

enet

enst

COLLECTION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

2013

La télévision haute définition

Aoued Boukelif

MASSON 

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	xi
CHAPITRE 1 – HISTORIQUE ET ENJEUX	1
1.1. Évaluations subjectives	1
1.2. Enjeux économiques, techniques et culturels en TVHD	6
1.3. Marché et production mondiale de l'électronique grand public	7
1.4. Stratégie japonaise	8
1.5. Stratégie européenne	10
1.6. Stratégie américaine	11
CHAPITRE 2 – ÉLÉMENTS FONDAMENTAUX D'UN SYSTÈME TVHD	13
2.1. Caractéristiques principales d'une norme mondiale unique de production TVHD	13
2.1.1. Système à composantes	13
2.1.2. Résolutions spatiales doubles	14
2.1.3. Format d'image étendu 16/9	14
2.1.4. Qualité du film de 35 mm	15
2.1.5. Maintien de la qualité	15
2.1.6. Relation avec la norme numérique de la REC. 601 du CCIR	15
2.1.7. Choix de la fréquence trame et de l'algorithme d'analyse haute définition	15
2.1.8. Reproduction correcte du mouvement	16
2.2. Caractéristiques théoriques d'un système de présentation à haute définition parfait (2270/80/1:1)	16
2.2.1. Distance d'observation	16
2.2.2. Proportions de l'image (format)	18
2.2.3. Champ visuel	20
2.2.4. Nombre de lignes	22
2.2.5. Résolution verticale	23
2.2.6. Facteur de Kell	24
2.2.7. Résolution horizontale	26
2.2.8. Fréquences spatio-temporelles (f_x f_y , f_t)	28

2.2.9.	Bande vidéo	29
2.2.10	Conclusion	34
2.3.	Exigences d'un système de THVD	34
2.3.1.	Support de transmission	34
2.3.2.	Nombre de canaux utilisés	35
2.3.3.	Mode de transmission (analogique ou numérique)	35
2.3.4.	Type de modulation	36
2.3.5.	Largeur de bande de base	36
2.3.6.	Format de synchronisation	36
2.3.7.	Choix du système audio	36
CHAPITRE 3 – CHOIX DES NORMES DE TVHD À PARTIR DE BASES PSYCHOPHYSIQUES		39
3.1.	Physiologie du système visuel	39
3.1.1.	Sensibilité spectrale de l'œil	39
3.1.2.	Réponse spatio-temporelle de l'œil	40
3.1.3.	Acuité visuelle	40
3.1.4.	Psychophysique de la vision	44
3.1.5.	Mécanisme de la perception visuelle	44
3.1.6.	Propriétés de la perception visuelle exploitées en télévision	48
3.2.	Caractérisation des images de télévision	49
3.2.1.	Caractéristiques spatio-temporelles de la restitution des images	50
3.2.2.	Limitations pratiques des systèmes actuels	67
3.2.3.	Limites physiques apportées au spectre de l'image analysée tenant aux limitations en capacité des technologies actuellement mises en œuvre	67
3.2.4.	Aspects photolorimétriques	68
CHAPITRE 4 – NORMES TVHD (MUSE, HDMAC ET ATV)		81
4.1.	Principe du MUSE	81
4.1.1.	Caractéristiques du système MUSE	81
4.1.2.	Comparaison des bandes passantes horizontales du système MUSE avec celles du système défini par la Rec. 601 du CCIR et celles d'une norme TVHD de studio fictive	82
4.1.3.	Récapitulation	83
4.1.4.	Multiplexage temporel	83
4.1.5.	Compression de bande passante	84
4.2.	Algorithme d'échantillonnage MUSE	85
4.2.1.	Structure d'échantillonnage du système MUSE	85

4.2.2.	Traitement adaptatif en fonction des mouvements	88
4.2.3.	Interpolation spatio-temporelle	89
4.2.4.	Compensation de mouvement	91
4.2.5.	Reconstruction de l'image	92
4.2.6.	Mémoire de trame	93
4.3.	MUSE amélioré	93
4.3.1.	Défauts de la première version MUSE	93
4.3.2.	MUSE amélioré	94
4.4.	Principe du système de codage HDMAC	104
4.4.1.	Codeur HDMAC	104
4.4.2.	Sous échantillonnage spatio-temporel	106
4.4.3.	Compression de bande passante compatible avec la norme MAC pour la TVHD	106
4.4.4.	Codage HDMAC	107
4.4.5.	Reconstruction de l'image haute définition (décodage)	111
4.5.	Les systèmes de TVHD américains ATV	120
4.5.1.	Introduction	120
4.5.2.	TVHD numérique	121
4.5.3.	Simulcast	123
4.5.4.	Systèmes de TVHD compatibles NTSC	123
4.6.	Comparaison des trois standards TVHD (MUSE, HDMAC et ATV)	126
CHAPITRE 5 – ÉCHANTILLONNAGE SPATIO-TEMPOREL		
DES IMAGES DE TÉLÉVISION		
5.1.	Théorie de l'échantillonnage	131
5.1.1.	Spectres multidimensionnels	131
5.1.2.	Transformée de Fourier	133
5.1.3.	Représentation tri-dimensionnelle du signal vidéo	134
5.1.4.	Échantillonnage spatio-temporel bidimensionnel idéalisé des images de TV	136
5.1.5.	Théorème d'échantillonnage spatio-temporel (Théorème de Shannon/Whittaker/Kotelnikov)	136
5.1.6.	Reconstitution par filtrage du signal $x_a(x,y,t)$ à partir des échantillons $x(k,l,m)$	141
5.2.	Structures d'échantillonnage	146
5.2.1.	Notion de structure d'échantillonnage	146

5.2.2.	Paramètres de définition d'une structure d'échantillonnage	146
5.2.3.	Structures d'échantillonnage fondamentales	147
5.2.4.	Y'a-t-il des structures d'échantillonnage optimales ?	155
5.2.5.	Relations entre structure et horloge d'échantillonnage ...	157
5.3.	Échantillonnage spatio-temporel des images de TV	160
5.3.1.	Analyse des images de TV	160
5.3.2.	Spectre télévisuel	161
5.3.3.	Échantillonnage des composantes du signal vidéo composite	170
CHAPITRE 6 – DIFFUSION PAR SATELLITE DE LA TVHD		181
6.1.	Pourquoi les hyperfréquences ?	181
6.2.	Diffusion par satellite dans la bande des 20 GHz	182
6.3.	Bandes des 42 et 85 GHz	187
6.4.	Compression du signal TVHD	188
6.4.1.	Adaptation d'un signal TVHD aux canaux de la CAMR-RS 77	188
6.4.2.	Redondance des images numériques (nature périodique du signal vidéo)	190
6.4.3.	Rapports de compression	191
6.4.4.	Compression dans la bande des 22 GHz	191
6.4.5.	Techniques de télévision à assistance numérique	191
6.4.6.	Techniques de compression de bande	192
6.5.	Méthodes de modulation pour la diffusion par satellite de la TVHD	193
6.5.1.	Modulation par déplacement de phase (MDP) : « Phase shift keyed modulation » ou « discrete phase modulation » PSK	194
6.5.2.	Modulation d'amplitude en quadrature à 16 états (16 - QAM) : fig. 6.9.	197
6.5.3.	Modulation en treillis	197
6.5.4.	Modulation OQPRS (Offset Quadrature Partial Response Signaling)	197
6.5.5.	Critères de choix d'une modulation	199
6.5.6.	Comparaison	202
CHAPITRE 7 – ÉQUIPEMENTS DE PRODUCTION ET DE VISUALISATION EXPERIMENTAUX TVHD		205
7.1.	Caméras TVHD	205
7.2.	Écrans de visualisation	208
7.2.1.	Dispositifs à présentation sur tube	208
7.2.2.	Systèmes à projection	209
7.2.3.	Écran plat	210

7.3.	Magnétoscopes pour l'enregistrement et la restitution des images	210
7.4.	Télécinéma	211
7.5.	Enregistrement sur film	211
7.6.	Lecteur de disques	211
7.7.	Mélangeur vidéo	211
7.8.	Convertisseurs	212
7.9.	Autres équipements de production	212
CHAPITRE 8 – APPLICATIONS DE LA TVHD		215
8.1.	Projection sur grand écran	215
8.2.	Cinéma électronique	215
8.3.	Applications professionnelles et industrielles	216
SIGLES		219
LEXIQUE ANGLAIS-FRANÇAIS		221
BIBLIOGRAPHIE		223