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

pour l'archivage des données numériques

Jean-Michel LAMBERT

SOMMAIRE

1. **Description de l'étude**
   - Contexte - Objectif
   - Essais réalisés
2. **Moyens et méthodes d'analyse**
   - Analyseurs et paramètres mesurés
   - Note synthétique de qualité
3. **Modèles testés**
   - DVD-R classiques et DVD+R sans « dye »
   - BD-R de type HTL et de type LTH
3. **Résultats**
   - Qualité de gravure
   - Sensibilité à la lumière
   - Vieillissement accéléré en étuve
4. **Conclusion**

DESCRIPTION DE L'ETUDE

Commanditaire

- Etude financée par le Ministère de la Culture et de la Communication. (Direction Générale des Patrimoines)
- Suivi effectué par le Service Interministériel des Archives de France (SIAF)

Contexte

- Depuis 2003, plusieurs études sur les DON ont été menées pour évaluer l'aptitude des disques pour l'archivage (réalisées avec le LAM dans le cadre du GIS-DON et pour La Direction des Archives de France).
- Principaux résultats:
  - ➔ *qualité de gravure variable en fonction du couple disque/graveur et de la vitesse de gravure ,*
  - ➔ *grande dispersion des durées de vie des disques optiques en vieillissement accéléré et naturel*
  - ➔ *changements fréquents des caractéristiques des modèles dus aux évolutions technologiques et aux fabricants.*

DESCRIPTION DE L'ETUDE

Intérêt des Archives de France

- Recommander aux services régionaux des modèles de disque optique et des graveurs associés pour optimiser la conservation des données numériques à long terme sur ce type de support.

- L'étude fait suite à des études similaires réalisées :
  - en 2006 sur 7 modèles de CD-R
  - en 2008 sur 8 modèles de CD-R et 11 modèles de DVD±R

http://www.archivesdefrance.culture.gouv.fr/gerer/archives-electroniques/formats-et-supports/

http://www.lne.fr/gis-don.asp

Objectifs

- Faire un comparatif des modèles de DVD±R disponibles sur le marché, relativement à leur qualité pour l'archivage.

- Appréhender la qualité des Blu-Ray enregistrables (BD-R).
  Il s'agit d'une première étude sur ce type de disque.

ESSAIS REALISES

Qualité de gravure et compatibilité avec différents graveurs

- Des gravures sont réalisées avec 6 graveurs.
- On étudie l'influence de la vitesse de gravure.

Essais de dégradation par la lumière

- L'objectif est de faire un comparatif de la sensibilité à la lumière.
- L'exposition est réalisée avec une très forte intensité lumineuse pour réduire la durée d'essais.

Essais de vieillissement accéléré en étuve

- Des conditions climatiques sévères (température et humidité) permettent d'accélérer les réactions chimiques à l'origine de la dégradation naturelle des disques.
- Les essais s'appuient sur une norme d'évaluation de la durée de vie des disques optiques : ECMA-396
- On n'évalue pas la durée de vie (nécessitant des essais pour plusieurs conditions climatiques), mais on fait un comparatif de la tenue dans le temps pour une seule condition climatique.

MOYENS ET METHODES D'ANALYSE

La lisibilité des disques enregistrés est appréciée par des analyses donnant :

- Les taux d'erreurs numériques avant correction,
- Les caractéristiques du signal HF issu de la tête de lecture.

Analyse des DVD-R : utilisation de 2 analyseurs

Analyseur robotisé Clover DVX
(lecture à la vitesse 8x)
Mesure des erreurs numériques

Analyseur Audiodev CATS
(lecture à la vitesse 1x)
Erreurs numériques et paramètres HF

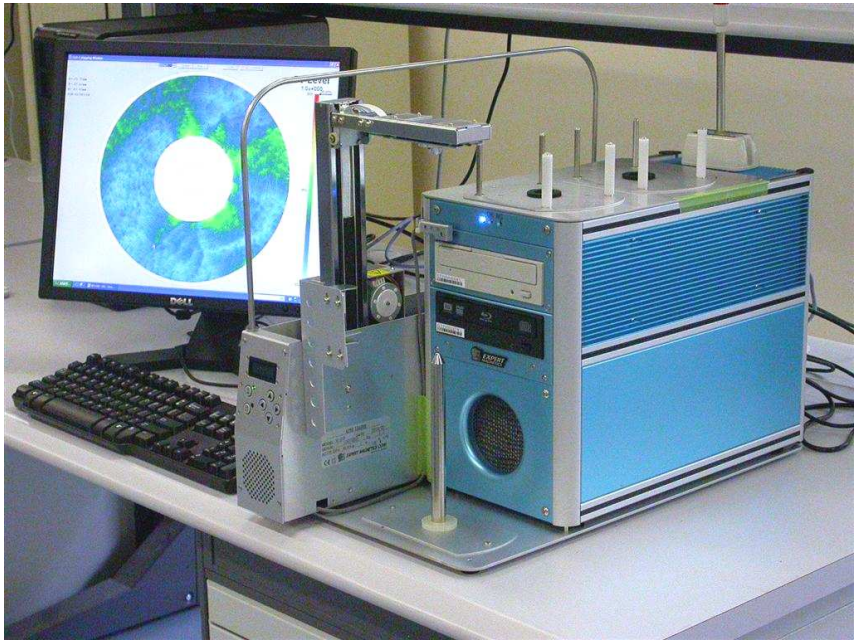
MOYENS ET METHODES D'ANALYSE

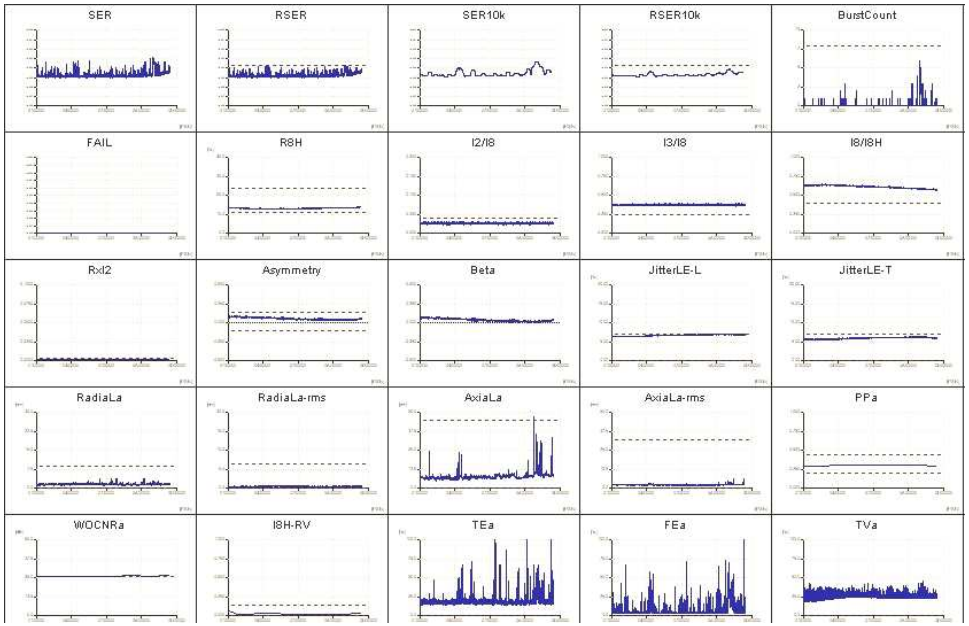
Analyse des BD-R :

Analyseur robotisé Expert Magnetics BDT-203

(lecture à la vitesse 2x)

Mesure des erreurs numériques et des paramètres HF





ANALYSE DE LA QUALITE

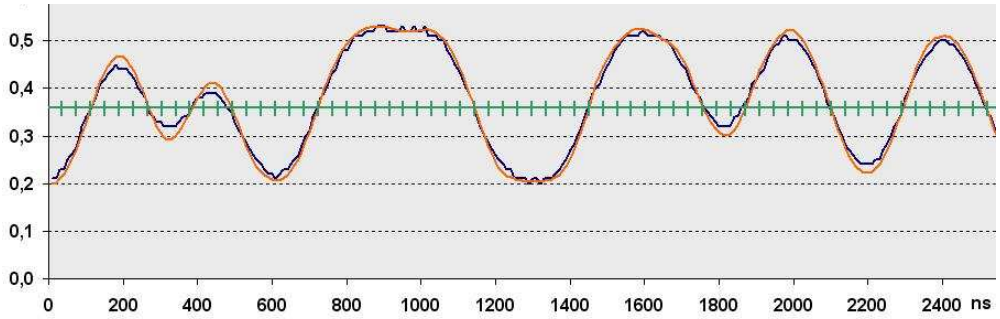
Paramètres d'erreurs numériques

- Erreurs aléatoires qualifiant une dégradation répartie (non ponctuelle) : PI8 (DVD) et RSER (BD)
- Erreurs incorrigibles : POF (DVD) et FAIL (BD)

Paramètres du signal HF

- Amplitude et contraste pit / land
- Asymétrie
- Jitter

Signal HF



Note de qualité

- Le calcul d'une note de qualité est effectué à partir des valeurs des paramètres les plus importants :

  Réflectivité maximale des lands / Contraste pit / land / Asymétrie / DC Jitter
  Taux d'erreurs aléatoires / Nombre d'erreurs incorrigibles

- Une note (sur 10) réalise une synthèse exprimant :
  - soit la qualité de gravure (Erreurs numériques + paramètres HF)
  - soit le niveau de dégradation après vieillissement (Erreurs numériques)

LES MODELES DE DVD-R EVALUES

DVD-R « classiques » - 9 modèles

	Marque	Modèle	Vmax	Couche métal	Dos du disque
DVD-R "classiques" avec colorant organique et couche métal	MPO	Gold	8x	Argent et or	Bulk
	JVC	Archival Grade	16x	Argent	Imprimable jet d'encre
	FTI	Gold Archival	8x	Argent et or	Bulk
	FTI	Platinum Archiva	8x	Alliage platine ?	Bulk
	Sony	« Standard »	16x	Argent	Imprimable jet d'encre
	Verbatim	« Standard »	16x	Argent	Imprimable jet d'encre
	Verbatim	Gold Archival	8x	Argent et or	Imprimable jet d'encre
	TDK	« Standard »	16x	Argent	Imprimable jet d'encre
	Maxell	« Standard »	16x	Argent	Imprimable jet d'encre

Modèle Verbatim Gold Archival

Dos *Face enregistrable*

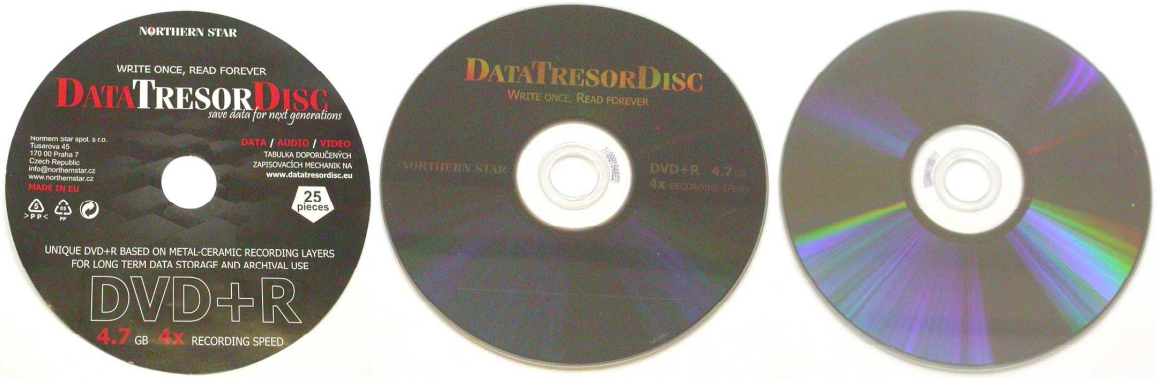
LES MODELES DE DVD+R EVALUES

DVD+R spéciaux – 2 modèles

	Marque	Modèle	Vmax	Couche métal	Dos du disque
DVD+R sans couche métal	Northern star	DataTresorDisc	4x	-	Bulk
	Millenniata	M-Disc	4x	-	Bulk

Ces 2 modèles de conception voisine ont une couche sensible constituée d'oxydes métalliques et n'ont pas de couche métallique réfléchissante.

DataTresorDisc



M-Disc
(Millenniata)

LES MODELES DE BD-R (HTL) EVALUES

BD-R de type HTL - 4 modèles

Ces modèles de Blu-Ray enregistrable sont les plus classiques.

HTL signifie « High to Low » et indique que le signal renvoyé par les zones gravées est de plus faible intensité que celui renvoyé par les zones non gravées.

	Marque	Vmax	Couche métal	Dos du disque
BD-R HTL	Sony	6x	Argent	Imprimable jet d'encre
	Verbatim	6x	Argent	Imprimable jet d'encre
	Maxell	4x	Argent	Imprimable jet d'encre
	Panasonic	4x	Argent	Imprimable jet d'encre

Modèle Panasonic

Dos *Face enregistrable*

LES MODELES DE BD-R (LTH) EVALUES

BD-R de type LTH - 2 modèles

Ces modèles de Blu-Ray enregistrable sont plus proches des DVD-R car ils ont une couche sensible constituée de colorant organique.

LTH signifie « Low to High » et indique que le signal renvoyé par les zones gravées est plus intense que celui renvoyé par les zones non gravées.

	Marque	Vmax	Couche métal	Dos du disque
BD-R LTH	Verbatim	6x	Argent	Imprimable jet d'encre
	JVC	4x	Argent	Imprimable jet d'encre

Modèle JVC

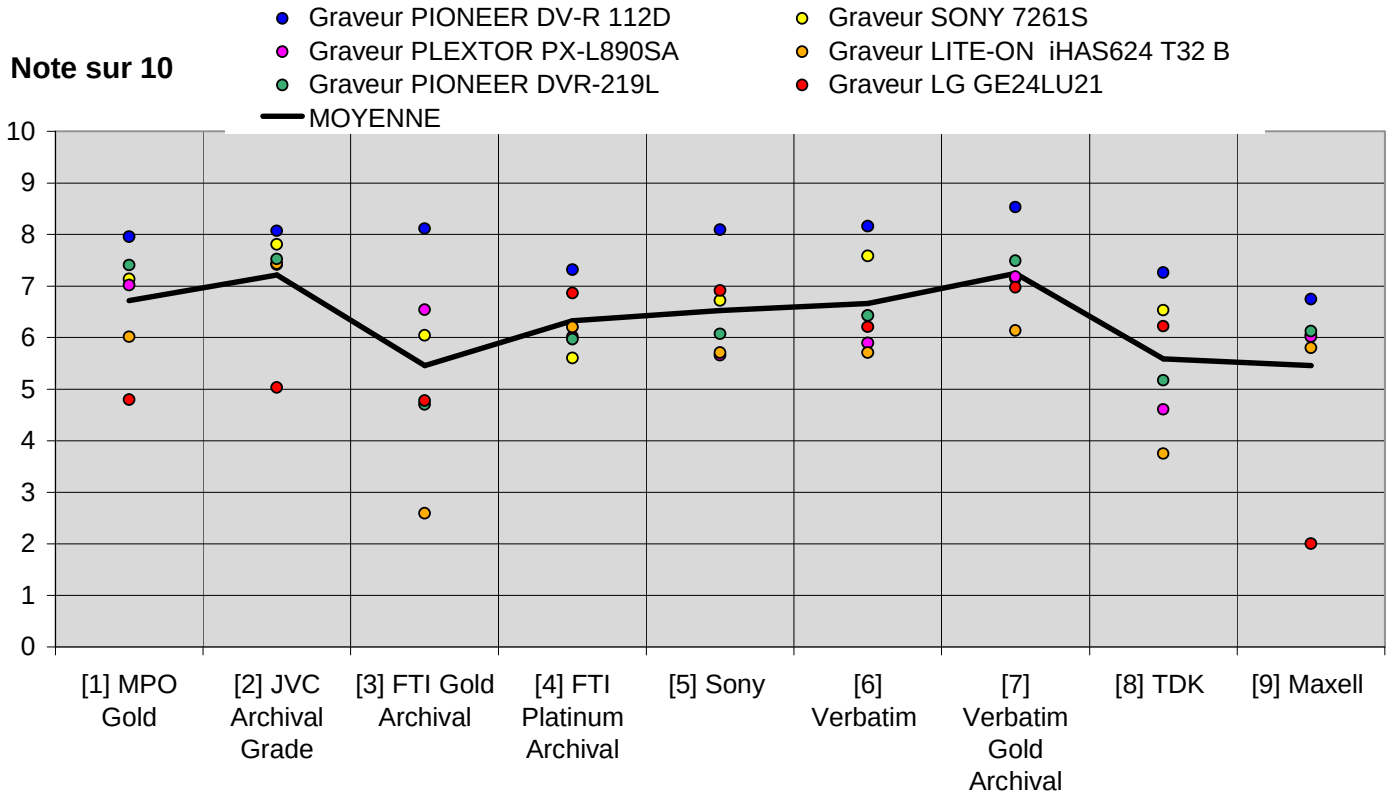
Dos *Face enregistrable*

QUALITE DE GRAVURE – RESULTATS DVD-R classiques

Dispersion selon les graveurs

- Certains modèles de DVD-R ont des notes très dispersées selon les graveurs. Par exemple le modèle FTI Gold a des notes allant de 2,6 à 8,1. Le choix du graveur est alors très important.

Notes obtenues à la vitesse de gravure 8x

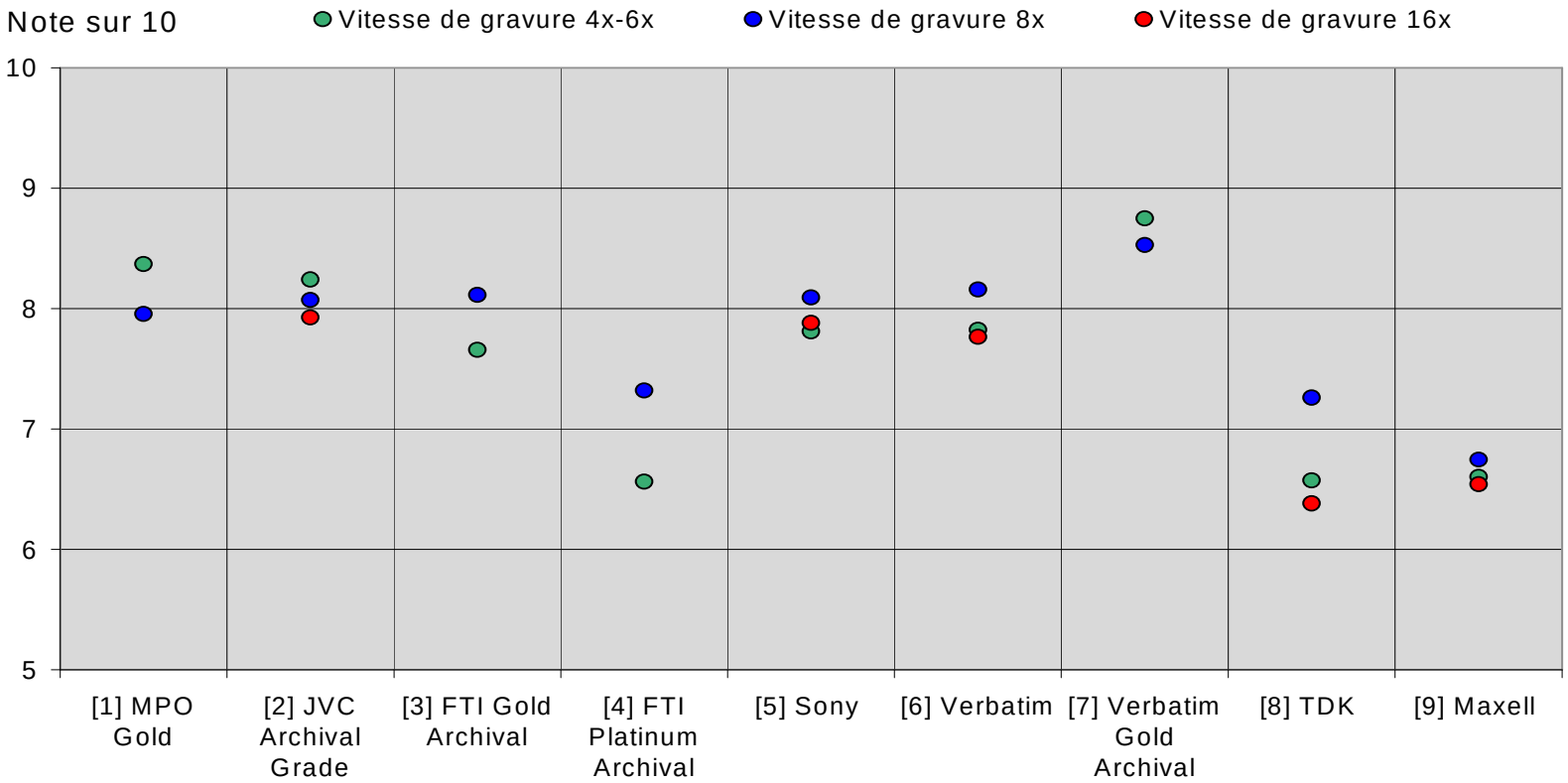


QUALITE DE GRAVURE – RESULTATS DVD-R classiques

Influence de la vitesse de gravure

- La dispersion selon la vitesse de gravure est assez faible entre 4x et 16x. La vitesse de 8x peut être recommandée dans tous les cas.

Note maximale obtenue avec le graveur le mieux adapté à chaque modèle



QUALITE DE GRAVURE – RESULTATS DVD+R spéciaux

DataTresorDisc

- Le fabricant fournit une liste de graveurs compatibles avec ce modèle.
- Parmi les 6 graveurs utilisés pour les DVD-R classiques, un seul a donné une gravure acceptable.
- Les graveurs de Blu-Ray sont nettement plus compatibles avec ce modèle. Parmi eux, 3 ont donné des gravures de bonne qualité.

M-Disc

- Le fabricant Millenniata fournit un graveur spécifique qui donne une bonne qualité de gravure.
- La gravure par des graveurs de DVD-R classiques est en règle générale impossible.
- 2 modèles de graveur de Blu-Ray ont donné une qualité de gravure acceptable.

QUALITE DE GRAVURE – RESULTATS BD-R

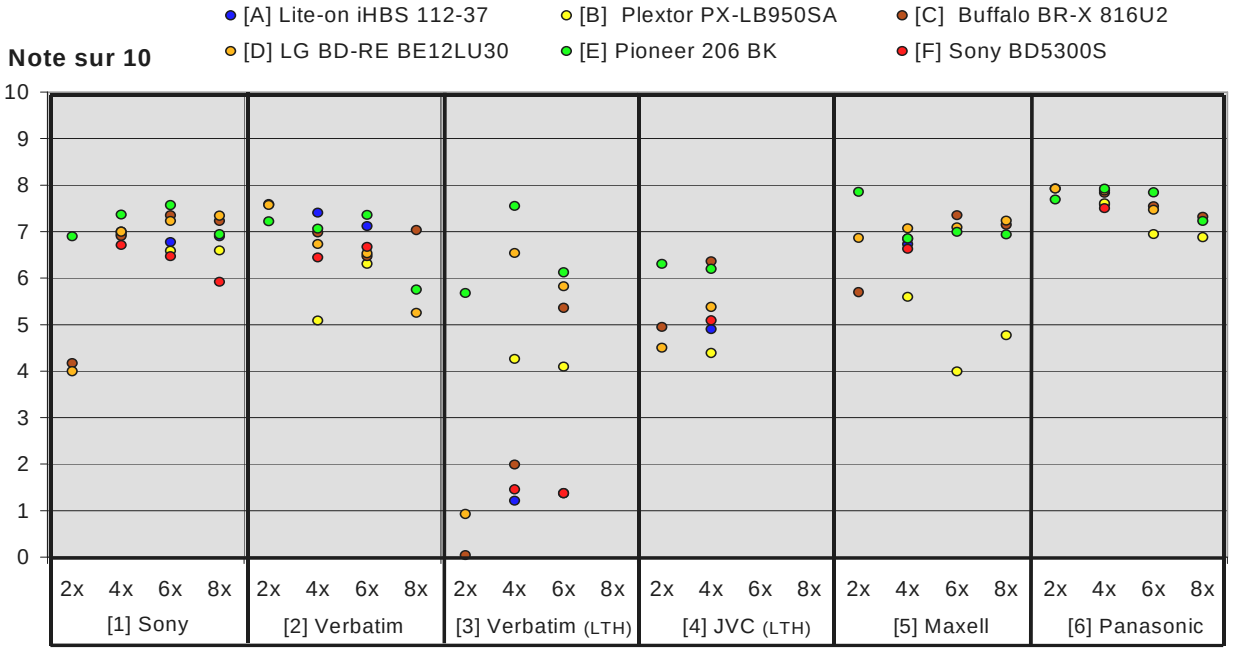
Modèles HTL

- Meilleur résultat avec le modèle Panasonic (faible dispersion).
  Les vitesses de 4x ou 6x peuvent être recommandées.

Modèles LTH

- Qualité de gravure plus faible.
- Mauvaise compatibilité avec certains graveurs, en particulier pour le modèle Verbatim.

Note obtenue avec différents graveurs et différentes vitesses de gravure



DEGRADATION PAR LA LUMIERE – PROTOCOLE D'ESSAIS

- Les disques sont illuminés sur leur face enregistrée dans une enceinte ATLAS XLS.
- La lumière a un spectre proche de celui de la lumière solaire à l'intérieur d'une habitation après filtrage des UV.
- Le niveau d'éclairement est très élevé : 750 W/m^2 (environ 500 000 Lux)
- La durée maximale d'exposition est de 240 heures, représentant l'équivalent de près de 20 années d'éclairage sous 700 Lux.
- Des analyses sont effectuées toutes les 40 heures.

Enceinte ATLAS XLS

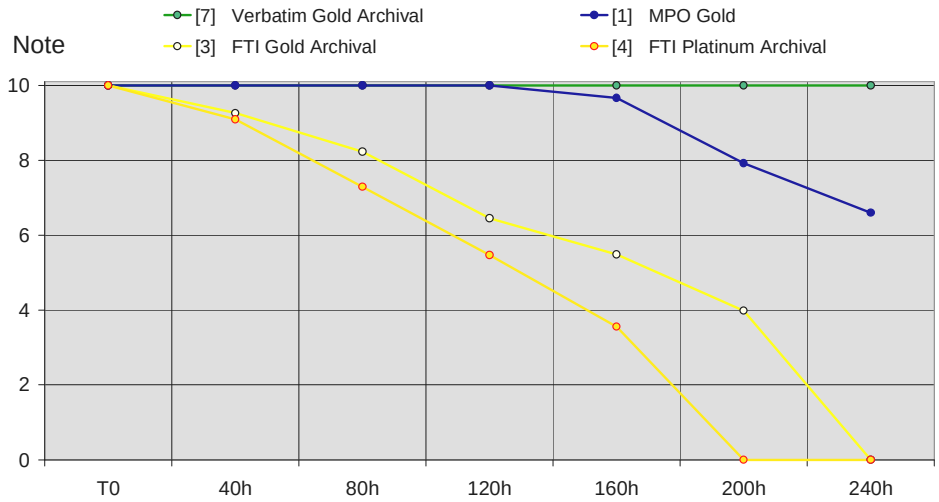
DEGRADATION PAR LA LUMIERE – RESULTATS DVD±R

DVD-R « classiques »

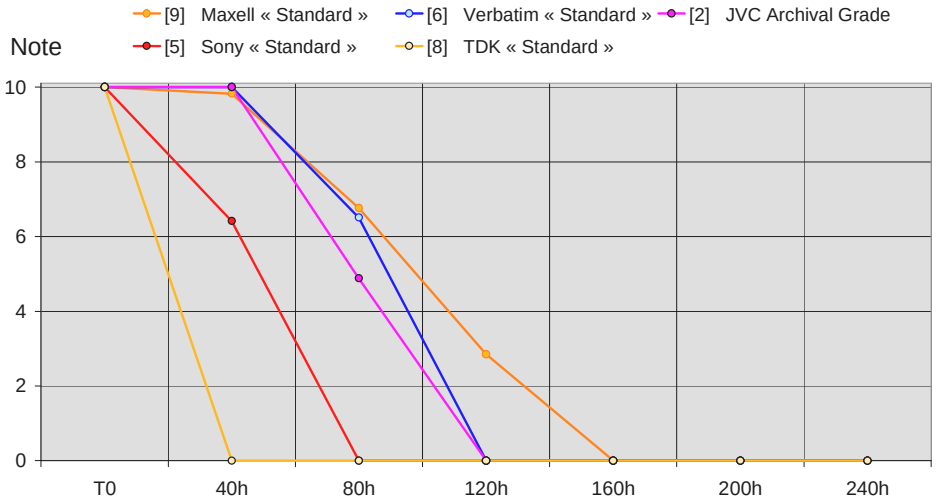
- La sensibilité à la lumière des DVD-R « classiques » dépend du modèle.

Décroissance de la note de qualité en fonction de la durée d'exposition

4 modèles à faible sensibilité à la lumière



5 modèles à forte sensibilité à la lumière



DVD+R spéciaux

- La sensibilité à la lumière des DVD+R DataTresorDisc et M-Disc est très faible. Aucune dégradation significative n'a été observée après 240 heures d'exposition.

Les DVD-R ayant une couche sensible à base de colorant organique doivent être conservés à l'abri de la lumière.

DEGRADATION PAR LA LUMIERE – RESULTATS BD-R

BD-R de type HTL

- La sensibilité à la lumière des BD-R de type HTL est quasiment nulle. Après 240 heures d'exposition, la note de qualité reste supérieure à 9 sur 10.

BD-R de type LTH

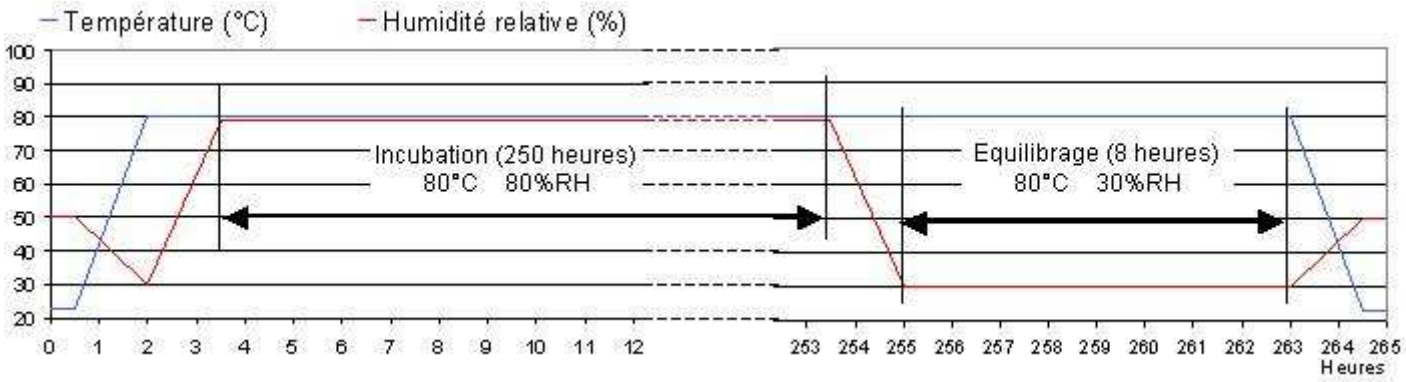
- Le modèle LTH de Verbatim a une sensibilité à la lumière très faible, comparable à celle des modèles HTL.
- Le modèle de JVC a une note qui diminue régulièrement au cours de l'exposition. Après 240 heures, la note de qualité est de 6,4. Ce résultat est cependant meilleur que celui obtenu avec la plupart des DVD-R « classiques ».

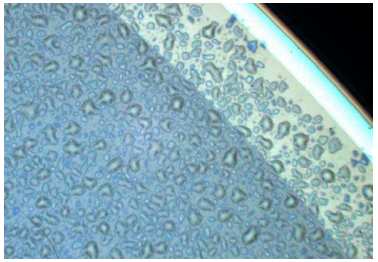
L'insensibilité à la lumière des disques Blu-Ray est un atout pour la conservation d'archives numériques sur le très long terme.

VIEILLISSEMENT ACCELERE – PROTOCOLE D'ESSAIS

- Les disques sont placés verticalement dans une étuve régulée en température et humidité.
- Dans les conditions stabilisées, la température est de 80℃ et l'humidité relative de 80%.
- La durée maximale d'exposition est de 2000 h.
- Des analyses sont effectuées toutes les 250 h.

- Les cycles de mise en température et humidité sont conformes aux recommandations de la norme ECMA-396, pour éviter la formation de bulles d'eau dans le polycarbonate.





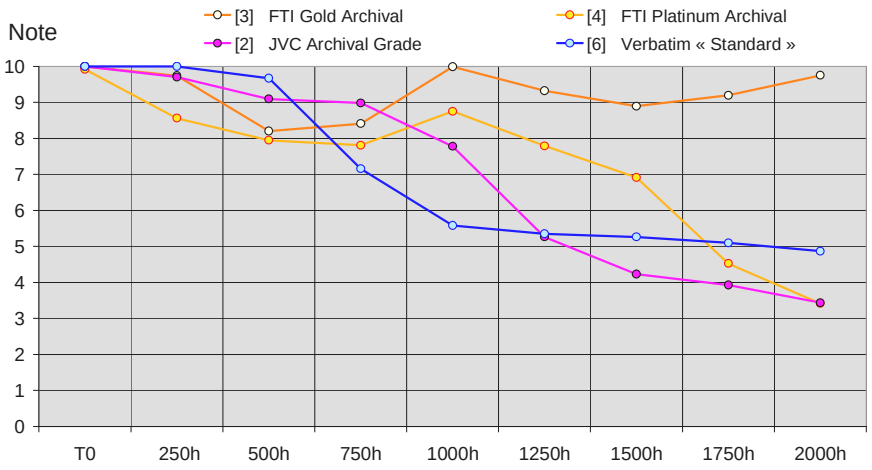
VIEILLISSEMENT ACCELERE – RESULTATS DVD-R

DVD-R « classiques »

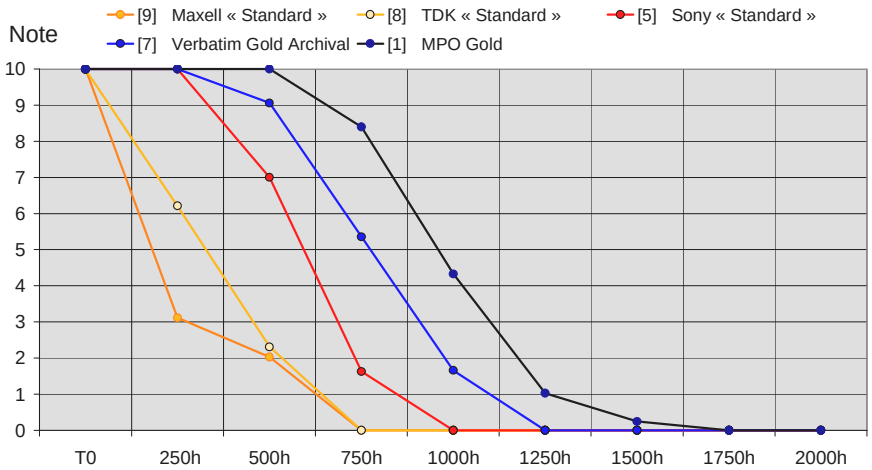
- La vitesse d'évolution en conditions climatiques sévères dépend du modèle de DVD-R.

Décroissance de la note de qualité en fonction de la durée en conditions climatiques sévères

4 modèles à évolution lente



5 modèles à évolution rapide



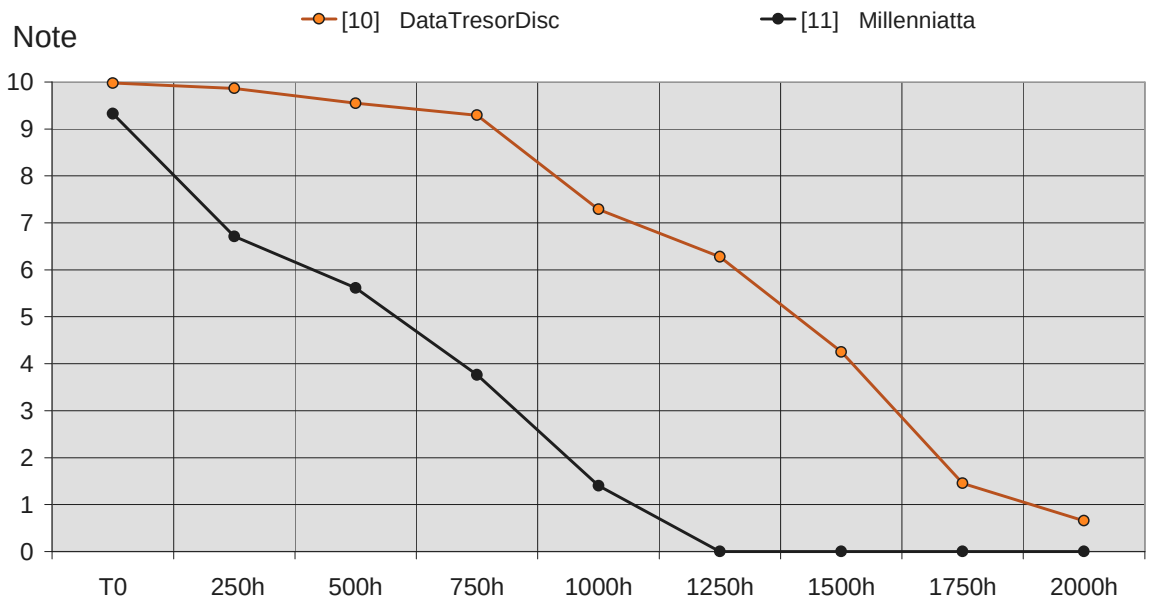
- Les modèles à évolution lente subissent parfois une dégradation dès 250 heures d'exposition, mais n'évoluent plus ensuite que très lentement.

VIEILLISSEMENT ACCELERE – RESULTATS DVD+R

DVD+R spéciaux

- Le modèle DataTresorDisc et surtout le modèle M-Disc présentent une évolution conduisant à une dégradation complète après 2000 heures à 80℃ et 80%RH.

Décroissance de la note de qualité en fonction de la durée d'exposition

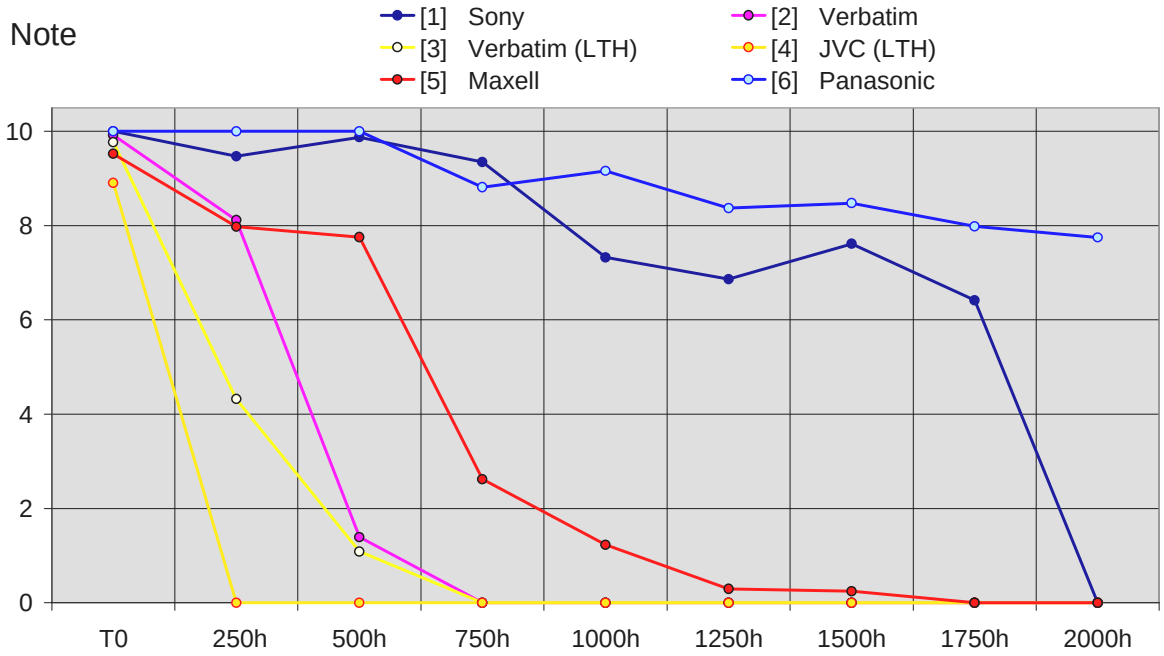


- L'évolution du modèle DataTresorDisc est plus prononcée à la fois sur le bord interne et sur le bord externe des disques qu'au centre, ce qui indique peut-être un problème de collage des deux galettes de polycarbonate.

VIEILLISSEMENT ACCELERE – RESULTATS BD-R

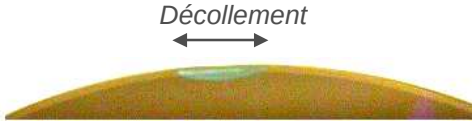
- Le modèle Panasonic a une tenue en conditions climatiques sévères qui est remarquable, avec une note de 7,7 sur 10 après 2000 heures à 80℃ et 80%RH.
- A contrario, les modèles de type LTH sont déjà très dégradés après 250 heures.

Décroissance de la note de qualité en fonction de la durée d'exposition

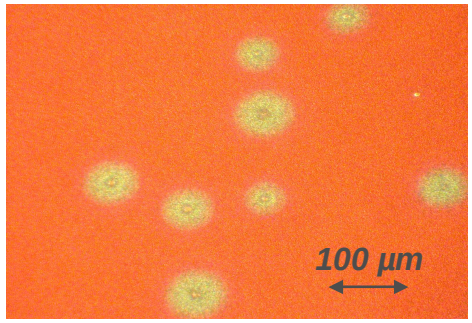


Exemples de dégradations visibles

[5] Maxell



[4] JVC (LTH)



Malgré un processus de fabrication plus complexe que celui des DVD±R, les Blu-Ray de type HTL peuvent avoir une tenue remarquable en conditions climatiques sévères, sans doute liée à l'absence de colorant organique.

CONCLUSION

DVD±R

- Les DVD enregistrables sont plus difficiles à graver correctement que les CD-R. Le choix du graveur est très important pour obtenir une bonne qualité de gravure initiale avec un modèle de DVD-R.
- 4 modèles de DVD-R ont été retenus pour leur bonne tenue au vieillissement accéléré :
  - FTI Gold et Platinum Archival
  - Verbatim « standard » 16x
  - JVC Archival Grade
- En raison de leur sensibilité à la lumière, il est nécessaire de conserver à l'abri de la lumière les DVD enregistrables ayant une couche à base de colorant organique.

BD-R

- Les BD-R de type LTH ne présentent pas des caractéristiques leur permettant d'être recommandés pour l'archivage.
- Les BD-R de type HTL, en particulier les modèles de *Panasonic* et *Sony*, sont aussi performants que les DVD-R pour la tenue au vieillissement accéléré et sont quasiment insensibles à la lumière.

Merci pour votre attention