



COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL DES  
RADIOCOMMUNICATIONS

**CCIR**

**CONCLUSIONS DE LA RÉUNION  
EXTRAORDINAIRE  
DE LA COMMISSION D'ÉTUDES 11 SUR  
LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION**



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Genève, 1989

ISBN 92 -61-03952-9



**NOTE DU DIRECTEUR DU CCIR**

CONCLUSIONS DE LA REUNION EXTRAORDINAIRE DE LA  
COMMISSION D'ETUDES 11 DU CCIR SUR LA TVHD  
(Genève, 10-16 mai 1989)

Les textes ci-joints représentent les conclusions auxquelles est parvenue la Commission d'études 11 au cours de sa récente Réunion extraordinaire sur la TVHD. Ces conclusions seront mises à jour à la Réunion finale de cette Commission d'études, sur la base de nouvelles contributions et discussions et en tenant compte du peu de temps disponible. Alors que des numéros provisoires ont été attribués aux projets de Recommandations et aux nouveaux rapports, la Commission d'études a attribué le numéro définitif 801-3 au Rapport relatif à l'état actuel de la télévision à haute définition.

Ces textes nouveaux ou modifiés, rassemblés dans ce document sont identiques à ceux des Conclusions des réunions intérimaires. La Commission d'études 11 a demandé d'inclure dans le présent fascicule le Rapport AQ/11, préparé lors de la Réunion intérimaire de 1987, afin d'y présenter l'ensemble des documents.

Etant donné qu'il n'a pas été possible, dans le temps imparti à la préparation du présent document, de vérifier toutes les références renvoyant à des textes du CCIR, le lecteur aura avantage à consulter l'"Etat des textes" chaque fois que, dans un texte quelconque, référence est faite à une autre Recommandation, un Rapport, une Question, un Programme d'études, une Décision ou un Voeu contenus dans les Volumes de la XVIe Assemblée plénière (Dubrovnik, 1986). En particulier, les renvois à d'autres textes du CCIR figurant dans le corps de projets de textes nouveaux ou modifiés peuvent ne pas correspondre à l'état desdits textes à la suite de la Réunion intérimaire. Il convient aussi de prendre en compte les Conclusions de la Réunion intérimaire de 1987 (Documents 11/276, 11/277 et 10-11S/99).

A la demande de la Commission d'études 11, les présentes conclusions sont exceptionnellement mises en vente sans aucune restriction. En effet elles constituent un recueil des activités mondiales dans tous les domaines de la TVHD.

**TABLE DES MATIERES**

	Page
Note du Directeur .....	I
Table des matières .....	II
Introduction du Rapporteur principal de la Commission d'études 11 .....	V
<b>Section 11ExA Projets de Recommandations</b>	
Rec. XA/11 <b>Valeurs de certains paramètres</b> de base pour la <b>norme TVHD</b> pour la <b>production</b> en studio et <b>pour l'échange international</b> de <b>programmes</b> .....	1
Rec. XB/11 Méthode subjective d'évaluation de la qualité d'image de télévision à haute définition .....	11
Rec. XC/11 <b>Enregistrement d'images de TVHD sur film</b> .....	15
Rec. XD/11 Echange international de programmes produits électroniquement par le moyen de la télévision à haute définition .....	18
<b>Section 11ExB Rapports</b>	
Rapport 801-3 Etat actuel de la télévision à haute définition dans le monde .....	19
Partie 1 Introduction .....	19
Partie 2 Activités du CCIR .....	23
Partie 3 <b>Considérations générales sur les systèmes de TVHD</b> .....	26
Partie 4 <b>Evaluation</b> de la qualité de la <b>TVHD</b> .....	37
Partie 5 Normes de studio et équipements associés .....	41
Partie 6 <b>Enregistrement des programmes de TVHD</b> .....	74
Partie 7 <b>Emission des signaux de TVHD</b> .....	78
Partie 8 Radiodiffusion de <b>données dans un environnement de TVHD</b> .....	126
Partie 9 <b>Transmission de TVHD pour l'échange international de programmes</b> ....	128
Partie 10 Equipement de <b>TVHD grand public</b> .....	142
Rapport XE/11 <b>Développement futur de la TVHD</b> .....	146
Rapport XF/11 <b>Mesures en TVHD</b> .....	156
Rapport AT/11 Evaluation subjective des images de TVHD .....	165
(Mod Ex)	
Rapport XG/11 Enregistrement de programmes de télévision à haute définition sur bandes vidéo et vidéodisques .....	185
Rapport 294-6 Normes pour l'échange international de programmes de télévision (Mod Ex) en noir et blanc et en couleur sur film .....	189

Rapport XH/11	Echange international de programmes produits électroniquement au moyen de la télévision à haute définition .....	196
Rapport XJ/11	Zone explorée des films cinématographiques 35 mm dans les télécinémas de TVHD .....	198
Rapport AQ/11	Enregistrements de programmes de télévision à haute définition sur films cinématographiques .....	199
Rapport XK/11	Distribution de programmes dans un environnement multimédia .....	202
Rapport XL/11	Magnétoscope de TVHD à usage grand public et industriel .....	204



## INTRODUCTION DU RAPPORTEUR PRINCIPAL DE LA COMMISSION D'ETUDES 11

### 1. Introduction

#### 1.1 Considérations générales

A notre époque marquée par des mutations techniques rapides, il est largement reconnu que la normalisation internationale et la planification coordonnée pour l'introduction de nouveaux systèmes et de nouveaux services ont une importance capitale. La rapide accélération des travaux conduisant à la mise en place de systèmes de télévision de pointe tels que la TVHD donne un excellent exemple de la manière dont le CCIR a relevé le défi du changement, en identifiant les processus et les mécanismes de prise de décision nécessaires pour mener, en temps voulu, une action coordonnée en vue d'élaborer des normes de studio, d'émission et de transmission pour la TVHD.

Dans le cadre de ce processus, le CCIR a décidé, à sa XVIIe Assemblée plénière (Dubrovnik, 1986), d'organiser une Réunion extraordinaire de la Commission d'études 11 sur la TVHD, afin d'accélérer les très nombreuses activités menées dans ce domaine. Cette Réunion extraordinaire a été le premier forum mondial qui a étudié la TVHD dans son intégralité et en détail; elle a tracé le cadre dans lequel doivent être étudiées les contraintes et les relations mutuelles entre les divers problèmes. Sur la base de la Décision 74, la Commission d'études 11 a réaffirmé son approche globale, y compris le rôle de la télévision à haute définition dans la "Société de l'Information" du siècle suivant. Un élément clé de cette approche globale est l'harmonisation des normes et des pratiques d'exploitation pour la production de programmes de TVHD, et pour les équipements de TVHD non-radiodiffusion destinés au grand public. A cet égard, il devient indispensable de coordonner la normalisation au niveau international, spécialement entre les organisations qui s'occupent de la technologie de l'information, telles que l'UIT, la CEI et l'ISO.

Dans un contexte marqué par la nécessité toujours plus grande d'une harmonisation et d'une coopération mondiales en matière de télécommunications, il est très remarquable que la Réunion extraordinaire de la Commission d'études 11 se soit tenue à l'époque où s'achevaient les travaux du Forum de l'Information (Londres, 17 avril - 12 mai 1989), convoqué comme suite à la Déclaration adoptée par la Conférence de Vienne sur la sécurité en Europe. Au cours de ce Forum, on a souligné la nécessité d'adopter des paramètres techniques communs, sur le plan international, pour les équipements son et image et pour les réseaux de télécommunications, afin de faciliter l'échange et la diffusion de l'information. Dans ces circonstances, les activités de la Commission d'études 11 pour la spécification d'un ensemble unifié de paramètres de TVHD prennent un relief particulier.

#### 1.2 Organisation

Ayant analysé l'état de développement des techniques de TVHD, et vu la nécessité de préparer de façon adéquate la Réunion extraordinaire, le Directeur du CCIR et le Rapporteur principal de la Commission d'études 11 ont jugé opportun de mettre en place un Groupe de coordination composé des Présidents des Groupes de travail intérimaires et des Groupes de travail intérimaires mixtes

chargés des travaux préparatoires pour la réunion intérimaire. A sa deuxième réunion (janvier 1989), le Groupe de coordination a proposé une structure pour la réunion intérimaire, ainsi que les présidences des Groupes de travail. De plus, il a confirmé l'ordre du jour de la réunion, tel qu'énoncé dans la Décision 74, à savoir:

"1. de conseiller le Directeur du CCIR de tenir en 1989 la Réunion extraordinaire de la Commission d'études 11 du CCIR dont la durée ne devra pas dépasser une semaine, à [Genève] en mai au plus tard.

2. d'adopter l'ordre du jour suivant:

ayant pris note du mandat global de la Commission d'études 11, ainsi que de la Question 27/11 et des Programmes d'études qui en découlent,

2.1 tenir compte des progrès accomplis dans la définition des paramètres de base pour un système mondial de TVHD depuis la Réunion intérimaire de la Commission d'études 11 tenue en novembre 1987, sur la base:

- des rapports des GTI 11/4, 11/5, 11/6 et 11/7 ainsi que des GTIM 10-11/3, 10-11/4 et 10-11/5 du CCIR;
- des décisions qui seront prises par la CAMR ORB-88 sur les questions relatives aux émissions de TVHD et à la planification de la TVHD ainsi que de leurs conséquences pour les travaux de la Commission d'études 11;
- des contributions soumises par les administrations;

2.2 recommander une série complète de paramètres numériques et analogiques pertinents pour une norme mondiale unique dans le cadre de la Décision 58-2. A cet effet, il convient de tenir compte du nouveau Rapport AU/11 "Une approche globale des systèmes de TVHD";

2.3 examiner les méthodes proposées pour l'émission des signaux de TVHD et étudier les possibilités de spécification des signaux en bande de base, sous forme numérique et analogique destinés à l'émission;

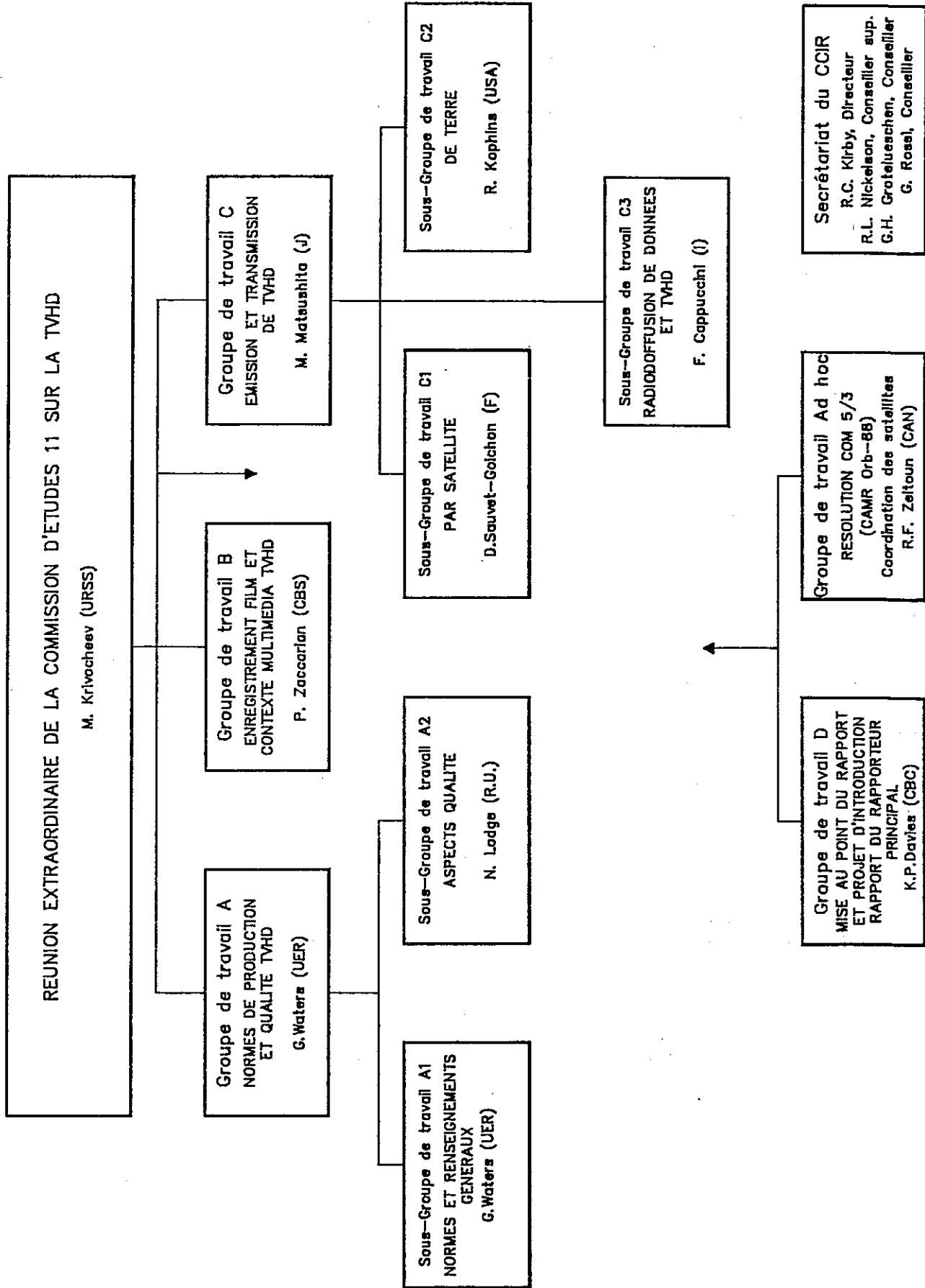
2.4 examiner les possibilités de spécification des signaux en bande de base sous forme numérique et analogique, destinés à l'échange international des programmes de TVHD sur les liaisons de transmission;

2.5 définir quelles mesures supplémentaires peuvent être nécessaires pour l'élaboration d'un système mondial de TVHD en vue de la Réunion finale de la Commission d'études 11 qui se tiendra en [XX 1989], concernant notamment les travaux futurs des GTI 11/4, 11/5, 11/6 et 11/7 et des GTIM 10-11/3 et 10-11/4 et 10-11/5 du CCIR ainsi que la collaboration avec la CMTT".

Par ailleurs, on a jugé souhaitable de prendre en considération les faits nouveaux intervenus dans les domaines suivants: évaluations de la qualité de la TVHD, définitions des interfaces de TVHD et enregistrement des programmes de TVHD.

La structure suivante a été adoptée pour la réunion (voir la Figure 1).





2. Travaux préparatoires

Les Groupes de travail intérimaires de la Commission d'études 11 ont beaucoup travaillé pour préparer la Réunion extraordinaire.

Le GTI 11/4 (Président D. Wood (UER), Vice-Président B. Jones (Etats-Unis d'Amérique)) a préparé un document sur les méthodes recommandées d'évaluation subjective de la qualité de la TVHD et élaboré un projet de Recommandation sur l'ensemble des méthodes d'évaluation subjective.

Le GTI 11/5 (Président S. Dinsel (République fédérale d'Allemagne)), a préparé des rapports sur les rapports de protection applicables à la TVHD utilisée dans les systèmes de Terre et sur la compatibilité des nouveaux systèmes de TVHD avec les services de Terre existants.

Le GTI 11/6 (Président Y. Tadokoro (Japon), Vices-Présidents R. Green (Etats-Unis) et W. Habermann (République fédérale d'Allemagne)), a élaboré une proposition de projet de Recommandation portant sur une norme de studio de TVHD ainsi qu'un rapport sur l'éventail des connaissances en matière de techniques et de technologies de TVHD qui pourra servir éventuellement de base pour une mise à jour importante des textes existants du CCIR concernant la TVHD.

Le GTI 11/7 (Président A.N. Heightman (Royaume-Uni), Vices-Présidents K.P. Davies (Canada) et T. Saito (Japon)), a soumis au GTI 11/6 un document sur les approches éventuelles vers des paramètres de codage de la TVHD.

Le GTI 11/8 (Président Wu Xianlun (République populaire de Chine), Vice-Président A.N. Heightman (Royaume-Uni)), a reconnu qu'au point de vue formel il était nécessaire de mettre au point un programme d'études sur les aspects numériques de la TVHD.

Le Président du GTIM 10-11/1, D. Sauvet-Goichon (France) a préparé un rapport récapitulant les résultats de la CAMR ORB-88 intéressant la Réunion extraordinaire.

Le GTIM 10-11/3, (Président O. Mäkitalo (Suède), Vices-Présidents G. Chouinard (Canada) et T. Nishizawa (Japon)), a préparé un rapport sur la radiodiffusion de la TVHD par satellite qui traite des caractéristiques du système, du partage des fréquences et de la propagation jusqu'à 23 GHz.

Le GTIM 10-11/4, (Président P. Zaccarian (CBS)) a poursuivi ses études et présenté des contributions sur l'enregistrement des programmes de TVHD, l'utilisation de films pour la TVHD ainsi que l'harmonisation des équipements de radiodiffusion et autres que de radiodiffusion.

Le GTIM 10-11/5 (Président F. Cappuccini (Italie)) a signalé qu'une amélioration de la compatibilité et de la qualité de fonctionnement de la radiodiffusion de données devrait être apportée lors de la mise au point de système de TVHD.

Outre les contributions précieuses des GTI, la Réunion extraordinaire a également bénéficié de nombreuses contributions excellentes d'administrations et autres qui ont mis l'accent sur les progrès enregistrés continuellement par la TVHD.

Il convient de citer deux propositions de projet de Recommandation portant sur une norme de studio ainsi que des contributions sur les stratégies à suivre pour établir une norme de studio unique à l'échelle mondiale.

Ces contributions, entre autres, tiennent compte du fait que la diversité des objectifs prévus pour la TVHD dans différentes parties du monde depuis quelques années complique la tâche du CCIR pour recommander des normes pour la définition à haute définition. Il existe des divergences de méthode, qu'il s'agisse de techniques, de systèmes connexes ou de compatibilité. Par exemple, pour certaines administrations, l'utilisation de la TVHD pour la production de films cinématographiques puis ensuite leur distribution par satellite constituent le besoin le plus immédiat. Pour d'autres administrations, l'accent est davantage mis sur la radiodiffusion par satellite, bien qu'il existe en la matière des différences considérables en ce qui concerne les calendriers de mise en service et les bandes de fréquences à utiliser. Dans d'autres domaines, la radiodiffusion de Terre représente la considération dominante.

### 3. Résultats de la Réunion extraordinaire

La Réunion extraordinaire a examiné environ 80 contributions, dont certaines étaient très longues, provenant d'administrations ou des GTI et GTIM compétents de la Commission d'études 11 et concernant les principaux aspects de la TVHD, depuis la production et l'émission de l'image jusqu'à sa présentation. Au total, quatre projets de Recommandations, dix Rapports nouveaux ou actualisés et plusieurs modifications importantes aux Programmes d'études et aux Décisions ont été adoptés. Ils couvrent les besoins spécifiques de l'ordre du jour de la réunion et de plus, certains autres aspects de l'interface de la TVHD avec les systèmes de télévision et de télécommunication mondiaux.

La Réunion a également examiné les travaux futurs de la Commission d'études 11, débouchant sur les modifications qu'il est proposé d'apporter aux Programmes d'études et aux Décisions et sur un rapport traitant des aspects capitaux pour la réalisation d'une seule norme mondiale unifiée.

#### 3.1 Paramètres de base du système mondial de TVHD

Au point 2.1 de son ordre du jour, la Réunion extraordinaire était chargée d'examiner les progrès réalisés en ce qui concerne les paramètres de base d'un système mondial de TVHD. A ce propos, la Réunion extraordinaire a élaboré le Rapport 801-3 qui contient un examen très poussé des aspects les plus importants pour la mise au point d'une TVHD mondiale.

Il s'inspire, comme cela a été demandé, des travaux des GTI et GTIM, notamment de ceux du GTI 11/6 et des contributions reçues. Il traite de la définition et des objectifs de la TVHD et de l'évolution rapide des techniques. Le texte donne les détails essentiels de deux systèmes de TVHD qui ont été conçus pour la radiodiffusion et qui ont été envisagés par la Commission d'études 11 comme propositions d'un projet de Recommandation pour la norme de studio.

Lors de l'élaboration de ce rapport, la Commission d'études 11 a noté la gamme croissante des applications de la TVHD et leurs imbrications avec le développement mondial des communications d'images. Un nouveau Rapport XK/11 étudie ces questions de manière plus détaillée.

Les mesures dans un système de TVHD sont importantes pour la réussite de sa mise au point. Les progrès obtenus dans ce domaine sont mentionnés dans la Recommandation [XB/11] concernant les essais subjectifs et dans les Rapports AT/11(Mod Ex) et XF/11 concernant respectivement les essais subjectifs et les mesures objectives. L'adoption de ces textes constitue un grand pas en avant qui traduit un accord mondial sur les procédures, l'analyse et le contexte des mesures de TVHD.

### 3.2 Recommandation d'une seule norme mondiale de TVHD de studio

L'Assemblée plénière de 1986 et le point 2.2 de l'ordre du jour de la Réunion extraordinaire de la Commission d'études 11, provenant de sa réunion intérimaire de 1987, donne la priorité à l'instauration d'un ensemble complet de valeurs de paramètres, à la fois analogiques et numériques, pour la norme mondiale unique de TVHD, compte tenu de l'approche globale des systèmes de TVHD. La Commission d'études a examiné tous les aspects de cette demande d'une façon très détaillée et d'un double point de vue technique et opérationnel.

Les résultats actuels de ces travaux font l'objet du projet de Recommandation XA/11 et la Partie 5 du Rapport 801-3 donne des renseignements complémentaires au sujet de ces valeurs de paramètres.

Pour préparer cette Recommandation, la Réunion extraordinaire a tenu compte de nombreuses contributions et d'un rapport particulièrement précieux du GTI 11/6. Ce rapport fait en effet une analyse en profondeur de la situation et des tendances actuelles dans le développement de la TVHD et dans la mise en place des services.

En se fondant sur ces analyses, sur les propositions de certaines administrations et sur les renseignements existant dans les textes du CCIR, la Réunion extraordinaire a conclu qu'il y aurait avantage à étudier plus soigneusement les valeurs de paramètres restants pour poursuivre les travaux jusqu'à la réunion finale, voire au-delà, ce qui permettra d'inclure des éléments importants dont l'arrivée est anticipée dès à présent.

Etant donné l'importance de ces études, la Réunion extraordinaire a pris des dispositions appropriées pour charger les GTI et GTIM compétents d'entreprendre ces études. Les discussions supplémentaires du contexte actuel de la TVHD sont évoquées plus haut dans le présent rapport et la section 4 ci-après précise les travaux ultérieurs à ce sujet.

### 3.3 Méthodes d'émission

Conformément au point 2.3 de l'ordre du jour, la Réunion extraordinaire de la Commission d'études 11 a fait des progrès considérables à propos des normes d'émission et des questions connexes, comme la radiodiffusion de données dans l'environnement de la TVHD. Elle a dû mettre l'accent dans ses travaux sur un nouveau sujet, à savoir les méthodes de radiodiffusion de Terre en matière de TVHD. Les méthodes concernant la radiodiffusion par satellite sont déjà bien décrites dans les textes du CCIR mais elles ont été sensiblement actualisées.

Les conclusions ont montré qu'il existe des techniques pour la radiodiffusion de la TVHD par satellite sur une gamme de fréquences jusqu'à 23 GHz, et que ni les caractéristiques des systèmes de radiodiffusion par satellite, ni leur sensibilité aux brouillages ne devraient limiter directement les caractéristiques de la norme de studio utilisée comme source de programmes. La Partie 7 du Rapport 801-3 contient les conclusions relatives à l'émission de la TVHD, et la Partie 8, la documentation actualisée concernant la radiodiffusion de données. La suite des travaux sur ce dernier point est envisagée plus loin à la section 4 de la présente introduction.

En ce qui concerne les formats en bande de base des émissions de TVHD, les textes existants du CCIR, comme le Rapport 1075(Mod I) et le contenu de la Partie 7 du Rapport 801-3 fournissent de nombreux renseignements utiles.

#### 3.4 Echange international de programmes

Le point 3.4 de l'ordre du jour demande que soient faites des études concernant l'échange international des programmes. Les méthodes pour cet échange sur les liaisons de transmission se développent rapidement et cela a été pris en compte dans les contributions examinées. Les conclusions font l'objet de la partie 9 du Rapport 801-3, avec la situation actuelle concernant les formats en bande de base décrits.

Les méthodes d'échange international des programmes fondées sur les supports enregistrés (film, bande, disque) sont plus avancées et la Réunion extraordinaire a réalisé des progrès considérables en se mettant d'accord sur plusieurs questions.

Le projet de Recommandation XC/11 a été adopté à propos de l'enregistrement des images de TVHD sur film, de même que le projet de Recommandation XD/11 sur l'échange de programmes de TVHD sur bande magnétique. La Réunion extraordinaire a adopté aussi les Rapports XG/11 et XK/11 qui traitent respectivement des problèmes de l'enregistrement de la TVHD sur bande en studio et des contextes nationaux. Le recours au film comme source de programmes de TVHD est étudié dans le Rapport XJ/11, intitulé "Zone explorée des films cinématographiques 35 mm dans les télécinémas de TVHD", et par une mise à jour du Rapport 294-6.

#### 3.5 Actions futures pour la préparation de la réunion finale de la CE 11

Les travaux de la Commission d'études 11 et ceux de ses Groupes de travail intérimaires et Groupes de travail intérimaires mixtes jusqu'à la réunion finale (octobre 1989) ont été envisagés par la Réunion extraordinaire, conformément au point 3.5 de son ordre du jour, compte tenu des études importantes et accélérées à entreprendre. Le Rapport XE/11 présente les détails des stratégies à suivre, et une réunion prochaine du Groupe de coordination a été organisée pour mettre en place tous les détails des travaux des GTI et GTIM, à la lumière des conclusions de la Réunion extraordinaire.

De plus, certaines propositions ont été adoptées concernant d'importantes modifications aux programmes d'études et de légères modifications aux Décisions 58 et 72.

### 3.6 Examen des résultats de la CAMR ORB-88

La Réunion extraordinaire a adopté un texte donnant des renseignements sur la Résolution COM 5/3 (CAMR ORB-88) qui intéresse la Conférence de plénipotentiaires (Nice, 1989). Ce texte décrit l'état des études du CCIR au sujet des émissions de TVHD par satellite jusqu'à la date de la Réunion extraordinaire et indique que d'autres études, demandées par la Résolution COM 5/3 devraient être disponibles au cours de la prochaine période d'études du CCIR, si nécessaire au début de cette période.

### 3.7 Reportages d'actualités par satellite

La Commission d'études a adopté une note adressée au Président du GTIM CMTT/4-10-11/1 pour le prier de prendre en considération la TVHD dans ses études, sans porter préjudice à ses activités en cours. Le texte sur la mise au point de reportages d'actualités par satellite est inséré dans la Partie 9 du Rapport 801-3.

## 4. Travaux futurs

Les travaux futurs de la Commission d'études 11 sur la TVHD devraient développer les résultats déjà obtenus afin de parvenir à des normes cohérentes. Plus particulièrement, il a été clairement indiqué qu'il fallait mettre au point une norme de studio unique, qui constitue toujours le principal objectif.

Le projet de Recommandation XB/11 et le Rapport AT/11(Mod Ex) jettent des bases solides pour les méthodes d'évaluation et de mesure de la qualité de la TVHD. Ces textes devraient faciliter la détermination des valeurs de paramètres qui ne sont pas encore fixées dans le projet de Recommandation XA/11 décrivant le format d'image et un certain nombre d'autres paramètres. En outre, ces documents permettent de lancer des activités dans des domaines connexes en vue d'élaborer par la suite des projets de Recommandation portant sur ces sujets (à titre d'exemple, la colorimétrie a déjà été recensée comme un domaine particulièrement prometteur dans lequel on devrait obtenir des résultats pendant la réunion finale). Tous les participants de la Commission d'études 11 sont donc invités à poursuivre les essais et les expériences (y compris les essais de comparaison) pour atteindre ce but.

L'évolution rapide de la mise en oeuvre des systèmes de TVHD et du contexte de la TVHD en général a été jugée comme ayant une influence prépondérante sur le cadre général de travail de la Commission d'études 11. Depuis 1987, des progrès importants ont été enregistrés et d'autres sont prévus à court terme du fait que plusieurs manifestations internationales sont prévues dans un proche avenir et qu'elles devraient marquer des tournants décisifs<sup>1</sup>. Les participants à la Réunion extraordinaire ont mené à bien toutes les tâches qui leur avaient été confiées dans la Décision 74 en se fondant sur les contributions actuellement disponibles. Il est proposé d'ajouter, lors de la réunion finale, toutes les nouvelles informations qui auront été transmises.

<sup>1</sup> Les principales manifestations techniques portant sur la TVHD pendant ce laps de temps sont les suivantes: Symposium international de TV et Festival du film électronique (Montreux), Convention de BKSTS (Londres), IFA (Berlin), Atelier international sur la TVHD (Turin), ITU COM (Genève), Conférence IREE (Melbourne), Maison ouverte NHK (Tokyo), Conférence TVHD (New York).

On espère même incorporer des renseignements récents dans les textes de la Commission d'études 11 du CCIR pour la XVIIe Assemblée plénière. Si l'on considère les travaux déjà accomplis et les renseignements attendus, il semble que les instructions données aux divers GTI et GTIM telles qu'elles sont définies dans les décisions pertinentes, sont généralement satisfaisantes mais certaines doivent maintenant refléter des modifications importantes qui résultent du Rapport EX/11.

Il convient de considérer ces développements parallèlement à la complexité croissante des liens qui existent entre tous les secteurs d'activité impliqués. Malgré les progrès importants accomplis depuis 1987, il ne sera peut-être pas possible d'achever toutes les études avant la XVIIe Assemblée plénière. Certaines administrations demandent à reporter la spécification de certains paramètres lors de la prochaine période d'études, mais toutes admettent que des efforts doivent être déployés pour spécifier la plupart d'entre eux avant la fin de la présente période d'études.

Compte tenu de la complexité de la tâche à accomplir, il convient de veiller à l'harmonisation des travaux au sein de la Commission d'études 11 et aussi avec les autres organisations étroitement impliquées pour garantir la pertinence et la cohérence des travaux. Il est absolument nécessaire de prendre en considération le lien de plus en plus étroit qui existe entre les activités radiodiffusion et les activités non-radiodiffusion, en particulier en ce qui concerne les équipements et les spécifications. Ceci concerne principalement les équipements grand public et les équipements de télécommunication. La Commission d'études 11 invite donc les organisations concernées engagées dans les activités de normalisation sur ces aspects liés à la TVHD à coopérer afin d'obtenir le maximum d'efficacité dans les travaux de toutes les parties concernées. On pourrait envisager la constitution d'un groupe ad hoc au cours de la Réunion finale de la Commission d'études 11 chargé d'assurer l'harmonisation avec les autres activités concernées de l'UIT (CMTT et Commissions d'études concernées du CCITT) ainsi qu'avec la CEI et l'ISO. Dans l'intervalle, tous les participants aux travaux de la Commission d'études 11 sont invités à soumettre des contributions sur ce sujet à la Réunion finale.

## 5. Conclusion

A sa Réunion extraordinaire, la Commission d'études 11 a épuisé avec succès tous les points qui figuraient dans son ordre du jour, élaboré quatre projets de Recommandation sur la TVHD et un total de dix nouveaux Rapports ou mis à jour. Les conclusions de cette réunion méritent d'être notées, il s'agit du premier rapport de synthèse qui reflète tous les aspects de l'harmonisation mondiale en matière de TVHD. Ce travail a été rendu possible grâce à la collaboration de nombreuses administrations et des autres participants aux GTI du CCIR, à la planification, à l'organisation et à la tenue de cette Réunion extraordinaire. Il convient également de citer les très nombreuses et très intéressantes contributions qui ont été soumises ainsi que l'abnégation de tous les participants qui aura permis le succès de cette réunion marquante sur la TVHD. Les résultats seront sans nul doute considérés comme un grand pas vers la mise en oeuvre à l'échelle mondiale d'un système de TVHD harmonisé et reliant toute l'humanité.





SECTION 11ExA - PROJETS DE RECOMMANDATIONS

PROJET DE RECOMMANDATION XA/11

VALEURS DE CERTAINS PARAMETRES DE BASE POUR LA NORME TVHD  
POUR LA PRODUCTION EN STUDIO ET POUR L'ÉCHANGE  
INTERNATIONAL DE PROGRAMMES  
(Question 27/11)

Le CCIR,

CONSIDERANT

- a) que la télévision à haute définition (TVHD) suscite actuellement beaucoup d'intérêt et fait l'objet de nombreux travaux dans le monde;
- b) que ces travaux relèvent de la Question 27/11 et des Programmes d'études correspondants;
- c) que les valeurs des paramètres d'une norme de studio de TVHD doivent être choisies pour faciliter:
  - la mise en place de services de TVHD et
  - l'échange international de programmes;

RECOMMANDE

que les paramètres suivants soient utilisés pour la production de signaux dans les studios de télévision à haute définition et pour l'échange international de programmes.

1. Conversion optoélectronique

Point	Caractéristiques	
	Paramètres	Valeur
1.1	Caractéristique de transfert optoélectronique avant précorrection non linéaire	Supposée linéaire
1.2	Caractéristique de transfert électro-optique	à l'étude, voir l'annexe, § 1
1.3	Coordonnées de chromaticité supposées (CIE 1931) pour les couleurs primaires	à l'étude, voir l'annexe, § 1
1.4	Chromaticité supposée pour les signaux primaires égaux - $E_R = E_G = E_B$ (Blanc de référence)	$D_{65}$
		x                      y
		0,3127      0,3290

Remarque - Les valeurs de paramètre recommandées proviennent des propositions 1125/60 et 1250/50 exposées dans la Partie 5 du Rapport 801-3.

2. Caractéristiques de l'image

Point	Caractéristiques	
	Paramètre	Valeur
2.1	Format d'image (H/V)	16:9
2.2	Pixels par ligne active	1920
2.3	Arrangement des pixels	orthogonal
2.4	Format des pixels (h/v)	à l'étude voir § 2 de l'annexe
2.5	Lignes actives par image	à l'étude voir § 2 de l'annexe

3. Caractéristiques de balayage

Point	Caractéristiques	
	Paramètre	Valeur
3.1	Ordre de balayage des pixels	de gauche à droite et de haut en bas
3.2	Fréquence d'image	à l'étude, voir le § 3 de l'annexe
3.3	Rapport d'entrelacement	à l'étude, voir le § 3 de l'annexe

4. Format du signal

Point	Caractéristiques	
	Paramètre	Valeur
4.1	Précorrection non linéaire conceptuelle des signaux primaires	$\gamma = 0,45$
4.2	Définition du signal de luminance, $E'_y$	à l'étude, voir le § 4 de l'annexe
4.3	Définition des signaux de différence de couleur $E'_P$ $E'_P$ (codage analogique) <sub>B R</sub>	$E'_{P_R} = a(E'_R - E'_y)$ $E'_{P_B} = b(E'_B - E'_y)$ (1)
4.4	Définition des signaux de différence de couleur $C_1, C_2$ (codage numérique)	$C_1 = c(E'_R - E'_y)$ $C_2 = d(E'_B - E'_y)$ (1)

(1) a, b, c et d sont des coefficients liés aux valeurs indiquées aux points 1.3 et 1.4. Le calcul est le même mais les valeurs des coefficients diffèrent en fonction de l'échelle utilisée.

5. Représentation analogique

Les niveaux sont indiqués en millivolts mesurés à travers une terminaison à 75 ohms.

Point	Caractéristiques	
	Paramètre	Valeur
5.1	Niveau nominal - $E'_Y, E'_G, E'_R, E'_B$	Noir de référence - 0 Blanc de référence - 700 à l'étude
5.2	Niveau nominal - $E'_{P_B}, E'_{P_R}$	à l'étude, voir le § 5 de l'annexe
5.3	Format de synchronisation	Bipolaire à trois niveaux (voir la Figure 1)
5.4	Référence temporelle	(voir la Figure 1)
5.5	Niveau de synchronisation	$\pm 300$
5.6	Période de suppression de trame horizontale	à l'étude, voir le § 5 de l'annexe
5.7	Période de suppression de trame verticale	à l'étude, voir le § 5 de l'annexe

6. Représentation numérique

Point	Caractéristiques	
	Paramètre	Valeur
6.1	Signaux à coder	R, G, B ou $Y_1$ , $C_1$ , $C_2$
6.2	Nombre d'échantillons par ligne active R, G, B, Y $C_1$ , $C_2$	1920 960
6.3	Nombre d'échantillons par ligne complète R, G, B, Y $C_1$ , $C_2$	à l'étude, voir le § 6 de l'annexe
6.4	Structure d'échantillonnage R, G, B, Y	orthogonale, qui se répète à chaque ligne d'image
6.5	Structure d'échantillonnage $C_1$ , $C_2$	coïncident l'un avec l'autre et avec un échantillon de luminance sur deux
6.6	Codage des signaux	MIC à quantification uniforme avec au moins 8 bits par échantillon. A l'étude, voir le § 6 de l'annexe
6.7	Niveau nominal R, G, B, Y	noir de réf. blanc de réf. A l'étude, voir le § 6 de l'annexe
6.8	Niveau nominal $C_1$ , $C_2$	noir de réf. crête de réf. A l'étude, voir le § 6 de l'annexe
6.9	Mots de synchronisation	A l'étude, voir le § 6 de l'annexe
6.10	Fréquence d'échantillonnage R, G, B, Y	multiple entier de 2,25 MHz
6.11	Fréquence d'échantillonnage $C_1$ , $C_2$	la fréquence d'échantillonnage de différence de couleur est égale à la moitié de la fréquence d'échantillonnage de luminance

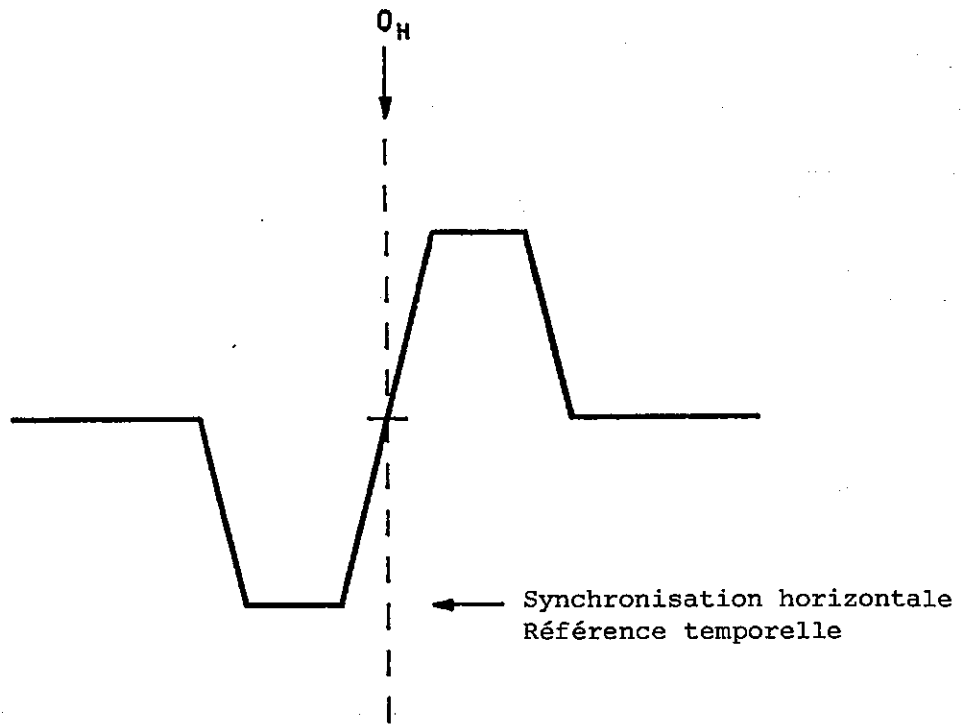


FIGURE 1

Format de synchronisation et référence temporelle

(L'onde est symétrique par rapport à son point de croisement avec l'axe  $O_H$ )

Annexe: 1

ANNEXE

Remarques concernant les valeurs des paramètres de studio  
de TVHD non encore approuvées

1. Conversion opto-électronique

Dans le Document [CCIR, 1986-90a], l'UER indique que les couleurs primaires donnant une gamme plus étendue, fondée sur le rouge et le vert NTSC et le bleu UER, ont été rejetées pour des raisons relatives à la pratique actuelle et aux contraintes techniques. Cet organisme estime qu'il ne faudrait pas laisser passer l'occasion de choisir une gamme de couleurs plus étendue. Une opinion analogue est avancée dans le Document [CCIR, 1986-90b] et dans le Document [CCIR, 1986-90c].

Il y a deux possibilités: l'une [CCIR, 1986-90d] est liée aux écrans cathodiques actuels. L'autre [CCIR, 1986-90e] vise à obtenir un maximum de couleurs de surface réelles, même si les écrans actuels ne peuvent pas les reproduire.

[CCIR, 1986-90d]		[CCIR, 1986-90e]	
x	y	x	y
R 0,630	0,340	R 0,6915	0,3083
G 0,310	0,595	G 0,0000	1,0000
B 0,155	0,070	B 0,1440	0,0297

Il existe également un accord sur la caractéristique de transfert opto-électronique de la source avant précorrection non linéaire (point 1.1): on suppose qu'elle est linéaire [CCIR, 1986-90a, e, d].

La caractéristique de transfert global supposée est différente (selon le gamma supposé de l'appareil de reproduction). Dans le [CCIR, 1986-90e], elle est de 1,26. Dans le [CCIR, 1986-90d], le gamma global est de 1.

Dans cette dernière proposition, des équations précises sont définies pour la caméra de référence et pour l'appareil de reproduction de référence, un gain maximal de 4 étant spécifié dans la précorrection non linéaire de la caméra. Il est noté que ceci limite le contraste reproductible (avec un gamma global de 1), mais conduit aussi à une petite réduction du bruit et à une plus grande précision de la conversion entre formes linéaires et formes non linéaires.

Même si on la définit différemment, une précorrection non linéaire théorique des signaux suivant une loi de puissance avec un exposant gamma: 0,45 [CCIR, 1986-90a, d et e] est approuvée.

Le GTI 11/6 a établi un Groupe d'experts qu'il a chargé de proposer des valeurs pour les paramètres de colorimétrie et les caractéristiques de transfert. Voir [CCIR 1986-90f].

2. Caractéristiques de l'image

Ces aspects qui sont liés à la manière dont l'image de télévision doit être construite pour obtenir la norme mondiale unique de studio comme souhaité par toutes les administrations, ont été longuement débattus.

La difficulté réside dans la détermination d'un moyen permettant d'atteindre cet objectif, notamment en raison des problèmes liés à la fréquence de trame ou d'image.

Outre l'approche directe, en une étape, d'une norme unique, des documents ont été présentés suggérant deux approches principales des problèmes précités. L'une d'elles est une norme à "format d'image commun", qui pourrait être utilisée à une fréquence d'image ou de trame en fonction des applications. L'autre est basée sur le "débit de données commun" inhérent à la Recommandation 601.

L'approche norme à "format d'image commun" est basée sur l'intérêt, à long terme, qu'il y a à avoir une structure d'image qui ne soit pas liée au format de télévision actuel, car le client aura vraisemblablement à sa disposition une multiplicité de sources d'information et que la structure de balayage actuelle risque de ne pas être une forme de visualisation optimale. Une proposition est une structure de 1920 pixels horizontaux par ligne (liée à la Recommandation 601) sur 1080 pixels verticaux par image qui donne des pixels carrés.

L'approche norme à "débit de données commun" prend en compte les problèmes économiques et opérationnels qui risquent de se poser si l'on cesse d'utiliser les formats de balayage actuels (c'est-à-dire 625/50 et 525/59,94) à court ou moyen terme. Une telle approche peut être considérée comme la voie vers une norme mondiale unique de studio et non comme un but en soi [CCIR, 1986-90g].

Les paramètres sur lesquels aucun accord n'a encore été conclu et qu'il convient d'étudier d'urgence sont les suivants:

- Caractéristiques spatiales:
  - forme des pixels: un pixel carré est considéré comme un objectif souhaitable mais conduit à des normes de ligne qu'il est impossible de relier directement aux formats actuels;
  - nombre de lignes actives par image: ce paramètre est fixé par définition si la forme des pixels est déterminée comme ayant une valeur fixe.
- Caractéristiques temporelles:
  - entrelacement: ceci peut affecter les caractéristiques spatiales;
  - fréquence d'image. Voir plus loin (§ 3);
  - fréquence d'échantillonnage: elle est fonction de la fréquence de ligne, de la fréquence d'image et du nombre d'échantillons par ligne. D'après certaines contributions, il y aurait des avantages certains, au plan économique comme au plan de l'exploitation, à adopter des formats ayant des débits de données égaux.

Les valeurs des paramètres pour le format d'image (16:9) et le nombre d'échantillons par ligne active (1920) sont approuvées; par conséquent, dans le cas d'un "format d'image commun", le nombre de lignes actives par image et le format des pixels sont interdépendants. Dans le cas d'une norme à débit commun, le nombre total de lignes et la fréquence d'image sont interdépendants et liés à la fréquence d'échantillage commune.

Le Document [CCIR, 1986-90h] indique que 1792 échantillons par ligne active et 1024 lignes actives par image produisent des éléments d'image carrés. De plus, les nombres sont des multiples de 256, nombre qui convient mieux quand on envisage des applications informatiques et que l'on utilise des détecteurs à DTC et des visualisations par panneaux plats numériques. Cela change aussi le format d'image en 7:4, qui reste néanmoins très proche de 16:9.



3. Caractéristiques de balayage

Lorsqu'on choisit une fréquence d'image, il faut prendre en considération 2 facteurs principaux:

- le rendu du mouvement,
- la relation avec le film et avec les systèmes de TV actuels et futurs.

Le rendu du mouvement est influencé surtout par la fréquence d'image choisie et la résolution dynamique est améliorée si l'on ajoute une obturation à la caméra.

La fréquence d'image comme le rapport d'entrelacement sont importants pour un certain nombre de raisons bien connues.

4. Format du signal

Dans [CCIR, 1986-90e], la colorimétrie du système est fondée sur une luminance constante et de nouvelles primaires. On a pris soin, dans la définition de ces primaires, de permettre une émission compatible des signaux TVHD dans un format HDMAC.

L'influence de ce nouveau concept sur les signaux en composantes est importante et les raisons de ce choix sont exposées dans [Melwig et Schäfer]. La meilleure séparation, par codage constant de luminance, des signaux de luminance et de chrominance permet une plus grande netteté des couleurs et une résistance accrue au brouillage sur le canal de chrominance. Ce concept ouvre la voie à une meilleure utilisation de nouvelles technologies de visualisation, avec un élargissement de la gamme des couleurs reproductibles.

Dans les systèmes de télévision actuels (voir le Rapport 624), les signaux de différence de couleur et de luminance transmis sont obtenus par matricage linéaire des signaux primaires corrigés en gamma  $E'_R$ ,  $E'_G$  et  $E'_B$ , comme le montre la Figure A2 de [CCIR, 1986-90i]. Le même principe est employé dans le système de TVHD décrit dans [CCIR, 1986-90d] et dans [CCIR, 1986-90a]. Cette méthode donne de bons résultats sur une large gamme d'images naturelles et est facile à mettre en oeuvre.

[CCIR, 1986-90d]	[CCIR, 1986-90e]
$E'_Y = 0,212 E'_R + 0,701 E'_G + 0,087 E'_B$	$E'_Y = (0,3392 E_R + 0,6217 E_G + 0,0391 E'_B)^{0,45}$
$E'_{P_R} = \frac{E'_R - E'_Y}{1,576}$	$E'_{c1} = 1,8 (E'_R - E'_Y)$
$E'_{P_B} = \frac{E'_B - E'_Y}{1,826}$	$E'_{c2} = 0,8 (E'_B - E'_Y)$

On trouvera la procédure complète de calcul du signal  $E'_y$  à l'aide du principe de "luminance constante" dans [CCIR, 1986-90i]. La principale différence, outre le coefficient lié aux deux ensembles de primaires, se situe dans le calcul du signal de luminance: dans un cas on applique une précorrection non linéaire avant le matriçage, dans l'autre cas on l'applique après.

Cette question est aussi étudiée par le Groupe d'experts du GTI 11/6.

5. Représentation analogique

Il est courant, dans les systèmes de télévision actuels, de baser les niveaux vidéo composite sur une amplitude crête-à-crête de 1 volt, ce qui donne une amplitude crête-à-crête de 700 mV pour l'image du signal.

Le système de TVHD décrit au § 2.2 du Rapport AZ/11 est spécifié selon cette pratique, le signal de luminance étant situé entre 0 et 700 mV les signaux de différence de couleur (bipolaires) étant situés entre 0 et  $\pm 350$  mV. Dans le système décrit dans [CCIR, 1986-90e], le signal de luminance se situe entre 0 et 1 000 mV et les signaux de différence de couleur entre 0 et  $\pm 650$  mV. La variation entre 0 et 1 000 mV conduit à une relation plus simple entre équations et signaux sans dégradation des processus.

6. Représentation numérique

Ces valeurs sont actuellement étudiées par le GTI 11/7.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MELWIG, R. et SCHOFER, M. [1988] Colorimetry and constant luminance coding in a compatible HD-MAC system. IGE London Conference Publication 243 (IBC'88).

Documents du CCIR:

- [1986-90]: a. 11/126 (UER)  
b. GTI 11/6 - 2081 (Etats-Unis d'Amérique)  
c. GTI 11/6 - 2073 (Canada)  
d. GTI 11/6 - 2030 (Japon)  
e. GTI 11/6 - 2023(Rév.1) (Belgique, et autres)  
f. GTI 11/6 - 2108 (Canada)  
g. GTI 11/6 - 2048 (BBC)  
h. GTI 11/6 - 1041 (Italie)  
i. GTI 11/6 - 2061 (France).
-

PROJET DE RECOMMANDATION XB/11

METHODE SUBJECTIVE D'EVALUATION DE LA QUALITE D'IMAGE DE  
TELEVISION A HAUTE DEFINITION

(Questions 3/11 et 27/11)

Le CCIR,

CONSIDERANT

- a) qu'un certain nombre d'administrations et d'organisations dans le monde évaluent actuellement des systèmes de télévision à haute définition et que dans de nombreuses régions du monde la radiodiffusion TVHD va vraisemblablement devenir le premier média du XXI<sup>e</sup> siècle;
- b) que les évaluations subjectives sont vitales pour la conception et le choix de systèmes de TVHD;
- c) que la Recommandation 500-3 (MOD I) du CCIR décrit pour l'évaluation des systèmes de télévision conventionnels (625/50 et 525/60), un certain nombre de méthodes subjectives préférentielles, dont de nombreux détails méthodologiques sont également adaptés au contexte de la TVHD;
- d) que, cependant, il peut sembler utile de clarifier les méthodes d'évaluation et les conditions d'observation appropriées à la TVHD, dans les domaines clé actuellement à l'étude, au moyen d'une Recommandation particulière,

RECOMMANDE [A L'UNANIMITE]

1. que les évaluations subjectives de la qualité des images des systèmes de télévision à haute définition, soient effectuées avec les conditions d'observation indiquées en Annexe;
2. que l'évaluation subjective de la qualité globale des images de TVHD fournies par un système d'émission soit effectuée en utilisant la méthode à double stimulus utilisant une échelle continue de qualité [Recommandation 500-3 (MOD I)] avec la norme studio TVHD comme référence<sup>1</sup>;
3. que l'évaluation du comportement d'un système d'émission TVHD en cas de défaillance de la transmission soit effectuée au moyen de la méthode à double stimulus utilisant une échelle de dégradation [Recommandation 500-3 (MOD I)] avec, comme référence, soit l'image du studio TVHD, soit l'image de l'émission non dégradée<sup>1</sup>;
4. qu'en cas d'absence de référence de haute qualité, la méthode utilisant une échelle graphique ou la méthode utilisant une échelle d'évaluation des rapports soit retenue pour l'évaluation de la qualité globale des images fournies par un système de studio de TVHD (avant ou après traitement) (voir le Rapport 1082(MOD I));

---

<sup>1</sup> Il convient de tenir compte des indications du Rapport 1082(MOD I) quant à de possibles différences linguistiques dans l'utilisation des termes "qualité" et "dégradation".

5. que, si une référence de haute qualité est disponible, la méthode à double stimulus utilisant une échelle continue de qualité soit retenue pour l'évaluation de la qualité globale des images fournies par un système de studio TVHD<sup>1</sup> (avant ou après traitement);
6. que, pour l'interprétation de résultats d'études particulières, il soit dûment tenu compte de toute limitation effective que peuvent imposer les techniques courantes sur les résultats de l'étude (par exemple, les effets de bord des équipements de prise de vue ou de présentation d'images);
7. que l'on prenne soin de mettre en évidence l'influence du format de présentation des images quand il n'est pas celui du système de base (par exemple, suite à conversion ascendante). Des évaluations pourront être faites pour tenir compte des différents formats, s'il y a lieu.

Annexe: 1

---

<sup>1</sup> Il convient de tenir compte des indications du Rapport 1082 (MOD I) quant à de possibles différences linguistiques dans l'utilisation des termes "qualité" et "dégradation".

ANNEXE

TABLEAU 1

Condition	Sujet	Valeurs <sup>(1)</sup>
a	Rapport de la distance d'observation sur la hauteur de l'image	3
b	Luminance maximale de l'écran (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(2)</sup>	150 - 250
c	Rapport de la luminance du tube image inactif (faisceaux coupés) sur la luminance maximale <sup>(3)</sup>	≤ 0,02
d	Rapport de la luminance de l'écran affichant seulement le niveau du noir dans une salle complètement noire à celle du blanc maximum <sup>(4)</sup>	environ 0,01
e	Rapport de la luminance de l'arrière-plan derrière le moniteur image à la luminance maximale de l'écran	environ 0,15
f	Eclairage de la salle dû à d'autres sources <sup>(5)</sup>	faible
g	Chromaticité de l'arrière-plan	D <sub>65</sub>
h	Angle sous-tendu par la zone d'arrière-plan satisfaisant les conditions ci-dessus <sup>(6)</sup> . Cela doit être respecté pour tous les observateurs	58° H x 83° L
i	Placement des observateurs	à l'intérieur d'un angle horizontal de ± 30° dont le sommet est le centre de l'écran. La limite verticale est à l'étude.
j	Dimensions de l'écran <sup>(7)</sup>	1,4 m (55 pouces)

(1) Les valeurs b et j sont spécifiées dans le Rapport AT/11(MOD Ex) du CCIR. Sachant qu'il peut ne pas être possible de réaliser toutes ces conditions pour les tests, des valeurs de remplacement sont données à titre temporaire. Il doit être mentionné cependant, que les résultats des tests effectués dans ces conditions provisoires ne seront en général pas comparables avec ceux obtenus dans des situations pour lesquelles les conditions nominales du Rapport AT/11(MOD Ex) s'appliquent.

- (2) La luminance maximale de l'écran correspond à un signal vidéo ayant une amplitude de 100%. Des valeurs  $\geq 70$  cd/m<sup>2</sup> pourront être utilisées jusqu'à ce que ce niveau spécifié soit techniquement réalisable.
  - (3) Il est possible que cette caractéristique soit influencée par l'éclairement de la salle et par la gamme de contraste sur l'écran.
  - (4) Le niveau du noir correspond à un signal vidéo ayant une amplitude de 0%.
  - (5) L'éclairement de la salle doit être ajusté de sorte à rendre possible les conditions c et e.
  - (6) Un minimum de 28° H x 48° L est recommandé.
  - (7) Des valeurs  $\geq 76,2$  cm (30") pourront être utilisées si des écrans à la dimension spécifiée ne sont pas disponibles.
-

PROJET DE RECOMMANDATION XC/11\*

ENREGISTREMENT D'IMAGES DE TVHD SUR FILM

(Question 18-2/11, Programme d'études 18T-1/11)

Le CCIR,

CONSIDERANT

- a) la nécessité, pour les radiodiffuseurs et les producteurs de programmes, de transférer des programmes de TVHD sur film 35 mm;
- b) le format 16:9 établi pour l'image de TVHD;
- c) le contenu de la norme ISO 2906 concernant la surface d'image délimitée par la fenêtre de la caméra sur les films cinématographiques 35 mm,

RECOMMANDE [A L'UNANIMITÉ]

que, lors du transfert d'images de TVHD sur film 35 mm, les dimensions de l'image sur le film correspondent à celles indiquées sur la Figure 1 et dans le Tableau I.

---

\* Le Directeur du CCIR est prié de porter cette Recommandation à l'attention du Directeur de l'ISO.

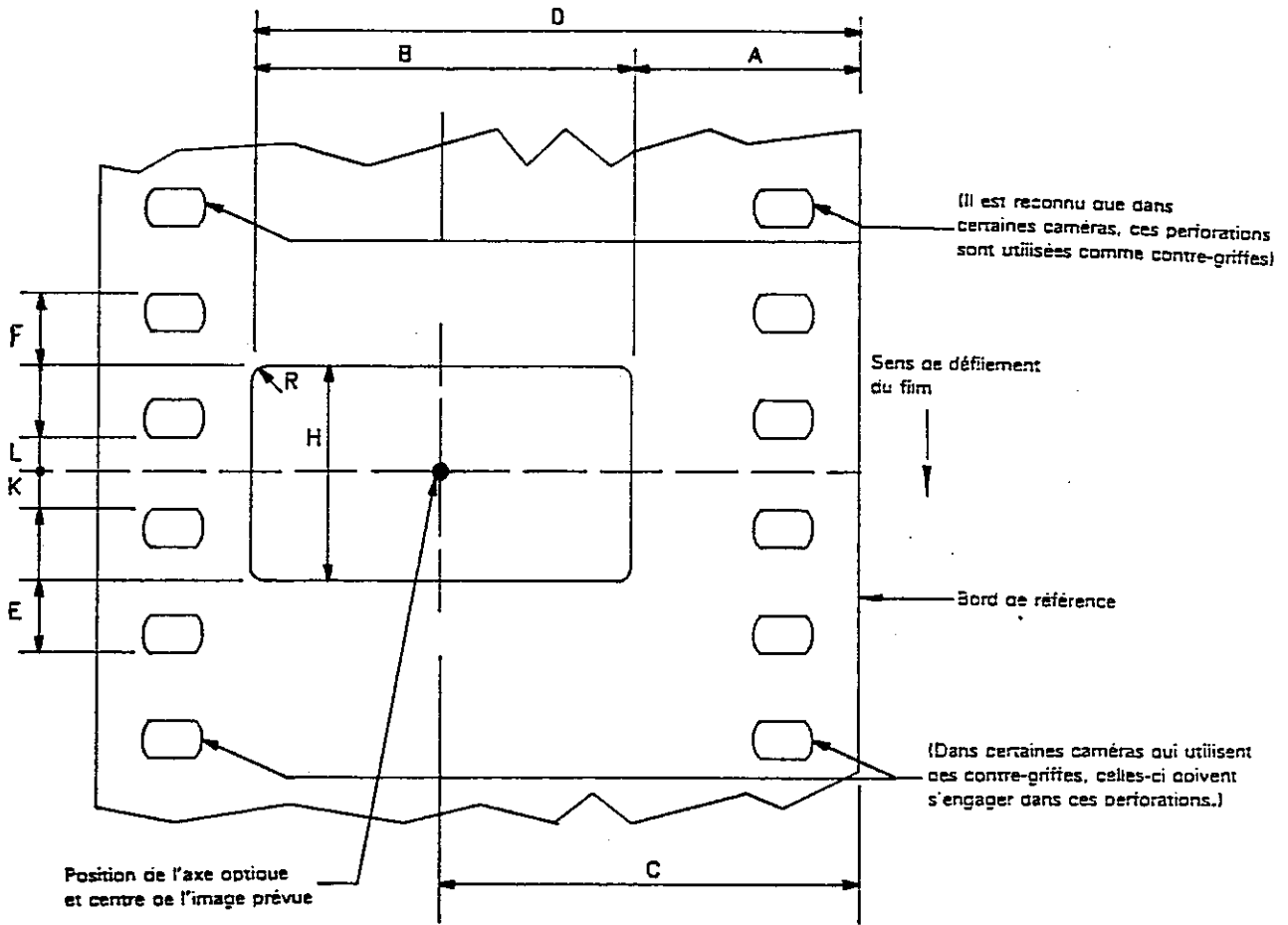


FIGURE 1

Images de TVHD sur film



TABLEAU I

Cotes de l'image TVHD sur film

Dimension	mm
A (max)	7,80*
B (min)	21,95*
C (nominal)	18,75*
D (min)	29,75*
H	12,34 + 0,05 - 0,00
R (max)	0,8
K, L	à peu près égal*
E, F	égal $\pm$ 0,1*

\* Suivant les spécifications de la norme ISO 2906

Note 1 - Les mesures de l'image doivent être effectuées sur un film récemment exposé et développé.

Note 2 - Le bord horizontal de l'image doit être sensiblement perpendiculaire au bord du film, le bord vertical étant parallèle au bord du film.

Note 3 - La Figure 1 montre le film vu de l'intérieur de la caméra, en regardant vers l'objectif.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ISO [1984] - Norme ISO 2906 - Cinématographie - Surface d'image délimitée par la fenêtre de la caméra sur les films cinématographiques 35 mm.

---

PROJET DE RECOMMANDATION XD/11

ECHANGE INTERNATIONAL DE PROGRAMMES PRODUITS  
ELECTRONIQUEMENT PAR LE MOYEN DE  
LA TELEVISION A HAUTE DEFINITION

(Question 18/11)

Le CCIR,

CONSIDERANT

- a) qu'il sera nécessaire aux radiodiffuseurs d'échanger des programmes réalisés en télévision à haute définition;
- b) que les programmes produits selon cette technique et enregistrés sur bande vidéo peuvent être convertis en film 35 mm à 24/25 images/s mais moyennant une certaine perte de résolution spatiale et une importante perte de résolution temporelle;
- c) que la conversion du film à la télévision à haute définition peut aussi conduire à une perte supplémentaire de résolution spatiale,

RECOMMANDE [A L'UNANIMITE]

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, afin de conserver la qualité la meilleure.

---

Rapport 801-3, Partie 1

SECTION 11 Ex B - RAPPORTS

RAPPORT 801-3

ETAT ACTUEL DE LA TELEVISION A HAUTE DEFINITION DANS LE MONDE

PARTIE 1 - INTRODUCTION

La télévision est l'un des moyens de communication les plus largement répandus. La prochaine étape de développement de la télévision sera la mise au point d'un système à haute définition sur grand écran et verra la naissance d'un nouveau système de télévision qui sera communément utilisé dans le monde entier. Ce système remplira la même fonction encore mieux, et sera un outil puissant au service d'autres utilisations. Il pourra s'agir de production de film pour le cinéma et pour la télévision, d'imprimerie, d'applications médicales et de travaux scientifiques.

En se mettant à produire en haute définition, on ouvre des possibilités nouvelles de simplification de l'échange de programmes et de rapprochement entre la production de programmes pour la télévision et pour le cinéma. Une norme unique irait dans l'intérêt des producteurs comme des organismes de radiodiffusion.

La Figure 1, qui part d'une idée suggérée par le Professeur Krivocheev, est un schéma simplifié de ce que sera l'environnement futur de la télévision à haute définition pour les aspects relatifs à la radiodiffusion. L'élément central en est le centre de production de télévision à haute définition, dont les activités en matière de production et d'échange de programmes seront comparables à celles des centres de production d'aujourd'hui. Bien que la plupart des activités de ce centre s'effectuent en haute définition, il faudra lui permettre de travailler avec un certain nombre de contributions réalisées avec d'autres formats, tels que la télévision actuelle à 525 ou 625 lignes sous forme analogique ou numérique, le film, etc. L'introduction de la télévision à haute définition offre une nouvelle occasion de simplifier les échanges de programmes tant en direct qu'enregistrés.

Une particularité de la production en télévision à haute définition est son aptitude à la fabrication de film pour projection au cinéma. De ce fait, un transfert vidéo-film de haute qualité sera particulièrement important pour le centre de production.

En sortant du centre de production, les signaux de télévision à haute définition seront acheminés vers le réseau de distribution par l'interface de distribution "radiodiffusion". L'acheminement vers le téléspectateur peut s'effectuer par un ou plusieurs procédés, parmi lesquels la radiodiffusion terrestre (par exemple VHF ou UHF), les satellites, les câbles (par exemple, coaxiaux ou fibres - les fibres optiques sont considérées comme l'un des supports les plus prometteurs pour la TVHD à large bande), ou les supports pré-enregistrés (par exemple des cassettes ou des disques). Chacun a des caractéristiques particulières. En conséquence, le signal de télévision à haute définition doit être converti en une forme qui convienne à chaque procédé de distribution. Cette opération s'effectuera dans un codeur ou un convertisseur entre le signal de télévision à haute définition à l'interface "radiodiffusion" et le support de distribution.

## Rapport 801-3, Partie 1

Le choix du téléspectateur en matière de procédé de distribution peut avoir des conséquences sur le niveau du service haute définition ou amélioré qu'il reçoit. Ces niveaux peuvent être la télévision à haute définition à large bande, la télévision à haute définition à bande réduite ou la télévision améliorée à 525 ou 625 lignes (voir aussi le Rapport XK/11).

Le récepteur de télévision à haute définition grand public doit recevoir les services en haute définition ou les services de télévision améliorée; il y aurait intérêt à ce qu'il puisse recevoir aussi d'autres services, comme la télévision à 525 ou 625 lignes. Un tel récepteur devra comporter les traitements des signaux nécessaires pour reconstruire, aussi précisément que possible, l'image présentée à l'interface de distribution "radiodiffusion". Ces traitements de signaux peuvent aussi comporter une conversion à des formats supérieurs de visualisation, du filtrage de bruit, etc. Suivant la stratégie de diffusion adoptée, les récepteurs grand public à 525 ou 625 lignes pourront ou non extraire un signal utilisable à leur niveau d'un service de télévision à haute définition ou de télévision améliorée.

Pour des raisons d'exploitation et d'après l'expérience acquise, il importe, bien entendu, que les relations mutuelles entre chaque partie du réseau de TVHD (de la production à l'émission, en passant par la contribution et la distribution) soient prises en considération pour une évaluation globale du système de TVHD. De plus, il faut se faire une opinion des modalités de mise en oeuvre du nouveau système de TVHD. Pour cela, on tiendra compte des dispositions existantes pour la télévision classique et des avantages/inconvénients que peuvent offrir, des points de vue opérationnel et économique, les différentes hypothèses concernant les normes de studio, de transmission, d'émission et les méthodes de distribution disponibles.

Enfin, la technologie nécessaire pour les traitements d'image complexes mis en jeu dans la chaîne de diffusion suit bien le développement de la TVHD et bénéficie de la synergie avec les technologies de l'informatique et des télécommunications. La mise au point de dispositifs appropriés de visualisation pour le grand public demande encore un effort considérable.

On a déjà rassemblé les premiers résultats des études faites au titre du Programme d'études 18U/11 [CCIR, 1986-90a]. Il faut être conscient du fait que ces études doivent être intensifiées en étroite coopération avec des organisations telles que la CEI et l'ISO, pour pouvoir tenir compte pleinement des conditions à satisfaire pour la mise en oeuvre de la TVHD à l'intention de médias autres que la radiodiffusion: cinéma, arts graphiques, applications médicales, travaux scientifiques et vidéoconférence.

De plus, il faut tenir compte de la transmission des signaux de TVHD par les nouveaux canaux ou réseaux numériques, définis par exemple dans la Recommandation I.121 du CCITT "Aspects large bande du RNIS" qui a été adoptée par la IXe Assemblée plénière de cet organisme à la fin de 1988. Pour ces nouveaux réseaux, la définition des nouveaux services, y compris ceux liés à la TVHD, doit être spécifiée comme indiqué dans une note de liaison [CCIR, 1986-90b] de la Commission d'études I du CCITT à la Commission d'études 11 du CCIR.

Les progrès futurs qui seront enregistrés dans ces études pourront aider le CCIR à définir un ensemble complet de paramètres pour une norme mondiale unique de production de TVHD.

Rapport 801-3, Partie 1

Le présent Rapport résume les résultats obtenus dans le monde à partir des études et des expériences menées au titre de la Question 27/11. Voir aussi le Rapport 630 pour l'enregistrement vidéo et le Rapport 1075 pour la radiodiffusion par satellite.

Le Rapport XF/11 sur les mesures objectives, le Rapport AT/11 sur les évaluations subjectives, le Rapport XE/11 sur l'évolution future de la TVHD et le Rapport XK/11 sur la distribution des programmes dans un environnement multimédia doivent aussi être pris en considération.

Documents du CCIR

[1986-90]: a. 11/336 (GTIM 10-11/4); b. 11/394 (CCITT)

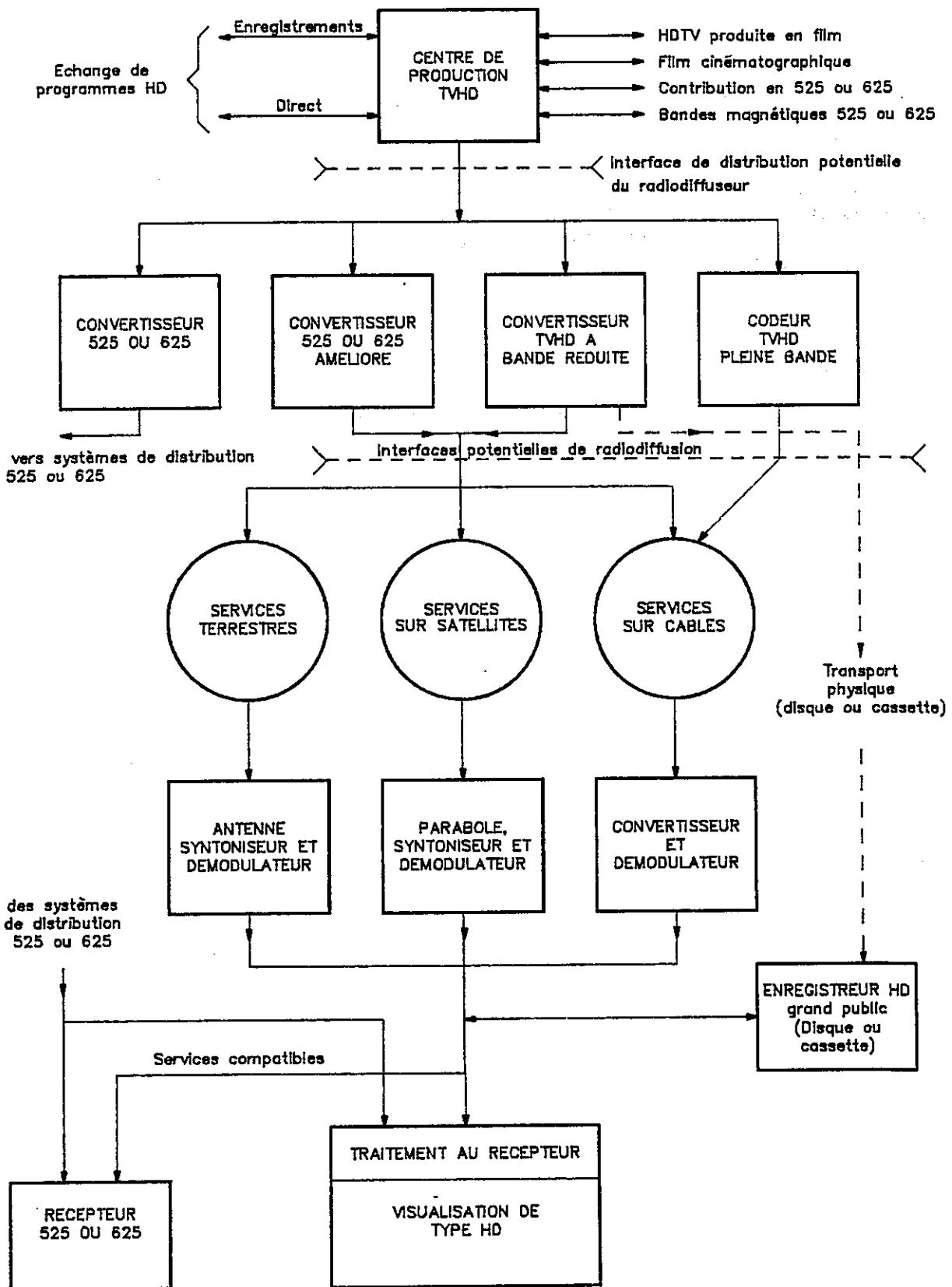


FIGURE 1

Diffusion de la TVHD: L'environnement à venir

Rapport 801-3, Partie 2

PARTIE 2 - ACTIVITES DU CCIR

AU CCIR, l'étude de la TVHD est à l'ordre du jour depuis plusieurs années, les premiers travaux sur les principes de base relatifs aux images de TVHD ayant été effectués durant la période d'études 1974-1978. Depuis lors, les travaux se sont beaucoup accélérés et l'étude de tous les aspects de la TVHD - depuis la caméra jusqu'à la visualisation, en passant par l'enregistrement, la production et l'émission - a été traitée avec sérieux et considérée comme urgente. Les travaux du CCIR dans le domaine de la TVHD sont du ressort de la Commission d'études 11, mais certaines études portant sur l'enregistrement et l'émission par satellite sont effectuées conjointement avec la Commission d'études 10, respectivement au sein des Groupes de travail mixtes 10-11/R et 10-11/S. La transmission est étudiée par la CMTT.

On trouvera ci-après un bref exposé sur les structures adoptées pour l'exécution de ces travaux, ainsi que des indications sur l'état de leur avancement.

1. Premiers résultats (1974-1986)

Les travaux du CCIR sur la TVHD ont commencé par l'adoption de la Question 27/11, Télévision à haute définition.

L'adoption de cette Question a été suivie par l'adoption et/ou la modification de plusieurs Questions, Programmes d'études, Résolutions et Décisions ayant pour objet d'introduire le concept de la TVHD et de promouvoir une étude appropriée de celle-ci.

La Commission d'études 11 a élaboré deux Programmes d'études pour donner suite à la Question 27/11: le Programme d'études 27A/11, relatif à la compatibilité de la TVHD avec les normes existantes et les assignations de canaux de télévision, et le Programme d'études 27B/11, relatif aux techniques de présentation d'images pour la TVHD.

Au cours de la période 1974-1986, les Questions 1/11 (Normes de télévision en couleur) et 2/11 (Echange de programmes de télévision) ont été modifiées pour tenir compte de la TVHD. Celle-ci a été prise en compte également dans les Programmes d'études 2B/11 (Conversion entre normes de balayage) et 3A/11 (Evaluations subjectives de la qualité).

Par ailleurs, la Commission d'études 11 a adopté la Décision 58, qui porte sur la création du GTI 11/6 chargé d'étudier la TVHD, et elle a pris en considération la TVHD dans les Décisions 60 (GTI 11/7, Télévision numérique) et 66 (GTI 11/4, Evaluation subjective); conjointement avec la Commission d'études 10, elle a procédé de même pour la Décision 59 (Enregistrement vidéo). La XVIIe Assemblée plénière a adopté la Résolution 96, qui prévoyait la nécessité de convoquer une Réunion extraordinaire sur la TVHD vers la fin de la période d'études 1986-1990.

## Rapport 801-3, Partie 2

De concert avec la Commission d'études 10, la Commission d'études 11 a adopté deux Programmes d'études qui traitent de l'enregistrement des programmes de TVHD: le Programme d'études 18S/11 (Enregistrement des programmes de TVHD) et le Programme d'études 18T/11 (Enregistrement de la TVHD sur film). En outre, les deux Commissions d'études ont modifié la Question 2/10 et 11 (Caractéristiques des systèmes pour le service par satellite), et élaboré ou modifié les Programmes d'études 1E/10 et 11 (Etudes de partage), 2F/10 et 11 (Normes de télévision par satellite), 2M/10 et 11 (Radiodiffusion de TVHD par satellite) et 2N/10 et 11 (Services intégrés), pour tenir compte des études nécessaires sur la TVHD. Par ailleurs, les deux Commissions d'études ont établi la Décision 51 (GTIM 10-11/3, Radiodiffusion de la TVHD par satellite) pour faire avancer les études sur ce sujet.

### 2. Progress accomplis depuis 1986

Avant la Réunion intérimaire de 1987, la Commission d'études 11 avait déjà réalisé des travaux de très grande ampleur dans le domaine de la TVHD, spécialement au sein du GTI 11/6. De plus, lors de ces Réunions intérimaires, le Rapporteur principal de la Commission a fait procéder à un réexamen des Questions, Programmes d'études et Décisions, afin de stimuler et de coordonner les travaux consacrés à la TVHD. En conséquence, les Programmes d'études 25H/11 (Filtrage et échantillonnage dans le codage numérique), 25M/11 (Mesure et contrôle) et 25J/11 (devenu AL/11, Réduction du débit binaire dans le codage numérique) ont été modifiés pour tenir compte de divers aspects de la TVHD. En outre, deux projets de nouveaux Programmes d'études: 25N/11 (Interfaces pour les signaux numériques) et 3E/11 (Evaluation subjective de la TVHD) ont été adoptés pour traiter de certains de ces aspects. La Commission d'études a aussi adopté la Décision 74 qui prévoit la convocation de la Réunion extraordinaire sur la TVHD et elle a modifié les Décisions 42 (GTI 11/5, Rapports de protection), 58 (GTI 11/6, Normes de TVHD), 60 (GTI 11/7, Télévision numérique) et 66 (GTIM 11/4, Evaluation subjective), pour permettre l'exécution de travaux supplémentaires et la coordination des activités.

A sa Réunion intérimaire, la Commission d'études 11 a conservé le Rapport 801-2, "Etat actuel de la télévision à haute définition", établi lors de la période d'études précédente. Elle a aussi élaboré quatre nouveaux rapports qui traitent de divers aspects de la TVHD: AW/11, (Approches pour une norme mondiale unifiée de studio de TVHD numérique); AZ/11, (Rapport sur l'état des travaux relatifs à la télévision à haute définition); AU/11, (Une approche globale des systèmes de TVHD); et AT/11, (Evaluation subjective des images de télévision à haute définition). Le Groupe de travail mixte 10-11/S a mis à jour le Rapport 1075, (Télévision à haute définition par satellite), et le Groupe de travail mixte 10-11/R a adopté le projet de Rapport AQ/11, (Enregistrement de programmes de télévision à haute définition sur films cinématographiques).

En liaison avec la Commission d'études 10, la Commission d'études 11 a encore modifié le Programme d'études 18T/11, (Enregistrement de programmes de télévision à haute définition sur films cinématographiques), pour tenir compte de la nécessité d'échanger des programmes au plan international, et elle a élaboré le Programme d'études 18U/11, (Transfert de programmes de télévision à haute définition sur des supports de distribution pour le grand public sans faire appel à la radiodiffusion), pour tenir compte des utilisations hors



Rapport 801-3, Partie 2

radiodiffusion. Par ailleurs, les deux Commissions d'études ont modifié la Décision 51 (GTIM 10-11/3, Radiodiffusion par satellite de signaux de télévision à haute définition (TVHD) et insertion de plusieurs voies audio et/ou de données et/ou de voies image dans des canaux de radiodiffusion de Terre et par satellite ...), pour tenir compte de la nécessité d'effectuer des études plus poussées et de coordonner la TVHD. Dans le cadre de la Décision 72, le GTIM 10-11/3 a présenté des contributions sur la radiodiffusion de données dans un environnement de TVHD.

Lors de sa Réunion extraordinaire, la Commission d'études 11 a passé en revue les Questions, Programmes d'études et Décisions en vigueur, dans le but de mieux remplir ses responsabilités en matière de TVHD. On trouvera dans le reste de ce document des renseignements détaillés sur les progrès accomplis au cours de la Réunion extraordinaire.

### Rapport 801-3, Partie 3

#### PARTIE 3 - CONSIDERATIONS GENERALES SUR LES SYSTEMES DE TVHD

##### 1. Définition de la télévision à haute définition

Un système de télévision à haute définition est conçu pour permettre de regarder l'image à une distance d'environ trois fois sa hauteur, et de telle sorte que le système présente virtuellement pratiquement la même qualité scénique que celle de la scène originale, ou satisfasse les performances visuelles d'un spectateur ayant une acuité visuelle nominale. Les facteurs comprennent un meilleur rendu du mouvement et une meilleure perception de la profondeur.

Cela suppose généralement, par rapport aux systèmes de télévision classiques:

- une résolution spatiale, dans les sens vertical et horizontal, approximativement double de celle qui découle de la Recommandation 601,
- toute amélioration utile de la résolution temporelle au-delà de celle que permet d'obtenir la Recommandation 601,
- un meilleur rendu des couleurs,
- un format d'image plus large, et
- un son multicanaux de haute fidélité (Note - Les systèmes son pour la TVHD font l'objet de la Question 47/10).

##### 2. Applications médiatiques que fournira la TVHD

La production de TVHD servira à fournir les signaux source pour diverses applications médiatiques. Les possibilités suivantes pourraient exister:

- services de radiodiffusion par satellite dans les bandes au-dessus de 12 GHz,
- services dans un ou plusieurs des canaux attribués par la CAMR-RS-77,
- services dans un ou plusieurs des canaux attribués par la CARR-RS-83,
- production de films,
- présentation d'images en salle avec des images électroniques,
- services de radiodiffusion de Terre ou réseaux câblés et
- systèmes domestiques à bandes ou à disques.

Une norme pourrait avoir des avantages pour les producteurs de programmes ainsi que pour les organismes de radiodiffusion et les téléspectateurs.

## Rapport 801-3, Partie 3

Le présent Rapport résume les résultats obtenus dans le monde à partir des études et des expériences menées au titre de la Question 27/11. Voir aussi le Rapport 630 pour l'enregistrement vidéo et le Rapport 1075 pour la radiodiffusion par satellite.

### 3. Objectifs en matière de présentation des images

#### 3.1 *Angle visuel préféré*

Lorsque les observateurs sont plus proches des images, la surface occupée par celles-ci dans leur champ visuel augmente, ce qui leur donne davantage l'impression de faire partie de l'espace créé par les images. Cette impression accrue de réalité devient manifeste lorsque l'angle visuel dépasse 20° [CCIR, 1982-86a].

#### 3.2 *Distance d'observation*

On a constaté, avec des diapositives (images fixes), que la préférence va à des distances d'observation de 2 à 3H (H est la hauteur de l'image). Les angles visuels équivalents sont de 40° à 30°. Cependant, lorsqu'il s'agit de regarder des images animées, la distance d'observation préférée est plus proche de 3H, en raison de l'impression supplémentaire de vertige.

Si la distance d'observation est trop petite, les observateurs ressentent une fatigue oculaire après un certain temps. Il est donc souhaitable de limiter la distance minimale d'observation à 2 m [CCIR, 1982-86a].

#### 3.3 *Taille de l'écran*

D'après l'évaluation subjective de l'impression de réalité ressentie avec des images de différentes tailles et sous différents angles visuels, il semble qu'une image plus grande accroisse la sensation de réalité, pour un angle de vision constant et qu'une surface d'image de plus de 0,8 m<sup>2</sup> puisse être jugée appropriée pour la TVHD [CCIR, 1982-86a].

#### 3.4 *Contraste et brillance*

Il ressort de diverses expériences relatives à la présentation des images de télévision qu'un contraste minimal de 50 : 1 est considéré comme approprié pour la TVHD.

Compte tenu de l'effet de l'éclairage ambiant sur l'écran, on considère qu'une brillance de crête d'image de l'écran de 150-250 cd/m<sup>2</sup> serait appropriée pour la TVHD [CCIR, 1982-86a, b].

### 4. *Considérations fondamentales relatives aux caractéristiques de base*

#### 4.1 *Format d'image*

Des formats d'image plus larges permettent aux observateurs d'être davantage impliqués dans les images. Diverses expériences psycho-physiques ont montré que, suivant la dimension de l'image, un format plus large allant de 5 : 3 (1,67 : 1) à 2 : 1 serait attrayant pour la TVHD. On a fabriqué des dispositifs expérimentaux ayant un format d'image de 5 : 3 [CCIR, 1982-86a].

Des études supplémentaires faites par une administration ont montré qu'en faisant passer le format d'image à 16 : 9 (5,33 : 3; 1,78 : 1) et en recourant à la technique traditionnelle de l'industrie cinématographique dite du cadrage multiformat (shoot-and-protect) (c'est-à-dire à centrer l'action dans le plus grand champ commun), on peut assurer la compatibilité avec la plupart des formats d'image actuellement utilisés pour les films cinématographiques allant de 4 : 3 (1,33 : 1) à 2,35 : 1 [CCIR, 1982-86c].

#### 4.2 *Echantillonnage horizontal*

La définition de la TVHD donnée dans le § 3.3 indique que la résolution horizontale pour la TVHD équivaut à deux fois celle des systèmes de télévision classiques actuels. La Recommandation 601 définit, pour les normes actuelles de télévision 625/50 et 525/60, un système d'échantillonnage qui nécessite 720/360 échantillons (signal de luminance/signal de différence de couleur) pour la durée de ligne active numérique. Pour obtenir une résolution double, il faudrait 1440/720 échantillons par durée de ligne active numérique pour le même format d'image.

Pour le format d'image plus large actuellement examiné pour la TVHD, on doit augmenter le nombre d'échantillons par durée de ligne active numérique dans un rapport obtenu en divisant le nouveau format d'image par le format d'image actuel 4 : 3. Par exemple, dans le cas d'un format d'image 16 : 9, le nombre d'échantillons correspondant par durée de ligne active numérique serait de 1920/960.

## Rapport 801-3, Partie 3

Le nombre total d'échantillons par ligne inclurait le nombre d'échantillons nécessaires pour la période de suppression de ligne. Bien que l'utilisation de mémoires appropriées permette d'éliminer la période de suppression de ligne, ce sont des limitations pratiques inhérentes aux caméras à faisceaux électroniques et aux dispositifs de visualisation qui, à court terme, rendront nécessaire une période de suppression de ligne [CCIR, 1982-86b].

### 4.3 Echantillonnage vertical (Nombre de lignes actives par image)

Différentes études, portant sur la relation entre l'acuité visuelle, la résolution verticale statique et la distance d'observation, ont montré que la résolution verticale statique obtenue sur un écran de télévision dépend de la méthode de balayage (entrelacé ou séquentiel), de la fréquence d'image/trame et de la rémanence de l'écran de visualisation.

Lors d'une expérience utilisant un système noir et blanc avec un écran à tube cathodique haute définition de 69 cm (27 pouces), l'amélioration de la netteté par augmentation du nombre de lignes devenait moins sensible à partir d'environ 1500 lignes avec entrelacement 2 : 1 pour une distance d'observation de  $3H$  [CCIR, 1978-82a] tandis que, avec 2125 lignes, on a obtenu une netteté suffisante à une distance d'observation de  $2H$  [CCIR, 1974-78].

Pour une image de télévision avec entrelacement 2 : 1 et pour une distance d'observation de trois fois la hauteur de l'image, il faut au moins 1000 lignes actives pour doubler la définition verticale des systèmes actuels de télévision [CCIR, 1982-86b].

On a montré, dans des études récentes, que, avec plus de 1000 lignes actives, la résolution soutiendrait favorablement la comparaison avec celle de la projection en salle de films de 35 mm, qui a été historiquement perçue comme une référence de présentation de haute qualité [Hayashi, 1981; Kaiser et autres, 1985].

Si le nombre de lignes actives est supérieur à 1024, un bit supplémentaire est nécessaire dans le circuit d'adressage du dispositif de traitement des images [CCIR, 1978-82b].

### 4.4 Echantillonnage temporel (Fréquence de trame)

Deux problèmes distincts sont liés à cette question. Le premier est la résolution dynamique qui se rapporte à la résolution spatiale pour des images en mouvement. Le second est la cadence de répétition qui détermine la qualité du rendu continu du mouvement.

La résolution dynamique est déterminée par le temps d'intégration du dispositif photosensible utilisé dans la caméra et par le rythme d'échantillonnage temporel lui-même déterminé par la fréquence de trame [CCIR, 1982-86b].

Des essais effectués par la BBC avec des images de caméra balayées et visualisées séquentiellement à des fréquences de trame de 50, 60, 70 et 80 Hz ont montré que la qualité du détail de l'image animée s'améliorait progressivement à mesure que la fréquence de trame augmentait. On a estimé que la qualité de l'image à 80 Hz était supérieure, respectivement, de deux points et d'un point par rapport à celui qui a été obtenu à 50 et 60 Hz pour des vitesses représentatives du mouvement continu [Childs et Tanton, 1985; CCIR, 1982-86d].

On peut également améliorer la résolution dynamique en réduisant le temps d'intégration à l'aide d'obturateurs. Des expériences effectuées avec des caméras à 60 Hz ont montré que l'on peut réduire le temps d'intégration de 25% sans que cela n'entraîne une dégradation du rendu de mouvement et avec une amélioration correspondante de la résolution dynamique. Il convient de poursuivre l'étude des pénalisations relatives à la sensibilité de la caméra et au repliement de spectre temporel [CCIR, 1982-86b].

La fréquence de trame et d'image du signal de télévision détermine également, dans un système simple, la fréquence de rafraîchissement de l'image sur écran de télévision. Elle affecte la perception du papillotement sur les grandes plages [CCIR, 1982-86e]. Toutefois, il n'est pas indispensable que la fréquence de rafraîchissement de l'image sur l'écran soit la même que la fréquence de trame du signal de télévision. Ce point est examiné plus en détail dans le § 4.8 ci-après.

## Rapport 801-3, Partie 3

### 4.5 Structure de balayage (*Balayage entrelacé ou séquentiel*)

On a signalé que la gêne subjective causée par des lignes de balayage ayant un rapport d'entrelacement de 2 : 1 est à peu près la même que dans le cas d'un balayage séquentiel comportant 40% de lignes en moins [CCIR, 1978-82a]. Cependant, dans ces conditions, il faudrait que le signal correspondant à un balayage séquentiel ait une largeur de bande supérieure de 20%.

La structure de balayage entrelacé peut, dans certaines conditions, introduire des défauts à la visualisation appelé «scintillement interligne» et «défilement des lignes»; ces défauts dépendent des caractéristiques de la source et du dispositif de restitution ainsi que de la fréquence d'image et du nombre de lignes par image; il est souhaitable d'éviter l'apparition de ces défauts. Dans les systèmes entrelacés, les lignes spatialement adjacentes sont décalées dans le temps, ce qui rend plus complexe le traitement des signaux [CCIR, 1982-86b].

Dans le cas d'une norme de base avec entrelacement pour studio, la progression hiérarchique permettant de passer du balayage entrelacé au balayage séquentiel peut être envisagée de deux manières. L'utilisation du balayage séquentiel est possible dans les parties de la chaîne de studio ou dans les dispositifs de restitution où l'on peut tolérer le doublement de largeur de bande qui en découle. L'autre possibilité d'une approche hiérarchique consisterait à l'avenir à passer du mode avec entrelacement au mode séquentiel à mesure que les contraintes techniques inhérentes au doublement de la largeur de bande se feraient moins sévères [CCIR, 1982-86b].

### 4.6 Aspects colorimétriques

Il est très important d'élaborer un système colorimétrique optimal pour les systèmes TVHD afin d'obtenir une excellente fidélité des couleurs. La compatibilité avec les systèmes classiques existants peut être considérée comme une seconde priorité.

On trouvera un exposé sur les aspects colorimétriques dans [CCIR, 1982-86b, f; Powell, 1985]. Les principales questions prises en compte sont les suivantes:

#### 4.6.1 Choix des couleurs primaires

Il a été proposé d'utiliser des ensembles de couleurs primaires qui comprennent notamment les primaires XYZ, et les luminophores UER et NTSC actuels.

Il a été suggéré que les couleurs primaires choisies soient nettement séparées afin de permettre une reproduction de la gamme de couleurs la plus étendue possible, mais que l'ampleur de la séparation ne soit pas telle que ces couleurs primaires ne puissent être réalisées au moyen de luminophores disponibles ayant une efficacité de transfert suffisante.

Une étude complémentaire est nécessaire, de préférence en collaboration avec les fabricants de tubes image afin que l'on sache si des luminophores plus récents peuvent offrir un meilleur ensemble de primaires et, dans ce cas, s'il y aurait une différence suffisante entre ces primaires et l'une des deux normes existantes pour justifier une modification [CCIR, 1982-86b].

#### 4.6.2 Blanc de référence du système

Il semble que l'on soit généralement d'accord pour adopter l'illuminant D65 comme blanc de référence du système TVHD. On a également proposé un équilibrage des blancs commutable de façon adaptative [CCIR, 1982-86b].

### 4.7 Correction du gamma

Pour respecter le principe de luminance constante, on a envisagé un système ayant une correction de gamma au niveau du récepteur seulement, contrairement au système de télévision actuel où une précorrection de gamma est appliquée avant le matriçage du signal de luminance et du signal de différence de couleur [CCIR, 1982-86b]. Lorsqu'on utilise des dispositifs de restitution autres que des tubes cathodiques ou qu'une conversion est nécessaire entre les systèmes, les corrections supplémentaires qui s'imposent ajoutent de nouvelles distorsions [CCIR, 1982-86f].

## Rapport 801-3, Partie 3

Dans la nouvelle proposition, le traitement s'effectue à l'aide de signaux qui sont linéaires par rapport au niveau de lumière incident. Cependant, il faut introduire une caractéristique d'amplitude non linéaire à l'émission/réception, sinon les zones sombres de l'image deviennent plus sensibles au bruit de transmission. On trouvera un exposé plus détaillé dans [CCIR, 1982-86b; Schafer et Goiz, 1984; Yuyama et Yano, 1984].

### 4.8 Papillotement à la visualisation

Des essais subjectifs effectués par une administration ont montré que, lorsqu'on utilise une technologie à tubes cathodiques, pour une brillance de l'écran, de  $150 \text{ cd/m}^2$  et une fréquence de trame de 60 Hz, le papillotement sur une grande plage uniforme est visible mais non gênant. Pour une fréquence de trame de 50 Hz et une brillance de l'écran de  $60 \text{ cd/m}^2$ , le papillotement a été jugé gênant [CCIR, 1982-86b]. Une autre administration a effectué des essais en utilisant une source lumineuse et un obturateur à durée variable. Les essais ont montré que le papillotement sur une grande plage avec une brillance de  $200 \text{ cd/m}^2$  devenait imperceptible aux fréquences supérieures à 80 Hz [CCIR, 1982-86e].

De nouveaux dispositifs de visualisation en cours de mise au point (par exemple, modulateurs de lumière) présentent des caractéristiques de visualisation différentes de celles des systèmes fondés sur les tubes cathodiques et peuvent donc contribuer à améliorer le comportement vis-à-vis du papillotement.

Lorsqu'on utilise des mémoires d'image et, si nécessaire, des dispositifs électroniques d'interpolation, la cadence de régénération des images peut être supérieure à celle de la fréquence de trame du signal de télévision [CCIR, 1982-86b]. Cela permet d'éliminer le papillotement sur les grandes plages par traitement à la restitution; cependant, cela risque d'imposer une augmentation de coût et, éventuellement, une pénalisation de qualité [CCIR, 1982-86g].

### 4.9 Papillotement dû à l'éclairage

Dans un environnement de prise de vues où la fréquence de trame n'est pas la même que la fréquence locale du secteur, un papillotement à la fréquence de battement peut apparaître dans certaines circonstances. Cette situation existe depuis longtemps au Japon et des techniques utilisées pour réduire la visibilité de ce papillotement ont été décrites [CCIR, 1982-86b, i]. Ce problème peut probablement être résolu et il ne doit pas affecter outre mesure le choix de la fréquence de trame, mais des travaux ultérieurs sont nécessaires pour en apporter la confirmation [CCIR, 1982-86g].

### 4.10 Ronflement

Les effets du ronflement de l'alimentation sur l'image peuvent être éliminés par une conception appropriée du matériel [CCIR, 1982-86i].

### 4.11 Considérations relatives à la largeur de bande et au bruit

On a effectué des essais d'évaluation subjective concernant la largeur de bande requise pour le système à 1125 lignes à titre de première étape de l'étude. On a obtenu les valeurs de 20 MHz et 7 MHz, respectivement, pour le signal de luminance et le signal de différence de couleur [CCIR, 1974-78].

On a proposé une fonction de pondération du bruit applicable aux systèmes qui diffèrent par le nombre de lignes et le format d'image: cette fonction sert au calcul des paramètres de transmission [CCIR, 1978-82a].

Rapport 801-3, Partie 3

5. Exploitation de TVHD y compris la production de films

5.1 Production de studio

De nombreux documents décrivent ou rapportent des expériences de production ou des productions commerciales en Amérique du Nord, au Japon et en Europe, utilisant un équipement de TVHD 1125/60/2, et allant de manifestations sportives à des films longs métrages pour distribution cinématographique. Les [CCIR 1986-90, a et b], et plus particulièrement le Document [CCIR, 1986-90 c], rapportent que des programmes de spectacle ont été produits comme des films, et ont été couronnés de succès aux plans technique comme économique, avec une conversion ultérieure satisfaisante aux normes NTSC et PAL.

Le [CCIR, 1986-90 d] rend compte de l'expérience acquise par CBS en matière de production de films sur place pour projection en format NTSC. Les résultats ont également été excellents à tous égards, qu'il s'agisse de la qualité d'image, du coût, de la fiabilité de l'équipement ou de l'aptitude des équipes de tournage à tourner le film.

Le [CCIR, 1986-90e] rend compte de la production d'un autre film intitulé "Long way from home" entièrement par des moyens électroniques. Les équipes de production de télévision ont ainsi appris beaucoup de choses, non seulement en ce qui concerne les effets spéciaux mais aussi, à propos de TVHD, sur les techniques de production, la commande du processus de production et les conceptions artistiques.

Dans le [CCIR, 1986-90f], il est également indiqué qu'un équipement de TVHD 1250/50/2 a été utilisé avant Brighton 88 pour la production de programmes par la RAI, l'ITVA et la BBC.

5.2 TVHD et film [CCIR, 1986-90g]

Un film de 90 minutes "Julia and Julia" produit en TVHD par la RAI a été converti en 35 mm et projeté sur écran dans le monde entier. Au Japon, des films cinématographiques, réalisés en partie au moyen d'effets spéciaux en TVHD et montés sur pellicule de 35 mm ont été distribués pour les salles de spectacle, notamment les films "Saiyuki" et "Teito Monogatari". La TVHD a été utilisée pour réaliser un total de 10 à 20 minutes de chacun de ces films.

5.3 Applications autres que la radiodiffusion

Le [CCIR, 1986-90g] indique que des industries autres que la radiodiffusion de télévision s'intéressent à l'application des techniques de télévision à haute définition. Si des normes de production de la TVHD peuvent être établies pour répondre aux besoins d'industries autres que la radiodiffusion, cela pourra procurer à tous d'importants avantages du fait de l'élargissement du marché des équipements de TVHD.

Imprimerie

Un éditeur a mis en vente un livre composé d'images de TVHD sur bande vidéo transférées sur bande magnétique pour l'impression. Des cartes postales illustrées obtenues de la même façon sont également sur le marché. Une mire de TVHD pour la publication électronique est également fournie.

### Rapport 801-3, Partie 3

#### Evénements pour les salles de spectacle TVHD

Dans un restaurant de Tokyo, un film en 35 mm "Teito Monogatari" a été projeté par un télécinéma de TVHD sur un écran de rétroprojection de 110 pouces. Dans un autre cas, des programmes de TVHD ont été transmis de Tokyo à Nagoya par satellite de télécommunication au moyen du signal MUSE et projetés sur de grands écrans pour essai de distribution de programmes à des salles de spectacle éloignées [CCIR, 1986-90h].

#### 5.4 Distribution par câble

Le Document [CCIR, 1986-90i] décrit l'état actuel de la distribution de la télévision aux Etats-Unis et souligne l'importance de la distribution par câble dans l'environnement TVHD. Dans ce pays, environ 83% des foyers équipés de la télévision sont câblés et pourraient donc recevoir des programmes par ce moyen s'ils le souhaitent. Actuellement, 52% environ de ces ménages sont abonnés à la TV par câble.

Le Document [CCIR, 1986-90j] décrit des expériences réalisées avec le système de transmission MUSE de TV par câble. Le document porte sur deux expériences de transmission différentes, l'une en modulation de fréquence et l'autre en MA-BLR. La première a été effectuée avec une modulation de fréquence à 400 MHz. Lorsque la liaison hertzienne à deux bonds était reliée en cascade à une liaison à fibres optiques et neuf amplificateurs de circuits à l'extrémité éloignée, le rapport signal/bruit non pondéré était supérieur à 50 dB et les images de télévision étaient jugées excellentes.

L'expérience de transmission de TV par câble en MA-BLR a également été effectuée sans que l'on observe de dégradation du signal MUSE ou des signaux traditionnels de télévision.

Dans le Document [CCIR, 1986-90k], il est indiqué que la MA/BLR et la MF/BLR ont été proposées pour la distribution par câble HDMAC. La MA/BLR est appliquée au signal en bande de base multiplexée dans le temps. L'utilisation d'un espacement de 12 MHz entre canaux a été démontrée et est recommandée comme norme commune. Le filtrage de Nyquist BLR est situé dans la gamme de 500 kHz autour de la porteuse et, pour une réception compatible, doit être la même que pour une distribution MAC/paquets. Le facteur de coupure de Nyquist HD et le partage entre l'émetteur et le récepteur sont à l'étude. La MF/BLR a également été démontrée. Elle exige l'emploi d'un espacement de 16 MHz entre canaux. Les paramètres de modulation sont à l'étude.

#### 6. Considérations et expériences d'exploitation

##### 6.1 Considérations d'exploitation concernant la conversion de normes par rapport aux normes d'émission de TV classique et de TVHD

La Décision 58-3 demande que soient poursuivis les travaux afin que puisse être mise au point une norme mondiale unique pour la production en studio et pour l'échange international de programmes de TVHD. Les études ont montré que l'on peut mettre en évidence une relation entre les paramètres donnés au § 1.1 de la Partie 5 et les systèmes d'émission actuellement utilisés.

Seul le problème de l'introduction d'une norme de studio de TVHD basée sur 60 Hz dans un environnement 50 Hz a été étudié [CCIR, 1986-90l]. Il s'agissait d'établir si les avantages d'une norme de production commune à 60 Hz compenseraient les éventuels inconvénients techniques, économiques ou opérationnels qu'entraîneraient des fréquences de trame différentes à la production et à l'émission.



### Rapport 801-3, Partie 3

Par exemple, le Document [CCIR, 1986-90m] soutient que la conversion de 60 Hz à la norme de télévision 625/50 nécessite l'utilisation d'un convertisseur de normes de fréquence de trame d'un prix élevé, alors que l'utilisation de la TVHD à 50 Hz nécessite un convertisseur de normes de fréquence de ligne de 10 à 40 fois moins cher.

On peut lire dans le Document [CCIR, 1986-90m] que la radiodiffusion à 50 t/sec de programme sous la forme de film conduit à des interpolations temporelles en cascade (24 i/sec à 60 t/sec à 50 t/sec). Cela pourrait donner lieu à des traitements complexes et, éventuellement, coûteux pour éviter les dégradations.

C'est pourquoi, pendant plusieurs années, l'UER a étudié divers aspects de la conversion des normes [CCIR, 1986-90n]. A l'origine, les études techniques montrent qu'il sera possible d'obtenir une conversion de fréquence de trame TVHD/TVHD sans perte sensible de qualité; bien que relativement onéreuse, elle fera appel à l'estimation du mouvement et à sa compensation. Ont été étudiées ensuite les conséquences opérationnelles et économiques de l'utilisation de fréquences de trame identiques ou différentes pour la production et l'émission de la TVHD dans un contexte de 50 Hz. Ces études ont permis de conclure que de tous les scénarios examinés dans un contexte de 50 Hz, le moins avantageux repose sur l'utilisation d'une fréquence de trame de 60 Hz pour la production de TVHD. La question de savoir si une situation 50 Hz - 50 Hz est plus favorable qu'une situation 60 Hz - 60 Hz dépend de la configuration adoptée par le radiodiffuseur.

Le Document [CCIR, 1986-90o] fait état d'études analogues [CCIR, 1986-90p] portant sur un modèle simplifié de réseau national et sur son évolution vers la réalisation de la télévision directe par satellite. On peut comparer deux possibilités de choix d'une fréquence de trame pour les studios de TVHD:

Option A: la norme de studio de TVHD a la même fréquence de trame que la norme d'émission de TVHD (c'est-à-dire 50 Hz);

Option B: la norme de studio de TVHD a une fréquence de trame différente de celle de la norme d'émission de TVHD (c'est-à-dire 60 Hz).

Il existe cinq possibilités de conversion de norme correspondant à ces options.

On peut conclure provisoirement que l'option A est plus séduisante que l'option B, étant donné que les convertisseurs de fréquence de ligne sont à la fois meilleur marché et plus performants que les convertisseurs de fréquence de trame. De plus, pour la catégorie 5, le nombre de convertisseurs est bien moindre que pour les catégories 2, 3 et 4.

Enfin, on notera qu'un argument similaire s'appliquerait dans les pays utilisant 60 Hz, s'il existait une norme de studio à 50 Hz.

Cette conclusion préliminaire pose à certaines administrations la question de savoir si une paire de normes de production (inspirées de la Recommandation 601) serait plus avantageuse qu'une norme de production mondiale unique [CCIR, 1986-90p].

Rapport 801-3, Partie 3

6.2 Considérations d'exploitation concernant les transferts film-vidéo et vidéo-film

Le Document [CCIR, 1986-90q] rend compte d'études selon lesquelles, quand elles sont utilisées dans les mêmes conditions, les caméras de TVHD possèdent des caractéristiques de transfert semblables à celles du film couleur 35 mm.

Le Document [CCIR, 1986-90r] rend compte des travaux de recherche du SMPTE concernant l'utilisation du système 30 i/sec pour la production et la distribution de films. La conclusion du Groupe d'études du SMPTE est que l'augmentation de la fréquence d'image de 24 i/sec à 30 i/sec améliore considérablement la qualité des images projetées du fait qu'elle permet une brillance d'écran supérieure sans papillotement en zone étendue et aussi qu'elle augmente la résolution dynamique.

Le Document [CCIR, 1986-90s] prétend qu'en ce qui concerne la production de programmes, on observe une tendance dans la production de films de télévision à effectuer les prises de vue à 30 i/sec, de sorte qu'il ne reste qu'une conversion temporelle à faire pour passer au système 24 i/sec ou 25 i/sec.

Le Document [CCIR, 1986-90s] souligne que 63 pour cent (3 640 heures) de la durée totale de programmation produite à "Hollywood" sont destinés à la distribution télévisée en "première diffusion" aux Etats-Unis, à une fréquence de trame de 60 Hz, et qu'ils sont ensuite distribués dans le monde entier sous différents formats. Les heures de programmation restantes sont destinées à être présentées au cinéma.

Les auteurs du document examinent ensuite les caractéristiques de qualité liées à la fréquence de trame et concluent que le système studio 1125/60 de l'Annexe II du Rapport 801 est supérieur aux autres formats du point de vue de la conversion.

Transfert TVHD à film\*

Le Document [CCIR, 1986-90t] indique que des systèmes de transfert de la TVHD 1125/60/2:1 sur film (24 images/s) ont été mis au point et que leur utilisation donne actuellement satisfaction.

Le Document [CCIR, 1986-90q] indique que la combinaison de films et de programmes TVHD 60 Hz en vue de leur production finale sous forme de films, conduira à des interpolations temporelles en cascade (24 i/sec à 60 i/sec à 24 i/sec), à moins que des précautions spéciales ne soient prises pour éviter les dégradations.

Le Document [CCIR, 1986-90m] présente également l'argumentation selon laquelle l'usage d'une norme de studio TVHD 50 Hz favoriserait et dès lors réduirait le coût de ce traitement et plus généralement favoriserait la combinaison du film et de la production TVHD (en particulier on ne rencontrerait plus de défauts dus à une cascade d'interpolation temporelle).

---

\* Pour plus d'information voir le projet de Recommandation XC/11.

Rapport 801-3, Partie 3

En cas de transfert sur film de signaux enregistrés électroniquement, la nature entrelacée des normes classiques de télévision pose des problèmes supplémentaires, du fait que les lignes verticalement adjacentes sur la trame finale du film ont pour origine des trames de télévision différentes. Il s'ensuit un effet de "crénelage" sur les bords des objets en mouvement, ainsi qu'un niveau accru de flou dans les mouvements en raison de la période d'exposition effective produite quand deux trames de télévision sont combinées. L'effet de "crénelage" et le flou des mouvements peuvent aussi être éliminés par l'enregistrement d'une seule trame de télévision au lieu d'une paire; cela se traduit, en pareil cas, par deux effets défavorables: une perte de résolution verticale et une augmentation de visibilité de la structure de ligne dans l'image finale [CCIR, 1986-90u].

Transfert film à TVHD\*

La fréquence de trame utilisée à l'échelon international pour les films de cinéma est de 24 images/seconde. La pratique actuelle pour la radiodiffusion de ces films varie selon que les pays utilisent des systèmes de télévision à fréquence de trame de 50 Hz ou de 60 Hz. Dans les pays qui utilisent une fréquence de trame de 60 Hz, deux images de film successives sont utilisées pour constituer cinq trames de télévision; pour cela on répète deux fois la première image et trois fois la deuxième. Le processus de répétition a pour effet de produire un broutage à la fréquence de battement de 12 Hz sur les objets en mouvement, en plus, bien entendu, du broutage normal à 24 Hz dû à la fréquence de trame du film. On a annoncé [Childs, 1985] des techniques plus élaborées fondées sur l'interpolation temporelle pour effacer le broutage, mais il faut toujours adopter un compromis entre le broutage et l'apparence floue du mouvement.

Dans les pays appliquant la fréquence de trame de 50 Hz, les films sont presque invariablement projetés à la vitesse légèrement accélérée de 25 images/seconde afin de simplifier le processus de conversion. [CCIR, 1986-90u].

Le Document [CCIR, 1986-90v] passe en revue l'interface TVHD-film du point de vue de la différence entre 24 et 25 images/sec, de la dégradation due à la répétition d'images dans les systèmes à 50 Hz et d'une solution possible grâce aux techniques de compensation du mouvement. L'opinion y est exprimée que le problème de l'interface n'est peut-être pas un élément décisif dans le choix de 50 Hz comme fréquence image pour la norme mondiale unique de studio de TVHD.

---

\* Pour plus d'information voir les Rapports 294 et XJ/11.

Rapport 801-3, Partie 3

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHILDS, I. et TANTON, N.E. [6-12 juin 1985] Sequential and interlaced scanning for HDTV sources and displays: which? Symposium Record, 14th International Television Symposium, Montreux, Suisse, 368-381.

CHILDS, I. [1985] Further developments of CCD line array telecine. BBC Research Department Report N° 1985/3.

HAYASHI, K. [Mars, 1981] Research and development of high definition television in Japan, SMPTE J., Vol. 90, 3, 178-186.

KAISER, A., MAHLER, H.W. et McMANN, R.H. [1985] Resolution requirements for HDTV based upon the performance of 35 mm motion-picture films for theatrical viewing. SMPTE J., Vol. 94, 6, 654-659.

POWELL, B. [Avril, 1985] Influence of display primaries on the colorimetric characteristics of colour television. Australian Broadcasting Corporation Report N° 136.

SCHAFER, R. et GOLZ, U. [Juillet, 1984] Subjective criteria for the transmission of colour information in a digital HDTV system. Picture coding Symposium, Rennes, France.

YUYAMA, I. et YANO, S. [Juillet, 1984] A study of colour transmission systems for HDTV - Picture quality of gamma correction at receiver (en japonais). IECE Tech. Report, IE 84-51.

Documents du CCIR

[1974-78]: 11/38 (CMTT/13) (Japon).

[1978-82]: a. 11/76 (CMTT/58) (Japon); b. 11/317 (URSS).

[1982-86]: a. 11/269 (Japon); b. 11/398 (GTI 11/6); c. 11/258 (USA);  
d. 11/283 (Royaume-Uni); e. 11/304 (France); f. 11/377 (Canada);  
g. 11/405 (UER); h. 11/403 (Japon); i. 11/329 (UER).

[1986-1990]: a. GTI 11/6 - 1034 (CBS)  
b. GTI 11/6 - 2029 (CBS)  
c. GTI 11/6 - 1017 (Canada)  
d. GTI 11/6 - 2024 (CBS)  
e. GTI 11/6 - 2036 (Japon)  
f. GTI 11/6 - 2056(Rév.1) (Thomson - CSF)  
g. GTI 11/6 - 2025 (CBS)  
h. GTI 11/6 - 2032 (Japon)  
i. GTI 11/6 - 2019 (USA)  
j. GTI 11/6 - 2041 (Japon)  
k. GTI 11/6 - 2096 (France)  
l. GTI 11/6 - 1040 (UER)  
m. 11/160 (France)  
n. GTI 11/6 - 2008 (UER)  
o. GTI 11/6 - 1033 (CBS)  
p. GTI 11/6 - 1062 (Royaume-Uni)  
q. GTI 11/6 - 2027 (CBS)  
r. 11/135 (CBS)  
s. 11/133 (CBS)  
t. GTI 11/6 - 1066 (Japon)  
u. GTI 11/6 - 2046 (Belgique et autres)  
v. GTI 11/6 - 2087 (Japon)

Rapport 801-3, Partie 4

PARTIE 4 - EVALUATION DE QUALITE DE LA TVHD

1. Introduction

Les aspects relatifs à l'évaluation subjective et objective de la TVHD ont été examinés à la réunion extraordinaire de la Commission d'études 11. Dix documents ont été étudiés outre les textes existants du GCIR. Le Rapport détaillé sur l'évaluation subjective (GTI 11/4) et le projet de nouveau Rapport sur les mesures objectives (GTI 11/6) présentent un intérêt tout particulier pour la progression des travaux.

Soucieux de présenter un rapport clair et concis sur les activités de la réunion extraordinaire de la Commission d'études 11 sur les aspects relatifs à la qualité en TVHD, les participants ont adopté le Rapport AT/11 (MOD Ex) (Evaluation subjective des systèmes associés à un environnement TVHD) qui fait autorité et le Rapport XF/11 (Mesures en TVHD)

Les participants à la réunion extraordinaire ont aussi adopté les textes suivants:

- Projet de Recommandation sur les méthodes subjectives d'évaluation de la qualité de l'image de TVHD (Projet de Recommandation XB/11).
- Nouveau Programme d'études 3E/11 sur les procédures d'évaluation subjective et les signaux émanant d'un studio de TVHD.
- Nouveau Programme d'études 27C/11 sur les mesures objectives dans un environnement TVHD.

Le texte de la Décision 66-1 (MOD I) a également été examiné, on a estimé qu'il était tout à fait complet et pertinent et n'a donc pas été modifié.

2. Résumé du projet de nouveau Rapport AT/11 (MOD Ex)

Le Rapport AT/11 (MOD Ex) est un dossier sur les connaissances actuelles en matière de méthodes subjectives d'évaluation pour la télévision à haute définition. Le document porte sur l'évaluation des formats de studio de TVHD, des images de studio conventionnelles obtenues à partir des formats de studio de TVHD, des systèmes de diffusion de TVHD issus des formats de studio de TVHD et des images compatibles reçues à partir d'émissions de TVHD. Le document prend également en considération les évaluations comparatives des formats de studio de TVHD et des formats d'émission de TVHD.

2.1 Formats de studio de TVHD

Il est proposé d'utiliser pour l'évaluation de la qualité fondamentale de l'image la méthode à double stimulus utilisant une échelle de qualité continue (DSQC). La référence doit donner une qualité supérieure à celle qui est obtenue avec le système soumis aux essais (par exemple, une scène ou des éléments vus directement). Le matériel de test doit permettre l'affectation de réactions subjectives à des attributs spécifiques, tels que la résolution statique et dynamique; la luminance, la couleur et le rendu du mouvement, le papillotement, etc.

## Rapport 801-3, Partie 4

Pour l'évaluation de la qualité concernant certains traitements avals, différentes méthodes sont proposées. L'évaluation de l'incrustation pourrait faire appel à la méthode à double stimulus utilisant une échelle de dégradation (DSD) avec des séquences de test critiques pour le fonctionnement de l'incrustation. Pour le ralenti et les autres manipulations d'image, en l'absence d'une référence de haute qualité, il a été proposé la méthode d'évaluation des rapports et d'autres méthodes sont à l'étude. Pour la conversion de norme de studio TVHD-TVHD, les évaluations principales peuvent faire appel à la méthode QCDS en présentant brièvement des séquences de test critiques, alors que les évaluations auxiliaires peuvent utiliser l'échelle de qualité continue à un seul stimulus avec des présentations plus longues et des séquences moins critiques (QCSS).

Dans tous les cas, les conditions d'observation seront celles qui figurent dans le projet de Recommandation XB/11 (Méthodes subjectives d'évaluation de la qualité d'image de TVHD). Toutefois, pour l'interprétation des résultats, il est nécessaire de tenir compte du degré de perfectionnement technique des équipements mis en oeuvre dans le studio de TVHD.

### 2.2 Formats de télévision classique obtenus à partir des formats de studio de TVHD

Pour l'évaluation des petites dégradations et d'un nombre limité de dégradations éventuelles, on estime que la méthode DSQC est la plus utile. Dans les tests, les observateurs regarderont des présentations doubles, dont l'une sera préparée directement dans le format conventionnel tandis que l'autre sera convertie à partir d'un format de studio de TVHD. Les conditions d'observation devront être conformes à celles qui sont données dans la Recommandation 500-3 (MOD I).

### 2.3 Système d'émission de TVHD

Pour la qualité fondamentale, les évaluations principales peuvent faire appel à la méthode QDSC avec un système de studio comme référence, alors que les évaluations auxiliaires pourraient utiliser la méthode à échelle continue à un seul stimulus QCSS. Dans le premier cas la présentation serait brève et ferait appel à des séquences critiques, mais sans excès, alors que dans la seconde méthode, les présentations seraient plus longues et utiliseraient des séquences représentatives d'une programmation normale.

Pour l'évaluation du comportement lors de défaillance de l'émission, d'échos et de brouillage, on pourrait utiliser la méthode DSD avec le système de studio et/ou un format d'émission dégradé comme référence. Les séquences de test seraient brèves et "critiques, mais sans excès".

Pour toutes les évaluations, les conditions d'observation seraient celles qui sont énoncées dans le projet de Recommandation XB/11 (Méthodes d'évaluation subjective de la qualité des images de TVHD).

### 2.4 Images compatibles reçues dans les émissions de TVHD

Pour la qualité fondamentale, la méthode DSQC pourrait être utilisée avec des séquences préparées directement dans le format d'émission conventionnel ou le matériel converti directement à partir d'un format de studio de TVHD comme référence. Pour les caractéristiques de défaut, d'écho et de brouillage, la méthode DSD pourrait être utilisée, avec des séquences préparées directement dans le format d'émission conventionnel (mais pas dégradé) et/ou des séquences converties directement à partir du format de studio de TVHD (mais pas dégradées) comme référence.

Rapport 801-3, Partie 4.

Les conditions d'observation seront conformes à celles énoncées dans la Recommandation 500-3 (MOD I).

2.5 Evaluation comparative des formats de studio de TVHD

Pour ces évaluations, trois approches peuvent être considérées.

Pour les comparaisons directes, les formats de studio en compétition seront comparés directement côte à côte. Plusieurs points ont été soulevés concernant le caractère approprié de ces procédures; ceux-ci sont donnés dans [CCIR, 1986-90a, b].

Pour les comparaisons indirectes, les formats de studio en compétition seront comparés alternativement aux scènes de référence observées directement. Selon le niveau de qualité perçue, la méthode DSQC ou la méthode DSD sera utilisée. Les conditions d'observation seront celles qui sont données dans le projet de Recommandation XB/11. Il convient de noter que, dans ce cas, il est essentiel de maintenir les mêmes séquences de référence pour tous les systèmes soumis aux essais. On estime également utile de vérifier que toutes les scènes source sont telles qu'elles permettent l'attribution de jugements subjectifs à certains facteurs particuliers inhérents à leur conception (voir § 4.2.1).

Pour les comparaisons théoriques, les systèmes de studio en compétition sont classés, paramètre par paramètre, en termes de satisfaction aux "valeurs idéales" psychophysiques correspondantes. Des exemples de cette approche sont donnés dans [CCIR, 1986-90c, d].

On estime essentiel, pour les tests comparatifs, de prendre en considération les influences possibles de l'état technique de la mise en oeuvre.

2.6 Evaluations comparatives des formats d'émission de TVHD

L'évaluation pourrait s'effectuer telle que décrite au § 2.3, sauf qu'il s'agit de comparer entre les systèmes la qualité fondamentale, les comportements lors de défaillance de l'émission, d'échos et de brouillage.

3. Résumé du projet de nouveau Rapport XF/11 sur les mesures objectives

Le projet de nouveau Rapport XF/11 issu de [CCIR, 1986-90e, f, g], porte sur le sujet important de la mesure objective des paramètres des signaux de télévision à haute définition. Il porte à l'attention trois domaines: l'examen des caractéristiques de transfert des distorsions apparaissant avec la durée, les propositions pour la nature des signaux d'essai à utiliser pour la caractérisation du signal vidéo de TVHD et enfin, des éléments de proposition pour les mires pour la TVHD auxquels sont adjoints des exemples.

Ce nouveau Rapport contient en outre à titre d'exemple quatre diagrammes de signaux de test et deux photographies de mires.

Rapport 801-3, Partie 4

Documents du CCIR

[1986-90]:

- a. GTI 11/4 - 160 (GTI 11/4)
- b. GTI 11/4 - 169 (France)
- c. GTI 11/4 - 146 (France)
- d. GTI 11/4 - 172 (Canada)
- e. 11/340 (URSS)
- f. 11/341 (URSS)
- g. 11/342 (URSS)



Rapport 801-3, Partie 5

PARTIE 5.1 NORMES DE STUDIO ET EQUIPEMENTS ASSOCIES

1. Rapports sur la mise au point de normes de studio et d'équipements associés

Des progrès considérables ont été accomplis dans la production d'équipements de studio conçus sur la base de deux projets de Recommandation soumis au CCIR. Aucun des jeux de paramètres spécifiés dans ces projets n'a été accepté par le CCIR comme norme mondiale unique, mais les deux jeux ont recueilli suffisamment d'appui pour être appliqués en pratique dans des zones spécifiques, afin d'encourager les constructeurs à produire les équipements.

1.1 Proposition basée sur un système 1125/60

La proposition suivante de projet de Recommandation pour une norme de studio TVHD fondée sur 60 Hz, soumise au CCIR pour la première fois en 1985, a atteint le niveau de mise en oeuvre indiqué dans les Tableaux [I à V].

CONSIDERANT

- a) qu'une norme de studio de TVHD doit donner des images ayant une résolution spatiale horizontale et verticale environ deux fois meilleure et un format d'image plus grand que ceux que l'on obtient avec les sources de studio utilisant les normes existantes;
- b) qu'il existe une large gamme d'applications pour la TVHD;
- c) que des progrès substantiels ont été réalisés dans la technologie de la télévision à haute définition utilisée pour les équipements de production;
- d) qu'une norme de studio de TVHD devrait permettre une amélioration considérable de la qualité par rapport aux systèmes conventionnels à 525 ou 625 lignes lors de l'observation sur un grand écran, ayant une diagonale d'au moins 1 m;
- e) qu'une norme de studio de TVHD devrait permettre l'observation sur grand écran avec une résolution spatiale comparable à celle du film cinématographique 35 mm;
- f) que l'on utilisera des signaux de TVHD comme source pour les systèmes de radiodiffusion télévisuelle actuels et envisagés et pour les films cinématographiques;
- g) qu'une norme de studio de TVHD doit être spécifiée sous forme numérique, en relation simple avec la Recommandation 601;
- h) que le transfert sur film et à partir du film peut être assuré avec une qualité convenable,

RECOMMANDE

d'utiliser les paramètres normalisés ci-après pour la production des signaux dans les studios de télévision à haute définition.

Rapport 801-3, Partie 5

1.1.1 Caractéristiques fondamentales du signal vidéo

Le signal vidéo constitue un balayage de trame dont les caractéristiques sont telles qu'indiquées dans le Tableau I ci-dessous:

TABLEAU I

Caractéristiques fondamentales des signaux vidéo

POINT	CARACTERISTIQUES	
1	Nombre de lignes par image	1 125
2	Nombre de lignes actives par image	1 035
3	Rapport d'entrelacement	2:1
4	Format (H:V)	16:9
5	Fréquence de trame (trames/sec)	60,00
6	Fréquence de ligne (Hz)	33 750

Rapport 801-3, Partie 5

Caractéristiques colorimétriques

TABLEAU II

POINT	CARACTERISTIQUES		
1	Coordonnées chromatiques (hypothèse) (CIE 1931) pour les couleurs primaires de l'écran	R G B	x y 0,630 0,340 0,310 0,595 0,155 0,070
2	Coordonnées chromatiques pour signaux primaires égaux  (E' <sub>R</sub> = E' <sub>G</sub> = E' <sub>B</sub> ) (Blanc de référence) (1)	D <sub>65</sub>	x y 0,3127 0,3290
3	Caractéristique de transfert électro-optique de l'appareil de reproduction de référence	L =	$\frac{1}{\left( \frac{V + 0,1115}{1,1115} \right)^{0,45}}$ pour V ≥ 0,0913  L = V/4,0 pour V < 0,0913 (2)
4	Gamma supposé de l'appareil de reproduction de référence auquel correspond la précorrection du signal primaire		2,2 (environ)
5	Caractéristique de transfert opto-électronique de la caméra de référence	V =	$1,1115 \times L^{(0,45)} - 0,1115$ pour L ≥ 0,0228  V = 4,0 × L pour L < 0,0228 (2)

Rapport 801-3, Partie 5

TABLEAU II (suite)

POINT	CARACTERISTIQUES			
6	Signaux émis	$\begin{bmatrix} E'_G \\ E'_B \\ E'_R \end{bmatrix} =$	$\begin{bmatrix} 1,000 & -0,227 & -0,477 \\ 1,000 & 1,826 & 0,000 \\ 1,000 & 0,000 & 1,576 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} E'_Y \\ E'_{P_B} \\ E'_{P_R} \end{bmatrix}$
		$\begin{bmatrix} E'_Y \\ E'_{P_B} \\ E'_{P_R} \end{bmatrix} =$	$\begin{bmatrix} 0,701 & 0,087 & 0,212 \\ -0,384 & 0,500 & -0,116 \\ -0,445 & -0,055 & 0,500 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} E'_G \\ E'_B \\ E'_R \end{bmatrix}$
				(1) (3)
7	Signaux de différence de couleur normés (calculés)	$E'_{P_R} = E'_R - E'_Y$ <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/> $1,576$ $E'_{P_B} = E'_B - E'_Y$ <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/> $1,826$		

Note 1 -  $E'_R$ ,  $E'_G$  et  $E'_B$  sont les signaux qui conviennent à la modulation des primaires de l'appareil de reproduction de référence (après précorrection en fonction de la caractéristique de transfert électro-optique de l'appareil).

Note 2 - L - niveau de lumière.

V - niveau du signal vidéo.

Note 3 -  $E'_Y$ ,  $E'_{P_R}$ ,  $E'_{P_B}$ , peuvent être calculés à partir de  $E'_R$ ,  $E'_G$ , et  $E'_B$  au moyen d'une matrice linéaire.

Rapport 801-3, Partie 5

1.1.2 Représentation analogique

L'image est représentée par trois signaux vidéo parallèles synchrones. Chacun comporte une forme d'onde de synchronisation.

Les signaux constituent l'un des deux ensembles suivants:

$$\left[ \begin{array}{l} E'_G \text{ "vert"} \\ E'_B \text{ "bleu"} \\ E'_R \text{ "rouge"} \end{array} \right] \quad \left[ \begin{array}{l} E'_Y \text{ "luminance"} \\ E'_{P_B} \text{ "différence de couleur bleu"} \\ E'_{P_R} \text{ "différence de couleur rouge"} \end{array} \right]$$

Les Tableaux III et IV et la Figure 1 décrivent en détail les signaux vidéo.

TABLEAU III

POINT	CARACTERISTIQUES		
1	Niveaux nominaux de $E'_Y$ et $E'_G, E'_R, E'_B$ avec synchronisation	Niveau de référence du noir (mV) Niveau de référence du blanc (mV) Niveau de synchronisation (mV)	0 700 $\pm 300$  (1) (bipolaire à trois niveaux)
2	Niveaux nominaux de $E'_{P_R}, E'_{P_B}$ avec synchronisation	Niveau zéro de référence du signal (mV) Niveau de référence crête (mV) Niveau de synchronisation (mV)	0  $\pm 350$ $\pm 300$ (1) (bipolaire à trois niveaux)
3	Largeur de bande	$E'_R, E'_G, E'_B$	30 MHz (nominal)
		$E'_Y$ $E'_{P_B}, E'_{P_R}$	30 MHz (nominal)  15/30 MHz (nominal) (2)

Note 1 - Sur la base d'une impédance de circuit (nominale) de 75 ohm.

Note 2 - La valeur de 15 MHz s'applique lorsque le signal est obtenu à partir de sources numériques.

Rapport 801-3, Partie 5

1.1.3 Position temporelle analogique et synchronisation

TABLEAU IV

POINT	CARACTERISTIQUES		
1	Forme du signal de synchronisation	Bipolaire à trois niveaux	
2	Suppression de ligne nominale ( $\mu s$ )	3,77	
3	Période de suppression de trame	45 H	
4	Fréquence d'horloge de référence (MHz)	$74,25 \pm 10$ ppm	
5	Période d'horloge de référence t (nsec)	$t = 13,47 = H/2200$	
6	Chronogramme de la ligne H (voir la Figure 1)  Front avant de la synchronisation (référence temporelle) Front arrière de la synchronisation Début de la partie active vidéo Fin de la partie active vidéo Front avant de la synchronisation	0	
		44	
		192	
		2112	
		2156	
		<u>Période</u>	<u>Temps</u>
		<u>de l'horloge</u>	<u>(calculé)</u>
		<u>de référence</u>	<u>(<math>\mu sec.</math>)</u>
	Figure 1:		
	a	44	0,593
	b	88	1,185
	c	44	0,593
	d	132	1,778
	e	192	2,586
	f (Temps de montée synchro)	4	0,054
	Ligne totale	2200	29,63
	Partie active de la ligne	1920	25,86

Rapport 801-3, Partie 5

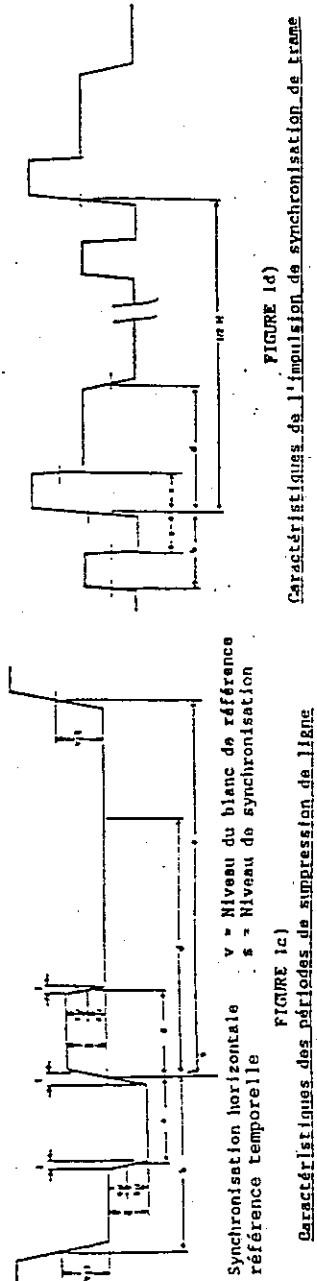
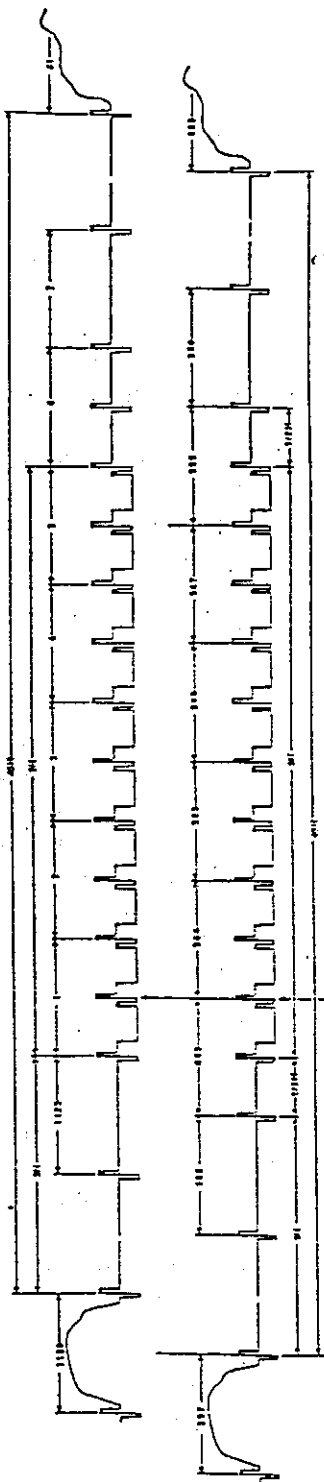
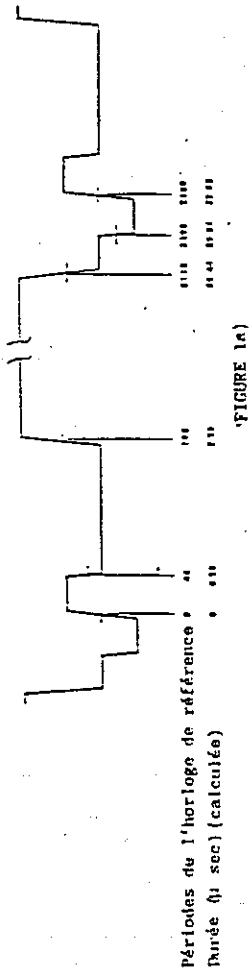


FIGURE 1  
Forme d'onde du signal de synchronisation analogique

Rapport 801-3, Partie 5

1.1.4 Représentation numérique

Le Tableau V donne la représentation, sous forme numérique, des signaux vidéo.

TABLEAU V

POINT	CARACTERISTIQUES	
1	Signaux à coder: $Y, C_R, C_B$	Ces signaux sont obtenus à partir des signaux précorrigés en gamma à savoir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$
2	Nombre d'échantillons par ligne complète: - pour le signal de luminance (Y) - pour chaque signal de différence de couleur ( $C_R, C_B$ )	2200  1100
3	Structure d'échantillonnage	Structure orthogonale, qui se répète à chaque ligne, à chaque trame, et à chaque image. Les échantillons de signaux $C_R$ et $C_B$ coïncident avec les échantillons impairs (1er, 3ème, 5ème, etc.) du signal Y dans chaque ligne
4	Fréquence d'échantillonnage: - du signal de luminance (MHz) - de chaque signal de différence de couleur (MHz)	74,25 (nominale)  37,125 (nominale)
5	Forme de codage	MIC à quantification uniforme, N bits par échantillon, pour le signal de luminance et chaque signal de différence de couleur (1)
6	Nombre d'échantillons par ligne active numérique: - pour le signal de luminance - pour chaque signal de différence de couleur	1920  960



Rapport 801-3, Partie 5

TABLEAU V (suite)

POINT	CARACTERISTIQUES	
7	Phase relative des signaux analogiques et numériques: - de la fin de la ligne active numérique à $0_H$	A établir
8	Correspondance entre le niveau du signal d'image et les niveaux de quantification: - échelle - pour le signal de luminance - pour chaque signal de différence de couleur	0 à $(2^N-1)$ (1) A étudier A étudier
9	Affectation des mots de code	A étudier

Note 1 - N est le nombre de bits requis (ce point appelle un complément d'étude).

1.2 Proposition fondée sur un système 1250/50

La proposition suivante, pour un projet de Recommandation relative à une norme de studio TVHD basée sur 50 Hz, a été soumise au CCIR pour la première fois en 1987. Elle a atteint le degré de développement indiqué dans les Tableaux [I à VII] [CCIR, 1986-90a].

CONSIDERANT

- a) qu'une norme de studio de TVHD doit donner des images ayant une résolution spatiale horizontale et verticale environ deux fois meilleure, et un format d'image plus grand que ceux que l'on obtient avec les sources de studio utilisant les normes existantes ;
- b) qu'il existe une large gamme d'applications pour la TVHD ;
- c) que des progrès substantiels ont été réalisés dans la technologie de télévision à haute définition utilisée pour les équipements de production ;
- d) qu'une pluralité de normes sera à l'avenir source de difficultés pour les radiodiffuseurs ;
- e) que l'on utilisera aussi les sources de signaux de TVHD pour les systèmes de radiodiffusion télévisuelle actuels et actuellement envisagés ;
- f) que la conversion vers les normes existantes 625/50 et 525/60 peut être assurée avec une bonne qualité ;
- g) qu'une norme de studio de TVHD doit être spécifiée sous forme numérique en relation simple avec la Recommandation 601 ;
- h) qu'une fréquence de trame de 50 Hz présente des avantages pour le transfert, aux normes existantes, vers et à partir du film, qui continuera à être un procédé d'échange ;
- i) qu'on obtient une reproduction satisfaisante des mouvements avec des fréquences de trame égales ou supérieures à 50 Hz ;

Rapport 801-3, Partie 5

j) que, pour une largeur de bande et un facteur d'entrelacement donnés, une fréquence de trame de 50 Hz donne une meilleure résolution spatiale que des fréquences de trame plus élevées ;

k) qu'une majorité de pays utilisent des normes d'émission basées sur une fréquence de trame de 50 Hz ;

l) que l'on étudie en parallèle les normes d'émission, de transmission et de studio de TVHD ;

m) que tous les paramètres d'une norme de studio devraient être optimisés en vue de la conversion vers la norme d'émission TVHD correspondante (sur la base de 50 ou de 59,94/60 Hz).

RECOMMANDÉ

que les paramètres normalisés ci-après soient utilisés pour la production des signaux dans les studios de télévision à haute définition et pour l'échange international de programmes de télévision à haute définition :

1.2.1 Caractéristiques de balayage

[ TABLEAU I ]

Item	CARACTERISTIQUES *	
1.1	Nombre total de lignes par image	1250
1.2	Nombre de lignes utiles par image	1152
1.3	Méthode de balayage	Progressive 1 : 1
1.4	Format (H:V)	16 : 9
1.5	Fréquence de trame (trames/s)	50
1.6	Fréquence ligne (Hz)	62500

\* Ceci est la norme prise comme objectif. La première réalisation peut être définie sur la base d'un système à largeur de bande réduite. Un système à largeur de bande réduite est décrit au § 2.2.2.

Rapport 801-3, Partie 5

1.2.2 Colorimétrie à l'interface de studio

Le contenu des parties 2, 3 et 4 correspond à des études en cours d'achèvement, mais la confiance donnée en ces résultats, toujours sujets à des tests de confirmation, est maintenant suffisamment forte pour introduire dès à présent cette information.

[TABLEAU II]

Item	CARACTERISTIQUES			
2.1.	Coordonnées chromatiques des primaires à l'interface de studio (1) (2)	Rouge	x	y
		Vert	0,6915	0,3083
		Bleu	0,0000	1,0000
			0,1440	0,0297
2.2.	Coordonnées chromatiques du blanc de référence : illuminant D <sub>65</sub> (2)	D <sub>65</sub>	x	y
			0,3127	0,3290

Note 1 - Les primaires rouge et bleu sont des couleurs monochromatiques réelles (620 nm et 460 nm), le "vert" est une couleur irréelle, appelée vert par simplification.

Note 2 - La Figure 1 donne la position de l'interface de studio où les primaires sont notées R, G et B et les signaux égaux pour un blanc de référence D<sub>65</sub>.

1.2.3 Caractéristiques de transfert

Voir la note d'introduction de la partie 2.

[TABLEAU III]

Item	CARACTERISTIQUES	
3.1.	Transfert optoélectronique de la source de référence	Linéaire Gamma = 1
3.2.	Transfert électrooptique global de la chaîne de TVHD	Gamma = 1,26 (3)
3.3.	Préaccentuation non-linéaire des signaux primaires et de luminance à l'interface de studio	Gamma = 0,45

Note 3 : Ceci suppose une visualisation conventionnelle à TRC ayant un gamma de 2,8 et des signaux de source précorrégés selon la même loi que la préaccentuation non-linéaire donnée en 3.3.

Rapport 801-3, Partie 5

1.2.4 Représentation analogique

Voir la note d'introduction de la partie 2.

Le signal d'image analogique comprend 3 signaux vidéo parallèles synchrones de l'un ou l'autre des deux ensembles suivants (fig. 2) :

$$\begin{array}{ll}
 E_R \text{ "rouge"} & E_Y \text{ "luminance"} \\
 E_G \text{ "vert"} & (1) \text{ ou } E'C_1 \text{ "différence de couleur 1"} \quad (2) \\
 E_B \text{ "bleu"} & E'C_2 \text{ "différence de couleur 2"}
 \end{array}$$

\* L'impédance de source est 75 ohms.

\* La notation ' dénote la préaccentuation non-linéaire des signaux linéaires primaires ou de luminance (voir caractéristique 3.3).

\* Généralement, il est nécessaire de précorriger les signaux primaires  $E_R$ ,  $E_G$  et  $E_B$  avant de les connecter à une visualisation : en pratique 4 correcteurs de gamma sont utilisés dans une caméra afin d'obtenir  $E'Y$ ,  $E'R$ ,  $E'G$  et  $E'B$ .

[TABLEAU IV]

Item	CARACTERISTIQUES	
4.1	Equation de pré- accentuation des signaux primaires	$E'R = E_R^{0,45}$ volts $E'G = E_G^{0,45}$ volts $E'B = E_B^{0,45}$ volts
4.2	Equation du signal de luminance	$E'Y = (0,3392 E_R + 0,6217 E_G + 0,0391 E_B)^{0,45}$ où $E_R, E_G, E_B$ varient de 0,0 to 1,0
4.3	Equation des signaux de différence de couleur	$E'C_1 = 1.8 (E'R - E'Y)$ $E'C_2 = 0.8 (E'B - E'Y)$
4.4	Niveaux nominaux des si- gnaux $E'Y, E'R, E'G, E'B$	Niveau de référence du noir 0 mV Niveau de référence du blanc 1000 mV
4.5	Niveaux nominaux des signaux $E'C_1$ et $E'C_2$ (Note 4)	Niveau de référence achromatique 0 mV Niveau de référence crête +/-650 mV
4.6	Largeur de bande nominale	$E_R, E_G, E_B$ & $E'Y$ 60 MHz $E'C_1$ & $E'C_2$ 30 MHz

Note 4

\*  $E'C_1$  &  $E'C_2$  représentent  $E'C_1$  &  $E'C_2$  écrêtés au niveau de référence de crête.

Rapport 801-3, Partie 5

1.2.5 Représentation numérique

Seul l'ensemble (2) est actuellement défini en numérique. Le nombre de bits par échantillon pour les signaux  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$  est toujours à l'étude.

[TABLEAU V]

Item	CARACTERISTIQUES	
5.1	Forme de codage et longueur des mots pour Y, C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>	E'Y, E'C <sub>1</sub> & E'C <sub>2</sub> uniformément quantifiées en MIC avec au moins 8 bits/échantillon pour Y 8 bits/échantillon pour C <sub>1</sub> ou C <sub>2</sub>
5.2	Structure d'échantillonnage : - du signal de luminance - de chaque signal différence de couleur	Orthogonale qui se répète en ligne et image. Quinconce ligne qui se répète à chaque image. Les échantillons C <sub>1</sub> et C <sub>2</sub> coïncident entre eux et avec les échantillons (numérotés) impairs des lignes impaires, et pairs des lignes paires.
5.3	Nombre d'échantillons par ligne active numérique - pour le signal de luminance - pour chaque signal de différence de couleur	1920 960
5.4	Nombre total d'échantillons par ligne complète - pour le signal de luminance - pour chaque signal de différence de couleur	2304 1152
5.5	Fréquence d'échantillonnage - Pour Y - Pour C <sub>1</sub> & C <sub>2</sub>	144 MHz 72 MHz
5.6	Phase relative des signaux analogique et numérique de la fin de la ligne active numérique à O <sub>H</sub>	à l'étude
5.7	Correspondance entre les niveaux du signal d'image et les niveaux de quantification : - échelle - pour le signal de luminance - pour chaque signal différence de couleur	à l'étude
5.8	Affectation des mots de code	à l'étude

Rapport 801-3, Partie 5

1.2.6 Forme d'ondes de synchronisation analogique

1.2.6.1 Détail des signaux de synchronisation de ligne (voir Figure 3)

a) Forme d'onde de synchronisation

- Synchro bipolaire à 3 niveaux.
- Amplitude :  $\pm 300$  mV crête dans 75 ohms.

b) Durées

Fréquence d'horloge de référence : 2,25 MHz

[TABLEAU VI]

Symbole	CARACTERISTIQUES	$\mu s$	Nombre de périodes à 2,25 MHz
H	Période nominale de ligne	16	36
a	Durée de suppression de ligne	2,667	6
b	Intervalle entre le repère de temps (OH) et le front arrière du signal de suppression de ligne	1,778	4
c	Intervalle de garde (palier avant)	0,889	2
d	Impulsions de synchronisation (positive et négative)	0,444	1
f	Temps d'établissement (10 % à 90 %)	à l'étude.	

1.2.6.2 Détails des signaux de synchronisation d'image (voir Figures 4 et 5)

Référence: période de ligne H = 16  $\mu s$

TABLEAU VII

Symbole	CARACTERISTIQUES	Durée	Nombre de périodes de ligne
v	Période d'image	20 ms	1250
j	Intervalle de suppression d'image	1,568 ms	98
q'	Impulsion de synchronisation d'image.	8 $\mu s$	1/2

Rapport 801-3, Partie 5

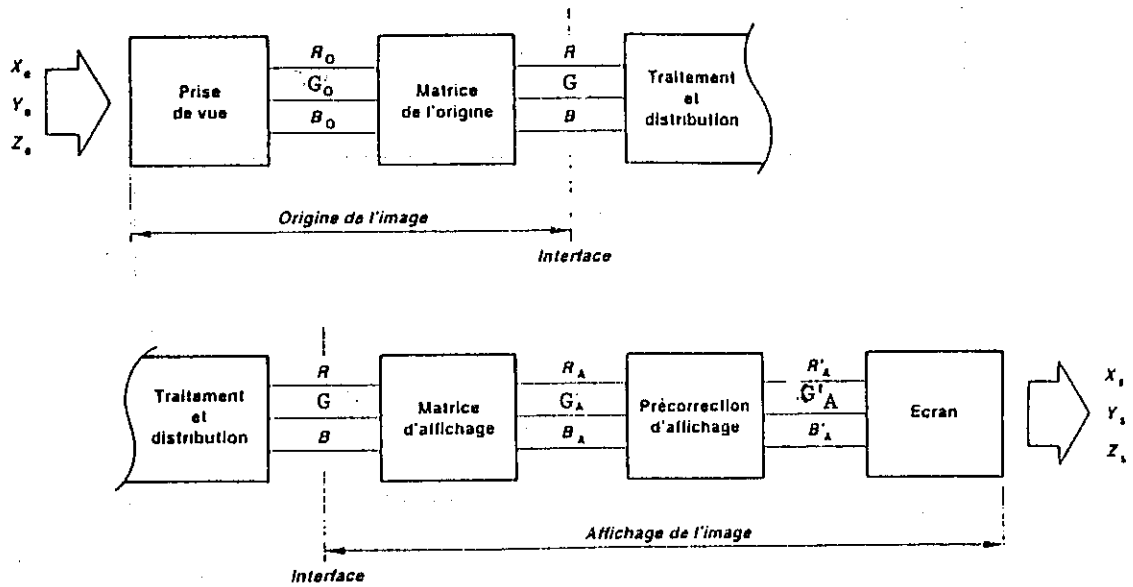


FIGURE 1

Aspects colorimétriques d'une chaîne de réception

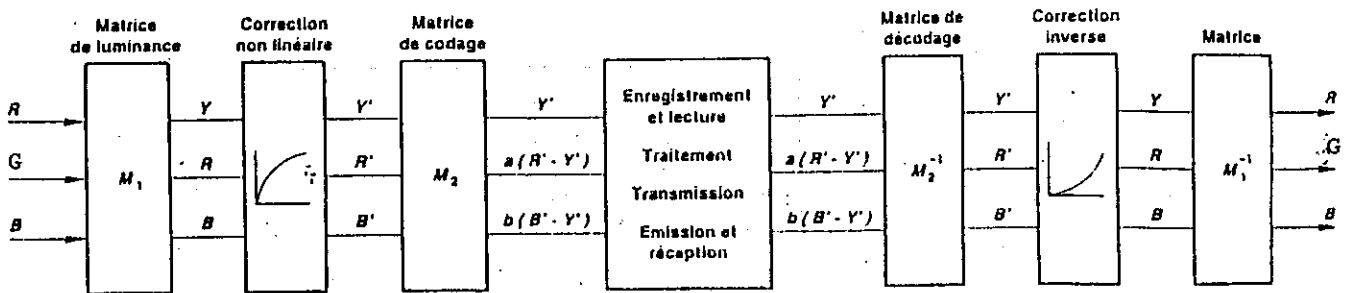


FIGURE 2

Traitement et distribution en télévision

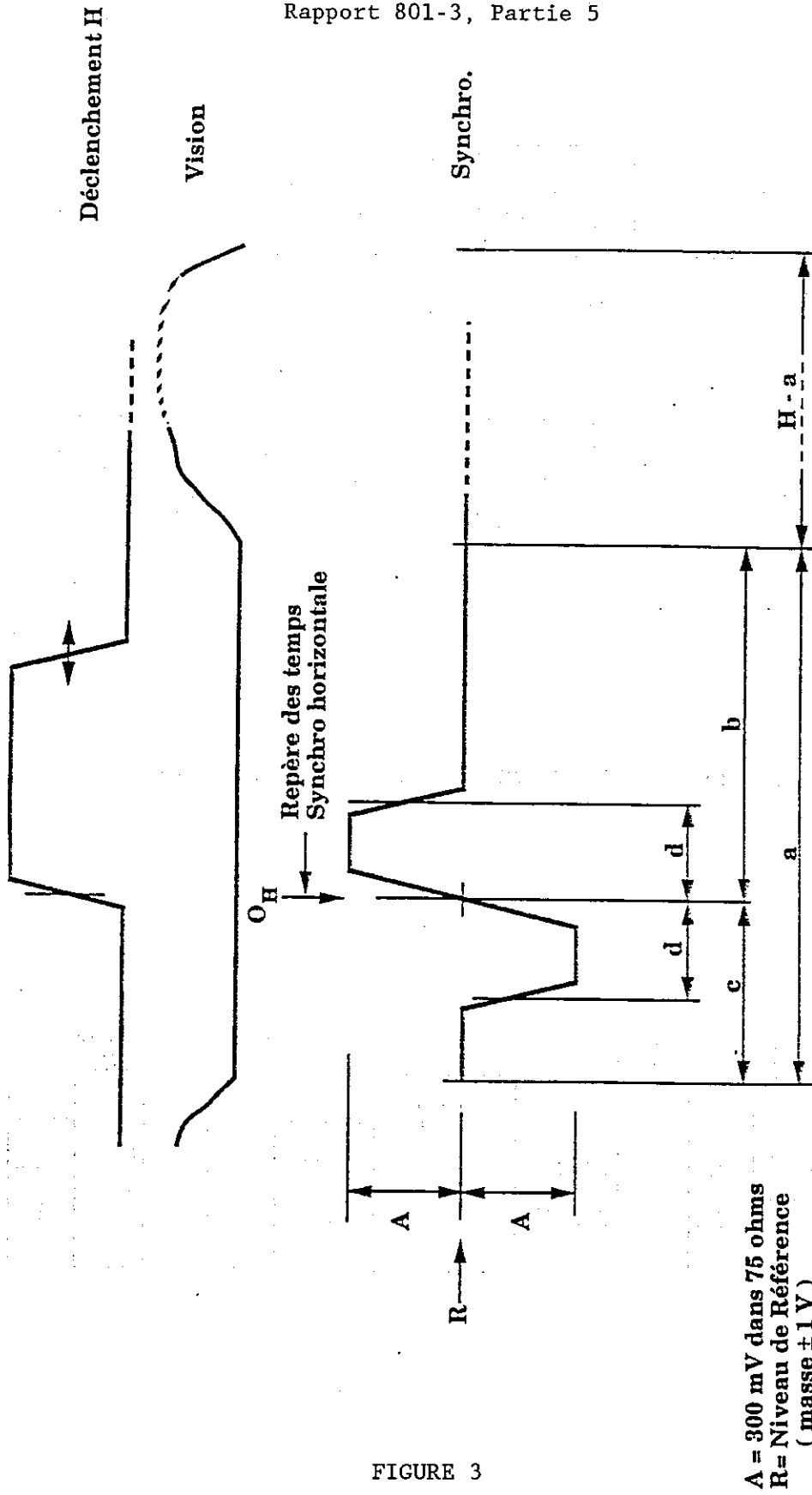


FIGURE 3

Détail du signal de synchronisation de ligne



Rapport 801-3, Partie 5

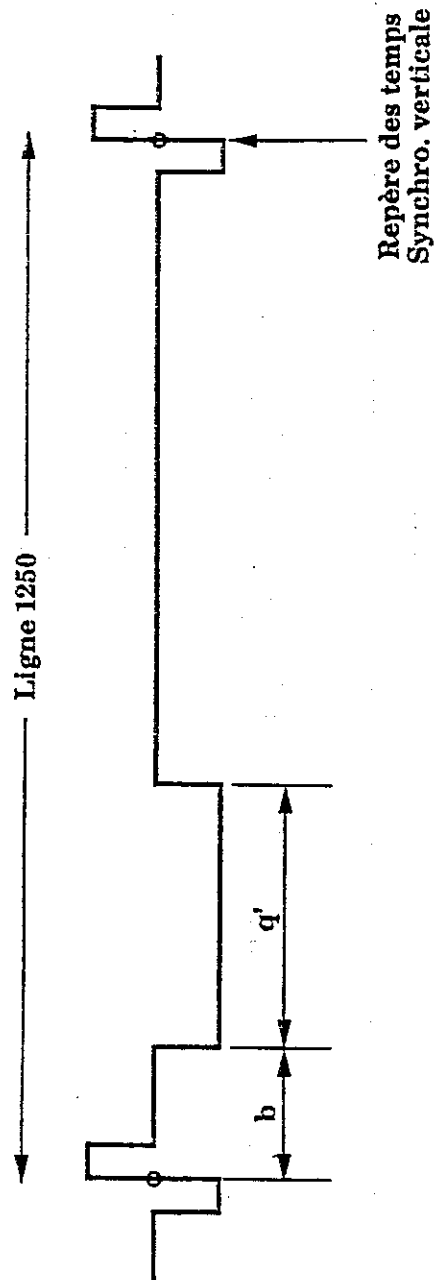


FIGURE 4

Détail du signal de synchronisation image

Rapport 801-3, Partie 5

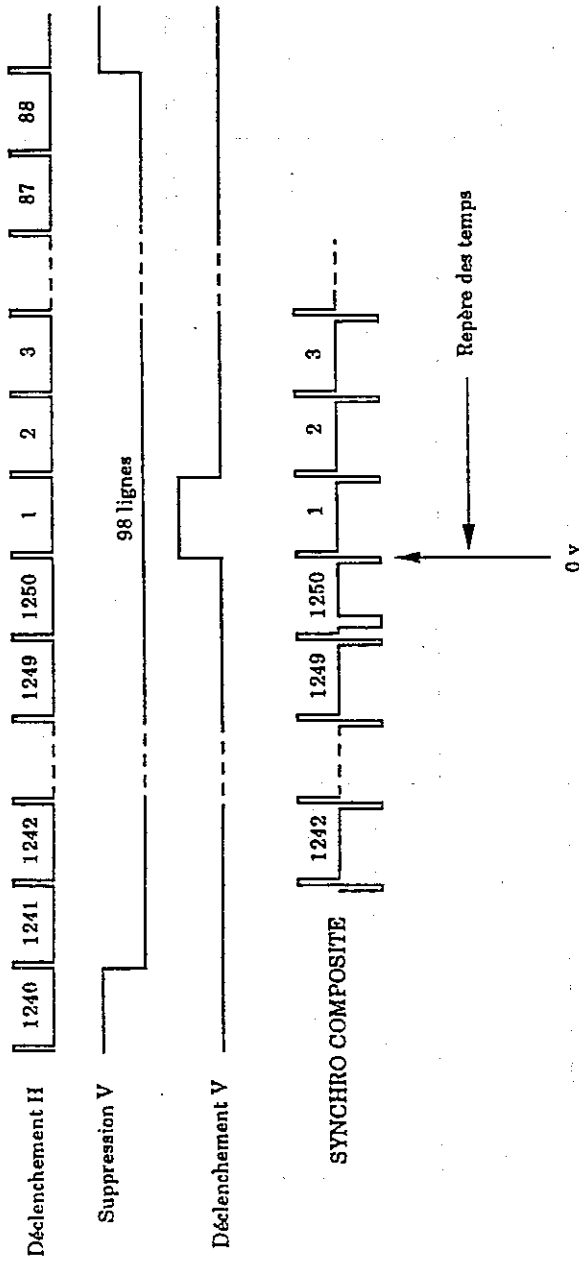


FIGURE 5

Détail de l'intervalle de suppression vertical et signaux dérivés

Rapport 801-3, Partie 5

PARTIE 5.2 - DEVELOPPEMENTS EN MATIERE D'EQUIPEMENTS (A L'EXCEPTION DES CONVERTISSEURS ET MAGNETOSCOPES)

2.1 Equipements de studio pour le système TVHD 1125/60 [CCIR, 1986-90b]

les développements dont il est question ci-après viennent compléter une vaste gamme d'équipements de production (caméras, magnétoscopes, consoles pour effets spéciaux, etc.) actuellement disponibles sur le marché.

2.1.1 Caméras

a) Caméra portable de TVHD

Une caméra portable de TVHD dotée de tubes Saticon a été mise au point. Principales caractéristiques: une haute résolution de 1 200 lignes avec une grande sensibilité de F:4,5 à 2 000 lux, encombrement et poids réduits (8 kg) et faible consommation d'énergie (35 W seulement).

Des tubes Saticon d'un pouce avec focalisation et déviation statiques ont été utilisés. La couche photoconductrice utilisée est une couche à haute performance et sa sensibilité a été améliorée d'un facteur 1,5 dans le vert et d'un facteur 2 dans le rouge par rapport à la couche Saticon classique. Le préamplificateur a été lui aussi amélioré par le recours à un TECJ très performant.

b) Caméras HARP<sup>1</sup> pour la TVHD

Une caméra portative de TVHD dotée de tubes HARP de 2/3 de pouce a été mise au point. Sa sensibilité est dix fois supérieure à celle des caméras classiques de TVHD et elle peut fonctionner à F:2,8 sous 200 lux. Cette caméra fournit des images de grande qualité, même en cas de faible niveau d'éclairément (événements sportifs de plein air, scènes utilisées dans les spectacles de théâtre).

Un préamplificateur TEC AsGa à faible bruit sert à obtenir un rapport signal/bruit satisfaisant (45 dB). Pour faciliter le réglage des superpositions on a utilisé un système automatique en direct. Le recours aux techniques LSI et à des circuits compacts a permis de réaliser une caméra portative légère (6,5 kg).

c) Rétines à semi-conducteurs

Des rétines à semi-conducteurs conformes à la norme de studio 1125/60 ont été mises au point. Il s'agit d'une rétine CCD de un pouce avec deux millions d'éléments d'image et d'une rétine CCD linéaire. Une caméra couleur de TVHD de prochaine génération dotée d'une de ces rétines a été mise au point. Il s'agit d'une caméra compacte et deux fois plus sensible que les modèles classiques.

2.1.2 Système d'incrustation vidéo de TVHD

Un système d'incrustation vidéo de TVHD a été mis au point. Ce système illustre une nouvelle technique de production en synthèse d'image TVHD. Le signal de commande pour la synthèse est produit par infographie et affiché sur un moniteur de TVHD. On peut ainsi synthétiser deux images sans fond bleu, provenant de sources éloignées.

---

<sup>1</sup> HARP: Photoconducteur avalanche à gain élevé.

## Rapport 801-3, Partie 5

Cet équipement a déjà été mis en pratique pour produire des émissions théâtrales et des films de long métrage au moyen de techniques de TVHD; il crée une image synthétisée si vraie et si naturelle que les spectateurs ont l'impression d'assister à une scène réelle.

### 2.1.3 Car de reportage de TVHD

Un camion de reportage pour la TVHD a été récemment conçu pour des émissions en direct et du montage en temps réel de différents programmes, qu'il s'agisse d'événements sportifs, de représentations théâtrales ou de festivals. Il permet des déplacements faciles d'un lieu à un autre et il dispose dès maintenant des équipements nécessaires pour une production de longue durée avec un grand local de réalisation (3 m de long) et de grands moniteurs (30 pouces de diagonale).

Ce véhicule est équipé de trois caméras et de câbles à fibre optique pouvant atteindre 1 500 m de long, de deux magnétoscopes, d'un analyseur de transparents, d'une grille vidéo analogique avec huit entrées comprenant des fonctions de mélange à 3 entrées, de fondu, de superposition et d'incrustation à contours estompés, d'un mélangeur audio à 4 voies avec huit entrées et d'un faisceau hertzien de 42 GHz avec codeur vidéo TCI.

### 2.2 Equipement de studio pour le système TVHD 1250/50 [Document GTI 11/6-2056]

Le Document [CCIR 1986-90d] propose une hiérarchie de formats en studio se rapportant simplement à la Recommandation 601. Tous les membres de la hiérarchie sont évolutifs avec un fort degré de compatibilité, d'un membre au suivant, du moins.

#### 2.2.1 Matériels à balayage progressif (HDP et HDQ)<sup>1</sup>

Les équipements de studio au stade du prototype comprennent:

- une caméra noir et blanc qui a fait l'objet d'une démonstration à Montreux 1987 [CCIR, 1986-90e] [Boyer et Eouzan, 1987];

---

<sup>1</sup> Note explicative pour la description des équipements de studio du système de TVHD 1250/50:

#### Norme HDP [CCIR, 1986-90f]

Balayage progressif à haute définition avec échantillonnage orthogonal pour le signal de luminance et échantillonnage en quinconce pour chaque signal de différence de couleur.

#### HDQ

Format à balayage progressif et à haute définition, déduit de la norme HDP par le préfiltrage diagonal du signal de luminance donnant un échantillonnage spatial en quinconce et par préfiltrage vertical des signaux de différence couleur donnant un échantillonnage orthogonal. Il permet de réduire par un facteur 2 la largeur de bande ou le débit du HDP.

#### HDI

Format à haute définition entrelacé avec échantillonnage orthogonal des signaux de différence de couleur et de luminance. Le débit du HDI est le même que celui du HDQ.

Rapport 801-3, Partie 5

- deux caméras couleur avec type d'objectif différent et tube de prise de vue Saticon de 1 pouce qui ont fait l'objet d'une démonstration à l'IBC de Brighton en 1988.  
La mise au point de la caméra HDP a constitué une étape importante du projet EU95; en particulier, sa sensibilité est presque la même que celle d'une caméra avec entrelacement (rapport signal/bruit pondéré voisin). Elle comporte un système de correction d'ouverture numérique 2D dans la voie, fonctionnant à 144 MHz avec quantification sur 8 bits et masque de convolution de 3 lignes x 5 pixels;
- convertisseur A/N et N/A à 144 MHz;
- convertisseurs HDP/HDQ et HDQ/HDP (filtre et interpolateur). Les convertisseurs sont dotés de processeurs de luminance et de différence de couleur. Le processeur de luminance est un filtre diagonal bidimensionnel qui permet un sous-échantillonnage en quinconce. Le processeur de couleur est un filtre vertical qui assure le sous-échantillonnage vertical. A la sortie du filtre, des échantillons de luminance sont entrelacés et une conversion de période de ligne de 16 à 32  $\mu$ s est effectuée. Cela aboutit à la sortie du filtre à un multiplex HDQ, dont la structure et la fréquence d'horloge sont conformes à celles du multiplex HDI;
- pour l'interconnexion des équipements dans un centre de production et pour les liaisons point à point entre studios, on a utilisé des équipements commercialement disponibles (largeur de bande 60 MHz) pour la transmission en parallèle RVB de signaux de TVHD 1250/50/1:1 sous forme analogique. On a mis en oeuvre également des équipements de transmission pour signaux numérique de TVHD, avec réduction du débit binaire [CCIR, 1986-90g].

Le Document [CCIR, 1986-90h] donne les caractéristiques du format HDQ qui constitue une mise en oeuvre numérique à largeur de bande limitée de la norme HDP, afin d'utiliser les techniques actuelles d'enregistrement et de traitement numériques en studio. Le document explique en outre que les formats HDQ et HDI ayant le même débit binaire, l'on obtient un fort degré de similitude et on peut utiliser la même interface de signaux numériques, d'où la possibilité d'utiliser de nombreux dispositifs tels que les commutateurs, les mélangeurs et les enregistreurs dans des environnements aussi bien HDI que HDQ.

### 2.2.2 Matériels à balayage entrelacé (HDI)<sup>1</sup>

#### - Caméras

Toutes les caméras comportent des dispositifs de correction de contour et d'ouverture numérique à deux dimensions, dont les caractéristiques de sensibilité et de rapport signal/bruit correspondent aux plus récentes techniques et sont obtenues avec des tubes de prise de vues Saticon de 1 pouce.

#### - Consoles de mélange et grilles de commutation

Des grilles de commutation et des mélangeurs simples fonctionnant avec des composantes analogiques ont été présentés. De nouvelles versions de mélangeurs dotés de la fonction d'incrustation sont en cours de mise au point.

<sup>1</sup> Voir Note de bas de page de la page précédente et le renvoi du Tableau I, Partie 5, § 2.1.

## Rapport 801-3, Partie 5

### Cars de reportage

Un ensemble d'équipements opérationnels a été présenté à IBC 1988 conçu autour de deux cars de reportage composé de caméras, de mélangeurs, de télécinémas et de magnétoscopes déjà mentionnés dans d'autres chapitres.

Un car de reportage de TVHD fonctionnant dans la version à entrelacement de la norme 1250/50, comme décrit dans le Document 11/297 est en cours de construction pour RTVE. Ce car de reportage est conçu pour la production de programmes expérimentaux de TVHD en général et plus particulièrement pour les manifestations sportives. Il dispose d'installations de synchronisation et de surveillance pour travailler avec un autre car de reportage aux caractéristiques semblables. [CCIR, 1986-90j].

Le Document [CCIR, 1986-90i] décrit les paramètres de la version à entrelacement de la norme de studio 1250/50 actuellement utilisée en Europe à titre expérimental. (Voir Annexe I à la Partie 5.)

### 2.2.3 Composants

Certains composants clé pour la TVHD ont été étudiés et d'autres développements sont en cours. Il s'agit d'objectif zoom pour caméras de TVHD, de barrettes CCD pour analyseurs d'images fixes et télécinéma comportant 2 048 points, un tube de prise de vues Primicom<sup>1</sup> de 1 pouce avec focalisation électromagnétique et déviation électrostatique. Un tube Plumbicon de 1 pouce 1/4 a également été mis au point. Une barrette CCD à 5 184 points pour analyseur d'images fixes est en cours de mise au point.

### 2.2.4 Interfaces pour un "environnement" numérique

Le document [CCIR, 1986-90k] suggère qu'avec un estimateur de mouvement simple et puissant situé dans le studio, à proximité de la source, chaque équipement dont les performances sont affectées par la connaissance du mouvement utilisera de manière appropriée l'information du "vecteur mouvement" au moyen d'un traitement hiérarchique. Le but est de réduire ainsi, selon les applications, le débit binaire de l'information du mouvement afin d'éviter la perte d'information de mouvement correspondante lorsque le traitement en cascade est nécessaire.

Les applications correspondantes dans les domaines de la production et en particulier aux interfaces entrée/sortie, sont, par exemple, la conversion de normes de fréquence de trame, le ralenti, le transfert sur film et le codage pour la transmission ou l'émission. Les données de mouvement peuvent être, par exemple, insérées dans l'intervalle vertical de suppression de trame du signal vidéo, enregistrées sur bande et utilisées pour l'échange de programmes.

---

<sup>1</sup> Primicon: Marque déposée de Thomson-CSF.

Rapport 801-3, Partie 5

2.2.5 Autres développements

Des documents ont été soumis selon lesquels:

La mise en oeuvre du balayage progressif concerne essentiellement la caméra, le convertisseur A/N et le magnétoscope dans le studio. Pour les autres équipements de studio, principalement le mélangeur et les effets spéciaux, de légères modifications sont nécessaires lorsque l'on passe du balayage entrelacé au balayage progressif [CCIR, 1986-90l]. Comme cela est indiqué dans [CCIR, 1986-90m], une première mise en oeuvre aura lieu avec le format HDQ pour utiliser un magnétoscope numérique à 1,15 Gbit/s dont la possibilité de fonctionnement a été prouvée.

Le Document [CCIR, 1986-90n] indique que les caractéristiques au niveau du mouvement peuvent être améliorées en utilisant une obturation synchrone et que cette amélioration sera encore plus sensible que cette obturation sera associée à une compensation du mouvement au niveau de l'affichage pour la conversion de la fréquence de trame.

2.3. Ecrans de visualisation

2.3.1 Ecrans à TRC

Des tubes image sont mis au point au Japon, donnant la priorité en grand format et à l'amélioration de la résolution. Sur le premier point, un tube de 40 pouces a été réalisé en 1985 et présenté à l'"EXPO 1985" de Tsukuba au Japon. Ce tube, d'un poids d'environ 80 kg a un format d'image de 5:3. En 1987, a été mis au point un tube de 41 pouces avec un format d'image de 16:9. Il pesait 105 kg et atteignait une luminance de 95 cd/m<sup>2</sup> pour des signaux blancs. Avec la convergence numérique, utilisée pour ce tube, on a pu obtenir une erreur de convergence inférieure ou égale à 0,5 mm sur tout l'écran. Le poids total et les dimensions externes de ce dispositif sont respectivement de 170 kg et 1 030 (largeur) x 760 (hauteur) x 850 (profondeur) mm.

En 1987, un tube image de 32 pouces a été mis au point avec un masque en Invar. Il a permis d'obtenir une luminance de 230 cd/m<sup>2</sup> crête [CCIR, 1986-90o].

Le [CCIR, 1986-90p] décrit les caractéristiques de base des tubes pour le système de télévision à haute définition 1 125 lignes/60 trames (Rapport 801-2, Annexe II, Rapport AZ/11, § 2.2). Ce Document annonce aussi que des tubes-image présentant une luminance supérieure à 100 cd/m<sup>2</sup> sont actuellement disponibles pour des diagonales allant jusqu'à 750 mm.

Des tubes de 931 mm de diagonale sont également disponibles avec des luminances de l'ordre de 68 cd/m<sup>2</sup>.

Des moniteurs de couleur utilisant des tubes de 51 cm, 76 cm et 81 cm (20 pouces, 30 pouces et 32 pouces) au format d'image de 16:9 ont été mis au point en 1988 en Belgique, en République fédérale d'Allemagne, en France, en Italie, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni. Dans les premiers systèmes, un pas de masque de 0,3 mm et une largeur de bande vidéo d'environ 60 MHz ont permis d'obtenir une résolution horizontale de 1 000 lignes, ce qui correspond à 1 400 points par ligne active et une résolution verticale permettant 1 250 lignes de balayage. On a pu obtenir ainsi une luminance de crête de 90 candelas/mètre carré et un contraste de 50:1. Tout en assurant un balayage

## Rapport 801-3, Partie 5

entrelacé 2:1 avec 1 250 lignes par image, une fréquence de trame de 50 Hz (1250/50/2:1) et une fréquence de balayage de ligne de 31 kHz, on a également obtenu un fonctionnement à 62 kHz avec un balayage progressif de 1 250 lignes à la fréquence de trame de 50 Hz (1250/50/1:1) ou un balayage entrelacé de 1 250 lignes/2:1 à la fréquence de trame de 100 Hz (1250/100/2:1), ce qui a permis d'éliminer le scintillement entre les lignes ou le papillotement sur les grandes plages. On a utilisé une technique de balayage bidirectionnel [CCIR, 1986-90 c et q].

### 2.3.2 Vidéoprojecteurs

Des vidéoprojecteurs utilisant de petits tubes-images (7 à 9 pouces) permettent des dimensions d'écrans allant jusqu'à 3 000 mm et une luminance de crête de plus de 100 cd/m<sup>2</sup> et un gain d'écran de 13 [CCIR, 1986-90p].

Un rétroprojecteur de 50 pouces utilisant des tubes de projection de 7 pouces a permis d'obtenir une luminance de crête de 400 cd/m<sup>2</sup>, alors que la profondeur de l'équipement ne dépassait pas 65 cm. De plus, un rapport de contraste élevé de 35:1 ou plus est obtenu en comblant l'intervalle entre les tubes de projection et les objectifs avec un matériau présentant le même indice de réfraction que le verre. Des dispositifs de 50 à 110 pouces de ce type ont été mis au point avec un réglage de convergence automatique simplifié.

Un dispositif de 180 pouces utilisant 3 tubes de projection de 12 pouces a permis d'obtenir une luminance de crête de 55 cd/m<sup>2</sup> pour un gain d'écran de 3,5. Ce dispositif peut être utilisé avec des écrans pouvant atteindre 200 pouces. Un dispositif de 200 pouces doté de six tubes de projection de 9 pouces a été aussi mis au point. Sa luminance est de 40 cd/m<sup>2</sup> [CCIR, 1986-90o].

Des dispositifs pour très grands écrans utilisant des modulateurs de lumière et une technique optique Schlieren convenant aux salles de spectacle vidéo sont proposés par plusieurs fabricants [CCIR, 1986-90p].

Pour les applications grand public ou professionnelles, les systèmes de projection actuels permettent d'obtenir une dimension d'écran de plus de 1 m. Plusieurs vidéoprojecteurs de ce type ont été réalisés en 1988 en Belgique, en République fédérale d'Allemagne, en Italie et aux Pays-Bas.

Un système grand public a été réalisé sur la base des considérations suivantes: on a retenu une technique de rétroprojection pour améliorer la stabilité, la luminance et le contraste et pour avoir un encombrement tolérable compatible avec une utilisation chez les particuliers; la diagonale d'image de 127 cm (50 pouces) avec un format d'image de 16:9 et un système de balayage entrelacé à 1 250 lignes fonctionnant à une fréquence de trame de 50 Hz (1250/50/2:1); la luminance de crête de 400 candelas/mètre carré était voisine de celle des récepteurs classiques à 625 lignes. Il serait encore plus important d'obtenir un contraste relativement plus élevé (50:1).

Second exemple: on a réalisé un projecteur direct présentant une diagonale d'écran de 250 cm (98 pouces) avec un format d'image de 16:9. Doté d'un circuit de déviation automatique, il fonctionne avec une fréquence de ligne allant de 16 à 62 kHz et une fréquence de trame de 50 à 100 Hz permettant la présentation d'images aux normes 1250/50/2:1 et 1250/100/2:1. On a pu obtenir une luminance de crête de 300 candelas/mètre carré avec un gain d'écran de 10 et une fonction de transfert de modulation de 10% à 1 000 lignes TV en exploitation [CCIR, 1986-90c et q].



Rapport 801-3, Partie 5

2.3.3 Dispositifs d'affichage de TVHD en cours de mise au point

Un tube image à écran plat masque tendu a été mis au point aux Etats-Unis; il est indiqué que pour ce tube, par rapport aux modèles classiques la luminance est accrue de 80% au maximum et le rapport de contraste de 70% au maximum. Le masque métallique mince est soumis à une force de tension qui permet de le maintenir plan derrière l'écran plat du tube. Cette disposition améliore la stabilité aux températures élevées du masque.

Les Etats-Unis mettent au point un modulateur de lumière à semi-conducteurs. Il se compose d'un réseau de transistors CMOS en couche mince disposés selon une trame de télévision qui produisent un champ électrostatique déformant de 20 volts. Sur le circuit intégré se trouvent une couche déformable et une couche mince réfléchissante. Les forces électrostatiques déforment ces couches en produisant une représentation physique de l'image de télévision. Une source lumineuse et une optique de Schlieren permettent de projeter l'image sur l'écran. Un projecteur couleur utiliserait simultanément trois modulateurs avec une seule optique. [CCIR, 1986-90p].

Un écran plat est souhaitable pour favoriser la diffusion du service de TVHD dans de nombreux foyers. Les écrans à plasma se prêtent le mieux à la réalisation de ces écrans du double point de vue des possibilités de production de grands écrans et de la grande vitesse de fonctionnement nécessaire à la TVHD. Un écran plat de 20 pouces à plasma en mode continu avec mémoire interne a été récemment fabriqué, ce qui représente une première étape dans la mise au point d'un écran plat pour TVHD. Cette étude a montré qu'il était possible d'augmenter encore la dimension d'écran. Un affichage couleur de 14 pouces à cristaux liquides utilisant des TFT en silicium amorphe a été également mis au point [CCIR, 1986-90b et r].

2.3.4 Conversion de la fréquence de trame de l'écran

Le [CCIR, 1986-90s] étudie les problèmes de la réduction du papillotement de grande plage dû au rythme d'échantillonnage temporel, en augmentant la vitesse de refroidissement de l'écran. Cette méthode exige que soit utilisée une conversion temporelle adaptative au mouvement pour réduire à un minimum les défauts dans le mouvement. On précise également que cette technologie est nécessaire, dans tous les récepteurs de studio, quand il est impossible d'utiliser une technique à données d'assistance.

Un des problèmes que posent les grands écrans est celui du papillotement sur les grandes plages. Le recours à des écrans plus grands et plus larges rend ce problème préoccupant pour la TVHD et il sera peut-être nécessaire d'afficher l'image reçue à une fréquence de trame différente de la fréquence de trame transmise (50 Hz). Les essais subjectifs ont indiqué que des fréquences de trame d'affichage d'au moins 80 Hz permettent d'éliminer l'effet du papillotement pour les luminances et les distances d'écran qui seront sans doute utilisées [Bourguignat, 1985].

Pour supprimer à la fois le papillotement sur les grandes plages et entre les lignes, on peut utiliser la répétition d'image au lieu de la répétition de trame. Cet algorithme, appelé conversion AB-AB, est satisfaisant pour afficher des éléments fixes de l'image mais, comme l'information est présentée dans l'ordre inverse, la représentation des objets en mouvement n'est pas satisfaisante en raison du broutage.

## Rapport 801-3, Partie 5

Les voies MAC et MAC à haute définition sont capables d'acheminer d'importants volumes de données, de sorte que l'on peut utiliser la télévision à données d'assistance (DATV) [Storey, 1986], qui permet d'obtenir une meilleure conversion, au prix d'une faible augmentation du coût du récepteur. La présence de la voie de DATV permet au studio de transmettre des instructions au récepteur pour résoudre les problèmes de conversion de répétition d'une trame ou d'une image.

Pour résoudre ce problème, une méthode a consisté à utiliser une conversion adaptative du mouvement. Dans ce système, le convertisseur peut choisir le mode d'affichage à répétition de trame ou le mode d'affichage à répétition d'image à la réception de l'information transmise par l'intermédiaire de la chaîne DATV. Le mode de répétition de trame peut être utilisé pour les éléments mobiles de l'image et le mode de répétition d'image pour les plages fixes. Des études ont été aussi consacrées à l'utilisation d'un prétraitement pour améliorer les caractéristiques de mouvement du mode AB-AB dans les plages à mouvement lent.

Les matériels provenant des Pays-Bas, de la République fédérale d'Allemagne et d'Italie qui ont été présentés en 1988, comprenaient plusieurs types de convertisseur de balayage de 50 vers 100 Hz. L'un reposait sur un algorithme fixe de conversion AA-BB qui n'avait pas d'information DATV d'accompagnement. Un second convertisseur utilisait un algorithme adaptatif du mouvement AA'-B'B/AB-AB, dont la commutation de mode était commandée par le signal DATV transmis. Ces deux équipements fonctionnaient numériquement au rythme des fréquences d'horloge de TVHD sur les signaux composites [CCIR, 1986-90q].

### 2.3.5 Ecran d'affichage grand public

Un grand écran à haute définition est nécessaire pour tout système de réception de TVHD. C'est aussi un facteur clé pour déterminer le rythme auquel se généralisera la TVHD. Des écrans à vision directe de 51 à 104 cm, utilisant de gros tubes cathodiques, ont été mis au point avec un format d'image d'environ 16:9. Par exemple, les écrans cathodiques de 51 à 104 cm récemment mis au point ont une brillance (90 à 230 cd/m<sup>2</sup>) et une résolution suffisantes pour les postes à usage domestique.

On a également mis au point des vidéoprojecteurs à tubes cathodiques de plus de 100 cm de diagonale. Pour les rétroprojecteurs, on a pu obtenir une brillance et une résolution presque suffisantes avec des diagonales de 127-178 cm, la luminosité étant d'environ 400 cd/m<sup>2</sup>. On a même conçu des écrans encore plus grands, à l'intention des groupes importants de téléspectateurs.

Pour résoudre le problème du papillotement sur ces grandes plages dans les systèmes à fréquence de trame de 50 Hz, en particulier pour les grands écrans, on a étudié une conversion vers le haut de la fréquence de trame et plusieurs convertisseurs-élévateurs de fréquence et écrans ont été présentés en septembre 1988 (IBC, Brighton, Royaume-Uni).

On a construit et testé des écrans à vision directe et des vidéoprojecteurs adaptés au signal converti sur la norme de visualisation 1250/100/2:1 ayant une fréquence de ligne de 62,5 kHz et une largeur de bande vidéo d'environ 60 MHz.

Rapport 801-3, Partie 5

Un autre projecteur frontal, conçu pour un grand écran, fonctionne avec un circuit de déviation automatique s'adaptant à une fréquence de ligne comprise entre 16 et 62 kHz et une fréquence de trame allant de 50 Hz à 100 Hz et permet de visualiser un balayage à 1250/50/2:1 comme un balayage à 1250/100/2:1.

La méthode la plus simple pour obtenir une conversion vers le haut de la fréquence de trame consiste à répéter les trames, pour avoir 2 trames impaires consécutives suivies de 2 trames paires consécutives. Toutefois, pour éviter les problèmes tels que le scintillement entre lignes, la diminution de la résolution ou le broutage, on devra peut-être utiliser des techniques de pointe comme l'interpolation, la réception de l'image et l'utilisation de signaux de commande de TVAN.

Rapport 801-3, Partie 5

ANNEXE

(à la Partie 5.2)

Première mise en oeuvre d'un système de production de TVHD 1250/50

La norme de studio de TVHD 1250/50 est fondée sur une méthode à balayage progressif. La première mise en oeuvre de cette norme cible peut être fondée sur un système à largeur de bande réduite tenant compte de l'état actuel des techniques. La version à entrelacement 2:1 décrite dans la présente Annexe sous forme analogique et numérique répond à ce critère.

L'équipement fonctionnant conformément à ces paramètres a fait l'objet d'essais et il est actuellement utilisé en Europe pour la production de programmes expérimentaux de TVHD. Les valeurs spécifiques de paramètres pour cette version à entrelacement sont indiquées ci-dessous (les chiffres entre parenthèses ont trait aux points mentionnés au § 1.2):

- a) Fréquence de ligne (1.6) - 31250 Hz
- b) Colorimétrie (2) - selon la spécification de l'UER (Document technique 3213 de l'UER)
- c) Préaccentuation (4.1) - selon la Recommandation 601
- d) Equation du signal de luminance (4.2) - selon la Recommandation 601
- e) Equation du signal de différence de couleur (4.3) selon la Recommandation 601
- f) Niveau du signal nominal (4.4/4.5) - selon la spécification de l'UER (Norme technique N° 10 de l'UER)
- g) Largeur de bande du signal nominal (4.6) - la moitié de la norme cible
- h) Structure d'échantillonnage du signal de différence de couleur (5.2) - selon la Recommandation 601
- i) Fréquences d'échantillonnage (5.5) - la moitié de la norme cible
- j) Relation de synchronisation horizontale analogique-numérique à partir de la fin de la ligne numérique active à  $0_H$  (5.6) -  $128 T$  ( $T$  = période d'échantillonnage)
- k) Correspondance entre les niveaux des signaux vidéo et les niveaux de quantification (5.7) - selon la Recommandation 601
- l) Utilisation du mot de code (5.8) - selon la Recommandation 601
- m) Période de trame - 40 ms (1 250 périodes de ligne)
- n) Intervalle de suppression de trame - 1,56 ms (49 périodes de ligne)
- o) Durée de l'impulsion de synchronisation de trame -  $8 \mu s$  (1/4 de période de ligne)

Toutes les autres valeurs de paramètre <sup>s</sup> selon la norme cible (§ 1.2).

Rapport 801-3, Partie 5

PARTIE 5.3 - CONVERSION DE NORMES

3.1 Conversion de normes TVHD-TVHD

Quelle que soit la norme future de studio de TVHD, une conversion de haute qualité des normes devra être obtenue: d'une part, en effet, dans le cas d'une norme mondiale unique de studio pour la TVHD, une conversion des normes sera nécessaire quand les fréquences de trame pour le studio et pour l'émission sont différentes; d'autre part, la situation serait encore aggravée si des normes de studio de TVHD différentes devaient coexister.

Le Document [CCIR, 1986-90t] annonce que la conversion de 1250 lignes 50 Hz vers 1050 lignes 59,94 Hz a été étudiée afin d'évaluer la qualité des images converties à 59,94 Hz, produites à l'origine selon la proposition de production européenne.

Pour cette conversion, il est évident que les convertisseurs traditionnels ne fonctionnent pas de façon satisfaisante: ils créent en effet d'importants défauts visibles, surtout sur les objets en mouvement, qui constituent la situation normale dans les scènes de télévision. Pour cette raison, un procédé de compensation de mouvement doit être introduit, pour tenir compte de l'interpolation des objets en mouvement (en particulier lorsqu'il s'agit de mouvements rapides et complexes).

Des algorithmes ont été développés en parallèle avec des équipements et assurent les fonctions suivantes.

a) Conversion entrelacé/séquentiel

Le format d'entrée du convertisseur est du type 1250/50/1:1; il provient soit d'une source directe, soit de la sortie d'un convertisseur entrelacé/séquentiel.

b) Evolution du mouvement

Il s'agit de mesurer un mouvement entre deux images successives dans une séquence à 50 Hz; le format d'entrée dans le dispositif d'évaluation est 1250/50/1:1. Parmi les types de dispositifs de ce type, le modèle différentiel est intéressant, parce qu'il offre un compromis satisfaisant entre complexité et résultats. Deux techniques récurrentes fondées sur le modèle différentiel ont été utilisées pour calculer au niveau des blocs ou des éléments d'image les déplacements locaux du type de ceux qui se produisent dans les panoramiques ou les scènes avec zoom [Robert et autres, 1988].

c) Affectation du mouvement

Un vecteur de mouvement est affecté à chaque élément de l'image à produire. On suppose que le mouvement est linéaire entre deux images d'entrée successives.

d) Détection des défauts sur image

Il faut identifier les pixels quand le mouvement mesuré n'est pas fiable, en ce sens que des défauts visibles risquent d'apparaître suite à l'interpolation de compensation de mouvement correspondante.

Rapport 801-3, Partie 5

e) Interpolation adaptative du mouvement

Deux types d'interpolation sont envisagés, correspondant au mode de compensation de mouvement et au mode de substitution. Le choix entre ces deux dispositifs d'interpolation est effectué au niveau du détecteur de défaut d'image; les pixels pour lesquels il y a mouvement (pas de détection de défaut d'image) sont produits par l'interpolateur de compensation de mouvement. Les pixels pour lesquels un défaut d'image a été détecté sont produits en mode substitution.

Résultats

L'évaluation des algorithmes a été effectuée sur des séquences d'images par simulation informatique, et apportée sur la conversion d'image de télévision classique (de 625/50 vers 525/59,94). Les résultats des essais ont été soumis à des experts et présentés à l'IBC 1988 à Brighton. De l'avis des experts et des visiteurs, ces résultats sont excellents et attestent une qualité supérieure à tout ce que les travaux dans ce domaine ont montré jusqu'ici. La qualité obtenue est excellente du double point de vue de la netteté et du rendu du mouvement sans défaut perceptible, même au ralenti. Ces résultats serviront à obtenir une conversion de norme quasi parfaite.

Il faut ajouter que les simulations par ordinateur ont tenu compte des contraintes imposées au matériel. Ce matériel est maintenant en cours de réalisation.

3.2 Conversion de norme TVHD - TV conventionnelle

Des essais effectués par la BBC sur la conversion de la fréquence de trame de signaux d'image utilisant l'interpolation invariante dans le temps (non adaptative) ont montré que la qualité de l'image convertie est sensiblement supérieure lorsqu'on convertit la fréquence de trame de 80 Hz à 60 ou 50 Hz plutôt que de 60 à 50 Hz. On a estimé qu'une conversion à partir de 80 Hz fournissait une qualité d'image pouvant être supérieure de deux points par rapport à des conversions 60 à 50 Hz ou 50 à 60 Hz avec des images de même type. Cependant, dans chaque cas, on a considéré que des images converties étaient moins bonnes que les images produites selon la norme utilisée en sortie [Childs et Tanton, 1985].

Un nouveau convertisseur de normes permettant de passer de la TVHD 1125/60/2:1 au PAL 625/50/2:1 et utilisant des techniques adaptatives en fonction du mouvement a été mis au point au Japon. Dans cet équipement, un signal à balayage séquentiel 625/60 est obtenu à partir du signal original 1125/60 au moyen d'un dispositif d'interpolation à deux trames ou d'un dispositif d'interpolation de ligne intra-trame. Puis, la conversion de la fréquence de trame du 625/60 en mode séquentiel, vers le 625/50 séquentiel est obtenue au moyen d'un système complexe qui sélectionne la sortie d'un des quatre traitements d'image à compensation de mouvement ou d'un traitement d'image à interpolation linéaire. Le dispositif de sélection est commandé par un signal de mouvement. Enfin, le signal subit une conversion du mode séquentiel vers le mode entrelacé [CCIR, 1982-86a].

Des essais subjectifs ont été effectués dans plusieurs pays au moyen d'une méthode d'évaluation subjective à un seul stimulus et de l'échelle de qualité à cinq notes. Le rendu du mouvement étant un problème critique, les images d'essai étaient constituées de séquences animées classées comme "critiques mais sans excès" [CCIR, 1982-86b, c].

## Rapport 801-3, Partie 5

Lors d'essais réalisés au Japon, on a établi que le rendu du mouvement des images converties était presque identique à celui des images enregistrées directement en PAL, sauf pour les séquences de disques rotatifs (l'apparition de séquences semblables aux disques rotatifs ne représente que 0,04% de la durée des programmes d'après des mesures effectuées sur deux canaux de télévision japonais pendant une semaine). Dans certaines séquences, les images converties ont été évaluées comme étant meilleures que les images PAL directes. En moyenne, les images converties ont obtenu une note d'environ 4,2 et la différence entre les images converties et les images enregistrées directement en PAL a été d'environ 0,35 lors de l'évaluation par des experts utilisant l'échelle de qualité à cinq notes [CCIR, 1982-86a].

Des essais analogues effectués en Europe ont montré que la différence de qualité de rendu du mouvement entre les images enregistrées directement en PAL et les images converties était encore perceptible (différence de note comprise entre 0 et 1). Néanmoins, pour ce qui est de l'avenir, les résultats des évaluations subjectives et un examen initial des domaines dans lesquels on peut espérer une évolution des performances de ce convertisseur, ont conduit les spécialistes de l'UER à penser que, dans des délais raisonnables, on pourra obtenir une qualité équivalente, pour l'essentiel, à la qualité des images PAL [CCIR, 1982-86c].

On a également signalé que la qualité de rendu de mouvement des images PAL converties était nettement meilleure (de 1,5 à 3,5) que le rendu du mouvement avec une cadence de régénération des images de 25 Hz (représentative de films analysés au télécinéma) [CCIR, 1982-86c].

La conversion de la TVHD 1125/60/2:1 à la norme de studio numérique 625/50 4:2:2 a été faite et une évaluation subjective de la qualité de conversion en ce qui concerne le rendu du mouvement a été récemment effectuée [Wood, Habermann, 1986]. Le Document [CCIR, 1986-90u] annonce que pour les sept scènes étudiées, la perte de qualité due à la conversion de norme varie de 0,56 d'une note (scène 12) à 0,98 d'une note (scène 2). La dégradation moyenne est d'environ 0,7 note. Par rapport à la conversion de 1125/60/2:1 à la norme PAL précédemment évaluée, les résultats de conversion de la norme 4:2:2 font apparaître une dégradation moyenne accentuée. (Une dégradation moyenne de 0,7 d'une note pour la conversion à la norme 4:2:2 contre une dégradation moyenne de 0,5 d'une note pour la conversion à la norme PAL pour les mêmes sept scènes.) Cela peut être attribué aux effets de masque de la norme PAL (par exemple, diaphotie de couleur et de luminance) sur les petites erreurs lors de la restitution du mouvement.

Un mode de production utilisé au Canada, fondé en grande partie sur les paramètres mentionnés dans l'Annexe II du Rapport 801-2 apparaîtra dans la norme de télévision NTSC à 525 lignes et a déjà été acheté par quatre radiodiffuseurs nationaux dont deux exploitent la norme PAL 625 lignes 50 Hz [CCIR, 1986-90v].

Au Japon, la TVHD a été mise en oeuvre selon la norme 1125/60,00 alors que la fréquence de trame du système NTSC est de 59,94 Hz. Afin de compenser cette différence de fréquence de trame entre TVHD et NTSC, des convertisseurs de norme 1125/60,00 vers 525/59,94 ont été mis au point et en service effectif. Pour accomplir cette conversion, une fois effectuée la conversion de fréquence de ligne de 1125/60 vers 525/60, les données d'image sont stockées dans une mémoire de trame puis lues à la fréquence 59,94 NTSC et synchronisées par des sauts d'image qui peuvent être effectués au cours du passage d'un message commercial, d'un passage au noir, d'une coupure de scène ou d'une image fixe [CCIR, 1986-90w].

Rapport 801-3, Partie 5

3.3 Convertisseurs grand public

Convertisseur de norme MUSE à norme 525 lignes

En ce qui concerne la compatibilité avec le récepteur/l'écran actuel, un convertisseur de norme MUSE/525 lignes, conçu pour les récepteurs grand public, a été mis au point et testé. Composé de quatre panneaux de circuits de 20 cm sur 30 cm, il est peu encombrant.

L'image de 525 lignes que l'on obtient avec ce convertisseur a, en moyenne, une qualité supérieure à l'image normale créée avec une norme NTSC, bien que l'on constate un certain papillotement sur les contours, le brouillage étant inférieur à celui causé par la diaphotie de couleur du procédé NTSC. L'élaboration des circuits est simple et il sera mis sur le marché à un prix inférieur grâce à la technologie des circuits intégrés à grande échelle. La mise au point de ce convertisseur de norme MUSE/525 lignes a ouvert des perspectives à la radiodiffusion de TVHD dans le cadre du système à 1 125 lignes, qui peut être reçue avec des récepteurs traditionnels à 525 lignes.



Rapport 801-3, Partie 5

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOURGUIGNAT, E. 1985. Bases psychovisuelles de l'amélioration des images. Revue de Radiodiffusion-Télévision, N° 88, pp. 6-15.
- BOYER, R. et EOUZAN, J.Y. [1987] High definition cameras using interlaced scanning and progressive scanning. XV Int. TV Symp. Montreux, Symposium Records, Broadcast. Sessions, pp. 320-333.
- CHILDS, I. et TANTON, N.E. [6-12 juin 1985] Sequential and interlaced scanning for HDTV sources and displays: which? Symposium Record, 14th International Television Symposium, Montreux, Suisse, 368-381.
- ROBERT, Ph., LAMNABHI, M., LHUILLIER, J.J., [1988] "Advanced high definition 50 to 60 Hz standards conversion", IBC 88, Brighton, Angleterre.
- STOREY, R. [1986] HDTV motion adaptive bandwidth reduction using DATV, BBC Research Department Report 1986/5.
- WOOD, D. et HABERMANN, W. 1986 Images of the future - The EBU's part to date in HDTV system standardization. Revue technique de l'UER N° 219, octobre 1986, pp. 267-80.

Documents du CCIR

[1982-86]: a. 11/270 (Japon); b. 11/398 (GTI 11/6); c. 11/405 (UER).

- [1986-1990]:
- a. 11/356 (Espagne)
  - b. GTI 11/6 - 2032 (Japon)
  - c. GTI 11/6 - 2056 (Thomson-CSF)
  - d. 11/298 (Thomson-CSF)
  - e. 11/164 (GTI 11/6)
  - f. GTI 11/6 - 2023(Rév.1) (Belgique et autres)
  - g. 11/28 (Thomson-CSF)
  - h. 11/312 (Thomson-CSF)
  - i. 11/297 (Italie et Espagne)
  - j. 11/351 (RTVE)
  - k. 11/27 (Thomson-CSF)
  - l. GTI 11/6 - 1055 (Thomson-CSF)
  - m. GTI 11/6 - 2054 (Thomson-CSF)
  - n. GTI 11/6 - 2091 (Royaume-Uni)
  - o. GTI 11/6 - 2037 (Japon)
  - p. GTI 11/6 - 2022 (USA)
  - q. GTI 11/6 - 2047 (Belgique et autres)
  - r. GTI 11/6 - 2038 (Japon)
  - s. GTI 11/6 - 2026 (CBS)
  - t. GTI 11/6 - 2053 (Thomson-CSF)
  - u. GTI 11/6 - 1010 (UER)
  - v. GTI 11/6 - 1017 (Canada)
  - w. GTI 11/6 - 2035 (Japon)

Rapport 801-3, Partie 6

PARTIE 6 - ENREGISTREMENT DES PROGRAMMES DE TVHD

1. Systèmes à bande magnétique\*

a) Magnétoscopes analogiques

Un magnétoscope analogique à bobine au format type C 1 pouce est couramment utilisé comme magnétoscope de TVHD de première génération pour utilisation en studio. Ce système est composé d'une série de magnétoscopes et d'une unité de traitement/correction temporelle et il enregistre pendant une heure au maximum sur une bande d'un pouce à couche d'oxyde avec une bobine de 11,75 pouces. Il utilise des signaux composites pour l'entrée/sortie et enregistre les signaux RVB, ce qui garantit une excellente qualité d'image.

- Magnétoscopes

Les magnétoscopes analogiques sont du type "format B", les largeurs de bande sont de 20 MHz pour la composante luminance et de 10 MHz pour chaque différence de couleur. On dispose d'une heure d'enregistrement avec une bobine de 12,5 pouces et des bandes de 26  $\mu\text{m}$ . Cet équipement permet un montage selon un code temporel. Dans une fenêtre de 20  $\mu\text{s}$ , l'erreur résiduelle de base de temps est de  $\pm 3,5 \mu\text{s}$ . Le rapport signal/bruit est  $\geq 40$  dB non pondéré. Les modes de fonctionnement sont l'enregistrement, la reproduction, le transfert, l'assemblage et l'insertion. Trois voies audio sont disponibles, dont l'une est compatible avec le code temporel.

b) Magnétoscopes numériques

Un magnétoscope numérique utilisant une bande "métal", qui offre une grande capacité d'enregistrement, soit 1,188 Gbit/s a été mis au point. Le mécanisme de transport dont il est doté est du type C 1 pouce. Les fréquences d'échantillonnage des signaux d'entrée/sortie sont de 74,25 MHz pour le signal de luminance et de 37,125 MHz pour les deux signaux de différence de couleur spécifiés dans la norme de studio 1125/60. Ce magnétoscope peut avoir huit voies audiofréquence numériques et c'est le premier magnétoscope de TVHD qui bénéficie d'une fonction de ralenti.

c) Magnétoscopes analogiques à cassette

Un magnétoscope de TVHD analogique utilisant des cassettes de 1/2 pouce est mis au point et certains prototypes ont déjà été réalisés. Cet équipement est principalement destiné, outre les applications de radiodiffusion, aux applications suivantes: distribution de programmes de TVHD pour salles de spectacle vidéo, enseignement, utilisations médicales et arts graphiques.

Ce magnétoscope accepte un signal de luminance de 20 MHz de largeur de bande, des signaux couleur séquentiels en ligne d'une largeur de bande de 7 MHz et quatre voies son MIC avec échantillonnage à 48 kHz et résolution de 16 bits/échantillon. Cet équipement sera disponible sur le marché vers l'été 1989.

---

\* Pour plus d'information, voir le Rapport XG/11.

Rapport 801-3, Partie 6

2. Systèmes à disques

a) Lecteur de vidéodisque

Un lecteur de vidéodisque qui offre des images à grande largeur de bande et haute définition et deux voies MIC audiofréquence a été mis au point. Il permet une reproduction de 15 minutes par face du disque CLV de 30 cm (au lieu de 8 minutes par face d'un disque CAV). La bande passante est de 20 MHz pour le signal de luminance (Y), de 6 MHz pour chacun des signaux de différence de couleur (Pb/Pr). Un rapport signal/bruit élevé, soit 42 dB (Y) a été obtenu.

Pour ce qui est du signal audiofréquence, une bande passante de 20 Hz à 20 kHz et une dynamique de 90 dB sont obtenues. La distorsion harmonique est inférieure à 0,05% et la diaphonie est de -80 dB.

b) Système d'images fixes à disque pour la TVHD

Un système de disque numérique qui reproduit des images fixes numériques de TVHD avec un disque de type CD-ROM a été mis au point.

Un disque de type CD-ROM peut garder en mémoire 240 images fixes.

Pour le signal audiofréquence, les différents disques compacts disponibles sur le marché peuvent être utilisés dans le mode de fonctionnement synchrone du système.

D'autres fonctions, également assurées, comme coupure, fondu, défilement vers le haut/le bas et multiplexage avec images segmentées, nous permettent de donner un effet d'animation analogue à celui d'un film.

3. Systèmes à film

3.1 Télécinéma

On a mis au point un convertisseur de fréquence de trame pour télécinéma laser TVHD reposant sur une technique éprouvée de compensation du mouvement qui avait été envisagée à l'origine pour la conversion de normes TVHD/PAL.

Dans le nouveau convertisseur, l'ampleur et le sens du mouvement dans l'image sont déduits à partir de deux trames consécutives d'un film sous la forme de vecteurs de mouvement. Pour le sens, on a utilisé la méthode de correspondance des formes.

Il a été constaté que l'on peut résoudre le problème du broutage causé par la répétition des trames ou le tirage 2-3 en matière de télécinéma classique en utilisant ce type de convertisseur, ce qui permet de reproduire un mouvement naturel continu.

Un télécinéma à spot mobile utilisant des films 35 mm et fonctionnant à 25 images de film par seconde a produit des images de grande qualité au format 1250/50/2:1 avec correction de couleur et de position préprogrammables.

Le Document [CCIR, 1986-90a] fait le point des progrès dans la mise au point des équipements d'analyse de film pour la télévision. Il importe notamment d'introduire une compensation adaptative du mouvement pour assurer une amélioration sensible de la représentation du mouvement. Avec l'introduction de

## Rapport 801-3, Partie 6

la compensation de mouvement, le problème de la meilleure "interface" entre film et vidéo se trouve résolu. Le GTIM 10-11/4 a proposé de réviser le Rapport 294-6 (MOD I) pour tenir compte des récents développements en matière d'analyseurs de films de télévision.

### 3.2 Dispositif de balayage de diapositives CCD

Le balayage s'effectue progressivement au moyen d'une barrette de 2 048 éléments d'image/ligne. La numérisation des signaux RVB avec quantification à 12 bits est effectuée. Une fonction de correction gamma numérique est mise en oeuvre. Le système dispose aussi d'une mémoire et d'un dispositif de traitement colorimétrique fonctionnant à 72 MHz.

## 4. Magnétoscopes grand public\*

### 4.1 Magnétoscopes à cassettes

Le Document [CCIR, 1986-90b] rend compte de la mise au point, aux Pays-Bas, d'un magnéto-scope à cassettes VHS, qui a fait l'objet d'une démonstration en 1988 avec enregistrement/restitution d'un signal HDMAC [Weissensteiner, 1988]. La largeur de bande de cet appareil est d'environ 12 MHz et le rapport signal vidéo/bruit non pondéré est de 42 dB grâce à l'utilisation de quatre têtes, deux canaux d'enregistrement modulés en fréquence et un traitement numérique de l'image et du son, l'erreur de synchronisation résiduelle étant < 15 ns. On a pu enregistrer 80 minutes de signaux HDMAC (ou MAC) sur une bande "métal" de 1,25 cm de largeur avec compensation de perte d'information. Grâce à des options compatibles, il est possible d'enregistrer/restituer des signaux PAL, SECAM ou NTSC. Un magnéto-scope à cassettes MUSE destiné au grand public a déjà été mis au point.

### 4.2 Systemes à disques

Des systèmes à disques, qui enregistrent et restituent un signal MUSE ont également été mis au point; ils peuvent contenir 60 minutes de programmes de TVHD sur les deux faces d'un disque de 30 cm à vitesse linéaire constante.

Le lecteur de disques peut être utilisé conjointement avec les décodeurs MUSE dans les récepteurs et devrait trouver un grand nombre d'applications dans des domaines très variés en tant que support longue durée de TVHD. Des disques peuvent également être réalisés avec des éléments vidéo grand public.

Le Document [CCIR, 1986-90b] rend compte de la mise au point des systèmes HDMAC. Un lecteur de disque vidéo a été mis au point aux Pays-Bas, à partir des techniques actuelles utilisées pour le laser optique et les disques [Horstman, 1988]. La largeur de bande de ce lecteur est de 12 MHz avec un rapport signal/bruit non pondéré de 32 dB et une erreur de synchronisation résiduelle < 7 ns. La durée de lecture est de 25 minutes par face pour un disque de 30 cm de diamètre.

### 4.3 Lecteur de disques pour images fixes

Un disque vidéo MUSE numérique pour images fixes, appelé CD-HV, a été mis au point. On utilise un disque de 12 cm conforme à la norme disque compact-ROM.

---

\* Voir aussi le Rapport XL/11.

Rapport 801-3, Partie 6

On peut ainsi obtenir, sur un seul disque, 640 images fixes avec son stéréophonie numérique. Le disque peut être repassé soit en mode relecture séquentielle avec une durée de lecture de 60 minutes par disque, soit en mode accès aléatoire, avec un temps d'accès moyen de 4,5 secondes [CCIR, 1986-90c].

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HORSTMAN, R.A. 1988. Videodisc and player for HD-MAC. 1988 International Broadcasting Convention, Brighton, Angleterre, IEE Conference Publication N° 293, p 224-227.

WEISSENSTEINER, W. 1988. Concept of a consumer-type HD-MAC VCR. 1988 International Broadcasting Convention, Brighton, Angleterre, IEE Conference Publication N° 293, p 228-230.

Documents du CCIR

[1986-90]: a. GTI 11/6 - 2028 (CBS)

b. GTI 11/6 - 2047 (Belgique et autres)

c. GTI 11/6 - 2032 (Japon)

Rapport 801-3, Partie 7

PARTIE 7 - EMISSION DES SIGNAUX DE TVHD

1. Radiodiffusion par satellite

1.1 Introduction

On trouvera dans ce chapitre un rapport général sur l'étude des paramètres techniques en radiofréquence et des caractéristiques de l'émission, principalement du point de vue de la radiodiffusion par satellite: modulation, codage de canal et multiplexage, pour la radiodiffusion TVHD, en concertation avec les Groupes de travail intérimaires compétents de la Commission d'études 11. Ces études ont porté sur les points suivants:

- les systèmes à bande RF étroite en MF;
- les systèmes à bande RF large en MF;
- les systèmes à modulation numérique;
- les aspects du partage interservice et intraservice du point de vue du service de radiodiffusion par satellite;
- les techniques de radiodiffusion de plusieurs voies audio et/ou de données associées à des signaux de TVHD dans des canaux de radiodiffusion par satellite.

1.2 Techniques d'émission des signaux de TVHD

1.2.1 Considérations générales

Les principales caractéristiques des systèmes de studio de TVHD envisagées dans le présent Rapport et concernant la conception de systèmes de radiodiffusion sont les suivantes:

- Résolution spatiale, dans les sens vertical et horizontal, approximativement double de celle qui découle de la Recommandation 601;
- amélioration de la Résolution temporelle au-delà de celle que permet d'obtenir la Recommandation 601 sans augmentation importante des coûts;
- meilleur rendu des couleurs;
- signaux de différence de couleur et de luminance séparés;
- format d'image plus large sur un grand écran;
- son multicanaux de haute fidélité.

La largeur de bande radioélectrique nécessaire est fonction de la largeur de bande de base du signal codé. Les systèmes à satellites sont limités en puissance: il importe donc d'optimiser le plus possible l'efficacité d'utilisation du spectre.

L'objectif d'une norme d'émission de TVHD est de reproduire aussi fidèlement que possible les signaux obtenus en studio.

## Rapport 801-3, Partie 7

Les normes d'émission peuvent être assujetties aux restrictions de planification, comme c'est le cas pour la bande des 12 GHz qui utilise des largeurs de bande de voie de 24 ou 27 MHz.

Autrement, d'autres contraintes peuvent s'appliquer si une nouvelle bande de fréquences est attribuée conformément à la Résolution COM5/3 de la CAMR ORB-88.

La technique utilisée peut ne pas être la même dans ces deux cas.

Les principaux problèmes à étudier à propos des techniques d'émission sont les suivants:

- le bruit;
- le brouillage;
- la distorsion dans les canaux.

La principale source de dégradation de la qualité de l'image est causée par les niveaux accrus de bruit lorsque le signal est affaibli par des hydrométéores (voir le § 4 du Rapport 1705 du CCIR). Il faut être attentif à la question du compromis entre la qualité du signal (rapport porteuse/bruit) et le temps pendant lequel cette qualité est obtenue ou dépassée. Les compromis peuvent être différents selon les zones hydrométéorologiques considérées.

Dans les bandes des 12 GHz, les Plans de radiodiffusion par satellite contiennent des rapports de protection sévères, de manière que dans le pire des cas, les brouillages soient à peine perceptibles. Tout signal de TVHD, dans ces bandes ou dans d'autres, devra respecter ces prescriptions. Toutefois, la sensibilité au brouillage peut être différente étant donné que le type de codage et les conditions d'observation ne sont pas les mêmes. Par ailleurs, il peut être nécessaire de traiter de manière différente l'effet des brouillages sur des signaux numériques. Cela est examiné plus avant au § 11 du Rapport 1075 du CCIR.

L'effet des distorsions de canal sur la qualité du signal reçu doit également être inclus dans la conception du système. Les objectifs de qualité sont donnés au § 2 du Rapport 1075 du CCIR.

Les effets du bruit, du brouillage et de la distorsion des voies varieront tous, en fonction de la norme d'émission adoptée.

Les paragraphes ci-après décrivent les techniques d'émission des signaux TVHD et sont suivis d'exemples de formats d'émission et de leurs caractéristiques nécessaires en radiofréquence.

### 1.2.2 Techniques de multiplexage et de réduction de la largeur de bande

Le multiplexage des signaux de différence de couleur et de luminance peut se faire par répartition en fréquence (MRF) et par répartition dans le temps (MRT). Toutefois, les signaux MRT sont moins sensibles au bruit MF et au gain différentiel et à la phase différentielle dans le cas de radiodiffusion par satellite (voir le Rapport 1074 du CCIR). Pour cette raison, la plupart des formats de transmission TVHD proposés utilisent le multiplexage MRT.

### Rapport 801-3, Partie 7

Les rapports de compression de luminance et de chrominance sont compris entre 2:1 et 4:1. Les signaux de différence de couleur sont multiplexés suivant la méthode d'alternance de ligne. L'adoption d'un traitement de luminance quasi constante est efficace pour réduire la dégradation provoquée par le bruit sur le trajet de transmission.

Les normes de studio TVHD proposées actuellement (Rapport 801) présentent des largeurs de bande vidéo ou des débits binaires 4 à 5 fois plus élevés que ceux qui figurent dans les normes classiques analogiques (Rapport 624) ou numériques (Recommandation 601). Le spectre des fréquences radioélectriques disponibles ne permet pas d'élargir de 4 à 5 fois la bande RF utilisée et il faudra donc recourir à des techniques de compression permettant de faire passer les signaux de TVHD dans une bande relativement plus étroite, une ou deux fois plus large que les canaux déjà prévus dans la bande des 12 GHz.

Une approche souvent utilisée pour obtenir la réduction d'un signal consiste en un sous-échantillonnage qui élimine un certain nombre d'informations présentes dans le signal d'origine, mais dont l'absence ne provoque pas de dégradations sérieuses de la qualité de l'image. Un sous-échantillonnage diagonal ou en quinconce dans le domaine spatial à deux dimensions est très couramment utilisé dans ce but. Un sous-échantillonnage dans le domaine temporel peut s'appliquer à un sous-échantillonnage diagonal lorsque la réduction complémentaire de la largeur de bande est nécessaire pour les transmissions à bande étroite. Cette méthode est appelée sous-échantillonnage multiple ou sous-échantillonnage 3D.

Un filtrage spatial bidimensionnel pour la réduction de la largeur de bande est également possible sans utiliser de techniques de sous-échantillonnage, comme suit: une répétition séquentielle sur plusieurs périodes de ligne (par exemple de 2 à 4 environ) au débit horizontal est utilisée, chaque ligne ayant une largeur de bande horizontale différente. Pour la transmission, chaque ligne est étendue dans le temps, non comprimée ou comprimée selon la largeur de bande horizontale.

La conversion ligne-colonne (brassage de ligne ou de trame) est proposée en vue d'accroître la fréquence d'échantillonnage vertical combinée avec le sous-échantillonnage dans le cas de l'emploi d'un assez petit nombre de lignes de balayage tel que 525 ou 625 lignes pour la transmission dans les systèmes de TVHD compatibles.

Dans ce cas, l'amélioration de la compatibilité pour le tremblement de bord dans les plages fixes se fait par filtrage intra-trame vertical.

Il est également possible, en employant des filtres numériques appropriés, de réduire le nombre de lignes de format de transmission (typiquement de 35%), par conversion de balayage. Le principe de la technique de conversion de balayage repose sur le fait que le balayage de télévision par entrelacement, en particulier, ne permet pas de disposer complètement de la qualité qui peut lui être attribuée théoriquement compte tenu du nombre de lignes correspondant.

Il est proposé de réduire l'information pour le signal de différence de couleur en réduisant le débit de trame de 12 à 15 trames par seconde. On procède de la même façon pour les signaux de luminance en émettant des composantes spatiales élevées avec un débit temporel bas de 7,5 à environ 15 trames par seconde.



## Rapport 801-3, Partie 7

On fait largement appel au contrôle adaptatif en fonction du mouvement de préfiltrage et de postfiltrage et/ou à la structure d'échantillonnage pour obtenir une meilleure qualité de l'image.

Le système de codage adaptatif le plus simple en fonction du mouvement comporte deux voies: une voie pour les zones d'image ayant une faible activité temporelle, et une voie pour les zones d'image ayant une activité temporelle élevée.

Le choix de la voie, qui doit permettre d'obtenir pour chaque petite sous-zone de l'image, la meilleure association possible des informations spatiales et temporelles, est indiqué au décodeur via le canal de TVAN (télévision assistée numériquement). Le choix de la voie pour chaque pixel peut également être fait par détection du mouvement au récepteur. On pourrait améliorer le système de codage à deux branches en augmentant le nombre de branches.

Les techniques de compensation du mouvement sont également efficaces pour l'interpolation temporelle de signaux sous-échantillonnés en cas de mouvement uniforme de la caméra (panoramiques, plongée ou contre-plongée). L'efficacité des techniques de compensation du mouvement peut encore être améliorée au moyen d'un complément d'assistance numérique, utilisée au niveau du récepteur.

La détection et la mesure du mouvement sont assurées au niveau du codeur, sur le signal source non altéré, et un signal numérique de contrôle du mouvement est émis avec le signal vidéo (analogique) compensé, ce qui permet de sélectionner le mode "décodage" à la réception. La complexité se situe dès lors, pour l'essentiel, au niveau de l'émetteur de radiodiffusion: ainsi, on devrait pouvoir produire, à moindre coût, des récepteurs de plus haute qualité.

Pour les systèmes de transmission de TVHD entièrement numériques, d'autres techniques de compression telles que le codage prédictif (MICD intra-trame et inter-trame/image), le codage de transformation et le codage d'entropie peuvent s'appliquer, comme c'est déjà le cas avec des systèmes de télévision numériques conventionnels (voir le Rapport 1089). Toutefois, les débits étant plus élevés en TVHD, il faudra recourir à des techniques de pointe et les études en la matière sont à peine amorcées.

### 1.2.3 Techniques de multiplexage du son et des données

En raison des exigences de qualité et de la nécessité d'assurer un embrouillage résistant, les informations son devraient être transmises sous forme numérique. Le multiplexage son/données peut comprendre plusieurs voies son et des données auxiliaires à d'autres fins.

Une capacité de transmission suffisante devrait être réservée pour les services de données (c'est-à-dire télétexte, sous-titrage multilingue et autres; voir le Rapport 802-2 du CCIR) qui pourraient offrir des fonctions de présentation améliorées et nécessitent l'adoption de stratégies appropriées de protection contre les erreurs.

Les débits binaires actuellement requis se situent entre 1,35 et 3,4 Mbit/s, suivant le système de codage et la méthode de protection contre les erreurs utilisés. Une certaine capacité pour des données supplémentaires devrait être prévue, y compris pour d'éventuels systèmes de commande de télévision assistée numériquement et des données auxiliaires destinées à l'identification des services et à l'accès conditionnel.

## Rapport 801-3, Partie 7

### 1.2.4 Accès conditionnel

Des systèmes d'accès conditionnel sont nécessaires pour donner l'accès de manière fiable à ceux qui sont autorisés à recevoir tout ou partie des programmes et informations acheminés par des satellites de radiodiffusion, tout en évitant l'accès non autorisé. Des informations sur l'accès conditionnel figurent dans les Rapports 1074 (MOD I) Emission par satellite et 1079 (MOD I) Caractéristiques générales d'un système de radiodiffusion à accès conditionnel du CCIR.

Toute l'architecture d'un système d'accès conditionnel doit être conçue pour fournir un niveau de sécurité extrêmement élevé.

De nombreux éléments de système sont indispensables pour assurer cette sécurité. Parmi eux, on peut citer l'utilisation d'un algorithme de chiffage "robuste" (c'est-à-dire qu'il ne devrait pas être possible de déduire l'algorithme, même si l'on connaît les versions en langage clair et chiffré d'un message).

De manière générale, les données d'accès conditionnel consisteront en un certain nombre de couches d'informations clé chiffrées. Ces informations sont envoyées à chaque abonné tour à tour et sont désignées comme "données d'adressage diffusées". La quantité requise de données peut être réduite si les abonnés partagent la même clé.

### 1.2.5 Techniques de modulation

Le Rapport 1075 du CCIR donne des renseignements sur différentes techniques de modulation pour la radiodiffusion par satellite. Les techniques de modulation MF analogiques et numériques y sont discutées.

#### 1.2.5.1 Systèmes MF

Pour la MF analogique, on utilise normalement une préaccentuation pour améliorer le rapport signal à bruit en compensant la nature triangulaire du spectre de bruit démodulé. Grâce aux progrès réalisés, on peut maintenant améliorer le rapport signal à bruit pour la MF au moyen d'une préaccentuation/désaccentuation non linéaire, ou encore au moyen d'une accentuation adaptative.

#### Accentuation non linéaire pour le système MUSE

Lorsque le signal MUSE est émis en modulation de fréquence, on recourt avec profit à une accentuation non linéaire, dont on peut définir les caractéristiques à partir de la constitution du circuit de désaccentuation des récepteurs [Voir l'Annexe II du Rapport 1075]. Une amélioration de 9,5 dB du rapport signal à bruit non pondéré reçu avait été obtenue.

#### Accentuation non linéaire compatible pour les systèmes C-D-D2 MAC et HD-MAC

E7 est un système de compression extension instantané dépendant de la fréquence. Il est "compatible" en ce sens qu'il n'a aucun effet aux fréquences vidéo basses, si bien que l'excursion statique du signal MF n'est pas affectée. Les récepteurs non dotés d'une désaccentuation E7 peuvent afficher une image pratiquement exempte de dégradation provenant d'une transmission avec préaccentuation E7. Dans ce cas, il y a une légère augmentation de la netteté de l'image. La plupart des observateurs semblent considérer cela comme une amélioration de la qualité de l'image. Une amélioration équivalente à 4,5 dB du rapport porteuse reçue/bruit aurait été obtenue.

## Rapport 801-3, Partie 7

### 1.2.5.2 Systèmes numériques

Pour tenir compte de l'influence de la technologie numérique dans le domaine de la radiodiffusion et le marché des usagers de la télévision, la modulation numérique pourrait être la technique la mieux appropriée pour fournir un futur système mondial d'émission de TVHD.

Les débits binaires typiques pour les signaux codés se situent entre 140 et 160 Mbit/s (Rapport 1075 du CCIR), ce qui suppose l'emploi d'une modulation à haut rendement spectral. Des modulations appropriées sont la MDP-4, la MDP-8, la MAQ-16 et peut-être même aussi la MAQ-64, ce qui donne un éventail de compromis entre les spécifications relatives à la puissance, à la largeur de bande nécessaire et à la facilité de partage.

Une caractéristique fondamentale de ces méthodes de modulation est qu'ils résistent davantage au brouillage que la modulation de fréquence. Toutefois, des compléments d'étude sont nécessaires pour évaluer l'influence d'une voie d'un satellite non linéaire sur la qualité des systèmes, notamment en ce qui concerne la modulation numérique d'ordre supérieur (MAQ-16-64).

Une autre caractéristique importante des systèmes numériques est leur capacité à fournir une qualité d'image constamment élevée, à condition qu'une marge appropriée contre le bruit et le brouillage soit assurée, pour maintenir un taux d'erreur sur les bits suffisant.

### 1.2.6 Formats pour la diffusion de la TVHD

A l'heure actuelle, les administrations étudient les mérites respectifs de plusieurs méthodes d'introduction de la TVHD. Les paragraphes ci-dessous correspondent aux points de vue exprimés dans chaque cas. Un accord sur une seule méthode à l'échelon mondial servirait sans doute les intérêts du public et faciliterait la normalisation.

#### 1.2.6.1 Introduction de la TVHD moyennant le recours aux formats d'exploration classiques existants

Le Document [CCIR, 1986-90a] explique qu'on étudie, parallèlement à d'autres stratégies, ce qu'on appelle une approche évolutive de la télévision à haute définition. Pour l'essentiel, il s'agirait d'utiliser un format d'émission de TVHD (appelé HD-MAC) qui permettrait une réception, quasiment sans dégradation, sur des récepteurs 625/50/MAC/paquet de télévision directe par satellite. Autrement dit, ce système serait compatible avec les services européens de télévision directe par satellite qui doivent débiter en 1987/1988. Moyennant un minimum de dégradation de la qualité de l'image, il est souhaitable d'adopter une norme de studio de TVHD offrant une marge suffisante, utilisant une fréquence de trame conforme à la norme MAC/paquet et fournissant de préférence deux fois plus de lignes actives [Sandbank and Stone, 1987] et [Storey, 1986].

#### 1.2.6.2 Introduction directe de la TVHD utilisant un format d'exploration non compatible

Le Document [CCIR, 1986-90b] note que le système MUSE a été mis au point pour la TVHD, utilisant le format d'exploration spécifié au point 1.1 de la Partie 5.1. Certaines administrations considèrent que cette méthode impose peu de limitations à l'utilisation complète du système, du fait qu'il n'existe pas de restrictions dues à la compatibilité et partant, que l'on peut utiliser des techniques nouvelles pour optimiser le système d'émission; la qualité d'image sera sans doute bien meilleure qu'avec la méthode compatible dans une même largeur de bande RF.

## Rapport 801-3, Partie 7

### 1.2.6.3 Introduction de la TVHD avec utilisation de récepteurs classiques compatibles

Les Documents [CCIR, 1986-90c, d] décrivent un scénario qui pourrait conduire à la réalisation d'une chaîne de TVHD mondiale commune, mais qui permettrait en tout cas l'évolution des systèmes de télévision actuels. La réalisation et la diffusion dans le public de récepteurs pouvant automatiquement accepter un signal 625/50/MAC/paquet ou un signal 525/60/MAC/paquet permettraient d'introduire ultérieurement un système 60 Hz/HD-MAC en ayant l'assurance que les récepteurs normaux recevraient toujours un service normal à partir du signal HD-MAC. La production et l'émission de télévision classique pourraient se faire à 50 ou à 60 Hz.

### 1.3 Système de radiodiffusion par satellite TVHD et considérations relatives au spectre

#### 1.3.1 Bande RF étroite

Des systèmes de TVHD à bande RF étroite sont destinés à la transmission dans les bandes des 12 GHz planifiées où les prescriptions en matière de largeur de bande des voies comme de rapport de protection doivent être satisfaites. Ces types de systèmes exigent un traitement important de signaux, d'où une complexité accrue des systèmes, si l'on veut obtenir une compression de largeur de bande assez importante, afin de permettre au signal de TVHD de passer sur une seule voie de 24/27 MHz. Toutefois, pour ces systèmes, la Résolution dans les plages mobiles de l'image sera approximativement la moitié de la Résolution pour les images statiques. Des études ont montré qu'une compression de débit binaire extrêmement élevée (10:1) serait nécessaire pour faire entrer un signal de TVHD entièrement numérique dans une voie 24/27 MHz. On envisage donc que les systèmes de TVHD à bande RF étroite utilisent la modulation analogique.

#### 1.3.2 Bande RF large

Afin de s'affranchir des limitations inhérentes aux systèmes à bande RF étroite et d'améliorer la qualité des systèmes (par exemple, qualité d'image et rendu du mouvement aussi proches que possible de ceux du signal du studio), il faudra augmenter la largeur de bande de base vidéo et, partant, la largeur de bande RF. De tels systèmes à large bande RF, pour lesquels on envisage la modulation analogique comme la modulation numérique, nécessitent une largeur de bande RF généralement située entre 50 et 120 MHz. Ces chiffres sont tels que des systèmes à bande RF large ne pourraient être mis en oeuvre que dans une bande de fréquence non assujettie aux contraintes de planification des bandes des 12 GHz, sauf pour certains pays de la Région 2.

#### 1.3.3 Partage inter et intra-service

L'étude du partage imposera des contraintes sur les normes d'émission de TVHD, mais rien ne prouve que les considérations de partage soient directement liées au choix de telle ou telle norme de studio.

Lorsque l'on examine le brouillage causé à d'autres systèmes, la question la plus importante est celle de savoir si l'on utilise la modulation analogique ou numérique. Il existe d'autres facteurs, mais ils sont moins importants.

## Rapport 801-3, Partie 7

Les brouillages causés à des systèmes de TVHD seront affectés non seulement par le choix de la modulation (analogique ou numérique), mais également par le traitement du récepteur associé aux techniques de réduction de la largeur de bande ou de réduction du débit binaire qui peuvent être utilisées.

Certaines directives peuvent être appropriées pour aider au choix de la norme de studio. Il est important d'éviter un contenu d'énergie utile peu important dans des intervalles de temps ou de fréquence donnés du format du signal d'émission.

Les § 3.3.1 et 3.3.2 donnent des résultats d'études récentes concernant le partage.

### 1.3.3.1 Brouillage à l'intérieur du même service

Le brouillage dans le service TVHD fait l'objet du Rapport 1075 (MOD I) et du rapport du CCIR à la seconde session de la CAMR ORB-88.

On n'a pas encore déterminé tous les rapports de protection des différents systèmes TVHD présentant de l'intérêt. Un complément d'étude traitant de ce point important est nécessaire non seulement dans le cas d'évaluation de brouillage entre transmissions TVHD, mais également entre TVHD et les formats classiques tels que NTSC, PAL, SECAM et MAC. Pour les systèmes TVHD destinés à être employés dans la bande des 12 GHz, les rapports de protection devraient être conformes aux dispositions de la CAMR RS-77 et de la CARR-83.

Il est cependant prévu que, pour les systèmes TVHD analogiques, les rapports de protection dans le même canal soient du même ordre de grandeur que ceux des systèmes classiques et leur soient inférieurs en cas d'augmentation de la déviation de fréquence.

Les systèmes de TVHD utilisant des techniques numériques simples (par exemple MDPB ou PDPQ) seront plus tolérants au brouillage et causeront moins de brouillage aux systèmes analogiques que les systèmes analogiques. Les systèmes numériques d'ordre supérieur (par exemple MAQ 16) peuvent ne pas présenter les mêmes avantages. Le principal paramètre à prendre en considération dans les systèmes à modulation numérique et qui pourrait avoir quelque influence sur l'utilisation du spectre est le débit binaire requis. Réduire ce débit irait dans le sens d'une utilisation efficace du spectre.

### 1.3.3.2 Partage avec d'autres services

Le partage avec d'autres services fait l'objet des Rapports 631 (MOD I), 807 et 951 et du rapport du CCIR à la seconde session de la CAMR ORB-88.

Dans la Résolution COM5/3, la CAMR ORB-88 a étendu de 12,7 à 23 GHz la gamme des fréquences dans laquelle une nouvelle bande de TVHD pourrait être envisagée.

Les études du partage avec les services dans cette gamme ne sont pas terminées. Des études récentes faites par l'ESA aux fréquences de 20 GHz fournissent de nouveaux renseignements sur les perspectives ainsi que sur les problèmes du partage entre le SRS et d'autres services.

Rapport 801-3, Partie 7

1.4. Techniques de réception de TVHD

1.4.1 Récepteurs de radiodiffusion par satellite

1.4.1.1 Facteur de qualité requis pour le récepteur

Le bilan de puissance sur la liaison descendante de radiodiffusion par satellite de TVHD et son équation générale font l'objet du § 9 du Rapport 1075 (MOD I).

D'après les exemples de bilans de puissance donnés pour différents systèmes de transmission (voir le Tableau IX du Rapport 1075 (MOD I)), on considère que le facteur de qualité du récepteur est d'environ 13 dB pour 12 GHz et 17 dB pour 23 GHz.

La puissance surfacique nécessaire pour obtenir une qualité de réception acceptable dépend de différents paramètres comme la p.i.r.e. du satellite, la taille de la zone de service, dégradation acceptable en fonction du temps de service par rapport à l'affaiblissement dû aux précipitations. On note que le choix de la p.i.r.e. requise ou du facteur de qualité dépend du format du signal d'émission et du type de modulation, y compris l'effet de l'accentuation.

Pour obtenir la p.i.r.e. souhaitée, il faut un tube à onde entretenue de grande puissance. Des études récentes prévoient qu'une puissance de sortie de 50 W sera possible pour des tubes à onde entretenue adaptés à l'espace dans la bande des 20 GHz d'ici une dizaine d'années.

1.4.1.2 Facteur de qualité

Le facteur de qualité d'un équipement de réception dépend du gain d'antenne et du facteur de bruit du récepteur.

Il existe un compromis pour résoudre les problèmes d'utilisation des fréquences plus élevées: si l'on garde constant le diamètre de l'antenne, la précision de pointage requise augmente rapidement, tandis que si on le réduit proportionnellement à la longueur d'onde, l'ouverture d'antenne est fortement réduite. On notera aussi que, pour calculer le facteur de qualité, il conviendra de ne pas négliger l'effet de l'augmentation du bruit provoquée par l'affaiblissement dû à la pluie.

Si l'on se réfère au Rapport 473-4 (MOD I), les valeurs du facteur de bruit du récepteur les plus couramment admises dans la bande des 12 GHz sont comprises entre 2,5 et 4 dB. Avec les progrès récents des dispositifs à semi-conducteurs comme le HEMT (transistor à mobilité d'électron élevé), on obtient maintenant un facteur de bruit de 2,5 dB. Par conséquent, un facteur de qualité fondé sur un facteur de bruit de 2,5 dB est approprié comme valeur prudente et 1,5 dB serait même possible, ce qui permettrait l'utilisation d'antennes plus petites.

Un grand nombre d'éléments d'amplification à faible bruit qui peuvent fonctionner dans la gamme des 20 GHz sont en cours de mise au point, un intérêt spécial étant réservé au HEMT. En utilisant des HEMT à 20 GHz, on a obtenu un facteur de bruit d'un élément unique de 1 dB et un facteur de bruit d'amplificateur de 2 dB.

Rapport 801-3, Partie 7

Les résultats des calculs du facteur de qualité basé sur les conditions mentionnées ci-dessus figurent dans le Tableau I, calculés au moyen de la formule définissant le facteur de qualité utilisable donné à l'Annexe I du Rapport 473-4 (MOD I), en négligeant cependant les erreurs de pointage, les effets de la polarisation et le vieillissement.

TABLEAU I

Exemple de facteur de qualité

Fréquence (GHz)	12	23	42
Diamètre d'antenne (m)	0,9	0,9	0,5
Ouverture à mi-puissance (degré)	1,9	1,0	1,0
Gain d'antenne (dB) ( $\pi = 65\%$ )	39,2	44,6	44,2
Facteur de bruit (dB)	2,5	4,0	7,0
Facteur de qualité (dB(K <sup>-1</sup> ))	13,1(1)	17,0(2)	12,2

- (1) On s'attend à un facteur de qualité de 16 dB (K<sup>-1</sup>) si l'on prend une antenne de 1,2 m de diamètre et un facteur de bruit de 2,5 dB par temps clair.
- (2) On s'attend à un facteur de qualité de 18 dB (K<sup>-1</sup>) si l'on prend une antenne de 0,9 m de diamètre et un facteur de bruit de 4 dB par temps clair.

1.4.1.3 Etage FI et démodulateur

Pour le système analogique, l'étage FI et le démodulateur pour la réception de TVHD sont très semblables au démodulateur de télévision classique, comme cela a été vérifié avec un certain nombre de récepteurs et à l'occasion d'essais en vraie grandeur. Alors qu'on utilise généralement un discriminateur classique, on peut également employer un démodulateur à extension de seuil (boucle à verrouillage de phase ou filtre adaptatif, etc.) et ce dernier donne jusqu'à 3 dB environ d'amélioration du seuil pour les systèmes MF.

Pour un signal entièrement numérique, il est prévu d'améliorer le taux d'erreur au moyen de stratégies de décodage complexe.

1.4.2 Décodeurs de TVHD

1.4.2.1 Considérations générales

La plupart des systèmes de TVHD ont recours au traitement numérique et utilisent des mémoires d'image pour obtenir une compression de largeur de bande à grande échelle. Le nombre nécessaire de portes logiques s'élèverait à plusieurs dizaines de milliers et la capacité de la mémoire devrait être de l'ordre de 10 Mbit,

## Rapport 801-3, Partie 7

Puisque la diminution du coût des récepteurs dépend de l'efficacité avec laquelle les circuits intégrés à grande échelle pourront être utilisés pour le traitement des signaux, la mise au point de tels circuits pour le décodeur MUSE et les techniques connexes progressent rapidement. Les tendances actuelles à un accroissement de la capacité des mémoires (de 1 Mbit à plus de 4 Mbit) et à la numérisation des récepteurs de télévision traditionnels, devraient accélérer le processus de mise au point de circuits intégrés à grande échelle pour les récepteurs de TVHD.

### 1.4.2.2 Décodeur MUSE

En ce qui concerne le décodeur MUSE, la gamme des fréquences de l'horloge interne de 16,2 MHz à 48,6 MHz et la capacité de la mémoire est d'une vingtaine de Mbit, pour l'accomplissement de fonctions comme l'interpolation ou la détection du mouvement. Des décodeurs expérimentaux à composantes discrètes, dont des circuits intégrés à moyenne échelle, sont fabriqués par de nombreux constructeurs. Ces décodeurs sont d'assez petite taille et sont légers (par exemple volume: 0,084m<sup>3</sup>, poids: 50 kg) pour pouvoir être portatifs.

L'équipement de réception de TVHD joue également un rôle important dans l'élaboration d'autres équipements grand public. Le récepteur MUSE, par exemple, a une mémoire intégrée d'une capacité voisine de 20 Mbit. On s'efforce actuellement de le relier à des ordinateurs personnels et à d'autres équipements de traitement de l'image.

Si l'on réussit à interfacer le récepteur MUSE avec d'autres appareils, ce récepteur deviendra multifonctionnel et pourra donc servir de terminal complet d'information à domicile.

### 1.4.2.3 Décodeur HDMAC

Le décodeur HDMAC numérise le signal d'entrée avec une fréquence d'horloge de 20,25 MHz, du fait que le point de fréquence Nyquist se situe à 10,125 MHz. La fréquence d'échantillonnage de sortie est de 54 MHz pour la luminance sur la norme de visualisation 1250/50/2.

Le concept de TVAN permet d'installer dans le codeur tous les circuits de décision intelligents. En conséquence, la complexité du décodeur est bien moindre et bénéficiera de l'amélioration future des procédés de codage. [CCIR, 1986-90e, f].

## 1.4.3 Autres caractéristiques des équipements de réception

### Dispositif de visualisation

A la réception, un système de TVHD doit disposer d'un grand écran à haute résolution. C'est le facteur clé pour déterminer la rapidité avec laquelle la TVHD deviendra populaire. Des écrans à vision directe utilisant des tubes cathodiques de grande taille et ayant une diagonale de 66 à 104 centimètres ont été mis au point avec un format d'image d'environ 5:3. Par exemple, un écran à tube cathodique de 80 cm réalisé récemment possède une brillance, (150 à 200 cd/m<sup>2</sup>), et une résolution suffisantes pour pouvoir être utilisé à domicile.

Des écrans de projection avec tubes à rayon cathodique ont également été mis au point pour des écrans de plus de 102 cm. Pour les écrans à rétroprojection, on a obtenu une brillance (150 cd/m<sup>2</sup>) et une résolution presque suffisantes avec des écrans de 127 à 178 cm. Des écrans de 254 à 508 cm destinés à un auditoire important ont aussi été mis au point.



Rapport 801-3, Partie 7

1.5. Exemple de systèmes d'émission de TVHD par satellite

1.5.1 Exemple de formats de TVHD et spécification de leur largeur de bande RF

Le Tableau II donne des exemples de formats de transmission en TVHD. Les deux premiers concernent les systèmes à bande RF étroite décrits au § 3.1.

Les autres exemples concernent les systèmes à large bande RF décrits au § 3.2 et exigent une bande plus large que celle qui pourrait être admise dans la bande des 23 GHz (dans les Régions 2 et 3) ou dans une autre nouvelle bande de fréquences mondiale non encore attribuée).

Les troisième et quatrième colonnes indiquent les possibilités de différents systèmes analogiques (y compris les systèmes compatibles MAC/paquets) destinés à donner une bonne qualité mais dont les besoins en largeur de bande sont tels qu'ils ne peuvent être mis en oeuvre que dans une bande de fréquences non soumise aux restrictions de la planification de la bande des 12 GHz. C'est pourquoi on propose l'utilisation d'une bande de la gamme des 20 GHz appropriée aux systèmes à large bande RF.

1.5.1.1 MUSE (Système 1) [Ninomiya, Y. et autres, 1987]

Le Système 1 est le système MUSE élaboré au Japon pour la radiodiffusion de TVHD à l'aide d'un seul canal planifié.

Les propriétés du système visuel de l'homme ont été dûment prises en considération lors de la conception. La technique de compensation du mouvement sert à améliorer l'effet du sous-échantillonnage en cas de mouvement uniforme dans l'image.

La largeur de bande du signal de bande de base est de 8,1 MHz. Le système utilise un sous-échantillonnage par points successifs 4:1, avec des décalages entre trames et entre images.

Des techniques de transmission analogique de valeurs échantillonnées sont utilisées, avec égalisation automatique de l'onde au codeur et au récepteur.

Le Tableau II résume les caractéristiques vidéo fondamentales du système MUSE.

La Figure 1 a) représente le dispositif de filtrage pour le signal de luminance et indique différents trajets pour les plages fixes et mobiles de l'image. La Figure 1 b) illustre le dispositif de filtrage pour les signaux de différence de couleur. Ces signaux ne sont représentés séparément que par souci de clarté. En fait, dans le codeur, les signaux de luminance et les signaux de différence de couleur sont combinés en un signal ICT, puis traités simultanément. Les signaux de luminance pour les plages fixes et pour les plages mobiles sont également regroupés en un signal unique. En conséquence, le signal de sortie est un signal MUSE unique.

L'objet de la Figure 1 c) est de représenter la structure d'échantillonnage appliquée dans le système MUSE; on prend 48,6 MHz comme fréquence d'échantillonnage initiale. En fait, dans le codeur, la fréquence est convertie de 44,55 MHz à 48,6 MHz avant l'échantillonnage initial. Cette opération est indiquée par les lettres "TC" sur les Figures 1 a) et 1 b).

### Rapport 801-3, Partie 7

La Figure 2 indique la gamme des fréquences spatiales qu'on peut transmettre; dans ce cas, la conversion de fréquences précitée a déjà été prise en compte.

La Figure 3 représente le signal vidéo au format ICT utilisé dans le système.

La Figure 4 montre la structure du signal MUSE.

La Figure 4 indique comment les signaux de commande, y compris le vecteur mouvement et les signaux son/données numériques sont multiplexés dans le signal vidéo en bande de base pendant la suppression trame.

Les signaux son/données sont insérés dans la période de suppression de trame pour l'émission. Le multiplexage en bande de base a été adopté, en raison de ses avantages, notamment pour les systèmes de distribution par câble. Le débit binaire est de 1,35 Mbit/s et quatre voies avec échantillonnage du signal son à 32 kHz ou deux voies avec échantillonnage du signal à 48 kHz peuvent être transmises au moyen de cette technique.

Dans ce système, le signal MIC différentiel fait l'objet d'une compression-extension quasi-instantanée. La qualité du signal son qui en résulte avec échantillonnage à 32 kHz et compression-extension 15/8 bits est un peu meilleure que celle que donne la MIC uniforme à 14 bits avec échantillonnage à 32 kHz.

Cette méthode permet de transmettre aussi sur 2 voies de 20 kHz des signaux son de qualité MIC de 16 bits par échantillonnage à 48 kHz et compression-extension 16 à 11 bits pour la même capacité de voie.

Ce système est doté d'un dispositif de synchronisation assurant une phase de rééchantillonnage précise. Un signal de synchronisation positif élimine l'affaiblissement de l'impulsion de synchronisation de 3 dB. La Figure 5 a) représente le signal de synchronisation ligne et la Figure 5 b) le signal de synchronisation trame.

L'accentuation non linéaire est utilisée pour améliorer le gain d'accentuation, jusqu'à 9,5 dB.

Un traitement à luminance quasiment constant est appliqué.

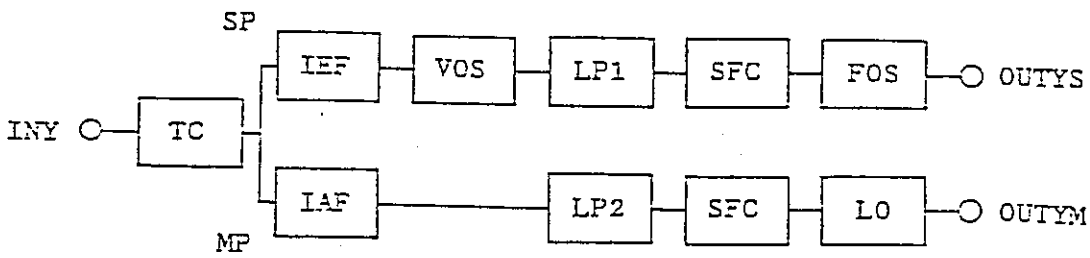
Cette méthode permet de réduire considérablement la diaphotie de chrominance et de luminance et d'améliorer le rapport signal/bruit pour les images fortement saturées en couleur. On obtient alors, dans le signal reçu, un rapport porteuse/bruit requis, inférieur de 17 dB environ au niveau de seuil de perceptibilité du bruit.

L'Annexe II au Rapport 1075 donne les caractéristiques d'accentuation non linéaire et décrit le traitement à luminance quasi constante du système MUSE.

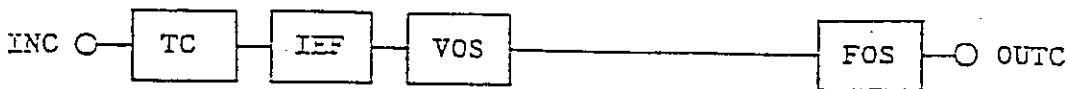
Le système MUSE est actuellement utilisé au Japon pour une expérience d'émission de TVHD sur un seul canal de télévision (largeur de bande 27 MHz) du satellite BS-2 (voir le § 5.2).

Cette technique de compression de largeur de bande peut s'appliquer aussi à d'autres équipements de TVHD. Des équipements destinés au grand public, comme des magnétoscopes et des lecteurs de disques vidéo utilisant MUSE ont déjà été mis au point.

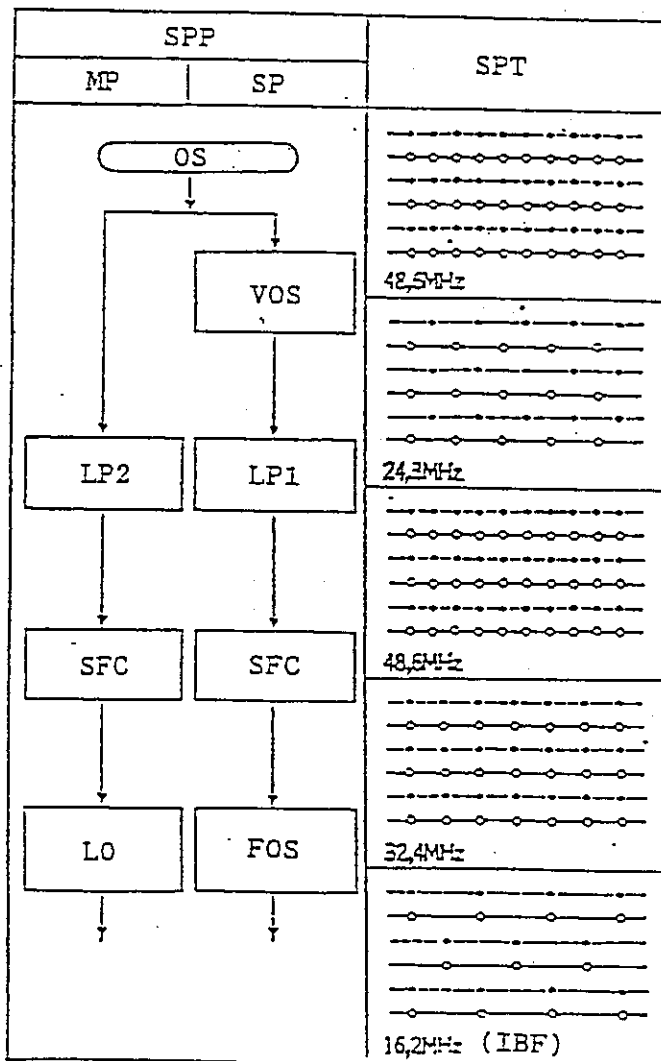
Rapport 801-3, Partie 7



a) Dispositif de filtrage pour le signal de luminance



b) Dispositif de filtrage pour les signaux de différence de couleur



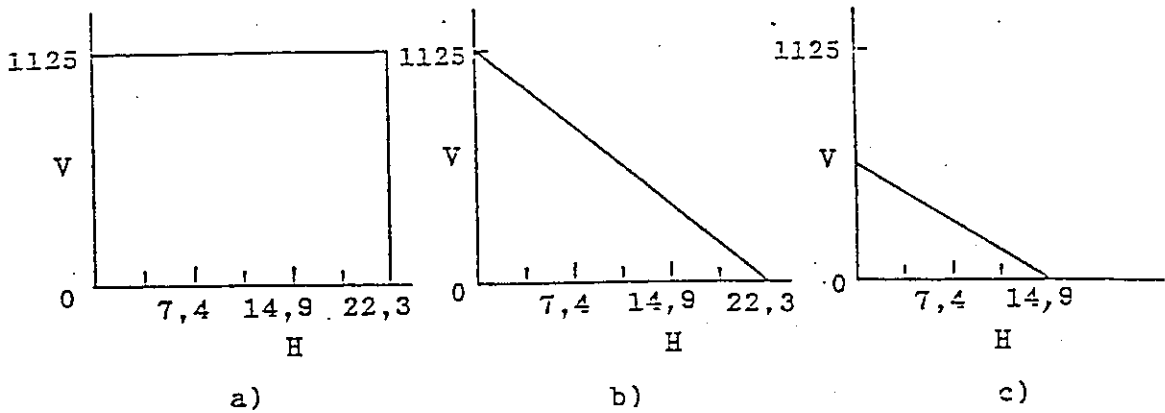
- TC : compression dans le temps
- SP : plage fixe
- MP : plage mobile
- IEF : préfiltrage entre trames
- IAF : préfiltrage entre images
- VOS : sous-échantillonnage avec décalage de trame
- LP1 : filtrage passe-bas à 12 MHz
- LP2 : filtrage passe-bas à 16 MHz
- SFC : conversion de fréquence d'échantillonnage
- FOS : sous-échantillonnage avec décalage d'image
- LO : sous-échantillonnage avec décalage de ligne
- INY : entrée du signal de luminance
- INC : entrée du signal de différence de couleur
- OUTYS : sortie du signal de luminance pour les plages fixes
- OUTYM : sortie du signal de luminance pour les plages mobiles
- OUTC : sortie du signal de différence de couleur
- SPP : procédure de traitement du signal
- SPT : structure d'échantillonnage
- OS : échantillonnage initial
- (IBF) : inversion par trame
- o- : trame impaire
- .-.- : trame paire

c) Structure d'échantillonnage

FIGURE 1

Principe du système MUSE

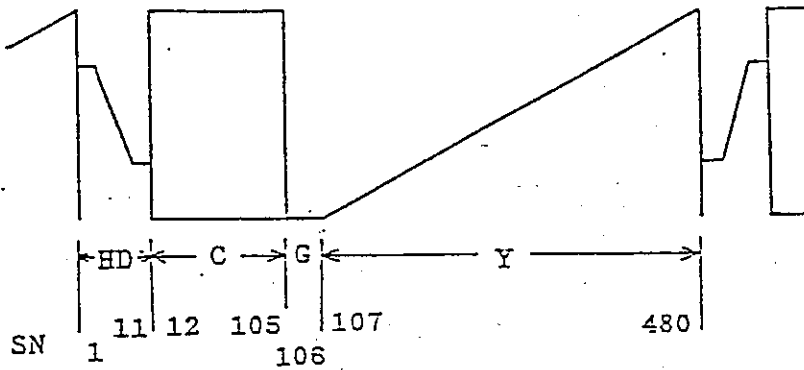
Rapport 801-3, Partie 7



- a) Echantillonnage initial
  - b) Interpolation entre images et entre trames pour les plages fixes
  - c) Interpolation entre trames pour les plages mobiles
- H : fréquence horizontale (MHz)  
 V : fréquence verticale

FIGURE 2

Gamme des fréquences spatiales que l'on peut transmettre

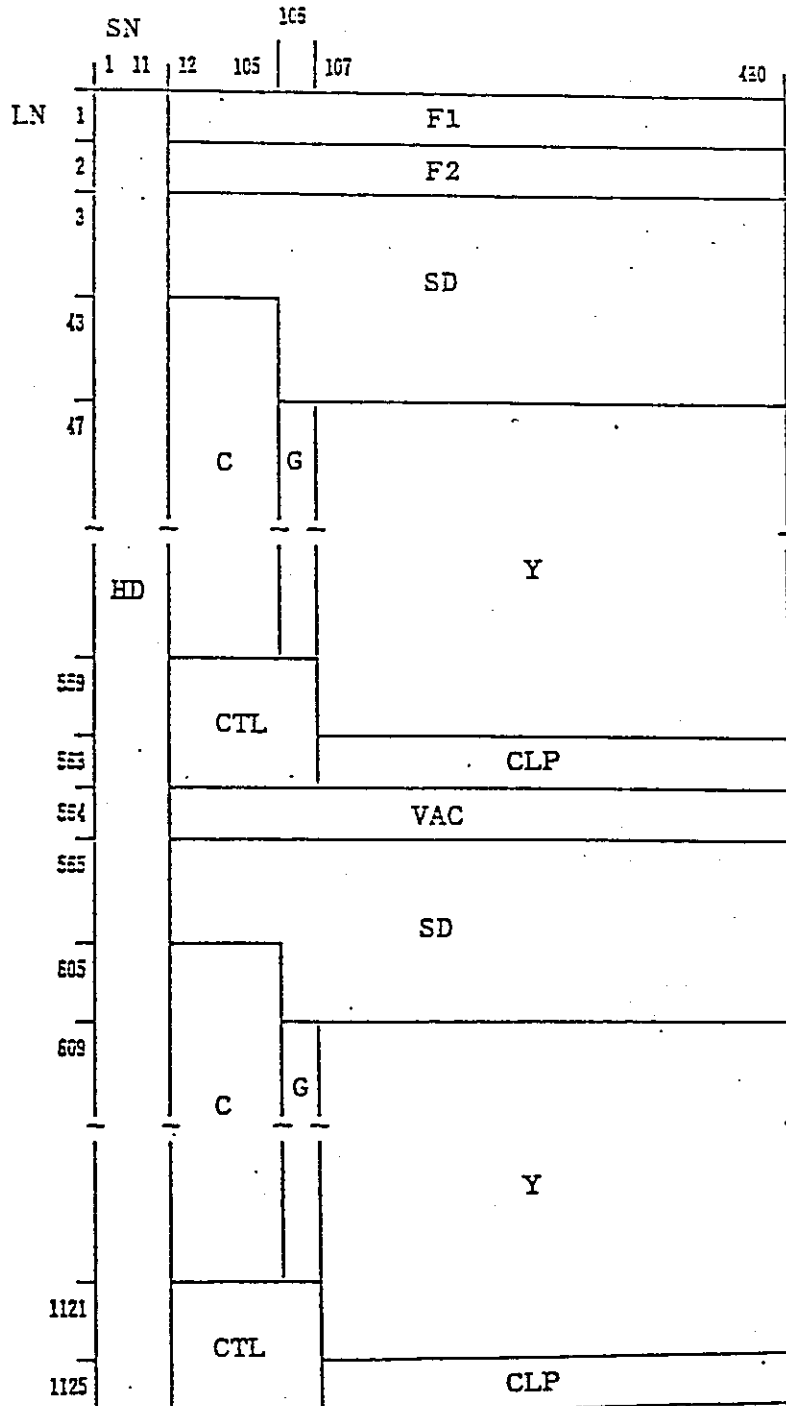


- |                                      |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
| HD : signal de synchronisation ligne | G : zone de garde            |
| C : signaux de différence de couleur | Y : signal de luminance      |
| (séquentiels en ligne)               | SN : numéro des échantillons |

FIGURE 3

Signal vidéo au format ICT

Rapport 801-3, Partie 7

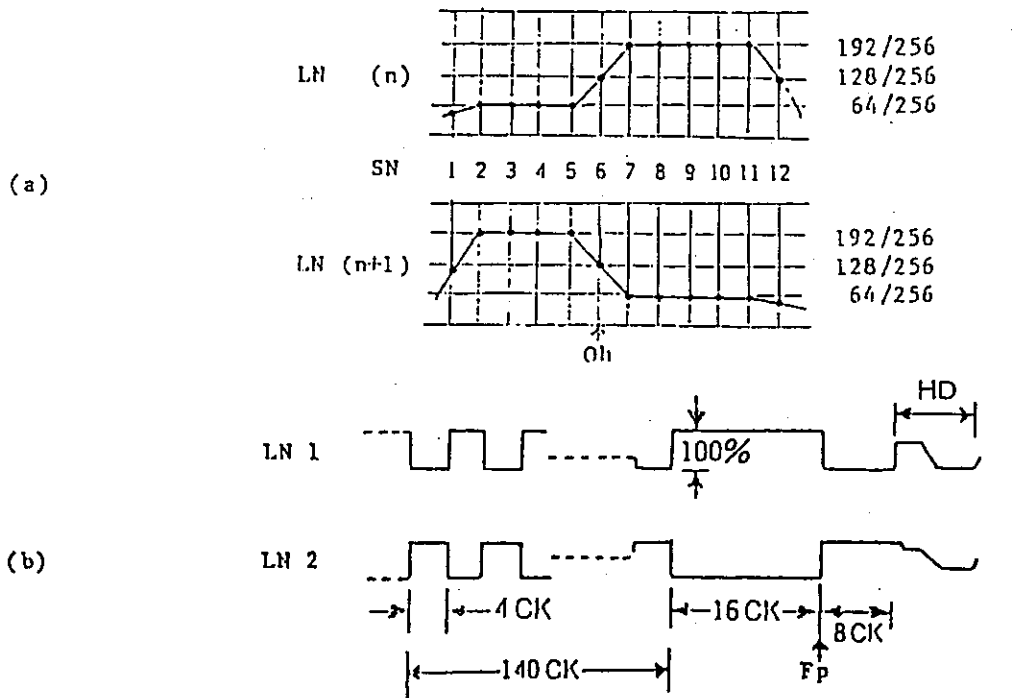


SN : numéro de l'échantillon	LN : numéro de la ligne
HD : signal de synchronisation ligne	F1 : VITS N° 1 et impulsion de trame N° 1
SD : signaux son et données	F2 : VITS N° 2 et impulsion de trame N° 2.
C : signaux de différence de couleur (séquentiels en ligne)	G : zone de garde
Y : signal de luminance	CTL : signaux de commande
CLP : niveau d'alignement (128/256)	VAC : libre

FIGURE 4

Tableau de répartitions temporelles du signal

Rapport 801-3, Partie 7



a) signal de synchronisation ligne

LN (n) : nième ligne

SN : numéro des échantillons

LN(n+1): n plus unième ligne

Oh : référence temporelle de la synchronisation ligne

(b) Signal de synchronisation trame

LN : numéro de la ligne

HD : signal de synchronisation ligne

Fp : point de l'impulsion trame

CK : durée d'un top d'horloge à 16,2 MHz

FIGURE 5

Signaux de synchronisation

Rapport 801-3, Partie 7

TABLEAU II

Caractéristiques vidéo fondamentales du système MUSE

Description du système		Système à sous-échantillonnage multiple à compensation du mouvement, (le multiplexage des signaux Y et C est fait au format ICT)
Balayage		1125 lignes/60 trames/entrelacement 2:1
Largeur de bande du signal émis en bande de base		8,1 MHz
Fréquence d'horloge de l'échantillonnage		16,2 MHz
Largeur de bande du signal reproduit	Signal Y	22 MHz pour les plages stationnaires de l'image 14 MHz pour les plages mobiles de l'image *
	Signaux C	7,0 MHz pour les plages stationnaires de l'image 3,5 MHz pour les plages mobiles de l'image *
Signal de synchronisation		Polarité positive par rapport à celle du signal vidéo

\* On prendrait en fait 16 MHz pour Y et 4 MHz pour C si on pouvait utiliser un filtre numérique bi-dimensionnel parfait.

## Rapport 801-3, Partie 7

### 1.5.1.2 Le système HDMAC/paquet (système 2)

#### 1.5.1.2.1 Conception

Le système HDMAC est conçu pour répondre aux critères de qualité les plus élevés, afin de permettre l'introduction des services de TVHD sur les services MAC/paquet existants, ou directement sous forme de nouveaux services. Les Documents [CCIR, 1986-90e, g] exposent les considérations de conception relative à la réduction de largeur de bande dans ce système.

Ces considérations portent notamment sur les points suivants: performance du système en ce qui concerne la qualité de l'image TVHD reçue; pleine utilisation des possibilités techniques actuelles; faisabilité de développement du système, compte tenu des progrès techniques; viabilité économique et adéquation du système du point de vue de son adoption par les radiodiffuseurs et, ultérieurement, par les téléspectateurs. Sur la base de ces considérations, les fabricants de récepteurs peuvent produire et commercialiser des récepteurs HDMAC comme compléments de leur ligne de produits, sans que les produits actuels soient périmés. Par ailleurs, la gamme des produits HDMAC est valorisée par la possibilité d'une amélioration de qualité de l'image. L'emploi de la TVAN permet de simplifier grandement les décodeurs HDMAC et de réduire par conséquent leur prix. De plus, les décodeurs ont un comportement uniforme en dépit des distorsions dans les canaux.

Le système HDMAC est optimisé afin de pouvoir assurer des services de TVHD sur des canaux d'émission attribués par la CAMR-SR-77 (1), tout en préservant la compatibilité avec le système MAC/paquet.

Ces contraintes mettent le projet EUREKA 95 dans une situation de compromis global entre la complexité du récepteur, la qualité de l'image à haute définition, image produite par la norme de balayage de 1 250 lignes/50 trames, et la qualité de l'image compatible restituée sur les récepteurs domestiques MAC/paquet.

Ce système est conçu pour employer le repliement de spectre, le sous-échantillonnage et l'adaptation du mouvement, de manière à préserver la résolution aussi bien des mouvements statiques que des mouvements suivis pour la réception à haute définition [Hurault et Arragon, 1988].

#### 1.5.1.2.2 Description du système

La spécification européenne d'un système de télévision à haute définition, étudié dans le cadre du projet européen EUREKA 95, se fonde, quant à sa description complète sur la spécification de la famille MAC/paquet décrite dans le Rapport 1073 [CCIR, 1986-90h].

Le multiplex à répartition dans le temps est utilisé pour le multiplexage image/son/données pour les transmissions HDMAC, qui comprennent deux niveaux de la famille MAC/paquet: les systèmes D-HDMAC/paquet et D2-HDMAC/paquet. Ces deux systèmes se prêtent bien à la radiodiffusion par satellite et à tout support de transmission qui garantit une bande de base d'environ 11 MHz.



## Rapport 801-3, Partie 7

### 1.5.1.2.2.1 Structure du multiplex

La structure du multiplex repose sur une trame numérique de 40 ms qui contient 625 lignes de 64  $\mu$ s chacune. Le multiplex est constitué par trois composantes principales (voir la Figure 6):

- le signal d'image HDMAC;
- le paquet de données de l'intervalle de suppression ligne (ISL), qui véhicule le multiplex son/données;
- le paquet de données de l'intervalle de suppression trame (IST), qui véhicule le multiplex TVAN/données.

### 1.5.1.2.2.2 Son

Le son est codé conformément à la spécification MAC/paquet. La capacité disponible dans l'ISL équivaut à quatre voies son de haute qualité ou à huit voies son de qualité moyenne, compatibles avec MAC/paquet pour le système D2 et à huit voies son de haute qualité ou seize voies son de qualité moyenne, compatibles avec MAC/paquet pour le système D.

### 1.5.1.2.2.3 Signal d'image

Le Document [CCIR, 1986-90i] donne les caractéristiques en bande de base (elles sont résumées au Tableau III). Les paramètres de modulation du signal HDMAC émis sont donnés dans les Tableaux IV et V.

### 1.5.1.2.2.4 Caractéristiques vidéo générales du signal d'image HDMAC

Voir Tableau III.

### 1.5.1.2.2.5 Signal à largeur de spectre réduite

Le codage "multi-branche" est utilisé pour la réduction de bande HDMAC [Vreeswijk et autres, 1988; Arragon et autres, 1988; Pele et Choquet, 1988].

Pour choisir l'algorithme de réduction de (BR) HDMAC le mieux adapté, on a tenu compte, entre autres facteurs, de l'évaluation subjective de la qualité de l'image.

Le Document [CCIR, 1986-90e] rend compte des évaluations subjectives faites par cinq laboratoires en Europe, qui ont abouti au choix, dans le cadre du programme EUREKA EU 95, du système de réduction de bande définitif HDMAC. Les algorithmes de sept solutions ont été évalués. Huit séquences d'images mobiles réduites portant sur divers matériels possibles (produits par des caméras vidéo à entrelacement à 1 250 et 625 lignes, films à 25 et 50 images/seconde) ont été utilisées. Pour les essais, on a employé une méthode à double stimulus avec un changement d'échelle de qualité graphique continue (conformément aux méthodes prônées par le GTI 11/4). De manière générale, l'ordre de classement des sept algorithmes a été identique pour les cinq laboratoires qui ont effectué les essais et on a constaté une forte corrélation des différences quantitatives obtenues entre les notes moyennes. Les résultats donnent à penser que la méthode est fiable et que l'ordre de classement est valable.

### Rapport 801-3, Partie 7

Le codec BR HDMAC comporte trois branches de codage de luminance, contenant chacune des matrices de sous-échantillonnage en quinconce:

- une branche 80 ms avec résolution HD pour les plages fixes;
- une branche 40 ms avec compensation du mouvement pour des vitesses allant jusqu'à 12 échantillons par 40 ms;
- une branche 20 ms pour les mouvements rapides et les changements d'image brusques, sauf dans le mode film à 25 images/seconde.

La Figure 7 donne, pour tous les modes, la gamme transmissible dans le domaine espace-fréquence. Pour transmettre l'information contenue dans un système HD à 1 250 lignes le long d'un canal MAC/paquet à 625 lignes, on a recours à un procédé appelé "brassage".

La branche 40 ms est compensée en mouvement. Un vecteur mouvement est émis pour chaque bloc de 16 échantillons x 16 lignes sur la grille HD, par le moyen des données de TVAN.

Le codec BR HDMAC comporte trois branches de codage des signaux de différence de couleur: la première et la troisième sont en quinconce, la deuxième utilise une matrice de sous-échantillonnage orthogonal:

- une branche 80 ms avec résolution HD pour les plages fixes;
- une branche 40 ms pour les mouvements rapides et les changements d'image brusques;
- une branche 20 ms pour les mouvements rapides et les changements d'image brusques, sauf en mode film à 25 images/seconde.

La Figure 8 donne, pour tous les modes, la gamme transmissible dans le domaine espace-fréquence. Le brassage intratrame est utilisé pour les branches 80 et 20 ms, le brassage intertrame pour la branche 40 ms.

Il existe une option mode film qui active uniquement les branches 80 ms et 40 ms. Cela donne l'avantage maximal lorsqu'on sait que la source est un film à 25 images/seconde.

L'information de sélection de branche est transmise, après formatage, par les données de télévision assistée numériquement (TVAN) [Storey, 1986].

Les informations de TVAN contenant le signal de changement de branche offrent 1 700 possibilités, codées en mots de code d'une longueur de 11 bits. Le codage en quinconce par période de 80 millisecondes donne un débit binaire de 891 kbit/s. L'information de changement de différence de couleur est tirée des données de luminance.

L'amélioration de la compatibilité pour le fluage des bords dans les plages fixes se fait par filtrage vertical à l'intérieur des trames, avec un affaiblissement de 6 dB.

Rapport 801-3, Partie 7

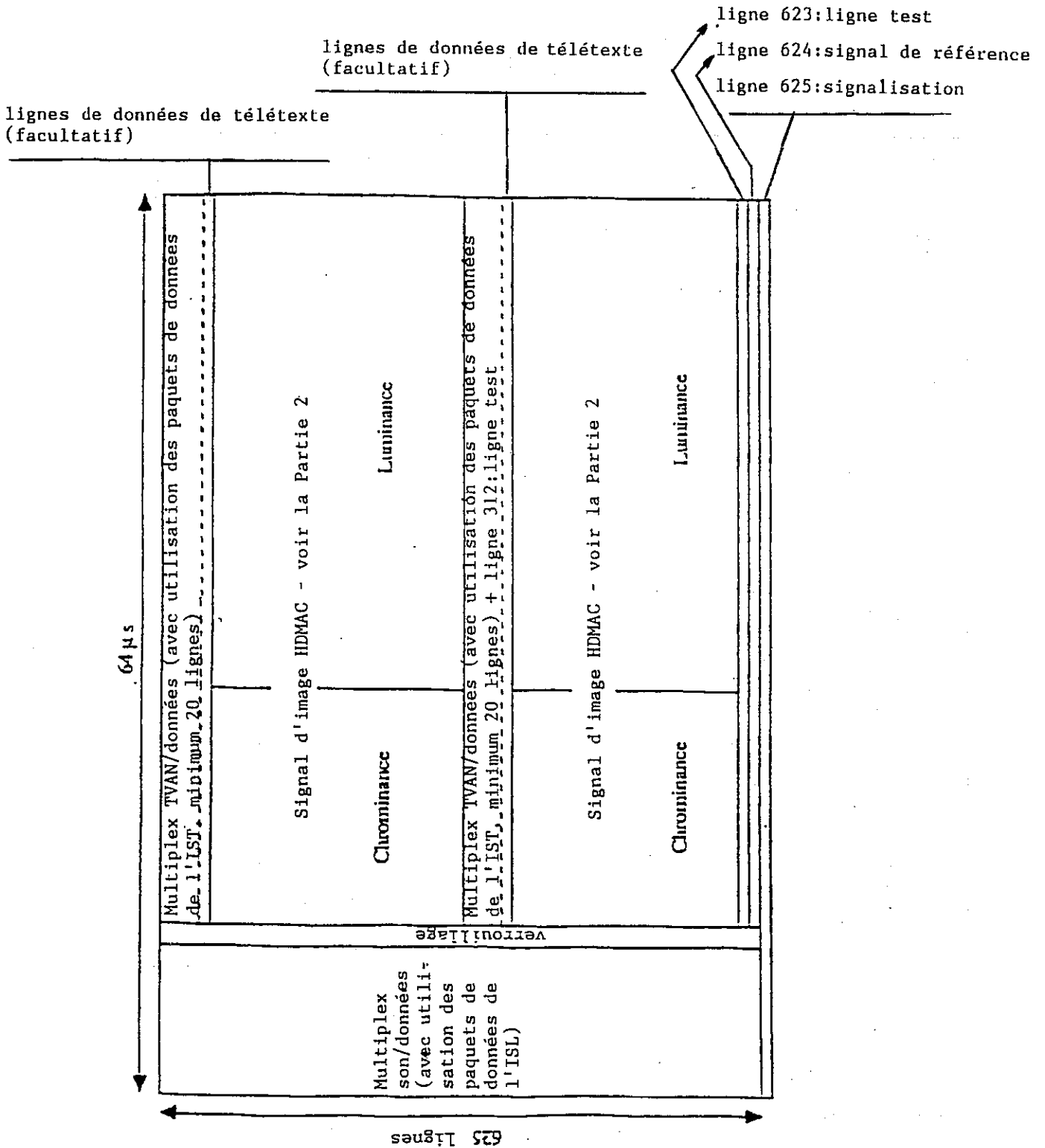


FIGURE 6

Structure générale du MRT HDMAC/paquet

Rapport 801-3, Partie 7

TABLEAU III

Caractéristiques vidéo générales  
du signal d'image HDMAC

Nombre de lignes émises par image:	625
Nombre de trames par secondes:	50
Rapport d'entrelacement:	2:1
Largeur de spectre analogique (approx.)	11 MHz <sup>(1)</sup>
Format:	16:9 (associé à l'information de panoramique pour des images 4:3 compatibles)
Rapports de compression	
luminance:	3:2
différence de couleur:	3:1
Fréquence d'échantillonnage:	20,25 MHz <sup>(2)</sup>
Réception haute définition:	
Résolution de luminance	
horizontale	
statique et mouvement suivi:	620 c/apw <sup>(3)</sup>
mouvement non suivi:	310 c/apw
verticale	
statique:	400 c/apw <sup>(3)</sup>
mouvement:	200 c/apw
Réception compatible:	
Echantillons par ligne active	
luminance:	697
différence de couleur:	349

(1) Compte tenu de l'utilisation d'un filtre de Nyquist réalisable.

(2) Fréquence d'échantillonnage MAC classique.

(3) Cycles par largeur d'image active/hauteur de l'image.

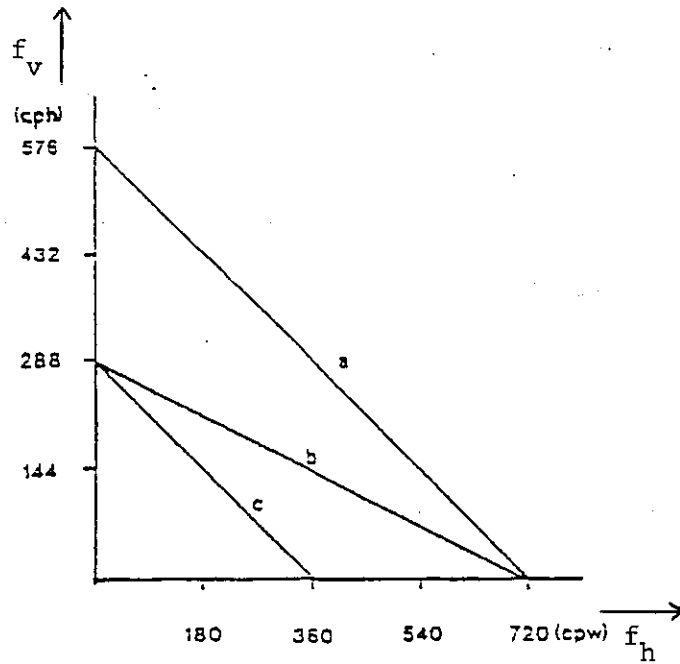
Rapport 801-3, Partie 7

TABLEAU IV

Paramètres de modulation HDMAC pour la radiodiffusion  
directe par satellite

Largeur de spectre nominale du signal d'image:	10,125 MHz à -3 dB
Largeur de bande nominale du canal:	27 MHz
Modulation:	MF
Polarité de la modulation de fréquence:	positive
Composante continue:	conservée
Caractéristiques de préaccentuation:	processus non linéaire appliqué seulement aux échantillons HDMAC et processus linéaire appliqué à tout le multiplex (comme en MAC)
Excursion de fréquence:	13,5 MHz à la fréquence de transition du réseau de préaccentuation linéaire (1,37 MHz)
Dispersion d'énergie:	onde triangulaire synchrone de trame (excursion correspondante de la porteuse: 600 kHz crête à crête)

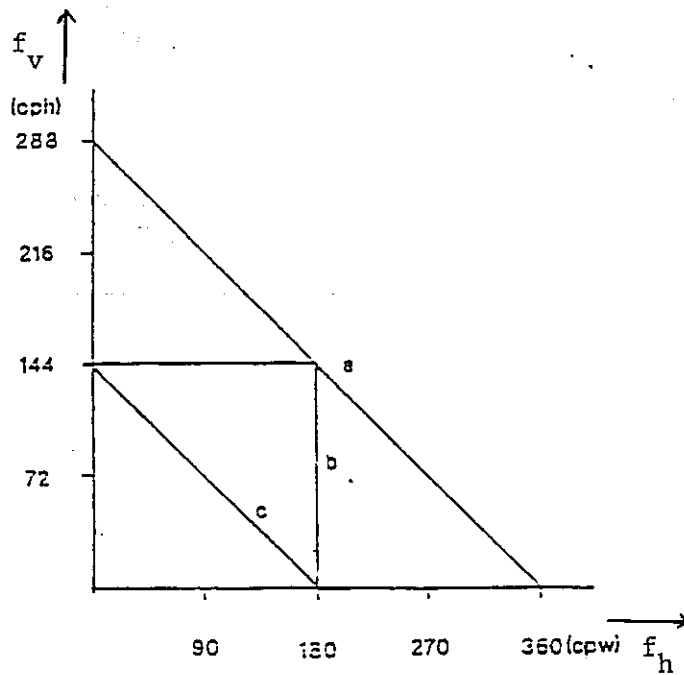
Rapport 801-3, Partie 7



a) mode 80 ms      b) mode 40 ms      c) mode 20 ms

FIGURE 7

Gamme transmissible dans le domaine espace-fréquence pour les structures d'échantillonnage de la luminance



a) mode 80 ms      b) mode 40 ms      c) mode 20 ms

FIGURE 8

Gamme transmissible du spectre espace-fréquence des signaux de différence de couleur

## Rapport 801-3, Partie 7

### 1.5.1.3 Système 3

Le système 3 est proposé en tant que développement du HD-MAC pour un canal radiofréquence à large bande qui aura jusqu'à deux fois la largeur de bande des canaux actuellement prévus. Il fournirait une qualité de haute définition améliorée, peut-être avec un récepteur simplifié. Il existe deux possibilités, l'une fondée sur un échantillonnage à 54 MHz qui serait compatible avec les récepteurs du système 2 HD-MAC et une autre fondée sur un échantillonnage à 72 MHz qui fournirait une performance plus élevée avec une beaucoup plus grande utilisation de la DATV mais qui n'est pas complètement compatible.

### 1.5.1.4 Système 4

Le système 4 est un système basé sur 60 Hz non compatible, utilisant la même structure d'échantillonnage que le système MUSE mais avec une séquence à 2 trames au lieu d'une séquence à 4 trames. La résolution statique spatiale est la même que dans le système MUSE alors qu'elle est plus grande dans les zones d'images en mouvement.

### 1.5.1.5 Système 5

Le système 5 est un exemple de système entièrement numérique qui n'est pas compatible avec les récepteurs MAC/paquets mais qui conserve la compatibilité à l'origine avec la norme à 625 lignes de la Recommandation 601 du CCIR. Lorsqu'on utilise la modulation MDP-4 la largeur de bande requise pourrait atteindre 120 MHz mais avec la 16 QAM seule une largeur de bande RF entre 50 et 60 MHz est possible.

### 1.5.1.6 Autres systèmes en cours d'élaboration

#### 1.5.1.6.1 HDS-NA

Il s'agit d'un format de transmission par satellite à composante analogique multiplexée dans le temps. Une séquence qui se répète à intervalles de quatre lignes au débit horizontal sert à transmettre les composantes qui résultent du traitement. Ces composantes comprennent: information de luminance 16,8 MHz (étendue dans le temps), luminance non comprimée à largeur de bande réduite (9,5 MHz), deux signaux de différence de ligne représentant la luminance moins la moyenne de la ligne précédente et de la ligne suivante, filtrée avec un filtre passe-bas, deux signaux de chrominance une ligne sur deux comprimés 2:1 et 4:1 alternativement, et une salve de son numérique pour deux paires stéréo avec un codage à deux niveaux. La résolution est 480 lignes par hauteur d'image verticalement et 495 lignes par hauteur d'image horizontalement. La largeur de la bande de base est 9,5 MHz, l'excursion recommandée est 12 MHz/Volt en crête dans une largeur de bande FI de 27 MHz. Le rapport signal/bruit pondéré de 48 dB est produit par un rapport porteuse/bruit de 17,7 dB.

#### 1.5.1.6.2 HD-B-MAC

Destiné à la transmission par satellite, c'est une amélioration de la norme B-MAC du CCIR, compatible avec des décodeurs B-MAC normalisés produisant une sortie NTSC. La compatibilité panoramique/balayage est assurée. Une décimation 2:1 est effectuée pour fournir un signal à 525 lignes de haute résolution, qui est sous-échantillonné à des sites alternés sur des lignes adjacentes, filtrant l'information diagonale. Le repliement du spectre fournit

Rapport 801-3, Partie 7

une résolution de luminance étendue tout en réduisant la largeur de la bande de base. La compression de multiplexage de luminance est 3:2. Un traitement analogue est appliqué aux signaux de chrominance, qui sont comprimés 3:1. La résolution de luminance est de 945 lignes/largeur d'image horizontalement et 480 lignes/hauteur d'image verticalement. Le récepteur est censé employer un doublage de ligne adaptatif. La largeur de la bande de base est 10,7 MHz.

1.5.1.6.3 TVHD avec compatibilité spectrale

Ce système est conçu pour être utilisé sous des voies terrestres. On propose la transmission de TVHD traitée à partir d'une source à balayage progressif 787,5/59,94 grâce à deux paires composantes de largeur de bande de 3 MHz et une voie de données.

Pour la transmission par satellite, ces composantes, dont il existe 262,5 paires, chaque 63,5  $\mu$ s, sont multiplexées par répartition dans le temps avec une largeur de bande de base maximale de 6 MHz.

Une voie de données, qui est multiplexée par répartition dans le temps dans l'équivalent des intervalles de suppression de trame verticale NTSC, décrit la composante video basse fréquence au-dessous de 200 kHz, la synchronisation, et une paire stéréo avec voie SAP. La luminance est traitée dans quatre bandes spatio-temporelles, d'un débit de trame de 59,94 Hz pour les basses fréquences à 11,988 Hz pour les hautes fréquences. Des signaux de différence de couleur sont rafraîchis à 11,988 Hz et à un tiers de la résolution horizontale et verticale de luminance. Le système conçu pour un format d'image 5:3 avec possibilité 16:9, donnerait une résolution statique de 720 lignes/hauteur d'image verticalement et 1 020 lignes/largeur d'image horizontalement.

Etant donné que la transmission numérique d'information d'image moyenne basse fréquence assure une utilisation efficace du spectre, la performance en matière de bruit sur la même liaison de transmission NTSC serait améliorée.



Rapport 801-3, Partie 7

TABLEAU V

Caractéristiques d'exemples de systèmes de radiodiffusion TVHD par satellite

Paramètre	Système 1 (MUSE)	Système 2 (HD-MAC)	Système 3	Système 4	Système 5
Format d'image	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9
Fréquence d'images (Hz)	30	25 <sup>(1)</sup>	25	30	25
Lignes actives/image	1035	1152	1152	1035	1132
Fréquence d'échantillonnage de base (MHz)	48,6	54	54 ou 72	64,8	72
Echantillonnage actif/ligne <sup>(4)</sup> luminance	1122	1440	1440 ou 1920	1496	1920
différence de couleur	280	720	720 ou 960	748	960
Type de codage	analogique	analogique	analogique avec assistance numérique TVAN	analogique avec possibilité de TVAN	numérique
Méthode de compression	sous-échantillonnage adaptatif en fonction du mouvement	sous-échantillonnage adaptatif en fonction du mouvement	compensation du mouvement sous-échantillonnage adaptatif en fonction du mouvement	sous-échantillonnage adaptatif en fonction du mouvement	sous-échantillonnage et codage à longueur variable de transformation/de prévision adaptative
Largeur de bande maximale de la luminance (MHz) <sup>(2)</sup>	22	21	21 ou 24	20	21-24
Largeur de bande maximale de différence de couleur (MHz) <sup>(2)</sup>	7	10,5	10,5-12	7	10,5-12
Sous-échantillonnage (horizontal) de luminance	2:1	2:1	2:1	2:1	3:2
Sous-échantillonnage (horizontal) de différence de couleur	2:1	2:1	2:1	4:1	3:1
Sous-échantillonnage (vertical) de luminance	2:1	2:1	2:1	2:1	2:1
Compression de luminance	1:1	3:2	3:2	1-1,25:1	8:3 <sup>(7)</sup>
Compression de différence de couleur	4:1	3:1	3:1	4-5:1	8:2 <sup>(7)</sup>
Largeur de bande de base transmise (MHz) <sup>(3)</sup>	8,1	10,125	18	16,2	
Assistance numérique (Mbit/s)	-	1-2	jusqu'à 8	0-8	inclus dans le débit binaire vidéo
Débit binaire de vidéo codée (Mbit/s)	-	-	-	-	127-147
Multiplexage son/données numérique (Mbit/s)	1,35	1,5 ou 3	1 à 4	2,6	2,5
Largeur de bande du signal son (kHz)	20/15	15	≥15	A spécifier	A spécifier
Fréquence d'échantillonnage (kHz)	48/32	32	≥32	A spécifier	A spécifier
Nombre de voies son	2/4	2/4 ou 4/8		-	A spécifier
Méthode de codage modulation	NICU/ternaire	NIC/duobinaire	≥2/4	A spécifier	A spécifier
Loi de compression	15 à 8 (8 gammes) /16 à 11 (6 gammes)	linéaire 14/ 14-10 NICAM	linéaire 14/14-10 Nicom ou à spécifier	A spécifier	A spécifier
Compression numérique temporelle	13,5:1	6,6:1	6:6 ou 6:1	12,5:1	-
Codage de protection contre les erreurs	inclus ci-dessus	inclus ci-dessus	inclus ci-dessus	inclus ci-dessus	10,5
Rapidité de modulation des symboles (Mbaud)	12,15 ternaire	-	-	-	-
Débit binaire instantané (Mbit/s)	-	10,125 20,25 <sup>(5, 6)</sup>	36 <sup>(4)</sup> ou 72 <sup>(4, 5)</sup>	32,4-40,5	140-160
Type de modulation et déviation, Δf <sub>L</sub> (MHz)	MF 10,2	MF 9,55	MF ou MF + famille MDP4 9,55 à 18	MF 16 ou 22	numérique a) MDP4 b) MDP8 c) HAQ16
Largeur de bande RF nécessaire	27/24	27	45-54	45-54	a) 105-120 <sup>(8)</sup> b) 70-80 <sup>(8)</sup> c) 52,5-60 <sup>(8)</sup>

Rapport 801-3, Partie 7

Notes du Tableau V

- (1) visualisation qu'on trouverait dans un récepteur TVHD après une reconversion convenable par exemple: 1250/100/2:1; (lignes/fréquence de trame/entrelacement);
- (2) une certaine perte de résolution apparaît dans les zones d'images en mouvement en rapport avec la nature et/ou la rapidité du mouvement; cette perte sera beaucoup moins importante dans un système à large bande;
- (3) point à -6 dB pour le trajet de transmission total;
- (4) format à la source;
- (5) pendant les périodes de transmission numérique;
- (6) compatible avec la famille des MAC/paquets du Rapport 1073;
- (7) réduction de la précision de quantification moyenne, bits/échantillon;
- (8) facteur de mise en forme 1,5.

1.5.1.7 Compatibilité vers le bas

La compatibilité est définie comme suit:

Une nouvelle norme d'émission est dite "compatible" avec une norme d'émission existante quand les signaux conformes à la nouvelle norme peuvent être reçus et visualisés, sans équipement supplémentaire, par des récepteurs conçus pour la norme existante. Cette qualité doit être à peu près la même que celle de l'émission d'un signal sonore à norme existante.

Une approche pour la compatibilité entre la télévision classique et la télévision à haute définition est fournie par les systèmes de transmission à deux canaux. Tous les signaux nécessaires à la réception par des récepteurs classiques sont acheminés par l'un de ces deux canaux, l'autre acheminant les informations supplémentaires pour permettre la reconstitution de l'image de TVHD.

Dans un système proposé en Amérique du Nord par le New-York Institute of Technology (VISTA), on envisage un canal supplémentaire fournissant une résolution temporelle faible et spatiale élevée, pour combinaison avec la résolution temporelle élevée de l'image NTSC. Un format de 16:9 ou 5:3 est obtenu en réduisant l'intervalle de suppression de trame horizontale et en diminuant le nombre de lignes actives. La résolution statique est 800 lignes horizontalement et 900 lignes verticalement. Le canal supplémentaire est transmis sous forme de composantes multiplexées dans le temps avec une largeur de bande de 5,3 MHz. Deux canaux à satellite sont suggérés pour transmission.

En Europe, on étudie activement les systèmes de TVHD qui peuvent être reçus en compatibilité par les récepteurs MAC/paquets avec la qualité normale de ces signaux. De plus, si le signal de télévision à haute définition présente des caractéristiques aux fréquences basses du spectre identiques à celles des signaux MAC actuels, comme dans deux des exemples du Tableau V, il sera possible de réaliser la compatibilité entre les deux types de services.

Rapport 801-3, Partie 7

Le Document [CCIR, 1986-90j] indique que la Communauté européenne a opté pour un système compatible avec les normes de transmission appartenant à la famille MAC/paquets. La compatibilité avec la norme européenne d'émission de télévision directe par satellite (DBS) est considérée comme indispensable en vue de l'introduction sur le marché de programmes de télévision à haute définition qui permettront aux téléspectateurs de regarder sur leur récepteur DBS classique des programmes de TVHD et de choisir le moment où ils décideront de passer à la TVHD. Une démonstration de TVHD compatible MAC/paquets (MAC-HD) a été faite à l'IBC (Brighton), avec en complément l'utilisation des techniques d'assistance numérique. Les spécialistes européens sont persuadés que la TVHD compatible sera au moins capable d'atteindre la qualité des systèmes non compatibles, avec des systèmes de transmission faisant appel à des largeurs de bande similaires. Avec la mise au point d'équipements grand public conformes à cette norme HD-MAC, la visualisation s'effectuant alors probablement à 100 Hz, les téléspectateurs recevant les programmes de télévision directe par satellite auront le choix entre plusieurs systèmes allant du système PAL-SECAM 4:3 et MAC 4:3 au système MAC 16:9 et HD-MAC.

L'UER [CCIR, 1986-90k] apporterait son appui au système HD-MAC à condition que ce système assure un compromis acceptable entre la qualité de l'image TVHD et celle de l'image MAC compatible, tout en assurant une continuité de service intégral pour les services de transmission de données, en assurant la compatibilité avec le plan de la CAMR-77 et la compatibilité avec les récepteurs MAC/paquets.

Bien que le système MUSE ne soit pas compatible vers le bas avec les systèmes de télévision classiques, un convertisseur de norme MUSE/525 lignes, conçu pour les récepteurs grand public, a été mis au point et testé. Composé de quatre panneaux de circuits de 20 cm sur 30 cm, il est peu encombrant.

L'image de 525 lignes que l'on obtient avec ce convertisseur a, en moyenne, une qualité supérieure à l'image normale créée avec une norme NTSC, bien que l'on constate un certain papillotement sur les contours, le brouillage étant inférieur à celui causé par la diaphotie de couleur du procédé NTSC. L'élaboration des circuits est simple et il sera mis sur le marché au prix le plus bas grâce à la technologie des circuits intégrés à grande échelle. La mise au point de ce convertisseur de norme MUSE/525 lignes a ouvert des perspectives à la radiodiffusion de TVHD dans le cadre du système à 1 125 lignes, qui peut être reçue avec des récepteurs traditionnels à 525 lignes.

1.5.2 Expérience et démonstrations de systèmes de radiodiffusion par satellite TVHD

Une expérience de transmission par satellite du signal MUSE a été effectuée sur un canal unique de la bande des 12 GHz tel que défini par la CAMR RS-77 en utilisant le satellite de radiodiffusion japonais d'une puissance de 100 W en exploitation: BS-2. Les paramètres de modulation et le bilan de la liaison pour l'émission sont indiqués dans les Tableaux VI et VII. De cette manière, il a été possible d'obtenir un rapport porteuse/bruit (C/N) d'approximativement 17 dB pour 99% du mois le plus défavorable, dans la plus grande partie du Japon avec des antennes ayant un diamètre compris entre 0,7 et 0,9 m. Ainsi, on a obtenu une bonne qualité d'image. Des détails complémentaires sont donnés à l'Annexe V du Rapport 1075.

L'expérience a été effectuée également en sept étapes de 1987 à 1988, à l'aide du satellite de radiodiffusion BS-2b en exploitation.

## Rapport 801-3, Partie 7

Les onze constructeurs japonais de récepteurs de télévision et NHK y ont pris part. Les signaux MUSE ont été reçus et mesurés à Tokyo, Osaka, Nagoya et dans leur voisinage.

Tous les récepteurs produits par les constructeurs participant à l'expérience ont fait preuve d'une bonne capacité de réception des signaux MUSE. Les signaux ont été reçus avec peu de perturbations et peu d'oscillations. Des essais de commutation de mode son commandé par des codes ont également bien marché.

Les essais ont donné des rapports porteuse/bruit reçus de 17 à 21 dB par temps clair, ce qui correspondait à la limite de perception de la dégradation du bruit ou dépassait cette limite. Les rapports signal à bruit des signaux de bande de base démodulés par les tuners coïncidaient presque avec les valeurs théoriques ( $C/N + 11,9$  dB).

Les taux d'erreur sur les bits des signaux numériques son/données étaient  $10^{-3}$  ou mieux pour un rapport porteuse/bruit de 10 dB. Ils étaient mesurés pour un rapport porteuse/bruit délibérément faible avec un affaiblisseur inséré après l'antenne de réception. Aucune dégradation extrême des images n'a été observée avec ce rapport C/N de 10 dB.

La qualité des images a été évaluée comme étant supérieure à la note 4 sur l'échelle à 5 notes à l'aide de matériels d'essai tirés de programmes de TVHD et d'images fixes. Le son a reçu la note 5 dans tous les cas.

Les paramètres de modulation utilisés dans cette expérience ont été confirmés comme convenant à une utilisation pratique.

Il a également été confirmé que le tuner BLU mis au point pour la réception de télévision classique pourrait être utilisé, avec de légères modifications, pour la réception de TVHD.

D'autres démonstrations ont eu lieu au Japon en 1987 à l'aide de l'actuel BS-2b en temps partagé avec la transmission en cours du service de radiodiffusion télévisuelle classique. Une autre démonstration a été faite au Canada et aux Etats-Unis d'Amérique en octobre 1987 à l'aide des satellites de télécommunication Anik-C et RCA-K1 desservant 7 villes.

Parmi les programmes diffusés en TVHD, l'élément le plus intéressant a été constitué par les Jeux olympiques de Séoul en 1988. A l'occasion des cérémonies d'ouverture et de clôture, des émissions de radiodiffusion directe par satellite au moyen du satellite BS-2b ont été diffusées et des programmes de TVHD ont été retransmis de Séoul (Corée) au Japon via Intelsat. D'autres manifestations sportives ont été enregistrées sur bande vidéo et également diffusées en TVHD, par l'intermédiaire du satellite BS-2b, le lendemain. Au total, 73 heures 20 minutes de programmes ont été diffusés en 17 jours.

Ces programmes ont été captés par des antennes paraboliques de 75 cm à 160 cm de diamètre, selon l'emplacement et ont été diffusés sur 205 appareils de visualisation installés dans 81 grands magasins ou lieux publics du pays. Au total, près de 3,7 millions de téléspectateurs ont pu voir ces programmes de TVHD et ont été très impressionnés par les retransmissions des Jeux.

Rapport 801-3, Partie 7

TABLEAU VI

Paramètres de modulation du système MUSE  
(complément au Tableau II)

Modulation du signal vocal et de données	ternaire multiplexage MIC dans l'intervalle de suppression de trame
Polarité de la modulation de fréquence	positive
Composante continue	conservée
Caractéristiques de pré-accentuation	accentuation non linéaire
Dispersion d'énergie (kHz)	onde synchrone de trame triangulaire

TABLEAU VII

Bilan de la liaison pour les émissions MUSE  
dans un système 1125/60

Fréquence	(GHz)	12
Type de modulation		MF
Largeur de bande RF équivalente	(MHz)	27
C/N (dépassé pendant 99% du mois le plus défavorable)	(dB)	17,0
S/N non pondéré	(dB)	39,0
Facteur de qualité G/T	(dB/K)	16,0
Puissance surfacique nécessaire (au bord du faisceau - dépassée pendant 99% du mois le plus défavorable)	(dBW/m <sup>2</sup> )	-110,5
Affaiblissement en espace libre	(dB)	205,6
Affaiblissement par la pluie	(dB)	2,0
Absorption atmosphérique	(dB)	0,1
Contribution de bruit de la liaison de connexion	(dB)	0,3
Coefficient de bord de couverture de zone p.i.r.e. requise du satellite (centre du faisceau)	(dB)	3,0
Ouverture du faisceau d'antenne du satellite (à -3 dB)	(degrés)	1,3 x 1,8
Gain d'antenne du satellite (centre du faisceau)	(dBi)	40,0
Pertes (feeder, filtres, etc.)	(dB)	2,3
Puissance d'ATOP requise	(W)	100
	(dBW)	20,0

### Rapport 801-3, Partie 7

Le Document [CCIR, 1986-90f] décrit le système d'émission compatible HDMAC-D2. Il rend compte de transmissions effectuées au moyen du satellite français Telecom 1C au cours de la démonstration d'IBC en septembre 1988. Le multiplexeur HDMAC-D2/paquet, le démultiplexeur et les transmissions par satellite sont décrits dans les grandes lignes. En outre, ce document indique la structure du multiplex de données, le débit binaire disponible pour les données d'assistance numérique étant de 1 164 Mbit/s. Une interface 656+, la synchronisation, le filtrage Nyquist, la préaccentuation et la désaccentuation non linéaires sont examinés.

Le Document [CCIR, 1986-90l] résume les études techniques relatives à la radiodiffusion par satellite en mode HDMAC dans un canal de 27 MHz du plan de la CAMR-77 (12 GHz). Il s'agit des résultats obtenus avec la première chaîne expérimentale de TVHD, dans le cadre du projet européen de TVHD, EUREKA 95.

La plupart des essais ont été faits avec un simulateur de satellite.

Par ailleurs, on a effectué en France des expériences de transmission D2-HDMAC avec un satellite réel (satellite de radiodiffusion directe TDF-1). Le signal D2-HDMAC/paquet était transmis jusqu'à la station terrienne TDF-1 par un faisceau hertzien MF à 14 bonds. La réception du signal se faisait dans une station de réception disponible dans le commerce, équipée d'une parabole de 55 cm. Le facteur de bruit du convertisseur d'ondes centimétriques était de l'ordre de 2 dB.

En ce qui concerne l'effet du bruit sur le signal (de bande de base) décodé, la dégradation de l'image était évaluée à l'aide d'un simulateur de satellite pour plusieurs valeurs du rapport C/N dans une largeur de bande de 27 MHz. Les essais ont été effectués seulement avec des images fixes et avec l'algorithme 88, en mode statique (branche 80 ms) ou en mode mouvement (branche 20 ms). La méthode utilisée était la méthode de l'UER, qui fait appel à des observateurs non spécialisés (voir la Recommandation 500 du CCIR). Les résultats obtenus sont représentés dans la Figure 9. Les courbes tiretées indiquent l'intervalle de confiance (5%) des résultats moyens (courbe en trait plein) obtenus avec 15 observateurs. Le rapport C/N mesuré était de 21 dB dans une largeur de bande de 27 MHz; cela correspond, pour le signal HDMAC, à une note meilleure que 4,5 sur l'échelle de dégradation.

Avec le satellite français TDF-1, on peut obtenir un rapport C/N de 17 dB à la réception pendant 99% du mois le plus défavorable sur l'ensemble de la couverture nationale, avec une antenne de réception de 55 cm. Ainsi, un signal HDMAC d'excellente qualité peut être reçu avec une petite antenne de réception dans un canal attribué par la CAMR-12 GHz.

Le Document [CCIR, 1986-90m] traite de la conformité du signal HDMAC avec les rapports de protection adoptés pour le service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz.

Les niveaux de brouillage dans le premier canal adjacent ( $\pm 19,18$  MHz) et dans le même canal, donnant une dégradation tout juste perceptible du signal d'image, ont été mesurés dans deux configurations:

- a) HDMAC brouillant HDMAC;
- b) HDMAC brouillant le système de référence CAMR-77 (SECAM avec une sous-porteuse son).

Rapport 801-3, Partie 7

Les conclusions suivantes peuvent être tirées de ces mesures.

- a) Si le signal utile est le signal de référence de la CAMR, les rapports de protection minima demandés par la CAMR-77 sont satisfaits avec une marge de plus de 9 dB. Le signal HDMAC est plus "critique" qu'un signal MAC classique.
- b) Deux signaux HDMAC peuvent coexister dans le plan de radiodiffusion de la CAMR-77.

Rapport 801-3, Partie 7

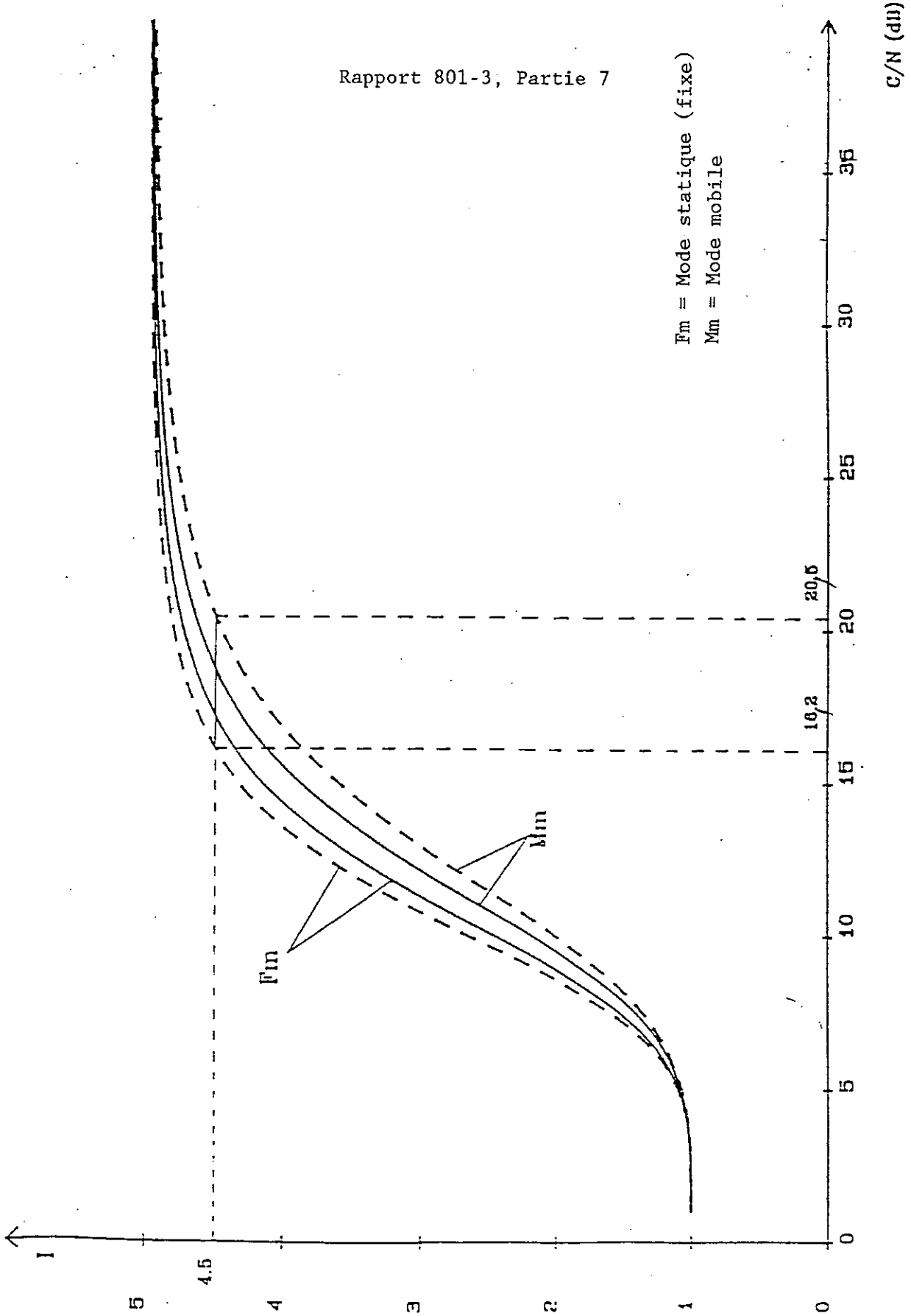


FIGURE 9

Notes de dégradation du signal d'image HDMAC en fonction du rapport C/N dans 27 MHz



Rapport 801-3, Partie 7

Résumé et conclusions

Il existe des techniques pour la radiodiffusion par satellite de TVHD sur une gamme de fréquences allant jusqu'aux alentours de 23 GHz. Plusieurs possibilités distinctes ont été étudiées en détail. Ces techniques comprennent la réduction de la largeur de bande, le codage de canal, le multiplexage, la modulation et la réception. La technologie de mise en oeuvre de ces techniques existe maintenant et la technologie pour le satellite est disponible dès à présent (comme c'est le cas pour la bande des 12 GHz), ou devrait l'être dans les dix années à venir si des niveaux de puissance élevés sont nécessaires à 23 GHz.

Il apparaît que des paramètres RF et le partage peuvent imposer des contraintes au format d'émission. Néanmoins, ni les caractéristiques des systèmes de radiodiffusion par satellite ni leur susceptibilité au brouillage ne devraient directement restreindre les caractéristiques de la norme de studio utilisée comme source de matériel de programme. Toutefois, si l'on veut minimiser la dégradation des signaux et les coûts de conversion, il faudrait que la définition de cette norme de studio précède la définition d'éventuelles normes subsidiaires.

Pour la radiodiffusion par satellite, les bandes des 12 GHz ont été planifiées sur la base de largeurs de 24 MHz dans la Région 2 et de 27 MHz pour les Régions 1 et 3. Afin de transmettre la TVHD dans ces voies, il faut réduire la largeur de bande des signaux sources grâce à un traitement des signaux en profondeur. Deux systèmes à bande RF étroite (MUSE, HD-MAC) assurent cette compression des signaux au prix d'une réduction de la résolution des plages mobiles de l'image. Toute norme de studio de TVHD devrait permettre la mise en oeuvre des techniques de compression du type décrit dans le présent rapport.

Pour la radiodiffusion par satellite de service de TVHD à plus large bande RF au plan mondial, qui pourrait assurer une qualité proche de celle de la norme de studio, la CAMR ORB-88 a reconnu qu'une nouvelle bande de fréquences serait nécessaire. Etant donné que la largeur de bande nécessaire pour diffuser un signal de TVHD à large bande RF reste à déterminer, on dispose d'une certaine souplesse pour tenir compte d'une gamme de paramètres de système. Cela signifie qu'aucune contrainte spécifique ne devrait être imposée à la norme de studio de TVHD pour que l'émission par satellite puisse être faite dans cette bande. Toutefois, il est préférable de spécifier une norme de studio de TVHD avant de mettre au point la norme mondiale de radiodiffusion par satellite jugée souhaitable par la CAMR ORB-88.

Des techniques qui permettront la diffusion de TVHD par satellite ont été identifiées. Ces techniques utilisent une technologie actuellement disponible pour la réduction de bande, la modulation et la réception. En particulier, des études faites au Japon et en Europe des systèmes MUSE et HD-MAC respectivement ont permis de mettre au point la technologie nécessaire pour l'ensemble de la chaîne studio-récepteur. Des systèmes ont été mis au point et ont fait l'objet de démonstrations. Une réduction des coûts pour développer les équipements grand public est déjà envisagée; c'est pourquoi il est urgent de normaliser les formats de production et d'émission de studio. Pour la radiodiffusion à des fréquences jusqu'à 23 GHz, la technologie par satellite ne devrait pas être un facteur restrictif du choix d'une norme d'émission et ne devrait donc pas affecter le choix de la norme studio.

Rapport 801-3, Partie 7

Le CCIR estime qu'il est nécessaire de poursuivre l'étude des paramètres techniques radiofréquence et d'émission y compris la modulation, le codage des canaux et le multiplexage de la radiodiffusion par satellite de TVHD. Un complément d'étude est nécessaire pour déterminer:

- i) les paramètres de système pour des transmissions de télévision à haute définition numérique et analogique à large bande RF par satellite;
- ii) les caractéristiques de propagation pour les bandes appropriées aux transmissions de télévision à haute définition à large bande RF;
- iii) le partage et le brouillage interservice et intraservice, le partage interrégional.

Ces études devraient aboutir à des résultats définitifs avant la fin de la prochaine période d'études du CCIR.

Rapport 801-3, Partie 7

2. Diffusion de terre de la TVHD y compris la distribution par câble

2.1 Introduction

La plupart des téléspectateurs dans le monde reçoivent la télévision via la diffusion de Terre. Pour de nombreuses administrations, l'adoption généralisée de la télévision à haute définition ne se fera que si les consommateurs peuvent accéder aisément à des systèmes de radiodiffusion télévisuelle de Terre.

Il est difficile de recommander des normes d'émission de TVHD eu égard à la diversité de stratégies suivies dans les différentes parties du monde, où les transmissions par satellite, les émissions de Terre et la distribution par câble correspondent à des besoins et à des priorités différentes. Les normes d'émission de TVHD obéissent aux principes suivants:

- le nombre de normes d'émission devrait être limité;
- la MA-BLR est l'un des types de modulation préférables du point de vue de l'économie de largeur de bande;
- il est préférable, dans l'intérêt de la norme de TVHD, que les transmissions de Terre et par câble soient semblables;
- les réseaux existants ne devraient pas être défavorablement influencés par l'introduction de la TVHD;
- chaque type de compatibilité des récepteurs, de compatibilité de canaux ou de compatibilité des bandes de base est avantageux;
- toute la chaîne studio-satellite/émetteur-câble-récepteur devrait être prise en considération dans tout projet de norme de signal de TVHD.

2.2 Approches TVHD dans un environnement NTSC

Aux Etats-Unis, les responsables du secteur de la télévision cherchent à protéger les investissements faits par les téléspectateurs pour se procurer l'équipement actuel de télévision, et ce jusqu'à la généralisation de la TVHD. Ils cherchent également à préserver la diversité des supports de distribution de télévision.

La possibilité de TVHD de Terre a été prouvée lors d'une expérience de trois semaines à Washington D.C en janvier 1987. L'expérience fait partie d'un projet réalisé par certains secteurs de l'industrie américaine de la radiodiffusion dans le but de mettre au point un système de radiodiffusion de TVHD de Terre. Il a été démontré que des programmes de TVHD pourraient être offerts aux téléspectateurs au moyen de deux canaux de télévision contigus de 6 MHz en ondes décimétriques, en utilisant la technique classique MA-BLR.

Il a aussi été démontré au cours de la même expérience, qu'une TVHD de Terre était possible en MF dans la bande des 13 GHz. Dans ce cas précis, le système MUSE a été utilisé.

Au Japon, pour le système NTSC existant à 6 MHz, des systèmes compatibles à 9 et 12 MHz sont actuellement étudiés et des expériences ont été conduites à l'aide de réseaux câblés existants.

Rapport 801-3, Partie 7

2.2.1 Situation actuelle de la distribution de programmes de télévision aux Etats-Unis

Les programmes de télévision, qu'ils aient un but de divertissement ou d'information, sont offerts à la plupart des téléspectateurs aux Etats-Unis à domicile par tous les moyens de distribution disponibles. Aujourd'hui, près de 89 millions de foyers peuvent recevoir sur plus de 160 millions de postes de télévision, des émissions de télévision diffusées par 1 060 stations de télévision commerciales et 342 stations non commerciales. Ces émissions sont réparties de manière à peu près égale entre la bande des ondes métriques (668 stations) et celle des ondes décimétriques (734 stations).

2.2.2 Manières d'envisager la distribution de TVHD au téléspectateur

Aux Etats-Unis, il est admis [CCIR, 1986-90n] que l'introduction de la TVHD ne doit pas porter atteinte au caractère unique de l'industrie de la télévision. A cette fin, la radiodiffusion de Terre doit pouvoir entrer en concurrence avec les autres méthodes de distribution des programmes de télévision. Tel est l'objectif fondamental affirmé dans la "Tentative Decision and Further Notice of Inquiry" du 1er septembre 1988 de la United States Federal Communications Commission (FCC), qui estime dans ses conclusions provisoires:

- qu'il irait dans l'intérêt du public de prévoir pour la télévision de Terre des techniques de télévision évoluée (TVE);
- que le grand public bénéficiera très rapidement des avantages de ces techniques si les radiodiffuseurs actuels sont autorisés à mettre en oeuvre la télévision évoluée (TVE);
- que les fréquences nécessaires pour la radiodiffusion de Terre de la TVE doivent être prises parmi les fréquences actuellement attribuées à la télévision de Terre (ondes métriques et décimétriques);
- que le service actuel offert aux téléspectateurs utilisant des récepteurs NTSC doit être maintenu, quelle que soit la façon dont les services de TVE sont offerts, au moins pendant une période de transition. Cela peut se faire soit en émettant des signaux de TVE que puissent recevoir directement des postes NTSC, soit en diffusant simultanément, sur des canaux distincts, des signaux NTSC et des signaux incompatibles de TVE;
- que les systèmes nécessitant plus de 6 MHz pour diffuser un signal non compatible avec des récepteurs NTSC ne seront pas autorisés [CCIR, 1986-90o];
- qu'il est de l'intérêt général de ne pas retarder l'introduction indépendante de la télévision évoluée dans d'autres services ou sur des supports autres que de radiodiffusion, tout en reconnaissant les avantages qu'offre la compatibilité entre les équipements associés aux différentes méthodes de diffusion d'images.

RAPPORT 801-3, Partie 7

2.2.3 Bandes de fréquences pour la TVE

En ce qui concerne la radiodiffusion de Terre aux Etats-Unis, les recherches sont actuellement axées sur quatre possibilités:

- A) l'utilisation d'un seul canal de 6 MHz compatible avec la technique NTSC;
- B) l'utilisation d'un seul canal de 6 MHz compatible avec la technique NTSC et d'un canal d'extension de 3 MHz, pas nécessairement contigu au premier, pour acheminer les informations afin d'accroître les informations transmises dans le canal de base lors de la création d'une image de TVHD dans les récepteurs de TVHD;
- C) comme la possibilité B, mais avec un canal d'extension de 6 MHz [CCIR, 1986-90n];
- D) chaque radiodiffuseur de Terre bénéficierait d'une bande de fréquences de 6 MHz supplémentaire pour diffuser simultanément des signaux de TVE non compatibles.

Les Etats-Unis ont étudié [CCIR, 1986-90p] la question de la disponibilité des fréquences dans différentes conditions.

Les analyses ont été faites à l'aide d'un programme informatique spécial qui permet d'étudier les canaux dans différentes conditions. Il a été admis que, grâce aux progrès de la technique de fourniture d'un service de TVE les distances de séparation minimales entre stations de TVE pourraient être inférieures à celles actuellement requises. Les restrictions applicables aux ondes décimétriques n'ont pas été prises en compte<sup>1</sup>. Seules les distances de séparation nécessaires pour diminuer les brouillages dans les canaux adjacents et dans le même canal ont été respectées.

Il convient de reconnaître par ailleurs qu'il s'agit d'études préliminaires. On n'a tenu compte, ni des effets de l'emploi de différents sites pour diffuser des signaux de TVE, ni des effets d'écran du terrain ou de la diminution de puissance pour mettre en oeuvre les techniques de la télévision évoluée pour 100% des stations.

Les analyses informatiques ont été effectuées pour déterminer le nombre de stations pouvant être utilisées dans les situations suivantes:

- a) lorsque des bandes de fréquences contiguës (aussi bien de 6 MHz que de 3 MHz) peuvent être assignées;
- b) lorsque des stations à ondes métriques ou décimétriques peuvent faire l'objet d'assignations (les stations à ondes décimétriques passent en fonctionnement en ondes métriques avec extension des bandes et vice versa, pas de préférence pour des parties contiguës);
- c) comme en b), mais avec des bandes aussi contiguës que possible;
- d) bandes aussi contiguës que possible.

---

<sup>1</sup> Les restrictions applicables aux ondes décimétriques sont les suivantes: intermodulation, transmodulation, moitié FI ( $n \pm 2, 3$  et 4 canaux), oscillateur local ( $n \pm 7$  canaux), battement FI ( $n \pm 8$  canaux), "fréquence image" son ( $n \pm 14$  canaux), "fréquence image" image ( $n \pm 15$  canaux).

Les meilleurs résultats ont été obtenus pour la situation B). 100% (96%) de toutes les stations en place peuvent être dotées de 3 MHz (6 MHz) supplémentaires (non contigus) si la distance de séparation minimale dans le même canal pour les stations de TVE est ramenée à 160 km. Par ailleurs, si les distances de séparation actuelles sont maintenues (249 - 353 km), le pourcentage des stations passe à 77% pour 3 MHz et à 60% pour 6 MHz. Pour obtenir la même zone de service, d'après ces résultats, il faut adopter un système nécessitant un rapport de protection bien inférieur à celui du système NTSC.

Le Document [CCIR, 1986-90q] fait le point des progrès les plus récents pour l'introduction des services de télévision évolués (TVE) aux Etats-Unis. Il n'a pas été tenu compte, dans les nouvelles études, de la protection dans les canaux adjacents ni des restrictions applicables aux ondes décimétriques. On a également constaté que la meilleure méthode de traitement du spectre pour loger les systèmes de TVE qui ont besoin d'un supplément de 6 MHz a les caractéristiques suivantes:

- 1) la portion de spectre supplémentaire n'est pas forcément contiguë;
- 2) les systèmes de TVHD pour la radiodiffusion de Terre doivent pouvoir fonctionner avec des séparations plus petites que celles pratiquées actuellement.

D'après les premières indications recueillies, 99,7% de toutes les stations de télévision existantes peuvent être prises en compte avec un espacement minimal dans le même canal de 160 km (100 miles). Le Document [CCIR, 1986-90q] décrit également un certain nombre de méthodes actuellement étudiées aux Etats-Unis en ce qui concerne la modification ou l'élimination des restrictions applicables aux ondes décimétriques pour le système NTSC, ce qui est réalisable:

- 1) en modifiant la conception des récepteurs;
- 2) en modifiant les espacements minimaux des émetteurs sujets aux restrictions;
- 3) en modifiant le système d'émission.

On trouvera dans le Tableau VIII ci-après, à titre d'exemple, les caractéristiques d'un système proposé qui tient compte des restrictions applicables aux ondes décimétriques. Ce tableau indique les rapports de protection signal utile/signal brouilleur pour un brouillage à peine perceptible, dans le cas d'un signal TVHD sur un récepteur NTSC.

TABLEAU VIII

Rapports de protection signal utile/signal brouilleur

Même canal	+14 à +6 dB
Canals adjacents ( $n \pm 1$ )	-30 dB
Intermodulation: ( $n \pm 2$ , $n \pm 3$ , $n - 4$ )	-40 dB
Moitié FI ( $n + 4$ )	-30 dB
Battement FI ( $n \pm 7$ , $n \pm 8$ )	-45 dB
"Fréquence Image" son ( $n + 14$ )	-45 dB
"Fréquence Image" image ( $n + 15$ )	-45 dB

Note 1 - Niveau du signal utile: -45 dBm.

Note 2 - D'après des mesures faites avec sept postes de télévision représentatifs du parc actuel de récepteurs.

Rapport 801-3, Partie 7

2.2.4 Systèmes proposés [CCIR, 1986-90p]

Les systèmes de TVE dont l'examen est proposé dans les différentes catégories sont les suivants:

TABLEAU IX

Largeur du canal métrique/décimétrique requise	Technique	Observations	Nombre de proposeurs
6 MHz	"Système NTSC compatible"	Le poste de TV NTSC restitue le signal de TVE comme un signal NTSC. Le poste de TVE présenterait soit des programmes de TVE soit des programmes NTSC.	7
9 MHz	Norme NTSC + Extension de 3 MHz	Le poste de TV NTSC restitue la partie NTSC type du signal. Le poste de TVE présenterait soit des programmes de TVE soit des programmes NTSC.	4
	"Non compatible" *	Le poste de TV NTSC a besoin d'un convertisseur pour présenter des programmes de TVE en NTSC. Le poste de TVE présenterait soit des programmes de TVE soit des programmes NTSC.	2
12 MHz	Norme NTSC + Extension de 6 MHz	Le poste de TV NTSC restitue uniquement la partie NTSC type du signal. Le poste de TVE présenterait soit des programmes de TVE ou NTSC.	4
	DIFFUSION SIMULTANEE Norme NTSC + 6 MHz "non compatible"	Le poste de TV NTSC présente uniquement les programmes NTSC. Le poste de TVE pourrait recevoir des programmes de TVE et des programmes NTSC.	3

\* Non autorisée pour la radiodiffusion de Terre en vertu d'une décision provisoire de la FCC.

Rapport 801-3, Partie 7

Plusieurs systèmes ont été proposés aux Etats-Unis pour la radiodiffusion de Terre, par câble et par satellite de la TVHD. Certaines organisations ont proposé plusieurs systèmes. Un article [Hopkins et Davies, 1989] fournit des renseignements sur ces propositions et décrit les activités des Comités qui s'y intéressent en Amérique du Nord. Le résumé des systèmes présentés à la FCC en novembre 1988 fait l'objet du Tableau X ci-dessous.

TABLEAU X

Résumé des systèmes proposés à la FCC

	AVE	BTA	DSRC		DEL	FAR	NRS	NMC			NIT		NITT	RAP		OCS	PS	STV	SA	ZEN
			ACTV I	ACTV II				MUSE 6	MUSE 9	MAROM MUSE	ZC	CC		NO MAC	NO NTSC					
SPECTRUM CATEGORY	A	A	A	C	A	A	A	A	B	D	A	D	B/C	*	B	C	A	A	*	D
RF BANDWIDTH (MHz)	6	6	6	12	6	6	6	6	9	12	6	12	9/12	*	9	12	6	6	*	12
H-RESOLUTION (TVL/PIN)	660	NTSC	400	600	660	330	NTSC	422	422	568	300	675	750	495	495	?	?	NTSC	534	612
V-RESOLUTION (TVL/PIN)	660	NTSC	480	800	660	400	NTSC	690	690	650	600	762	900	480	480	?	?	NTSC	480	720
FULL DIAGONAL RESOLUTION	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	NO	?	?	NO	NO	NO
FULL TEMPORAL RESOLUTION	NO	YES	NO	NO	NO	YES	YES	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	?	YES	YES	NO
WIDE SCREEN	YES	NO	YES	YES	YES	NO	NO	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES	YES
INTEGRATED SIDE PANELS	NO	N/A	NO	NO	YES	N/A	N/A	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	N/A	YES	N/A	YES	YES
SEPARATE COLOR	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO	NO	?	NO	YES	YES
FIELD STORE REQUIRED	YES	NO	YES	YES	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES	YES	YES	OPT	OPT	YES	?	NO	YES	YES

N/A - NOT APPLICABLE    ? - NOT SPECIFIED

<p style="text-align: center;">ORGANIZATIONS PROPOSING SYSTEMS</p> <p>AVE AVELEX                  BTA BROADCASTING TECHNOLOGY ASSOCIATION                  DSRC DAVID SARNOFF RESEARCH CENTER                  DEL DEL RET GROUP                  FAR FAROLAJA LABORATORIES                  NRS HIGH RESOLUTION SCIENCES                  NMC JAPAN BROADCASTING CORPORATION                  NIT MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY</p>	<p style="text-align: center;">SPECTRUM CATEGORY OF PROPOSED SYSTEMS</p> <p>A = 6 MHz NTSC COMPATIBLE                  B = 6 MHz NTSC - 3 MHz AUGMENTATION SIGNAL                  C = 6 MHz NTSC - 5 MHz AUGMENTATION SIGNAL                  D = SIMULCAST (6 MHz NTSC IN ONE CHANNEL, 3 MHz NON-COMPATIBLE SELF-CONTAINED ATV SIGNAL IN SECOND CHANNEL)                  * = SATELLITE DESIGN, REQUIRES ONE TRANSPONDER</p>
--	--

November 1988

2.3 Approches utilisant le système HD MAC

Le système HDMAC a été proposé pour la distribution par satellite ainsi que pour la distribution par câble et de Terre.

La possibilité de fournir des signaux TVHD par la radiodiffusion de Terre a été étudiée à l'aide de signaux HD-MAC [CCIR, 1986-90 r]: les caractéristiques du signal MAC permettent l'utilisation de canaux en ondes métriques et décimétriques, avec une modulation d'amplitude permettant la mise au point d'un service de télévision à haute définition à partir des techniques existantes. De plus, si le signal de télévision à haute définition possède des caractéristiques en bande de base telles que les basses fréquences du spectre soient identiques à celles du signal MAC existant, la compatibilité sera possible entre les deux types de services: D ou D2-MAC/paquet et la télévision à haute définition. Jusqu'à présent, les normes D ou D2-MAC/paquet offrent une voie évolutive. Cette évolution est définie comme "compatible", étant donnée que la première génération des récepteurs D ou D2-MAC/paquets sera capable d'interpréter la partie inférieure du spectre comme étant celle d'un signal



Rapport 801-3, Partie 7

répondant à la norme existante D ou D2-MAC/paquets. Grâce à une base installée de décodeurs D ou D2-MAC/paquets (équipée avec une bande de base et des entrées SRS) mis en place pour la radiodiffusion par satellite à 12 GHz, il sera possible, compte tenu de cette compatibilité, de toucher un vaste public dès le début de la radiodiffusion des programmes de télévision à haute définition, ce qui permettra une croissance progressive des ventes de récepteurs sans compromettre l'économie du système.

A partir d'expérience antérieure et de simulations sur un canal à bande latérale résiduelle en modulation d'amplitude dans les ondes décimétriques avec des signaux D2-MAC/paquets, il a été constaté qu'une émission de TVHD (HD-MAC) compatible avec des décodeurs D ou D2-MAC/paquets était possible dans un canal de Terre à bande latérale résiduelle en modulation d'amplitude ayant une largeur de bande totale de 12 MHz pour permettre un filtrage de Nyquist de la bande de base autour de 10,125 MHz, soit pour l'assistance numérique, soit pour la vidéo.

2.3.1 Systemes MA/BLR

Les paramètres ci-après sont le résultat d'études et de mesures effectuées au cours d'une première transmission sur câble [CCIR, 1986-90s].

2.3.1.1 Filtrage Nyquist de la porteuse image de l'émetteur

Le système pour les signaux HDMAC est compatible avec le système D2/D-MAC à 625 lignes.

Largeur de canal:	12 MHz		
Type de modulation:	modulation d'amplitude avec bande latérale réduite (MA/BLR)		
Filtrage Nyquist:	porteuse image $\pm$ 500 kHz à l'émetteur		
Systeme de polarité de modulation:	identique au système D2/D-MAC existant		
Niveaux de modulation:		Négatif	Positif
Signal image	niveau de blanc	10 %	100 %
	niveau de noir	100 %	10 %
	niveau de verrouillage	55 %	55 %
Signal de données	"1"	19 %	
	"1"	91 %	
	"0"	55 %	

Détection au récepteur: synchrone

Caractéristique de phase : linéaire à l'émetteur et au récepteur

On peut obtenir une amélioration pouvant atteindre 5 dB du rapport S/N et du rapport signal/brouillage en déplaçant le filtrage Nyquist du site du récepteur au site de l'émetteur.

Un tel système, avec un filtre de Nyquist à l'émission, a été testé avec succès pour la distribution par câble.

Rapport 801-3, Partie 7

2.3.1.2 Filtrage Nyquist de la porteuse image au récepteur

Mêmes paramètres qu'au § 2.3.1.1 sauf

Filtrage Nyquist: Porteuse image  $\pm$  750 kHz au récepteur

2.3.2 Systèmes MF/BLR

A l'étude.

2.4 Autres systèmes en cours de développement

Le Document [CCIR, 1986-90t], intitulé "système de transmission de TVHD" décrit un système de transmission monocanal avec conversion intermédiaire (vers le bas) d'un certain nombre de lignes et avec modulation réfléchie. Ce système a été proposé par l'URSS où il est actuellement à l'étude.

4. Rapports de protection

Puisqu'il est entendu que les réseaux existants ne devraient pas être brouillés par les nouveaux systèmes de TVHD, les rapports de protection ne doivent pas dépasser ceux actuellement utilisés (Recommandation 655). Il est probable que les rapports de protection nécessaires pour la plupart des systèmes de TVHD ne seront pas supérieurs du fait de la structure envisagée des signaux de TVHD (par exemple, absence d'impulsions de synchronisation normales).

On ne connaît pas les rapports de protection applicables à des systèmes de TVHD brouillés par des systèmes de TVHD ou de télévision classiques. Pour les systèmes de TV classiques brouillés par les émissions de TVHD, on ne dispose que d'informations limitées. De nouvelles mesures seront nécessaires. Elles devront être faites avec des types de récepteurs "modernes". Le terme "récepteur moderne" dépend de la durée de vie du récepteur de télévision à partir de la date d'introduction de la TVHD dans les différents pays. Les systèmes de transmission par câble avec fonctionnement dans le canal adjacent nécessitent des rapports de protection plus élevés que ceux indiqués dans la Recommandation 655. Pour ce cas particulier, il nous faut définir un nouveau type de brouillage continu, pendant 100 % du temps. La plupart des brouillages sur les câbles sont présents pendant 100 % du temps.

Lorsque, dans les systèmes par câble, on applique le fonctionnement dans le canal adjacent, le brouillage est présent pendant 100 % du temps. Dans de tels systèmes, une différence de niveau de signal d'environ 3 dB entre les canaux adjacents et 6 dB entre les canaux image est autorisée. Le brouillage devrait être limité à un certain degré de dégradation.

3. Environnement de distribution multimédia

Lorsque la télévision classique a été normalisée et mise en oeuvre il y a plusieurs décennies, la radiodiffusion de Terre était le seul support qui pouvait être utilisé pour desservir les foyers. Par conséquent, les formats d'émission étaient optimisés pour un tel support et les récepteurs de télévision étaient adaptés à la réception radioélectrique.

Aujourd'hui, de nombreux supports de radiodiffusion et de distribution peuvent être utilisés parallèlement à la radiodiffusion de Terre classique pour diffuser la télévision à domicile.

Rapport 801-3, Partie 7

Considérons la variété des supports de radiodiffusion et de distribution qui vont coexister et être utilisés pour fournir la télévision à domicile; ils comprennent:

- la radiodiffusion de Terre;
- la radiodiffusion par satellite;
- la télévision par câble (TVCA);
- la distribution multipoint, multivoie;
- la distribution par fibres optiques (analogique et numérique);
- la distribution préenregistrée (magnétoscope + bandes cassette, disques vidéo).

La plupart des supports de radiodiffusion et de distribution pourront finalement être utilisés pour distribuer la TVHD à domicile.

Cette diversité de supports va certainement continuer et augmenter. D'une part, les systèmes actuels de télévision de Terre devront être maintenus pendant assez longtemps. D'autre part, les systèmes existants et futurs de télévision à plus haute définition devront aussi coexister pendant un certain temps. Cette diversité va entraîner l'existence de nombreuses interfaces entre les supports, comme l'indique la Figure 13.

Cela risque de soulever des difficultés pour passer d'une norme de studio/production de TVHD à une autre et d'un format de fourniture à un autre, avec pour conséquence inévitable une augmentation du coût et de la complexité des systèmes et des récepteurs ou une dégradation de la qualité d'image ou une combinaison des deux.

Mais l'élaboration de ces nouvelles normes pour la distribution/radiodiffusion de TVHD doit tenir compte non seulement de cet environnement multimédia, mais aussi des caractéristiques et capacités de chacun des différents supports pour choisir des formats qui ne soient pas seulement facilement convertibles entre supports mais qui tirent le meilleur parti possible de chaque support de fourniture et conduisent à la mise en oeuvre de récepteurs peu complexes.

Etant donné que les différents supports de distribution possèdent différentes capacités de fréquences et présentent différentes dégradations de voie de transmission, on emploiera différents types de modulation et l'utilisation optimale de la voie de transmission impliquera que la qualité des signaux et la capacité des services (par exemple le nombre de voies audio) assurés sur certains supports seront meilleures que sur d'autres. Cela devrait conduire à l'établissement d'une hiérarchie de formats d'émission liés, optimisés pour les différents supports.

Cette hiérarchie faciliterait la conversion entre les différentes normes de transmission et permettrait de produire une représentation de signal en bande de base commune et, partant, un traitement de la bande de base commun dans le récepteur. Un exemple de l'utilisation d'un format de bande de base commun est le format HD-MAC mis au point dans le cadre du Programme européen Eureka 95. Le même signal de bande de base peut être utilisé pour la radiodiffusion par satellite, la radiodiffusion de Terre, les systèmes par câble et à fibres optique ainsi que les enregistreurs et les systèmes de communication grand public. Comme indiqué sur la Figure 13 (interface F.1), la représentation de bande de base commune permettrait une utilisation commune de circuits complexes comme le processeur d'image, le processeur de son et les circuits de commande, indépendamment du support sur lequel le signal est reçu.

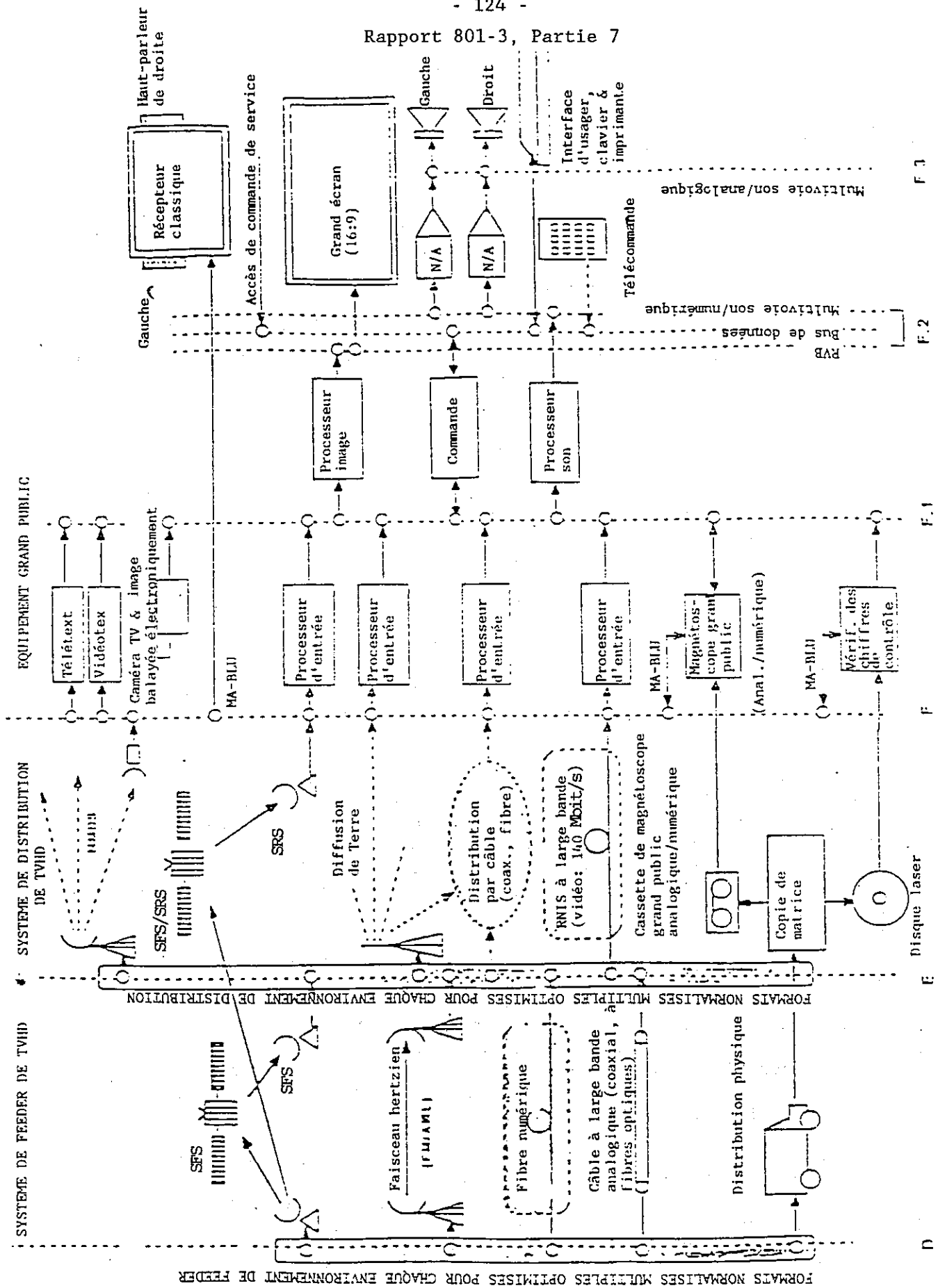


FIGURE 13

Architecture d'un système de télévision à haute définition

Rapport 801-3, Partie 7

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARRAGON, J.P. et autres 1988 Instrumentation of a compatible HD-MAC coding system using DATV. IEE Conference Publication N° 293.

HOPKINS, R., et DAVIES, K.P. [1989] - Development of HDTV Emission Systems in North America. IEEE Transactions on Broadcasting, Septembre 1989.

HURAUULT, J.P., ARRAGON, J.P. Development of advanced HDMAC coding algorithms, Philips France. IEE Conference Publication N° 293.

NINOMIYA, Y. et autres, [juillet 1987b] - Concept of the MUSE system and its protocol. NHK Lab. Note N° 348.

PELE, D.; CHOQUET, B. Estimation of apparent motion fields in HDMAC. CCETT France. IEE Conference Publication N° 293.

SANDBANK, C.P. et STONE, M.A. [1987] The role of DATV in future television emission and reception, 3rd International Colloquium on Advanced Television Systems, Ottawa, Canada 1987.

STOREY, R. [1986] HDTV motion adaptive bandwidth reduction using DATV, BBC, Royaume-Uni. IEE Conference Publication N° 268.

VREESWIJK, F.W.P. et autres. HDMAC coding of high definition television signals. Philips, Pays-Bas, France et Royaume-Uni. IEE Conference Publication N° 293.

Documents du CCIR

[1986-1990]:

- a. GTI 11/6 - 1029 (UER)
- b. GTI 11/6 - 1025 (Japon)
- c. GTI 11/6 - 1019 (Canada)
- d. GTI 11/6 - 1040 (UER)
- e. GTI 11/6 - 2013 (Pays-Bas)
- f. GTI 11/6 - 2062 (France)
- g. GTI 11/6 - 2086 (France, Pays-Bas, Royaume-Uni)
- h. GTI 11/6 - 2096 (France)
- i. GTI 11/6 - 1063 (Royaume-Uni)
- j. 11/356 (Espagne)
- k. 11/346 (UER)
- l. GTI 11/6 - 2098 (France)
- m. GTI 11/6 - 2097
- n. GTI 11/6 - 2019(Rév.1) (USA)
- o. GTI 11/6 - 2016(Rév.1) (USA)
- p. GTI 11/6 - 2021 (USA)
- q. GTI 11/6 - 2085 (USA)
- r. 11/15 (France)
- s. GTI 11/5-88/9 (Président du GTI 11/5)
- t. 11/344 (URSS)

Rapport 801-3, Partie 8

PARTIE 8 - RADIODIFFUSION DE DONNEES DANS UN ENVIRONNEMENT DE TVHD

Au cours de ses études sur la radiodiffusion de données en TVHD, le GTIM 10-11/5 a reconnu que les améliorations de l'image vidéo devraient être harmonisées par des améliorations correspondantes apportées aux composantes son/données [CCIR, 1986-90a]. Cela permettrait l'évolution des services actuels de télétexte pour pouvoir utiliser des caractéristiques de présentation plus complexes (JDCR géométrie, photographie), de nouveaux formats d'affichage (par exemple, 80 caractères par ligne, format d'image large) avec son d'accompagnement, données destinées à être traitées et nouvelles applications.

Le Document [CCIR, 1986-90b] souligne la nécessité d'examiner les besoins de capacité des services de radiodiffusion son associé au programme/données, parallèlement à la mise au point du format d'émission de TVHD et d'adopter une structure de multiplexage numérique permettant une réattribution souple de la capacité des services son et données [Chouinard, 1987]. Ce document indique également qu'il y a lieu d'examiner les caractéristiques de l'accès conditionnel pour l'image, le son et les données.

La nécessité d'assigner une capacité de transmission appropriée aux services de données et d'adopter un multiplexage numérique souple, tout en garantissant l'accès conditionnel, est aussi signalée aux points 1.2.3 et 1.2.4 de la Partie 7.

La question d'un système de multiplexage numérique souple assurant différents services de données exigerait l'étude des caractéristiques d'un récepteur intelligent permettant l'interconnexion avec un ordinateur personnel, comme cela est indiqué dans les Documents [CCIR, 1986-90a, b], afin d'exploiter au mieux les ressources du service.

Le Document [CCIR, 1986-90c] propose une méthode d'insertion de services de radiodiffusion de données dans le système HDMAC, dont les caractéristiques de base figurent dans le Document [CCIR, 1986-90d]. L'opinion exprimée dans ce document est que l'utilisation de l'intervalle de suppression de trame des signaux HDMAC pour les données de TVAN ne laisse que deux lignes par trame pour les services de radiodiffusion de données. Cette capacité restreinte devrait être assignée au sous-titrage en plusieurs langues, alors que le télétexte devrait être acheminé par le multiplex numérique son/données par paquets, aussi bien dans les versions D que D2. Afin d'assurer la continuité intégrale du service lors du passage du système MAC/paquet D/D2 [CCIR, 1988] au système HDMAC, les services de télétexte devraient être assurés dans le multiplex son données/numérique dès le début de la transmission MAC/paquet. Il faudrait donc mettre au point les décodeurs de télétexte qui puissent recevoir des données provenant de l'intervalle de suppression de trame comme du multiplex numérique par paquets."

Un autre Document [CCIR, 1986-90e] attire l'attention sur certaines conditions nécessaires à la radiodiffusion de données dans le contexte de la HDMAC. Il souligne notamment la nécessité de ménager la plus grande souplesse possible dans la gestion de la capacité globale (c'est-à-dire en partageant cette capacité), d'assurer la coexistence des divers services de transmission de données dans chaque sous-trame (même en utilisant différents débits binaires, par exemple 10,125 Mbit/s et 20,25 Mbit/s) et une exploitation appropriée des récepteurs de TVHD en accordant la priorité absolue aux données de TVAN.

Rapport 801-3, Partie 8

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHOUINARD, G. "Broadcasting of TVHD: Beyond the vision signal, HDTV 1987 Colloquium, Ottawa, Canada, octobre 1987.

Publication spéciale du CCIR, 1988. Systèmes de transmission pour le service de radiodiffusion par satellite.

Documents du CCIR

- [1986-90]: a. 11/353 (GTIM 10-11/5)  
b. 11/349 (Canada)  
c. GTIM 10-11/5 - 42 (Italie)  
d. 11/288 (Belgique et autres)  
e. GTIM 10-11/5 - 64 (France)

Rapport 801-3, Partie 9

PARTIE 9 - TRANSMISSION DE TVHD POUR L'ECHANGE INTERNATIONAL DE PROGRAMMES\*

1. Introduction

Le présent chapitre traite de la transmission de TVHD. Une partie porte sur la transmission de TVHD par satellite et l'autre sur la transmission de TVHD de Terre. La suite des travaux dans ce domaine devra être coordonnée avec la CMTT.

2. Transmissions de TVHD par satellite

Les transmissions de TVHD à grande distance, telles que celles que permet le recours aux satellites, sont essentielles pour l'échange et la distribution des programmes sur le plan international. Ces possibilités ont déjà été démontrées et elles continuent à être étudiées.

2.1 Transmission en MF

Lors du Colloque international de 1987 sur la TVHD qui s'est tenu à Ottawa (Canada), les documents et les ateliers ont été illustrés par des séries complètes de démonstrations, notamment la radiodiffusion d'émission en direct et à partir de bandes magnétiques utilisant la technique MUSE-E par satellite, par télévision sur antenne communautaire, par câble, par fibres optiques et disques optiques. Ces démonstrations portaient également sur la transmission entre studios de signaux de TVHD à l'aide de la technique MUSE-T nouvellement mise au point associée à un répéteur de 54 MHz sur le satellite canadien ANIK-C. Après le Colloque, les équipements MUSE-E et le répéteur de 27 MHz du satellite ANIK-C ont été utilisés pendant deux semaines pour diffuser des programmes de TVHD nationale et à l'intention du public aux fins de démonstration et d'étude. Trois villes du Canada et quatre des Etats-Unis ont été retenues à cet effet, et la TVHD ainsi a pu être présentée à quelque 100 000 personnes. [CCIR, 1986-90a].

Le système HD-MAC a fait l'objet d'une démonstration durant l'IBC en 1988.

Les signaux provenant de magnétoscopes et de caméras de TVHD étaient réduits en largeur de bande et transmis par un canal de satellite ou une liaison en ondes millimétriques sous forme de HD-MAC. Les signaux étaient décodés et affichés sous forme d'images de TVHD.

En outre, les signaux HD-MAC étaient affichés sur des récepteurs D2-MAC montrant l'image compatible. Le magnétoscope à cassettes et les vidéodisques compacts HD-MAC ont fait l'objet d'une démonstration durant la présentation.

La mise en oeuvre du système HD-MAC dans des systèmes par câble est à l'étude.

Les circuits de transmission de TVHD à grande distance sont indispensables à un système de radiodiffusion opérationnel pour l'échange et la distribution de programmes.

---

\* L'échange international de programmes sur bandes vidéo est traité dans le projet de Recommandation XD/11 et dans le Rapport XH/11.



## Rapport 801-3, Partie 9

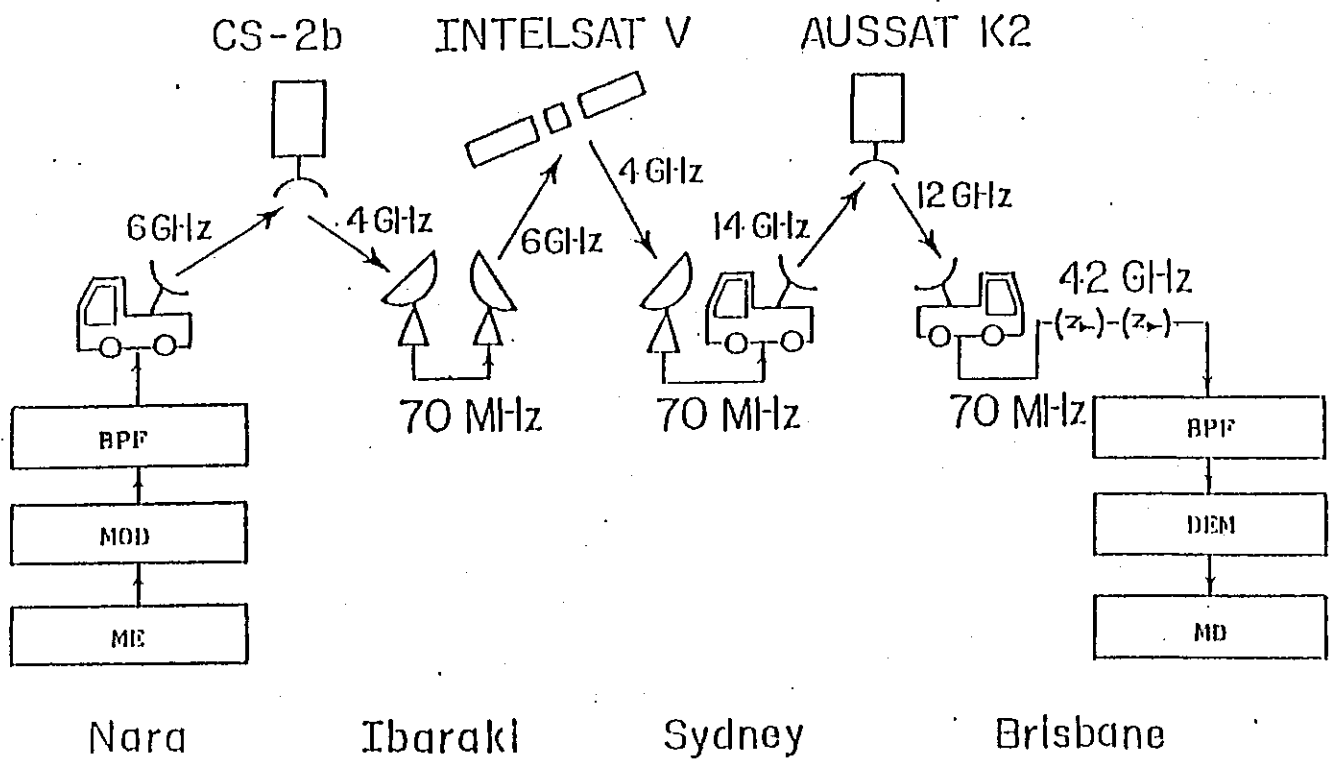
Outre des expériences d'émission sur des satellites de radiodiffusion, des expériences de transmission sur des satellites de télécommunication et d'autres supports ont été effectuées au Japon depuis 1987. Sur la base des résultats obtenus grâce à ces expériences, des transmissions internationales du Japon à l'Australie, avec trois liaisons par satellite, et de la Corée au Japon, avec deux liaisons par satellite, ont été effectuées en 1988. Bien que la largeur de bande RF des répéteurs de satellite ait été différente, des signaux MUSE à modulation de fréquence avec une largeur de bande de 27 MHz ont été transmis de bout en bout avec des interfaces aux FI entre les différents secteurs de cette transmission multimédia et multibond, pour éliminer la dégradation causée par le processus de modulation et de démodulation.

Des précautions spéciales concernant la distorsion des signaux ont été prises pour corriger les caractéristiques FI et les caractéristiques dans la bande de base. La distorsion de temps de propagation de groupe et d'amplitude FI cumulée a été égalisée à l'extrémité de réception et l'égalisation dans la bande de base a été effectuée avec un égaliseur dans le codeur MUSE. Les coefficients de prise intermédiaire calculés à partir du signal d'impulsion d'essai dans l'intervalle de suppression de trame verticale, mesurés à la réception, ont été renvoyés par le circuit téléphonique. Outre cette égalisation, une égalisation finale a été effectuée à l'aide d'un égaliseur automatique dans le décodeur.

En juillet 1988, une transmission expérimentale multibond a été effectuée entre le Japon et l'Australie à l'aide d'abord du CS-2b (6/4 GHz) au Japon puis d'INTELSAT-V (F-1, 6/4 GHz) vers l'Australie, suivie par un dernier bond par satellite par AUSSAT K2 (14/12 GHz), et enfin par deux liaisons de radiocommunications de Terre dans la bande des 42 GHz. (Voir la Figure 1). Le rapport C/N mesuré pour la section totale de modulation/démodulation était de 17,6 dB, ce qui était presque identique à la valeur calculée de 17,3 dB. Les caractéristiques globales aux FI mesurées après égalisation étaient une variation d'amplitude de 0,5 dB crête à crête et un temps de propagation de groupe de 10 ns crête à crête. Aucune dégradation n'a été mesurée sur le signal audio codé MICD dans l'intervalle de suppression de trame verticale parce que le rapport C/N global était élevé (17,6 dB). Les caractéristiques satisfaisantes de transmission des signaux ont été obtenues grâce à l'égalisation des FI et de la bande de base.

Les principaux programmes des Jeux Olympiques de Séoul organisés en septembre 1988 ont été transmis en TVHD de Corée (République de) au Japon. Les programmes étaient codés en MUSE et modulés en fréquence au Centre international de radiodiffusion, puis transmis par câble coaxial à la station terrienne à l'aide d'INTELSAT-V (F-1, 14/11 GHz) au Centre de radiodiffusion de NHK (Yoyogi Tokyo, Japon) ou à la station terrienne Yamaguchi de KDD pour la diversité de site. Les signaux FI reçus étaient injectés dans l'émetteur de la liaison de connexion au BS-2 puis distribués en 81 points de réception au Japon (voir la Figure 2). D'autres signaux de TVHD provenant d'un magnétoscope au Centre de radiodiffusion étaient codés en MUSE, modulés et injectés à la station terrienne NTT avant d'être transmis, par l'intermédiaire du CS-3 (30/20 GHz), à sept stations terriennes NTT puis par liaison hertzienne portable (11 GHz) aux sites de démonstration de la TVHD.

Rapport 801-3, Partie 9

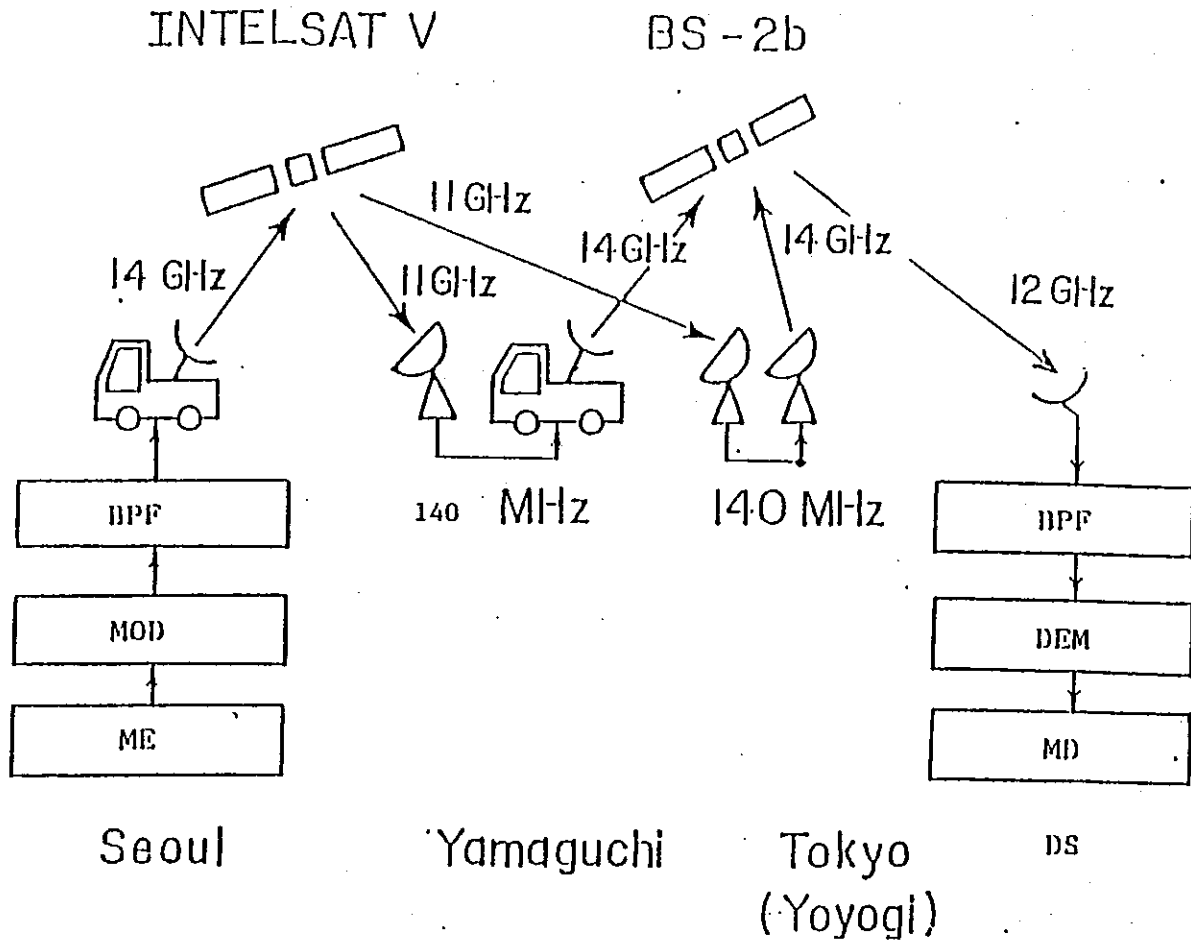


ME: Codeur MUSE  
MODE: Modulateur MF  
BPF: Filtre passe-bande 27 MHz  
DEM: Démodulateur MF  
MD: Décodeur MUSE

FIGURE 1

Configuration du système pour la transmission du Japon à l'Australie

Rapport 801-3, Partie 9



- ME: Codeur MUSE
- MOD: Modulateur MF
- BPF: Filtre passe-bande 27 MHz
- DEM: Démodulateur MF
- MD: Décodeur MUSE
- DS: Sites de démonstration

FIGURE 2

Configuration du système pour la transmission de Corée au Japon

Rapport 801-3, Partie 9

Le rapport C/N global, mesuré après deux transmissions en tandem entre la Corée et le Japon au récepteur de radiodiffusion du satellite avec une antenne de 75 cm de diamètre, était de 17,9 dB (contre une valeur calculée de 18,3 dB). Les caractéristiques globales FI après égalisation étaient une variation d'amplitude de 0,5 dB crête à crête et un temps de propagation de groupe de 5 ns crête à crête. Des caractéristiques de transmission des signaux satisfaisantes ont également été obtenues après égalisation.

Ces expériences ont confirmé l'applicabilité de la transmission à grande distance et sur supports mixtes de signaux de TVHD vers des connexions nationales et internationales.

## 2.2 Transmission numérique

Dans le Document [CCIR, 1986-90b], le GTI 11/7 rend compte d'études qui donnent à penser que les techniques de réduction du débit binaire (MICD, DCT) actuellement utilisées pour la télévision traditionnelle peuvent tout à fait convenir à la TVHD, et un système à 140 Mbit/s a été mis au point sur la base d'une source 1125/60/2:1. On a mis au point également un codec 140 Mbit/s pour signaux HDMAC. Le document présente les différentes spécifications pour réseaux de contribution et de distribution.

Par ailleurs, le Document [CCIR, 1986-90c] indique que les études du GTI 11/7 ont mis en lumière plusieurs techniques de réduction du débit binaire qui permettront de transmettre la TVHD numérique avec un débit de l'ordre de 140 Mbit/s. Les travaux à caractère pratique effectués actuellement avec des codecs destinés au niveau 4:2:2 de la Recommandation 601 devraient fournir d'autres renseignements intéressants. On peut s'attendre que les décisions définitives quand aux méthodes standard dépendront des paramètres choisis pour les studios et pour l'échange international de programmes de TVHD.

Le Document [CCIR, 1986-90d] expose les principes du codage pour la réduction de la largeur de bande en HDMAC. Grâce à cette opération, le système HDMAC se trouve optimisé, ce qui permettra d'introduire les services de TVHD dans les canaux spécifiés par la CAMR-RS-77. On a recours à la TVAN et au codage multibranche. Le système a été choisi sur la base de résultats fournis par des évaluations subjectives.

Le Document [CCIR, 1986-90e] décrit différents systèmes de transmission MUSE numérique avec codage MIC ou MICD et avec des débits binaires de 135 Mbit/s et 100 Mbit/s respectivement.

La transmission numérique du signal MUSE sur des liaisons de distribution est avantageuse lorsque le système MUSE est le système de destination, contrairement aux liaisons de contribution qui peuvent être optimisées d'une autre manière.

On a mis au point un codec de réduction du débit binaire pour la TVHD. Il peut transmettre des signaux de TVHD à 1125 lignes/60 Hz à 97,728 Mbit/s, ce qui correspond au quatrième débit de la hiérarchie des débits numériques du Japon. Ce codec est également utilisable pour le codage du débit de la voie H4 (environ 135 Mbit/s) dans le RNIS à large bande. Ce codec emploie un préfiltrage adaptatif pour la réduction de bruit, un codage par extrapolation et interpolation avec prédiction adaptative intratrame/intertrame et un codage à longueur de mot variable [Yashima et Sawada, 1987; Sawada et Yashima, 1988; Yashima and Sawada, 1989; CCIR, 1986-90f].

## Rapport 801-3, Partie 9

On a démontré que la transmission de la TVHD à 97,728 Mbit/s en utilisant un prototype du codec de réduction du débit binaire dont on a parlé et des lignes de transmission à fibres optiques existantes était possible. Les signaux de TVHD de la base de bande étaient des signaux composants de  $Y$ ,  $P_R$  et  $P_B$  ayant des largeurs de bande de 20 MHz, 7 MHz et 7 MHz respectivement [Yashima et Sawada, 1989; CCIR, 1986-90f].

Le Document [CCIR, 1986-90g] décrit un système de codage de TVHD à 120/140 Mbit/s réalisé concrètement pour des applications pratiques. Ce système est conçu pour l'émission de signaux de TVHD par l'intermédiaire des répéteurs à 72 MHz de largeur de bande du satellite INTELSAT ou de la hiérarchie HD d'un câble à fibres optiques. Les principales techniques de réduction du débit binaire employées sont les suivantes:

- suppression des intervalles de suppression de trame et traitement une ligne sur deux pour les composantes à deux couleurs;
- demi-échantillonnage sous-Nyquist avec structure à décalage de ligne; et
- MICD intratrame avec filtre de mise en forme de bruit adaptatif et quantificateur adaptatif.

Bien que le système MUSE ait été mis au point pour une transmission analogique, la plupart des traitements des signaux du système sont effectués sous forme numérique et s'adaptent facilement à la transmission numérique. Dans le système MUSE, une technique de sous-échantillonnage dans le domaine temporel est déjà utilisée, mais la compression de l'information d'amplitude n'est pas encore réalisée et peut être applicable à des traitements ultérieurs dans la transmission numérique.

### 2.3 Considérations relatives aux interfaces de transmission

Dans bien des cas, des liaisons de plusieurs supports différents seront utilisées dans la chaîne allant de la source du programme au téléspectateur. Par exemple, un réseau de télévision national peut recevoir un programme sur des réseaux coaxiaux ou à fibres optiques ou au moyen de systèmes du service fixe ou du service fixe par satellite, puis les distribuer à leurs stations de télévision affiliées par le même câble ou même un câble différent, le même ou un autre service fixe ou service fixe par satellite, qui diffuse ensuite le programme par des moyens terrestres.

Même des systèmes de radiodiffusion par satellite peuvent recevoir leurs programmes de la multiplicité de sources précitées et, dans le cas du mode de réception communautaire, les distribuer au-delà de la station terrienne du SRS de différentes manières.

Ces connexions donnent lieu à des situations d'interface, c'est-à-dire qu'il y a des endroits où des formats peuvent devoir être connectés. Pour permettre la conversion, il faut connaître les caractéristiques des formats. Pour que ces conversions soient faciles à faire, et avec un minimum de dégradation de la qualité d'image, il faut mettre au point les formats dans le cadre d'un ensemble unifié de formats.

On peut citer l'exemple précis d'interfaces qui feront intervenir des émissions par satellite. En 1990, on prévoit d'inaugurer la TVHD à l'aide du satellite BS-3 du Japon.

## Rapport 801-3, Partie 9

Durant ces opérations, il peut être nécessaire de fournir une liaison studio-émetteur en faisant intervenir des liaisons de transmission d'une station locale diffusant un programme à la station terrienne BS-3. Ces liaisons pourraient utiliser le système MUSE, le format de TVHD pour les émissions BS-3 mais elles pourraient également utiliser d'autres formats.

Deux formats MIC et un format MICD ont été envisagés pour la transmission MUSE.

Une méthode MIC code des signaux vidéo, son et de commande dans le format MUSE. Avec 8 bits/échantillon pour les signaux de luminance et de différence de couleur, il faut un débit binaire net d'environ 117 Mbit/s. Un deuxième format MIC, plus simple mais moins efficace, est également fondé sur 8 bits/échantillon et exige un débit binaire net avoisinant 130 Mbit/s. Un format MICD fondé sur 6 bits/échantillon exigerait qu'environ 88 Mbit/s.

Tous ces formats pourraient être acceptés au niveau H4 du RNIS (132 Mbit/s minimum) avec des quantités variables laissées pour la correction des erreurs.

Un codec de réduction du débit binaire pour les signaux HDMAC, adapté au niveau de transmission H4 de 140 Mbit/s, a été mis au point [CCIR, 1986-90h].

En résumé, si l'on veut continuer et développer un système national, régional et international de fourniture de programmes de télévision par divers supports, il faut définir des interfaces entre les supports. Il faut également définir un ensemble hiérarchique de formats d'émission et de transmission qui puisse tirer au mieux parti des différentes caractéristiques de chaque support et permette également de passer d'un format à l'autre avec une dégradation minimale et un coût raisonnable.

### 2.4 Reportage d'actualités par satellite

La technique de reportage d'actualités par satellite est un moyen d'échanger des programmes à l'échelon international et un nombre de plus en plus grand de transmissions de télévision sont assurées selon cette technique, en particulier à l'occasion de manifestations internationales telles que les Jeux Olympiques. Le CCIR entreprend des études dans ce domaine au sein du GTIM CMTT-4-10-11/1.

Les travaux de ce GTIM ont été axés sur l'élaboration d'un Rapport et d'une Recommandation. Le Rapport a été préparé compte tenu des caractéristiques des systèmes de télévision actuellement en service. Ceux-ci utilisent les possibilités des satellites de communication existants dans les bandes 4/6 et 11/12/14 GHz, qui sont placés sur l'orbite des satellites géostationnaires et dont les caractéristiques sont bien connues. Ces caractéristiques ont en effet servi de base à la préparation d'un rapport contenant les prescriptions techniques d'exploitation relatives au reportage d'actualités par satellite. Il s'agit généralement d'employer des liaisons montantes portables et rapidement déployables pour des manifestations dont la durée peut aller de quelques heures à plusieurs jours.

Le reportage d'actualités par satellite utilise les fréquences attribuées au service fixe par satellite. Si l'on examine le contenu du projet de rapport du GTIM 10-11/3 à la réunion extraordinaire, tel qu'il pourrait s'appliquer au reportage d'actualités par satellite, il apparaît nécessaire de revoir les sujets suivants et d'envisager leur modification ultérieure si le reportage d'actualités par satellite doit utiliser la TVHD et au moment où cela se fera.

## Rapport 801-3, Partie 9

### 2.4.1 Bilan de liaison

La TVHD exige une plus grande densité d'énergie. Il faudrait donc une p.i.r.e. plus élevée sur la liaison montante, un rapport porteuse/bruit plus élevé et donc une puissance plus importante et un gain d'antenne plus grand produits par les satellites et les stations terriennes.

### 2.4.2 Spectre

Selon le type de format de transmission retenu pour la TVHD et la qualité, il peut être nécessaire d'augmenter la largeur de bande requise pour une transmission de reportage d'actualités par satellite avec TVHD, par rapport à la largeur actuellement nécessaire.

### 2.4.3 Espacement sur l'orbite

Compte tenu de l'accroissement de la densité de puissance, il ne sera peut-être pas possible de transmettre des signaux de TVHD sur des satellites peu espacés sur l'orbite des satellites géostationnaires.

### 2.4.4 Densité de p.i.r.e. hors axe

Il ne sera peut-être pas possible de maintenir les limites d'émission suggérées pour les transmissions actuelles de reportage d'actualités par satellite sur les liaisons montantes.

## 2.5 Conclusions

Un ou plusieurs formats de transmission/émission étroitement liés, optimisés pour utilisation dans divers supports de fourniture de programme, peuvent également être obtenus à partir de la norme de studio.

Si l'on veut minimiser la dégradation des signaux et les coûts de conversion, il faudrait que la définition de cette norme de studio précède la définition d'éventuelles normes subsidiaires.

La poursuite et le développement d'un système national, régional et international de fourniture de programmes de télévision au moyen de différents supports exigent la définition d'interfaces entre les supports. Pour ce faire, il faut également avoir un ensemble hiérarchique de formats d'émission et de transmission qui permette de tirer au mieux parti des différentes caractéristiques de chaque support et qui permette aussi de passer d'un format à l'autre avec un minimum de dégradations et à un coût raisonnable.

Il faudrait également pouvoir passer aisément d'un format à l'autre pour réduire le coût et la complexité des récepteurs grand public destinés à recevoir des programmes des différents supports.

## 3. Systèmes de transmission terrestres pour la TVHD

### 3.1 Introduction

Les études concernant les systèmes de transmission terrestres pour la TVHD progressent rapidement: en témoignant les expériences réalisées et les divers formats mis au point.

## Rapport 801-3, Partie 9

### 3.2 Formats expérimentaux pour l'émission de signaux du TVHD

Le signal HLO-PAL (Half-Line Offset PAL à décalage d'une demi-fréquence ligne) est un signal composite multiplexé par répartition en fréquence dans lequel la sous-porteuse de différence de couleur correspondant au signal de différence de couleur à bande étroite ( $C_n$ ) est adjacente au signal de luminance ( $Y$ ), tandis qu'un autre signal correspondant au signal de différence de couleur à large bande ( $C_w$ ) est situé aux environs de la même sous-porteuse, sa bande latérale inférieure étant partiellement entrelacée avec le signal de luminance, avec un décalage de la moitié de la fréquence de ligne. Ce signal a été fréquemment utilisé pour les essais de distribution et de transmission des signaux TVHD [CCIR, 1982-86a].

Le signal TCM (Time Compression Multiplexing, multiplex par compression temporelle) est un signal multiplexé par compression temporelle dans lequel les signaux de différence de couleur sont comprimés et où le signal de luminance et l'un des signaux de différence de couleur sont multiplexés. Les signaux de différence de couleur sont donc transmis séquentiellement en ligne. La largeur de bande du signal TCM proposée pour un système à 1125 lignes est 20 MHz [Tsuboi et autres, 1985].

Dans un autre signal multiplexé par répartition dans le temps et appelé TCI (Time Compressed Integration, intégration par compression temporelle), il existe plusieurs versions selon la disposition simultanée ou séquentielle des signaux de différence de couleur et les différents rapports de compression [Fujio et Kubota, 1982].

Un système de conversion de balayage pour la TVHD utilisant des techniques adaptatives en fonction du mouvement, appelé FCFE (Frame Conversion Fineness Enhance, amélioration de la finesse par conversion d'image) a été également mis au point. Il convertit le balayage entrelacé 2:1 en balayage séquentiel dans le récepteur. On estime que ce dispositif est utile pour réduire la largeur de bande nécessaire à la transmission TVHD [CCIR, 1982-86a, b et c].

Un système de réduction de la largeur de bande appelé système MUSE (Multiple Sub-sampling Encoding, codage par sous-échantillonnage multiple) a été mis au point pour transmettre des signaux TVHD par satellite en utilisant un seul canal dans la bande des 12 GHz. La largeur de bande du signal en bande de base est 8,1 MHz. Ce système utilise un sous-échantillonnage à entrelacement de points 4:1 qui fait usage de décalages inter-frames et inter-images. On trouve une description plus générale de ce système dans le Rapport 1075.

On a signalé que des préaccentuations et désaccentuations non linéaires ont été utilisées très efficacement dans la transmission MF de signaux TVHD [Fujio et Kubota, 1982].

La transmission numérique a été étudiée [Phillips et Harvey, 1978; CCIR, 1978-82]; elle pourrait concurrencer à l'avenir la transmission analogique à modulation de fréquence, en ce qui concerne aussi bien la largeur de bande nécessaire que la puissance nécessaire à l'émetteur.

### 3.3 Méthodes de réduction du débit binaire pour la TVHD

#### 3.3.1 Introduction

Conformément à la Décision 60-2, le GTI 11/7 étudie les aspects de la transmission numérique des signaux de télévision à haute définition, pour laquelle la réduction du débit binaire est une opération essentielle. Ces travaux pourraient se fonder sur les résultats des études consacrées aux méthodes à utiliser pour le niveau 4:2:2 de la Recommandation 601 (voir le Rapport 1089 (MOD I)) et sur les travaux connexes en cours actuellement, relatifs aux algorithmes normalisés et aux spécifications des codecs pour la transmission à 34, 45 et 140 Mbit/s.

Les études portent sur les réseaux de contribution et les réseaux de distribution; elles tiennent compte des dispositions de la Décision 18-6. Il n'est pas toujours facile de faire la distinction entre ces applications. En gros, les applications de contribution sont celles du trafic entre studios, pour lequel on a besoin de signaux d'une fidélité telle qu'ils puissent supporter le post-traitement dans les studios et le passage par plusieurs opérations de codage/décodage numérique. Dans la distribution entre radiodiffuseurs, les



Rapport 801-3, Partie 9

signaux vidéo à composantes provenant d'une source centrale sont codés pour la transmission. Dans la distribution aux téléspectateurs, le codage est appliqué à des signaux qui ont déjà été codés pour prendre des formats analogiques ou numériques; cette opération constitue le processus final de l'acheminement jusqu'aux récepteurs domestiques. Dans de nombreux cas, le choix de la distribution aux téléspectateurs sera influencé par des considérations économiques (décodeur de prix modique chez le téléspectateur).

A l'heure actuelle, certaines des techniques de transmission utilisées pour distribuer les programmes aux radiodiffuseurs sont encore à l'étude. Ces études ont pour but d'assurer une qualité suffisante.

### 3.3.2 Distribution entre les radiodiffuseurs

3.3.2.1 Le Document [CCIR, 1986-90g] donne les grandes lignes d'un système de codage 120/140 Mbit/s pour la TVHD qui a déjà été mis en oeuvre au moyen d'un matériel compact dans des applications pratiques. Pour de plus amples informations, se reporter à la section 2.2 "Transmission numérique" de la présente Partie.

Le Document [CCIR, 1986-90i] donne quelques résultats préliminaires obtenus avec l'algorithme DCT. Ces résultats concernent des signaux de TVHD dont les paramètres ont les valeurs proposées dans le Document [CCIR, 1986-90j], avec balayage progressif et débit binaire de 2 304 Mbit/s. Ce document fait état des nombreux travaux effectués pendant la présente période d'études pour spécifier un codec de contribution 34/35 Mbit/s à l'intention de signaux numériques classiques conformes aux dispositions de la Recommandation 601. Il y est indiqué que les résultats obtenus sont prometteurs et qu'ils ont incité plusieurs organisations à appliquer ces techniques de réduction du débit binaire aux signaux de TVHD, le but étant de mettre au point des codecs de contribution de 140 Mbit/s. Les auteurs soulignent qu'il ne faudrait peut être pas extrapoler purement et simplement ces résultats, pour les raisons suivantes: a) il est nécessaire d'appliquer un taux de compression plus élevé; b) le balayage progressif donne un contenu d'information plus riche; et c) le débit binaire étant élevé, il faut appliquer des restrictions spécifiques aux algorithmes pour pouvoir les mettre en oeuvre dans des matériels compacts.

Les études complémentaires requises pour adapter les codecs classiques à la TVHD sont en cours actuellement dans le cadre de plusieurs projets européens exécutés en coopération. On a entrepris des simulations avec l'algorithme de codage DCT proposé par un Groupe d'experts DCT. Les travaux doivent être poursuivis, mais il est indiqué que l'extension de l'algorithme a donné des résultats prometteurs pour les formats TVHD avec balayage entrelacé et avec balayage progressif. La conclusion du document est la suivante: le débit de 140 Mbit/s peut être envisagé pour un canal de transmission de la TVHD dans les deux formats; il permet de conserver tous les avantages du balayage progressif dans la transmission.

Le Document [CCIR, 1986-90k] résume les caractéristiques des systèmes de décodage du son du type MICD-NI, qui pourraient être utilisés également dans les équipements de studio. Il est indiqué qu'un système MICD-NI à 48 kHz du type 16 à 11 bits et un système MICD-NI à 32 kHz du type 15 à 8 sont capables de reproduire à peu près la même qualité que le système MIC linéaire à 48 kHz et 16 bits et le système MIC-NI à 32 kHz du type 14 à 10 utilisés au Japon pour la radiodiffusion par satellite.

Rapport 801-3, Partie 9

3.3.3. Distribution aux téléspectateurs

Un codec fonctionnant avec réduction du débit binaire pour signaux MAC-HD a été mis au point dans le cadre du projet européen EUREKA-95; on en trouve la description dans le Document [CCIR, 1986-90h]. On utilise une combinaison de MIC à 8 bits et de MICD à 15 bits, avec quantificateur symétrique, pour réduire le débit binaire d'un multiplex MAC-HD et ramener ce débit au niveau de transmission H4 (environ 140 Mbit/s). La méthode est facile à mettre en oeuvre, elle résiste bien aux erreurs transmission et elle permet de transmettre des signaux MAC-HD embrouillés. Un codec de ce type a fait l'objet d'une démonstration à IBC 1988 (Brighton, Royaume-Uni), pour la transmission de signaux MAC-HD sur une fibre optique de 2 km.

Le Document [CCIR, 1986-90i] donne un aperçu général de la transmission du signal MUSE (pour des renseignements détaillés sur le signal MUSE, voir le Rapport 1075 (MOD I), Annexe II). On considère que le système de transmission numérique décrit présente des avantages, surtout si l'équipement de destination à besoin uniquement d'un signal codé en MUSE. Il est dit dans ce document que la transmission numérique du signal MUSE est possible avec un débit binaire d'environ 135 Mbit/s dans un système MUSE-MICD. Des travaux sont en cours pour perfectionner encore cette technique et pour sa mise en oeuvre.

Le Document [CCIR, 1986-90m] décrit plusieurs effets subjectifs différents des erreurs binaires en fonction de trois systèmes de codage différents pour la transmission d'images fixes de TVHD. Pour des signaux en composantes MIC linéaire, pour un signal MIC sous-échantillonné et pour un signal MICD sous-échantillonné, les valeurs relatives des taux d'erreur binaires pour lesquels les dégradations subjectives sont jugées identiques ont été trouvées égales à 1, 1/6 et 1/10 respectivement (limite tout juste perceptible de la dégradation).

3.4 Transmission sur de courtes distances

3.4.1 Acheminement des signaux de TVHD sur des liaisons par câble et par fibres optiques

Lors de la Foire internationale de la radiodiffusion 1987 qui s'est tenue à Berlin, une démonstration a été faite de la transmission de signaux de TVHD 1125/60/2:1 sur une liaison à fibres optiques fonctionnant à 1 152 Gbit/s. Le débit binaire total du signal vidéo était de 864 Mbit/s (fréquence d'échantillonnage de 54 MHz pour le signal de luminance, de 27 MHz pour chacun des signaux de différence de couleurs). La capacité restante du canal était partiellement utilisée pour l'acheminement du son stéréophonique et la protection contre les erreurs [Document CCIR, 1986-90a].

Le Document [CCIR, 1986-90n], décrit un système de transmission de signaux numériques de TVHD sur fibre optique monomode. Ce système permet d'acheminer, en série, un flux de données numériques à un débit de 144 Mbit/s provenant soit d'une source de couleur de TVHD 1250/50/2 (norme HDI), soit d'une source de couleur de TVHD 1250/50/1:1 préfiltrée en diagonale (norme HDQ). Le débit des données de ligne série est de 1,296 Gbit/s. Les auteurs du document soutiennent que, dans un proche avenir, on pourra développer ce système de manière à pouvoir acheminer deux flux de données numériques à un débit de 144 Mbit/s, et, partant, acheminer l'image de TVHD provenant d'une source de TVHD à 1250/50/1:1 (HDP). On obtiendrait ainsi un débit de données série de 2,592 Gbit/s.

## Rapport 801-3, Partie 9

Pour acheminer les signaux de TVHD entre le stade principal de Séoul et le Centre international de radiodiffusion, on utilise une transmission par fibres optiques. La longueur du câble est de 34 km. Les signaux en bande de base utilisés pour cette section étaient des signaux vidéo à composantes du signal de luminance (Y) et des signaux de différence de couleur (Pb et Pr).

Les signaux vidéo à composantes modulés en fréquence et les signaux audio MIC de TVHD ont été multiplexés par répartition en fréquence, avant de moduler une diode laser. Un répéteur optique était installé au milieu du trajet. Les rapports signal/bruit non pondérés obtenus avec les signaux vidéo étaient meilleurs que 55 dB.

Pendant les Jeux Olympiques de Séoul (1988), des signaux MUSE ont été émis du Centre de radiodiffusion et acheminés par fibres optiques jusqu'à certains sites de démonstration du centre de Tokyo. Ces signaux étaient transmis en mode SWFM-IM (modulation de fréquence à ondes carrées et modulation d'intensité).

### 3.4.2 Distribution de TVCA

Les réseaux de TVCA constituent également un support important de distribution de programmes de TVHD au grand public. A cet effet, plusieurs méthodes ont été proposées, et certains résultats expérimentaux ont été indiqués.

Le choix d'un système de transmission de TVHD pour le réseau de TVCA dépend de différents critères comme la largeur de bande RF requise, la bande de garde nécessaire pour éviter des brouillages dans le canal adjacent, le rapport C/N requis avant démodulation, la complexité du récepteur d'abonné, etc. Compte tenu de ces critères, un système de transmission MF et un système MA-BLU ont été examinés et ont été expérimentés.

Des expériences de distribution de TVHD à grande échelle ont été faites par le CATV Hi-Vision Promoting Association du Japon, du 28 octobre au 3 novembre 1988. Le signal de TVHD était codé en MUSE, modulé en fréquence sur une porteuse de 400 MHz puis combiné avec les signaux de TVCA classiques injectés dans le réseau. Le signal MUSE modulé était également envoyé vers une autre tête de distribution par l'intermédiaire d'une liaison hertzienne à deux bords dans la bande des 23 GHz et le signal reçu était ensuite retransmis par une liaison à fibres optiques d'environ 21 km de longueur vers un autre circuit du réseau TVCA. Les signaux de TVHD, contrôlés à 8 points de contrôle principaux, étaient tous d'excellente qualité. Le rapport S/N non pondéré était supérieur à 50 dB au point le plus éloigné des installations de TVCA après une liaison hertzienne à deux bords, une liaison à fibres optiques et neuf amplificateurs de circuit.

La largeur de bande RF requise d'un système MA-BLU est de 12 MHz et aucune bande de garde n'est nécessaire. En revanche, il faut une valeur C/N plus élevée, ce qui augmente la charge sur les amplificateurs de circuit. Dans le cas de la distribution du signal MUSE reçu du satellite de radiodiffusion, un convertisseur de mode comportant le rétablissement après accentuation non linéaire peut être nécessaire. Ce système a été également démontré à la Convention annuelle de la NCTA (National Cable Television Association), aux Etats-Unis d'Amérique, avec des installations de TVCA existantes. Il a alors été confirmé qu'il n'existait aucun brouillage mutuel entre un signal MUSE et des signaux de télévision classiques.

Rapport 801-3, Partie 9

Les résultats précités indiquent que, dans la pratique, on peut utiliser l'une ou l'autre des deux méthodes en fonction de la situation.

Le Document [CCIR, 1986-90d] décrit des techniques de réduction de largeur de bande pour l'émission d'images de TVHD obtenues avec la norme 1250/50/1 proposée; ce document fait le point des études menées dans le cadre du projet EUREKA-95. Il indique que le système MAC-HD est optimisé pour permettre l'introduction des services de TVHD sur les canaux attribués par la CAMR RS-77, tout en garantissant la compatibilité avec le système MAC/paquet. L'analyse porte sur les méthodes employées pour la réduction de la largeur de bande, y compris pour le système de DATV (télévision assistée numériquement) et le codage multibranche. L'accent est mis sur quelques compromis de conception et il est fait référence aux évaluations subjectives qui ont conduit à l'adoption du système dans le projet EUREKA. Il est proposé que le Rapport AZ/11 soit modifié pour tenir compte des renseignements donnés dans le document.

Dans le Document [CCIR, 1986-90o] il est indiqué que la MA/BLR et la MF/BLR ont été proposées pour la distribution par câble HDMAC. La MA/BLR est appliquée au signal en bande de base multiplexée dans le temps. L'utilisation d'un espacement de 12 MHz entre canaux a été démontrée et est recommandée comme norme commune. Le filtrage de Nyquist BLR est situé dans la gamme de 500 kHz autour de la porteuse et, pour une réception compatible, doit être la même que pour une distribution MAC/paquets. Le facteur de coupure de Nyquist HD et le partage entre l'émetteur et le récepteur sont à l'étude. La MF/BLR a également été démontrée. Elle exige l'emploi d'un espacement de 16 MHz entre canaux. Les paramètres de modulation sont à l'étude.

Rapport 801-3, Partie 9

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FUJIO, T. et KUBOTA, K. [Juin 1982] Transmission primaries and signal forms. NHK Tech. Monograph. Vol. 32, 27-34.

PHILIPS, G.J. et HARVEY, R.V. [Août 1978] - High-definition television for satellite broadcasting. Revue technique de l'UER. Vol. 170, pp. 168-172.

SAWADA, K. et YASHIMA, Y. [Mars 1988] - High efficiency coding of HDTV signals at the Broadband ISDN H4 rate, 2nd International Workshop on Signal Processing of HDTV, L'Aquila, Italie.

TSUBOI, T., ASATANI, K. et MIKI, T. [Janvier 1985] Fiber-optic HDTV transmission technology. SMPTE J., Vol. 94, 1, 4-10.

YASHIMA, Y. et SAWADA, K. [Juin 1987] - A high efficiency coding method for HDTV signals, Proceedings of ICC'1987, 5.1.

YASHIMA, Y. et SAWADA, K. [Septembre 1989] - 100Mb/s coding and transmission of HDTV signals, 3rd International Workshop on HDTV, Turin, Italie (en cours de publication).

Documents du CCIR

[1978-82]: 11/76 (CMTT/58) (Japon)

[1982-86]: a. 11/20 (Japon); b. 11/21 (Japon)  
c. 11/32 (10-11S/9) (Japon)

[1986-90]: a. 11/164 (GTI 11/6)  
b. GTI 11/6 - 2012 (GTI 11/7)  
c. GTI 11/6 - 2090(Rév.1) (Président du GTI 11/7)  
d. GTI 11/6 - 2013 (Belgique et autres)  
e. GTI 11/6 - 2040 (Japon)  
f. 11/327 (Japon)  
g. GTI 11/7 - 193 (Japon)  
h. GTI 11/7 - 201 (Royaume-Uni)  
i. GTI 11/7 - 232 (Thomson-CSF)  
j. GTI 11/7 - 219 (Belgique et autres)  
k. GTI 11/7 - 197 (Japon)  
l. GTI 11/7 - 195 (Japon)  
m. GTI 11/7 - 196 (Japon)  
n. GTI 11/6 - 2055 (Thomson-CSF)  
o. GTI 11/6 - 2096 (France).

RAPPORT 801-3, Partie 10

PARTIE 10 - EQUIPEMENT DE TVHD GRAND PUBLIC

1. Introduction

La présente partie du rapport traite de l'équipement domestique pour la TVHD.

Dans le Document [CCIR, 1986-90a], il est nettement indiqué à la section 6.1 qu'il faut tenir compte simultanément des caractéristiques de tous les supports potentiels de distribution de TVHD à usage domestique afin de minimiser la complexité des récepteurs en faisant en sorte que les circuits soient le plus semblables possible, (processeur de l'image, processeur du son et circuits de commande par exemple), pour que le coût de l'équipement soit réduit à un minimum.

2. Ecran grand public

Un grand écran à haute définition est nécessaire pour tout système de réception de TVHD. C'est aussi un facteur clé pour déterminer le rythme auquel se généralisera la TVHD. Des écrans à vision directe de 51 à 104 cm, utilisant de gros tubes cathodiques, ont été mis au point avec un format d'image d'environ 16:9. Par exemple, les écrans cathodiques de 51 à 104 cm récemment mis au point ont une brillance (90 à 230 cd/m<sup>2</sup>) et une résolution suffisantes pour les postes à usage domestique.

On a également mis au point des vidéoprojecteurs à tubes cathodiques de plus de 100 cm de diagonale. Pour les rétrovidéoprojecteurs, on a pu obtenir une brillance et une résolution presque suffisantes avec des diagonales de 127-178 cm, la luminosité étant d'environ 400 cd/m<sup>2</sup>. On a même conçu des écrans encore plus grands, à l'intention des groupes importants de téléspectateurs.

Pour résoudre le problème du papillotement sur ces grandes plages dans les systèmes à fréquence de trame de 50 Hz, en particulier pour les grands écrans, on a étudié une conversion vers le haut de la fréquence de trame et plusieurs convertisseurs-élévateurs de fréquence et écrans ont été présentés en septembre 1988 (IBC, Brighton, Royaume-Uni).

On a construit et testé des écrans à vision directe et des vidéoprojecteurs adaptés au signal converti sur la norme de visualisation 1250/100/2:1 ayant une fréquence de ligne de 62,5 kHz et une largeur de bande vidéo d'environ 60 MHz.

Un autre projecteur frontal, conçu pour un grand écran, fonctionne avec un circuit de déviation automatique, s'adaptant à une fréquence de ligne comprise entre 16 et 62 kHz et une fréquence de trame allant de 50 Hz à 100 Hz et permet de visualiser un balayage à 1250/50/2:1 comme un balayage à 1250/100/2:1.

La méthode la plus simple pour obtenir une conversion vers le haut de la fréquence de trame consiste à répéter les trames, pour avoir 2 trames impaires consécutives suivies de 2 trames paires consécutives. Toutefois, pour éviter les problèmes tels que le scintillement entre lignes, la diminution de la résolution ou le broutage, on devra peut-être utiliser des techniques de pointe comme l'interpolation, la réception de l'image et l'utilisation de signaux de commande de TVAN.

RAPPORT 801-3, Partie 10

3. Équipement de réception grand public

3.1 Considérations générales

L'équipement de réception est un sous-système important de la TVHD, du fait qu'il représente la majeure partie des coûts du système et qu'il détermine l'acceptabilité de celui-ci.

L'équipement de réception d'un système de radiodiffusion de TVHD, tout comme le système traditionnel, se compose essentiellement d'unités frontales comprenant une antenne, un convertisseur-abaisseur de fréquences, un étage de fréquences intermédiaires et de démodulation et un écran. Les unités frontales sont dans l'ensemble identiques à celles des récepteurs de télévision classiques et dépendent de chaque support de radiodiffusion. En cas de radiodiffusion par satellite à bande RF étroite utilisant le système MUSE, les unités frontales en place peuvent être utilisées sans problèmes ou moyennant certaines modifications. Cela a été vérifié pour un certain nombre de récepteurs par des essais en vraie grandeur.

On trouvera dans les sections qui suivent la description d'autres équipements de réception.

3.2 Décodeurs de TVHD

3.2.1 Considérations générales

La plupart des systèmes de TVHD ont recours au traitement numérique et utilisent des mémoires d'image pour obtenir une compression de largeur de bande à grande échelle. Le nombre nécessaire de portes logiques s'élèverait à plusieurs dizaines de milliers et la capacité de la mémoire devrait être de l'ordre de 10 Mbit.

Puisque la diminution du coût des récepteurs dépend de l'efficacité avec laquelle les circuits intégrés à grande échelle pourront être utilisés pour le traitement des signaux, la mise au point de tels circuits pour le décodeur MUSE et les techniques connexes progressent rapidement. Les tendances actuelles à un accroissement de la capacité des mémoires (de 1 Mbit à plus de 4 Mbit) et à la numérisation des récepteurs de télévision traditionnels, devraient accélérer le processus de mise au point de circuits intégrés à grande échelle pour les récepteurs de TVHD.

3.2.2 Décodeur MUSE

En ce qui concerne le décodeur MUSE, la gamme des fréquences de l'horloge interne s'étend de 16,2 MHz à 48,6 MHz et la capacité de la mémoire est d'une vingtaine de Mbit, ce qui permet l'accomplissement de fonctions comme l'interpolation ou la détection du mouvement. Des décodeurs expérimentaux à composants discrets, dont des circuits intégrés à moyenne échelle, sont fabriqués par de nombreux constructeurs. Ces décodeurs sont d'assez petite taille et sont légers (par exemple volume: 0,084m<sup>3</sup>, poids: 50 kg) pour pouvoir être portatifs.

L'équipement de réception de TVHD joue également un rôle important dans l'élaboration d'autres équipements grand public. Le récepteur MUSE, par exemple, a une mémoire intégrée d'une capacité voisine de 20 Mbit. On s'efforce actuellement de le relier à des ordinateurs personnels et à d'autres équipements de traitement de l'image.

## RAPPORT 801-3, Partie 10

Si l'on réussit à interfacer le récepteur MUSE avec d'autres appareils, ce récepteur deviendra multifonctionnel et pourra donc servir de terminal complet d'information à domicile.

### 3.2.3 Décodeur HDMAC

Le décodeur HDMAC numérise le signal d'entrée avec une fréquence d'horloge de 20,25 MHz, du fait que le point de fréquence Nyquist se situe à 10,125 MHz. La fréquence d'échantillonnage de sortie est de 54 MHz pour la luminance dans la norme de visualisation 1250/50/2.

Le concept de TVAN permet d'installer dans le codeur tous les circuits de décision intelligents. En conséquence, la complexité du décodeur est bien moindre et bénéficiera de l'amélioration future des procédés de codage [CCIR, 1986-90b, c].

## 4. Convertisseurs grand public

### Convertisseur de norme MUSE à norme 525 lignes

En ce qui concerne la compatibilité avec le récepteur et l'écran actuels, un convertisseur de norme MUSE/525 lignes, conçu pour les récepteurs grand public, a été mis au point et testé. Composé de quatre plaquettes de circuits de 20 cm sur 30 cm, il est peu encombrant.

L'image de 525 lignes que l'on obtient avec ce convertisseur a, en moyenne, une qualité supérieure à l'image normale générée à la norme NTSC, bien que l'on constate un certain papillotement sur les contours, le brouillage étant inférieur à celui causé par la diaphotie de couleur du procédé NTSC. L'élaboration des circuits est simple et il sera mis sur le marché à un prix inférieur grâce à la technologie des circuits intégrés à grande échelle. La mise au point de ce convertisseur de norme MUSE/525 lignes a ouvert des perspectives à la radiodiffusion de TVHD dans le cadre du système à 1 125 lignes, qui peut être reçue avec des récepteurs traditionnels à 525 lignes.

## 5. Magnétoscopes grand public

### 5.1 Magnétoscopes à cassettes

Le Document [CCIR, 1986-90d] rend compte de la mise au point, aux Pays-Bas, d'un magnéto-scope à cassettes VHS, qui a fait l'objet d'une démonstration en 1988 avec enregistrement/restitution d'un signal HDMAC [Weissensteiner, 1988]. La largeur de bande de cet appareil est d'environ 12 MHz et le rapport signal vidéo/bruit non pondéré est de 42 dB grâce à l'utilisation de quatre têtes, deux canaux d'enregistrement modulés en fréquence et un traitement numérique de l'image et du son, l'erreur de synchronisation résiduelle étant < 15 ns. On a pu enregistrer 80 minutes de signaux HDMAC (ou MAC) sur une bande "métal" de 1,25 cm de largeur avec compensation de perte d'information. Grâce à des options compatibles, il est possible d'enregistrer/restituer des signaux PAL, SECAM ou NTSC.

Un magnéto-scope à cassettes MUSE destiné au grand public a déjà été mis au point. [Ninomiya, Y. et autres, 1987].



RAPPORT 801-3, Partie 10

5.2 Systèmes à disques

Des systèmes à disques, qui enregistrent et restituent un signal MUSE ont également été mis au point; ils peuvent contenir 60 minutes de programmes de TVHD sur les deux faces d'un disque de 30 cm à vitesse linéaire constante. Le lecteur de disques peut être utilisé conjointement avec les décodeurs MUSE dans les récepteurs et devrait trouver un grand nombre d'applications dans des domaines très variés en tant que support longue durée de TVHD. Des disques peuvent également être réalisés avec des éléments vidéo grand public.

Le Document [CCIR, 1986-90d] rend compte de la mise au point des systèmes HDMAC. Un lecteur de disque vidéo a été mis au point aux Pays-Bas, à partir des techniques actuelles utilisées pour le laser optique et les disques [Horstman, 1988]. La largeur de bande de ce lecteur est de 12 MHz avec un rapport signal/bruit non pondéré de 32 dB et une erreur de synchronisation résiduelle < 7 ns. La durée de lecture est de 25 minutes par face pour un disque de 30 cm de diamètre.

5.3 Lecteur de disques pour images fixes

Un disque vidéo MUSE numérique pour images fixes, appelé CD-HV, a été mis au point. On utilise un disque de 12 cm conforme à la norme CD ROM. On peut ainsi obtenir, sur un seul disque, 640 images fixes avec son stéréophonie numérique. Le disque peut être repassé soit en mode relecture séquentielle avec une durée de lecture de 60 minutes par disque, soit en mode accès aléatoire, avec un temps d'accès moyen de 4,5 secondes [CCIR, 1986-90e].

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HORSTMAN, R.A. 1988. Videodisc and player for HD-MAC. 1988 International Broadcasting Convention, Brighton, Royaume-Uni, IEE Conference Publication N° 293, p 224-227.

NINOMIYA, Y. et autres, [Juillet 1987] - Concept of the MUSE system and its protocol. NHK Lab. Note N° 348.

WEISSENSTEINER, W. 1988. Concept of a consumer-type HD-MAC VCR. 1988 International Broadcasting Convention, Brighton, Royaume-Uni, IEE Conference Publication N° 293, p 228-230.

Documents du CCIR

- [1986-90]: a. 11/304 (GTIM 10-11/3)  
b. GTI 11/6 - 2013 (Belgique et autres)  
c. GTI 11/6 - 2062 (France)  
d. 11/293 (Belgique et autres)  
e. 11/285 (Japon)

PROJET

RAPPORT XE/11

DEVELOPPEMENT FUTUR DE LA TVHD

(Question 27/11)

1. Introduction

La Réunion extraordinaire de la Commission d'études 11, tenue en mai 1989, a déterminé les études qui doivent être entreprises le plus rapidement possible pour élargir encore les domaines d'accord. Ce rapport indique:

- i) les approches pour une norme mondiale unique de studio de TVHD;
- ii) les nouvelles activités à entreprendre.

2. Approches pour une norme mondiale unique de studio de TVHD

2.1 Concepts applicables aux approches pour une norme mondiale unique de studio de TVHD numérique

L'avenir à long terme de la TVHD repose sur le numérique et aussi sur l'existence d'une norme mondiale unique. C'est en tenant compte de ces réalités que les participants à la réunion intérimaire de 1987 du CCIR ont recensé les différentes possibilités, à savoir:

a) Le concept d'une "norme virtuelle de studio"

Dans ce concept, il existe un format unique pour un bus de données numérique qui sert à acheminer et à enregistrer des signaux de TVHD. On pourrait relier la source et la destination en faisant appel à la norme unifiée grâce à des accès multiples qui assurent la conversion appropriée des normes.

Une "norme virtuelle de studio" [Miceli, 1986; Fierro et Miceli, 1987] peut être considérée comme une norme commune pour l'échange de programmes. Ses caractéristiques devraient donc être choisies de façon à ce qu'il y ait le moins possible d'artéfacts dus à d'éventuelles doubles conversions.

Parmi les caractéristiques générales d'une norme de studio unifiée, on peut citer les suivantes:

- a) la norme devrait être numérique, en raison de la plus grande souplesse et de la capacité de traitement plus puissante qu'elle offrirait;
- b) elle devrait être indépendante de la réalisation matérielle de l'équipement de studio et donc de la technologie actuelle;
- c) elle devrait comporter une marge de qualité suffisante pour permettre les opérations de production, la conversion de normes et répondre aux besoins futurs;
- d) elle devrait conduire à des débits binaires utilisables en pratique.

La qualité globale du système entre la source et la destination dépendra toujours des caractéristiques des équipements réels de la chaîne vidéo à un moment donné. De ce fait, on peut améliorer la qualité du système, sans modifier la structure de codage, en améliorant simplement les caractéristiques locales des éléments les plus faibles du trajet vidéo.

A titre d'exemple de l'application de ce concept, considérons le cas d'un format d'image de 1920 x 1080 pixels qui est actuellement proposé, comme "format d'image commune". Un autre format a également été proposé; il se caractérise par 1920 x 1152 pixels actifs. Un processus d'interpolation de ligne est nécessaire pour convertir une image entre les deux formats. Selon le Document [CCIR, 1986-90a], ce convertisseur se compose de 15 interpolateurs (conversion 1152-1080) ou de 16 interpolateurs (conversion 1080-1152), chacun de ces interpolateurs étant constitué par un filtre numérique avec un nombre de dérivations allant de 20 à 32, ce dernier chiffre permettant d'obtenir une distorsion minimale. La complexité du convertisseur est probablement assez faible.

- b) Le concept d'un ensemble de paramètres unique en tous points depuis le début  
(adoption d'une proposition existante sous forme numérique)

Ce scénario supposerait au départ l'adoption directe et universelle d'une norme de studio unique. Cette norme pourrait être valablement basée sur une fréquence de 50 Hz, de 60 Hz ou même sur une autre valeur. Les facteurs susceptibles d'influer sur le choix sont entre autres le rendu du mouvement, les pratiques existantes et la technologie de visualisation.

On trouvera des exemples de valeurs possibles à la Partie 5 du Rapport 801-3.

- c) Le concept d'une approche en deux temps

Ce scénario serait fondé sur l'adoption généralisée d'un équipement de studio TVHD commutable (fonctionnant à une fréquence de 50 Hz ou de 60 Hz). Cela ne dispenserait pas de la conversion de normes en cas d'échange de programmes de TVHD entre des pays utilisant des normes différentes mais cela permettrait à plus ou moins long terme, l'utilisation universelle de l'un ou l'autre système, par exemple lorsque la gamme des 20 ou des 40 GHz entrerait en service.

## 2.2 Etudes récentes des approches possibles en vue de la mise au point d'une norme mondiale unique de TVHD

Dans la présente section sont examinées certaines approches vers une norme mondiale unique de TVHD sous l'angle des techniques numériques et sont indiquées les approches qui permettent d'attendre cet objectif de norme mondiale unique.

Dans le Document [CCIR, 1986-90b] sont également examinées les études portant sur le format numérique. Pour arriver finalement à une "norme mondiale unique" de production en studio et d'échange international de programmes sur la base de la fréquence d'image unique, il y a trois approches:

- l'adoption d'une seule norme "unique" répondant aux objectifs de la Décision 58-2;
- l'adoption d'une norme fondée sur le "format d'image commun" et conduisant à l'adoption future d'une norme unique;

- l'adoption d'une norme "duale" conduisant à une approche en deux étapes, la première étant fondée sur un équipement de studio commutable et conduisant dans l'avenir au choix d'un seul système, basé sur une des deux parties de la norme duale.

Ces notions ont été développées dans un certain nombre de contributions émanant d'administrations.

### 2.2.1 Norme unique

Toutes les administrations préféreraient une norme mondiale unique de studio de TVHD, comme cela est clairement énoncé dans la Décision 58-2.

Comme il ressort du Document [CCIR, 1986-90c], la CAMR ORB-88 a exprimé dans l'un des "CONSIDERANT" de la Résolution COM5/3 le souhait d'avoir une norme mondiale unique pour la radiodiffusion par satellite de TVHD en raison de l'attribution d'une bande de fréquences mondiale. La conclusion du Document [CCIR, 1986-90c] est qu'une norme mondiale unique de studio devrait continuer d'être étudiée.

Dans le Document [CCIR, 1986-90d], une analyse est faite des progrès accomplis dans la définition des paramètres de base, conformément aux points g) et m) du PREAMBULE de la Décision 74 et aux renseignements contenus dans la Partie 5 du Rapport 801-3. D'après les informations données dans le présent document, les Etats-Unis concluent qu'une norme mondiale unique devrait être fondée sur 1125/60 [CCIR, 1986-90e]. Les Etats-Unis estiment [CCIR, 1986-90f] que pour l'actuelle période d'études, il n'est pas possible de parvenir à un accord unanime sur l'adoption d'une norme mondiale unique de TVHD de studio. Les Etats-Unis proposent donc de différer l'adoption de cette norme à la période d'études 1990-1994.

Le Document [CCIR, 1986-90g] contient un avant-projet de Recommandation, appuyé par 11 administrations, sur les valeurs des paramètres pour une norme mondiale unique de production de programmes (1250/50/1:1). Les valeurs des paramètres proposées ont une relation extrêmement simple avec les paramètres 50 Hz de la Recommandation 601, assurent une facilité de traitement et une facilité de transfert sur film et depuis un film.

Le Document [CCIR, 1986-90h] indique que 60,00 Hz satisfait mieux que 59,94 Hz aux objectifs de compatibilité de la Recommandation 601.

Dans le Document [CCIR, 1986-90i], l'UER explique que, si l'on peut s'entendre sur une norme d'échange de programmes unique au niveau mondial, des considérations techniques et économiques indiquent que globalement, il serait préférable qu'elle soit basée sur une fréquence de trame de 50 Hz. L'UER poursuivra le dialogue avec les autres organismes internationaux, afin de profiter du progrès technique qui favorisera le processus de convergence. Elle s'efforcera aussi de faire en sorte qu'un délai suffisant soit laissé pour étudier tous les principes possibles susceptibles de conduire à une norme mondiale unique.

Les documents [CCIR, 1986-90j, k] indiquent qu'en ce qui concerne le rendu du mouvement et le papillotement sur une grande plage, 50 trames/s donnent de moins bons résultats que 60 trames/s. Le Document [CCIR, 1986-90l] précise qu'on obtient un bon rendu du mouvement avec 50 trames/s ou plus.

Les documents [CCIR, 1986-90j, k, m] indiquent que la valeur de 60 trames/seconde constitue un excellent compromis entre l'utilisation de la

largeur de bande et des faibles niveaux de papillotement et donne sur ce dernier point de meilleurs résultats que 50 trames/seconde. Selon le Document [CCIR, 1986-90n], le papillotement n'est pas un problème de production mais de restitution. Dans le Document [CCIR, 1986-90o] il est dit que le balayage avec entrelacement fournit la meilleure qualité d'image pour une largeur de bande donnée, mais qu'il serait possible d'introduire une extension vers un balayage séquentiel quand les techniques se perfectionneront.

Les Documents [CCIR, 1986-90p, q] contiennent une argumentation en faveur du balayage progressif. Le Document [CCIR, 1986-90n] propose qu'un système de balayage 1:1 soit normalisé dès le début et que, à titre intérimaire, on puisse utiliser, dans certains cas, une technique de réduction de la largeur de bande (balayage avec entrelacement 2:1, par exemple) jusqu'à ce qu'une technologie appropriée soit mise au point.

Dans le Document [CCIR, 1986-90s], on résume les principales raisons qui font qu'une norme mondiale unique de studio de télévision à haute définition est nécessaire.

Dans le Document [CCIR, 1986-90t], le Canada fait observer que toutes les administrations appuient sans aucun doute l'idée d'une norme mondiale unique de TVHD pour la production et l'échange de programmes. Toutefois, un accord complet n'est peut-être pas encore possible.

Dans le Document [CCIR, 1986-90u] on indique qu'une norme de TVHD qui répond aux besoins exprimés dans les documents du CCIR peut être mise en oeuvre de manière efficace avec un format de 1920 pixels sur 1080 lignes actives. On souligne en outre que l'utilisation de lignes actives supplémentaires qui va au-delà des limites actuelles des techniques utilisées pour les caméras, n'est pas justifiée et on exprime l'opinion selon laquelle un système de TVHD avec des résolutions potentielles verticale et horizontale égales est optimal pour la production de programmes à diffuser et pour les autres applications de la TVHD.

Dans le Document [CCIR, 1986-90v], l'UER précise qu'elle reste convaincue de la valeur d'une norme unique en tous points mais étudie d'autres approches pour le cas où on n'arriverait pas à adopter une telle norme.

Dans le Document [CCIR, 1986-90w] il est indiqué que les approches fondées sur des formats d'image commune et sur un débit binaire commun méritent d'être soigneusement étudiées car elles pourraient constituer une solution universellement acceptable permettant de fournir des sources de programme de TVHD, si l'élaboration d'une norme unique s'avérait impossible jusqu'à la mise en oeuvre de la distribution numérique directe de la télévision. Les études devraient tenir compte de la compatibilité avec les normes de balayage actuelles qui posent des problèmes lorsqu'il s'agit d'utiliser différents formats d'image pour la télévision classique et la TVHD mais aussi de la facilité de conversion des normes.

#### 2.2.2 Une approche "image commune" (unifiée)

Cette approche est fondée sur la définition<sup>1</sup> d'une "image commune" qui puisse être utilisée par des systèmes ayant des fréquences d'image ou des méthodes de balayage différentes. La compatibilité de l'image fait intervenir

---

<sup>1</sup> Cette définition doit être étudiée plus avant.

les caractéristiques suivantes: format d'image, nombre de lignes actives, nombre de pixels par ligne active, colorimétrie, caractéristiques de transfert, etc.

Dans le Document [CCIR, 1986-90x], il est suggéré qu'avec une image comportant 2 250 000 échantillons il serait plus facile d'assurer la compatibilité avec la Recommandation 601. C'est pourquoi il est proposé un format d'image commune utilisant 1080 lignes de balayage actif par image. Ce nombre de lignes de balayage est tiré d'un format de pixel 1:1. Les pixels horizontaux actifs, le format d'image, les pixels verticaux actifs et le format de pixel sont reliés entre eux par la formule:

Aucun des trois paramètres ne peut être choisi sans que le quatrième soit automatiquement défini comme il est indiqué ci-dessous:

$$\frac{\text{pixels horizontaux actifs}}{\text{pixels verticaux actifs}} = \frac{\text{format d'image}^*}{\text{format de pixel}^*}$$

Dans le Document [CCIR, 1986-90y], il est indiqué que ce format de pixel présente des avantages pour le traitement électronique des images et pour une grande variété d'applications autres que de radiodiffusion.

Le Document [CCIR, 1986-90z] fait valoir qu'une approche "image commune" de la norme TVHD est à la fois économique, logique et justifiée sur le plan technique, car elle se fonde sur l'élément naturel de la production de télévision et de films, l'échantillon d'image discontinu dans le temps: à savoir l'image. Ce facteur est favorable à la mise au point de dispositifs et équipements à semi-conducteurs communs ainsi qu'à l'échange de matériels de programme de TVHD. On pense que l'approche "image commune" est la seule solution, à moins qu'une norme "unique" ne soit adoptée immédiatement, qui permettra d'aboutir éventuellement à l'adoption de la norme mondiale unique recherchée.

Le format d'image commune est effectivement un équivalent électronique d'une image de film de 35 mm et offre ainsi une certaine latitude dans le choix de la fréquence d'image. La fréquence proprement dite dépendra de l'application, mais toutes les fréquences d'image employées dans les systèmes d'affichage d'image pourraient être prises en compte Document [CCIR, 1986-90y]. De plus, grâce à une approche "image commune" il serait possible d'appliquer une conversion plus simple des normes entre systèmes de TVHD fonctionnant à des fréquences de trame différentes car seule la conversion temporelle serait nécessaire [CCIR, 1986-90aa].

Le Document [CCIR, 1986-90ab], décrit, à titre d'exemple, deux systèmes utilisant un format d'image commune. Le premier utilise 1 152 lignes actives et 1 200 lignes entières avec entrelacements et balayage séquentiel. Le second utilise 1 080 lignes actives et 1 125 lignes entières, avec balayage entrelacé. L'UER étudie actuellement des formats d'image commune ayant également un débit binaire commun.

---

\* Le format d'image et le format de pixel étant le rapport largeur/hauteur.

D'après le Document [CCIR, 1986-90ac], la méthode du format d'image commune n'exige pas, en principe, que la fréquence d'échantillonnage soit un multiple de 2,25 MHz et, en général, s'écarte de relations simples avec la Recommandation 601. En outre, certaines propositions fondées sur une fréquence d'échantillonnage multiple de 2,25 MHz risquent d'entraîner des temps de suppression de ligne excessivement courts. Tandis que les éventuels avantages, à long terme, des dispositifs de réception communs à couplage de charge sont notés, les difficultés qui apparaîtront à court et à moyen terme lorsqu'il s'agira d'obtenir une conversion simple aux normes d'émission TVHD et de fournir des équipements de traitement en studio commutables (magnétoscopes, etc.) sont considérées comme des inconvénients majeurs.

Toutefois, il est démontré dans le Document [CCIR, 1986-90ad] qu'il est possible d'avoir à la fois une structure d'image commune et un débit binaire global commun en insérant la structure d'image active commune proposée dans les structures d'image complètes appropriées des propositions actuelles, moyennant l'utilisation de valeurs différentes mais très réalistes pour la suppression horizontale et la suppression verticale.

Dans le Document [CCIR, 1986-90f], les Etats-Unis estiment, pour leur part, qu'il conviendrait d'étudier le concept d'un "format d'image commune" comme étape provisoire vers l'élaboration d'une future norme unique de studio de TVHD à l'échelle mondiale.

Dans le Document [CCIR, 1986-90ae], il est indiqué que si le format d'image commune suppose que les parties horizontales et verticales actives de l'image sont les mêmes pour tous les membres de la famille, les périodes de suppression, la période de ligne totale et le nombre total de lignes peuvent varier entre les membres de la famille, cela afin d'assurer la compatibilité avec les fréquences d'image existantes, permettre un anti-repliement de spectre vertical et faciliter le choix d'une fréquence d'échantillonnage qui est un multiple entier de 2,25 MHz.

Le Document [CCIR, 1986-90af], présente les résultats d'une étude paramétrique sur la complexité de l'interpolation/décimation verticale pour la conversion entre une approche d'image commune proposée utilisant 1080 lignes de balayage actif par image et les normes de télévision classiques, leur version à double balayage et la présentation "boîte postale" d'écran de TVHD du type abaisseur de fréquence ou du type classique. Ces études supposent une conversion à l'intérieur de la trame sans composante temporelle. On s'est efforcé de réduire la complexité de conversion de ligne en utilisant une structure polyphasée à coefficients variables pour la mise en oeuvre du filtre. La complexité de ce filtre peut être très nettement réduite par rapport à sa mise en oeuvre directe et il n'y a pas de relation directe avec les valeurs numériques du rapport de conversion de ligne. Pour la mise en oeuvre de ce filtre, le taux de calcul est lié directement à la fréquence d'horloge du format de sortie.

On constate que la conversion en format de télévision classique de la version à ligne double exige en général le même nombre de coefficients que la conversion du format d'image commune à 1080 lignes à ces versions en ligne double. Pour convertir le format à 1080 lignes en format de télévision classique il faut deux fois plus de coefficients ce qui induit seulement une complexité double par rapport à la conversion simple entre les normes de télévision classiques et leur version en ligne double.

### 2.2.3 Approche avec débit commun ("norme duale")

Dans la première étape de cette approche, on adopterait des normes de TVHD basées sur des fréquences de trame de 50 Hz et 59,94 Hz, liées aux normes d'émission actuelles, mais avec un maximum de similitude pour d'autres paramètres comme la fréquence de ligne ou la fréquence d'échantillonnage, d'après les principes énoncés dans la Recommandation 601 et conduisant à un débit commun. D'autres propositions ont été faites avec les fréquences de trame de 50 et 60 Hz.

Le Document [CCIR, 1986-90ag] contient un examen de deux exemples fondés sur une fréquence d'échantillonnage commune de 74,25 MHz, qui permet une dualité 1125/60 avec deux variantes d'un système à fréquence de trame de 50 Hz. La première variante utilise 1 250 lignes et fournit aux deux pays une relation très simple avec les normes d'émission basées sur la Recommandation 601. La seconde variante utilise 1 375 lignes, ce qui donne une résolution verticale plus grande et permet d'avoir des écrans à images matricielles consistant en 15 x 10 blocs de 128 x 128 pixels.

Dans le Document [CCIR, 1986-90ah], les critères et avantages d'une norme de studio de TVHD en mode dual choisie de manière appropriée sont examinés compte tenu de l'importance de la similitude et de la signification d'une relation naturelle avec la Recommandation 601. Il est démontré qu'un ensemble donné de paramètres apparaît alors naturellement et préserve les mêmes fonctions communes, à savoir, la fréquence d'échantillonnage et les positions d'échantillonnage horizontal actif, tout en assurant une facilité de conversion au signal 4:2:2 par l'application d'un facteur de relation de 2 dans les dimensions horizontales et verticales: cette paire de normes TVHD est 1250/50/1:1 - 1050/59,94/1:1. Il est proposé d'utiliser, pour cette paire, la représentation des signaux à haute définition, avec balayage progressif et échantillonnage en quinconce, ceux-ci permettant, tout en limitant le débit des données, de garder tous les avantages du balayage progressif. Cela est particulièrement important au point de vue de la résolution verticale et du rendu des mouvements et conduit à une amélioration notable de la qualité de la conversion de normes. En outre, le format d'interface est identique à celui résultant du balayage entrelacé, lequel pourrait être utilisé dans la phase d'introduction à court terme de la TVHD sur la base des équipements actuels.

Le Document [CCIR, 1986-90ac] contient un examen des approches d'une norme de studio de TVHD en mode double fondée sur la Recommandation 601. Il y est dit que les principales considérations de la Recommandation 601 sont celles: a) d'une même structure d'échantillonnage, b) d'un même mode d'échantillonnage et c) d'un même nombre d'échantillons par ligne active, puis quatre exemples d'ensembles de paramètres éventuels pour une norme double [1250/50 et 1050/59,94, 1250/50 et 1125/60; 1375/50 et 1125/60; 1200/50 et 1001/59,94 et 1000/60] sont examinés. La conclusion du document est que l'ensemble le plus logique est 1250/50 et 1050/59,94 mis en oeuvre dans une même structure d'échantillonnage, orthogonale ou en quinconce.

Le Document [CCIR, 1986-90ai] fournit des détails techniques sur le système 1375/50/2:1, décrit comme version 2 dans le Document [CCIR, 1986-90ag], et contient aussi certaines considérations théoriques sur l'interfaçage de ce système avec le système 625/50/2:1.



Le Document [CCIR, 1986-90ab] donne trois exemples de systèmes utilisant un débit binaire commun. Le premier est une version agrandie horizontalement et verticalement) du système décrit dans la Recommandation 601 du CCIR. Le deuxième utilise le même débit binaire global mais un balayage séquentiel et un échantillonnage en quinconce. Quant au troisième, que l'OIRT est invité à étudier, il est fondé sur le système 1125/60/2:1 avec une variante 1375/50/2:1.

Le Document [CCIR, 1986-90aj] donne un exemple d'un système utilisant un débit binaire commun qui fait intervenir les variantes 1375/60 et 1155/59,94. Le nombre de lignes actives est respectivement de 1280 et 1080.

Dans le Document [CCIR, 1986-90z], il est indiqué que la méthode "norme duale" pénalise implicitement l'une des normes doubles résultantes du point de vue de la résolution spatiale et ne permet pas d'aboutir à l'établissement d'une future norme unique, pour des raisons économiques liées au remplacement des équipements.

Le Document [CCIR, 1986-90ak] traite également de ce sujet.

#### 2.2.4 Conséquences du point de vue de la mise au point des équipements

Le magnétoscope est un élément indispensable de la production et de l'échange de programmes de TVHD. Le Document [CCIR, 1986-90al] souligne la nécessité d'examiner les contraintes imposées par l'enregistrement numérique sur les paramètres de la norme de TVHD. Il y est dit en conclusion que ces contraintes ne sont pas décisives dans le choix entre les différentes approches envisagées: à savoir, "norme unique", "image commune" et "norme duale" pour obtenir la norme de TVHD.

### 3. Disposition à prendre ultérieurement

Le CCIR juge nécessaire de poursuivre les études dans les domaines suivants:

- i) évaluations et mesures de la qualité de la TVHD;
- ii) paramètres de colorimétrie à insérer dans le projet de Recommandation XA/11;
- iii) paramètres de base pour la représentation de l'image, à insérer dans le projet de Recommandation XA/11;
- iv) les spécifications d'exploitation de télécinémas de TVHD, qui font actuellement l'objet d'un Rapport, doivent être présentées sous forme de Recommandation;
- v) un format d'enregistrement en studio analogique de bande vidéo de TVHD pour l'échange de programmes doit être spécifié sous la forme d'une Recommandation;
- vi) il faut faire de même avec le format d'enregistrement numérique sur bande vidéo de TVHD;

- vii) compte tenu de l'importance de la diffusion multimédia pour les productions de TVHD, l'harmonisation des interfaces de TVHD, pour les applications professionnelles comme grand public, doit être poursuivie en collaboration avec la CEI et l'ISO.
- viii) harmonisation des normes et des pratiques d'exploitation pour la production de TVHD et pour l'équipement de TVHD autre que de radiodiffusion destiné aux applications grand public. Ces activités nécessitent d'établir des liaisons appropriées avec la CMTT, les Commissions d'études compétentes du CCITT, la CEI et l'ISO.

Le CCIR juge également nécessaire de continuer à étudier les paramètres techniques RF et d'émission, y compris la modulation, le codage des canaux et le multiplexage de la radiodiffusion de TVHD par satellite. Il faut également un complément d'étude pour déterminer:

- i) les paramètres de systèmes à large bande RF pour la transmission de programmes de TVHD analogique et numérique;
- ii) les caractéristiques de propagation pour les bandes adaptées à la transmission de TVHD à large bande RF;
- iii) le partage et le brouillage interservice et intraservice et le partage interrégional.

Ces études devraient permettre d'obtenir des résultats définitifs avant la fin de la prochaine période d'études du CCIR.

Il faudra entreprendre d'autres études sur les émissions de TVHD de Terre. En particulier, il faudra poursuivre les mesures pour déterminer le rapport de protection adéquat pour les systèmes de TVHD de Terre et par satellite.

Un nouveau point a été introduit dans la Décision 72 en ce qui concerne les services de radiodiffusion de données, demandant que des études soient entreprises sur les caractéristiques de la couche présentation pour les services de transmission de données associés aux signaux de TVHD.

La structure d'un projet de nouveau Rapport sur la radiodiffusion de données dans un environnement de TVHD a été préparée. Ce Rapport traite de l'évolution harmonisée des services de transmission du son et de données accompagnant la TVHD et donne un modèle de référence de distribution de signaux de TVHD. D'autres travaux doivent être menés à bien pour développer cette structure à l'avenir.

Il convient de poursuivre ces études afin de définir le plus grand nombre de paramètres possible avant les Réunions finales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FIERRO, G., MICELI, S. [septembre 1987] - "Frame based HDTV system".  
Proceedings of the International Symposium of Broadcasting Technology, Beijing.

MICELI, S. [1986] - "Basic structure for a future television system".  
Proceedings of the Eurasip Workshop on Coding for HDTV, L'Aquila, Italie,  
12-13 novembre.

Documents du CCIR

- [1986-90]:
- a. GTI 11/6 - 2099 (Italie)
  - b. GTI 11/6 - 2090 (GTI 11/7)
  - c. GTI 11/6 - 2068 (GTIM 10-11/3)
  - d. GTI 11/6 - 2020 (USA)
  - e. GTI 11/6 - 2030 (Japon)
  - f. GTI 11/6 - 2093 (USA)
  - g. GTI 11/6 - 2023(Rév.1) (Belgique et autres)
  - h. GTI 11/6 - 1018 (Canada)
  - i. 11/346 (UER)
  - j. GTI 11/6 - 1031 (USA)
  - k. GTI 11/6 - 1066 (Japon)
  - l. GTI 11/6 - 1064 (Royaume-Uni)
  - m. GTI 11/6 - 1033 (CBS)
  - n. 11/160 (France)
  - o. GTI 11/6 - 1036 (CBS)
  - p. GTI 11/6 - 1049 (France)
  - q. GTI 11/6 - 1055 (Thomson-CSF)
  - r. GTI 11/6 - 1054 (Thomson-CSF)
  - s. GTI 11/6 - 2031 (Japon)
  - t. GTI 11/6 - 2014 (Canada)
  - u. GTI 11/6 - 2094 (CBC)
  - v. GTI 11/6 - 2010 (UER)
  - w. GTI 11/6 - 2092 (BBC/UKIBA)
  - x. GTI 11/6 - 2045 (Australie)
  - y. GTI 11/6 - 2079 (Australie)
  - z. GTI 11/6 - 2076 (Canada)
  - aa. GTI 11/6 - 2078 (Australie)
  - ab. GTI 11/6 - 2072 (UER)
  - ac. GTI 11/6 - 2064 (IBA)
  - ad. GTI 11/6 - 2074 (Canada)
  - ae. GTI 11/6 - 2071 (NBC)
  - af. 11/358 (Canada)
  - ag. GTI 11/6 - 2011 (OIRT)
  - ah. GTI 11/6 - 2054 (Thomson-CSF)
  - ai. GTI 11/6 - 2067 (URSS)
  - aj. GTI 11/6 - 2103 (OIRT)
  - ak. 11/362 (France/Pays-Bas)
  - al. GTI 11/6 - 2075 (Canada)
-

PROJET

RAPPORT XF/11

MESURES EN TVHD\*

(Question 27/11, Programme d'études 27C/11)

1. Introduction

La télévision à haute définition (TVHD) est actuellement en cours de développement. La mesure des paramètres de TVHD représente une tâche nouvelle et les techniques de mesure doivent être définies avant la conception et la construction du matériel.

2. Considérations générales

Dans la production des signaux de TVHD, les composants de luminance nécessitent une largeur de bande d'environ 30 MHz (pour le balayage progressif, la largeur de bande est d'environ 60 MHz) et les signaux de différence de couleur occupent une largeur de bande de l'ordre de 15 MHz chacun (30 MHz en balayage progressif).

D'après le Document [CCIR, 1986-90a], les exigences d'exactitude dans la production et la transmission des signaux TVHD (avant et après codage) augmentent sensiblement car la distorsion est plus visible sur grand écran. Les particularités des mesures de TVHD sont conditionnées au premier chef par la largeur de bande des signaux utilisés [Krivocheev et Dvorkovitch, 1989].

Dans le Document [CCIR, 1986-90a], il est dit que la distorsion peut être causé aussi par une mauvaise réponse transitoire et par les caractéristiques de non-linéarité statique et dynamique des appareils de codage et de transmission des signaux, ainsi que par différents types de brouillage additif et multiplicatif. Etant donné la grande largeur de bande utilisée et la nécessité d'un contrôle précis du niveau du signal, on a besoin de techniques de traitement numérique pour faire une bonne évaluation du signal. La question est traitée sous l'angle mathématique dans les Documents [CCIR, 1986-90a, b].

3. Méthodes d'essai

Le Document [CCIR, 1986-90a] suggère d'examiner les caractéristiques de transfert suivantes:

- distorsions de longue durée par suite de changements de scène aux fréquences inférieures à la fréquence d'image ou de trame);
- distorsions de longue durée (aux fréquences d'image ou de trame et à leurs harmoniques);
- distorsions ayant la durée d'une ligne (à la fréquence de ligne et à ses harmoniques);
- distorsions de courte durée (aux vidéofréquences faibles à moyennes);
- distorsions de très courte durée des détails fins (aux vidéofréquences supérieures).

---

\* Voir la Recommandation 567-1 pour les signaux d'essai concernant les systèmes de télévision classiques.

Les caractéristiques d'une série de mires et de signaux d'essai convenant pour les opérations susmentionnées ont été étudiées et décrites dans [Krivocheev, 1976; Krivocheev et Dvorkovitch, 1989; Dvorkovitch, 1988a; Dvorkovitch, 1988b; Document [CCIR, 1986-90a].

Des signaux d'essai ont été proposés aussi dans le Document [CCIR, 1986-90b].

- une séquence multisalve avec deux références permettant de mesurer la réponse en amplitude\* (Figure 1);
- une séquence complexe de signaux servant à mesurer les fonctions de transfert et les caractéristiques impulsionnelles du canal de luminance et des canaux de différences de couleur (Figure 2);
- une onde à balayage de fréquence servant à mesurer la réponse continue en amplitude et le temps de propagation de groupe (Figure 3);
- un couple de signaux en échelon transportant des signaux pulsés de polarité différente et des signaux d'essai sinusoïdaux de vidéofréquences différentes respectivement, pour l'évaluation des distorsions statiques et dynamiques non linéaires (Figure 4).

Le Document [CCIR, 1986-90c] suggère les éléments de mires possibles pour la télévision à haute définition et propose des exemples de mires (Figures 5 et 6).

- une mire de TVHD consistant en lignes parallèles noires et blanches à résolution variable et formant des angles différents avec les axes horizontal et vertical. Elle pourrait être utilisée pour l'estimation de la résolution;
- une mire de TVHD consistant en un cercle de diamètre donné sur fond de points et de lignes orthogonales. Elle pourrait être utilisée pour déterminer le bruit et la distorsion des trames.

---

\* Les groupes d'éléments contenus dans ce signal peuvent être insérés soit dans l'intervalle d'une ligne, soit séquentiellement dans plusieurs lignes du signal.

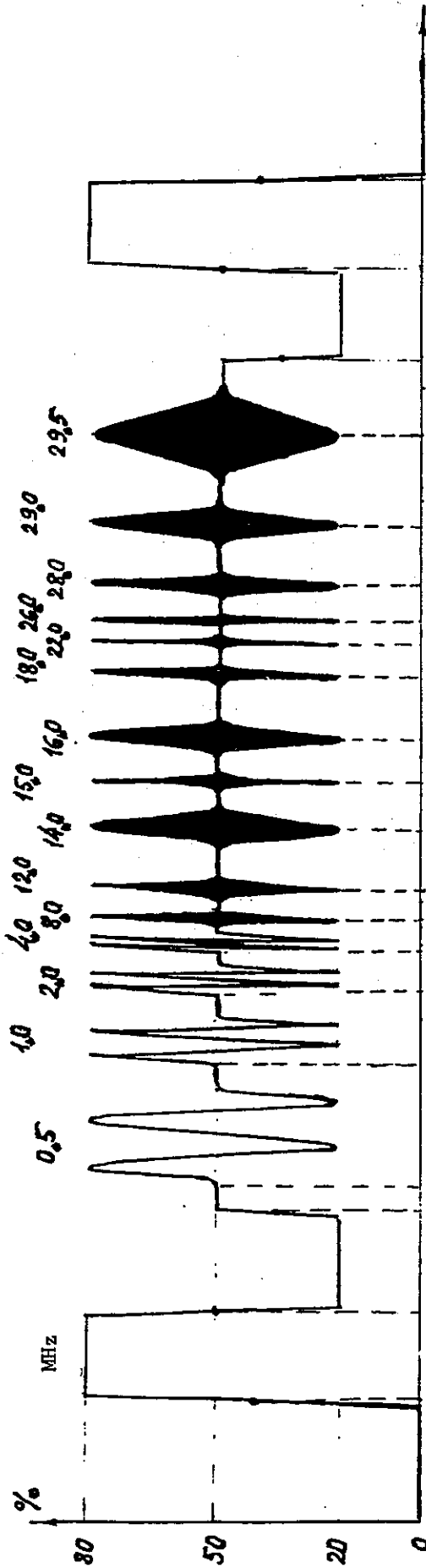


FIGURE 1

Signal d'essai pour la mesure de la réponse en amplitude à différentes fréquences

Note:  $T = 16.67 \text{ ns}$

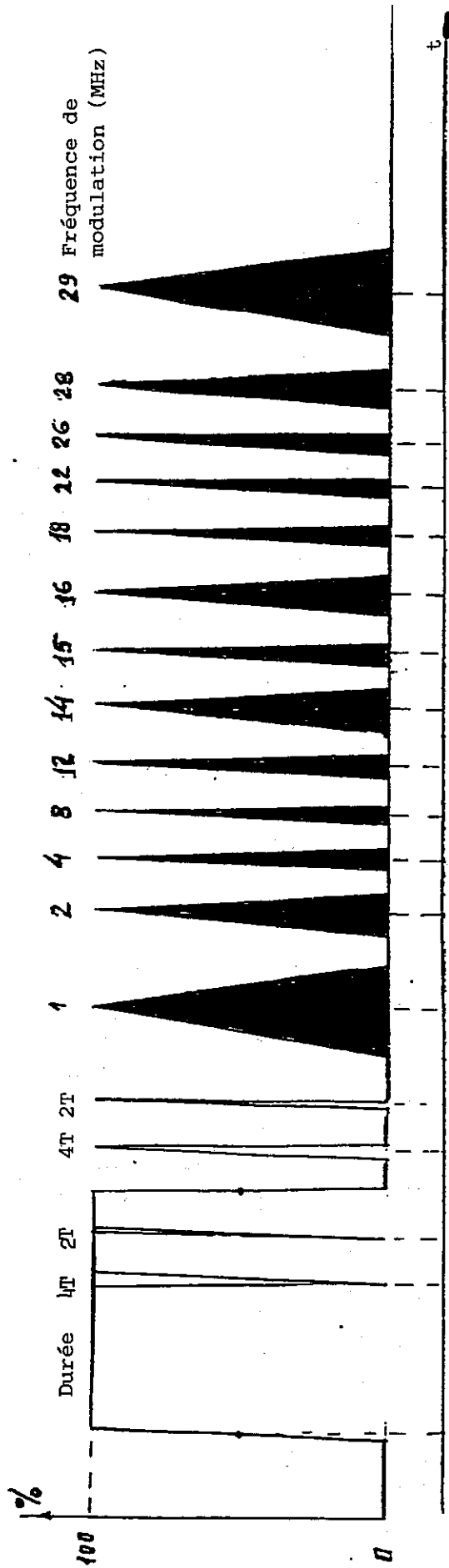


FIGURE 2

Signal d'essai pour la mesure des fonctions de transfert et des caractéristiques impulsionnelles

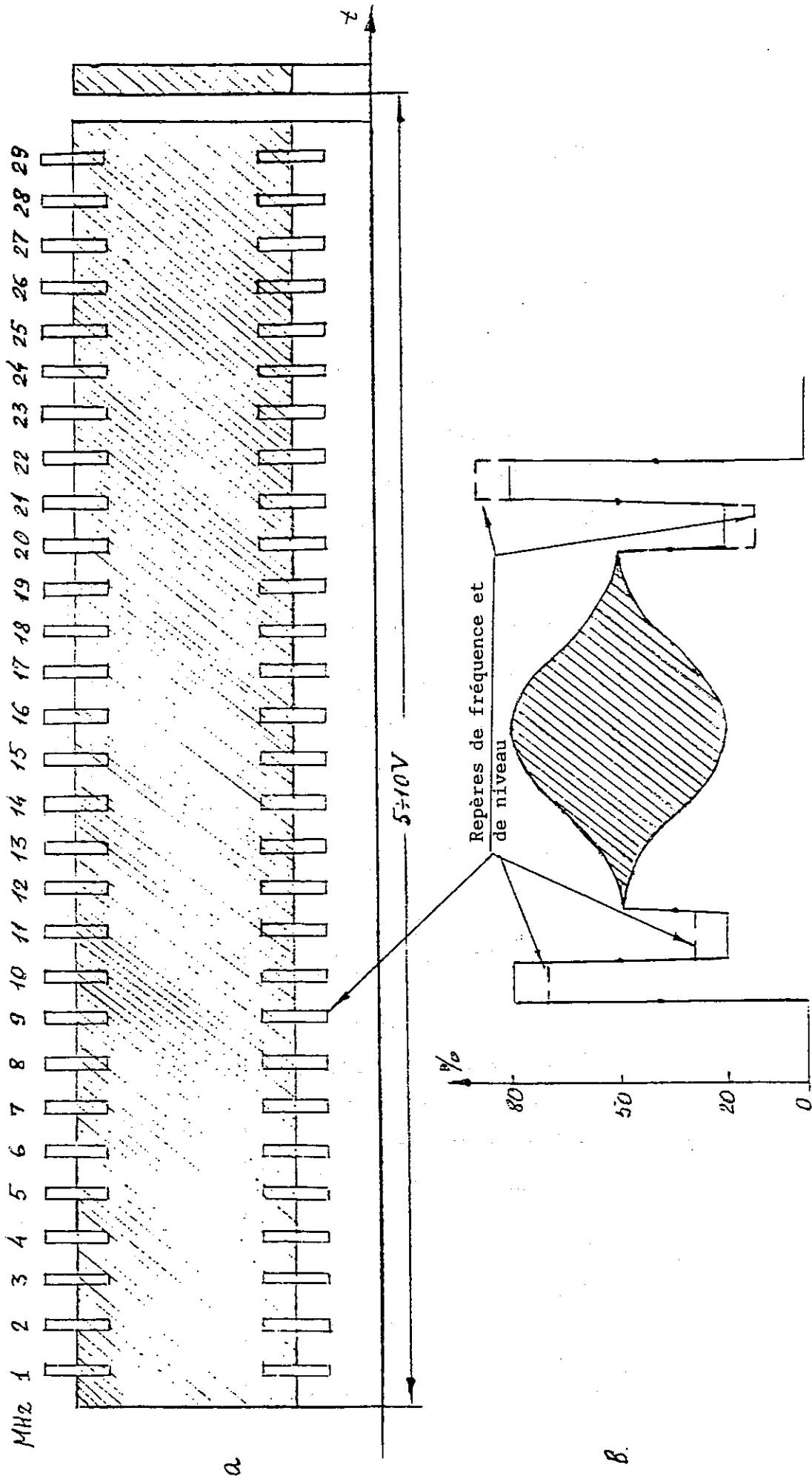


FIGURE 3

Signal d'essai pour la mesure de la réponse continue en amplitude et du temps de propagation de groupe



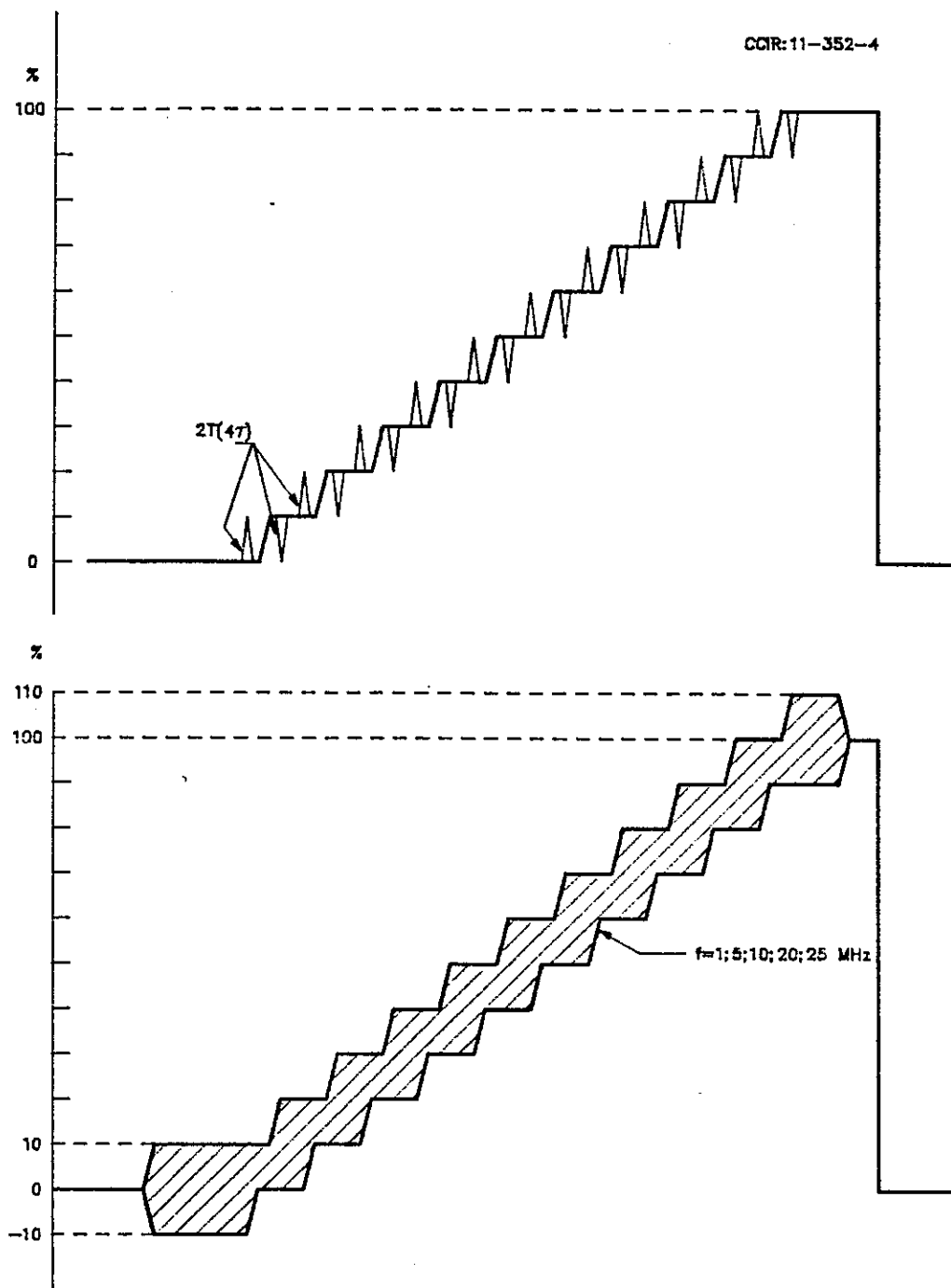


FIGURE 4

Signaux d'essai pour la mesure des distorsions de non-linéarité

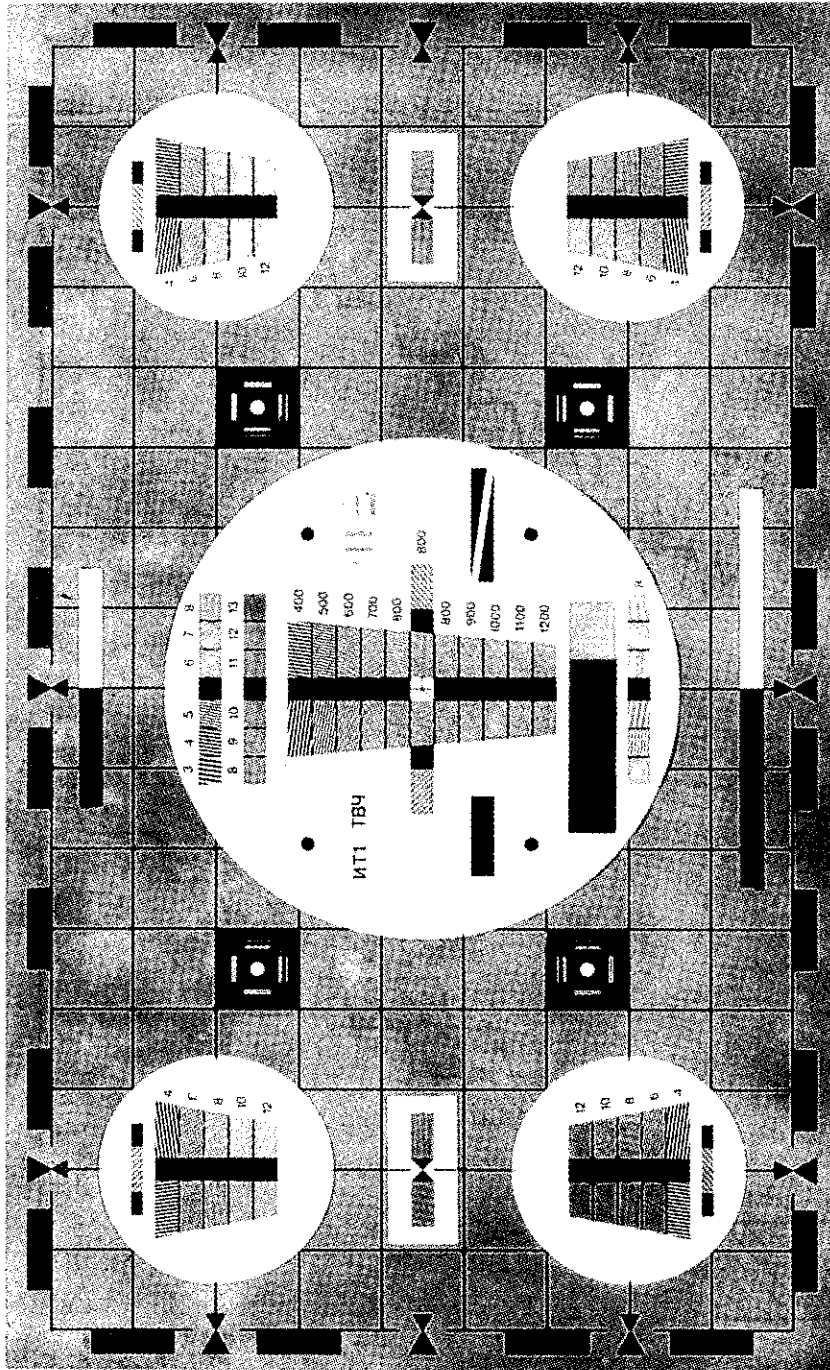


FIGURE 5

Mire de résolution pour la TVHD

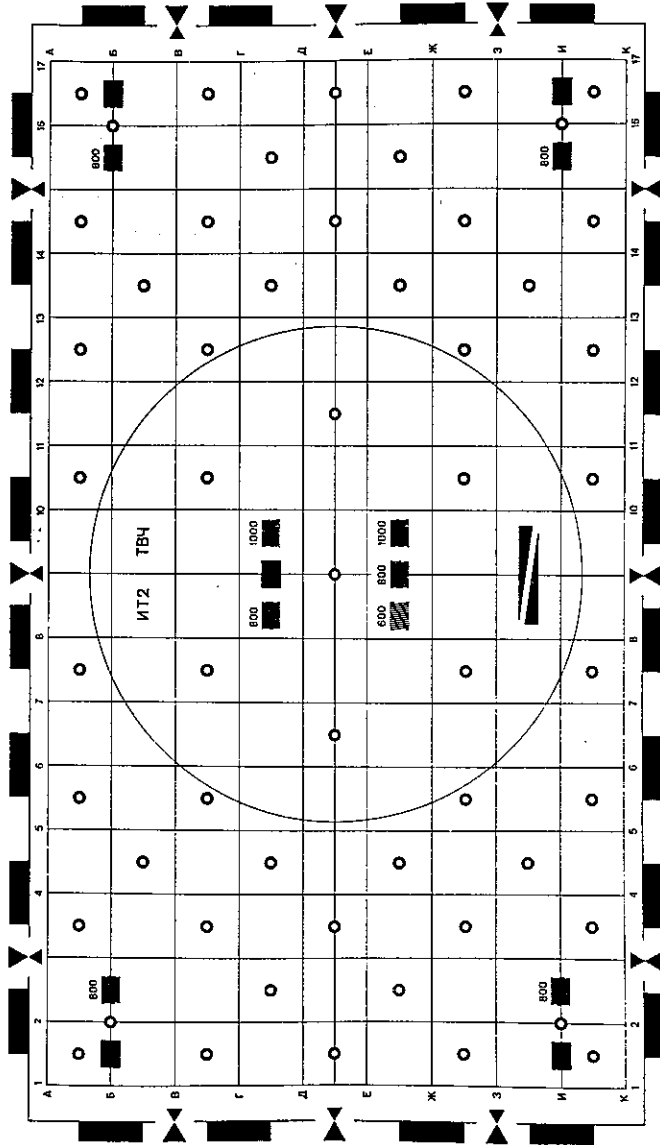


FIGURE 6

Mire de linéarité pour la TVHD

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

KRIVOCHEEV, M.I. [1976] - Osnovy televisionnykh izmereniya (Principes des mesures en télévision), Sviaz.

KRIVOCHEEV, M.I. and DVORKOVITCH, V.P. [Août, 1989] - Izmereniya v TVCH (Mesures en TVHD), Electrosviaz.

DVORKOVITCH, V.P. [1988a] - Optimizatsiya izmeritelnykh signalov dlya otsenki televisionnogo kanala (Optimisation des signaux d'essai pour l'évaluation des caractéristiques des canaux de télévision), Radiotekhnika, 1988, N2.

DVORKOVITCH, V.P. [1988b] - Optimalnye metody izmereniya parametrov televisionnogo kanala (Méthodes optimales pour les mesures des paramètres des canaux de télévision), Radio and Television OIRT, 1988, N6.

Documents du CCIR

[1986-1990]: a. 11/6-2104 (URSS); b. 11/6-2105 (URSS); c. 11/6-2106 (URSS).

---

PROJET  
RAPPORT AT/11 (MOD EX)  
EVALUATION SUBJECTIVE DES IMAGES DE TVHD  
(Question 3/11; Programme d'études 3E/11)

1. Introduction

Les méthodes utilisées dans les essais subjectifs des systèmes de télévision classique sont décrites dans la Recommandation 500-3 (MOD I) et dans le Rapport 1082 (MOD I). Les principaux concepts de la méthodologie d'évaluation s'appliquent également à toutes les formes de télévision mais il faut étudier avec soin comment appliquer à la TVHD les spécifications détaillées des méthodes destinées à la télévision classique.

Conformément à la Décision 66-1, le GTI 11/4 doit examiner les progrès accomplis en matière de TVHD et déterminer les modifications qu'il sera nécessaire, le cas échéant, d'apporter aux méthodes d'essais subjectifs pour tenir compte de ces nouveaux développements. Le GTI n'a pas encore achevé ses études à cet égard.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est important de souligner les points suivants:

- La qualité de l'image n'est pas le seul facteur qui doit être pris en considération dans le choix des normes. D'autres facteurs, tels que la complexité du système, la disponibilité, les possibilités futures, etc., doivent être incorporés dans l'équation globale.
- Les résultats des expériences d'évaluation subjective ne sont pas en soi des lois physiques. Ils offrent simplement des directives pour un ensemble donné de conditions d'essai et ne constituent pas des faits absolus concernant un système ou un autre.
- Les différences conceptuelles entre les appréciations des échelles de qualité et de dégradation actuellement utilisées ne sont pas uniformes; mais l'usage veut que, lors des traitements des résultats, on se base sur l'hypothèse selon laquelle ces différences sont uniformes. Des études portant sur d'autres méthodes d'évaluation qui présentent moins d'inconvénients sont actuellement en cours mais l'interprétation des résultats des méthodes actuelles doit tenir compte des insuffisances. Le Rapport 1082 (MOD I) contient de plus amples renseignements à ce sujet.
- L'élément clé des évaluations subjectives est souvent le choix du matériel d'essai. Selon les directives, il faut utiliser un matériel "critique" sans toutefois exagérer dans ce sens. Pour déterminer les cas qui entrent dans cette catégorie, il faut une parfaite compréhension de la manière dont fonctionnent les systèmes de TVHD. Les GTI chargés d'étudier des systèmes particuliers (GTI 11/6 et 11/7) doivent donc prendre part à la discussion des méthodes à utiliser.

Pour déterminer les éléments de l'environnement TVHD susceptibles de faire l'objet de l'évaluation, on a utilisé une étude de cet environnement réalisée par Krivocheev et décrite dans la section 1 du Rapport 801-3.

## 2. Evaluation de la qualité de l'image dans un environnement TVHD

### 2.1 Eléments d'évaluation de la qualité de l'image

#### 2.1.1 Evaluation des formats de studio de TVHD

Il y aura lieu d'évaluer:

- la qualité fondamentale de l'image,
- la qualité de l'image après un traitement en aval, à savoir l'incrustation-couleur, le ralenti et la manipulation des images ainsi que les conversions possibles vers d'autres formats, y compris le film.

#### 2.1.2 Evaluation des formats de studio classiques (et des formats de film) obtenus de sources de studio de TVHD

Il y aura lieu d'évaluer l'opportunité, en termes de qualité d'image, d'utiliser des formats de studio et de film classiques obtenus de sources de studio de TVHD.

#### 2.1.3 Evaluation des formats d'émission de TVHD

Il y a lieu d'évaluer:

- la qualité fondamentale de l'image,
- les caractéristiques de dérangement,
- les caractéristiques d'écho et,
- la sensibilité au brouillage.

#### 2.1.4 Evaluation des images de télévision classiques insérées dans des émissions de TVHD

Certains des formats d'émission de TVHD actuellement étudiés comprennent un format de télévision classique ("compatibilité vers l'arrière").

Il y aura donc lieu d'évaluer, en termes de qualité d'image, l'opportunité d'utiliser des images de télévision classique insérées dans des émissions de TVHD.

## 2.2 Questions relatives à l'évaluation de la qualité de l'image

### 2.2.1 Méthodes d'évaluation

#### 2.2.1.1 Evaluation de la qualité de l'image

Les appréciations de qualité à cinq notes actuellement utilisées dans les évaluations subjectives ne sont pas uniformément espacées du point de vue conceptuel et des difficultés ont été constatées dans la comparaison des résultats obtenus dans différents laboratoires, en particulier lorsque la traduction des appréciations était nécessaire [Rapport 1082 (MOD I) du CCIR]. Par ailleurs, en raison de la sensibilité des évaluations de qualité (à l'aide de concepts d'appréciation) par rapport à la gamme de conditions utilisées dans l'essai, il n'est pas indiqué d'interpréter les termes de manière absolue ou de comparer des résultats provenant d'essais conduits selon différentes gammes de qualité (par exemple, la TVHD et la télévision classique).

Une échelle de qualité à sept notes a été utilisée avec succès [FUJIO et autres, 1982] pour établir la signification de la qualité de la TVHD et de telles techniques peuvent se révéler utiles à l'avenir. En outre, des solutions de remplacement à la méthode de qualité à cinq notes sont présentées au § 4 de la Recommandation 500-3 (MOD I) et dans le Rapport 1082 (MOD I). Néanmoins, après examen de ces solutions, le GTI 11/4 suggère d'utiliser, d'une manière générale, pour les évaluations de qualité dans un environnement de TVHD, la méthode de la qualité continue à double stimulus décrite au § 2 de la Recommandation 500-3 (MOD I).

#### 2.2.1.2 Evaluation des dégradations de l'image

Dans une certaine mesure, les mêmes problèmes ont été constatés dans l'échelle de dégradation à cinq notes que dans l'échelle de qualité à cinq notes. Cependant, le GTI recommande que, pour l'évaluation des dégradations de la qualité de l'image, on utilise d'une manière générale la méthode à double stimulus décrite au § 3 de la Recommandation 500-3 (MOD I).

#### 2.2.2 Conditions d'observation pour l'évaluation subjective dans un environnement de TVHD

##### 2.2.2.1 Evaluation des formats de studio de TVHD

Le Rapport 801-2 définit les objectifs de présentation de l'image pour des formats de studio de TVHD.

##### 2.2.2.2 Evaluation des formats de studio classiques obtenus de source de studio de TVHD

Comme ces évaluations concernent des systèmes de télévision déjà étudiés dans les textes du CCIR, l'évaluation des formats de studio classiques doit utiliser les conditions d'observation déjà approuvées et présentées dans la Recommandation 500-3 (MOD I).

##### 2.2.2.3 Evaluation des formats d'émission de TVHD

Il n'est pas établi clairement si les objectifs de présentation de l'image donnés dans le Rapport 801-2 pour les images de studio de TVHD correspondent bien à des conditions d'observation susceptibles d'être rencontrées dans les foyers. Cependant, les évaluations subjectives des formats d'émission de TVHD doivent tenir compte, dans une certaine mesure, des performances supérieures du studio TVHD.

Il est probable, en raison de contraintes imposées à l'émission, que les formats d'émission de TVHD ne soient pas en mesure de reproduire entièrement le niveau de qualité de l'image que peut atteindre un studio de TVHD. Cependant, compte tenu du fait que les formats d'émission tentent de reproduire aussi fidèlement que possible l'image de studio originale et afin de préserver la cohérence des essais subjectifs dans toute la chaîne d'émission de studio TVHD, il est suggéré que les conditions d'observation données dans le projet de Recommandation XB/11 soient également utilisées pour des essais de formats d'émission de TVHD ainsi que pour des essais de formats de studio de TVHD.

##### 2.2.2.4 Evaluation d'images de télévision classiques insérées dans des émissions de TVHD

Etant donné qu'il s'agit d'images de télévision classiques, les conditions d'observation spécifiées dans la Recommandation 500-3 (MOD I) sont applicables.

### 3. Evaluation de la qualité de l'image du format de studio de TVHD

#### 3.1 Evaluation de la qualité fondamentale de l'image

La question qui se pose ici est celle de la qualité des images du format de studio de TVHD avant leur traitement en aval. Les facteurs susceptibles d'influer sur la qualité fondamentale de l'image comprennent, entre autres, la résolution spatiale, la résolution temporelle, la palette de couleur et les caractéristiques de linéarité. L'Annexe I au présent Rapport résume les travaux relatifs aux facteurs d'évaluation de la qualité de l'image de TVHD.

Il est généralement admis qu'une augmentation de la palette de couleur et l'insertion d'un codage de luminance constante constituent des objectifs souhaitables pour le système de studio de TVHD. Toutefois, ces objectifs exigent un traitement du signal plus complexe dans la caméra et dans l'équipement d'affichage; il peut donc devenir nécessaire d'établir un compromis entre les avantages de ces objectifs et les inconvénients résultant de la complexité du traitement du signal.

Pour estimer la valeur de la palette de couleur augmentée et l'incidence du traitement supplémentaire du signal, il faut disposer d'un équipement d'affichage ayant une palette sensiblement plus étendue que les équipements d'affichage à tube cathodique actuels et un signal source convenablement traité pour cet affichage d'une palette de couleur plus étendue. De plus, il faut disposer d'un équipement d'affichage à tube cathodique avec le traitement non linéaire pour transformer le signal source à palette étendue en un signal approprié pour l'équipement d'affichage à palette plus restreinte. Des images fixes contenant une gamme de couleur normale plus quelques couleurs en dehors de la palette restreinte devraient être évaluées par comparaison entre les deux affichages. Pour les couleurs très pures, une source possible est fournie par des boules de fil avec des couleurs saturées. Les matériaux de ce type peuvent donner des couleurs très saturées qui se situent en dehors de la gamme des équipements d'affichage à tube cathodique actuel tout en se prêtant assez bien à une composition de scène. L'évaluation subjective d'une telle scène sur un équipement d'affichage normal à tube cathodique et sur des équipements d'affichage de grande pureté devrait fournir une estimation du gain de qualité.

L'évaluation de méthodes de codage de luminance constante par rapport aux méthodes de codage de luminance non constante devrait se faire par comparaison entre un équipement d'affichage RVB pleine bande et un équipement sur lequel on pourrait afficher des signaux à luminance constante ou des signaux à luminance non constante. Le sujet de la scène devrait comprendre des détails apparaissant en couleurs saturées aussi bien que des éléments d'une scène normale. Les ombres formées sur les boules de fils rouges, verts et bleus saturés constituent un moyen permettant de faire apparaître les détails en couleurs saturées [CCIR, 1986-90a].

Les méthodes normalement utilisées pour évaluer la qualité de l'image (c'est-à-dire les méthodes à double stimulus) exigent généralement une condition de référence qui fournit une qualité supérieure à celle du système à l'essai. En raison de la haute qualité d'un système de studio de TVHD, il est toutefois difficile de réunir les conditions de référence appropriées. C'est pourquoi il peut être opportun d'utiliser des scènes observées directement (fixes et animées) pour créer les conditions de référence nécessaires à l'évaluation des systèmes de studio de TVHD [CCIR, 1986-90b].



### 3.1.1 Méthodologie

La méthode de qualité continue à double stimulus pourrait être employée. La référence utilisable pour les évaluations de qualité de l'image pourrait être la scène observée directement (sous réserve d'un cadrage approprié). L'essai pourrait porter sur la même scène observée par l'intermédiaire du système à l'essai. Les questions de méthodologie associées à l'utilisation de scènes observées directement comme conditions de référence sont récapitulées dans le Document [CCIR, 1986-90b].

### 3.1.2 Conditions d'observation

Voir le projet de Recommandation XB/11.

### 3.1.3 Matériel d'évaluation

Le matériel d'essai pourrait comprendre un certain nombre d'images fixes et des séquences animées. Les sources d'images fixes pourraient être soit des diapositives (rétroprojection) ou des photographies (projetées directement). Pour les séquences animées, les sources pourraient être des dioramas. La condition de référence serait réalisée avec une source observée directement alors que la condition d'essai serait établie lorsque la même source est observée par l'intermédiaire d'une caméra et d'un moniteur. On maintiendrait un cadrage identique pour les deux conditions en réfléchissant le matériel d'essai utilisé pour les deux conditions sur le même miroir d'observation de 16:9. On pourrait passer d'une condition à l'autre au moyen de volets de fermeture sur les trajets optiques. Le passage devrait se faire sous le contrôle d'un expérimentateur.

Les essais comprennent des comparaisons du matériel d'essai réalisé par une caméra vidéo avec le même matériel observé directement. Pour réduire au minimum les effets d'une contamination possible des résultats par des différences inhérentes à la télévision par rapport au "monde réel", il sera nécessaire de contrôler un certain nombre de facteurs qui sont notamment les suivants:

- différences de parallaxe: pendant l'essai, l'observateur ne devrait pas se déplacer de manière significative car cela entraînerait un certain degré de parallaxe dû au mouvement dans la scène observée directement mais non dans celle qui apparaît sur le moniteur;
- profondeur visible: le miroir d'observation affichera alternativement l'image de télévision et la scène source. La composition et l'éclairage des scènes sources devraient être réglés de manière à réduire au minimum les différences de profondeur entre l'image de télévision et la scène observée directement;
- éclairage de la scène: le miroir d'observation affichera alternativement l'image de télévision et la scène source. L'éclairage de la scène source devra être ajusté lorsqu'on modifie le trajet d'affichage pour maintenir l'intensité et la température de couleur ( $D_{65}$ ) à un niveau constant pour les deux images. La température de couleur peut devoir être réglée scène par scène.

Le Document [CCIR, 1986-90a] donne un certain nombre de critères pour la composition des scènes sources. Ceux-ci comprennent:

- la résolution spatiale statique;
- la résolution spatiale dynamique;
- le rendu de luminance;
- le rendu des couleurs;
- le rendu de mouvement.

En outre, il pourrait être utile de compléter cette liste avec d'autres scènes à des fins spéciales. Celles-ci permettraient d'évaluer:

- les effets de profondeur apparents (par exemple, dans les scènes panoramiques);
- le rendu de tons familiers (par exemple, les couleurs de la peau); et,
- sentiment de présence (par exemple, dans un mouvement panoramique);
- performance de papillotement (par exemple, avec de grandes plages secondaires blanches).

#### 3.1.4 Interprétation des résultats

Le système à l'essai devrait s'approcher d'aussi près que possible du niveau de qualité fourni par la référence observée directement. En examinant les résultats, il convient de tenir compte de deux points:

1. Un système de studio de TVHD résultera vraisemblablement d'un compromis entre les diverses caractéristiques qui se rapportent à la qualité. Outre l'examen de la qualité sur la base d'une moyenne des divers éléments du matériel d'essai, il serait judicieux d'étudier les réactions aux différentes scènes sources afin d'identifier les caractéristiques qui pourraient être améliorées.

2. Pour l'interprétation des résultats, il est nécessaire de déterminer, et si possible, de corriger la contamination éventuelle des résultats due aux différences de maturité technique des équipements.

#### 3.2 Evaluation de la qualité de l'image de TVHD après le traitement en aval

Deux éléments sont pris en considération: le traitement postproduction et la conversion des normes.

##### 3.2.1 Traitement postproduction

Les principaux éléments du traitement postproduction sont l'incrustation couleur, le ralenti et la manipulation d'image. Des évaluations effectuées au moment où les normes 4:2:2 de la Recommandation 601 ont été établies tendent à montrer que l'incrustation couleur est l'opération postproduction la plus exigeante. Pour une fréquence de trame et un système de balayage donnés, cela s'appliquera vraisemblablement à la TVHD.

### 3.2.1.1 Evaluation de l'incrustation couleur

#### a) Méthodologie

La méthode avec échelle de dégradation à double stimulus devrait être utilisée à condition de disposer d'une gamme complète de différentes qualités d'image. La référence pour l'évaluation pourrait être une image en incrustation utilisant un signal RGB à largeur de bande complète, en tant qu'image de premier plan. L'essai d'incrustation et les images de référence doivent avoir une qualité optimisée image par image, comme cela serait le cas dans la pratique. On étudie actuellement la méthodologie qu'il convient d'appliquer si une gamme complète de qualités d'image ne peut pas être fournie.

#### b) Conditions d'observation

Voir le projet de Recommandation XB/11.

#### c) Matériel d'évaluation

Le matériel d'évaluation doit représenter des cas critiques pour les types de dégradation susceptibles de faire l'objet d'un traitement par incrustation couleur. Le matériel qui sera vraisemblablement le plus exigeant devra contenir des détails fins animés. Pour la TVHD, l'on ne connaît actuellement aucune séquence d'essai spécifique pour l'incrustation couleur mais il pourrait être approprié d'utiliser des peignes en mouvement, des rubans entrelacés et du verre (transparent) comme dans le Rapport AG/11. La qualité de l'incrustation dépend fortement de l'éclairage de la scène et il convient de veiller tout particulièrement à garantir que cet éclairage soit optimal et stable.

#### d) Interprétation des résultats

Le matériel d'essai ne doit pas être notablement dégradé par rapport au matériel de référence.

### 3.2.1.2 Evaluation du ralenti et de la manipulation d'image

#### Méthodologie, conditions d'observation, matériel d'évaluation, interprétation des résultats

Les évaluations de cette catégorie posent des problèmes liés au fait qu'il est improbable que l'on puisse disposer à l'heure actuelle d'un signal de référence de haute qualité. C'est l'inclusion d'un signal de référence qui donne aux méthodes à double stimulus leurs propriétés utiles. On étudie actuellement une méthode à échelle proportionnelle qui pourrait se révéler suffisamment stable et reproductible sans le recours à une référence. Par ailleurs, il peut y avoir, dans certains cas, un moyen de produire des séquences de référence de haute qualité. Par exemple, le ralenti de haute qualité peut être réalisé si l'on effectue séparément la prise de la séquence source à fréquence d'image supérieure.

### 3.2.2 Qualité de l'image après conversion de normes TVHD vers TVHD

#### a) Méthodologie

Comme indiqué dans la Décision 58-3, l'objectif déclaré de toutes les administrations est de parvenir à une norme mondiale unique de studio de TVHD pour permettre, entre autres, l'échange international de programmes sans nécessité de conversion de normes. Cependant, il se présentera sans doute des cas où une conversion sera nécessaire à partir d'autres formats ou de films de TVHD. En outre, des conversions similaires pourraient être nécessaires avant la production de formats d'émission ayant une fréquence de trame différente de celle de la source. En pareil cas, il convient d'étudier le format d'émission approprié.

Une conversion de norme de fréquence de trame peut faire apparaître des défauts temporels intempestifs passagers et une méthode d'évaluation en deux étapes est proposée ci-après pour permettre une meilleure évaluation globale du système.

#### Evaluations principales

Il s'agit des évaluations qui sont considérées comme étant les évaluations les plus utiles. Une méthode d'échelle de qualité continue à double stimulus devrait être utilisée. Le signal de référence devrait être théoriquement la même image ou la même séquence utilisée comme entrée dans le convertisseur de normes mais injectée cette fois en utilisant les paramètres de balayage du signal de sortie du convertisseur. Si cela n'est pas possible ou si de tels essais devaient se révéler utiles pour d'autres raisons, le signal de référence devrait être le signal d'entrée dans le convertisseur.

#### Evaluations auxiliaires

Au moyen de la méthode à un seul stimulus, (voir la Recommandation 500-3, § 4), on demande à un certain nombre d'observateurs experts d'attribuer une note de qualité globale à plusieurs programmes convertis représentatifs. Il est également possible d'évaluer la fréquence de détection de phénomènes intempestifs mais cela nécessite un complément d'étude.

#### b) Conditions d'observation

Comme indiqué dans le projet de Recommandation XB/11.

#### c) Matériel d'essai

#### Evaluations principales

On doit utiliser un nombre relativement élevé d'images fixes et d'images animées. Un certain nombre de séquences d'évaluation ont été préparées selon un format 1125/60/2:1 pour évaluer la qualité de la conversion TVHD vers YUV/PAL. Ces séquences peuvent, dans certains cas, servir aussi pour l'évaluation de la conversion TVHD-TVHD.

Tambour  
Disque BBC\*  
Automobile rouge\*  
Manège\*

Course de Newbury  
Générique défilant  
Disque NHK  
Football  
Pendule\*  
Interview  
Automobile blanche\*

Une grande diapositive (10" x 8") du port de Kiel est disponible et elle pourrait être utilisée pour produire une image d'essai fixe.

Il a été suggéré que si l'on préparait et diffusait un matériel d'essai sur support numérique (comme cela est fait avec les images classiques conformément à la Recommandation 657), les inconvénients dus aux variations des performances des supports analogiques pourraient être éliminés. Des enregistreurs numériques pour la TVHD sont actuellement en cours de mise au point.

#### Evaluation auxiliaire

On pourrait demander à un certain nombre d'observateurs experts d'évaluer la qualité globale de divers programmes d'une durée de 5 à 20 minutes, comprenant des exemples de différents types de mouvements et de scènes à détails fins. Un exemple pourrait être le programme "This is HDTV" de NHK.

#### Caractéristiques du matériel d'essai

Le matériel d'essai critique pour la conversion des normes est susceptible de comporter des zones de détail fin ayant des vitesses et des directions de mouvement différentes.

##### d) Interprétation des résultats

En interprétant les résultats, il convient de veiller à ce que l'on n'attribue pas au processus de conversion des différences de qualité inhérentes aux deux normes de studio de TVHD. L'utilisation de séquences de référence enregistrées directement selon la norme de sortie serait utile à cet égard.

D'après le Rapport 801-3, la qualité subjective de l'image convertie doit être "virtuellement équivalente" à l'image d'entrée à moins qu'elle ne soit limitée par les paramètres de l'une ou l'autre norme.

#### 4. Evaluations de la qualité des images de studio classiques obtenues à partir d'images TVHD dans un environnement de studio

##### 4.1 Eléments d'évaluation

L'interface entre la TVHD et la télévision classique peut impliquer des conversions du nombre de lignes, de la fréquence de trame et du format d'image, bien que des cas puissent se présenter qui ne nécessitent pas des conversions de

---

\* Il s'agit probablement du matériel le plus critique pour les systèmes de traitement temporels.

la fréquence de trame. Conformément au Rapport 801-3 du CCIR, la qualité de l'image classique doit être la même que pour la production directe dans la norme classique.

#### 4.2 Dégradations dues à la conversion des normes

##### 4.2.1 Dégradations dues à la conversion du nombre de lignes

Les conversions faisant intervenir des changements dans le nombre de lignes actives peuvent se traduire par des perturbations perceptibles des contours des objets qui se déplacent verticalement. Ces perturbations peuvent être plus prononcées pour les conversions qui augmentent le nombre de lignes par rapport à celles qui le diminuent.

##### 4.2.2 Dégradations dues à la conversion de la fréquence de trame

Les conversions faisant intervenir des changements dans la fréquence de trame se traduiront par l'apparition de défauts artificiels tels que le bruitage, limités aux zones animées de l'image. Le niveau de ces dégradations est lié au rapport fréquence de trame/complexité de l'algorithme de conversion. Certaines techniques, telles que la compensation adaptative du mouvement, peuvent ramener ces défauts à des niveaux très bas.

##### 4.2.3 Dégradations dues à la conversion du format d'image

La conversion entre le grand format de la TVHD et le format 4:3 classique peut se traduire par une perte du contenu significatif de l'image ou de résolution. Il ne s'agit cependant pas d'un domaine où les évaluations subjectives sont susceptibles de fournir des directives utiles.

#### 4.3 Evaluation de la qualité de la télévision classique obtenue à partir d'un signal de TVHD

##### 4.3.1 Méthodologie

Il est évident que la qualité des convertisseurs de télévision classiques ne peut être complètement évaluée au moyen de séquences d'images animées. Pour l'évaluation des petites dégradations de portée limitée auxquelles on peut s'attendre, on estime que la méthode de l'échelle de qualité continue à double stimulus est la plus utile. On demande aux observateurs de visionner une paire de séquences, l'une en format de studio classique direct et l'autre en format classique approprié, mais issu de la TVHD.

##### 4.3.2 Conditions d'observation

Les conditions d'observation sont celles que spécifie la Recommandation 500-3 (MOD I).

##### 4.3.3 Matériel d'évaluation

Il convient d'utiliser une large gamme de matériel d'évaluation représentant des cas critiques. Les scènes suivantes ont été recommandées par des experts de NHK et de l'UER pour l'évaluation du convertisseur NHK:

Tambour  
Disque BBC  
Automobile rouge

Manège  
Course de chevaux  
Générique défilant  
Disque NHK  
Football  
Pendule  
Interview  
Automobile blanche.

Les séquences d'essai pourraient être plus significatives si certaines étaient remplacées par des scènes similaires avec des vitesses maximales supérieures.

Deux autres types de séquences, susceptibles d'être plus critiques, pourraient également faire partie de l'essai :

- scènes avec mouvement zoom,
- scènes avec mouvements dans des directions opposées comme sur une place de marché.

Des essais devraient également être effectués avec du matériel traité en aval.

#### 4.3.4 Interprétation

Théoriquement, une interface TVHD - télévision classique devrait donner la même qualité que la télévision classique directe. Mais cette exigence ne sera probablement pas complètement satisfaite pour le rendu du mouvement, et la fréquence des dégradations de l'image évaluées dans les programmes de télévision devrait être étudiée. Cela peut supposer une étude en deux étapes comme celle appliquée à la conversion TVHD-TVHD.

### 5. Evaluation de la qualité des systèmes d'émission de TVHD obtenue à partir d'une norme de studio de TVHD

#### 5.1 Eléments d'évaluation

Les caractéristiques du système qui présentent de l'intérêt pour cette évaluation sont les suivantes:

5.1.1 Qualité fondamentale: Il s'agit de la qualité de l'image dans des conditions de réception parfaites c'est-à-dire lorsque le rapport signal/bruit ou le rapport porteuse/bruit sont élevés.

5.1.2 Caractéristiques de dérangement: Il s'agit de la relation entre la qualité de l'image et le bruit (qui a une caractéristique dépendant du système de modulation utilisé). On peut déterminer la gamme devant faire l'objet de l'évaluation en effectuant un essai préliminaire et en essayant d'obtenir entre 5 et 8 points sur l'échelle. Pour les systèmes à modulation d'amplitude, le rapport signal/bruit est généralement compris entre 25 et 55 dB et pour les systèmes à modulation de fréquence, le rapport porteuse/bruit est compris entre 0 et 30 dB.

5.1.3 Caractéristique d'écho: Il s'agit de la relation entre la qualité de l'image et l'amplitude et le temps de propagation de l'écho. Cela concerne plus particulièrement les systèmes à modulation d'amplitude. La gamme d'évaluation doit être déterminée grâce à des essais préliminaires mais une solution appropriée consisterait à obtenir de l'information sur trois courbes ayant un signal à retard ajouté à un signal sans retard, avec respectivement, un retard de 150 ns, 1  $\mu$ s et 5  $\mu$ s, et avec des amplitudes d'écho comprises entre -5 et -25 dB par rapport au signal utile.

5.1.4 Caractéristique de brouillage: Il convient d'évaluer les caractéristiques de brouillage dans le même canal et dans le canal adjacent.

Il y aurait peut-être lieu d'évaluer les points 2, 3 et 4 ci-dessus à la fois avec et sans embrouillage.

## 5.2 Méthodologie

### Qualité fondamentale

Le problème de conception fondamental pour une émission TVHD est de respecter, aussi fidèlement que possible, les normes visuelles de la TVHD à l'intérieur de la largeur de bande disponible. Pour cela, on peut utiliser le sous-échantillonnage spatial ou temporel, ou les deux.

De telles techniques peuvent donner lieu à des dégradations notables ou à des pertes de qualité qui dépassent celles que l'on peut attribuer au format de studio. Le sous-échantillonnage spatial peut se traduire par des pertes notables dans la résolution horizontale, verticale ou diagonale. Le sous-échantillonnage temporel peut produire des réductions notables de la qualité du rendu du mouvement. Le sous-échantillonnage spatio-temporel peut donner lieu à des pertes notables de la résolution spatiale pour les séquences d'images animées.

Il est clair que l'on a besoin d'images à haute résolution et de séquences d'images animées pour l'évaluation des formats d'émission de TVHD. Cependant, afin de garantir une évaluation globale adéquate et représentative, une méthode d'évaluation à deux étapes est proposée pour ce qui est de la qualité fondamentale.

### Evaluations principales

Il s'agit des évaluations qui sont considérées comme étant les évaluations les plus utiles. Une méthode d'échelle de qualité continue à double stimulus devrait être utilisée. La référence doit être le signal de source de studio et le signal d'essai devrait être le signal d'émission.

### Evaluations auxiliaires

On demande à un certain nombre d'observateurs experts d'attribuer une note de qualité globale à plusieurs programmes représentatifs dans le format d'émission. Il est également possible d'évaluer la fréquence de détection des défauts artificiels mais cela nécessite un complément d'étude.

### Caractéristiques de dérangement, d'écho et de brouillage

Il convient d'utiliser une méthode d'échelle de dégradation à double stimulus conforme à la Recommandation 500-3 (MOD I) § 2.

Deux méthodes peuvent être adoptées:

- caractéristiques de dérangement cumulatif - on considère les points auxquels se produisent des pertes inacceptables par rapport à la référence de haute qualité non dégradée;
- caractéristiques de dérangement non cumulatif - on considère les points auxquels se produisent des pertes inacceptables par rapport aux formats d'émission non dégradée.



### 5.3 Conditions d'observation

Voir le projet de Recommandation XB/11.

### 5.4 Matériel d'essai

#### Qualité fondamentale

Le matériel d'essai doit être choisi dans une gamme d'images fixes et de séquences d'images animées à haute résolution représentant des cas critiques mais pas excessivement.

Un ensemble de séquences d'images animées critiques est disponible sur bande vidéo 1125/60/2:1 et ces séquences peuvent être utiles pour l'évaluation de systèmes d'émission de TVHD:

- Tambour
- Disque BBC
- Automobile rouge
- Manège
- Course de Newbury
- Générique défilant
- Disque NHK
- Football
- Pendule
- Interview
- Automobile blanche.

Une grande diapositive (10" x 8") du port de Kiel est disponible et pourrait être utilisée pour produire une image fixe.

Une source possible pour les évaluations auxiliaires pourrait être le programme "This is HDTV" de NHK. Certaines séquences de ce programme ont des scènes de foule détaillées et des tronçons de 10 à 20 secondes de ces parties pourraient être utiles pour les évaluations principales.

Le matériel d'essai susceptible de représenter des cas critiques doit comporter des scènes à grand détail avec des vitesses et des directions de mouvement différentes.

#### Caractéristiques de dérangement, d'écho et de brouillage

On devrait atteindre des résultats satisfaisants en utilisant seulement un ensemble limité d'images fixes et animées. La note globale moyenne peut généralement être calculée et utilisée de façon significative.

### 5.5 Interprétation des résultats

#### a) Qualité fondamentale

Il semble raisonnable de dire que, pour être efficace, la qualité du signal d'émission de TVHD doit être plus proche de celle du signal de studio de TVHD que de celle du signal RVB de la télévision classique.

En règle générale, il faut que, pour la plupart du matériel, on obtienne un gain de qualité suffisant par rapport à la télévision classique; par ailleurs, les défauts artificiels temporels doivent être suffisamment faibles de manière à ne pas s'écarter de la qualité TVHD.

b) Caractéristiques de dérangement d'écho et de brouillage

(Cette question doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

6. Evaluation de la qualité des images compatibles insérées dans des formats d'émission de TVHD

6.1 Eléments d'évaluation

Certains systèmes d'émission de TVHD sont conçus pour permettre la réception simultanée sur des récepteurs TVHD et des récepteurs classiques. Le § 5 concerne l'évaluation de la qualité d'émission TVHD proprement dite. Le présent paragraphe concerne la qualité du signal classique simultanément reçu.

Au niveau de la conception, un compromis doit généralement être établi entre la qualité obtenue sur l'affichage TVHD et la qualité obtenue sur l'affichage classique, ce qui se traduit par un certain degré de compatibilité dépendant du niveau de dégradation introduit. Cela implique peut-être l'étude des mêmes facteurs qui sont énumérés au § 5 mais cette fois appliqués à l'image compatible.

Les systèmes d'émission de TVHD proposés impliquent un traitement temporel ainsi que d'autres mécanismes qui pourraient causer des dégradations aux images compatibles.

6.2 Méthodologie

Pour la qualité de base, on pourra appliquer la méthode à double stimulus et échelle de qualité continue avec du matériel préparé directement au format d'émission classique ou du matériel directement converti à partir du format TVHD studio comme référence. En ce qui concerne les caractéristiques de défaut, d'écho et de brouillage, on pourra utiliser la méthode de la dégradation à double stimulus, avec du matériel préparé directement au format d'émission classique (sans dégradation additionnelle) ou du matériel converti directement à partir du format TVHD studio (sans dégradation additionnelle) comme référence. Dans tous les cas, le signal d'essai sera l'image reçue compatible.

6.3 Conditions d'observation

Comme indiqué dans la Recommandation 500-3 (MOD I) pour la télévision classique.

6.4 Matériel d'essai

Il convient d'utiliser une série d'images fixes et animées. Pour la réception compatible NTSC, les séquences 1125/60 suivantes pourraient convenir:

Tambour  
Disque BBC  
Automobile rouge  
Manège  
Courses de Newbury  
Générique défilant  
Disque NHK  
Football

Pendule  
Interview  
Automobile blanche.

Les caractéristiques du matériel d'essai doivent correspondre généralement à celles des évaluations décrites au § 5 (c'est-à-dire critiques mais pas exagérément).

#### 6.5 Interprétation des résultats

En termes quantitatifs, il est difficile de déterminer ce que doit être la qualité des images "compatibles", ne serait-ce qu'en raison du caractère continu des échelles d'évaluation.

Les résultats pour chaque image ou séquence d'essai doivent être présentés séparément.

La qualité de l'image insérée doit en principe être "équivalente" à celle du signal de référence. Dans la pratique, il convient d'atteindre un degré de compatibilité approuvé.

#### 7. Evaluation de la qualité du film cinématographique obtenue à partir de matériel source TVHD

(A étudier.)

#### 8. Comparaisons entre différents formats de TVHD en compétition

Occasionnellement il pourra être nécessaire de comparer différents formats en compétition pour la TVHD afin de faire un choix. Le GTI 11/4 estime que ces comparaisons pourraient être particulièrement utiles pour identifier les meilleures caractéristiques des différents formats à l'essai.

##### 8.1 Comparaisons des systèmes de studio de TVHD

On a identifié trois manières de comparer les différents formats de studio en compétition:

- directement, par comparaison côte à côte;
- indirectement, par comparaison implicite à une condition de référence commune dans une seule expérience;
- théoriquement, en établissant différents classements en fonction de conditions optimales déterminées par des moyens psycho-physiques.

8.2 Comparaisons directes: les Documents [CCIR, 1986-90a, c] étudient les questions relatives aux comparaisons directes.

Un complément d'étude est nécessaire.

### 8.3 Comparaisons indirectes

Pour faire une comparaison indirecte, il faut une condition de référence commune qui sert à évaluer chaque système à l'essai. Les méthodes subjectives normalement utilisées pour les comparaisons indirectes (c'est-à-dire les méthodes à double stimulus) emploient des conditions de référence qui permettent généralement d'obtenir une meilleure qualité que celle des conditions à l'essai.

Toutefois, du fait de la haute qualité des systèmes de TVHD de studio en compétition, il est difficile de trouver de telles conditions de référence. C'est pourquoi il peut être indiqué d'avoir recours à des scènes observées directement pour obtenir la condition de référence.

Pour qu'un essai indirect soit valable, la référence directement observée doit rester constante pour tous les systèmes soumis à l'essai. S'agissant des images fixes, on peut bien entendu utiliser à cet effet des transparents ou des photographies. En revanche, pour les images animées, il faut employer des séquences animées entièrement reproductibles pour la condition de référence. Pour cela, on peut utiliser des scènes commandées mécaniquement (par exemple des dioramas).

Il est tout aussi important, sauf pour les différences inhérentes aux formats eux-mêmes, de faire en sorte que le matériel d'essai demeure constant pour tous les systèmes à l'essai. Cela sera possible si la caméra vidéo du système à l'essai sert à enregistrer l'image fixe ou la séquence de référence, à la condition que la référence reste constante.

Il convient de noter que tous les systèmes à l'étude devraient être évalués dans un contexte expérimental unique (c'est-à-dire que les observateurs devraient voir, au cours de l'expérience, une séquence aléatoire des systèmes à l'essai). Pour cela, on peut alterner les caméras utilisées pour les systèmes à l'essai. La valeur qui devrait rester constante doit être choisie de façon à convenir à tous les systèmes à l'essai. Il ne sera peut-être pas toujours possible de déduire des données générales applicables aux conditions énoncées dans le projet de Recommandation XB/11 d'après les résultats obtenus avec les conditions d'observation que permettent les équipements actuels. Il faudrait donc interpréter les résultats des essais de manière à faire la différence entre les valeurs liées à la norme du système et celles concernant la mise en oeuvre pratique.

Les scènes observées directement peuvent fournir une référence dont la qualité est considérablement supérieure à celle des systèmes à l'essai. Si tel est le cas, deux problèmes peuvent se poser:

- 1) les différences de réactions subjectives aux systèmes à l'essai peuvent être réduites au minimum de manière artificielle. Lorsque les observateurs portent un jugement, ils sont en général influencés par la gamme et la répartition de la qualité observée. Lorsque la gamme de qualité (y compris celle indiquée par la référence) est très étendue, les images ayant à peu près la même qualité sont généralement perçues comme ayant une qualité analogue, alors que cette similitude n'est pas si marquée lorsque la gamme de qualité est plus limitée ou en cas de comparaison directe;

- 2) la méthode d'essai préférée peut varier: si les conditions (y compris les conditions de référence et d'essai) portent sur une large gamme de qualité, la méthode à double stimulus utilisant une échelle de dégradation peut être utilisée pour les comparaisons indirectes. Toutefois, si les conditions couvrent une gamme de qualité plus limitée, la méthode préférée est celle de la qualité continue à double stimulus.

En conséquence, deux méthodes sont possibles selon l'objectif de l'essai: si l'essai est censé mettre des systèmes en rapport avec une norme "parfaite", une référence de qualité nettement supérieure et la méthode à double stimulus utilisant une échelle de dégradation peuvent être utilisées. Toutefois, en pareil cas, des différences ténues entre les systèmes risquent de ne pas être décelées. Si les essais ont pour objet d'établir des distinctions subtiles entre les systèmes, l'emploi d'une référence de qualité nettement supérieure devrait être évité et la méthode de la qualité continue à double stimulus devrait être utilisée. On sera peut-être amené, dans ce dernier cas, à limiter la qualité de la scène directement observée au moyen de la composition, de l'éclairage, du filtrage optique, etc.

### 8.3.1 Méthodologie

Selon la gamme de qualité utilisée dans l'essai, on peut faire appel à la méthode de la qualité continue à double stimulus ou à la méthode à double stimulus.

Si la première méthode est retenue, il sera peut-être être utile d'examiner une variante de cette méthode, (décrite dans le Document [CCIR, 1986-90d]) qui utilise des expositions relativement longues afin d'inciter les observateurs à déceler les effets difficiles à percevoir, notamment dans les séquences animées.

Si l'on utilise la méthode de qualité continue à double stimulus, chaque essai comprendra plusieurs affichages alternés des conditions de référence et des conditions d'essai. Pour la moitié des essais (déterminés de manière aléatoire), il faudra présenter la condition de référence en premier; pour les autres essais, on présentera la condition d'essai en premier. Si l'on emploie la méthode d'évaluation à double stimulus, chaque essai comprendra une seule alternance entre la condition de référence et la condition d'essai, la condition de référence étant présentée en premier.

Le matériel d'essai comprendra un certain nombre d'images fixes et de séquences animées. Les sources d'images fixes pourraient être soit des diapositives (rétroprojections) ou des photographies (projetées directement). Les sources des séquences animées pourraient être des dioramas. La condition de référence serait réalisée avec une source observée directement, alors que la condition d'essai serait présentée lorsque la même source est observée via une caméra et un moniteur. On maintiendrait un cadrage identique pour les deux conditions en réfléchissant les matériels d'essai utilisés pour les deux conditions sur le même miroir d'observation de 16:9. On pourrait passer d'une condition à l'autre au moyen de volets de fermeture sur les trajets optiques. Le passage doit se faire sous le contrôle d'un expérimentateur.

Chaque observateur devrait voir le miroir d'observation à travers une ouverture de vision qui permettrait une observation binoculaire, avec peu de mouvements de la tête ou pas de mouvement du tout. Les observateurs pourraient être appelés individuellement ou par petits groupes. Toutefois, si plusieurs observateurs passent en même temps, l'angle de vision (par rapport à la scène) doit être maintenu constant pour tous les observateurs.

Les essais comprennent des comparaisons implicites du matériel d'essai réalisé par caméra vidéo avec le même matériel observé directement. Pour réduire au minimum une contamination possible des résultats par des différences inhérentes à la télévision par rapport au "monde réel", il sera nécessaire de contrôler un certain nombre de facteurs. Ceux-ci sont notamment:

- différences de parallaxe: pendant l'essai, l'observateur ne devrait pas se déplacer de manière significative car cela entraînerait un certain degré de parallaxe dû au mouvement dans la scène observée directement mais non dans celle qui apparaît sur le moniteur;
- profondeur visible: le miroir d'observation affichera alternativement l'image de télévision et la scène source. La composition et l'éclairage des scènes sources devraient être réglés de manière à réduire au minimum les différences de profondeur entre l'image de télévision et la scène directement observée;
- éclairage de la scène: le miroir d'observation affichera alternativement l'image de télévision et la scène source. L'éclairage de la scène source devra être ajusté lorsqu'on modifie le trajet d'affichage pour maintenir l'intensité et la température de couleur ( $D_{65}$ ) à un niveau constant pour tous les différents affichages. La température de couleur peut devoir être réglée scène par scène.

Etant donné que l'on sait que des groupes linguistiques différents utilisent différemment les termes relatifs à l'échelle de qualité et de dégradation, tous les essais devraient être faits dans une seule langue avec des observateurs ayant une bonne connaissance de cette langue.

#### 8.3.2 Conditions d'observation

Voir le projet de Recommandation XB/11.

#### 8.3.3 Matériels d'évaluation

Voir le § 3.1.3

#### 8.3.4 Interprétation des résultats

L'interprétation des résultats se fait sur la base du classement relatif des systèmes en compétition par rapport à la référence commune observée directement. Il convient de tenir compte des points relevés dans le § 3.1.4.

#### 8.4 Comparaisons théoriques

Sur le fond, cette méthode consiste à examiner, paramètre par paramètre, le classement des systèmes possibles en fonction des conditions psycho-physiques pertinentes. Cette méthode est proposée dans le Document [CCIR, 1986-90c]; des exemples de son utilisation (avec des généralisations) sont donnés dans les Documents [CCIR, 1986-90e, f].

9. Comparaisons de formats d'émission de TVHD en compétition

Comme dans le cas des systèmes de studio de TVHD, les comparaisons peuvent être directes, indirectes ou théoriques. Ici, on n'a tenu compte que des comparaisons indirectes. Des exemples de cette méthode sont donnés dans le Document [CCIR, 1986-90g].

9.1 Qualité fondamentale

L'approche est généralement la même que pour les formats de studio de TVHD (§ 8.3). Dans ce cas, la méthode de qualité continue à double stimulus peut être utilisée, avec une seule référence de haute qualité.

9.2 Caractéristiques de dérangement

Ces essais sont en général ceux qui sont indiqués au § 5. Toutefois, le but est de comparer les caractéristiques de dérangement de tous les systèmes en compétition.

10. Autres questions

Dans le Document [CCIR, 1986-90a], d'autres questions connexes sont envisagées: méthodes d'évaluation pour la conversion de la TVHD en fil 35 mm, utilisation des descripteurs de qualité du CCIR, interprétation des objectifs de qualité en termes de résultats numériques d'évaluation, qualité subjective et caractéristique rapport signal à bruit des signaux de TVHD, relations entre les aspects image et son de la TVHD.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FUJIO, T. et autres, [juin 1982] - "High-definition television", NHK technical Monograph, N° 32.

Documents du CCIR

- [1986-90]: a. GTI 11/4 - 160 (GTI 11/4)  
b. GTI 11/4 - 171 (Canada)  
c. GTI 11/4 - 161 (France)  
d. GTI 11/7 - 189 (AHG-BCT)  
e. GTI 11/4 - 146 (France)  
f. GTI 11/4 - 172 (Canada)  
g. GTI 11/4 - 181 (Canada)

Annexe: 1

ANNEXE I

Facteurs d'évaluation propres à l'évaluation globale de la TVHD

Dans une étude récente de grande envergure effectuée en Amérique du Nord, des observateurs ont évalué la TVHD (système MUSE-E par satellite) à la fois en termes absolus et par comparaison avec des images NTSC de qualité studio [LUPKER, S. et autres, 1988a; LUPKER, S. et autres, 1988b; CCIR, 1986-90]. Les évaluations portaient à la fois sur la qualité globale de l'image et sur des facteurs d'évaluation spécifiques, dont la netteté de l'image, la qualité de la couleur, le rendu du mouvement, le rendu de la profondeur, la luminosité de l'image, les dimensions et le format de l'écran. Les résultats ont montré que:

1. Les jugements absolus de la TVHD seulement sont concentrés à la fin de l'échelle de qualité, ce qui laisse supposer des problèmes éventuels si les résultats des essais séparés avec différents systèmes de TVHD devaient être comparés sur la base des jugements de qualité absolus.
2. Des observateurs ont pu répondre avec discrimination aux différents facteurs d'évaluation, ce qui suggère que la méthode des facteurs spécifiques pourrait être utile dans les évaluations futures.
3. Les appréciations de la qualité de l'image globale étaient fortement liées à la plupart, mais non à l'ensemble, des facteurs d'évaluation en fonction desquels la TVHD a été perçue comme étant différente de la norme NTSC, ce qui suggère que la qualité globale de l'image peut ne pas entièrement refléter les réactions de l'observateur.
4. Les appréciations relatives aux facteurs spécifiques ont été dans une certaine mesure interdépendantes, ce qui suggère des hiérarchies possibles entre les facteurs utilisés dans les évaluations, et l'existence possible de facteurs de qualité fondamentaux d'ordre inférieur.
5. Les appréciations de la qualité globale de l'image ont été dans une certaine mesure affectées par les facteurs d'évaluation différents en fonction de la distance d'observation, ce qui suggère la nécessité d'un examen approfondi des distances d'observation à utiliser dans les évaluations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LUPKER, S., ALLEN, N. et HEARTY, P. [1988a]. The North American High Definition Television Demonstrations to the Public: The Detailed Survey Results.

LUPKER, S., ALLEN, N. et HEARTY, P. [1988b]. The North American Public Demonstrations of High Definition Television: An Overview of the Survey Results.

Documents du CCIR

[1986-90]: GTI 11/4 - 144 (Canada).

---



PROJET

RAPPORT XG/11\*

ENREGISTREMENT DE PROGRAMMES DE TELEVISION A HAUTE  
DEFINITION SUR BANDES VIDEO ET VIDEOSQUES

(Question 18/11, Programme d'études 18S/11)

1. Introduction

Cette question fait partie du Programme d'études 18S/11 "Enregistrement de programmes de télévision à haute définition" mais ne fait encore l'objet d'aucune Recommandation du CCIR.

On a mis au point des types expérimentaux de magnétoscopes de TVHD, faisant appel à des techniques analogiques et numériques et utilisés pour des essais de production de programmes par des radiodiffuseurs. En outre, il a été procédé à une démonstration de prototypes d'enregistreurs sur disque qui enregistrent des séquences de courte durée et des images fixes. Les techniques utilisées comprennent l'enregistrement optique, l'enregistrement magnéto-optique et l'enregistrement capacitif électronique, avec modulation tant analogique que numérique.

2. Enregistrement analogique sur bande

Les techniques d'enregistrement analogique de programmes de TVHD sont analogues à celles utilisées pour la télévision classique, avec modulation de fréquence et bandes à haute performance. Pour obtenir la grande largeur de bande requise, on utilise plusieurs canaux associés à une vitesse d'enregistrement élevée et à des largeurs de piste étroites. Plusieurs méthodes différentes pour répartir les composantes de la bande de base du signal de TVHD entre les canaux ont fait l'objet de démonstrations.

Comme exemples rendant compte de ce développement, citons:

- un enregistreur à deux canaux avec enregistrement de la luminance (20 MHz) et de la différence de couleur séquentielle en ligne (7 MHz) sur des canaux différents, chacun étant optimisé séparément. Avec une bande (Co) $\alpha$  - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> classique, on peut ainsi obtenir un rapport signal/bruit de 42 dB pour la composante de luminance et de 45 dB pour la composante de différence de couleur [Shibaya et autres, 1982];
- des enregistreurs à quatre canaux avec une largeur de bande de 10 MHz dans chaque canal. Deux canaux sont combinés pour acheminer la composante de luminance (20 MHz), chacun des deux autres canaux acheminant l'une des deux composantes de différence de couleur (10 MHz). A cette fin, le signal de luminance fait

---

\* Ce Rapport doit être porté à l'attention de la CEI.

l'objet d'un dédoublement de bande et d'une extension temporelle 2:1 avant enregistrement. On a mis en oeuvre des enregistreurs de ce type avec des mécanismes d'entraînement de la bande de format B modifié (pour les systèmes à 50 Hz) et de format C (pour les systèmes à 60 Hz), permettant de porter la durée des programmes à 75 minutes avec des bobines de 14 pouces. Dans le cas du format B, avec l'emploi de bandes à particules métalliques, un rapport signal/bruit  $\geq 40$  dB pour chaque composante a été relevé;

- un appareil à cassettes avec signaux de luminance multiplexés par répartition dans le temps (20 MHz) et signaux de différence de couleur séquentiels en ligne (7 MHz), faisant ensuite l'objet d'une extension temporelle et enregistrés sur deux canaux. On utilise une bande à particules métalliques de 1/2 pouce, donnant une durée d'enregistrement de 63 minutes avec une cassette de mêmes dimensions qu'une cassette VHS conventionnelle. Les valeurs du rapport signal/bruit relevées sont respectivement de 41 dB pour la luminance et de 45 dB pour la différence de couleur [CCIR, 1986-90a; Shibaya et autres, 1988]. Ce format d'enregistrement comporte quatre canaux audio numériques de haute qualité (linéaires à 16 bits, 48 kHz) multiplexés avec l'image.

### 3. Enregistrement numérique sur bande

L'enregistrement numérique de la TVHD, qui s'est développé rapidement pour répondre à la nécessité d'améliorer la transparence et la souplesse d'exploitation, a débouché sur la mise au point d'un enregistreur très performant faisant appel aux techniques d'enregistrement sur bobines séparées [CCIR, 1986-90b, Tanimura, H. et autres, 1987; Tsujikawa, K. et autres, 1988].

Les caractéristiques de ce magnétoscope sont récapitulées au Tableau I.

Le Document [CCIR, 1986-90c] traite de certains aspects des modifications requises pour enregistrer sur cet appareil des signaux de TVHD conformes à la norme 1375/50.

La mise au point d'un appareil à cassettes nécessitera de nouvelles études et fera vraisemblablement appel à l'application de techniques de compression de données dans le processus d'enregistrement [CCIR, 1986-90d].

### 4. Enregistrement sur disque

Les vidéodisques constituent la formule appropriée lorsque l'accès aléatoire à des séquences de programme est nécessaire. Les techniques qui ont été explorées pour cette application comprennent les enregistrements optiques (enregistrement unique, lecture uniquement), l'enregistrement magnéto-optique (réenregistrable) et l'émulation de disques à mémoire RAM. Dans le cas de l'enregistrement de signaux en composantes MF, la longueur de séquence maximale est limitée à 15 minutes. Dans le cas de l'enregistrement numérique, la longueur de séquence, réduite encore davantage, est ramenée à 600 trames (pour les systèmes à 30 Hz) [CCIR, 1986-90e]. De nouveaux progrès restent à accomplir pour assurer la viabilité pratique de l'enregistrement sur disque dans les studios d'enregistrement professionnels.

TABLEAU I

Caractéristiques du magnétoscope numérique TVHD

Vidéo	Fréquence d'échantillonnage	Y	74,25 MHz
		Ps, Pr	37,125 MHz
	Forme de codage		MIC avec quantification uniforme 8 bits par échantillon
	Nombre de lignes actives par trame		1035
	Nombre d'échantillons par ligne active numérique	Y	1920
		Ps, Pr	960
	Nombre de lignes de zone d'usager par trame		Plus de 5
	Réponse en fréquence	Y	0 ~ 27 MHz ± 0,5 dB ~ 30 MHz + 0dB/-1,5 dB
		Ps, Pr	0 ~ 13,5 MHz ± 0,5 dB ~ 15 MHz + 0dB/-1,5 dB
	Rapport signal/bruit	Y, Ps, Pr	Plus de 56 dB
Réponse impulsionnelle	Impulsion 2T Inclinaison Linéarité	Moins de 1% Moins de 1% Moins de 1%	
Code de correction d'erreur		Structure du code des équipements Reed Solamon	
Audio	Fréquence d'échantillonnage		48 kHz
	Forme de codage		Au moins 16 bits par échantillon Possibilité d'enregistrer jusqu'à 20 bits
	Nombre de canaux	Numérique	8 canaux
		Analogique	1 canal
		Code temporel	1 canal
Réponse en fréquence	Numérique	20 Hz ~ 20 kHz + 0,5dB/-1,0 dB	
Mécanisme	Structure mécanique		Utilise un magnétoscope de type C à un pouce
	Durée de lecture maximale		96 minutes avec bobines de 14 pouces 63 minutes avec bobines de 11,75 pouces
	Bande		Bande à revêtement métallique Force coercitive (Hc): 1450 Oersted Force de rétention (Br): 2450 Gauss
Vitesse de la bande		805,2 mm/s	
Têtes vidéo		Enregistrement: Sendust sputter (TW=33 u) Lecture: Ferrite (TW=40 u)	
Vitesse de rotation de l'analyseur		7200 tours/minute	
Vitesse d'enregistrement		51,5 m/s	
Longueur d'onde d'enregistrement minimale		0,69 μm	
Nombre de canaux vidéo		8	

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

SHIBAYA, H. et autres, [1982] - Development of a VTR for high definition television. Tomorrow's Television SMPTE, pages 237 à 247.

SHIBAYA, H. et autres, [octobre 1988] - An industrial application HI-vision VTR using the new 1/2-inch video cassette. 130th SMPTE Tech. Conf.

TANIMURA, H. et autres, [1987] - HDTV digital tape recording. Montreux Symposium Records, pages 300 à 319.

TSUJIKAWA, K. et autres, [1988] - HDTV digital VTR. Synopses of papers 130th SMPTE Technical Conference and Equipment Exhibit.

Documents du CCIR

- [1986-1990]:
- a. 10-11/4-143 (Japon)
  - b. 10-11/4-142 (Japon)
  - c. 10-11/4-155 (URSS)
  - d. 10-11/4-154 (Canada)
  - e. 10-11/4-145 (Japon).
-

PROJET

RAPPORT 294-6 (MOD EX)\*

NORMES POUR L'ÉCHANGE INTERNATIONAL DE PROGRAMMES DE  
TÉLÉVISION EN NOIR ET BLANC ET EN COULEUR SUR FILM

(Questions 28/11, 40/11, 41/11, Programmes d'études 28A/11, 40A/11, 41A/11 et 41B/11)

(1963-1966-1970-1974-1978-1982-1986)

**1. Introduction**

Les multiples aspects de l'échange international de programmes de télévision sur film font l'objet des Questions et Programmes d'études énumérés ci-après.

Question 41/11: «Echange international de programmes de télévision enregistrés sur film»

Programme d'études 41A/11: «Normes applicables aux images pour l'échange international de programmes de télévision enregistrés sur film»

Programme d'études 41B/11: «Normes applicables aux pistes sonores de type optique pour l'échange international des programmes de télévision enregistrés sur film»

Question 40/11: «Méthodes de synchronisation entre différents systèmes d'enregistrement et de lecture»

Programme d'études 40A/11: «Enregistrement d'informations de code temporel de commande sur bandes magnétiques de télévision»

Question 28/11: «Echange international de programmes de télévision enregistrés. *Addition, aux programmes de télévision sur film ou sur support magnétique, de données pour la commande d'équipements automatiques*»

Programme d'études 28A/11: «Echange international de programmes de télévision enregistrés. *Addition, aux programmes de télévision enregistrés sur bande magnétique, sur film ou autre support, de données pour la commande d'équipements automatiques*»

Le présent Rapport décrit l'état d'avancement des études énumérées dans les Programmes d'études mentionnés.

**2. Normes applicables aux images**

2.1 Le Programme d'études 41A/11 «Normes applicables aux images pour l'échange international de programmes de télévision enregistrés sur film» porte sur les caractéristiques techniques et les normes applicables aux images des programmes de télévision sur film destinés à l'échange international.

La Recommandation 265 décrit ces caractéristiques techniques et ces normes; la Recommandation 501 (avec les Annexes I et II) décrit les méthodes pour l'évaluation subjective de l'élément image de films destinés à la télévision.

2.2 Le § 3.4 de la Recommandation 265 stipule les densités maximales et minimales du film pour une reproduction fidèle des images en télévision.

Dans [CCIR, 1978-82], il est indiqué qu'au Royaume-Uni la gamme de densités maximales utilisée pour une reproduction optimale des couleurs a été élargie, de sorte qu'elle est comprise entre 0,2 et 2,5. Le doc. [CCIR, 1982-86a] donne de plus amples informations sur la pratique suivie au Royaume-Uni, y compris les caractéristiques de transfert des films, ainsi que des résultats d'essai obtenus avec un télécinéma.

2.3 Le Programme d'études 41A/11 demande que l'on définisse les caractéristiques de télécinéma requises pour obtenir une reproduction optimale des films couleur utilisés en télévision. Le doc. [CCIR, 1974-78a] demande que l'on distingue deux types d'utilisation du film en télévision, d'où la nécessité de définir deux modes d'utilisation du télécinéma (voir les Recommandations 265 et 501).

Le premier type d'utilisation du film en télévision consiste en la diffusion de longs métrages commerciaux, de documentaires ou de films d'actualité. Ces films parviennent à l'organisme chargé de les diffuser avec un contenu artistique qui ne doit pas être changé. Les télécinémas, utilisés pour analyser ces films, doivent produire des images qui s'approchent de celles qui sont vues lorsqu'on projette le film dans les conditions spécifiées par la Recommandation 501.

\* Le Directeur du CCIR, conformément au Vœu 16, est prié de transmettre le présent Rapport à l'ISO.

Le second type concerne l'utilisation des films dans la production de programmes de télévision. Dans ce cas, les images provenant de films peuvent être mêlées à des images provenant de caméras de télévision et les décisions de nature artistique sont prises au sein de l'organisme de production. Les télécinémas utilisés pour analyser ces films doivent offrir des traitements de signaux permettant d'obtenir des images proches de celles des caméras de télévision ou représentatives de la scène originale.

On pense que le § 1 du dispositif du Programme d'études 41A/11 ne devrait concerner que le premier type d'utilisation du télécinéma.

2.4 Le § 3 du dispositif du Programme d'études 41A/11 traite des méthodes de mesure et de spécifications à utiliser pour définir les écarts colorimétriques des films destinés à l'échange international de programmes de télévision en couleur. Le doc. [CCIR, 1974-78b] communique des données montrant qu'il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de définir une méthode simple et objective d'évaluation de l'équilibre colorimétrique des films en utilisant les appareils de mesure normalisés couramment employés dans les laboratoires de développement parce que les images neutres obtenues sur différents types de film ont des courbes de transmission spectrales différentes. Des mesures objectives fiables ne peuvent être obtenues qu'à l'aide de densitomètres présentant une réponse spectrale très proche de celle de l'observateur normalisé de la CIE.

2.5 Le champ de réception assurée pour les titres et les sous-titres des films anamorphosés destinés à la télévision est spécifié dans la Norme 1223-1981 de l'ISO.

### 3. Normes applicables aux pistes sonores

Le Programme d'études 41B/11 «Normes applicables aux pistes sonores de type optique pour l'échange international des programmes de télévision enregistrés sur film» porte sur les caractéristiques techniques et les normes applicables au son des programmes de télévision sur film destinés à l'échange international.

La Recommandation 265 décrit ces caractéristiques techniques et ces normes.

### 4. Pratiques d'exploitation

Les pratiques d'exploitation pour l'échange international de programmes de télévision sur film sont également décrites dans la Recommandation 265.

La Recommandation 14/3 de l'OIRT (1983) [CCIR, 1982-86b], spécifie les paramètres techniques de l'OIRT pour l'échange international de programmes de télévision, qui concordent pour l'essentiel avec la Recommandation 265.

La question de l'information à faire figurer sur l'étiquette du conteneur de film est toujours d'actualité et certains pays utilisent, à leur avantage réciproque, un format multilingue normalisé pour cette étiquette. Les administrations sont invitées à présenter des contributions sur ce sujet aussi.

On a poursuivi activement les études sur les amorces pour insertion de programmes qui relèvent également de la compétence de l'ISO/TC 36. Les propositions présentées par l'UER dans ce domaine [CCIR, 1970-74], figurent dans l'Annexe I au présent Rapport. Il faut espérer que de nouvelles contributions seront présentées sur ce sujet et qu'il sera possible de parvenir à un accord sur une amorce pouvant être utilisée à la fois pour la télévision et le cinéma.

### 5. Signaux de données

La question 28/11 «Echange international de programmes de télévision enregistrés. *Addition, aux programmes de télévision sur film ou sur support magnétique, de données pour la commande d'équipements automatiques*», porte sur l'addition, aux programmes de télévision enregistrés, de données pour la commande d'équipements automatiques de stations de télévision; des contributions sur le sujet sont demandées. Le Programme d'études 28A/11 porte sur cette question pour l'enregistrement sur film et sur bande magnétique.

Aucune Recommandation ou Rapport n'est encore disponible sur ce sujet.

### 6. Synchronisation de l'image et du son

La Question 40/11 «Méthodes de synchronisation entre différents systèmes d'enregistrement et de lecture» et le Rapport 468, qui porte le même titre, traitent de la synchronisation des images et du son. Le Rapport tient compte de la Publication 461 de la CEI sur le code temporel de commande pour les magnétoscopes. L'Annexe I au Rapport 964 (Recommandation technique R25 de l'UER), porte sur le cas particulier de l'échange international de programmes de télévision avec deux pistes sonores ou plus sur supports séparés.

D'autres contributions sont attendues sur les problèmes de la synchronisation des images de film et du son associé.

## 7. Développements récents

Une étude de faisabilité effectuée aux Etats-Unis d'Amérique par la Society of Motion Picture and Television Engineers est décrite dans le Document [CCIR, 1986-1990a]. Ce rapport examine l'utilisation d'une seconde cadence de 30 images par seconde pour la production et la distribution des films cinématographiques. Ce document rapporte les résultats de la SMPTE lorsque les films à 30 images par seconde sont utilisés pour la projection cinématographique.

a) La perception du papillotement est significativement plus importante à 24 images/seconde qu'à 30 images/seconde, la perception augmentant encore pour les fortes luminances d'écran (les pratiques normales de projection optique, utilisant un obturateur à deux volets, étaient utilisées).

b) Pour ce qui est de l'effet stroboscopique dans les mouvements, on a noté une amélioration significative lorsque la projection et la prise de vue sont effectuées à 30 images par seconde, par rapport aux résultats obtenus à 24 images par seconde.

c) On a constaté un autre avantage imprévu du tournage à 30 images par seconde, à savoir la réduction de la granularité apparente sur l'écran. Cette amélioration est encore supérieure aux fortes luminances.

Cette étude porte aussi sur la possibilité d'utiliser des pellicules à trois perforations par image au lieu de quatre, pour les films en 35 mm, afin de réduire la consommation de pellicule. Cette modification, associée à l'adoption d'une cadence de 30 images/seconde permettrait une économie nette supérieure à 6 pour cent de la longueur de film utilisée.

Les conséquences techniques de l'utilisation de tels films dans l'environnement TV ne sont pas encore déterminées. Des contributions sur ce sujet sont souhaitées.

## 8. Améliorations futures

Plusieurs organisations ont montré que la précision de l'interpolation temporelle d'images peut être améliorée par la détection et la prévision du mouvement. On peut utiliser ce traitement avec un télécinéma pour produire une régularité de mouvement nettement améliorée, comparable à celle d'une caméra de télévision normale, au lieu de la reproduction saccadée du mouvement qu'on rencontre souvent avec les mouvements sur film. Au lieu d'obtenir deux trames vidéo successives ou plus à partir d'une même image de film, ce procédé permet l'interpolation de trames vidéo successives entre les images du film quand elles ne coïncident pas avec les instants des images de film correspondantes, d'où une meilleure approximation de l'apparition correcte du mouvement échantillonné par la fréquence de trame vidéo.

Un tel traitement est très complexe, presque autant à certains égards, que celui qu'effectue un convertisseur de normes à compensation de mouvement, mais il fournit aussi de très appréciables avantages. Cette complexité est à peu près indépendante de la fréquence d'image du film et de la fréquence de trame de télévision. L'équipement de traitement peut être affecté à plusieurs télécinémas.

On estime qu'à long terme le coût et la taille de ces dispositifs pourront être réduits, ce qui permettra de les incorporer dans les télécinémas eux-mêmes. La tendance étant à l'installation de télécinémas en petit nombre fonctionnant en commun dans des installations spécialisées, le coût supplémentaire de la détection et de l'interpolation du mouvement serait réparti entre les utilisateurs [CCIR, 1986-90b].

[CCIR, 1986-90C] décrit une méthode de mesure de la vitesse du mouvement qui repose sur un procédé de corrélation de phase.

Une application de ces méthodes d'interpolation temporelle d'images dans un télécinéma laser de TVHD a été mise en oeuvre au Japon; elle est décrite dans [CCIR, 1986-90d].

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

##### Documents du CCIR

[1970-74]: 11/257 (UER)

[1974-78]: a. 11/71 (Etats-Unis d'Amérique); b. 11/70 (Etats-Unis d'Amérique)

[1978-82]: 11/284 (Royaume-Uni)

[1982-86]: a. 11/78 (Royaume-Uni); b. 11/103 (OIRT)

[1986-90]: a. 11/135 (CBS)

b. GTIM 10-11/4-146 (CBS)

c. GTIM 10-11/4-129 (BBC)

d. GTIM 10-11/4-144 (Japon).



## ANNEXE I\*

### AMORCE DE FILM UNIVERSELLE POUR LE CINÉMA ET LA TÉLÉVISION

#### 1. Introduction

Au cours de l'histoire du film, on a conçu un grand nombre d'amorces de types différents. L'amorce consiste essentiellement en une certaine longueur de pellicule que l'on fixe en début du film pour aider à sa mise en place dans le télécinéma ou le projecteur cinématographique. Lorsqu'elle est marquée d'une information visuelle appropriée, elle peut être utilisée pour s'assurer que l'on dispose d'un temps suffisant pour amener l'appareil à sa vitesse de régime et arriver au début de l'information de programme à un moment déterminé. Il est également courant que l'amorce comporte des marques qui facilitent la synchronisation du son et de l'image. Les recommandations de base sur l'amorce sont contenues dans la Recommandation 265.

La raison de l'existence d'amorces différentes se trouve dans le fait que les exigences visuelles pour la projection cinématographique tendent à être différentes de celles pour la télévision. Une complication supplémentaire tient à ce que certains systèmes utilisent 24 images par seconde et d'autres 25 images par seconde. On rencontre ces derniers lorsque la fréquence de trame du système de télévision est 50 Hz.

Il est très souhaitable d'arriver à une réduction substantielle du nombre des amorces en service, car des erreurs d'exploitation se produisent par suite de la non-connaissance de la signification de certaines marques (en particulier, celles concernant la synchronisation du son) lorsqu'on utilise une amorce non familière. Il serait également avantageux de disposer d'une amorce convenant à la fois aux projecteurs cinématographiques et aux télécinémas; elle devrait également permettre la synchronisation de tous les systèmes d'enregistrement séparé du son rencontrés en pratique et donner une précision suffisante à la mise en route des appareils, lorsqu'on l'utilise dans des systèmes à 24 ou à 25 images par seconde.

La présente Annexe contient une proposition d'amorce destinée à répondre à ces exigences.

La formule adoptée comporte un très petit nombre de signes et constitue de la sorte une structure de base sur laquelle des amorces nationales plus élaborées peuvent éventuellement être développées. Le but de cette structure est de permettre à n'importe quel opérateur, dans n'importe quel pays, de n'avoir affaire qu'à des images familières. L'amorce originale peut ainsi être conservée avec n'importe quel film faisant l'objet d'un échange.

Le projet a été établi par le Sous-groupe G3 du Groupe de travail G de l'UER, qui s'est fondé sur divers projets d'amorces nationales ou internationales pour établir une norme susceptible de convenir à un maximum d'utilisateurs. Des exemplaires de l'amorce ont été réalisés par Sveriges Radio, qui les a expérimentés au cinéma et à la télévision. Cette expérimentation a permis de constater que le projet convient aux deux types d'exploitation.

#### 2. Description de l'amorce

La forme générale de la proposition suit celle du Document ISO/TC 36 (octobre 1968) de l'ISO intitulé «Leaders and run-out trailers for 35 mm and 16 mm release prints». Parmi d'autres documents sur le même sujet, citons les Documents AFNOR Pr S 25-003, DIN 15 698, BSI 69/5182 et ASA PH22.55-1966. Les changements incorporés dans le présent Rapport ont été jugés nécessaires pour disposer d'une amorce convenant aussi bien aux films utilisés par la télévision qu'aux films projetés dans les salles de cinéma.

Les amorces sont normalement divisées en trois sections:

- une section de protection, constituée d'une pellicule blanche,
- une section d'identification,
- une section de synchronisation.

Seules, les deux dernières sections sont reproduites dans la Fig. 1 (Amorce de film universelle) du présent Rapport et l'on donnera dans ce qui suit quelques détails sur leur conception.

##### 2.1 Section d'identification

La section d'identification commencera à l'image N° 307 (marquée «HEAD» (Tête)) et finira à l'image N° 241. Elle contiendra les informations conformes aux dispositions de la Recommandation 265, § 3.9.

Les images N°s 288 et 264 portent respectivement les repères de comptage 12 et 11 et, bien qu'elles tombent dans la section d'identification, elles constituent une extrapolation de la section de synchronisation utilisée dans certaines opérations de doublage lorsqu'un temps de mise en marche très long est nécessaire.

\* La présente Annexe est basée sur le doc. [CCIR, 1970-74].

2.2 Section de synchronisation

2.2.1 Vitesse de projection

Les distances entre les images repères principales (N<sup>os</sup> 48, 72, 96, etc.) sont de 24 images, conformément à la pratique normale du cinéma en matière d'amorce. Les «éclairs» produits par la projection de ces images à faible densité interviendront donc à des intervalles d'une seconde, une fois que le projecteur a atteint sa vitesse de régime.

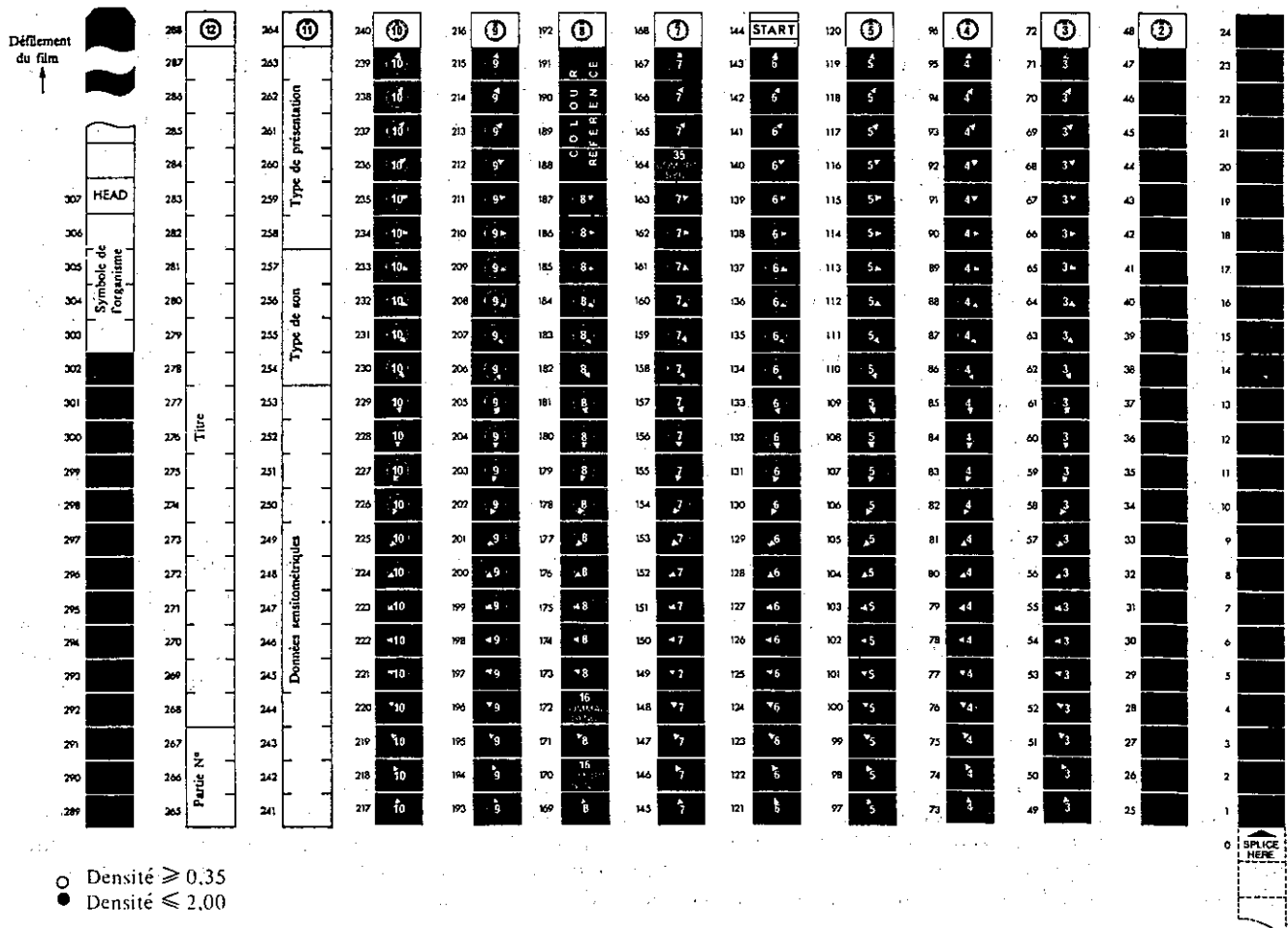


FIGURE 1 - Amorce de film universelle

Pendant une partie du passage de la section de synchronisation dans le projecteur ou le télécinéma, la vitesse de la machine augmentera de zéro à la vitesse normale de 24 ou 25 images/s; même lorsque la stabilité est atteinte, la mesure précise d'une seconde n'est pas en général de très grande importance sur le plan de l'exploitation, car l'ordre de démarrage doit être donné avec une connaissance préalable des caractéristiques de mise en route de l'appareil.

Pour cette raison, on estime qu'il n'y aurait pas d'avantage substantiel à disposer d'amorces différentes pour 24 images/s et pour 25 images/s. La majorité des utilisations étant à 24 images/s, c'est sur cette cadence que l'on doit se fonder.

2.2.2 Caractéristiques image par image de la section de synchronisation

Image 240

La section de synchronisation démarre à l'image N<sup>o</sup> 240 avec un repère de comptage constitué par le nombre 10 entouré par deux cercles marqués tous les 15°. Le nombre et l'«horloge» sont en noir sur blanc, mais la densité minimale ne peut être inférieure à une valeur déterminée par la surcharge des télécinémas. Un triangle noir indique 0°.

Images 239 à 217

Repère de comptage 10 en blanc sur noir. La cadence de 24 images/s est indiquée par une aiguille blanche tournant autour d'un point central, de 15° à chaque image.

<i>Image 216</i>	Repère de comptage 9. Pour le reste, comme pour l'image 240.
<i>Images 215 à 193</i>	Repère de comptage 9. Pour le reste, comme pour les images 239 à 217.
<i>Image 192</i>	Repère de comptage 8. Pour le reste, comme pour l'image 240. Cette image correspond à l'indication «START» (Départ) de l'Academy Head Leader ou au «PICTURE START» de l'amorce universelle de la SMPTE.
<i>Images 191 à 188</i>	Quatre images noires portant l'indication «COLOUR REFERENCE» (Référence couleur) (dans le sens longitudinal du film) et destinées à être remplacées par quatre images de référence en couleur dans l'amorce de toute copie originale.
<i>Images 187 à 173</i>	Repère de comptage 8. Les indications de l'aiguille vont de 75° à 285°.
<i>Image 172</i>	Indication pour le placement, sur le lecteur de son, des films de 16 mm avec piste magnétique: 16 COMMAG SYNC, imprimée en lettres blanches (espacement correct par rapport à l'image 144).
<i>Image 171</i>	Repère de comptage 8. Indication de l'aiguille: 315°.
<i>Image 170</i>	Indication pour le placement, sur le lecteur de son, des films de 16 mm avec piste optique: 16 COMOPT SYNC (espacée correctement par rapport à l'image 144).
<i>Image 169</i>	Repère de comptage 8. Indication de l'aiguille: 345°.
<i>Image 168</i>	Repère de comptage 7. Pour le reste, comme pour l'image 240.
<i>Images 167 à 165</i>	Repère de comptage 7. Indications de l'aiguille: de 15° à 45°.
<i>Image 164</i>	Indication pour le placement, sur le lecteur de son, des films de 35 mm à piste optique: 35 COMOPT SYNC (espacée correctement par rapport à l'image 144).
<i>Images 163 à 145</i>	Repère de comptage 7. Indications de l'aiguille: de 75° à 345°.
<i>Image 144</i>	«START». L'image de référence pour la synchronisation de toutes les pistes son.
<i>Images 143 à 121</i>	Repère de comptage 6. Indications de l'aiguille: de 15° à 345°.
<i>Image 120</i>	Repère de comptage 5. Pour le reste, comme pour l'image 240.
<i>Images 119 à 97</i>	Repère de comptage 5. Indications de l'aiguille: de 15° à 345°.
<i>Image 96</i>	Repère de comptage 4. Pour le reste, comme pour l'image 240.
<i>Images 95 à 73</i>	Repère de comptage 4. Indications de l'aiguille: de 15° à 345°.
<i>Image 72</i>	Repère de comptage 3. Pour le reste, comme pour l'image 240.
<i>Images 71 à 49</i>	Repère de comptage 3. Indications de l'aiguille: de 15° à 345°.
<i>Image 48</i>	Repère de comptage 2. Pour le reste, comme pour l'image 240.
<i>Images 47 à 1</i>	Noires.
<i>Image 0</i>	Blanche avec texte noir «SPICE HERE» (Collage ici) et un triangle qui marque la jonction entre amorce et programme, c'est-à-dire entre les images 1 et 0.

### 2.2.3 Conception technique

#### 2.2.3.1 On propose les densités approximatives suivantes:

densité du blanc (densités faibles)  $\geq 0,35$

densité du noir (densités fortes)  $\leq 2,00$

#### 2.2.3.2 Les fonds auront le format 4 x 3 et une ligne blanche sera ménagée entre les images.

2.2.3.3 L'indication «START» et les repères de comptage sont limités à une demi-hauteur d'image pour permettre leur lisibilité lorsqu'ils sont utilisés comme image fixe pour le réglage des télécinémas à spot mobile.

### 2.2.4 Enregistrement sonore séparé

Dans le système SEPMAG, le film magnétique son doit comporter une perforation de très petite dimension (de l'ordre du millimètre) à l'emplacement qui correspond, dans l'enregistrement sonore, au repère «START» sur l'amorce. Pour permettre à l'utilisateur de trouver facilement cet emplacement, un morceau de bande adhésive peut avoir été préalablement collé sur le film magnétique son.

Un autre moyen pour assurer la correspondance du démarrage image et son consiste à utiliser l'amorce décrite ci-dessus, également pour le film magnétique son.

PROJET

RAPPORT XH/11

ECHANGE INTERNATIONAL DE PROGRAMMES  
PRODUITS ELECTRONIQUEMENT AU MOYEN DE LA  
TELEVISION A HAUTE DEFINITION

(Question 18/11)

1. Introduction

Ce Rapport traite de l'échange international de programmes de TVHD sur films et bandes.

Ces échanges consistent en la distribution de programmes de TVHD aux radiodiffuseurs qui souhaitent les utiliser pour des émissions de TVHD ou pour des émissions dans des systèmes de télévision classiques.

2. Echanges internationaux

Lorsque les programmes de TVHD sont produits électroniquement et que les radiodiffuseurs souhaitent les utiliser pour des émissions de TVHD, on pourrait concevoir que la distribution se fasse:

- au moyen d'une représentation vidéo (par exemple réalisation d'une copie sur bande de la bande-mère vidéo de TVHD montée, suivie d'une conversion de norme requise éventuellement), ou
- au moyen d'un film cinématographique de 35 mm (24 ou 25 images/seconde) transféré à partir de la bande-mère vidéo montée.

Lorsque les programmes de TVHD sont produits électroniquement et que les radiodiffuseurs souhaitent les utiliser pour des émissions de télévision classique, on pourrait concevoir que la distribution se fasse:

- au moyen d'une représentation vidéo (par exemple, réalisation d'une copie sur bande de la bande-mère vidéo de TVHD montée, après la conversion de normes requise), ou
- au moyen d'un film cinématographique de 35 mm (24 ou 25 images/seconde) transféré à partir de la bande-mère vidéo de TVHD montée.

Pour les programmes produits électroniquement, la distribution sur bande pourrait donner une qualité d'image supérieure, du fait qu'elle permet d'éviter le double transfert de la source électronique, sur le film et à partir de celui-ci.

Se référer au Rapport AQ/11 du CCIR pour une description des deux systèmes actuellement disponibles pour le transfert de programmes de TVHD sur des films de 35 mm.

En ce qui concerne le rendu du mouvement, le transfert sur film de 35 mm à 24 ou 25 images/seconde pour l'échange de programmes de TVHD produits électroniquement entre radiodiffuseurs entraînerait une perte sensible d'information temporelle pour tous les programmes, y compris pour ceux qui ont été tournés en tenant compte de cette contrainte. Le résultat serait que les programmes montrant des mouvements rapides, comme les programmes sportifs, risqueraient d'être projetés avec un broutage gênant s'ils sont échangés au moyen de transferts sur films. En revanche, l'utilisation d'enregistrements sur bande pour un échange de programmes n'entraînerait pas de dégradations supplémentaires du rendu du mouvement.

Les programmes de télévision à haute définition échangés sur bande vidéo peuvent avoir une résolution excellente en ce qui concerne les détails de l'image. Si l'échange de programmes ne nécessite pas une conversion de normes, la copie sur bande rendra toute la résolution de l'image initiale à la réception. Même s'il est nécessaire de procéder à une conversion de normes, le filtrage spatial au cours du processus de conversion sera optimisé afin de donner à la sortie la résolution la plus élevée possible qui soit compatible avec le système de télévision de sortie.

En revanche, si l'on utilise comme support d'échange un film de 35 mm, le double passage du domaine électronique au domaine optique (dans l'enregistreur de film) et inversement, (dans le télécinéma) ne manquera pas de compromettre dans une certaine mesure la résolution de l'image.

C'est la raison pour laquelle il convient de préférer la bande plutôt que le film comme support d'échange.

Des considérations analogues peuvent s'appliquer, mais sans prêter autant à conséquence, à la fidélité du rendu des couleurs et à la linéarité de l'échelle des gris.

### 3. Conclusions

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 (voir le projet de nouvelle Recommandation XD/11.

La solution électronique demeure la seule possible lorsque l'échange international en direct est nécessaire.

### 4. Considérations futures

Il a été démontré que les grandes productions élaborées électroniquement en TVHD étaient exploitables dans des salles de cinéma utilisant des dispositifs de visualisations électroniques.

Ces productions peuvent aussi être diffusés dans des salles de cinéma classiques grâce à des copies en 35 mm obtenues par transfert de bandes-mères de TVHD sur film.

Il serait bon d'étudier les applications de ces techniques, si possible en coopération avec d'autres organismes internationaux.

PROJET

RAPPORT XJ/11\*

ZONE EXPLORÉE DES FILMS CINÉMATOGRAPHIQUES 35 mm  
DANS LES TELECINÉMAS DE TVHD

(Question 41/11, Programme d'études 41A/11)

1. Introduction

Le transfert des images de TVHD aux films cinématographiques 35 mm est traité dans le projet de nouvelle Recommandation XC/11, qui est fondé sur la Norme ISO 2906. Les dimensions de la zone du film à analyser font actuellement l'objet d'une étude, vu la nécessité d'explorer différents formats de film et de tenir compte de caractéristiques particulières de la télévision, comme la compensation de mouvement.

2. Proposition

Dans [CCIR, 1986-1990a], l'UER suggère que la zone explorée dans les télécinémas soit celle qu'indique le Tableau I, mais elle fait aussi état de la nécessité d'explorer toutes les images de film 35 mm, même quand elles sont plus grandes que celles que spécifie la norme pertinente. Dans la pratique, cela signifie que le télécinéma doit être capable d'explorer toute la largeur du film entre les perforations d'entraînement et une hauteur équivalant à quatre intervalles entre perforations.

Le Document [1986-1990b] donne des précisions à ce sujet.

TABLEAU I

	Largeur (mm)	Hauteur (mm)
Image (normale) explorée	21,11	11,87
Image (maximum) explorée*	24,9	19,00

\* Cette image ne se traduit pas par un format de 16:9.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR

[1986-90]: a. GTIM 10-11/4-149 (UER); b. GTIM 10-11/4-126 (GBS).

---

\* Ce Rapport doit être porté à l'attention de l'ISO.

ENREGISTREMENT DE PROGRAMMES DE TELEVISION A HAUTE DEFINITION  
SUR FILMS CINEMATOGRAPHIQUES

(Question 18/11, Programme d'études 18T/11)

1. Introduction

L'emploi de la TVHD pour la production de films destinés à l'échange international de programmes de télévision et à d'autres utilisations telles que la projection cinématographique directe en salle revêt une importance croissante. La qualité élevée qui est une caractéristique intrinsèque de l'image de TVHD et du son d'accompagnement permet de faire des enregistrements sur films d'une qualité élevée pour l'échange des programmes. La mise au point de méthodes permettant de procéder au transfert des programmes avec un faible niveau de dégradation progresse rapidement. L'équipement doit permettre notamment le traitement de l'image pour adapter le signal vidéo aux caractéristiques d'émulsion du film et la transformation des paramètres de balayage TVHD en ceux du film 35 mm classique. En particulier, des convertisseurs de fréquence image peuvent être nécessaires, ce qui demande un traitement complexe. L'équipement doit aussi être capable d'enregistrement audio à haute qualité.

Deux méthodes offrant le niveau souhaité de qualité d'image ont été recensées, à savoir:

i) Enregistrement par rayon laser

La pellicule couleur (positive ou négative) est exposée directement au moyen de trois rayons laser modulés (correspondant à R, G, B) qui balayent la trame du film. Cette méthode peut être utilisée en temps réel et offre une résolution limitée essentiellement par la taille des rayons laser focalisés.

ii) Enregistrement par faisceau électronique

L'image de TVHD est divisée en trois composantes (R, G, B) et un film monochrome internégatif distinct est utilisé pour chaque composante par exposition directe à un faisceau électronique à modulation et balayage dans une chambre sous vide. La déviation et la modulation du faisceau électronique sont très semblables à celles d'un tube cathodique. En conséquence, les films internégatifs traités sont synchronisés et exposés au moyen de filtres en couleur appropriés sur une pellicule couleur dans une exposition optique classique de grande stabilité. Le processus est utilisable uniquement pour les applications qui ne sont pas en temps réel, généralement en association avec un appareil de reproduction TVHD incrémentiel et une mémoire de trame.

Dans tout processus de ce genre, on peut seulement obtenir des images de qualité élevée par une adaptation soignée de l'image traitée aux caractéristiques de couleur et aux caractéristiques gamma de la pellicule couleur.

Note - Le Rapport 469 porte sur l'enregistrement de programmes de télévision à 525/625 lignes sur films cinématographiques.

Note du Directeur du CCIR - Ce Rapport n'a pas été révisé lors de la réunion extraordinaire de la Commission d'études 11.

## 2. Enregistrement par rayon laser

Il est indiqué dans [CCIR, 1986-1990a] que les japonais ont mis au point un système d'enregistrement de programmes de télévision à haute définition sur des films de 35 mm utilisant trois rayons laser de couleurs rouge, verte et bleue. Etant donné que l'on peut aisément obtenir des résultats satisfaisants avec les rayons précis de ces lasers, on a la possibilité d'utiliser comme moyen d'enregistrement des films à grain fin, même s'ils sont de faible sensibilité, pour l'enregistrement en temps réel. Ainsi, on peut obtenir sur les films en couleur des images à haute résolution avec un bruit granulaire de faible intensité et un niveau de saturation des couleurs élevé. Pour obtenir une qualité élevée dans les régions de l'image comportant des mouvements, on utilise des techniques de conversion de balayage avec adaptation du mouvement.

Les films en couleur choisis pour l'enregistrement peuvent être de types variés - négatif, internégatif, intermédiaire ou positif (diapositif), ce qui permet de réduire au maximum la détérioration de la qualité dans un processus d'impression optique.

Le son est également enregistré grâce à un rayon laser avec un système d'enregistrement de type à champ variable. L'équipement a été conçu à cette fin. Ce système, comme dans le cas des enregistrements vidéo, utilise une grande intensité du rayon laser, ce qui permet d'employer des films à faible sensibilité et à pouvoir de résolution élevé. On peut également utiliser le diapositif en couleur au même titre que le simple film négatif sonore de 35 mm et l'on obtient ainsi une excellente qualité sonore avec une réponse en fréquence satisfaisante et un bon rapport signal/bruit. Ce système d'enregistrement, combiné à un système de diminution du bruit, fournit des sons d'une qualité appropriée, qui s'adaptent bien aux images de la télévision à haute définition.

## 3. Enregistrement par faisceau électronique

Il est indiqué dans [CCIR, 1986-1990b] qu'un enregistreur à faisceau électronique (EBR) pour le transfert des images de télévision à haute définition sur films cinématographiques à 35 mm a été mis au point au Japon. Par ce procédé, le faisceau électronique stimule directement l'émulsion du film. Aucun système optique n'est nécessaire. La profondeur du foyer du faisceau électronique est assez grande pour accepter sans affectation du foyer une ondulation du film pouvant aller jusqu'à 3 mm. En outre, dans la mesure où le faisceau électronique ne pénètre pas dans le support du film, il ne se pose pas de problème de halo. Le faisceau électronique est aisément dévié par procédé électromagnétique de façon à former une trame, de sorte qu'une image latente nette et précise est produite sur le film, même si l'enregistrement doit s'effectuer sous vide. Afin d'améliorer la qualité d'une piste sonore, on a mis au point un enregistrement par faisceau électronique destiné également aux pistes sonores. Cet enregistrement améliore les caractéristiques des transitoires et permet d'obtenir une distorsion globale inférieure à 1% à 1 kHz et des caractéristiques de fréquences de -3 dB à 25 kHz.

Un autre avantage de l'EBR appliqué au son, vient du fait que l'on peut utiliser un film à grain fin et à faible sensibilité, tel que le Fuji 71337, ce qui permet d'améliorer le rapport signal/bruit. Puisque le faisceau électronique ne pénètre pas dans le support du film, il n'est pas nécessaire d'utiliser le support teinté pour éliminer le halo.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

#### Documents du CCIR

[1986-1990]: a. 11/147 (Japon); b. 11/148 (Japon).



BIBLIOGRAPHIE

NHK [1986] Laser-beam film recorder for high-definition television, 23ème Assemblée générale de l'URA, Istanbul.

OZAKI, Y. [décembre, 1986] Enregistrement des images à faisceau électronique sur un film à 35 mm destiné à la TVHD. Image Technology, Vol. 68, N° 12.

OZAKI, Y. et autres [juin, 1987] Transfert de la TVHD en un film 35 mm par enregistrement à faisceau laser et enregistrement à faisceau électronique. 15th International Television Symposium, Montreux.

SUGIURA, Y., NOJIRI, Y. et OKADA, K. [juillet, 1984] HDTV laser-beam recording on 35 mm color film and its application to electro-cinematography. SMPTE J..

SUGIURA, Y. et al. [juin, 1987] HDTV to 35 mm film transfer via laser beam recording and electron beam recording, 15th International Television Symposium, Montreux.

---

PROJET

RAPPORT XK/11

DISTRIBUTION DE PROGRAMMES DANS UN ENVIRONNEMENT MULTIMEDIA

(Programme d'études 18D/11)

1. Introduction

Les progrès de la mise au point de supports audiovisuels sont tels qu'il devient plus impératif que jamais d'harmoniser les activités de normalisation actuellement menées par le CCIR, la CEI et l'ISO.

L'intégration croissante du film et des méthodes électroniques dans la production de programmes destinés à la radiodiffusion et à la distribution cinématographique doit être prise en considération lors de la répartition des tâches. Il faut donc tenir compte des activités importantes que mène l'ISO en matière de normes de production et de distribution de programmes enregistrés sur films.

Les modalités de la collaboration entre le CCIR, l'ISO et la CEI font l'objet du Voeu N° 16.

2. L'environnement multimédia

Il est admis que le domaine d'activités de la CEI s'étend bien au-delà des équipements de radiodiffusion, alors que le CCIR ne s'occupe que des systèmes de radiodiffusion. Il convient d'harmoniser les travaux dans les domaines d'activités communs, c'est-à-dire là où le message audiovisuel produit est transmis et reçu.

Le message proprement dit peut revêtir plusieurs formes: programme de télévision (loisirs, enseignement, actualités, etc.), document audio enregistré, page de télétexte, film, sortie d'ordinateur, pour ne citer que ces exemples.

La production du message peut se faire à l'aide de toute une gamme de moyens et de méthodes: télévision classique, télévision à haute définition, enregistrement sonore de haute qualité, film, etc.

La restitution du message peut également se faire de diverses manières: sur écran de télévision à domicile, sur écran de télévision collective ou en salle de cinéma, par affichage et impression au moyen d'ordinateur, etc.

L'installation de production peut être considérée comme un moyen de production et de postproduction qui crée des programmes destinés à des sorties diverses, par exemple, dans le cas de la télévision, à la radiodiffusion de Terre ou par satellite, aux installations de distribution de vidéo-disques ou de vidéo-cassettes, aux systèmes câblés, aux chaînes de cinéma-théâtre, etc.

L'installation de l'utilisateur peut être considérée, dans le cas de la télévision, comme un dispositif d'affichage (domestique, collectif ou professionnel) alimenté par toute une série d'équipements: syntoniseur de radiodiffusion de Terre, syntoniseur de radiodiffusion par satellite, décodeur de télétexte, magnétoscope, lecteur de vidéo-disque, syntoniseur de distribution par câble, interface d'ordinateur, etc.

Les mêmes notions s'appliquent au message audio: l'installation de l'utilisateur est composée d'amplificateurs audio et de haut-parleurs ou de casques alimentés par divers équipements: syntoniseur de radiodiffusion de Terre ou par satellite, syntoniseur de distribution par câble, lecteur de cassette, lecteur de disquette ou de disque compact, etc.

Par ailleurs, une installation audio grand public peut également être constituée par la partie audio d'une installation grand public de télévision et recevoir des signaux de certains équipements de télévision susmentionnés.

En outre, l'équipement vidéo et l'équipement audio peuvent émettre des signaux de programme vers un équipement périphérique, (par exemple un magnétophone à cassette) et il peut aussi y avoir des recoupements, quand, par exemple, une installation audio grand public reçoit un signal de données radioélectrique, le décode et reproduit l'information sous forme d'image sur l'écran de télévision.

Il est nécessaire d'assurer une harmonisation technique entre la production et la restitution des messages pour plusieurs raisons.

Citons tout particulièrement les aspects suivants:

1. Qualité de production équivalente à celle du service de plus haute qualité envisagé

Au stade de la production, il importe que la qualité du son et de l'image soit équivalente à la qualité du service dont les normes sont les plus rigoureuses dans ce domaine (parmi les services auxquels la production s'adresse), si cette production est destinée à une distribution multimédia. Ainsi, la qualité d'image pour la distribution électronique des films dans les salles de cinéma est évidemment bien plus grande que celle qui est exigée pour la radiodiffusion télévisuelle normale à domicile.

Cet aspect de la question intéresse les radiodiffuseurs, car leurs productions sont souvent destinées à la distribution multimédia. Elle les intéresse également lorsqu'ils diffusent des programmes produits ailleurs, car c'est à eux qu'il appartient de définir et de protéger la qualité de l'image et du son du service de radiodiffusion qu'ils exploitent.

2. Harmonisation de la qualité dans une chaîne de services

Pour un service donné, il faut que la qualité du son et de l'image des divers éléments de la chaîne qui va de la production à la distribution soit celle exigée de ce service. Cette exigence de qualité pour le son et l'image s'applique tout particulièrement au processus d'enregistrement (ainsi qu'au processus d'enregistrement numérique) qui est inséré dans la chaîne. Elle s'applique également à la qualité de la visualisation de l'image ou du dispositif d'écoute utilisé.

3. Harmonisation des normes et des pratiques d'exploitation entre équipements audiovisuels de radiodiffusion et équipements n'utilisant pas la radiodiffusion

Il serait bien entendu hautement souhaitable d'harmoniser, s'il y a lieu, les normes techniques et les pratiques d'exploitation relatives aux équipements de radiodiffusion destinés aux usagers et aux équipements n'utilisant pas la radiodiffusion. Cela faciliterait l'interconnexion des divers équipements d'un système unifié de présentation audio et vidéo d'usager.

Enfin, il serait extrêmement utile d'harmoniser, si possible et si nécessaire, les normes techniques et les pratiques d'exploitation relatives aux installations de production de programme exploitées par les radiodiffuseurs ainsi qu'aux équipements grand public.

PROJET

RAPPORT XL/11

MAGNETOSCOPE DE TVHD A USAGE GRAND PUBLIC ET INDUSTRIEL

(Programme d'études 18U/11)

1. Introduction

Les systèmes d'enregistrement de signaux de TVHD destinés à la radiodiffusion professionnelle sont décrits dans le Rapport XG/11.

En ce qui concerne les équipements semi-professionnels et le marché grand public, le CCIR a reçu communication des informations suivantes.

2. Magnétoscopes de TVHD à cassettes

La société NHK (Société japonaise de radiodiffusion) a présenté le premier magnétoscope de TVHD à cassettes disponible pour les applications industrielles à l'occasion de la 130ème Conférence technique de la SMPTE qui s'est réunie en octobre 1988 à New York. Pour de plus amples détails, se reporter à [Shibaya et autres, 1988].

Les caractéristiques de cet appareil sont récapitulées dans le Tableau I.

En 1988, les Pays-Bas ont présenté un magnétoscope à cassettes à système d'entraînement de type VHS assurant l'enregistrement et la lecture de signaux HD-MAC [Weissensteiner, 1988]. Ce système offre une largeur de bande d'environ 12 MHz, avec un rapport signal/bruit vidéo non pondéré de 42 dB; il s'agit d'un appareil à 4 têtes, doté de deux canaux d'enregistrement en modulation de fréquence, avec traitement numérique des signaux audio et vidéo. Il présente une erreur résiduelle de synchronisation vidéo inférieure à 15 ns. Ce magnétoscope permet d'enregistrer 80 minutes de programme HD-MAC (ou MAC) sur une bande d'un demi-pouce à particules métalliques. Il comporte par ailleurs un dispositif de compensation automatique des interruptions. Des options permettent l'enregistrement et la lecture de signaux PAL, SECAM ou NTSC.

3. Vidéodisques à haute définition

Divers systèmes de lecture d'images de télévision fixes et animées enregistrées sur disque ont été mis au point pour la TVHD. Par rapport au magnétoscope, le vidéodisque offre un certain nombre d'avantages, notamment sur le plan de la rapidité d'accès et de la reproduction des effets spéciaux. En revanche, il est difficile d'offrir une possibilité d'enregistrement par l'utilisateur. Toutefois, un certain nombre de systèmes expérimentaux récents permettent à l'utilisateur de procéder à un enregistrement unique ou à un nombre indéfini d'enregistrements, selon le type. A l'heure actuelle, la majorité des lecteurs sont de type optique mais divers systèmes magnéto-optiques ou électrocapacitifs ont été réalisés.

L'évolution de la technologie du vidéodisque pour images fixes ou animées a atteint le stade de la production commerciale, et certains appareils sont déjà en service.

Parallèlement à l'amélioration des supports, on s'attend à voir apparaître une série de systèmes expérimentaux qui permettront non seulement de lire mais également d'enregistrer les images. Par ailleurs, on a développé un nouveau laser à semi-conducteurs dont la longueur d'onde a été réduite de moitié par rapport à celle des lasers à semi-conducteurs classiques. Les progrès se traduiront par une amélioration de la capacité d'enregistrement et de la durée de lecture utile des disques optiques.

Le Tableau II résume les caractéristiques des principaux systèmes de vidéodisque mis au point au Japon pour la reproduction d'images animées.

Le Tableau III résume les caractéristiques des principaux systèmes de vidéodisque mis au point au Japon pour la reproduction d'images fixes.

Les Pays-Bas ont présenté en 1988 un lecteur de vidéodisques exploitant les techniques actuelles (laser optique et disque) [Horstman, 1988]. Ce système se caractérise par une largeur de bande d'environ 12 MHz et un rapport signal/bruit non pondéré de 32 dB, ainsi qu'une erreur résiduelle de synchronisation inférieure à 7 ns. La durée de lecture est de 25 minutes par face avec un disque de 30 cm de diamètre.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HORSTMAN, R.A. [1988] - Videodisc and player for HD-MAC. 1988 International Broadcasting Convention, Brighton, Angleterre, IEE Conference Publication N° 293, pp.224-227.

SHIBAYA, H. et autres, [octobre, 1988] - An industrial application hi-vision VTR using the new 1/2-inch video cassette. 130th SMPTE Tech. Conf.

WEISSENSTEINER, W. [1988] - Concept of a consumer-type HD-MAC VCR. 1988 International Broadcasting Convention, Brighton, Angleterre, IEE Conference Publication No. 293, pp. 228-230.

TABLEAU I

Caractéristiques du magnétoscope à cassettes

Bande magnétique	Poudre métallique, 1/2 pouce
Cassette	Nouveau modèle, dimensions: 121(L) x 205(L) x 25 mm(h)
Norme TV	1 125 lignes, 60 trames/s
Image reproduite modulation largeur de bande de luminance S/N de luminance largeur de bande de chrominance S/N de chrominance	MF 20 MHz mieux que 41 dB 7 MHz mieux que 45 dB
Son reproduit modulation nombre de canaux fréquence d'échantillonnage quantification	MIC 4 48 kHz 16 bits linéaire
Durée d'enregistrement	63 minutes

TABLEAU II

Caractéristiques des vidéodisques pour images animées

Type		Optique				Electro-capacitif
Lecture (longueur d'onde)		Laser à semi-conducteur (780 nm)		(656 nm)	Capacitive	
Diamètre du disque		300 mm				260 mm
Durée d'enregistrement	CAV	14 min	15 min	-	-	40 min
	CLV	30 min	30 min	20 min	45 min	-
Signal vidéo		MUSE	MUSE	MUSE	MUSE	MUSE
Signal audio	Nombre de canaux	2/4/6	2	-	-	2
	Modulation	MRT (3 niveaux)	MRT (4 niveaux)	-	MRT (3 niveaux)	RF - MF

TABLEAU III

Caractéristiques des vidéodisques pour images fixes

Type		Optique	
Fonction		Lecture seule	Lecture seule
Diamètre du disque		300 mm	120 mm
Signal vidéo		MUSE	MUSE
Nombre d'images		54 000 (CLV) 34 000 (CAV)	640
Nombre de points ou d'octets par image		-	540 Moctets
Signal audio	Nombre de canaux	4	2
	Fréquence d'échantillonnage et nombre de bits par échantillon	32 ou 48 kHz/ 8 ou 11 bits	32 kHz/ 8 bits

SECTION 11 ExC

RENSEIGNEMENTS SUR LA RESOLUTION COM5/3 (CAMR ORB-88)  
INTERESSANT LA CONFERENCE DE PLENIPOTENTIAIRES, NICE, 1989

Dans la Résolution COM5/3, la CAMR ORB-88 a recommandé que la Conférence de plénipotentiaires, Nice, 1989, lorsqu'elle établira les programmes des conférences et des réunions postérieures à 1989, prévoie une Conférence administrative mondiale des radiocommunications compétente qui serait chargée, entre autres, des questions relatives à la TVHD, et qui devrait se tenir suffisamment tôt pour pouvoir tenir dûment compte de toute période que pourraient rendre nécessaires, le cas échéant, les déplacements ou adaptations des autres services. La sixième Conférence mondiale des Unions de radiodiffusion, lors de sa réunion à Washington en mars 1989, a reconnu la nécessité d'une telle Conférence.

La CAMR ORB-88 a également invité le CCIR à entreprendre les études complémentaires rendues nécessaires par la Résolution COM5/3 pour les liaisons de connexion et les liaisons descendantes et à soumettre son rapport au plus tard un an avant la CAMR susmentionnée. Ces études doivent porter notamment sur:

1. les paramètres de système pour la transmission de programmes de TVHD par satellite et en particulier l'incidence du choix de la fréquence;
2. les caractéristiques de propagation;
3. le partage et les brouillages interservices et intraservice, et le partage interrégional.

Les paragraphes ci-après font état de l'avancement des travaux en matière de transmission de TVHD par satellite. On y trouvera également une estimation de la durée des études complémentaires.

Le CCIR étudie la question de la transmission de TVHD par satellite depuis plusieurs années. Il a conclu que cette transmission est techniquement réalisable et qu'il existe plusieurs techniques de radiodiffusion de TVHD par satellite sur une gamme de fréquences allant jusqu'à 23 GHz environ. Parmi ces techniques, on citera la réduction de la largeur de bande, le codage de canal, le multiplexage, la modulation et la réception. Les technologies nécessaires à la mise en oeuvre de ces techniques sont actuellement disponibles; quant à celles concernant les systèmes à satellites, elles existent déjà (comme dans le cas de la bande des 12 GHz) ou devraient être au point dans les dix prochaines années pour les fréquences supérieures.

Le CCIR examine actuellement si la bande 11,7 - 12,7 GHz convient à la mise en oeuvre de la TVHD dans le service de radiodiffusion par satellite dans le cadre des plans existants. Les techniques actuelles à forte compression de bande permettraient une radiodiffusion de TVHD par satellite restreinte, dans les limites des plans existants, pour les trois Régions de l'UIT.





