

RECOMMANDATION UIT-R BR.1375*

ENREGISTREMENT DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION (TVHD)

(Question UIT-R 108/11)

(1998)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que le format de prise de vues de TVHD désormais recommandé est le Format d'image commun à 1 080 x 1 920 pixels carrés;
- b) qu'un service de radiodiffusion de TVHD par satellite, fondé sur la Recommandation UIT-R BT.709, est aujourd'hui opérationnel au Japon;
- c) qu'un service de radiodiffusion numérique de programmes de TVHD par voie hertzienne de Terre offrant différents modes de balayage sera opérationnel aux Etats-Unis avant la fin de 1998;
- d) que différents formats analogiques et numériques d'enregistrement sur bande de la TVHD ont été définis;
- e) que de nombreux pays disposent d'importantes archives de programmes de TVHD précieuses et irremplaçables enregistrées sous des formats de signal définis dans la Recommandation UIT-R BT.709;
- f) que les formats d'enregistrement analogique de programmes de TVHD sur bobine sont maintenant considérés comme obsolètes pour la production de programmes, mais que les programmes déjà enregistrés sous ces formats sont souvent précieux;
- g) que l'enregistrement numérique de programmes de TVHD est maintenant largement utilisé en production et en post-production;
- h) que plusieurs types d'équipements d'enregistrement numérique de TVHD sont aujourd'hui disponibles, lesquels diffèrent par le support et le format d'enregistrement ou par le modèle de magnétoscope (par exemple: présence ou absence de compression de débit binaire, bande ou cassette, caméra à magnétoscopes intégré ou externe, etc.);
- j) que les techniques de compression du débit binaire à transformation en cosinus discrète (DCT) et à codage de longueur variable (VLC) sont très efficaces pour l'enregistrement des programmes de TVHD dont le débit de données est supérieur à 1 Gbit/s;
- k) que l'amélioration des caractéristiques opérationnelles et de l'ergonomie des magnétoscopes numériques de TVHD est telle que ces équipements peuvent être non seulement utilisés en studio mais également en extérieur tout aussi facilement que les magnétoscopes conventionnels;
- l) que les caméras de TVHD équipées de dispositifs de prises de vues CCD à 2 millions de pixels et de circuits VLSI de traitement numérique du signal peuvent permettre d'obtenir des images de TVHD de haute qualité tout en offrant les mêmes possibilités d'exploitation que les caméras conventionnelles et en étant aussi compactes,

recommande

- 1** d'utiliser de préférence, à l'avenir, l'enregistrement numérique sur bande, des programmes de TVHD pour le tournage et la production ainsi que pour le stockage de programmes de TVHD dans le cadre de l'échange de programmes;
- 2** de transférer, de préférence, les enregistrements analogiques sur bande de TVHD sur un format d'enregistrement numérique pour le post-traitement et l'archivage;
- 3** de préférer pour la prise de vues, le Format d'image commun à 1 080 x 1 920 pixels spécifié dans la Recommandation UIT-R BT.709, les autres formats d'image spécifiés dans la Recommandation précitée conservant leur intérêt, en particulier lorsqu'il s'agit de réutiliser des programmes de TVHD archivés;

* La présente Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

4 d'enregistrer, de préférence, les programmes de TVHD destinés à être soumis à un post-traitement important et complexe, sur bande et sous un format numérique sans perte par compression et d'enregistrer, de préférence, les programmes de TVHD destinés à un post-traitement limité ou nul sous un format numérique avec compression limitée.

NOTE – l'appendice 1 contient des renseignements sur la situation actuelle de la technologie d'enregistrement de la TVHD et l'appendice 2 contient une bibliographie.

APPENDICE 1

SOMMAIRE

1	Introduction
2	L'enregistrement en TVHD: présentation générale
2.1	Magnétoscopes analogiques de TVHD
2.2	Magnétoscope numérique à plein débit pour la TVHD
2.3	Magnétoscope de TVHD à compression numérique
2.4	Enregistrement de TVHD sur disque
3	La TVHD et son environnement
3.1	Recommandations de l'UIT-R sur la TVHD
3.1.1	Le Format d'image commun
3.1.2	Echange international des programmes sous forme électronique
3.2	Innovations technologiques en TVHD
3.2.1	Algorithme MPEG-2 MP@HL
3.2.2	Technologies VLSI actuelles
3.3	Tendances technologiques en matière de radiodiffusion de TVHD
3.3.1	Dispositifs de prise de vues à CCD et caméscopes
3.3.2	Interface numérique série
3.3.3	Interface série optique
3.3.4	Ecrans de TVHD grand public
4	Enregistreurs de TVHD en production et en post-production
4.1	Magnétoscopes de production en studio
4.2	Production en extérieur au moyen de caméscopes et de magnétoscopes portables
5	La TVHD en studio
6	Résumé
7	Références

Liste des tableaux

Tableau 1	Bande 1125/60 (59.94) – <i>Présentation</i>
Tableau 2	Disque 1125/60 (59.94) – <i>Présentation</i>
Tableau 3	Magnétoscope numérique de TVHD (1125/60) – <i>Détails</i>
Tableau 4	Bande 1250/50 – <i>Présentation</i>
Tableau 5	Vidéodisque 1250/50 – <i>Présentation</i>
Tableau 6	Magnétoscope numérique de TVHD (1250/50) – <i>Détails</i>
Tableau 7	Magnétoscope analogique de TVHD (1125/60),(1250/50) – <i>Détails</i>

1 Introduction

Les technologies TVHD ont été étudiées dans de nombreux pays et les instances concernées se sont efforcées pendant de longues années de définir une norme mondiale unifiée. La TVHD connaît depuis peu un regain d'intérêt de la part des industries de la télévision et le concept de «Format d'image commun» se trouve désormais matérialisé dans la Recommandation UIT-R BT.709.

Avec le numérique, les technologies de traitement numérique du signal, et en particulier la technologie de réduction du débit binaire (communément appelée MPEG-2) ont connu un des développements importants en télévision. Les progrès en matière de technologies à semi-conducteurs permettent désormais de disposer de composants rapides pour la TVHD.

Ces technologies permettent d'offrir au Japon depuis plusieurs années déjà le service Hi-Vision de radiodiffusion de TVHD par satellite. En Amérique du Nord, un service de TVHD numérique par voie hertzienne de Terre devrait être opérationnel vers 1998, il pourrait être doublé d'un service de télévision à définition normale (TVDN) multicanal et d'un service à 525 lignes à balayage progressif. Aux Etats-Unis, la norme de télévision numérique a plusieurs variantes de signal, mais il est probable que la TVHD à 1 920 x 1 080 pixels sera utilisée pour le tournage et probablement pendant une partie importante du temps de diffusion. Au Japon, on prévoit des services de TVHD numérique par satellite vers l'an 2000.

La tendance actuelle étant à la reconnaissance généralisée de l'applicabilité des technologies de TVHD, une étude exhaustive des techniques d'enregistrement en TVHD, clé de la production des programmes, sera certainement nécessaire.

2 L'enregistrement en TVHD: présentation générale

Les images de TVHD ont une plus grande résolution que les images de TVDN. On utilise quotidiennement en TVDN différents types de magnétoscopes sans problème majeur. En revanche, l'enregistrement en TVHD avec les technologies modernes actuelles pose des problèmes particuliers car les signaux contiennent un nombre bien plus élevé d'informations. En principe, les utilisateurs veulent en TVHD des durées d'enregistrement, des caractéristiques et capacités opérationnelles, etc. identiques à celles qui leurs sont offertes en TVDN.

Certaines études (voir l'appendice 2) montrent que les technologies les plus récentes d'enregistrement sur bande ou sur disque permettent d'obtenir une densité d'enregistrement suffisante pour la TVHD mais que d'autres progrès ou technologies nouvelles sont nécessaires pour satisfaire pleinement les exigences. Pour y parvenir, on pourrait par exemple utiliser des technologies innovantes telles l'enregistrement transversal, la lecture PRML (*Partial Response Maximun Likelihood*: probabilité maximale à réponse partielle) et de nouveaux dispositifs tels les têtes super magnéto-résistives. Certaines de ces technologies n'en sont qu'au stade expérimental et sont pas disponibles, mais d'autres sont déjà partiellement mises en œuvre dans les équipements actuels.

2.1 Magnétoscopes analogiques de TVHD

Comme la densité d'enregistrement en TVHD est pratiquement la même qu'en TVDN, il faut en TVHD une piste approximativement cinq fois plus longue. En général, dans les magnétoscopes, on n'utilise pas de piste unique mais une combinaison de plusieurs pistes plus courtes. Chaque image est alors segmentée et chaque segment est enregistré sur une seule piste. Une image occupe donc plusieurs pistes, et on utilise à cet effet plusieurs têtes et/ou une vitesse de rotation du tambour plus élevée; en d'autres termes, chaque trame est explorée simultanément par plusieurs têtes. En tout état de cause, un certain traitement du signal (compression, extension, retard, etc.) est nécessaire, et il est réalisé en numérique.

Le magnéscope de TVHD à cassette, connu sous le nom de UNIHI au Japon, enregistre chaque trame sur six pistes. Deux canaux sont utilisés en mode d'enregistrement TCI. Le tambour tourne à 90 tours/s et l'angle d'enroulement de la bande sur le tambour est de 216°. Etant donné que l'angle d'enroulement est supérieur à 180° mais très inférieur à 360°, on utilise pour l'enregistrement deux paires de têtes multiples (soit au total quatre têtes multiples placées de manière diamétralement opposée sur le tambour).

Les signaux TCI sont obtenus à partir du signal de TVHD d'origine après traitement du signal dans le domaine numérique. Le signal de luminance, dont la largeur de bande est plus grande que celle du signal de chrominance, subit une extension dans le domaine temps pour diminuer la largeur de bande occupée par le signal. Le signal de chrominance est traité de manière inverse. Puis, les signaux luminance et chrominance ainsi obtenus sont fusionnés en un signal

unique de largeur de bande inférieure mais qui contient les mêmes détails d'image. Les deux canaux de signaux TCI sont produits et enregistrés sur la bande en parallèle. Pour améliorer la qualité d'image dans le mode de recherche rapide, chaque trame d'image est mélangée séquentiellement par ligne en trois segments. Chaque trame du signal de TVHD est ainsi fragmenté en six segments d'informations enregistrées.

2.2 Magnétoscope numérique à plein débit pour la TVHD

Le tableau donne les spécifications des magnétoscopes à bobine de 1/4 et D-6 à cassette. Les magnétoscopes à plein débit doivent pouvoir fonctionner avec des débits binaires supérieurs à 1 Gbit/s. La mécanique du magnétoscope D-6 est dérivée de celle du magnétoscope D-2 numérique à signal composite utilisé la TVDN. Afin de pouvoir enregistrer à un

débit 9,5 fois plus élevé que pour le type D-2 (à savoir: $\frac{D-6}{D-2} = \frac{1212 \text{ Mbit/s}}{127 \text{ Mbit/s}} \approx 9,5$), le magnétoscope D-6 est

équipé de 16 têtes rotatives de lecture, de 16 têtes rotatives d'enregistrement et de 2 têtes d'effacement rotatives placées sur un tambour tournant à 150 tours/s. Le nombre de pistes du format D-6 est environ 6,7 fois supérieur ($\frac{40}{6} \approx 6,7$) à

celui du format D-2. La densité linéique d'enregistrement est environ 1,4 fois supérieure ($\frac{9,5}{6,7} \approx 1,4$) à celle du format

D-2. Comme la longueur d'onde est pratiquement la même pour les deux formats, la densité d'enregistrement nécessaire peut être obtenue par un codage à 8-12 voies et une longueur de piste légèrement plus grande. Compte tenu de l'écart entre pistes et du nombre de pistes par trame, la consommation de bande dans le format D-6 est 3,75 fois supérieure à celle du format D-2. Comme le débit de données en TVHD est 9,5 fois plus élevé qu'en TVDN, on peut considérer qu'il y a net progrès en matière de technologie d'enregistrement. Ce progrès tient à plusieurs améliorations au niveau des bandes, des têtes et de la mécanique d'exploration. La cassette de type L (366 x 206 x 35 mm) offre une durée d'enregistrement de 64 minutes en TVHD à comparer aux 208 minutes d'enregistrement en TV composite offerts par la cassette D-2.

2.3 Magnétoscope de TVHD à compression numérique

Il existe deux types de magnétoscopes de TVHD à compression numérique à la norme 1125/60: le type A (Tableaux 1 et 3) conçu à partir du Betacam numérique et le type B (Tableaux 1 et 3) qui utilise le format D-5 à composantes numériques 4:2:2. Ces deux types de magnétoscope utilisent les formats et les mécaniques de magnétoscopes déjà existants ou bien s'en inspirent. Le type A permet d'enregistrer à 140 Mbit/s environ et le type B à 235 Mbit/s. Comme le débit correspondant à la TVHD est de l'ordre de 1 Gbit/s, il faut impérativement le ramener à une valeur compatible avec les débits correspondants aux appareils précités, modifiés ou non.

Pour le type A, le taux de compression nécessaire est voisin de 1/7. Des études approfondies de qualité d'image montrent qu'une compression de cet ordre par transformation en cosinus discrète est difficile à obtenir et n'est pas une solution intéressante. Par conséquent, pour le type A on a adopté un traitement en deux étapes. La première étape consiste en un préfiltrage limitant la bande horizontale à 5/8ème. Dans ce processus, on extrait 1 440 échantillons sur les 1 920 et on abaisse le débit à 622 Mbit/s. La deuxième étape consiste à ramener le débit de 622 à 140 Mbit/s. Cette compression peut être obtenue par transformation en cosinus discrète intratrame image/trame sans dégradation sensible de la qualité d'image. Malgré cette transformation, la précision au montage est d'une trame.

Pour le type B, un taux de compression compris entre 1/4 et 1/5 est nécessaire. Un tel taux peut être obtenu par codage à transformation en cosinus discrète intratrame. Pour le signal de luminance, on utilise pour le codage avec compression une matrice DCT 8x4 (8 pixels dans la direction horizontale et 4 lignes dans la direction verticale) et, pour les deux signaux de chrominance, une matrice DCT 8x8 assez courante. On a adopté une technique originale de chevauchement pour chaque codage DCT: les blocs DCT sont placés de manière à se chevaucher. Grâce à cette configuration, ce format supporte de longs paquets d'erreurs.

2.4 Enregistrement de TVHD sur disque

Il existe deux types d'unités à disque analogique sur le marché: le type à lecture seulement (type-ROM) et le type à écriture unique. Aucune unité analogique enregistrable a été annoncée à l'exception du type à écriture unique. Le Tableau 2 contient les spécifications des deux types d'unité à disque. Tout comme dans le magnétoscope UNIH1 HD, les signaux de TVHD à large bande sont décomposés en deux signaux à bande étroite. Ces deux signaux sont ensuite enregistrés en modulation de fréquence sur le disque. Les mêmes méthodes de traitement du signal et structures RF sont utilisées pour les unités ROM et les unités à écriture unique. La différence entre les deux types tient du mode de

production des faisceaux laser doubles. Pour le type ROM, le faisceau double est produit par dédoubleage optique d'un faisceau unique. Pour l'unité écriture unique, compte tenu de la température nécessaire pour obtenir la fusion de l'alliage à la surface du disque, une nouvelle diode monolithique à faisceau laser double a été développée.

En ce qui concerne les systèmes à disque numérique enregistrable, une unité avec compression de débit binaire et support amovible a été annoncée en juillet 1997. Elle utilise un disque magnéto optique de 300 mm de diamètre. A l'origine, cette unité avait été conçue pour la télévision conventionnelle composite avec un débit binaire d'enregistrement de 94 Mbit/s. Les spécifications de cette unité sont données dans le Tableau 2. Le débit source à l'entrée est de 594 Mbit/s. Le signal de luminance s'est échantillonné à 44,55 MHz et les deux signaux de chrominance à 14,85 MHz. Le codage TCD intratrame permet de ramener le débit à 94 Mbit/s.

Un autre type d'enregistreur numérique peut être mis en œuvre avec des unités à disque dur. Les unités à disque dur sont maintenant largement utilisées non seulement en informatique mais également pour les applications vidéo/audio. Leur prix diminue constamment tandis que leur capacité ne cesse d'augmenter. L'un des intérêts de ces dispositifs est qu'un très grand nombre d'unités à disque dur peuvent être utilisées en parallèle en raison de leur compacité et de leur prix. Pour pouvoir constituer un système, ces disques peuvent être organisés en réseau dit RAID (Redundant Array of Inexpensive Disk: réseau redondant de disques bon marché). La capacité et le débit de transfert d'un système RAID peuvent être suffisamment modulable pour lui permettre d'accepter des signaux de TVDN ou de TVHD selon le nombre de disques utilisés dans le réseau RAID. Nous donnons ci-après une explication succincte sur ces réseaux:

La technologie RAID a été présentée par D. Patterson, R. Katz et G. Gibson dans leur contribution «A Case For Redundant Arrays Of Inexpensive Disks (RAID)». L'objectif était de réaliser un sous-système à disques à hautes performances et à haute fiabilité à partir de composants peu coûteux, quoique plus lents et moins fiables.

Le RAID 0 n'a aucune redondance et illustre simplement un modèle de répartition des données sur plusieurs disques. Le RAID 1 est un système avec 100% de redondance, c'est-à-dire que les mêmes données sont enregistrées sur deux disques différents. Au-dessus du niveau 1, un certain degré de correction d'erreur est introduit. Le niveau 2 (RAID 2) utilise un code Hamming, le niveau 3 est le premier niveau RAID qui présente un intérêt pratique. Dans cette configuration, on utilise un enregistrement avec entrelacement de bits ou d'octets pour ventiler les données sur plusieurs disques, les données de parité étant enregistrées sur une unité à disque séparée. Dans le type RAID 4, les secteurs sont entrelacés et non pas les bits ou les octets, la parité étant également inscrite secteur par secteur. Dans le RAID 5, il y a rotation des secteurs de parité parmi tous les disques, de sorte que chaque disque contient à la fois des données et des parités. En répartissant les secteurs de parité dans le réseau, deux accès simultanés en écriture deviennent possibles. Ces accès simultanés ne sont pas possibles dans le RAID 4 car le disque de parité ne peut pas simultanément accepter deux accès pour l'actualisation des données de parité.

Comme le prix des disques durs continue de baisser, le RAID est un système de stockage d'images à haute résolution peu coûteux et de capacité élevée et modulable.

3 La TVHD et son environnement

3.1 Recommandations de l'UIT-R sur la TVHD

3.1.1 Le Format d'image commun

On peut considérer que la Recommandation UIT-R BT.709 «Valeurs de paramètres des normes de TVHD pour la production et l'échange international des programmes», est une confirmation du Format d'image commun à 1 920 pixels dans la direction horizontale et 1 080 dans la direction verticale. L'idée même de ce format a en effet été incluse dans la Recommandation UIT-R BT.709. Est commun le nombre de pixels définissant l'image qui est le même indépendamment du système de balayage utilisé dans les normes de télévision. Le format 16:9 a été adopté au plan mondial pour la norme future d'image. L'association de ce format 16:9 et du Format d'image commun se traduit par des pixels parfaitement carrés. Le Format d'image commun a une incidence directe sur les composants futurs tels les dispositifs de prise de vues CCD et les écrans plats.

Le pixel dans les équipements de TVHD actuels n'est pas tout à fait carré, car ces équipements ont été conçus pour les normes de TVHD actuelles. Cette légère différence de forme par rapport au carré, peut être facilement corrigée par traitement du signal. Ce problème ne se posera plus pour les nouveaux dispositifs de prise de vues CCD lorsque les dimensions d'image auront été arrêtées au plan mondial.

3.1.2 Echange international des programmes sous forme électronique

Dans la Recommandation UIT-R BR.714 «Echange international de programmes produits électroniquement en télévision à haute définition» il est recommandé que «l'échange entre radiodiffuseurs de programmes produits en télévision à haute définition se fasse sous forme vidéo, par exemple en direct ou sur bande vidéo, ...»

Dans la conclusion contenue dans l'Annexe 1 de ladite Recommandation, il est indiqué que «pour l'échange international de programmes produits en TVHD entre radiodiffuseurs, il convient de préférer, compte tenu de considérations d'ordre technique, un processus entièrement électronique, c'est-à-dire l'échange de copies sur bande vidéo de la bande-mère vidéo de TVHD montée, avec ou sans conversion de normes, selon le cas».

Il semble donc que la Recommandation UIT-R BR.714 confère à l'enregistrement sur bande ou sur disque de programmes de TVHD une assez grande importance pour l'échange de programmes.

3.2 Innovations technologiques en TVHD

La TVHD est utilisée depuis de nombreuses années en cinéma électronique pour la prise de vues et effets spéciaux et aussi dans des applications industrielles et éducatives. Compte tenu des progrès technologiques récents, par exemple, en matière d'algorithme de traitement du signal, de dispositifs à semi-conducteur et de processus, la TVHD est devenue une méthode plus générale et plus pratique de production des programmes et offre de nouvelles perspectives pour de nombreuses autres applications. La transmission secondaire de signaux de TVHD est un bon exemple d'application nouvelle. La radiodiffusion directe de programmes de TVHD est sans nul doute très prometteuse pour la TVHD. Dans les paragraphes qui suivent sont présentées plusieurs innovations technologiques intéressant la TVHD qui permettent d'avoir une vue claire de ses applications actuelles et futures.

3.2.1 Algorithme MPEG-2 MP@HL

Le MPEG-2 est un algorithme de compression vidéo bien connu et très utilisé. Cet algorithme de compression est largement utilisé dans de nombreux domaines d'application en raison de sa façon de définir ses applications en termes de «Profils et niveaux». La MPEG-2 est notamment efficace et donc intéressante pour les applications où un taux de compression élevé est exigé. C'est pourquoi il est assez couramment utilisé en distribution secondaire pour insérer des flux de données à grande vitesse dans une largeur de bande limitée du spectre attribué à la télévision.

A cet égard, la diffusion de signaux de TVHD par voie hertzienne, qui devrait commencer en Amérique du Nord à la fin de 1998, est un bon exemple de ce type d'application. La norme de télévision numérique aux Etats-Unis utilise l'algorithme MPEG-2 MP@HL. Le débit source des signaux de TVHD est d'environ 1 Gbit/s. Pour pouvoir insérer un tel signal dans un canal standard de télévision à 6 MHz, ou en d'autres termes pour pouvoir le comprimer à 20 Mbit/s environ, il faut un taux de compression minimum de 1:50. Les explications qui suivent concernant l'adoption du profil et du niveau pour la norme de télévision numérique sont extraites du guide «Guide d'utilisation de la norme de télévision numérique ATSC».

«La norme de télévision numérique a été établie sur la base du profil principal MPEG-2. Dans ce profil interviennent trois types de trames pour la prédiction (les trames I, les trames P et les trames B) et une certaine organisation des échantillons de luminance et de chrominance (désignée par 4:2:0) dans la trame. Le profil principal n'inclut pas d'algorithme échelonnable, dans le sens où l'échelonnabilité sous-entend qu'un sous-ensemble de données comprimées peut être décodé sans décodage du flux total de données. Le niveau supérieur inclut des formats pouvant comporter jusqu'à 1 152 lignes actives et jusqu'à 1 920 échantillons par ligne active; dans le Niveau principal le débit maximal de données comprimées est de 80 Mbit/s. Les paramètres spécifiés dans la norme de télévision numérique ont été choisis spécifiquement en tenant compte de ces contraintes.»

3.2.2 Technologies VLSI actuelles

Comme indiqué au § 2 «L'enregistrement en TVHD: présentation générale», les dispositifs à semi-conducteurs jouent un rôle de plus en plus important dans les enregistreurs de TVHD.

Cela est particulièrement vrai pour les magnétoscopes. La conversion du signal de TVHD de l'analogique vers le numérique nécessite un ensemble de convertisseurs A/N à grande largeur de bande pour chaque signal composante, à savoir le signal de luminance et les deux signaux de différence de couleur.

En ce qui concerne le caméscope TVHD, le modèle HDW-700 de Sony fait appel à trois convertisseurs A/N à hautes performances pour la numérisation des signaux RVB à large bande, ces convertisseurs sont placés en sortie des sous-systèmes de prise de vues CCD. Le convertisseur A/N a une précision de 10 bits et une fréquence d'échantillonnage de 74,25 MHz. Il est réalisé en technologie CMOS rapide avec une largeur de trait de 0,3 µm et fonctionne sous 3,3 volts. Tout le traitement du signal dans la caméra après conversion A/N est effectué dans un seul circuit VLSI fonctionnant sous 2,5 V et ayant une largeur de trait 0,35 µm.

L'algorithme de compression utilisé pour l'enregistrement de TVHD est mis en œuvre avec une technologie ASIC à largeur de trait de 0,35 μm . Pour les enregistreurs, les objectifs en matière de compacité, de poids, de consommation en énergie et de coût ont été atteints avec les versions ASIC. Lorsque le traitement du signal devient complexe, le recours à des technologies numériques ainsi que leur mise en œuvre prennent de l'importance.

3.3 Tendances technologiques en matière de radiodiffusion de TVHD

3.3.1 Dispositifs de prise de vues à CCD et caméscopes

On considère que la caméra joue un rôle très important en production de programmes de TVHD. Des efforts sont sans cesse déployés pour augmenter la sensibilité et la résolution des dispositifs de prise de vues. Le rapport signal/bruit des caméras de TVHD a été amélioré grâce à l'utilisation de dispositifs CCD. Ainsi, on a obtenu avec un CCD de 2/3" et à deux millions de pixels, un rapport S/B de 54 dB sous 2 000 lux et à F/8. Ce niveau de performance, qui avait été obtenu pour la première fois avec un CCD de 1" et de 2 millions de pixels en 1992, équivaut à celui d'une caméra de télévision conventionnelle.

Pour améliorer la portabilité des caméras, faciliter leur manipulation et réduire les coûts, il était absolument nécessaire de disposer d'un dispositif de prise de vues à CCD particulièrement compact. En général, la réduction de la taille d'un CCD se traduit par une baisse de sensibilité, mais le problème que pose cette relation entre dimension et sensibilité a pu être résolu par différents progrès technologiques et l'on trouve maintenant sur le marché des CCD de 2/3". Comme le montre le Tableau ci-dessous, ce type de dispositif est d'ores et déjà aussi performant (et même plus en ce qui concerne le traînage) que les dispositifs 1".

Tableau comparatif des spécifications des CCD de 1" et des CCD de 2/3".

Diamètre du dispositif CCD	2/3"	1"
Zone optiquement sensible	9,7(H)x5,4 mm(V)	14,0(H)x7,9 mm(V)
Dimensions de la cellule élémentaire	5,0(H)x5,2 μm (V)	7,3(H)x7,6 μm (V)
Sensibilité	75 mV/lux	80 mV/lux
Saturation	500 mV	500 mV
Dynamique	70 dB	72 dB
Traînage (V/10)	-120 dB	-100 dB

3.3.2 Interface numérique série

L'interface numérique série (*Serial Digital Interface SDI*) pour la TVHD a été normalisée sur la base de l'interface pour la TVDN. En effet, il existe une différence importante de débit entre ces deux types d'interfaces. Avec une résolution de 10 bits/échantillon, le débit de l'interface SDI pour la TVHD est de 1 485 Gbit/s. Les composants actuellement disponibles pour cette interface ont été conçus avec des circuits intégrés plus rapides que les dispositifs conventionnels au silicium. On préfère en général utiliser des fibres optiques pour les connexions entre équipements. Il faut alors prévoir des conversions opto-électriques et électro-optiques.

3.3.3 Interface série optique

Il faudra que les futures stations de radiodiffusion et peut être même les stations existantes, acceptent différents formats de signaux (TVDN, TVDA, TVHD, etc.), et ceci en fonction du processus de production et du mode de diffusion. Comme les systèmes de distribution et de transmission dans une station de radiodiffusion constituent une infrastructure importante difficilement remplaçable, ils devront disposer de la souplesse nécessaire pour pouvoir prendre en charge ces différents signaux de télévision.

Le nouveau centre de radiodiffusion de Fuji Television Network Inc., au Japon, a utilisé pour la distribution et la transmission des signaux vidéo et audio dans les nouvelles installations, le tout nouveau réseau optique à multiplexage hybride multiplexage par répartition en longueur d'onde et multiplexage temporel (WD/TD).

Le cahier des charges principal de ce réseau était le suivant:

- Format de radiodiffusion: TVHD, TVDA, TVDN.
- Format de transmission: numérique série (composite/composante).
- Nombre de signaux de distribution/transmission: supérieur à 150 (futur: supérieur à 200).
- Nombre de studios et de salles connexes: supérieur à 20 (futur: supérieur à 50).

La réponse à ce cahier des charges a été l'utilisation de réseaux optiques WD/TD dont les principales caractéristiques sont les suivantes:

Longueur d'onde: 1 545 – 1 560 nm.

Espacement en longueur d'onde: 1 nm.

Nombre de canaux: 16.

Débit/canal: 2,48 Gbit/s.

3.3.4 Ecrans de TVHD grand public

Le nombre de téléviseurs de TVHD grand public au Japon a commencé à croître. Le coût de ces téléviseurs a fortement diminué. Sur le marché intérieur grand public, les téléviseurs de TVHD sont considérés comme des modèles haut de gamme des téléviseurs 16:9 qui sont maintenant bien connus des consommateurs japonais.

Les écrans à plasma ont été étudiés pendant longtemps et après une période relativement longue d'observation relativement longue, des écrans couleur à plasma de 40" de diagonale adaptés à la TVHD (définition: 1 920x1 035) ont été réalisés. Plusieurs constructeurs annoncent la mise sur le marché de leurs nouveaux dispositifs. Le prix de ces écrans à plasma est assez élevé mais il devrait baisser progressivement avec l'augmentation du volume des ventes.

4 Enregistreurs de TVHD en production et en post-production

En TVHD, il existe plusieurs formats d'enregistrement sur magnétoscopes, analogiques ou numériques, sur bande ou sur cassette. Les magnétoscopes analogiques à bobine, dont les caractéristiques sont données dans les Tableaux 1, 4 et 7, sont maintenant considérés comme relativement obsolètes. Le format analogique UNIHI est encore fréquemment utilisé et s'avère encore intéressant, en particulier pour le tournage en extérieur. En extérieur, il faut que l'appareil soit facilement transportable et puisse être alimenté par du courant continu. En ce qui concerne les magnétoscopes numériques pour la TVHD, il existe plusieurs formats et caractéristiques dont le détail est donné dans les Tableaux 1, 3, 4 et 6. Les caractéristiques sont données dans les Tableaux 3 et 6 pour chaque système de balayage 1125/60 et 1250/50. Il faut signaler ici qu'il existe deux types très différents d'appareil: les magnétoscopes à enregistrement direct sans compression et les magnétoscopes à compression. On préfère utiliser les magnétoscopes sans compression pour les applications haute qualité en raison de la qualité d'image qu'ils offrent. En revanche, les modèles à compression sont préférés pour un plus grand nombre d'applications en raison de leur portabilité et de leur facilité de manipulation. Dans l'état actuel de la technologie, il semble qu'il ne sera pas possible, dans un avenir prévisible, de réaliser des productions de TVHD comparables à celles que l'on trouve actuellement en TVDN conventionnelle, sans recourir à des magnétoscopes à compression.

4.1 Magnétoscopes de production en studio

Les magnétoscopes de production en studio doivent présenter entre autres, les caractéristiques suivantes: 1) permettre l'obtention de copies de haute qualité sur plusieurs générations de copies, 2) permettre un montage facile avec une précision de montage d'une trame de télévision, 3) offrir plusieurs modes de lecture: au ralenti, vitesse variable et navette.

Les magnétoscopes sans compression présentent d'excellentes performances en termes de qualité d'image et de possibilité de montage, mais ils sont encombrants et consomment beaucoup d'énergie et de bande. Pour pallier à ces inconvénients, on a réalisé un magnétoscope à compression. Le modèle HD D5 est un exemple de réalisation, il a été conçu à partir du format D5. Il est adapté aux applications production en studio et à l'alimentation en signal TVHD pour la transmission. Le format d'enregistrement du modèle HD D5 est exactement le même que celui du magnétoscope numérique D5. L'image de TVHD est comprimée avec un taux de 1/4, ce qui donne un flux de données de 235 Mbit/s. On peut enregistrer deux heures de programme sur une cassette de type L dont les dimensions sont de 296x167x25 mm. L'algorithme de compression est le DCT bien connu. Dans le cas du HD D5, chaque bloc DCT correspond à une trame TV. Ce codage appelé codage DCT intratrame permet le montage avec une précision d'une trame. Il peut également reproduire des signaux avec un grand nombre de vitesses de défilement (-1 à +2 fois la vitesse normale dans le mode variable et de ± 50 fois dans le mode navette). Ce niveau de performance peut être considéré comme comparable à celui des magnétoscopes numériques conventionnels pour la TVDN.

Les spécifications d'entrée et sortie sont conformes à la Recommandation UIT-R BT.709. Lorsque la qualité d'image est évaluée de manière subjective conformément à la Recommandation UIT-R BT.500, on peut prévoir une dégradation d'image inférieure à 4% sur une copie de la 10^{ème} génération sans décalage d'image dans les copies successives. Même

avec un décalage de blocs DCT à chaque copie, la dégradation de la qualité d'image pour la copie de la 5ème génération est inférieure à 12% par rapport à l'image originale. Ce niveau de performance peut être considéré suffisant pour la plupart des productions en studio.

4.2 Production en extérieur au moyen de caméscopes et de magnétoscopes portables

En télévision, il est important voire même impératif, de pouvoir produire des programmes en extérieur. Il existe actuellement deux possibilités. L'une consiste à utiliser une version portable du magnéscope UNIHI. En effet, à partir du modèle de magnéscope de studio UNIHI, une version portable a été développée en supprimant certaines caractéristiques non prioritaires, telles la fonction lecture et deux des quatre voies audio MIC. Ce modèle portable associé à une caméra CCD séparée a été utilisé pour la première fois pendant les Jeux olympiques de 1992. Ce système a servi non seulement à couvrir les événements sportifs mais également d'autres événements importants, telle la cérémonie de mariage de la famille royale du Japon. Il est également utilisé pour des cérémonies nationales importantes, des programmes documentaires et pour couvrir des événements d'actualité importants, telles les grandes catastrophes au Japon.

Comme déjà indiqué au § 2.3 «Magnéscope de TVHD à compression numérique», un caméscope qui est le terme courant pour désigner un équipement réunissant dans un seul boîtier une caméra CCD et un magnéscope, est maintenant disponible sur le marché. Tout comme la Betacam pour la TVDN, ce caméscope de TVHD élargira certainement les possibilités de production de programmes. Une version studio de ce caméscope est également disponible. Bien que le format d'enregistrement soit le même, la mise en œuvre du format est différente. La conception d'un magnéscope compact nécessite une stratégie particulière pour abaisser la consommation en énergie, diminuer le bruit acoustique, etc. Les diamètres des tambours sont pratiquement les mêmes, mais le nombre de têtes d'enregistrement est différent et a été fixé à huit pour le caméscope, ce qui est le double du modèle de studio. Le doublement du nombre de têtes permet de réduire de moitié la vitesse de rotation du tambour par rapport au modèle extérieur. Les caractéristiques respectives sont données dans les Tableaux 3 et 6. Ces choix ont permis également de réduire le bruit acoustique et l'effet gyroscopique. Le nombre de voies audio disponibles est quant à lui divisé par deux. Ce nombre de voies audio peut ne pas être suffisant pour certaines applications mais elles représentent un compromis pratique pour un caméscope.

5 La TVHD en studio

Comme indiqué plus haut, plusieurs types d'équipements de TVHD (caméras, magnétoscopes, interfaces numériques séries, etc.) sont déjà utilisables dans les studios de production de TVHD. Il peut être intéressant d'étayer les résultats de la présente étude par certains exemples de mise en œuvre réelle en studio de TVHD.

Au Japon, le service de radiodiffusion de TVHD «MUSE» assure quotidiennement une diffusion hertzienne pendant plus de 17 heures. Un organisme regroupant NHK et sept diffuseurs commerciaux a la charge de ce service. Jusqu'à présent, NHK a équipé cinq studios de TVHD. Quatre d'entre eux sont du type hybride ou mixte (TVHD et TVDN). Chaque studio est spécialisé. Ainsi, le studio de TVHD pure, CT-510, permet de produire divers programmes: actualités, dramatiques et programmes de divertissement et programmes éducatifs.

Ces studios délivrent des signaux de TVHD sous le format de base. Un aiguilleur vidéo numérique de TVHD joue un rôle essentiel pour le flux de signaux de studio. Des surconvertisseurs sont fréquemment utilisés de sorte que les programmes de TV conventionnels provenant des autres studios peuvent être intégrés à des programmes de diffusion de TVHD.

Dans un souci d'efficacité, un aiguilleur local est affecté à la sélection des magnétoscopes. A cet aiguilleur sont connectés un magnéscope UNIHI analogique et un magnéscope de TVHD numérique et aussi, afin de pouvoir intégrer après surconversion des séquences de TV conventionnelle dans un programme de TVHD, des magnétoscopes conventionnels (Betacam et D-3 composite).

Dans ces studios, on utilise couramment les formats 16:9 et 4:3 sous forme imbriquée. Le signal de TVHD en provenance des studios subit un dernier traitement en parallèle à savoir une sous-conversion de manière à délivrer un signal de TVDN (NTSC en l'occurrence). Pour l'interconnexion entre les équipements de studio, les connecteurs de type analogique actuels seront remplacés par des interfaces numériques série.

Le studio CT-510 de la NHK a été essentiellement conçu pour les actualités et le direct. L'aiguilleur vidéo principal dispose de 27 entrées et de 4 mélangeurs-incrusteurs. Il est également équipé de générateurs d'effets spéciaux numériques 3D à deux canaux. Les entrées analogiques actuelles seront remplacées par des interfaces numériques série.

Le studio dispose de plusieurs équipements: quatre caméras CCD 2/3" à 2 millions de pixels, trois magnétoscopes HD D-5 (magnétoscopes numériques à compression D-5), un magnéscope analogique UNIHI, un système à image fixe de TVHD, et un système spécialisé pour la présentation des prévisions météorologiques. Le système de transmission optique et le synchroniseur de trames à l'entrée permettent d'interfacer le studio avec l'extérieur.

Un système de transmission par satellite a été mis au point pour la TVHD. Pour pouvoir utiliser les répéteurs de satellite à 27 ou 36 MHz, les signaux sont comprimés à 45 ou 60 Mbit/s: Cette compression du signal fait appel au MPEG-2 MP@HL et à une modulation MDP-8 en treillis. La transmission par voie hertzienne offre quant à elle une grande souplesse pour la production des programmes. L'utilisation de caméscopes de TVHD lors des événements sportifs peut constituer une étape nouvelle en matière de production et de diffusion de programmes de TVHD.

6 Résumé

Après une longue période d'expérimentation et de débat sur la normalisation, la TVHD commence enfin à prendre forme. Plusieurs exigences technologiques indispensables à la réalisation concrète d'équipements pour la TVHD sont pratiquement satisfaites. La présente étude montre comment les obstacles technologiques ont été franchis et permettent ainsi d'entrer dans le monde nouveau de la TVHD.

Outre ces impératifs, la demande en matière de radiodiffusion de TVHD augmente. La TVHD numérique à travers différents supports de transmission deviendra bientôt une réalité dans plusieurs régions du monde.

Le format 16:9 de la TVDN ou de la TVDA est déjà familier pour de nombreux téléspectateurs. Il existe déjà sur le marché, et à un prix raisonnable, plusieurs téléviseurs à écran cathodique offrant la résolution TVHD. Les études faites dans de nombreux laboratoires montrent que les écrans plats en TVHD ne sont pas une chimère et qu'ils deviendront une réalité dans quelques années.

Cette étude montre que le monde est maintenant prêt pour la TVHD. Les progrès technologiques constants laissent augurer que, dans un proche avenir, la production en TVHD sera aussi aisée qu'en TVDN.

APPENDICE 2

BIBLIOGRAPHIE

- Y. Oba, «Trends of Hi-Vision Camera & VTR», The Journal of the Institute of Television Engineers of Japan, Special Edition, Hi-Vision Camera & VTR, Vol. 50, N° 2, février 1996.
- L. J. Thorpe, F. Nagumo, et K. Ike, «HDTV Camcorder – and the March to Marketplace Reality», SMPTE Conference.
- K. Kamijo, «Standards of VTR», The Journal of the Institute of Television Engineers of Japan, Special Issue, Storage Systems for Image Information Media, Vol. 50, N° 11, novembre 1996, p. 1734-1741.
- H. Ohshima, H. Okuda, K. Enami, et H. Tokumaru, «Tapeless and Tape Recording Technologies for Desktop Program Production», SMPTE Journal, mai 1996.
- C. Kamise, S. Ando, T. Shiozawa, et M. Fujiwara, «Practical Implementation of an Optical Network in Broadcast Stations» SMPTE Journal, février 1997.
- The Journal of the Institute of Television Engineers of Japan, Special Edition, Hi-Vision Camera & VTR, Vol. 50, N° 2, février 1996.
- Y. Morioka, et autres, «Hi-Vision Camera with 3 Chip CCD (1)».
 - S. Sasaki, «Hi-Vision VTR – UNIHI».
 - Y. Yoshinaka, «Hi-Vision VTR – 1-inch Digital VTR».
 - M. Nakashika, «Hi-Vision VTR – D-6».
 - T. Uehara, et autres, «A Digital VTR Incorporating Bit Rate Reduction Technology».
- Hohsok Gijutsu, N° 10 Vol. 49 1996.
- M. Iizuka, T. Chisaka, H. Kouchi, et K. Matsumoto, «CT-113 studio modification – accommodation of HDTV and SDTV signals in one studio».
 - Y. Ohkawa, Y. Iwasa, K. Terada, S. Goushi, et H. Tanaka, «Hi-Vision CS Transmission System».
- ATSC Digital Television Standard – Document A/53 septembre 1995.
- Denpa Times, 15 August 1997, «CT-500 Studio in NHK».

Tableau 1 Bande 1125/60 (59.94) – Présentation							
Numérique/Analogique		Numérique				Analogique	
Avec comp./Sans comp.		Compression		Sans compression		Cassette	<OBSOLÈTE> Bobine ouverte
Type de support		Cassette		Cassette	Bobine ouverte		
Format ou Type		Type A	Type B	D6	Type C 1 pce (mod)	UNIHI	Type C 1 pce (mod)
Nom courant*		HDCAM*	HD D5	GBR, DCR	HDD/HDDP	HDV, AU-HD	HDV,
Temps Enrg./Lect. (max.)		124 min	123 min	64 min	96 min	63 min	63 min
Spéc. vidéo	Luminance	23 MHz	1 920 s/ligne	1 920 s/ligne	1 920 s/ligne	20 MHz	20 MHz, 41 dB
	Chrominance	7 MHz	960 s/ligne	960 s/ligne	960 s/ligne	7 MHz	10 MHz, 45 dB
	Nbre lignes	1 035 (1 080)*	1 080			1036 lignes	1045 lignes
Spéc. Audio	Num. ou Analogique.	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	Analogique
	Nbre canaux	4 canaux	4 canaux	5 paires stéréo	8(Num.)+1(Ana)	4 canaux	2 ch
		48 kHz, 20 bits	48 kHz, 20 bits	48 kHz, 20/24 bits	48 kHz, 16 bits	48 kHz, 16 bits	S/N 54 dB
Métadonnées					5 lignes VBI		
Support	Taille	254x145	296x167	366x206	Bobine 14 pouces	205x121.5	Pouce (HD-1-63)
	Matériau	Particules métalliques	Particules métalliques	Particules métalliques	Particules métalliques	Particules métalliques	CofÁ- Oxide
Exemple d'application		Camescope	Portable	Platine studio	Platine studio	Platine studio Portable	Platine studio
Remarques		DCT montag. dir. intratrame 1/2 pouce (1/7)	DCT intratrame 1/2 pouce (D5) (1/4)	Bande 3/4 de pouce		Bande 1/2 pouce	

* Chaque Format ou Type porte généralement le nom indiqué ici.

* HDCAM est un caméscope. Il existe aussi magnétoscope numérique HD autonome.

* La définition d'une caméra à CCD actuellement utilisée pour le HDCAM est de 1 920x1 035 pixels.

Tableau 2 Disque 1125/60 (59.94) – Présentation								
Numérique/Analogique		Numérique			Analogique			
Avec comp./Sans comp.		Compression		Sans compression		Extractible		
Manipulation		Extractible	(Non extractible)	(Extractible)	Non extractible			
Enrg. et/ou Lect.		Enrg. et Lect.			Enrg. et Lect.	Lect. seule	Enregis-trement unique	Enrg. et Lect.
Format ou Type		MO*			HDD (RAID)*	Optique	Wobulation	MO
Nom courant*						HDL-2000	HDL-5800	
Temps Enrg./Lect.		32 min				15 min(CLV)	20 min(CLV)	
Spéc. Vidéo	Luminance	44,55 MHz, 8 bits				20 MHz	20 MHz	
	Chrominance	14,85 MHz, 8 bits				6 MHz	6 MHz	
	Nbre lignes	1088						
Spéc. Audio	Num. ou Analogique	MIC				MIC	MIC	
	Nbre canaux	4 canaux				2 canaux	2 canaux	
		48 kHz, 20 bits				48 kHz, 16 bits	48 kHz, 16 bits	
Métadonnées		256 Koctets/ image						
Support	Taille	300 mm				300 mm	300 mm	
	Matériau	Revêt. magnétiq.				Revêt. alumi.	Revêt. alliage	
Remarques		Disque intratrame double face 94 Mbits/s				Monoface	Monoface	

MO: Magnéto-optique

HDD (RAID): Disque dur (Redundant Array of Inexpensive Disks)

* Chaque Format ou Type porte généralement le nom indiqué ici.

Tableau 3 Magnétoscope numérique de TVHD (1125/60) – Détails*							
Format ou Type			1 pouce	D-6	Type A	Type B	DVC-HD
Nom courant**			HDD/HDDP	GBR, DCR	HDCAM	HD D5	
Fréq. Échantillon	Vidéo	MHz	74,25	74,25	74,25	74,25	40,5
	Audio	kHz	48	48	48	48	48/44,1/32
Quantification	Vidéo	bit/Echant.	8	8	8	10/8	8
	Audio		20	20/24	20	20	16/12
Canaux audio		Nbre	8(Num)+1(Ana)	10	4	4	4/6/8
Compression (Vidéo)			—	—	DCT intratram/imag 1/7***	DCT intratrame 1/4 1/5	DCT intratram/imag 1/6
Codage canaux			8-8 map	8-12 map	S-NRZI	8-14 map	24-25 S-INRZI
Débit total		Mb/s	1,188	1,212	185	301	83,7
Débit vidéo		Mb/s	958,5	958,5	140	235	49,896
Canaux RF enrg.		Nbre	8	8	2	4	2
CCE	Int.		110, 104	227, 211	231, 219	95, 87	85, 77
	Ext.		64, 60	254, 240	250, 226	128, 120	149, 138
Diamètre tambour		mm	134,6	96,5	81,4	76,0	21,7
Rotation tambour		t/s	120	150	45	90	150
Nbre pistes		/trame	16	40	6	12	20/image
Vitesse bande		mm/s	805,2	497	96,8	167,228	37,625
Pas de piste		µm	37	22	21,7	20,0	10
Long. onde min..		µm	0,69	0,81	0,49	0,63	0,49
Largeur bande			25,4	19,01	12,65	12,65	6,35
Matériau			Particules métalliques	Particules métalliques	Particules métalliques	Particules métalliques	à métal évaporé
Hc		Oe	1450	1600	1700	1800	1500
Taille cassette		mm	Bobine de 11,75/14 pouces	P 172x109 M 254x150 G 366x206	156x96 254x145	P 161x98 M 212x124 G 296x167	66x48 125x78
Tps Enrg.		min	63/94	8/28/64	40/124	32/63/124	30/135
Norme SMPTE				277M,278M			
Norme IEC							

* Voir l'appendice 2: «Recording Systems; 7-1 Standards of VTR», K. Kamijo NHK, The Institute of Television Engineers of Japan, Vol. 50, No. 11 PP1738~1741(1996).

** Chaque Format ou Type porte généralement le nom indiqué ici.

*** Préfiltrage horizontal 5/8 et DCT 1/4,4.

Tableau 4 Bande 1250/50 Présentation								
Numérique/Analogique		Numérique					Analogique	
Avec comp./Sans comp.		Compression		Sans compression			Cassette	<OBSOLÈTE> Bobine ouverte
Type de support		Cassette		Cassette		Bobine ouverte		
Format ou Type		Type A	Type B	D6	Multi-D1		Type C 1 pce (mod)	Type C 1 pce (mod)
					Biga	Quadriga		
Nom courant*								
Temps Enrg./Lect.				64 min				
Spéc. vidéo	Luminance							
	Chrominance							
	Nbre lignes							
Spéc. Audio.	Num. ou Analogique.			MIC				
	Nbre canaux			Paires stéréo U				
Métadonnées								
Support	Taille							
	Matériau			Particules métalliques				
Exemple d'application				Platine studio				
Remarques				Bande de 3/4 de pouce				

* Chaque Format ou Type porte généralement le nom indiqué ici.

Tableau 5 Vidéodisque 1250/50 – Présentation							
Numérique/Analogique		Numérique				Analogique	
Avec comp./Sans comp.		Compression		Sans compression		Extractible	
Manipulation		Extractible	(Non extractible)	(Extractible)	Non extractible		
Enrg. et/ou Lect.		Enrg. et Lect.			Enrg. et Lect.	Lect. seule	Enregis-trement unique
Format ou Type		MO*			HDD (RAID)*	Optique	Wobulation
Nom courant*							
Temps Enrg./Lect.							
Spéc. vidéo.	Luminance						
	Chrominance						
	Nbre lignes						
Spéc. Audio	Num. ou Analogique						
	Nbre canaux						
Métadonnées							
Support	Taille						
	Matériau						
Remarques							

MO: Magnéto-optique

HDD (RAID): Disque dur (Redundant Array of Inexpensive Disks)

- Chaque Format ou Type porte généralement le nom indiqué ici.

Tableau 6 Magnéscope numérique de TVHD (1250/50) – Détails							
Format ou Type			1 pouce	D-6	Type A	Type B	DVC-HD
Nom courant*							
Fréq échantillon.	Vidéo	MHz		74,25			40,5
	Audio	kHz		48			48/44,1/32
Quantification	Vidéo	bit/échant.		8			8
	Audio			20/24			16/12
Canaux audio		Nbre		12			4/6/8
Compression (Vidéo)							DCT intratram/ima g 1/6
Codage canaux				8-12 map			24-25 S-INRZI
Débit total		Mb/s		1,212			83,7
Débit vidéo		Mb/s		958,5			49,896
Canaux RF enrg.		Nbre		8			2
CCE	Ext.			227, 211			85, 77
	Int			254, 240			149, 138
Diamètre tambour		mm		96,5			21,7
Rotation tambour		t/s		150			150
Nbre pistes		/trame		48			20/image
Vitesse bande		mm/s		497			37,625
Pas de piste		µm		22			10
Long. onde min.		µm		0,81			0,49
Largeur bande				19,01			6,35
Matériau				Particules métalliques			Particules métalliques
Hc		Oe		1600			1500
Taille cassette		mm		172x109 254x150 366x206			66x48 125x78
Tps Enrg.		min		8/28/64			30/135
Norme SMPTE				277M,278M			
Norme IEC							

* Chaque Format ou Type porte généralement le nom indiqué ici.

Tableau 7 Magnétoscope analogique de TVHD (1125/60),(1250/50) – Détails						
Format ou Type		1125/60	1125/60	1250/50		
		1 pouce	UNIHI	1 pouce		
Nom courant*						
Vidéo	Luma.	MHz	20	20		
	Chro.		10	7		
Echant. audio		kHz	—	48		
Canaux audio		Nbre	2 canaux analog.	4		
Canaux RF eng.		Nbre	4	2		
Diamètre tambour		mm	134,6	76		
Rotation tambour		t/s	60	90		
Nbre pistes		/trame	4	6		
Vitesse bande		mm/s	483	119,709		
Pas de piste		µm	89	24,8		
Largeur bande		mm	25,4	12,650		
Matériau				Particules métalliques		
Hc bande		Oe				
Taille cassette		mm	—	205x121,5		
Tps Enrg.		min	63	63		
Norme SMPTE						
Norme IEC						

* Chaque Format ou Type porte généralement le nom indiqué ici.