming	Non	Optionnel		Non	Oui	

Les différents Profils de BD-ROM Vidéo : une plaie toujours ouverte

Les différents profils de lecteurs et de disques BD-ROM Vidéo et leurs caractéristiques

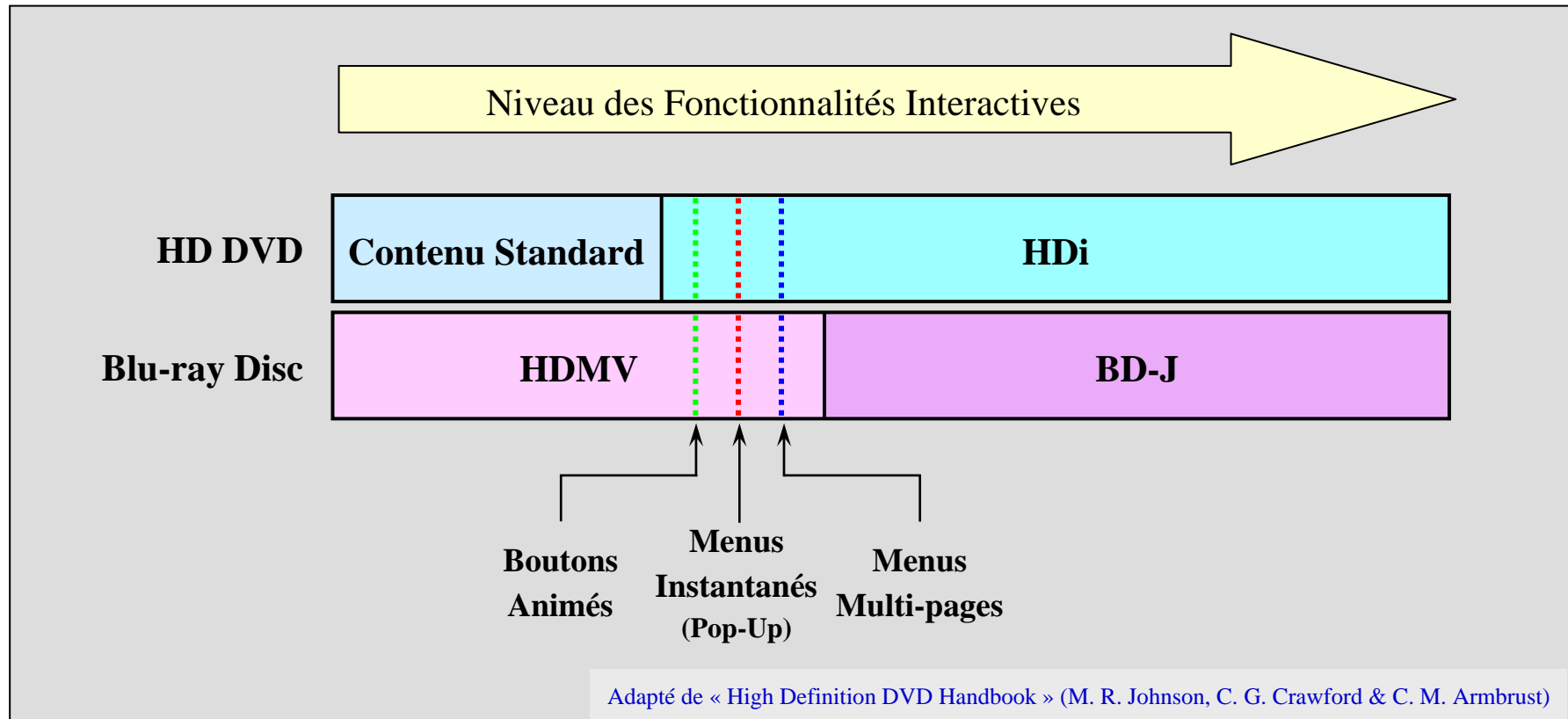
Caractéristique	BD-Vidéo 1.0 (Profil 1) Période de grâce*	BD-Vidéo 1.1 (Profil 1) Période de grâce **	BD-Live (Profil 2)
Internet/connexion réseau	Non	Non	Obligatoire
Picture-in-Picture (PiP)	Optionnel	Obligatoire (SD et HD)	Obligatoire (SD et HD)
Mixage Audio (flux audio secondaire)	Optionnel	Obligatoire	Obligatoire
Mémoire Persistente Locale (minimum)	64 Koctets (à demeure)	256 Moctets (à demeure ou amovible)	1 Goctets (à demeure ou amovible)
Système Fichier Virtuel (VFS)	Optionnel	Obligatoire	Obligatoire

* La période de grâce accordée se termine le 31 Octobre 2007.

Après cette date tous les lecteurs fabriqués et en vendus devront permettre la lecture des programmes BD-J et disposer au minimum de 256 Moctets de mémoire résidante.

** Il n'est pas clairement établi à ce jour si les lecteurs commercialisés à partir de Juin 2007 devront ou pas être conformes à la version 1.1 du Profil 1, les lecteurs supportant les applications en mode connecté (BD-Live) n'étant attendus qu'à l'automne 2007.

Comparaison des Fonctionnalités Interactives entre les deux formats



- Bien que le format HD DVD dans sa version standard offre moins de possibilités que le Blu-ray dans sa version standard HDMV, ceci ne constitue pas un handicap car tous les lecteurs HD DVD commercialisés à ce jour sont capables de lire les contenus interactifs HDi et de plus sont tous dotés d'une prise Ethernet pour une connexion à l'Internet.
- Le fait de proposer des contenus plus ou moins évolués pour le Blu-ray ou le HD DVD relève de la décision de l'éditeur du programme.

Lecteurs de Blu-ray et de HD DVD et connectivité Internet

Tableau comparatif des différents lecteurs BD et HD DVD de salon en fonction de la présence ou non d'une connexion à l'Internet

Format	Constructeur	Modèle de lecteur	Connexion Internet par prise Ethernet
HD DVD	Toshiba	HD A1	Oui
		HD XA1	Oui
		HD E1	Oui
		HD XE1	Oui
		HD EP10	Oui
	RCA	HDV5000	Oui
Blu-ray Disc	Panasonic	DMP-BD10	Non
	Philips	BDP 9000	Non
	Pioneer	BDP-HD1*	Oui
	Samsung	BD-P1000	Non
	Sony	BDP-S1*	Non

Information de dernière minute : le 4 Juin 2007 Sony a confirmé la commercialisation d'un nouveau lecteur, le BDP-S300 qui reprend les mêmes fonctionnalités que le BDP-S1 mais sous des dimensions plus réduites et pour un prix de 499 US\$, soit ½ du prix du BDP-S1.

* Le lecteur BDP-S1 de Sony est fabriqué par Pioneer, d'où de grandes similitudes avec le lecteur Pioneer BDP-HD1.

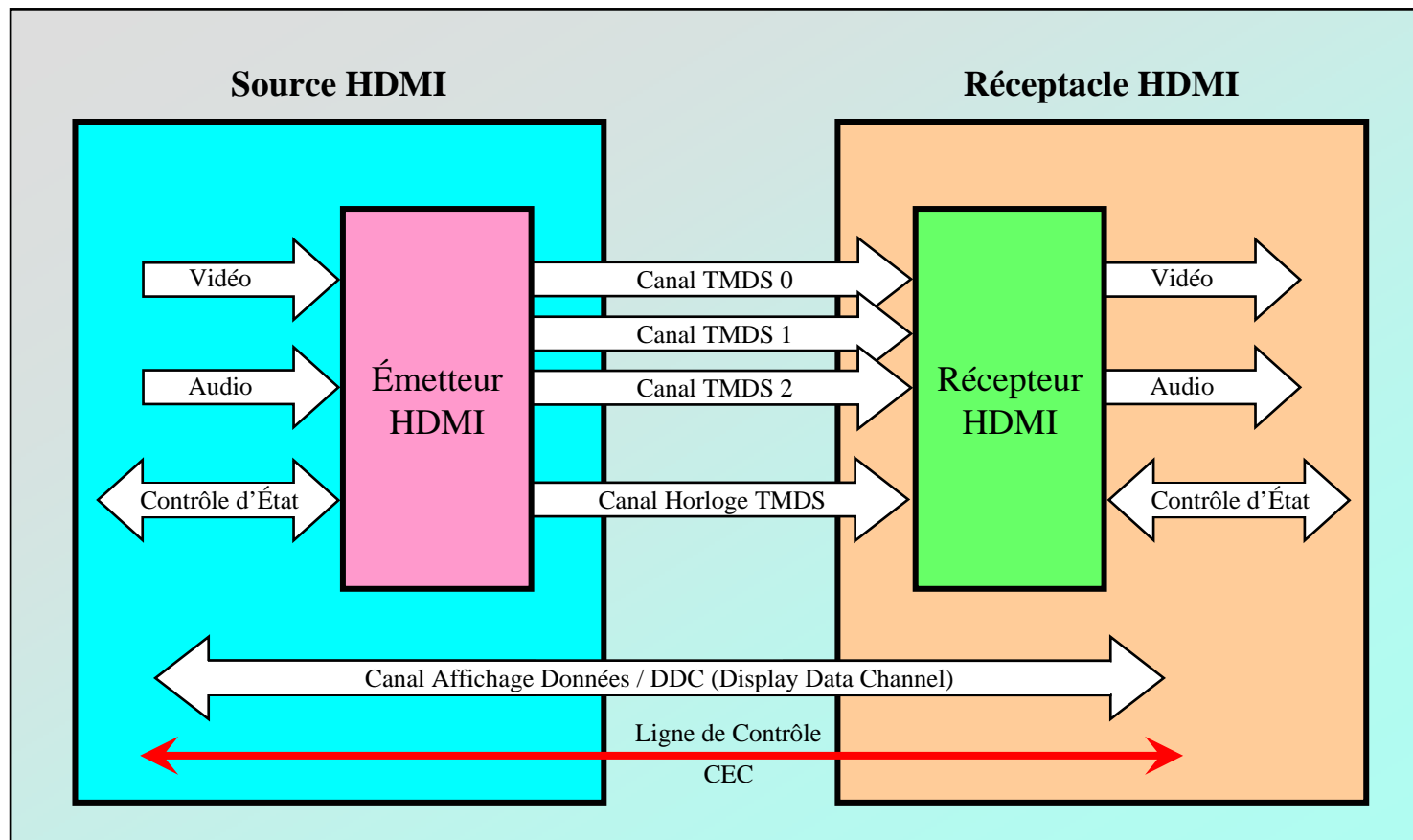
Le raccordement des lecteurs via la prise HDMI

Les bases de la prise HDMI : « High-Definition Multimedia Interface »

- connexion numérique conçue pour permettre le transfert de données vidéo et audio aux débits les plus élevés possibles sans compression entre appareils électroniques grand public au travers d'un seul et unique câble.
- prévue pour des signaux vidéo jusqu'à une résolution de 1080p et au-delà avec un rafraichissement jusqu'à 60 Hz et au-delà avec respect intégral des couleurs
- rétrocompatible avec l'interface DVI
- supporte jusqu'à 8 canaux audio en pleine résolution
- encapsulation et répartition des données dans 3 canaux codés TMDS (Transition Minimized Differential Signaling)
- multiplexage des données audio dans le flux vidéo sur les canaux TMDS
- échange d'informations entre émetteur et récepteur sur performances de restitution du signal au travers du canal DDC (Display Data Channel)
- protection des contenus HD par système HDCP d'authentification et d'échange permanent de clés de cryptage/décryptage entre émetteur & récepteur HDCP
HDCP : **H**igh-**b**andwidth **D**igital **C**ontent **P**rotection

Le raccordement des lecteurs via la prise HDMI

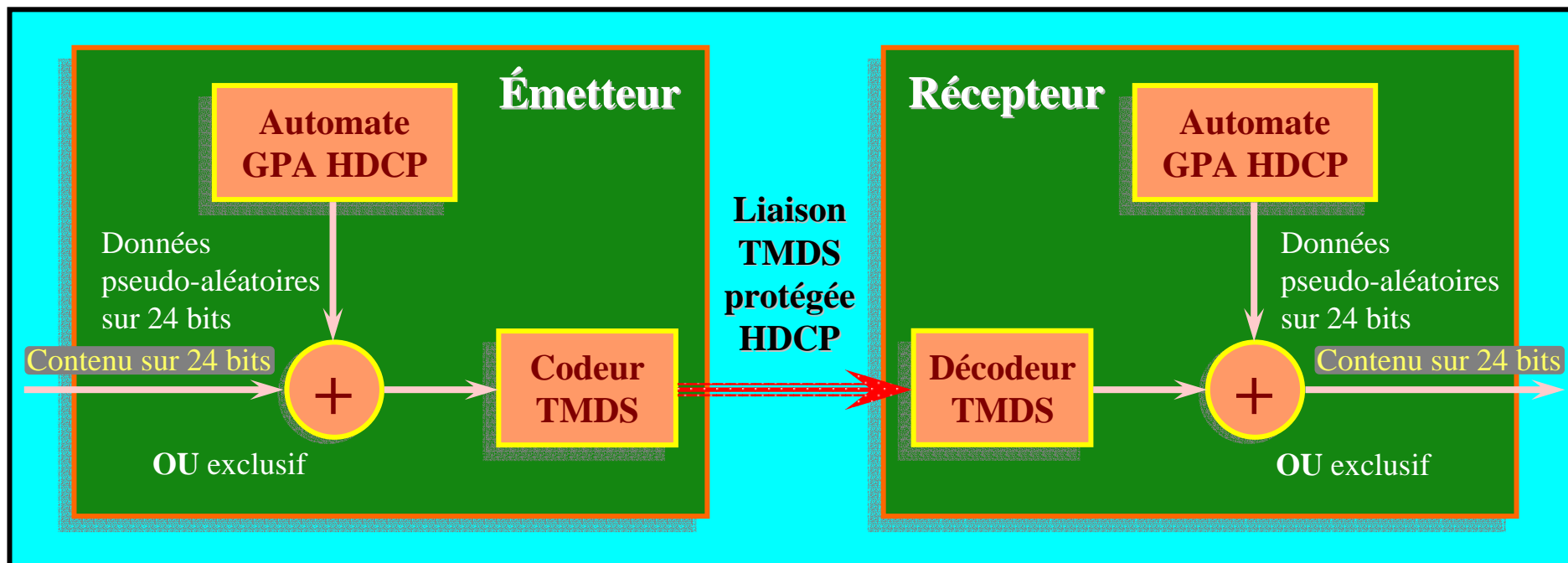
Les bases de la prise HDMI : « High-Definition Multimedia Interface »



Synoptique de la liaison HDMI

Le raccordement des lecteurs via la prise HDMI

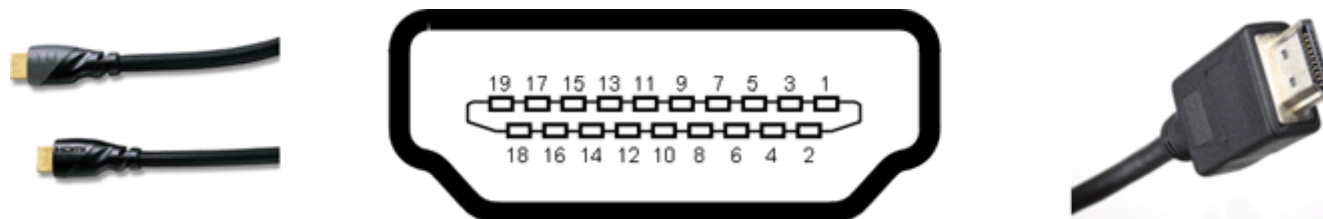
Les bases de la prise HDMI : « High-Definition Multimedia Interface »



Relation entre le cryptage/décryptage **HDCP** et le Codage/Décodage **TMDS** :
on ne prend que les bits de 0 à 23 du nombre pseudo-aléatoire à 64 bits
généré par l'automate **HDCP**

Le raccordement des lecteurs via la prise HDMI

Les bases de la prise HDMI : « High-Definition Multimedia Interface »



Détail des connexions de la prise HDMI de type A			
Broche	Signal	Broche	Signal
1	Canal de données TMDS 2 +	2	Blindage canal de données TMDS 2
3	Canal de données TMDS 2 -	4	Canal de données TMDS 1 +
5	Blindage canal de données TMDS 1	6	Canal de données TMDS 1 -
7	Canal de données TMDS 0 +	8	Blindage canal de données TMDS 0
9	Canal de données TMDS 0 -	10	Canal horloge TMDS +
11	Blindage canal horloge TMDS	12	Canal horloge TMDS -
13	CEC	14	Réservé
15	SCL (DDC)	16	SDA (DDC)
17	Masse commune DDC & CEC	18	Alimentation + 5V
19	Broche détection « hot plug »		

Le raccordement des lecteurs via la prise HDMI

Evolution des principales spécifications de la prise HDMI :

HDMI 1.0 (Décembre 2002)	HDMI 1.1 (Mai 2004)	HDMI 1.2 (Août 2005)	HDMI 1.2 a (Décembre 2005)	HDMI 1.3 (Juin 2006)
Spécifications Initiales	Fonctions Ajoutées	Fonctions Ajoutées	Fonctions Ajoutées	Fonctions Ajoutées
Résolution Vidéo Max : 1080p@60 Hz / UXGA Profondeur Couleur 24 bits RGB & 36 bits YCrCb	- Support du flux PCM DVD-Audio	- Support du flux DSD SA-CD	- Spécifications des fonctions CEC (Consumer Electronics Control) pour contrôle entre éléments	- Augmentation bande passante : 10,2 Gbps (340 MHz)
Résolution Audio : - 8 cnx. PCM@192KHz sur 24 bits - Dolby 5.1/7.1 & DTS				- Augmentation de la profondeur de couleur : 30 / 36 / 48 bit en RGB & YCbCr
				- Elargissement espace couleur : xvYCC (vs ITU-R BT.709)
				- Synchro son automatique sur mouvements des lèvres
				- Support nvx. formats audio compression sans perte : Dolby TrueHD & DTS-HD Master

Le raccordement des lecteurs via la prise HDMI

Qu'est-ce qui ne va pas avec la prise HDMI ?

Émetteur



➤ le système de protection **HDCP**:

- mis au point par INTEL
- pour protéger les signaux numériques transmis sur
 - prise DVI
 - prise HDMI



Cryptage et authentication HDCP



Récepteur



Le raccordement des lecteurs via la prise HDMI

Qu'est-ce qui ne va pas avec la prise HDMI ?

Émetteur



- Problème d'incompatibilité dans les délais de communication bilatérale **HDCP** entre émetteur et récepteur



- A l'origine le test de compatibilité du **HDCP** ne faisait pas partie du test de compatibilité **HDMI** entre équipements.
- Depuis le 1er Janvier 2007 ce test de compatibilité **HDCP** fait partie du test de compatibilité **HDMI**

Récepteur



Pour plus d'information :

Blu-ray Disc Association (BDA)



HD DVD Promotion Group



<http://www.blu-raydisc.com/>

Le 15 Mars 2007, création du :

- *European HD DVD
Promotional Group*

<http://www.hddvdeurope.com/>

<http://www.hddvdprg.com/>

Pour plus d'information sur le HD DVD :

<http://www.dvdforum.org/forum.shtml>

- **HD DVD Présentation Technique (en français)**
http://www.dvdforum.org/images/Forum_HD_DVD_Universal_24French.pdf
- **Informations pour les Fabricants (Manufacturers Information)**
<http://www.dvdforum.org/hddvd-mi.htm>
 - Cutting Master Format for HD DVD-ROM and 3X Speed DVD ROM
 - HD DVD-Video Guideline for Player and Content
 - HD DVD-Video Product Requirement & Guideline
 - Requirements Specification for HD DVD Video Application

Welcome To DVD Forum



HD DVD Promotion Group



<http://www.hddvdprg.com/>

Pour plus d'information sur le Blu-ray Disc :

Blu-ray Disc Association (BDA)

➤ **Blu-ray Disc Technical White Papers**

<http://www.blu-raydisc.com/Section-13470/Section-13628/Index.html>

- **General Blu-ray Disc format**

- **Blu-ray Disc format – General**
- **Blu-ray Disc format – Key Technologies**
- **Blu-ray Disc format – File System Specifications**

- **BD ROM (Blu-ray Disc ROM / Video Distribution Format)**

- **BD-ROM – Audio Visual Application Format Specifications**
- **BD-ROM – Physical Format Specifications**

➤ **Blu-ray Disc Public Specifications**

<http://www.blu-raydisc.com/Section-13470/Section-13890/Index.html>

- **BD-J Baseline Application and Logical Model Definition for BD-ROM**



<http://www.blu-raydisc.com/>



<http://www.blu-raydisc.info/>

Pour plus d'information sur l'autoring HD DVD :

- **Livre Blanc sur la Production de disques HD DVD**
 - « HD DVD Production White Paper »
http://docs.sonic.com/support/ppg_downloads/whitepapers/HD_DVD_White_Paper_1.0.pdf
 - Document publié par Sonic Solutions
- **Livre Blanc sur la Production de disques Blu-ray Disc**
 - « Blu-ray Disc Production White Paper »
 - Document publié par Sonic Solutions
- **Encodage pour le Blu-ray Disc et pour le HD DVD**
 - « Encoding for Blu-ray Disc and HD DVD »
 - Document publié par Sonic Solutions

SONIC



HD DVD Production White Paper

Key Facts and Information to Help You Initiate Your HD DVD Production Business



SONIC



Blu-ray Disc Production White Paper

Key Facts and Information to Help You Initiate Your Blu-ray Disc Production Business



SONIC DigitalVision

Encoding for Blu-ray Disc and HD DVD

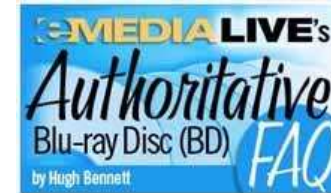
Reaping the Benefits of Integrated Mastering



Pour plus d'information sur le Blu-ray Disc :

<http://www.emedialive.com/Articles/ReadArticle.aspx?ArticleID=11392>

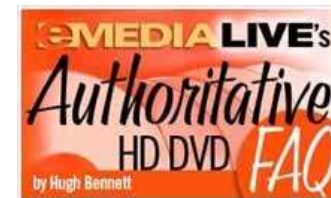
- **The Authoritative Blu-ray Disc (BD) FAQ**
 - par Hugh Bennett
 - dernière révision : le 5 Avril 2007



Pour plus d'information sur le HD DVD :

<http://www.emedialive.com/Articles/ReadArticle.aspx?ArticleID=11629>

- **The Authoritative HD DVD FAQ**
 - par Hugh Bennett
 - dernière révision : le 16 Mars 2007



Pour en savoir plus :

Sur le Cinéma Numérique et la Télévision Haute Définition :

- « Numérique en Haute Définition :
entre Cinéma et Télévision » Ouvrage collectif *Dossiers de l'Audiovisuel de l'INA*
N° 110 Juillet/Août 2003
- « La Télévision Haute Définition » Ouvrage collectif Numéro hors série du *Journal de la REE*
N° 1 Septembre 2005
- « Haute Définition :
quel Écran choisir » *Revue du Son et du Home Cinema* (N° Spécial TV HD
Juin 2006) par Jean-Pierre Landragin
- « Grandeur et vicissitudes de la HDMI » *Revue du Son et du Home Cinema* (Décembre 2006)
par Jean-Pierre Landragin
- « Dossier Vidéo : les écrans HD » *Revue du Son et du Home Cinema* (Décembre 2006)
par Alex Tinquant et Philippe Viboud
- « Vidéoprojection en HD : duel au
sommet en LCoS » *Revue du Son et du Home Cinema* (Février/Mars 2007)
par Jean-Pierre Landragin

Sur la Conception des Programmes pour HD DVD et Blu-ray Disc :

- « Comment fait-on un HD DVD » Magazine *MyTech* (Mars/Avril 2007)
par François-Cyril Gérault
- « High Definition Dvd Handbook:
Producing for HD DVD & Blu-ray » par Mark Johnson, Charles Crawford & Chris Armbrust
édité chez McGraw Hill (à paraître en Mai 2007)

Pour en savoir plus :

Sur le Disque Optique Numérique Haute Définition (publications de Jean-José Wanègue) :

- « DVD HD : Quelles Solutions ? » Ouvrage collectif *Dossiers de l'Audiovisuel de l'INA*
- « Les alternatives au disque optique » N° 110 Juillet/Août 2003 (pages 71 – 75)
- « TVH et DVD-HD : le Grand Bleu » *Revue du Son et du Home Cinéma* (Septembre 2003)
- « Le DVD Haute Définition nous en fait voir de toutes les couleurs » *Revue du Son et du Home Cinéma* : 1^{ère} partie dans N° de Décemb. 2004, 2^{ème} partie dans N° Janv./Fév. 2005
- « HDTV and HD Video Optical Disc: the Big Blue » *Optical Disc Systems* : 1^{ère} partie dans N° Nov./Dec. 2004
2^{ème} partie dans N° Janv./Fév. 2005
- « Coup d'envoi pour le DVD Hi-Def » *MOS Magazine* : N° 235 Décembre 2008

Sur le Disque Optique Numérique Haute Définition (conférences de Jean-José Wanègue) :

- « Le DVD HD : état des lieux » Conférence *Réunions de la CST Département Multimédia*
le 14 Décembre 2004

Remerciements :

Que toutes les personnes dont les noms suivent soient remerciées pour leur aide précieuse apportée dans la préparation de ce document qui malheureusement ne reflète qu'une partie de leur expérience qu'elles ont si généreusement partagée avec l'auteur de ces pages.

Nom	Société	Nom	Société
Antoine DECROIX	CMC	Andy PARSONS	Pioneer
Jean-Noël GOUYET	Consultant	Pascal ANDRÉ	Plasmon OMS
Jean-Luc RENAUD	DVD Intelligence	Stewart VANE-TEMPEST	Plasmon UK
Astrid RECOQUE	Eutelsat	Xavier LEPLEUX	QOL
Victor JACHIMOWICZ	FNAC	Michel DENIEUL	SNA
Daniel GILLET	Harmonic	Simon JAMES	Sonic Solutions
Jean-Pierre LACOTTE	HD Forum	Sophie PASSUELLO	Sonopress
Michael BECKER	Imagion	Dieter SCHLAUTMANN	Sonopress
Patrice GOESSANT	Mastery International	David WALSTRA	Sony Europe
Hidekazu KAMBAYASHI	Memory-Tech	Don EKLUND	Sony Pictures
Xavier BRINGUÉ	Microsoft	Gérard GOMEZ	Thalès
Jean HUET	MPO	Olivier VAN WYNENDAELE	Toshiba
Tally NETZER	Optibase	Mario BAFAU	VDM
Frank SIMONIS	Philips	Éric BLÉREAU	VDM

Jean-José Wanègue