

RAPPORT UIT-R BT.2003

**HARMONISATION DES NORMES DE TVHD POUR LES APPLICATIONS  
DE RADIODIFFUSION ET POUR LES APPLICATIONS  
AUTRES QUE LA RADIODIFFUSION**

CHAPITRE 1

(1994)

**1 Introduction**

Le présent Rapport concerne les études qu'effectue l'UIT-R, conformément à la Décision UIT-R 91, en vue de l'harmonisation des normes de TVHD en matière de radiodiffusion et de production et des normes pour les autres applications de la TVHD\*. Ces études sont notamment centrées sur:

- les applications autres que la radiodiffusion et l'influence éventuelle que les types de TVHD de la radiodiffusion peuvent avoir sur les normes et les modes opératoires que l'ISO, la CEI et l'UIT-T devront mettre au point pour ces applications autres que la radiodiffusion;
- les contraintes que ces applications autres que la radiodiffusion peuvent imposer à l'élaboration des normes de TVHD radiodiffusée. Cette étude donnera des résultats qui intéresseront le Groupe d'action 11/1, les Groupes de travail 11D, 10-11R, 10-11S et peut-être d'autres groupes de l'UIT-R;
- les domaines dans lesquels il serait avantageux que les applications de radiodiffusion et les autres applications aient des points communs et les conséquences qui en découleraient;
- les domaines dans lesquels il pourrait exister d'importantes différences entre les normes pour les applications de radiodiffusion et les autres applications et comment en atténuer les conséquences.

Pour ces études d'harmonisation, on a pris conscience d'un certain nombre d'aspects importants;

- les caractéristiques des systèmes de télévision parmi lesquelles on peut opérer un choix se répartissent en deux catégories:
  - a) les caractéristiques, relatives à l'image, de l'interface optique/électronique de la caméra ou électronique/optique du récepteur. La Recommandation UIT-R BT.709 est un exemple de ce type de spécification;
  - b) les caractéristiques, relatives à la transmission, qui servent à décrire l'image, avec codage, filtrage et réduction de la redondance et à partir desquelles on la reconstitue mais de façon quelque peu imparfaite. Dans ces deux domaines les études d'harmonisation peuvent être différentes, car dans le premier elles reposent sur des

---

\* On trouvera de plus amples renseignements sur l'élaboration des normes pour la TVHD radiodiffusée dans les Recommandations UIT-R BT.709, UIT-R BT.710, UIT-R BR.713, UIT-R BR.714 et UIT-R BR.716, dans les Rapports UIT-R BT.801, UIT-R BO.1075, UIT-R BT.1217 et UIT-R CMTT.1239 ainsi que dans les activités du Groupe d'action 11/1 et des Groupes de travail 11/A et 11/B.

concepts fondamentaux et immuables alors que dans le second elles dépendent des objectifs du service et de la technologie disponible;

- les études d'harmonisation doivent tenir compte du fait que bon nombre de leurs aspects relèvent de la nature des choses et qu'on ne saurait donc les harmoniser. Il faut avoir, pour les images de télévision, une structure architecturale harmonieuse du point de vue des caractéristiques spatiales, colorimétriques et temporelles dans laquelle des systèmes spécifiques puissent s'insérer;
- d'autres aspects d'un système de télévision peuvent être optimisés en vue d'applications spécifiques et pour des raisons propres à l'industrie ou à la technologie actuelle; aussi n'est-il peut-être pas utile de les harmoniser. En revanche, l'harmonisation des caractéristiques des mécanismes de distribution (par exemple de Terre, par satellite, câble, fibre, disque, bande) au récepteur de télévision du public serait intéressante;
- du point de vue de l'harmonisation certains aspects des systèmes de télévision ne présentent pas d'intérêt car leurs conséquences se limitent à des applications spécifiques ou propres à l'industrie;
- un objectif majeur de l'harmonisation doit être le transfert d'images entre systèmes ou applications. Dans ces échanges, une absence d'harmonisation ou de définitions peut donner des résultats non satisfaisants;
- l'harmonisation des normes de télévision ou d'imagerie peut entraîner des avantages économiques dus au fait que l'on disposera d'appareils ou composants communs, d'économies d'échelle ou d'autres facteurs. Une répartition équitable de ces avantages sera déterminante pour l'acceptation d'une norme;
- l'élaboration de normes de télévision ou d'imagerie sera plus efficace et plus rapide avec un certain niveau d'harmonisation car ainsi les activités seront coordonnées et plus rarement exécutées en double.

On notera que si les études d'harmonisation concernent surtout la télévision et les systèmes d'image à haute résolution (TVHD/IHR), elles ont de plus en plus d'influence sur les systèmes de télévision et les images de qualité et de résolution inférieures. Cela est particulièrement vrai pour les systèmes fondés sur les techniques numériques.

## CHAPITRE 2

### **2 Usages divers de la TVHD et de l'imagerie à haute résolution, organismes responsables de l'élaboration des normes**

Les techniques de TVHD et d'imagerie à haute résolution (IHR) ont été mises au point en vue d'améliorer la qualité des émissions de télévision actuelles (production et émission) mais la TVHD s'applique actuellement à de nombreux domaines autres que la radiodiffusion. Les contributions présentées (voir la bibliographie) portent sur les domaines suivants:

TABLEAU 1

SECTEUR	APPLICATION
Education	Enseignement et formation
Publicité et promotion	Affichage électronique, catalogues
Supports préenregistrés	Disques et bandes
Films cinématographiques	Production et post-production de films, présentation en salle
Usages industriels	Supervision de la production, transport, inspection de produits
Classement électronique	Musées, bibliothèques
Visioconférence	Fenêtres multiples à haute résolution
Médecine	Images fixes ou animées pour chirurgie, diagnostic
Aéronautique	Radars, simulateurs
Usages militaires	Applications à l'aéronautique et veille
Informatique	Infographie, terminaux vidéo interactifs domestiques, simulation par image, console multimédia
Impression	Graphiques, images fixes
Photographie	Images fixes
Applications scientifiques	Microscopie, astronomie, simulation

Dans certaines applications, des exigences différentes excluent une norme commune alors que pour d'autres, il est très probable qu'il en existera une. Dans certains cas intermédiaires il y aura une norme partiellement commune en raison de considérations de commodité et de coût (par exemple, normes fondées sur un dispositif de visualisation commun).

Le Tableau 2 présente un aperçu des responsabilités de l'UIT-R, de l'ISO, de la CEI et de l'UIT-T et indique les liaisons de coordination qui sont nécessaires pour harmoniser les normes entre les applications de radiodiffusion et les applications autres que la radiodiffusion.

Lors de la réunion du GTI 11/9 (Tokyo, 1990), on a noté que le SC 12A de la CEI s'était intéressé au récepteur de TVHD. A cette fin, la CEI demandera d'abord à l'UIT-R de lui donner des informations sur les systèmes d'émission.

Au cours de cette même réunion, l'ISO a fourni des renseignements au sujet de la normalisation des technologies image. C'est le groupe ISO/CEI JTC1 qui participe à cette activité avec la CEI. Le GA 11/4 est invité à prendre part aux études qu'effectue un nouveau groupe mixte ISO/CEI TAG dont les priorités essentielles seront la couleur, le codage et la TVHD.

La réunion qu'a tenue le Groupe ad hoc du GTI 11/9 chargé de la liaison avec des représentants de la CEI, de l'ISO, du CCITT et du CCIR (Genève, février 1991) [11/9-125] s'est aussi intéressée à ces questions. Cette réunion visait à:

- examiner les travaux de ces groupes en matière de TVHD;
- relever les objectifs communs, les domaines à coordonner, les doubles emplois ou lacunes des programmes de travail et les incompatibilités ou incohérences des calendriers; et
- étudier les propositions de collaboration, de coordination, de liaison, etc.

La réunion était arrivée à une importante conclusion: il faut établir une liaison étroite entre le Groupe ISO/CEI JTC1/SC2/WG11, le GT XV-1 de l'UIT-T et le Groupe de travail 11B de l'UIT-R en ce qui concerne le codage vidéo, notamment pour les appareils domestiques.

En outre, une réunion de coordination de l'UIT a eu lieu à Tokyo en septembre 1991 [11/9-124] au sujet des services vidéo intégrés du RNIS à large bande. Des représentants du Groupe CEI/ISO JTC1, du CCITT et du CCIR (CE 11, CMTT) y participaient et ces mêmes représentants s'étaient déjà réunis avant de manière officieuse. Cette réunion avait pour but principal d'établir une coordination étroite dans deux domaines:

- normalisation des caractéristiques du réseau pour garantir des périodes de disponibilité et des attributs techniques semblables; et
- normalisation commune aux divers services vidéo et groupes de codage pour garantir la cohérence technique et celles des services afin que les divers systèmes disposent un maximum d'éléments communs et faciliter leur interfonctionnement. Les groupes représentés à cette réunion ont, à cet effet, présenté des rapports sur les activités en cours et à venir dans ces domaines; ils ont en outre donné des indications au sujet d'un calendrier d'établissement des normes pour les réseaux, les services et le codage vidéo. La réunion a énuméré plusieurs questions à examiner, dont certaines intéressent la Commission d'études 11 de l'UIT-R, et a approuvé un programme d'action pour les étudier.

Les applications de la technologie des images à haute résolution sont très diverses et on peut considérer que la TVHD, telle qu'elle est définie dans le Rapport UIT-R BT.801 tant du point de vue psychophysique qu'objectif, regroupe plusieurs applications spécifiques de cette technologie.

Il faut coordonner les activités des divers organismes internationaux de normalisation qui étudient la TVHD. Chacun d'eux doit travailler dans son propre domaine. Il faudra donc établir des mécanismes communs ou des méthodes de répartition des tâches là où les responsabilités sont mal définies ou se recouvrent. Il est essentiel qu'à cette fin il existe des liaisons multilatérales et des échanges efficaces d'informations appropriées.

On notera qu'il existe des limites au-delà desquelles l'harmonisation devient inefficace.

Les Documents [GTI 11/9-037 et 040] examinent différents aspects de l'harmonisation. Il y est dit que l'activité du GTI 11/9 doit se conformer à la Décision UIT-R 91 ainsi qu'à la définition de la TVHD du Rapport UIT-R BT.801-4 sur laquelle repose en effet toute compréhension mutuelle. C'est dire que le GA 11/4 n'est pas chargé de définir une norme commune à plusieurs organismes concernés mais doit rassembler, pour établir une norme, des informations provenant des divers domaines d'application de la TVHD.

TABLEAU 2  
**Liaisons fonctionnelles entre l'ISO, la CEI et l'UIT-R**

Sujet	UIT-R	CEI	ISO	UIT-T
Enregistrement	CE 10, 11	TC 60		
Radiocommunications		TC 12		
Récepteurs de radiodiffusion	CE 10, 11	SC 12A		
Emetteurs de radiodiffusion	CE 10, 11	SC 12C		
Micro-ondes, satellites	CE 9	SC 12E		
Distribution par câble	11, CMTT	SC 12G		
Appareils et systèmes relevant des techniques audio, vidéo et audiovisuelles	CE 10,11	TC 84		
Photographie			TC 42	
Film cinématographique/interface électronique	CE 10, 11			
Colorimétrie*				
Arts graphiques			TC 130	
Micrographiques			TC 171	
Optiques et instruments optiques	CE 11		TC 172	
Technologie de l'information	CE 11	ISO/CEI JTC1		
Jeux de caractères et codage de l'information	CE 11	ISO/CEI JTC1, SC 2		
Réduction du débit binaire; compression de données	CE 10, 11, CMTT	ISO/CEI JTC1, SC 2		CE 15
Codage d'images fixes	CE 11	ISO/CEI JTC1, SC 2		CE 15
Codage d'images animées	CE 11, CMTT	ISO/CEI JTC1, SC 2 222'CE XV		
Télécommunications et échanges d'informations entre systèmes	CE 11, CMTT	ISO/CEI JTC1, SC 6		CE 18
Supports magnétiques adaptables pour données numériques	CE 11	TC 60		
Systèmes de texte et de bureau	CE 11	ISO/CEI JTC1, SC 18		
Disque optique pour données numériques	CE 11	ISO/CEI JTC1, SC 23		
Infographie	CE 11	ISO/CEI JTC1, SC 24		

\* La CEI étudie aussi la colorimétrie.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### *Documents du CCIR:*

GTI 11/9-006 (Australie), 11/9-020 (Japon), 11/9-033 (CEI), 11/9-034 (Canada), 11/9-037 (Japon), 11/9-040 (Italie), 11/9-066 (Etats-Unis d'Amérique), 11/9-067 (Etats-Unis d'Amérique), 11/9-071 (ISO), 11/9-124 (CCITT), 11/9-125 (CCIR).

## BIBLIOGRAPHIE

### *Documents du CCIR:*

GTI 11/9-001 (Canada), 11/9-002 (Pays-Bas), 11/9-008 (Japon), 11/9-010 (Japon), 11/9-011 (Japon), 11/9-012 (Japon), 11/9-013 (Japon), 11/9-014 (Japon), 11/9-023 (Japon), 11/9-026 (Japon), 11/9-027 (Japon), 11/9-030 (Canada), 11/9-078 (Italie), 11/9-051 (Thomson-CSF), 11/9-052 (Thomson-CSF), 11/9-055 (UER), 11/9-067 (Etats-Unis), 11/9-071 (ISO).

## CHAPITRE 3

### **3 Conséquences de l'harmonisation sur les applications de la TVHD autres que la radiodiffusion**

#### **3.1 Exigences et contraintes**

##### **3.1.1 Introduction**

Il est possible d'harmoniser les applications de l'imagerie à haute résolution (IHR), y compris la TVHD, à la radiodiffusion et en dehors de la radiodiffusion. En outre, les normes peuvent favoriser ces possibilités d'harmonisation. Celle-ci est rendue possible grâce aux récents progrès de la technologie.

Les techniques qui peuvent être utiles sont:

- la technologie numérique;
- une plus large gamme de caractéristiques réalisable;
- les possibilités d'extension et de changement d'échelle; et
- la description de l'image.

L'harmonisation est essentielle car les applications autres que la radiodiffusion de la technologie de l'imagerie à haute définition se multiplient plus vite que n'évoluent les applications de radiodiffusion. Les travaux sur l'harmonisation doivent tenir compte du fait que les caractéristiques de l'imagerie sont plus variées dans les applications autres que la radiodiffusion. Ils doivent aussi souligner qu'il y a maintes façons de saisir, de créer, d'enregistrer ou de transmettre les images. De par le monde il y a beaucoup d'images sur film ou autres matériaux (peinture, impression) et il y en aura de plus en plus.

Il serait bon que les travaux d'harmonisation insistent sur les domaines et caractéristiques qui ne sont pas trop orientés vers les applications. Ces caractéristiques peuvent, par exemple, comprendre la colorimétrie, le format des pixels, la compression, la résolution, le codage souple de l'image et

l'identificateur d'en-tête. Les architectures et les normes ainsi mises au point peuvent être intéressantes pendant de nombreuses années mais aussi au cours de maintes étapes du progrès technologique.

### **3.1.2 Formats**

Les Documents [GTI 11/9-038 et 052] indiquent que bon nombre d'applications de l'imagerie à haute résolution exigent des formats variés. Les formats communs des images à haute résolution sont notamment: 4:3, 16:9, carré, écran divisé et multiécran. Dans la peinture et l'imprimerie il existe d'autres formats divers. Pour certaines applications, un format carré est intéressant. Les films cinématographiques présentent aussi d'autres formats.

### **3.1.3 Caractéristiques de balayage (pour les postes de travail informatiques et les ordinateurs personnels)**

Les Documents [GTI 11/9-038, 041, 051 et 052] indiquent que les visualisations d'ordinateur adoptent généralement une conception à fenêtre multiple.

Comme résolution commune aux visualisations d'ordinateur on trouve:  $1\ 024 \times 768$ ,  $1\ 152 \times 900$ ,  $1\ 280 \times 1\ 024$  et  $640 \times 480$ . Dans les postes de travail récents on trouve aussi:  $1\ 600 \times 1\ 280$  et  $2\ 048 \times 2\ 048$ .

Certaines de ces résolutions horizontales ou verticales sont divisibles par 128.

Les Documents [GTI 11/9-041 et 051] signalent qu'il serait bon que l'architecture des normes évolue vers des résolutions plus fines que  $2\ 048 \times 2\ 048$ , pouvant aller jusqu'à  $4\ 096$ , voire  $8\ 192$  dans certaines applications. Dans un avenir proche, ces applications ne se feraient pas en temps réel mais pourraient un jour représenter exactement le mouvement.

Il serait avantageux pour de nombreuses industries que tous ces formats de production et de visualisation de la TVHD soient compatibles avec les autres formats à haute résolution. Pour le moment, ces systèmes sont relativement incompatibles.

Toutes ces visualisations d'ordinateur ont un balayage progressif (non entrelacé). Toute application de la TVHD entrelacée sera difficilement compatible avec une visualisation de poste de travail informatique.

On y trouve couramment des fréquences d'image de 60, 66, 70, 72 et 76 Hz. Il reste, là aussi, à assurer la compatibilité avec les fréquences trame et image de la TVHD.

Pour les visualisations informatiques tout en couleur, la technologie actuelle offre normalement 8 bits par couleur pour un total de 24 bits par pixel (soit 16 millions de couleurs simultanées au total). Toutefois, le poste de travail peut calculer les valeurs pour les pixels avec une meilleure précision de 10 à 12 bits par couleur. Le Document [GTI 11/9-052] indique qu'il en faut 12 pour certaines applications.

### **3.1.4 Colorimétrie**

Les Documents [GTI 11/9-062 et 063] indiquent que la spécification de la colorimétrie qui sert à la représentation d'images à haute définition est un élément essentiel pour l'harmonisation entre industries. Plus il y aura d'espaces chromatiques dans une représentation normalisée, plus nombreux seront les systèmes capables de se prêter à des échanges et à des reproductions précises d'images en couleur.

Lorsqu'on étudie l'harmonisation de la TVHD dans bon nombre d'applications, il est sans doute plus avantageux de considérer une large gamme pour l'espace chromatique que d'optimiser les appareils actuels.

En outre, il est essentiel pour certaines industries ou pour toutes d'étudier la normalisation d'un point blanc approprié. S'il était possible, pour presque toutes les applications, de définir une seule température de couleur du blanc de référence applicable aux données d'imagerie numérique, on pourrait alors améliorer nettement l'harmonisation des échanges et de la reproduction des couleurs.

De même, une fonction de transfert qui prenne en compte le plus grand nombre possible d'utilisations de l'imagerie à haute résolution ou qui pourrait s'y appliquer garantit la meilleure restitution de la dynamique d'éclairage de chaque couleur. A cet égard, les possibilités d'extension sont intéressantes car il est probable que le progrès technologique augmentera la dynamique des détecteurs de caméras et des dispositifs de visualisation. Il serait intéressant d'examiner certaines formes de représentation logarithmique.

Il semble que si toutes les valeurs utilisées sont positives aussi bien pour R, G, B que pour Y, U, V, on aura la représentation binaire numérique la plus compatible.

Il faut considérer qu'aux étapes appropriées du traitement du signal, comme le filtrage, les représentations linéaires ont des caractéristiques intéressantes, par exemple, une luminance constante.

Il est dit dans les Documents [GTI 11/9-062 et 063] que lorsqu'on essaie d'utiliser des sources d'imagerie diverses il est difficile d'assurer la compatibilité entre la colorimétrie à la saisie, à l'enregistrement et à l'impression. Une compatibilité absolue des couleurs peut exiger une gamme de couleurs qui couvre toutes celles que présente chaque composant du système.

### **3.1.5 Pixels carrés**

Les Documents [GTI 11/9-001 et 051] indiquent que dans le monde de l'informatique la plupart des visualisations ont des pixels de format carré. Cela donne des visualisations économiques et, en outre, une norme qui, grâce à un format d'échantillonnage commun, facilite les échanges d'imagerie.

L'examen de formats de pixels comme 1/2, 2/3, 3/2 et 2/1 peut amener à conclure qu'ils seraient intéressants dans certaines circonstances.

Le Document [GTI 11/9-051] montre que pour certaines applications une distribution d'échantillonnage carrée n'est pas absolument indispensable.

### **3.1.6 Descripteur d'en-tête**

Les Documents [GTI 11/9-041 et 066] indiquent qu'il existe une large gamme d'informations visuelles qu'il faudra échanger entre divers médias et utilisations. L'harmonisation entre industries pourrait être facilitée par la recherche d'une convention universelle pour les descripteurs qui convienne aux utilisations actuelles et futures. Le Document [GTI 11/9-010] en donne un exemple.

### **3.1.7 Changements d'échelle et compatibilité**

Le Document [GTI 11/9-066] indique que les diverses industries ont des exigences différentes en ce qui concerne la résolution et la fréquence d'image et qu'il est souhaitable qu'elles échangent entre elles des données et des programmes. A cet égard, il conviendrait peut-être de voir si une architecture qui permet des changements d'échelle serait intéressante.

Selon le Document [GTI 11/9-041] il y aura sans doute de plus en plus d'applications exigeant compatibilité et changements d'échelle. Pour leurs caractéristiques de dimension, de résolution et de fidélité des couleurs les applications actuelles peuvent aussi exiger la possibilité de changement d'échelle.

Lorsqu'il s'agit de faire face à de nombreuses sortes d'imagerie et de sources, l'existence éventuelle d'ateliers et de visualisations à architecture ouverte rend nécessaire l'étude de la résolution et de représentations d'image indépendantes du format.

Dans le Document [GTI 11/9-038] il est dit que, grâce aux réseaux de télécommunication, on dispose de nouvelles possibilités de distribution et d'échange d'imagerie fixe ou animée à haute résolution. On demandera sans doute un jour à ces réseaux d'assurer des services d'images fixes, de téléconférence, de distribution et de contribution de télévision classique et de TVHD.

### **3.1.8 Compression**

Le Document [GTI 11/9-066] indique que pour les systèmes de TVHD et autres systèmes à haute résolution, il faudrait considérer les conséquences de la compression et du transcodage du signal. Comme à long terme il se peut qu'aucun mécanisme de codage ne suffise pour l'industrie et les applications, il sera peut-être justifié d'envisager des mécanismes de codage qui tiennent compte des besoins des applications inter-industrielles et qui permettent à l'avenir une extension compatible.

Les Documents [GTI 11/9-009, 038, 051 et 052] signalent que divers organismes de normalisation étudient les techniques numériques de compression des images fixes ou animées. Dans diverses applications, y compris les CD-ROM, on met en œuvre des techniques de compression pour réduire le débit binaire et la dimension des données. Le Document [GTI 11/9-038] montre qu'il y aura peut-être à l'avenir des applications à la radiodiffusion de Terre ou par satellite.

Il faudrait, si possible, étudier l'influence de la compression sur l'harmonisation entre industries.

### **3.1.9 Cinématographie électronique**

Les Documents [GTI 11/9-038 et 041] indiquent que l'un des facteurs importants pour la cinématographie électronique est la haute résolution où, grâce à un plus grand nombre de lignes et à un balayage progressif, on dispose d'une exploration complète par image, voire plusieurs. Le rapport entre la fréquence d'image du film et du matériel à haute définition doit aussi être étudié. Les systèmes électroniques se révéleront sans doute très utiles pour le cinéma et la post-production.

Pour les effets spéciaux on pourra recourir largement au traitement numérique et électronique de l'imagerie.

La résolution d'un tel équipement doit être au moins le double de celle des caractéristiques actuelles envisagées pour la TVHD.

Ce genre de traitement sert souvent à la visualisation et à la transmission et aussi à la production de films.

L'extension de la fonction de transfert et de la colorimétrie à la cinématographie électronique mérite d'être étudiée dans le cadre des travaux d'harmonisation de cette application avec les autres systèmes d'imagerie à haute résolution, comme la TVHD.

### **3.1.10 Impression**

Le Document [GTI 11/9-041] indique que pour obtenir des points de trame fortement contrastés on peut avoir besoin d'une résolution de 40 points par millimètre ou plus. Pour une impression en couleur à tonalité continue, il faut une résolution de 4, 6, 8, 12 et 16 pixels par millimètre (soit environ 100 à 400 pixels par pouce).

La capacité des mémoires d'image des systèmes graphiques peut atteindre 8 kilooctets × 8 kilooctets lorsqu'on a accès aux images au moyen d'une fenêtre.

### **3.1.11 Médecine**

Le Document [GTI 11/9-041] précise que pour les diagnostics par rayons X et l'endoscopie on se sert actuellement d'écrans de visualisation noirs et blancs à 8 pixels par millimètre et 12 niveaux binaires pour le niveau de gris. On peut utiliser un système de TVHD approprié pour examiner des mouvements en vue de diagnostics, de la formation etc.

### **3.1.12 Applications militaires et autres applications spéciales**

Selon le Document [GTI 11/9-041] les visualisations à haute résolution se rencontrent dans les instruments de bord des avions, le contrôle de la circulation aérienne, les simulateurs de vol et autres applications spéciales. Dans la plupart de ces systèmes, la visualisation n'entre que pour une faible part dans le coût global. On peut donc y utiliser des visualisations de haute qualité même si leur prix est élevé.

### **3.1.13 Surveillance**

D'après le Document [GTI 11/9-041] les activités de surveillance ont besoin de possibilités de résolution toujours plus grandes.

### **3.1.14 Applications de l'imagerie et leurs caractéristiques industrielles**

Le Document [GTI 11/9-067] explique que jusqu'à présent l'imagerie s'est souvent présentée sous plusieurs formes différentes dans les diverses industries. L'industrie de la radiodiffusion télévisuelle a utilisé la bande magnétique, le film cinématographique et la vidéo; l'industrie du cinéma a utilisé le film; l'industrie médicale a utilisé le film pour rayons X et l'infographie la production d'images synthétiques. Ces particularités se modifient. En fait, les industries utilisent à présent diverses technologies d'imagerie. Elles pourront bénéficier de l'harmonisation inter-industrie des normes car les coûts en seront réduits et les conversions de format seront plus faciles, avec une perte de qualité moindre. De plus, des normes appropriées favoriseront le développement industriel des applications de la haute résolution et ouvriront aussi ce domaine aux fournisseurs de produits et de services. Pour élaborer ces normes, il faut spécifier aussi clairement que possible les caractéristiques des divers usages et applications industriels. Ce n'est qu'ainsi que se développeront de nouvelles normes qui faciliteront vraiment pour longtemps la mise au point générale mais coordonnée des composants et des systèmes.

Le Document [GTI 11/9-055] signale que l'on a procédé à des consultations pour essayer de savoir s'il serait possible et opportun de rapprocher les normes du signal de celles de la radiodiffusion. Dans certains domaines les objectifs sont différents, ce qui exclut la mise au point de normes communes. Dans d'autres, le fait d'envisager l'usage de signaux de télévision rend pour ainsi dire obligatoire l'élaboration de normes communes. Dans des domaines intermédiaires le choix entre des signaux communs avec des appareils identiques et des signaux différents avec des appareils commutables dépend de considérations de coût et de commodité.

Le Tableau ci-après tiré du Document [GTI 11/9-055] décrit les industries, les applications et leurs rapports mutuels. En outre, le Tableau qui suit extrait du Document [GTI 11/9-067] décrit la situation actuelle et les tendances futures en mentionnant au préalable quelques caractéristiques.

Il est difficile de tirer des conclusions immédiates de ces Tableaux, mais il semble que les interactions les plus critiques se situent entre la production cinématographique et la visualisation informatique. En revanche, les tubes cathodiques ou les écrans plats sont communs à la plupart des domaines d'applications énumérés.

Les Tableaux 3 et 4 décrivent quatre types de traitement et indiquent leurs relations avec certaines applications.

TABLEAU 3

**Applications de la TVHD dans les domaines autres que la radiodiffusion**

	Domaines où l'on peut appliquer les techniques à haute définition	Caractéristiques distinctes de celles de la radiodiffusion	Critères de qualité	Caractéristiques qui imposent des contraintes	Existe t-il des normes?	Importance d'avoir des éléments communs avec la radiodiffusion
Impression, graphiques, images fixes	Là où l'instantanéité est nécessaire et la résolution de la TVHD suffisante.	Images fixes, CMYB nécessaire à partir de RGB. La gamme de contrastes exigée peut être supérieure à celle de la TVHD.	Supérieurs à ceux de la vidéo pour le bruit et compression des données seulement pour réduire la redondance.	Utilisation possible de liaisons point à point. Intérêt d'«échantillons» carrés. Réalisation de plusieurs formats.	Il en existe plusieurs.	
Visualisation informatique et CAO	Là où une haute résolution est exigée, par exemple pour des dessins détaillés et où la résolution de la TVHD suffit	Pour l'instant surtout images statiques. Images produites par ordinateur. Renouvellement très rapide de l'image sur écran nécessaire. A l'avenir, vidéo interactive en temps réel	La lisibilité est importante		Il en existe plusieurs	Prévoir des échanges de signaux plus fréquents, des visualisations adaptées aux signaux de radiodiffusion seraient utiles et sont en cours d'élaboration
Médecine	Diagnostic visuel (par exemple endoscopie) Formation Diagnostic assisté par ordinateur	Images produites de façon interactive en temps réel par ordinateur accompagnant des images de caméra		Liaisons point à point pour télédiagnostic et formation	Aucune norme admise pour le moment. Souhaitable en TVHD Normes de radiodiffusion de TV ou TVHD Dépend de l'usage des ordinateurs	Important pour la formation
Applications militaires, radars, simulateurs de vol	Divers (données de surveillance) et formation	Fréquences de visualisation élevées pour éviter de fatiguer l'opérateur. Interactif en temps réel	Résolutions dépendant de l'application	Tendance vers des pixels carrés et le balayage séquentiel	Grande variété, en fonction de l'application. On peut adopter les normes de la radiodiffusion là où elles conviennent	

TABLEAU 3 (suite)

**Applications de la TVHD dans les domaines autres que la radiodiffusion**

	Domaines où l'on peut appliquer les techniques à haute définition	Caractéristiques distinctes de celles de la radiodiffusion	Critères de qualité	Caractéristiques qui imposent des contraintes	Existe-t-il des normes?	Importance d'avoir des éléments communs avec la radiodiffusion
Surveillance industrielle	Agrandissement et inspection de petites plages de l'image	Images parfois analysées par ordinateur, images souvent produites par ordinateur	-	Liaisons point à point parfois nécessaires	On adoptera sans doute les normes de la radiodiffusion quand elles apparaîtront	-
Vidéo-conférence	Pour rendre plus réaliste le contact face à face. Plus grande variété de types d'image. Fenêtres définissables par l'utilisateur	Interactif en temps réel		Liaisons point à point indispensables. Son multicanal et données diverses inclus	«Communication à format intermédiaire» à basse définition obtenue à partir des spécifications des télécommunications mais rattachée aux normes de radiodiffusion actuelles	Il serait utile que les visualisations se prêtent aux signaux de radiodiffusion et de vidéo-conférence
Terminaux vidéo interactifs domestiques	Disposition en fenêtre d'informations diverses Stockage et impression haute résolution	Interactif en temps réel	-	Importance des interfaces avec l'ordinateur et du débit binaire	Dépend du type de service	Il serait utile que les visualisations acceptent les signaux de radiodiffusion
Films cinématographiques	Production et post-production de films Présentation en salle	Plus grand rapport de contraste	On pourrait préférer une qualité supérieure à la TVHD La qualité de TVHD en studio de radiodiffusion est appropriée	Peut aussi utiliser la production par ordinateur -- Utilisera les liaisons point à point et les magnétoscopes	On adoptera sans doute les normes de la radiodiffusion ou des normes très voisines pour la présentation en salle	Souhaitable  --  Très souhaitable

TABLEAU 4

	TELEVISION	CINEMA	MEDECINE	ARTS GRAPHIQUES	INFOGRAPHIE	CONSOLE MULTIMEDIA	VISIOCONFERENCE	EDUCATION ET FORMATION
ACTUELLEMENT	couleur(rgb) images naturelles effets spéciaux élect. mouvement (25/30 trames/s) entrelacement (30/60 trames/s) rés. 525/625 lignes codage de la vidéo transmission et visualisation élect. canaux de Terre 6 MHz écrans 5 à 65 cm proj. jusqu'à 4,5 x 6m couleur comprimée audio synchronisé influence sur prix grand public env. multiélément: producteur radiodiffuseur émetteur récepteur	couleur images naturelles effets spéciaux sur film mouvement (24 images/s) films 16 et 35 mm rés. >4 000 lignes projection optique proj. jusqu'à 15 x 25m télécinéma pour vidéo audio synchronisé	N&B images naturelles, fixes surtout vidéo parfois réso. haute densité (12 bits) images en vue directe au plus 30 x 45cm pour rayons X finesse du détail nécessaire très peu de compression contraintes légales et d'archivage	couleur (cmyk, rgb, uvl,...) images naturelles images fixes et demi-teintes haute réso. (spatiale) balayage 10 k x 10 k haute réso. (couleur) couleur à 36 bits grandes images (normalement 35 x 43cm) langages de description de page	couleur (rgb, uvl, ...) images de synthèse et modèles images fixes images animées 21/2-D (rotation) résolution réduite: spatiale 1 à 5k couleur 24 bits écrans jusqu'à 65 cm (crt) graphique normes I/F accélérateurs/ éléments de circuit norme API norme format de fichier	N&B et couleur (rgb, uvl, ...) images de synthèse nat. et modèles images fixes et animées vidéo et animation résolution réduite: spatiale 1 à 2k couleur 24 bits écrans de 50 cm suffisants audio limitée images complexes images, dessin et texte documents: composition langages descripteur de page aspects pratiques importants influence sur coût grand public	N&B certaines couleurs qualité médiocre (< TV) IF humain/ import. pixels fixes ou audio compression du mouvement: compression de données	interactif multimédia interactivité et facilité d'emploi plus importantes que la qualité de l'image importance du coût annuel; investissement moins important indexation pour recherche/ ret. canaux de multidis-tribution média multidis-tribution

TABLEAU 4 (suite)

	TELEVISION	CINEMA	MEDECINE	ARTS GRAPHIQUES	INFOGRAPHIE	CONSOLE MULTIMEDIA	EDUCATION ET FORMATION	VISIO - CONFERENCE
TENDANCES	<p>Davantage de lignes (1 125/1 250) sans entrelacement visualisation 1 à 2 m compression spatio-temporelle (réduction de la largeur de bande et du débit binaire)</p>	<p>film 65, 70 mm grand écran 15 x 25 m fréquences image supérieures (60/s) (application spéciales) effets élect. spéciaux audio numérique films améliorés (grain et vitesse)</p>	<p>Consultation par télédiagnostic radiographique numérique possibilités de modifier l'image (RNM, ultrasons) images rendu du modèle</p>	<p>Manip. de l'image élect. Impression numérique en couleur ateliers de conception images complexes: texte, dessin, images</p>	<p>Rendu 3-D et visualisation</p>	<p>Envr. multilatéraux: analyse par balayage, imprimantes, visualisation, plate-formes, réseaux multimédia: images complexes, vidéo, audio, liaisons d'info/publi-distribution distrib. comp 10 diffusion contenu et contexte accueil du marché</p>	<p>Moins cher meilleurs codeurs bande plus large: haute résolution plus fiable numérique avec RNIS</p>	<p>Grand écran haute résolution lisibilité du texte Interactif pour l'utilisateur: intelligence d'avantage de graphiques simulation et visualisation</p>

TABLEAU 5

**Classification des utilisations de la vidéo du point de vue des postes de travail**

Entrées principales	Sorties principales	Utilisation
1 Données vidéo	Télécommande de la vidéo	Recherche d'informations - base de données de séquences animées
2 Vidéo	Données	Définition d'informations symbolique - zone interactive ou automatique, bord, objet, texte - indexation
3 Données	Vidéo	Modification de l'image - traitement de l'image - composition de l'image (montage)
4 Données	Vidéo	Synthèse d'images

TABLEAU 6

**Classification des applications**

Application	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Musée	Kiosque d'information	Laboratoires de musée	Laboratoires de musée (restauration)	
Impression	Documentation image	Indexation	Mise en page	Graphique
Production de programmes TV et cinéma	Visualisation d'archives	Palette d'indexation	Montage d'effets spéciaux	Dessins animés, publicité, décors, sous-titres
Education	EAO	Production	Production	Production
Médecine	Aide au diagnostic	Moyen de diagnostic	Restauration d'image	Image de scanner
Communication	Visiophone pour groupes		Formation d'images	
Lieu public	Kiosque	Production de jeux	Production de jeux	Jeux publics
Imagerie par satellite	Distribution	Interprétation des photos	Restauration	

**3.2 Etudes de la technologie TVHD dans le cadre des applications autres que la radiodiffusion**

**3.2.1 Impression**

Les caractéristiques de l'image électronique à haute résolution et de haute qualité de la TVHD donnent lieu à de toutes nouvelles méthodes de production et techniques de présentation dans

le domaine de l'impression et de la publication. L'utilisation d'images de TVHD dans le domaine de l'impression et celle des documents imprimés dans le domaine de la TVHD montrent à quel point ces deux médias sont devenus complémentaires et quelles possibilités ils offrent en tant que nouveaux procédés de télécommunication [GTI 11/9-010].

Les entrées et les sorties s'effectuent généralement au moyen d'appareils à balayage ou d'enregistreurs de films; la connexion aux appareils de TVHD se fait à l'aide d'interfaces appropriées [GTI 11/9-041].

On a créé un ensemble de planches d'images fixes pour évaluer par des essais comment des images fixes étaient reproduites, avec quelle qualité et quelles limitations [New Video System Research Association, 1988].

On a parfois besoin d'obtenir des copies sur papier à partir d'un programme de TVHD ou d'un écran de composition HD. Les méthodes d'impression électronique utilisées sont le transfert par développement thermique à pigment sublimable ou le jet d'encre. Avec ces systèmes d'impression, on peut imprimer une page de format A4 en une durée de 12 secondes à 3 minutes [GTI 11/9-010].

Le Document [GTI 11/9-023] décrit des applications pratiques réalisées par les radiodiffuseurs du NAB au Japon.

Le journal Daily Sport News a utilisé l'impression de signaux de TVHD [GTI 11/9-110]. Il s'agissait de photos d'un match nocturne de baseball qui avait été diffusé en TVHD et enregistré sur magnétoscope HD. Sur la bande enregistrée on a isolé les phases décisives sur lesquelles on s'est arrêté et on les a traitées par transfert TV-impression. Dans chaque édition du quotidien du jour suivant on a reproduit plusieurs photos accompagnées du commentaire approprié minute par minute. Ces photos ont suscité une grande admiration de la part des lecteurs.

On a observé qu'il fallait 20 minutes de moins pour obtenir des photos de TVHD par rapport aux photos optiques classiques car on gagnait le temps de développement.

Toutefois, lorsqu'on les transpose en mode image fixe, les images en mouvement rapide risquent d'être floues et de donner une image imprimée moins bonne. On peut s'affranchir de ce défaut, par exemple en munissant la caméra TVHD d'un obturateur électronique.

Cette méthode de conversion images TVHD-impression sera très utile aux journaux pour les reportages sur les jeux Olympiques et autres grandes manifestations sportives et pour les nouvelles internationales importantes.

### **3.2.2 Cinéma**

Le Document [GTI 11/9-041] explique que les effets spéciaux font largement appel aux possibilités de l'électronique; les télécinémas servent à transférer les images du film sur un support d'enregistrement électronique; ainsi, les images sont traitées par des appareils graphiques puis réenregistrées sur film. Il faut parfois une résolution au moins double de celle de la TVHD actuelle. On sait que, même à un stade expérimental, les appareils de TVHD ont servi à la production de films et ont donné des résultats satisfaisants lors de la projection en salle. Cela provient de la qualité inférieure des films distribués et des projecteurs de films et c'est pourquoi les appareils de radiodiffusion HD pourront aussi jouer un rôle important dans la distribution de programmes dans des salles de projection électronique.

Le Document [GTI 11/9-011] indique qu'on peut classer en deux catégories les applications de la TVHD au cinéma, selon l'usage qui y est fait de la TVHD: dans la première, on se sert de la TVHD pour améliorer l'aspect créatif du produit au moyen d'effets spéciaux; dans la seconde, elle

sert à réduire les coûts de production. Les exemples montrent comment on se sert de la composition de l'image TVHD pour créer des effets spéciaux.

Le Document [GTI 11/9-023] expose les résultats pratiques qu'ont obtenus les radiodiffuseurs du NAB au Japon pour des applications autres que la radiodiffusion.

Le Document [GTI 11/9-038] explique que les caractéristiques essentielles pour la production cinématographique électronique comprennent la résolution verticale et le rendu du mouvement, pour lesquels le balayage progressif est avantageux.

Pour le cinéma, on a absolument besoin de salles à usages multiples. Le Document [GTI 11/9-021] fait le point de cette question et décrit des salles réalisées au Japon, conformes à la norme SMPTE 240/BTA-S001.

### **3.2.3 Applications informatiques**

On s'attend à ce que la fusion de la TV/TVHD et des postes de travail d'ordinateurs donnent lieu à des extensions prometteuses du marché des produits existants et à de nouvelles idées dans le domaine de la vidéo.

Les postes de travail sont adaptables et accepteront donc les nouveaux formats de la TVHD et de l'informatique. La première étape de la fusion des postes de travail informatiques et du monde de la TV/TVHD sera la conception définitive de nouvelles architectures d'un «système de postes de travail informatiques» pour prendre en compte l'interaction en temps réel avec l'utilisateur ainsi que la vidéo en temps réel.

La TVHD offre de nouvelles possibilités pour les postes de travail domestiques: les ordinateurs personnels profiteront des tubes cathodiques de TVHD disponibles et l'ordinateur s'adaptera au format de TVHD voulu. La diminution des prix multipliera le nombre de postes de travail domestiques [GTI 11/9-051].

Toutefois, selon le Document [GTI 11/9-121], il n'est pas sûr qu'on puisse utiliser comme postes de travail les récepteurs de radiodiffusion ou de contrôle TVHD. Les exigences imposées à la distance d'observation, au format et au rythme de visualisation seront sans doute différentes.

Les Documents [GTI 11/9-001, 038 et 066] étudient aussi les rapports entre la TVHD et les ordinateurs. On a récemment mis en application la TVHD pour l'infographie. Le Document [GTI 11/9-014] montre que l'on sait mieux utiliser les grands écrans au format 16:9.

Le Document [GTI 11/9-023] expose les applications pratiques pour l'infographie qu'a présentées le radiodiffuseur NAB au Japon.

Le Document [GTI 11/9-041] traite de la CAO. La possibilité d'échanger des fichiers de données entre postes de travail de la CAO et systèmes graphiques HD facilite la production d'images de haute qualité et à haute résolution et d'animations pour la publicité, les applications industrielles et la formation.

Grâce à leur grande souplesse d'architecture, les ordinateurs personnels peuvent accueillir divers appareils graphiques avec des résolutions et des gammes de reproduction des couleurs très diverses.

Le Document [GTI 11/9-111] décrit des applications de la TVHD pour salles de présentation. Une des applications les plus populaires des images à haute définition dans les salles de présentation est un service de démonstration sur place qui simule et visualise les exigences sous forme d'images réalistes sur écran de TVHD.

Les conceptions définitives sont présentées sur écran, agréées par le client et tirées sur papier afin que celui-ci puisse l'emporter chez lui, comme un catalogue personnalisé, pour passer sa commande.

Le Document [GTI 11/9-112] décrit l'application de la TVHD à la simulation de paysages. Le Groupe chargé d'étudier la simulation d'images du Centre de promotion de HD-vision a tiré de situations réelles plusieurs cas individuels de simulation de paysages pour les simuler et les évaluer en enregistrant les résultats en TVHD sous forme d'images expérimentales, dans des brochures, sur des affiches ou des projections. Elles représentaient des paysages naturels, des scènes urbaines ou de rue, des bâtiments historiques, des rivières, des stations touristiques ou des résidences privées.

Au cours du traitement de l'image de TVHD, le traitement des données a porté sur plusieurs facteurs spécifiques qui affectent le paysage, comme la correction des données en raison de dépôts et de rayures sur le manuscrit, la conversion des couleurs (impression -- Y, M, C, K, image -- R, G, B), correction des nuances, conversion des transitions de couleur et synthèse des images et caractères, après mise sous forme numérique des données d'entrée avec le nombre d'éléments d'image de la TVHD ( $1\ 920 \times 1\ 035$ ), pour créer de nouveaux paysages.

Dans le cas de l'infographie, les données d'image sont directement envoyées au dispositif de traitement de l'image. Ces données d'image sont exploitées soit sans modifier le nombre d'éléments d'image de la visualisation normalisée qu'utilise le poste de travail graphique ( $1\ 280 \times 1\ 024$ ), soit en convertissant les données en TVHD au moyen du dispositif de traitement de l'image.

Le Document [GTI 11/9-041] indique que les télécommunications et les traitements audiovisuels perfectionnés exigent une interaction en ligne des informations sonores et visuelles avec celles de la base de données.

Le Document [11-4/58 (Annexe 1)] décrit l'importance que présentent désormais les techniques d'imagerie informatique dans la production de programmes de télévision.

Une nouvelle configuration de production de programmes dénommée «système de studio virtuel» a été mise au point, qui permet de multiplier les possibilités de création d'image par combinaison d'images «de synthèse» et d'images réelles prises des caméras vidéo.

Deux types de studio virtuel ont en fait été étudiés, le premier dit «à caméra réelle», le second «à caméra virtuelle».

Le studio virtuel à caméra réelle fonctionne comme suit: une caméra filme un acteur, et les informations de déplacement de la caméra (bascule, panoramique, plans grue) sont appliquées à l'entrée d'un générateur infographique qui assure la production des fonds, de telle sorte que l'image résultante donne une impression de profondeur (ou de réalité). Cette technique est utilisée au Japon pour la production de programmes de télévision.

Le studio virtuel à caméra virtuelle, plus avancé, utilise des caméras virtuelles en lieu et place des caméras réelles. Ce système est actuellement à l'essai.

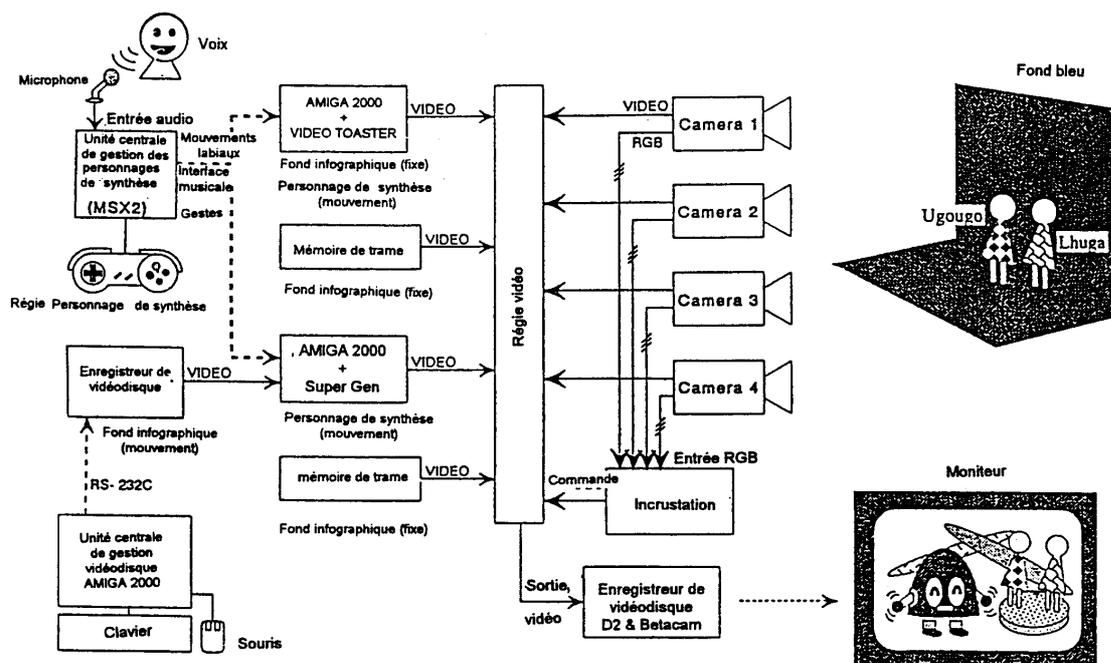
Le Document [11-4/58 (Annexe 2)] décrit un système infographique en temps réel utilisé dans la production de programmes de télévision. Au Japon, une émission quotidienne de 30 minutes intitulée «Ugougo Lhuga» est diffusée depuis octobre 1992 et la plus grande partie de ce programme est réalisée au moyen d'un système infographique en temps réel qui fait intervenir des ordinateurs personnels de type «AMIGA» (Fig. 1).

Dans ce programme, un garçon nommé «Ugougo» et une fille nommée «Lhuga» se produisent avec divers «personnages de synthèse» générés par des moyens infographiques. L'image comporte quatre plans différents représentés par incrustation. La conversion des gestes et des

mouvements labiaux des «personnages de synthèse» en signaux d'interface musicale est assurée par un ordinateur de type MSX. Les personnages produits par infographie se déplacent sur deux plans différents, injectés respectivement dans le vidéodisque et la régie vidéo.

Alors que l'émission repose à 95% sur des éléments infographiques, sa diffusion se fait parfois en direct, avec de bons résultats.

FIGURE 1  
Schéma du système infographique en temps réel



Le Document [11-4/58 (Annexe 3)] décrit un système de génération d'images graphiques fixes en couleur à haute définition sur ordinateur personnel, qui permet de produire des images à haute définition entrelacées et d'autres types d'images sans entrelacement. Les pixels normalisés ( $1\ 920 \times 1\ 035$ ) et les pixels carrés ( $1\ 840 \times 1\ 035$ ) sont disponibles en mode haute définition. Plusieurs options sont disponibles, telles qu'une carte de compression JPEG et une carte NTSC. Ce type de système très utile dans la production d'images multimédia à partir d'images à haute définition, se prête à la création de nouvelles applications.

Le Document [11-4/58 (Annexe 6)] décrit le système d'information sur les vols du nouvel aéroport international de Tokyo, qui fournit aux passagers et aux visiteurs une multitude d'informations reposant sur l'utilisation de techniques multimédia.

Ce système comprend un centre d'information, divers systèmes d'affichage et des terminaux, dont la plupart sont connectés en un réseau à services intégrés régi par plusieurs ordinateurs.

Les divers éléments de la configuration sont les panneaux d'affichage, les terminaux d'annonce, le système d'annonce automatique, les terminaux d'extraction d'informations à touches sensibles et les ordinateurs.

Pour réduire le montant des données traitées, on applique aux données d'image couleur complètes une compression/décompression DCT-SQ conforme à la Recommandation UIT-T 80 (par

traitement numérique). Les données comprimées ne représentent en volume qu'environ 1/20 des données initiales.

### 3.2.4 Médecine

Selon le Document [GTI 11/9-041], le diagnostic par rayons X et l'endoscopie exigent une résolution spatiale et un contraste meilleurs que ceux de la télévision classique: on trouve actuellement des visualisations de 8 lignes par mm et une échelle de gris de 12 bit/pixel. Pour un diagnostic par examen d'images animées et pour la formation on peut avoir besoin d'appareils de TVHD.

Le Document [GTI 11/9-013] décrit ces deux applications, avec images fixes ou animées, et souligne que dans bien des cas les signaux image produits par les appareils médicaux ne peuvent être reproduits sur les écrans de contrôle de TVHD sans être modifiés, car ils diffèrent les uns des autres. Pour tourner cette difficulté, on peut convertir ces signaux au moyen d'un convertisseur de balayage.

Le Document [GTI 11/9-023] décrit quelques applications qu'ont présentées les radiodiffuseurs du NAB au Japon.

Le projecteur vidéo laser haute définition promet d'être un élément important du développement d'un système cinématographique électronique réel qui pourrait se prêter à des applications traditionnelles ou non. Pour l'instant, les études ont montré qu'il pouvait fonctionner selon les principales normes de TVHD actuelles et qu'il peut donc contribuer à l'harmonisation des normes de TVHD pour les applications sur grand écran [GTI 11/9-036].

D'après le Document [GTI 11/9-044], on peut utiliser un même récepteur grand public pour les programmes de TVHD et l'information de télétexte.

### 3.2.5 Musées

Les œuvres et les présentations que l'on voit dans un musée à un moment donné ne représentent généralement qu'une partie de ses réserves et les visiteurs ont parfois du mal à trouver ce qui les intéresse. Pour résoudre ces problèmes en faisant profiter les musées de la technologie TVHD, on a mis au point un système appelé musée haute définition.

Les appareils de reproduction d'images fixes du système musée HD mettent en œuvre des disques optiques et des techniques d'enregistrement numériques. Ces disques sont du type CD-ROM ou non effaçable. Les signaux d'image sont en composantes (RGB ou  $Y P_B P_R$ ) à la norme SMPTE-240M/BTA S001. Les signaux sont enregistrés sur disque soit directement soit après réduction binaire.

Les musées recourent de plus en plus à la TVHD. Ces systèmes sont, pour l'instant, utilisés individuellement par les musées mais il y aura sans doute des échanges entre eux sur CD-ROM. Cette possibilité, qui sera surtout intéressante pour les établissements éloignés les uns des autres, milite en faveur de normes internationales pour les instances artistiques, dans les domaines de l'enregistrement, des formats, des méthodes de codage, etc. [GTI 11/9-009]

La Commission des communautés européennes a déjà encouragé l'organisation de réunions pour que les divers participants aux différents projets concernant les musées se rencontrent et se mettent à harmoniser les normes.

Le projet NARCISSE, entre autres, groupe les laboratoires de quelques-uns des plus grands musées européens afin de créer une base de données d'images à résolution  $8\,000 \times 6\,000/10$  bits. Dans les mois à venir, il y a quelque 50 000 documents à enregistrer et à indexer.

Un autre projet, «VASARI», est une des premières études de numérisation de l'image sur l'œuvre elle-même. La mise au point de postes de travail spécialisés fait intervenir une base de

données et des études de colorimétrie et des détériorations. Un autre projet encore, MUSENET, emprunte le RNIS pour l'échange d'images entre musées.

Les participants à la réunion de la Commission des communautés européennes ont examiné les spécifications suivantes:

- résolution de balayage: 16, 12 et 8 pixels/mm, [GTI 11/9-052];
- profondeur de couleur: RGB linéaire 12 bits pour le balayage, 10 bits pour le stockage [GTI 11/9-052].

### 3.2.6 Expositions

Lors de l'Exposition internationale Garden and Greenery (avril à septembre 1990) à Osaka, la TVHD a non seulement servi, grâce à sa haute résolution et à la qualité de ses images, à de nombreuses présentations très diverses, mais a aussi joué un rôle important en généralisant le sentiment de participation à l'exposition dans les principales villes du Japon moyennant la retransmission des diverses manifestations dans des «salles satellites».

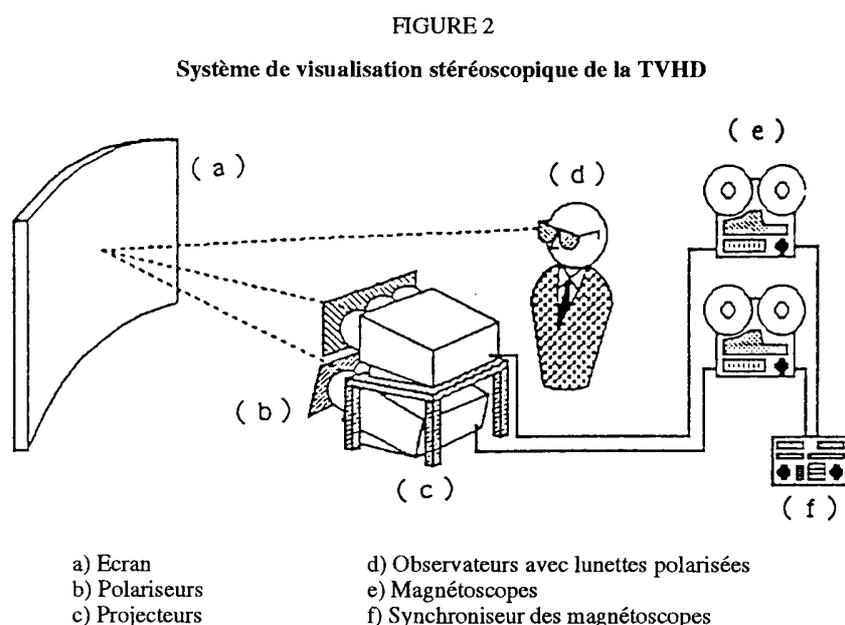
Des projections ont eu lieu dans maintes salles et cinémas au moyen de rétroprojecteurs de 50, 60, 90 et 250 pouces et de projecteurs avant de 200 pouces. On avait aussi installé de part et d'autre de la rue principale des systèmes multiimages pour avoir des images plus grandes et plus lumineuses.

Le matériel fonctionnait selon la norme SMPTE-240M/BTA-S001 [GTI 11/9-008, 018 et 019]. En général, dans les espaces publics où beaucoup de monde se rassemble, il faut de grands écrans, ce qui exige des salles à usages multiples ou des cinémas [GTI 11/9-021].

Récemment, un système stéréoscopique TVHD avec lunettes binoculaires à parallaxe et polarisées a servi à diverses fins, comme des démonstrations, et dans le domaine médical.

Le premier objectif était de vérifier ce que donnait l'image stéréoscopique en vue de son utilisation en radiodiffusion, puis de promouvoir le développement des applications de la TVHD.

La Fig. 2 présente un exemple de disposition des projecteurs pour ce système.



La projection stéréoscopique va sans doute encourager le lancement de services que n'offre pas la télévision classique. On étudiera ci-après un futur système de radiodiffusion en liaison avec la recherche fondamentale sur le mécanisme de la vision de l'homme [GTI 11/9-025].

Un nouveau type de projecteur de TVHD, le projecteur vidéo à laser a été mis au point au Royaume-Uni. Le premier prototype a servi à présenter le format de TVHD européen (1250/50) sur écran de 16 m × 9 m et peut aussi projeter des dessins d'ordinateur ou des images de TVHD conçues selon d'autres normes.

Le projecteur vidéo à laser haute définition promet d'être un important élément du développement d'un véritable système de cinéma électronique qui se prêtera à des applications traditionnelles ou non. Dans l'état des études actuelles on estime que cet appareil fonctionnera selon les principales normes de la TVHD et contribuera donc à les harmoniser en vue des applications sur grand écran [GTI 11/9-036].

Le Document [GTI 11/9-044] décrit l'utilisation d'un dispositif de visualisation domestique commun aux programmes de TVHD et à l'information de télétexte.

### **3.2.7 Education**

Le Document [GTI 11/9-012] décrit les caractéristiques de la TVHD qui en font un instrument éducatif et insiste sur le fait qu'il faut acquérir de nouvelles connaissances pour exploiter à des fins éducatives l'écran de la TVHD avec sa plus grande dimension horizontale. Grâce au format 16:9 il devient facile d'inclure des sous-titres, des données ou d'autres informations comme des notes explicatives le long des bords gauche ou droit de l'écran ou de diviser l'image en deux moitiés que l'on fait apparaître simultanément côte à côte.

Pour multiplier les applications, il est important d'accroître la disponibilité des périphériques et pour la formation industrielle on peut se servir de l'infographie pour présenter des phénomènes fictifs. Comme l'indique le Document [GTI 11/9-023], les radiodiffuseurs du NAB au Japon ont présenté quelques applications pratiques dans le domaine de l'éducation.

### **3.2.8 Exemples de visualisations pour des applications autres que la radiodiffusion**

Au Japon, des progrès récents ont été enregistrés en ce qui concerne les systèmes de visualisation [GTI 11/9-018].

L'industrie et le public disposent à présent d'écrans cathodiques à observation directe de 32 et 36 pouces et de rétroprojecteurs de 50 pouces. Leur brillance est augmentée.

Il existe des écrans LCD (à cristaux liquides) pour projecteurs frontaux ou rétroprojecteurs à trois éléments LCD à transistor à couche mince de 5,5 pouces et jusqu'à 1,5 Mpixels; leurs caractéristiques types sont données dans le Tableau 7 [GTI 11/9-114].

TABLEAU 7  
**Caractéristiques des projecteurs LCD**

Structure	Projection frontale	Rétroprojection
Diagonale de l'écran (pouces)	50-200	60
Résolution horizontale (TV-L)	750	710
Brillance crête (CD/m <sup>2</sup> )	295*	240
Flux lumineux (lm)	180	180
Diagonale du panneau LCD (pouces)	5,5	5,5
Nombre d'éléments d'image (millions)	1,5	1,2
Nombre de panneaux LCD	3	3
Poids (kg)	60	135

\* Gain de l'écran: 13 (diagonale de l'écran: 100 pouces)

### 3.2.9 Exemples de disques pour des applications autres que la radiodiffusion

Au Japon, les systèmes à vidéodisques ont enregistré récemment des progrès considérables. Ils sont très intéressants pour les applications autres que la radiodiffusion. Certains systèmes ont été mis au point au Japon pour des images fixes et animées [GTI 11/9-015].

Un système à vidéodisque TVHD a été mis en service pour le signal MUSE. Une face du disque peut contenir 30 minutes de film.

On est en train de mettre au point des récepteurs grand public à décodeurs MUSE qui peuvent servir à des applications autres que la radiodiffusion. Pour les disques d'images animées on emploie des diodes laser avec une longueur d'onde de 532 à 780 nm. Avec 532 nm la durée d'enregistrement des disques est de 90 minutes en mode CLV (vitesse linéaire constante).

Il existe quelques méthodes d'enregistrement du signal en bande de base sans compression de la largeur de bande, afin de conserver une image de qualité TVHD.

En ce qui concerne l'enregistrement d'images fixes sur disque, on a mis au point un modèle à lecture seule, un modèle non effaçable et un modèle effaçable qui sont utilisés au Japon par les applications autres que la radiodiffusion.

Les signaux enregistrés sont des données numériques en bande de base qui emploient des signaux vidéo Y, P<sub>B</sub>, P<sub>R</sub> ou R, G, B conformes aux normes SMPTE 240M/BTA S001. Le Tableau 8 présente les caractéristiques des systèmes à disque TVHD pour images fixes qui ont été mis au point au Japon.

Dans l'optique des échanges de programmes il est urgent de normaliser les systèmes à vidéodisques pour les applications autres que la radiodiffusion.

Le Document [GTI 11/9-115] indique que le Centre de promotion de la HD-vision (HVC) a établi des directives techniques pour les systèmes à disque pour images fixes de TVHD [HVC; Directives technologiques pour système à disque de visualisation d'images fixes, juillet 1991]. Ces directives spécifient le format d'enregistrement du système à disque pour images fixes de TVHD

1 125/60. L'image numérique fixe est comprimée et codée selon la méthode ISO/CEI JPEG et enregistrée sur disque optique.

Le système à disque pour images fixes (Fig. 3) utilise trois sortes de disque pour enregistrer l'image, le son et les signaux de commande. L'image fixe est enregistrée soit sous le format A ou B du disque MO (130 mm) défini dans ISO/CEI DIS 10089 soit sur CD-ROM (120 mm) défini dans ISO/CEI 10149. Le signal son est enregistré sur le CD (120 mm) défini dans CEI 908. Le signal de commande est enregistré sur le disque souple spécifié dans ISO 8860 (2DD 90 mm).

Les directives présentent le format logique de fichier pour les signaux d'image, sonores et de commande. Ces fichiers comprennent quatre sections:

- 1) Section volume (voir le Tableau 9)
- 2) Section caractéristiques de compression
- 3) Section index
- 4) Section données

Le système à disque pour images fixes de TVHD comprend des mémoires qui peuvent contenir jusqu'à 3 images et produit des effets de visualisation sur écran grâce à des procédés de lecture d'image à partir de ces mémoires. Ces effets sur écran comprennent le fondu, les effacements vertical ou horizontal, avec division, partiel et carré, le défilement, l'apparition ou la disparition d'images et la fenêtre pour créer une image par synthèse de deux. Les directives spécifient les ordres qui commandent les effets sur écran, la commande de synchronisation sur le son et la reproduction à accès aléatoire au moyen de clés et d'ordres de commande arborescents.

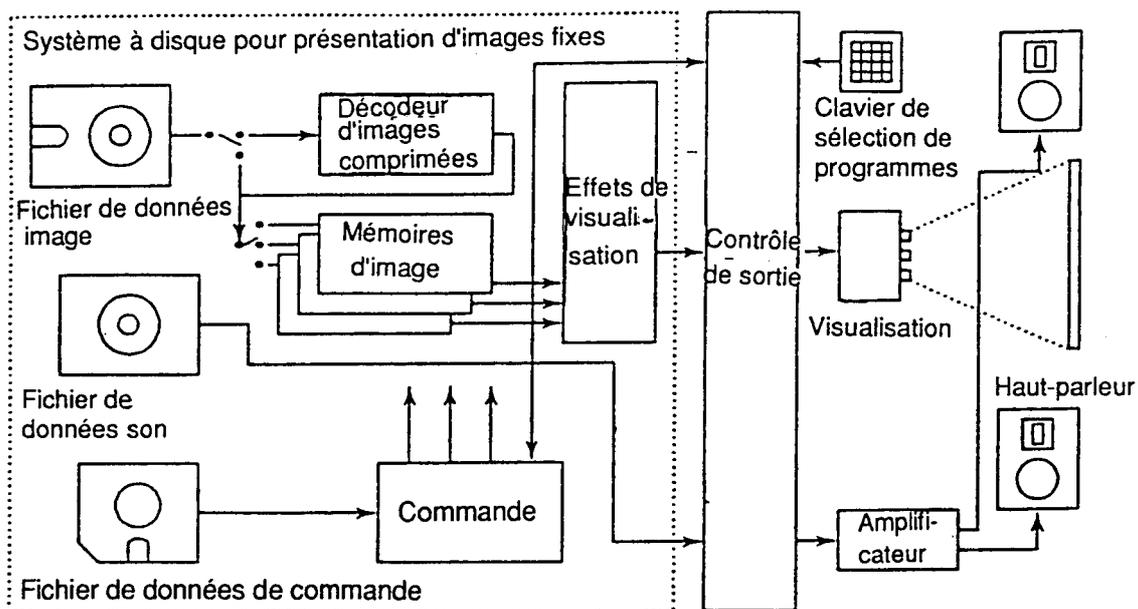
Il s'agit là d'un aperçu des directives technologiques des systèmes à disque pour visualisation d'images fixes. Les systèmes de reproduction par disque conformes à ces directives trouveront à s'employer dans des applications aux musées et établissements similaires.

TABLEAU 8  
Caractéristiques des disques pour images fixes

Systeme	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Type	Optique	---	Capacité électrostatique	Optique	---	Magnéto-optique
Fonction	Lecture seulement	---	---	Non effaçable	----	Effaçable
Diamètre du disque	120 mm	300 mm	260 mm	130 mm	300 mm	130 mm
Signal vidéo numérique/ Nombre d'images	230	1 680 (chaque face)	240 (chaque face)	130	600 (maximum)	100
Signal vidéo numérique/ Nombre d'éléments d'image par image/Mpixels	1,31	1,99	1,31	1,49	1,99	1,99
Vitesse de transfert	174 kOctets/s	1,96 MOctets/s	352 kOctets/s	456 kbit/s	18 Mbit/s	12 MOctets/s
Modulation	EFM	(1,7) RLL	S-NRZ-FM	(1,7) RLL	(1,7) RLL	(1,7) RLL

FIGURE 3

Exemple type de composition d'un système à disque pour image fixe de TVHD



**TABLEAU 9**  
**Structure de la section volume**

Adresse relative	Rubrique	Dimension de la zone (octets)	Format de code	Remarques
000-015	Identification des directives	16	TEXTE	Indique de quelle directive il s'agit.
016-019	Numéro du volume	4	TEXTE	Numéro de série de volume des disques.
020-023	Nombre de volumes	4	TEXTE	Nombre total de disques parmi les disques du lot.
024-055	Identificateur du volume	32	TEXTE	Identificateur pour gestion des volumes (avec le numéro du volume, sert à la gestion).
056-135	Nom du disque	80	TEXTE	
136-143	Date de préparation	8	TEXTE	
144-147	Drapeau de gestion	4		
148-159	Réservé	12		Non utilisé pour le moment.
160-183	Section des données vidéo	24	BINAIRE	
184-207	Section des données vidéo condensées	24	BINAIRE	
208-231	Section données de commande	24	BINAIRE	
232-255	Section des données audio (réservée)	24	BINAIRE	Non utilisée pour le moment.
256-279	Section données d'effacement du programme	24	BINAIRE	
280-303	Section données d'information supplémentaire	24	BINAIRE	
304-815	Zone réservée	512		
816-1023	Commentaires	218		

### 3.2.10 Exemples d'autres équipements pour applications autres que la radiodiffusion

Les caméras à DTC pour la TVHD s'améliorent et on en a mis au point quatre types. Elles donnent une image de très bonne qualité et une meilleure stabilité en exploitation et ne devraient pas, pour ainsi dire, avoir besoin de maintenance [GTI 11/9-016].

On a étudié [GTI 11/9-059] des matrices uniques  $1\ 152 \times 2\ 048$  pour DTC avec double norme de TVHD.

En fonction de leur utilisation, les détecteurs ont des caractéristiques de balayage différentes. Il faudra étudier soigneusement la normalisation pour les applications autres que la radiodiffusion.

Au Japon, on a également mis au point du matériel pour studio de TVHD numérique qui est conforme aux normes SMPTE 240M/BTA S001. Si le commutateur numérique et le matériel d'effets vidéo numériques sont associés à des sources analogiques, des magnétoscopes numériques et des appareils de dessin par ordinateur, il est possible de constituer un système de production numérique. On trouvera de plus amples informations dans le Document [GTI 11/9-017].

Les équipements mentionnés ci-dessus peuvent susciter à l'avenir d'autres applications en dehors de la radiodiffusion.

### **3.2.11 Intérêt de l'harmonisation**

Au Japon, la TVHD sort maintenant du stade expérimental et touche divers domaines. Des exemples ont été fournis dans des contributions soumises au GTI 11/9 à sa dernière réunion à Tokyo et à la présente réunion de Brighton.

Il est à noter que le BTA du Japon, incorporé à la norme S001 pour 1 125/60, tient compte de la Recommandation UIT-R BT.709, possibilité technique qui va au-delà de ce qui est requis pour la radiodiffusion de TVHD [GTI 11/9-113].

On peut conclure qu'au Japon l'harmonisation des normes de TVHD pour les applications de radiodiffusion et pour les applications autres que la radiodiffusion progresse sans grandes difficultés. En outre, le Japon continue à œuvrer dans le cadre de l'UIT-R pour arriver à un consensus international sur une norme mondiale de production de la TVHD.

## **3.3 Equipement de TVHD grand public**

### **3.3.1 Introduction**

La présente partie du Rapport traite de l'équipement domestique pour la TVHD.

Dans le Document [CCIR, 1986-90a], il est nettement indiqué au § 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 semblable 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.

### **3.3.2 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, 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 vidéo projecteurs 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>.

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.

### **3.3.3 Equipement de réception grand public**

#### **3.3.3.1 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.

Au Japon, la radiodiffusion expérimentale de TVHD par satellite avec le système MUSE est programmée tous les jours pendant une heure par BS-2b depuis le 3 juin 1989. Pour la réception de ces émissions expérimentales, on utilise la même antenne de réception et la même unité extérieure que celles utilisées pour le service existant de radiodiffusion par satellite avec le système NTSC/à sous-porteuse numérique.

L'unité intérieure a une configuration qui lui permet de recevoir à la fois le système NTSC/à sous-porteuse numérique et le système MUSE.

Pour la réception, le signal MUSE est détecté en MF et fourni au décodeur MUSE, où le signal de dispersion est supprimé et où il est procédé à la désaccentuation. L'impulsion numérotée d'alignement CAF est fournie par le décodeur MUSE à l'unité intérieure. A cet effet, l'unité intérieure est équipée de terminaux de connexion pour la sortie des signaux détectés et pour l'entrée des impulsions d'alignement.

L'efficacité de l'antenne de réception et du facteur de bruit de l'unité extérieure actuellement disponible sur le marché des équipements grand public est en moyenne de 68% pour l'antenne et de 1,8 dB pour le facteur de bruit [CCIR, 1986-90b].

Trois fabricants ont annoncé le 20 septembre 1989 la mise au point de prototypes de récepteurs MUSE grand public équipés d'une série de circuits intégrés à très grande échelle à la demande.

Les récepteurs annoncés sont du type à tube image 32 pouces et à rétroprojection 50 pouces. Ils sont conçus de manière à pouvoir recevoir avec un seul appareil des signaux de télévision classiques en ondes métriques et décimétriques, de Clear Vision (télévision de qualité améliorée au Japon) et de Hi-Vision (TVHD au Japon).

La plupart d'entre eux sont capables de reproduire le son ambiant 3-1 (décrit dans le Rapport UIT-R BS.1072) accompagné de l'image de TVHD. Dans certains cas, ils sont aussi conçus pour être reliés à des magnétoscopes et à des lecteurs de vidéodisques.

Ce succès peut être considéré comme une première phase du développement; les efforts seront par la suite axés sur la deuxième phase, au cours de laquelle des récepteurs grand public seront mis à disposition en grande quantité [CCIR, 1986-90c].

On trouvera dans les paragraphes qui suivent la description d'autres équipements de réception.

### **3.3.3.2 Décodeurs de TVHD**

#### **3.3.3.2.1 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 kbit.

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.

#### **3.3.3.2.2 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: 0,084 m<sup>3</sup>, poids: 50 kg) pour pouvoir être portatifs.

Vingt-six modèles de circuits intégrés à très grande échelle ont récemment été mis au point pour le décodeur MUSE. Ces circuits intégrés à très grande échelle permettent de fabriquer les décodeurs avec 46 éléments de circuits intégrés à très grande échelle à la demande. La taille et la consommation d'énergie du décodeur sont ainsi réduites environ à 1/30<sup>ème</sup> de la taille et de la consommation du prototype équipé de circuits intégrés classiques. Cette réalisation a permis de progresser nettement vers la conception de récepteurs MUSE à faible coût à usage domestique [CCIR, 1986-90d].

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.

#### **3.3.3.2.3 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 récepteur HD-MAC comprend un décodeur à restitution de bande HD-MAC (BRD) éventuellement doté d'un convertisseur de fréquence de trame vers les 100 Hz. Le BRD donne en sortie des signaux Y, U, V à la norme 1250/50/2 avec un format d'image de 16:9. Le convertisseur de fréquence de trame délivrera en sortie un signal à 1250/100/2.

Le BRD contient 5 mémoires de trame pour la luminance et la chrominance, chacune de 288 lignes et chaque ligne utile ayant 698 échantillons de luminance et 349 de chrominance sur 8 bits, totalisant environ 12 Mbit.

Plusieurs événements sont planifiés pour être radiodiffusés en direct à travers l'Europe, utilisant le système HDMAC/paquets. C'est pourquoi les constructeurs européens de matériel grand public en République fédérale d'Allemagne, en Finlande, en France, aux Pays-Bas, en Suède et au Royaume-Uni ont commencé à mettre au point des récepteurs HD-MAC à haut niveau d'intégration.

La mise au point des récepteurs HD-MAC s'effectue à partir de décodeurs expérimentaux présentés à l'IFA'89 (Internationale Funk-Ausstellung, Berlin-Ouest) [CCIR, 1986-90e] et qui avaient été spécialement fabriqués pour cette occasion.

La plupart des récepteurs seront du type vidéoprojecteur, qui est considéré actuellement comme le meilleur système d'écrans ayant une diagonale supérieure à 1 m.

Tous les récepteurs permettront de visualiser des signaux PAL/SECAM comme des signaux MAC à la fois dans les formats 4:3 et 16:9.

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, 1986-90f, g].

### **3.3.4 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.

Les études nécessaires ayant été réalisées [CCIR, 1986-90h], plusieurs circuits VLSI ont été mis au point avec succès. Une version simple de convertisseur a été réalisée sur un circuit VLSI monolithique en vue de permettre des applications à faible coût. Dans une autre version, on a employé cinq VLSI distincts. Cette dernière permet la conversion du format d'image soit en tronquant les côtés droit et gauche de l'image, soit en masquant le haut et le bas de l'image NTSC [CCIR, 1986-90i].

### **3.3.5 Magnétoscopes grand public**

#### **3.3.5.1 Magnétoscopes à cassettes**

Les Documents [CCIR, 1986-90j, k] rendent compte de la mise au point, aux Pays-Bas, d'un magnéscope à cassettes utilisant un système de transport VHS amélioré pour l'enregistrement et la lecture de signaux HD-MAC [Weissensteiner, 1988]. Ce magnéscope, présenté à la Convention internationale de la radiodiffusion en septembre 1988, se caractérise par une largeur de bande de signal de 10,125 MHz (-6 dB). 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 HD-MAC (ou MAC) sur une bande «métal» de 1,25 cm de largeur avec compensation de perte d'information.

Le magnéscope HD-MAC est également capable d'enregistrer et de lire des signaux de télévision 625 lignes 50 Hz (D2MAC, PAL, SECAM). Après adaptation, il pourra aussi enregistrer d'autres types de signaux de télévision (1 050 lignes 59,94 Hz par exemple). Le Rapport UIT-R BR.1233 fournit davantage d'informations sur ce magnéscope.

Un magnéscope à cassettes MUSE destiné au grand public a déjà été mis au point. [Ninomiya, Y. et autres, 1987].

#### **3.3.5.2 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.

Les Documents [CCIR, 1986-90j, 1] traitent de la mise au point d'un lecteur de disques vidéo HD-MAC qui a été présenté à la Convention internationale de la radiodiffusion en septembre 1988. Ce lecteur a été élaboré 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 < 6 ns. La durée de lecture est de 20 minutes par face pour un disque de 30 cm de diamètre.

Ce lecteur de disques vidéo HD-MAC peut reproduire à côté du signal D2-HD-MAC complet, offrant toutes les possibilités du système D2MAC (données et son) un signal de disque audionumérique (CD) qui est enregistré dans la partie inférieure du spectre modulé en fréquence. Le Rapport UIT-R BR.1233 rassemble davantage d'informations sur ce lecteur de disques vidéo.

#### **3.3.5.3 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 stéréophonique 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, 1986-90m].

## RÉFÉRENCES 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 - 3024 (Japon); c. 11/577 (Japon); d. 11/581 (Japon); e. 11/540 (Allemagne (République fédérale d'), Finlande, France, Pays-Bas, Suède, Royaume-Uni); f. GTI 11/6 - 2013 (Belgique et autres); g. GTI 11/6 - 2062 (France); h. GTI 11/6 - 2034 (Japon); i. 11/587 (Japon); J. 11/293 (Belgique et autres); k. 11/459 (Pays-Bas); l. 11/458 (Pays-Bas); m. 11/285 (Japon).

## CHAPITRE 4

### **4 Influence de l'harmonisation sur les normes de studio**

#### **4.1 Méthode architecturale**

Le présent chapitre décrit une architecture universelle extensible qui convient à diverses applications afin de permettre l'exploitation coordonnée de systèmes vidéo numériques.

##### **4.1.1 Introduction**

Le Document [GTI 11/9-105] décrit les études à effectuer afin de mettre au point, pour la TVHD/SHR, une architecture extensible avec possibilité de changement d'échelle et d'exploitation commune.

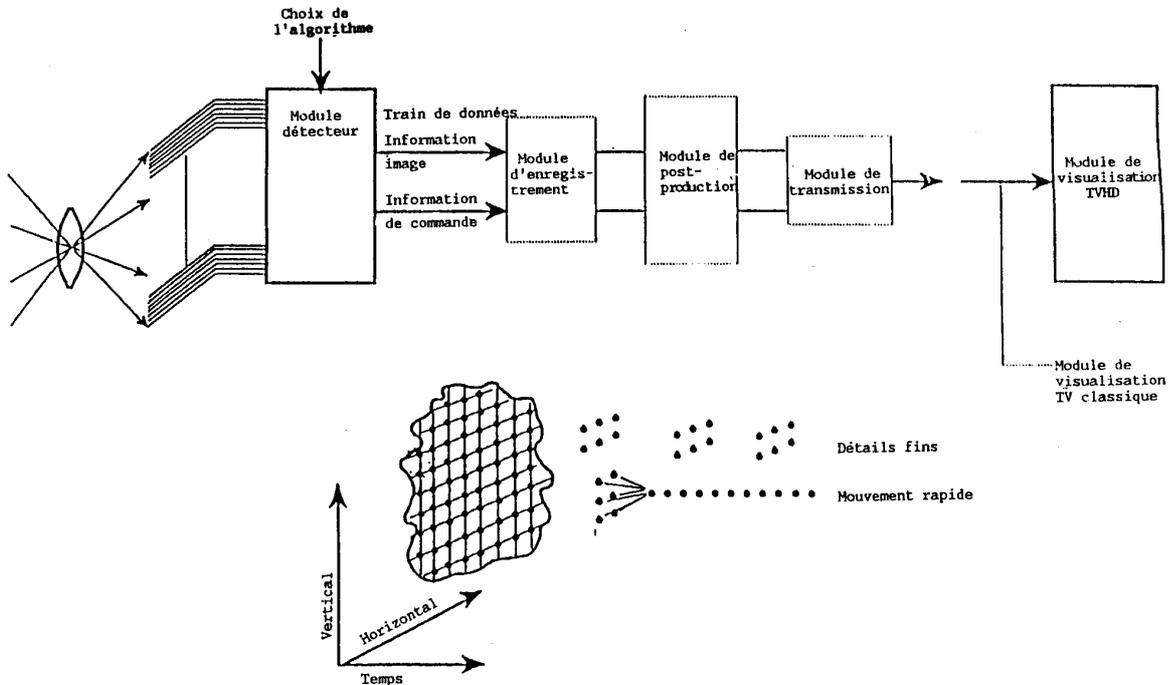
Les questions à étudier sont les suivantes:

- une hiérarchie peut-elle inclure les systèmes d'image existants ou à venir et coexister avec eux?
- est-il avantageux de définir une hiérarchie par rapport à des relations de proportionnalité simples entre éléments spatiaux et temporels?
- structure générale de l'image: comment peut-on inclure des éléments ou structures d'image comme les blocs de composantes d'image ou autres structures?
- y-a-t'il des structures plus favorables (y compris le format) qui rendent les manipulations et les échanges d'images plus économiques et facilitent des extensions futures? Les points à étudier sont, entre autres: structure de balayage progressif ou entrelacé, format des pixels et rapports de transcodage.

A titre d'exemple d'architecture de l'image numérique, le Document [GTI 11/9-108] propose deux conceptions, le recours à un rafraîchissement conditionnel et à un format de signal hiérarchique.

Ces conceptions qui sont fondées sur un rythme de renouvellement de l'image visualisée distincte de celle de sa mise à jour sont illustrées sur la Fig. 4.

FIGURE 4  
Exemple d'architecture d'image numérique



Il est proposé de créer, en tant que source primaire en studio, un signal comprimé qui comprenne l'information de commande et d'image. Il reste à étudier le coût et les avantages globaux de cette méthode.

Le rafraîchissement conditionnel est une technique où le rythme de mise à jour n'est pas le même pour toutes les parties de l'image. Un en-tête qui comprend l'information garantit que chaque partie de l'image est disposée comme il convient et à sa place.

On note aussi que les écrans matriciels actifs à cristaux liquides ne présentent pas de papillotement et qu'ils pourraient servir tant pour les projections que pour l'observation directe.

De tels écrans pourraient permettre la mise à jour de pixels ou de groupes de pixels indépendamment des autres, ce qui dispense d'avoir une même fréquence de balayage pour toute l'image.

En outre, les parties de l'image en mouvement rapide pourraient être mises à jour plus souvent que les autres avec une résolution moindre.

Dans un format hiérarchique du signal, le format de codage du signal présente des couches à divers niveaux de qualité. Un tel format couvre une large gamme de qualité qui correspond à des récepteurs allant du modèle bon marché portatif à faible définition aux récepteurs haute définition perfectionnés. On peut aussi disposer en couches divers niveaux de qualité studio dans le signal pour avoir un format de production en studio normalisé.

Pour les utilisations autres qu'en temps réel d'un même signal, comme l'image fixe en couleurs, la photographie en couleurs ou la transmission fax en couleurs, on peut ajouter au format du signal des couches de résolution supplémentaires.

Dans les systèmes TVHD/SHR à compression numérique, il est utile de disposer à la fois d'un rafraîchissement conditionnel et d'un signal hiérarchique. Il faut adapter ces techniques pour qu'elles s'harmonisent avec la compression numérique. On ne peut donc évaluer séparément ni le format du signal produit en studio ni une quelconque technique de compression numérique. Il faut en fait que la mise au point du signal numérique de studio et celle de la compression numérique se fasse de façon coordonnée. Ainsi obtiendra-t-on la meilleure qualité possible pour chaque niveau de qualité de la visualisation d'un format de signal hiérarchique. De plus, on pourra tenir compte des progrès technologiques futurs sous la forme d'extensions du format par le biais de couches anticipées dans le format du signal numérique hiérarchique.

Si l'on veut qu'un système hiérarchique convienne à une grande variété d'applications, il est essentiel que l'échantillonnage spatial ou temporel à la source dispose d'une «marge» substantielle. Pour un train de données série, il faut un débit binaire très élevé avant réduction de la largeur de bande. En intégrant le module détecteur au premier étage de traitement (c'est-à-dire, réduction de la largeur de bande) sur un seul élément de circuit, un traitement du signal en parallèle, comme dans l'ensemble œil/cerveau, permet d'obtenir la «marge» sans imposer d'exigences technologiques excessives. De cette façon, on est assuré de pouvoir extraire l'information essentielle sans gaspiller la largeur de bande. Pour la diffusion d'événements sportifs par exemple, on utilisera une résolution temporelle élevée associée à une résolution spatiale compatible avec la stratégie du système de télévision en ce qui concerne la largeur de bande.

Dans le Document [GTI 11/9-121] l'UER suggère d'examiner les questions suivantes:

- quels sont les domaines d'application spécifiques de l'imagerie à haute résolution où différentes solutions sont actuellement mises en œuvre et dans lesquels l'harmonisation serait avantageuse?
- ces avantages seraient-ils d'ordre technique, économique; tiendraient-ils à l'ampleur du marché ou à la diversité des services?
- parmi ces avantages, lesquels intéressent: le radiodiffuseur, le client téléspectateur?
- quels sont les divers calendriers pour ces applications et leur harmonisation?

#### **4.1.2 Structure modèle pour l'architecture des systèmes de distribution et de contribution**

Il serait intéressant de disposer d'une structure modèle pour l'architecture des systèmes de distribution et de contribution, point inscrit dans le programme de travail du GA 11/4.

#### **4.1.3 Une architecture «à couches» pour norme de studio TVHD**

De même, l'architecture de la norme de studio numérique garantit les meilleures possibilités d'exploitation commune avec d'autres systèmes vidéo numériques si elle est fondée sur une structure en couches où chaque couche est en principe séparable et si les valeurs choisies sont, si possible, des multiples entiers simples de celles qui ont été adoptées pour ces systèmes.

En particulier, les aspects ci-après doivent être examinés dans ce contexte:

##### **a) Structure de l'image**

La contribution [GTI 11/9-047(UER)] souligne les avantages de la méthode CIP (portion commune de l'image) pour la structure de l'image. Ces études proposent une distribution d'échantillons carrée et une matrice  $1\ 920 \times 1\ 080$  incluse dans une matrice  $2\ 048 \times 1\ 152$ . Cette méthode peut s'étendre à des résolutions supérieures et inférieures et à des formats autres que 16:9.

Le Document [GTI 11/9-123] indique que si on utilise des appareils à structure numérique pour produire, stocker et reproduire des images, comme les détecteurs à DTC, les écrans plats et les mémoires d'image, il faut définir la structure de l'image non seulement de manière géométrique mais aussi avec ses caractéristiques d'échantillonnage. A cet effet on définit en guise de caractéristiques d'échantillonnage trois indices (isotropie, modularité et possibilité d'adressage) pour pouvoir considérer séparément les exigences géométriques et numériques. Ces indices peuvent se révéler utiles pour évaluer, comparer et mettre au point des appareils semblables et offrent des avantages pour le matériel et le logiciel, notamment dans les applications de TVHD.

b) Echantillonnage de l'image

Il est important de s'assurer que les fréquences adoptées sont en relation harmoniques. Par exemple, poursuivant les travaux d'avant-garde du professeur Glenn, en Amérique du Nord, des chercheurs de l'Université de Dortmund étudient une caméra de conception technique particulière qui tient compte du processus de réduction des données commun à un système hiérarchique. Ces signaux du système sont produits par un dispositif de prise de vue progressif de TVHD à 25 images/seconde, ce qui est techniquement réalisable aujourd'hui. La même image optique est aussi balayée de façon progressive par un autre dispositif, avec une fréquence de trame quatre fois plus grande et quatre fois moins de lignes ainsi qu'une résolution horizontale réduite par rapport à celle du dispositif TVHD, donnant ainsi un second signal qui sert à produire une information vecteur mouvement. Grâce à un procédé spécial, les deux signaux sont combinés de manière à s'intégrer au niveau correspondant d'un système hiérarchique.

c) Stockage de l'image

On préfère le stockage de toutes les données CIP à la fréquence image de base, accompagnées des vecteurs mouvements correspondants pour plages étendues et d'un jeu complet de descripteurs de source. Cela facilite l'exécution en studio des opérations suivantes:

- montage/ralenti/conversion de normes/réenregistrement pour distribution.

De plus, l'information de service enregistrée subira d'autres traitements pour optimiser l'algorithme de compression de la largeur de bande en vue de la distribution dans des canaux étroits, y compris:

- la distribution secondaire;
- la transmission;
- la diffusion;
- l'enregistrement de signaux comprimés.

d) Descripteurs de source

On les considère comme des jeux de données qui donnent une description complète de ce qui est disponible à partir de l'enregistrement à la source, y compris:

- le balayage de l'image;
- le format à la source;
- la structure d'image à la source;
- la fréquence de base d'image;
- la fréquence de balayage supérieure sous-échantillonnée;
- le champ de vecteurs mouvement (blocs et résolution);
- les facteurs d'«activité» d'image et de bloc;
- l'étiquette de processus du système (voir les Fig. 5, 6 et 7 et le texte qui les accompagne).

Le schéma de principe des Fig. 5, 6 et 7 montre comment mettre en œuvre, au moyen des descripteurs de source, le balayage de l'image et ses techniques d'analyse et d'enregistrement associées.

Le système A utilise une méthode à boucle ouverte pour choisir les blocs d'échantillons en vue de l'enregistrement, en fonction de l'information qu'ils contiennent, de façon à enregistrer pratiquement *toutes* les informations essentielles tirées du système source/détecteur à haute capacité. On enregistre aussi un jeu complet de descripteurs de source pour arriver si besoin est à une reconstitution (presque) complète de l'information image.

L'enregistrement à la source ainsi obtenu peut servir à reconstituer le meilleur signal de la source en vue d'applications diverses comme:

- la post-production;
- la distribution dans des canaux étroits;
- les enregistrements très comprimés.

Le système B donne les mêmes résultats que le système A mais utilise un détecteur de sortie plus complexe mais à débit de données plus faible et dans lequel les éléments de détecteur qui traitent l'information sont sélectionnés en vue de la lecture et de l'enregistrement.

Le système C arrive à des résultats semblables à ceux des systèmes A et B au moyen d'un algorithme normalisé série pour réduction du débit binaire à la source.

## 4.2 Nature et utilisation des descripteurs

Le Document [GTI 11/9-035] décrit un système d'indexation vidéo à utiliser aux interfaces dans la zone de production en studio, là où il faut interpréter les données image. Les aspects des données image dont il faut tenir compte comprennent:

- a) Structure de l'image:
  - numéro de séquence
  - format
  - pagination.
- b) Structure de la page:
  - échantillons par ligne
  - lignes par page
  - identification de page.
- c) Codage de l'image:
  - RGB, Y, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>
  - quantification des échantillons
  - caractéristique de transfert.
- d) Multiplexage:
  - entrelacé, séquentiel
  - ordre de transmission des échantillons.
- e) Source et traitement:
  - fréquence d'image
  - conversion sur film
  - réduction du débit binaire.

FIGURE 5  
Système A de balayage de l'image

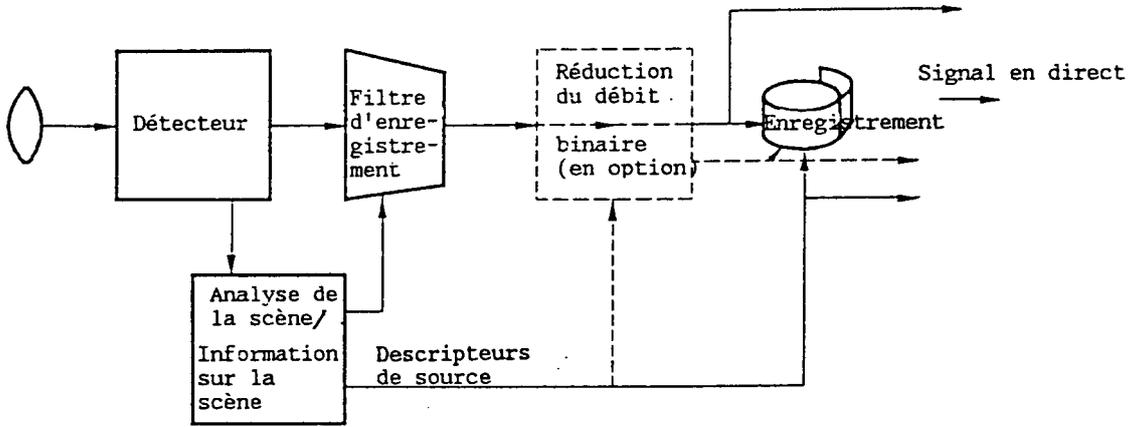


FIGURE 6  
Système B de balayage de l'image

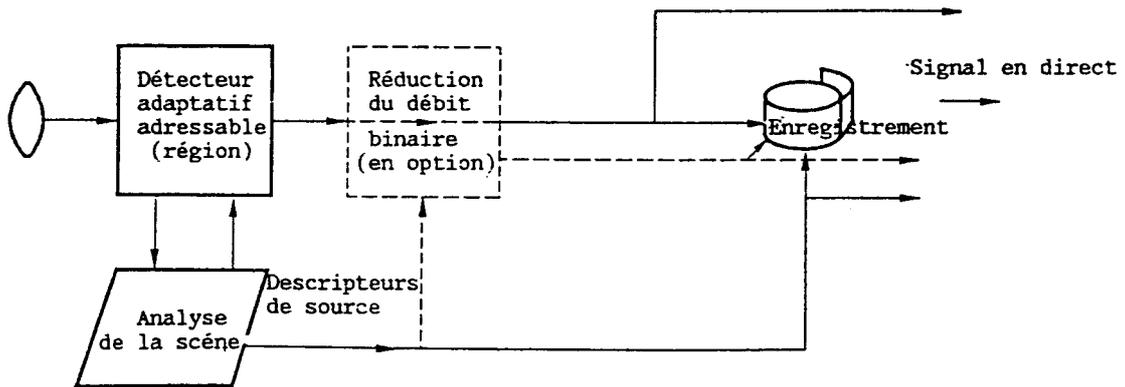
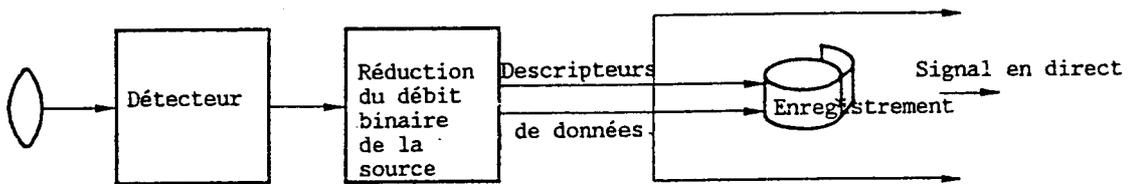


FIGURE 7  
Système C de balayage de l'image



La SMPTE a deux Groupes qui s'intéressent aux données d'indexation:

- a) le Groupe de travail pour HDEP;
- b) le Groupe ad hoc pour les applications du code temporel de TRRT.

Ce dernier Groupe a rédigé des documents qui définissent une matrice consacrée aux applications pour l'utilisation des bits d'utilisateur du code temporel. Cette matrice laisse de la place pour les données d'indexation demandées dans le Document [GTI 11/9-035]. Il semble opportun de tenir compte de ces travaux ainsi que de ceux du groupe a).

Le Document [GTI 11/9-066] propose un mécanisme à en-tête/sous-en-tête qui est un superensemble des fonctions d'un indice vidéo ou d'un descripteur comme le décrit le Document [GTI 11/9-035].

Le Document [GTI 11/9-010] décrit la composition d'un en-tête pour le format numérique des bandes magnétiques.

Etant donné l'évolution actuelle vers une grande diversité de systèmes d'images numériques à haute résolution, il est proposé de définir un en-tête/descripteur universel [GTI 11/9-107].

L'universalité est un des objectifs primordiaux de sa conception, c'est-à-dire que tous les trains de données vidéo (et associées) doivent comprendre l'en-tête de sorte que l'on puisse répartir les signaux entre applications et utilisations.

Bien que la définition de l'en-tête ne soit pas achevée, la conception actuelle exige qu'il contienne au moins:

- la longueur du paquet de données;
  - une identification unique du paquet de données;
- et prenne en compte:
- les caractéristiques d'erreur du support;
  - les exigences de synchronisation des paquets dans le train de données.

On a commencé à étudier des formats de descripteurs pour recueillir des informations supplémentaires.

### **4.3 Colorimétrie et caractéristiques de transfert**

Le Document [GTI 11/9-062] qui est tiré de travaux déjà présentés à l'ex-CCIR insiste sur l'importance d'avoir un vaste triangle des couleurs pour la plupart des applications autres que la radiodiffusion qui en général n'emploient pas les interfaces Y,  $C_1$ ,  $C_2$  mais RGB (ou jaune, cyan, magenta). Dans ce cas, les valeurs intérimaires de l'UIT-R ne conviennent pas bien à la dynamique nécessaire du point de vue de l'harmonisation avec les applications autres que la radiodiffusion.

Le Document [GTI 11/9-070] signale que la gamme des couleurs à transmettre a été calculée pour deux systèmes de télévision, celui qui emploie les trois couleurs primaires que spécifie la Recommandation UIT-R BS.705 et celui qui emploie les primaires du Tableau I de l'Annexe à la Recommandation UIT-R BT.709. Il en résulte que le premier système permet de traiter toutes les couleurs de surface existantes si l'on se sert de la représentation  $Y P_R P_B$  dans une gamme raisonnable d'amplitudes du signal et que le second pourrait, en transmission analogique, avoir un rapport signal sur bruit qui serait moins bon que le premier ou exiger, en transmission numérique, une quantification plus fine.

Selon les Documents [GTI 11/9-70 et 117], le choix de couleurs primaires que spécifie la Recommandation UIT-R BT.709 est celui qui convient le mieux pour les applications de radiodiffusion que pour les applications autres que la radiodiffusion.

Le Document [GTI 11/9-119] examine les erreurs de reproduction des couleurs qui résultent de la limitation de la largeur de bande des signaux de différence de couleur. Ces erreurs apparaissent avec le système classique de précorrection du gamma, avec le codage à luminance constante et même avec le système à transmission linéaire. Ces erreurs affectent non seulement la composante à fréquence élevée de la luminance restituée mais aussi la moyenne de la nuance et de la saturation sur des plages étendues. Ce genre d'erreur, sur la nuance par exemple, dépasse 20° dans le cas le plus défavorable. Il arrive rarement que de telles erreurs surviennent avec des images naturelles mais cela peut se produire souvent avec celles que produisent les ordinateurs.

Pour diminuer les erreurs de reproduction des couleurs on étudie une nouvelle méthode appelée système de pré-égalisation (PEQ). Elle peut rendre les erreurs quasiment négligeables en munissant les caméras classiques de circuits supplémentaires sans rien avoir à changer pour la visualisation. En un sens, PEQ est compatible, avec les systèmes de télévision actuels et constitue l'un des meilleurs moyens d'améliorer le rendu des couleurs de la future TVHD.

Selon le Document [GTI 11/9-052], on pourrait harmoniser la représentation numérique; en fonction du choix des paramètres on peut déduire du Document [11/6-4027] un codage linéaire de la caractéristique de transfert à 12 bits/échantillon. Avec cette conception, la dynamique comprend une marge de 100%.

#### **4.4 Exigences temporelles**

Les exigences signalées pour les applications autres que la radiodiffusion ne concernent que le rythme de renouvellement de la visualisation mais ne concernent donc pas directement les normes de studio. Il faut alors veiller à faciliter les conversions entre normes de studio et de visualisation.

Dans un contexte architectural il faut considérer la fréquence d'images sous deux aspects:

- le rendu du mouvement;
- le papillotement.

##### **4.4.1 Rendu du mouvement**

Pour les mouvements continus, la fréquence image est définie par les exigences correspondantes de l'œil humain. Il faut au moins 24 images par seconde, sans doute davantage. En radiodiffusion on utilise les fréquences de 24, 25, 29,97, 30, 50, 59,94 et 60 Hz.

##### **4.4.2 Papillotement**

Pour avoir des conditions de travail acceptables sur les lieux de travail il faut, afin d'éviter le papillotement, que les visualisations au moyen de la technologie actuelle des tubes cathodiques aient un rythme de renouvellement d'au moins 70 Hz environ.

##### **4.4.3 Méthode architecturale**

Une méthode architecturale indiquerait qu'il faut avoir un rythme de renouvellement fonction des fréquences d'image mentionnées en § 4.4.1. Sur les lieux de travail, il faudrait avoir des rythmes de renouvellement de 72 et 75 Hz. Il semble possible de régler la fréquence de visualisation pour l'adapter à des rythmes de renouvellement de 72 et 75 Hz.

Avec les nouvelles technologies de visualisation on pourrait se contenter de plus faibles rythmes de renouvellement.

#### 4.5 Compression de la largeur de bande

En ce qui concerne l'application éventuelle des techniques de réduction du débit binaire au magnétoscope numérique (TVHD DTTR), le GTI 10-11/4 est arrivé aux conclusions ci-après (voir [GTI 11/9-031] en octobre 1989:

- à l'époque on ne recourait pas à la réduction du débit binaire pour le magnétoscope numérique d'usage professionnel et il fallait qu'en principe il en soit ainsi pour assurer la meilleure transparence possible;
- les études en vue de l'application de cette technique étaient consacrées aux appareils grand public;
- il fallait poursuivre avec soin les études pour éviter d'introduire des dégradations cumulatives de l'image dans les centres de production de programmes perfectionnés.

Le Document [GTI 11/9-066] souligne la généralisation rapide des technologies de compression dans les algorithmes, le matériel et les normes internationales. Ce document indique que la compression exige une architecture de normes souple dans la mesure où son évolution rapide doit influencer les appareils et les logiciels de la haute définition.

Le Document [GTI 11/9-106] mentionne la formation d'un groupe d'études de la SMPTE chargé de concevoir et de définir des techniques de compression des images numériques ainsi que des réalisations qui se prêtent à la production et à la post-production et à certaines formes de distribution dépendant de la production.

On a identifié un certain nombre de réalisations, de techniques de compression ainsi que de propriétés de l'image qui peuvent affecter la compression de l'image numérique de TVHD. On a mis au point, en vue d'essais, un jeu d'images fixes et animées. Elles peuvent servir à apprécier dans quelle mesure une norme de studio se prête à telle ou telle technique de compression. Ces images d'essai peuvent notamment révéler comment le transcodage en studio influence les vecteurs mouvements, dans quelle mesure les détails colorés sont respectés et quelle est l'influence du bruit sur les possibilités de compression. Le Document 11/9-106 devrait être soumis au Groupe de travail 11E.

Le Document [GTI 11/9-118] traite des exigences fondamentales relatives au codage de réduction de débit binaire des images d'essai de TVHD.

Pour les transmissions de TVHD à l'intérieur des studios les systèmes de réduction du débit binaire ne sont pas utiles car les fibres optiques actuellement en usage ont une largeur de bande suffisante. Ils peuvent être nécessaires pour les transmissions entre studios et pour l'enregistrement numérique sur magnétoscopes à cassettes. Le choix d'un système approprié doit résulter d'un compromis entre coûts de transmission et du matériel, débit binaire et qualité de l'image et compatibilité avec le futur RNIS-LB. Il faut aussi tenir compte des besoins des utilisateurs et des méthodes d'évaluation de la qualité de l'image. Quant au codage du canal, il faut que le format du signal transmis et la modulation numérique aient des éléments communs avec la télévision classique.

Le Document [GTI 11/9-122] étudie, à partir de simulations sur ordinateur, l'apparition de défauts de l'image dues à l'emploi multiple d'algorithmes de réduction du débit binaire le long de la chaîne de télévision numérique.

Le mécanisme de codage était du type TCD-2D avec compensation du mouvement et quantification vectorielle en pyramide, toutes deux en mode inter et intra-image et avec choix adaptatif d'un débit de codage binaire en fonction de l'énergie de chaque bloc.

Les simulations ont été effectuées au moyen d'un jeu d'images qui servent actuellement à évaluer la qualité des images de TVHD. Les graphiques qui présentent l'erreur quadratique moyenne

(MSE) en fonction des étapes de codage et de décodage pour des canaux de capacités diverses révèlent qu'en général le mode de codage intra-image est moins vulnérable que le mode interimage.

## BIBLIOGRAPHIE

- S. MANABE, et autres [1988] «A 2-Million pixel CCD imager overlaid with an amorphous silicon photoconductive layer» ISSCC 88, WAM3.6.
- K. NAGANO, et autres [1987] «A 2-Million pixel high-definition CCD image sensor» IEICE Technical Report, ED87-174.
- T. NOBUSADA, et autres [1989] «Frame interline transfer CCD sensor for HDTV camera» ISSCC 89, WPM8.1.
- POYTON, Charles A. [janvier 1990] «HDTV for computers Workstations.» Television Mergers multiple Technologie - SMPTE 1990.
- K. YNEMOTO, et autres [1990] «A 2-Million pixel FIT-CCD sensor for HDTV camera system»; ISSCC 90, FAM13.2.

### *Documents du CCIR:*

[1990-94]: GTI 11/9-001 (CAN), GTI 11/9-003 (CBS), GTI 11/9-004 (CBS), GTI 11/9-007 (HOL), GTI 11/9-016 (J), GTI 11/9-031 (10-11R), GTI 11/9-035 (CAN), GTI 11/9-037 (J), GTI 11/9-038 (BEL, HOL, F, UK), GTI 11/9-039 (UK), GTI 11/9-045 (UER), GTI 11/9-046 (UER), GTI 11/9-047 (UER) GTI 11/9-048 (Thomson), GTI 11/9-049 (Thomson), GTI 11/9-053 (Thomson), GTI 11/9-059 (Thomson), GTI 11/9-062 (F), GTI 11/9-063 (F), GTI 11/9-064 (F), GTI 11/9-096 (AUS), GTI 11/9-017 (J), GTI 11/9-042 (Italie), GTI 11/9-055 (UER), GTI 11/9-069 (J), GTI 11/9-070 (J), GTI 11/9-117 (J) et GTI 11/9-119 (J).

## CHAPITRE 5

### **5 Influence de l'harmonisation sur les normes de transmission par les moyens de télécommunication**

#### **5.1 Introduction**

On peut, en général, répartir les applications de la vidéo en trois segments: la production qui comprend la création de l'information, la distribution qui l'apporte à l'utilisateur et la visualisation grâce à laquelle l'utilisateur regarde l'information ou agit sur elle. C'est ce qu'illustre la Fig. 8 dans le cas particulier de la chaîne de diffusion de la télévision mais le principe est applicable à toute activité qui traite l'information. Les limites logiques entre ces trois segments sont appelées interfaces. Aujourd'hui, l'information vidéo qui franchit ces limites a un signal de même format, comme NTSC, PAL, SECAM ou ceux de la Recommandation UIT-R BT.601 et les problèmes que pose ce transfert sont peu importants et bien maîtrisés. Il est très possible qu'à l'avenir le signal programme ait des formats différents selon le segment, ce qui compliquera sensiblement les problèmes d'interface et exigera une harmonisation de manière à garantir que les appareils associés fonctionnent de façon efficace.

Les choses se compliquent davantage lorsqu'on envisage plusieurs options de distribution (voir la Fig. 9). Il est possible et même probable que le format du signal RF du programme de TVHD dépende du support et soit optimisé compte tenu des avantages particuliers à chaque trajet du signal. En d'autres termes, il n'y aura pas un seul format de distribution mais plusieurs.

La Fig. 10 (Document [GTI 11/9-101]) présente en détail une transmission RNIS-LB sur fibre optique, norme vers laquelle les réseaux mondiaux de télécommunications évoluent. On a agrandi les limites pour montrer les interfaces du réseau et les codeurs/décodeurs vidéo (codecs) dont on aura besoin pour véhiculer la vidéo sur un tel réseau. L'UIT-T, la CMTT, la CEI et l'ISO travaillent assidûment à la définition et à la normalisation de nombreux aspects des réseaux de télécommunications, y compris les interfaces, le codage et les caractéristiques des plates-formes de transport. La Fig. 10 mentionne aussi certains de ces groupes et leurs responsabilités actuelles. Comme on peut le voir sur cette Figure, la Commission d'études 11 de l'UIT-R est responsable de la définition des caractéristiques de qualité du service de bout en bout pour le système de télévision et joue donc un important rôle dans la définition des exigences imposées aux moyens de transmission.

La Fig. 11 (Documents [GTI 11/9-101 et 126]) présente de façon synthétique les rapports entre les activités en cours ainsi que les activités futures de la CMTT, de l'ISO/CEI et de la Commission d'études 11 de l'UIT-R. Le schéma illustre les différentes sous-tâches à exécuter pour normaliser la chaîne des services vidéo et indique en détail les programmes de travail de la Commission d'études 11 de l'UIT-R. Ces données d'information servent non seulement à organiser les travaux de la Commission 11 mais aident aussi l'UIT-T, la CMTT, la CEI et l'ISO à en suivre les activités.

Le présent chapitre porte sur les questions relatives à l'interface production/transmission et à l'interface transmission/visualisation qui intéressent les réseaux de télécommunications. Pour garantir l'harmonisation des normes, il vaut la peine de poursuivre les études et les débats au sein des groupes pertinents de l'UIT-R, de l'UIT-T, de la CMTT, de l'ISO et de la CEI.

Deux questions sont essentielles pour les interfaces production/transmission et transmission/visualisation: le codage/la compression et le transport. Diverses techniques de codage/compression avec des propriétés distinctes ont été mises au point et plusieurs d'entre elles ont fait l'objet de démonstrations. Pour les télécommunications, les signaux numériques peuvent être acheminés sous forme numérique sur les réseaux numériques à large bande actuels ou futurs et sur les canaux de satellites ou sous forme analogique sur des canaux spécialisés. Les contributions considérées indiquent qu'il existe un rapport entre les techniques de codage retenues et la plate-forme utilisée pour acheminer un signal de TVHD sur un réseau de télécommunications. Diverses méthodes de transport sont mieux adaptées à des signaux codés au moyen d'un algorithme particulier.

FIGURE 8  
Les trois segments d'une chaîne de télévision

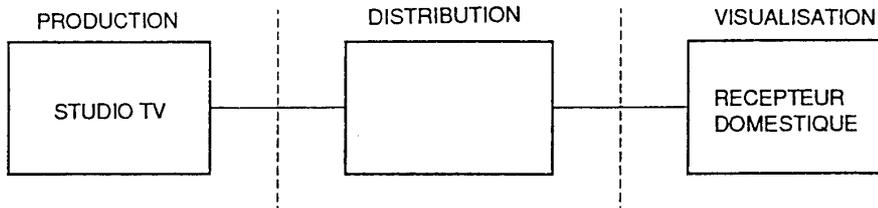


FIGURE 9  
Segment distribution agrandi afin de présenter les diverses options de trajet

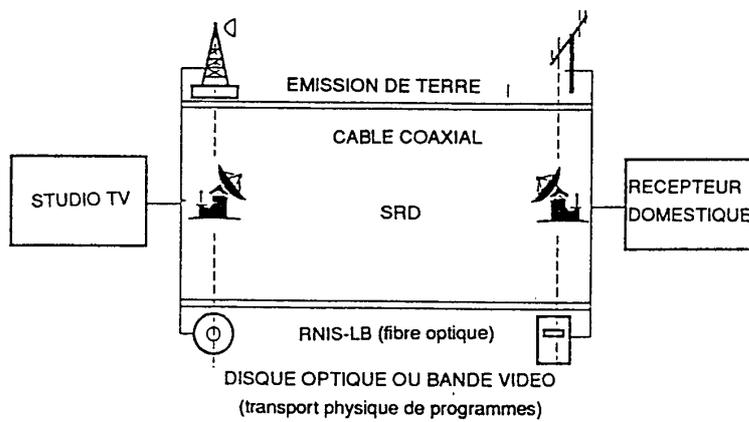


FIGURE 10  
Relations entre les services vidéo intégrés dans le RNIS-LB

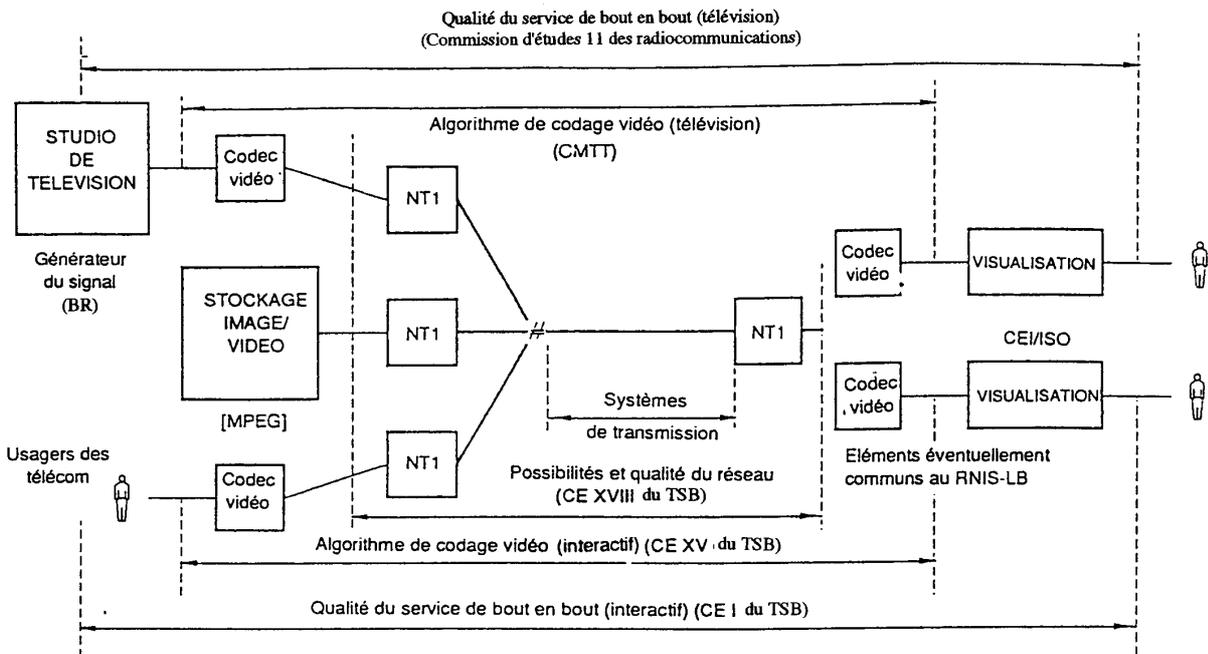
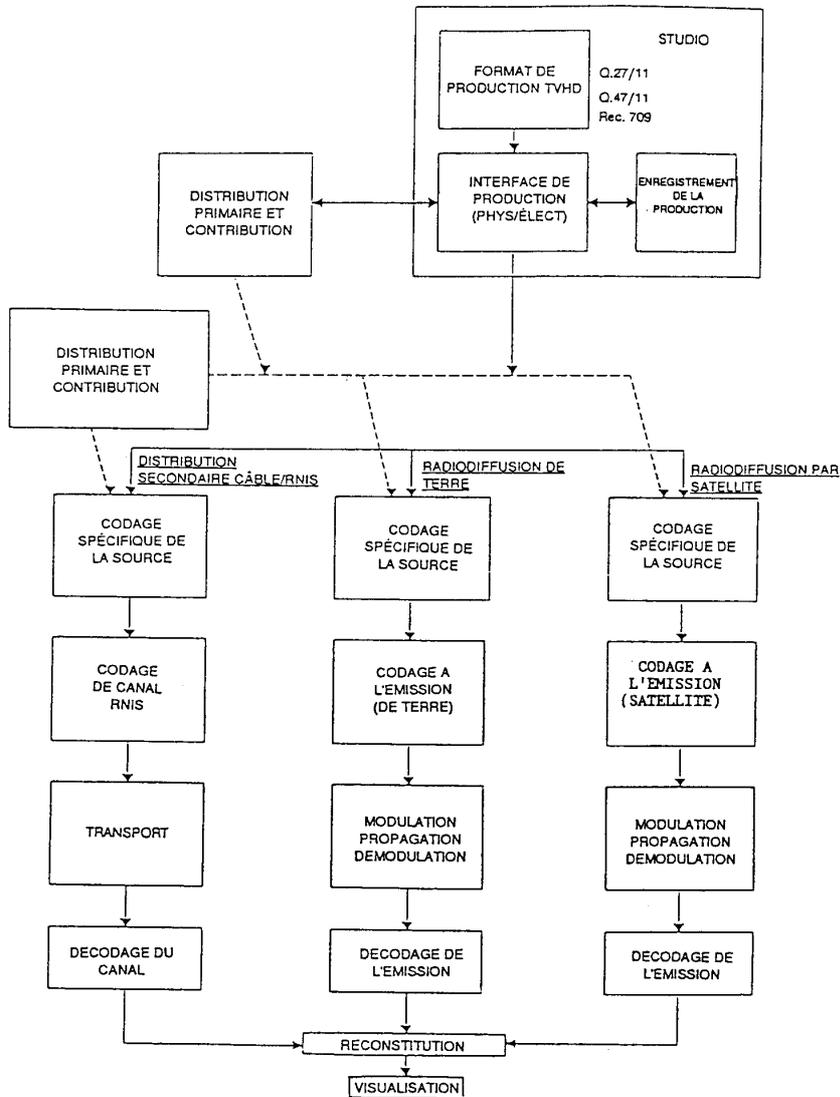


FIGURE 11  
Diagramme fonctionnel de la chaîne de radiodiffusion TVHD



*Note 1* - Les appareils domestiques d'enregistrement constituent un sujet connexe important et font l'objet de travaux de coordination et d'harmonisation avec la CEI.

La plupart des questions sont étudiées par l'UIT-R, l'UIT-T, la CMTT et d'autres organismes de normalisation (comme CMTT/2, les CE 1, 15 et 13 de l'UIT-T, la CE 11 de l'UIT-R et le MPEG de l'ISO/CEI). En septembre 1991 s'est tenue une réunion de coordination de l'UIT sur les services vidéo intégrés. Le rapport de la réunion [GTI 11/9-124] rend compte des activités en cours et donne un calendrier des tâches que les divers groupes intéressés doivent exécuter. Dans certains cas, les travaux d'un groupe dépendent de ceux qui sont menés par un ou plusieurs autres groupes. C'est ainsi

qu'il a été demandé à la Commission d'études 11 de l'UIT-R de fournir des indications au sujet de la qualité de l'image qu'exige la distribution secondaire, de la possibilité d'utiliser l'ATM (mode de transfert asynchrone) comme plate-forme de transport pour la TVHD (ainsi que pour les signaux vidéo à faible débit) et de la nécessité d'harmoniser entre eux les codages de systèmes de distribution différents (comme RNIS-LB, RNIS, émissions de Terre et par satellite).

Les deux sous-chapitres qui suivent renferment les apports des contributions reçues sur les questions de codage et de transport. Le présent chapitre se termine par un rappel des questions et des sujets qu'il est recommandé d'étudier.

## **5.2 Codage**

### **5.2.1 Codecs de TVHD actuels**

Plusieurs types de codecs à réduction du débit binaire ont été étudiés pour la TVHD. On en trouvera une brève description ci-après.

a) **Codage intratrame par modulation par impulsions et codage différentiel (MICD)**  
[GTI 11/9-024]

On a mis au point deux systèmes intratrame MICD qui emploient des algorithmes de codage simples pour rendre le matériel peu encombrant. Les deux codecs mettent en jeu deux techniques principales de réduction du débit binaire, le sous-échantillonnage avec décalage d'une demi-ligne et la MICD intratrame avec prédiction au moyen du pixel précédent. Le premier codec utilise un filtre adaptatif pour mise en forme du bruit, des quantificateurs adaptés à la valeur prévue et des codes d'une longueur fixe de 4 bits. On peut avoir un débit binaire de codage de 120 ou 140 Mbit/s. Ce codec a servi à de véritables expériences numériques par satellite. Le second codec a un codage de longueur variable. Le débit binaire de codage est de l'ordre de 100 à 150 Mbit/s.

b) **Codage MICD intratrame/interimage** [GTI 11/9-024]

On a mis au point deux codecs MICD intratrame/interimage. Le premier emploie un algorithme à prédiction intratrame/interimage extrapolateur/ intrapolateur et à codage de longueur variable ainsi qu'un préfiltre adaptatif spatio-temporel qui réduit le bruit aléatoire. Le débit binaire de codage est d'environ 100 Mbit/s. Ce codec a servi à des expériences de transmission sur fibres optiques. La structure de codage du second codec est analogue à celle du premier. La caractéristique qui lui est propre est une quantification hybride qui combine la quantification scalaire et vectorielle.

c) **Codage par transformation en cosinus discrète (TCD)**

Deux codecs TCD ont été mis au point au Japon pour la TVHD [GTI 11/9-024]. Ils ont tous deux pour objectif une transmission de TVHD 1125/60 au débit du STM-1 (module de transfert synchrone-1), soit 155,52 Mbit/s dans la hiérarchie numérique synchrone. Le premier codec TCD effectue une TCD intratrame 8 x 8 à deux dimensions. On effectue ensuite pour les coefficients de la TCD une prédiction adaptative intratrame/interimage et une quantification. Ensuite, on met en œuvre un codage de longueur variable. Le débit de codage est de l'ordre de 133 Mbit/s. Le second codec TCD utilise une TCD intratrame 8 x 8 à deux dimensions et un codage de longueur variable. Le débit de codage est de l'ordre de 130 Mbit/s.

Dans le cadre du projet européen EUREKA 256 un codec TCD a été mis au point et a servi à des transmissions numériques effectives par satellite [GTI 11/9-043 et 058]. Le codec fonctionne aux deux normes de production qu'étudie actuellement l'UIT-R: 1250/50/2:1 et 1125/60/2:1; il utilise une TCD hybride intertrame/intratrame/interimage à blocs 8 x 8 et

codage de longueur variable. On travaille actuellement à la mise en œuvre d'un code RS(255, 239) à compensation du mouvement que mentionne la Recommandation UIT-R CMTT.723. Le débit binaire peut varier d'environ 60 à 140 Mbit/s.

Le projet européen Race 1018 (HIVITS) [GTI 11/9-054] étudie la mise au point d'un autre codec TCD capable de transmettre un signal 1250/50/2:1 ou 1050/59,94/2:1 (1920 pel/ligne) dans un canal de 140 Mbit/s. Les algorithmes de codage de ce codec sont fondés sur la Recommandation UIT-R CMTT.723 qui fait intervenir une TCD intratrame/intertrame/interimage à compensation du mouvement à blocs 8 x 8 et codage de longueur variable. Bien que la Recommandation UIT-R CMTT.723 concerne la TV en composantes, on l'a généralisée à la TVHD dans ce codec.

Le Document [GTI 11/9-122] étudie, au moyen de simulations sur ordinateur, l'introduction des défauts de l'image dus à l'emploi répété, sur la chaîne de télévision numérique, des algorithmes de réduction du débit binaire. Le mécanisme de codage et du type TCD-2D avec compensation du mouvement et quantification vectorielle en pyramide, avec les deux modes inter et intra-image et attribution adaptative du débit de codage binaire en fonction de l'énergie de chaque bloc. Le codage intra-image semble moins vulnérable que le mode interimage.

d) Autres méthodes de codage

On étudie actuellement un système de réduction du débit binaire pour les signaux de TVHD MUSE en vue de transmettre les signaux MUSE par satellite numérique [GTI 11/9-024]. Il met en œuvre un quantificateur adaptatif commuté fondé sur des valeurs de prédiction intratrame/intertrame et un codage à deux longueurs, 3 ou 6 bits.

## 5.2.2 Codage pour le RNIS-LB

a) Codage de longueur fixe et variable

Au cours des études futures relatives aux services vidéo totalement intégrés que prévoit le projet de Recommandation UIT-T I.211, «Aspects large bande du RNIS» [GTI 11/9-005], on insistera sur les codages de longueur variable et à couches. Le codage de longueur variable permet de régler la sensibilité du codeur et de maintenir constante la qualité de la vidéo, ce qui améliore la qualité globale subjective à un débit binaire assez faible.

Toutefois, selon le Document [GTI 11/9-024], le codage à débit variable des signaux de TVHD pose quelques problèmes. Le débit de codage instantané y varie de quelques dizaines à quelques centaines de Mbit/s. Par conséquent, un débit de canal (débit maximal disponible pour le codage) d'environ 130 Mbit/s serait insuffisant, ce qui correspond à un débit de 156 Mbit/s à l'interface usager/réseau. En outre, on ne voit pas bien quels autres signaux on pourrait multiplexer efficacement avec la TVHD, étant donné les fluctuations probables de débit de codage de la TVHD. Dans ce cas, un débit binaire de codage fixe sur transport à débit binaire constant peut être plus efficace qu'un transport à débit binaire variable.

b) Codage pour distribution de TVHD

Il faut aussi examiner un codage compatible pour distribution de TVHD sur RNIS-LB [GTI 11/9-054]. Le codage compatible peut avoir trois propriétés: être unique, compatible et transcodable. Être unique signifie que l'algorithme de distribution vidéo doit couvrir toute la gamme des résolutions. Être compatible indique que l'importance du matériel de décodage dépend de la résolution de la visualisation. Être transcodable veut dire que la norme de distribution peut s'adapter à l'enregistrement. Ces questions peuvent être traitées dans le cadre de la définition d'une hiérarchie entre TVHD, TV et visioconférence, pourvu que le matériel de transcoding soit aussi réduit que possible.

## **5.3 Transport**

### **5.3.1 Numérique**

Le RNIS-LB assure deux types de service au moyen de deux modes de transfert du signal: le mode de transfert synchrone (STM) et le mode de transfert asynchrone (ATM). En STM, le débit binaire de transmission est constant et continu. Le mode STM fournit une largeur de bande avec un délai de transmission prédéfini. En mode ATM, les signaux à transmettre sont d'abord conditionnés en «cellules», puis transmis au réseau de façon asynchrone [GTI 11/9-024].

L'ATM comprend deux modes, à débit binaire constant (CBR) ou variable (VBR). En cas de perte de cellules, l'image risque d'être sévèrement dégradée. On peut réduire au minimum cette perte d'information au moyen d'une protection perfectionnée contre les erreurs ou par un codage à couches avec indicateur prioritaire de perte de cellule [GTI 11/9-005]. Les structures en cellules de l'ATM permettent d'utiliser une large gamme de vitesses de transmission ce qui donne la faculté de choisir aisément la qualité et le coût d'une application particulière.

Dans ses Recommandations UIT-T G.707, UIT-T G.708 et UIT-T G.709, l'UIT-T a conseillé récemment une nouvelle hiérarchie numérique synchrone (SDH). Au Japon [GTI 11/9-024], on a envisagé la transmission de TVHD avec cette hiérarchie pour différents débits.

On a expérimenté au Japon, d'Osaka à Tokyo via Nagoya, des transmissions numériques de TVHD avec SDH sur fibre optique. Pour la section de transmission courte, on a employé le débit STM-4 (622 Mbit/s) de la SDH et la MIC. Sur la section longue, on a recouru à des codecs intratrame/interimage TCD de débit STM-1 (155,52 Mbit/s). Les codecs MIC et TCD étaient reliés par une interface numérique. Ces expériences de transmission ont montré que les systèmes de transmission de TVHD par SDH étaient réalisables [GTI 11/9-116]. Au Japon, on a aussi procédé à des expériences de transmission au moyen de codecs intratrame/interimage MICD sur des systèmes de transmission à fibre optique au 4ème niveau de débit binaire (97,728 Mbit/s) de la hiérarchie numérique actuelle [GTI 11/9-024].

Le Japon a effectué, dans le sens Japon-Etats-Unis, des transmissions numériques de TVHD via le satellite Intelsat V au moyen d'un codec intratrame MICD au débit binaire de 140 Mbit/s [GTI 11/9-024].

En Italie, on a procédé à des transmissions numériques de TVHD via le satellite Olympus à l'aide d'un codec TCD mis au point dans le cadre du projet EUREKA EU256 [GTI 11/9-043]. Les signaux étaient reçus en divers endroits en Italie et à Barcelone d'où ils étaient acheminés sur des liaisons numériques en fibre séparées jusqu'à Madrid [GTI 11/9-057 et 058].

### **5.3.2 Transmission analogique**

La mise en œuvre de systèmes de transmission à modulation analogique peut se faire avec du matériel relativement peu encombrant. On a réalisé un certain nombre de systèmes de ce type qui sont décrits ci-après [GTI 11/9-020 et 065].

a) Multiplexage MF sur ondes à polarisation orthogonale

On a réalisé une liaison de reportage à 42 GHz de dimensions réduites pour caméra HF. Ce système comprend trois porteuses RF qui sont modulées en fréquence par les signaux de luminance et de chrominance.

b) Système de transmission optique MRF-MF

On a mis au point deux sortes de systèmes MRF-MF; l'un d'eux peut acheminer un seul programme de TVHD, l'autre deux. Ces systèmes emploient plusieurs porteuses MF qui acheminent les signaux luminance, chrominance et son.

c) Système à modulation d'impulsions en fréquence et en durée (MIFD)

On a mis au point un système à MIFD de faibles poids et dimensions pour transmission sur fibre optique. La luminance y est transmise en MIF et la chrominance en MID.

d) Système de transmission sur câble optique

On a mis au point un système de transmission sur câble optique qui achemine 40 signaux MUSE de programmes de TVHD. Au départ, 40 porteuses sont modulées en fréquence par chaque signal MUSE puis transmises sur le réseau à grande distance où les caractéristiques de modulation et l'écart entre canaux sont les mêmes que ceux de la RDS.

e) Système de transmission sur câble coaxial

On a procédé à plusieurs transmissions expérimentales en MA-BLR où l'on transmettait des signaux MUSE et HD-MAC sur les systèmes coaxiaux de CATV existants.

f) Onde carrée MF (OC-MF) sur système à fibre optique

A partir d'une station de radiodiffusion, on a distribué un signal MUSE OC-MF sur les réseaux en fibre optique des services publics pour des démonstrations dans des sites situés au centre de Tokyo.

## 5.4 Conclusions

On a décrit ici plusieurs techniques de réduction du débit binaire et leur mode de mise en œuvre, ce qui permet d'illustrer la relation entre la structure du réseau de transport et le choix de l'algorithme de codage.

### 5.4.1 Tâches confiées à l'UIT-R

Lors de la deuxième réunion du GTI 11/9 du CCIR, les participants ont étudié en détail le rapport de la réunion de coordination de l'UIT relatif aux services vidéo intégrés sur le RNIS à bande large [GTI 11/9-124]. Le rapport de cette réunion mentionne plusieurs tâches et questions qui s'adressent à la Commission d'études 11 de l'UIT-R.

- a) Pour que les activités prévues du CMTT/2 relatives aux systèmes de codage progressent selon le calendrier prévu, notamment les architectures des codecs numériques TV/TVHD (prévues pour 1992) et les spécifications des codecs numériques de TVHD (prévues pour 1996), la Commission d'études 11 de l'UIT-R est priée de fournir des renseignements au sujet de la qualité d'image nécessaire aux systèmes de distribution secondaire (réf. tâche 2, page 7 - [GTI 11/9-124]).
- b) La Commission d'études 11 de l'UIT-R et la CMTT (selon le cas) doivent examiner si l'ATM peut servir de plate-forme de transport pour la TVHD (ainsi que pour des signaux vidéo de débit moindre), si l'harmonisation est nécessaire et identifier les facteurs appropriés en vue de l'harmonisation entre le codage des divers systèmes de distribution (comme RNIS-LB, RNIS, émission de Terre et par satellite). (Réf. tâche 6, page 8, [GTI 11/9-124]).
- c) Outre les deux tâches spécifiques ci-dessus, il faut examiner le Calendrier des travaux de normalisation (Annexe 4 du Document [GTI 11/9-24]). Afin d'harmoniser les activités vidéo

de l'UIT et d'autres organismes il est essentiel de coordonner les programmes de travail décrits et leurs calendriers.

#### **5.4.2 Autres questions et sujets à étudier à l'avenir**

- a) Il est essentiel d'essayer d'adapter la conception des codecs au réseau de transport.
- b) Pour le RNIS-LB, il existe plusieurs combinaisons possibles de codage à débit binaire fixe ou variable et de transport ATM ou STM. Dans chaque cas, il faut tenir compte de la complexité du codage, de la qualité du signal transporté et de celle du système de transmission.
- c) Il faut étudier plus avant les techniques de correction des erreurs et de compensation des pertes de cellules lors de la transmission de signaux de TVHD sur les structures ATM du RNIS-LB.
- d) Il convient d'examiner la transmission par satellite des signaux de TVHD et tout spécialement l'exploitation simultanée de transmissions par satellite et autres.
- e) Il y a lieu d'examiner le transport analogique des signaux de TVHD sur les réseaux de télécommunications, car le transport analogique sur divers supports permet à court terme une mise en œuvre économique d'équipements de modulation et de démodulation.
- f) Il faut étudier plus avant les besoins de signalisation pour les divers services de TVHD/IHR.
- g) En téléphonie vocale, les caractéristiques du trafic sont bien connues et on dispose d'une abondante documentation à ce sujet. De plus, il faut étudier de même les structures du trafic des usagers de la vidéo.

Les concepts ci-dessus peuvent faciliter une mise en interface souple des formats de TVHD proposés avec transmission sur les réseaux de télécommunications. La liaison entre les groupes de normalisation qui s'intéressent aux techniques de codage et aux méthodes de transport peut faciliter le transport efficace des signaux de TVHD dans un contexte de télécommunications. Il sera aussi possible de prendre en connaissance de cause des décisions opportunes au sujet des compromis technologiques.

#### **BIBLIOGRAPHIE**

##### *Documents du CCIR:*

[1990-94]:GTI 11/9-005 (CCITT), GTI 11/9-020 (Japon), GTI 11/9-023 (Japon), GTI 11/9-024 (Japon), GTI 11/9-030 (Canada), GTI 11/9-043 (Italie),GTI 11/9-054 (Thomson CSF), GTI 11/9-055 (EUR), GTI 11/9-057 (Espagne), GTI 11/9-058 (Espagne), GTI 11/9-065 (France), GTI 11/9-101 (CCITT), GTI 11/9-116 (Japon), GTI 11/9-122 (Italie), GTI 11/9-124 (UIT), GTI 11/9-126 (Président du GA 11/1).

## CHAPITRE 6

### **6 Influence de l'harmonisation sur l'émission (par satellite, câble et de Terre)**

#### **6.1 Introduction**

Depuis que l'on a proposé les systèmes MUSE et HD-MAC pour la radiodiffusion de TVHD, diverses sortes d'expériences et d'essais de transmission ont eu lieu sur différents supports afin d'étudier les caractéristiques d'émission de la TVHD, confirmer leur faisabilité et en définir les caractéristiques de transmission.

Des transmissions en direct de plusieurs événements ont fait l'objet de démonstrations publiques de MUSE et de HD-MAC. On trouvera dans les Documents [GTI 11/9-020 et 022] un rapport sur l'utilisation du système MUSE et dans le Document [GTI 11/9-061] un rapport sur celle du système HD-MAC.

Le présent document décrit les principales caractéristiques de ces deux systèmes de TVHD et examine les questions d'harmonisation.

#### **6.2 Emission par satellite**

Pour le moment, il n'existe que quelques satellites de radiodiffusion directe qu'il faut prendre en compte quand on normalise les services de TVHD.

Deux aspects des émissions de TVHD par satellite ont une très grande importance:

- l'utilisation des satellites de radiodiffusion existants disponibles;
- l'existence d'antennes de réception suffisamment petites offrant une qualité acceptable.

En ce qui concerne les caractéristiques du canal, MUSE et HD-MAC ne posent pas de sérieux problèmes d'harmonisation car tous deux ont des spécifications de signal compatibles avec la CAMR-77. On peut obtenir le rapport C/N et la qualité d'image exigés au moyen d'une antenne de diamètre convenant à la densité surfacique de puissance reçue. Il peut toutefois se présenter de petites difficultés en raison de préaccentuation et de désaccentuation différentes sur le canal. C'est grâce à la conception du récepteur que l'on résoudra ces difficultés.

#### **6.3 Emission par câble**

Il faut souligner trois facteurs essentiels pour l'émission de TVHD par câble:

- un format unique en bande de base pour éviter d'avoir à régénérer le signal au départ et dans les divers types de récepteurs;
- des caractéristiques appropriées à la distribution par câble;
- un signal de TVHD de qualité suffisante compte tenu des exigences des réseaux existants.

Les caractéristiques principales de la distribution par câble se trouvent dans le Document [GTI 11/9-022] pour MUSE et dans le Document [GTI 11/9-065] pour HD-MAC.

Certaines caractéristiques ne sont pas censées poser des problèmes d'harmonisation mais il faudra étudier plus avant:

- le filtrage de Nyquist
- les gammes de fréquence
- le rapport C/N minimal.

Pour l'instant, il est fait état d'une largeur de bande qui atteint 11 MHz et de canaux espacés de 12 MHz.

La Commission d'études 15 de l'UIT-T étudie l'intégration des services vidéo, y compris la distribution secondaire des services de radiodiffusion qui est un objectif essentiel en vue du codage vidéo ATM [GTI 11/9-102]. On envisage la diffusion simultanée et un signal à couches pour favoriser l'utilisation de composants de visualisation communs dans les équipements terminaux.

#### **6.4 Emission de Terre**

La Commission d'études 11 de l'UIT-R a étudié l'émission de TVHD dans les canaux de radiodiffusion de Terre qui intéresse particulièrement le Groupe d'action 11/1. On trouvera le résultat de ces travaux au § 2 de la Partie 6 du Rapport UIT-R BT.801-4 et dans le Document [GA 11-1/55]. Pour le moment, on envisage à la fois les méthodes de modulation analogiques et numériques pour les émissions de Terre de TVHD. L'intérêt que suscite la modulation numérique des émissions de Terre de TVHD croît manifestement. Des projets de nouvelles Questions sur ce sujet ont été proposés pour adoption à la Commission d'études 11 de l'UIT-R. Le calendrier d'introduction en Amérique du Nord de la distribution numérique de Terre de la télévision est semblable à celui de l'introduction des services vidéo dans le RNIS-LB et il est urgent d'harmoniser ces deux activités.

#### **6.5 Proposition d'utilisation de la TVHD**

Le Document [GTI 11/9-027] expose un système de présentations haute définition avec son qui combine des images fixes à haute définition et un son MIC de haute qualité. Les schémas de codage qu'utilise ce système reposent sur les travaux du JPEG (Groupe mixte d'experts en photographie de l'ISO et de l'ex-CCITT).

Il faut poursuivre les études des questions relatives à l'émission de ce service proposé et à son harmonisation avec d'autres services.

#### **6.6 Considérations générales**

- Les systèmes d'émission actuels serviront dans un avenir proche à introduire la TVHD auprès du grand public. En raison du manque de fréquences, les émissions de Terre ne se prêteront peut-être pas bien à la TVHD dans certains pays.
- Les principales caractéristiques des émissions de TVHD ont été spécifiées de manière à pouvoir s'intégrer dans les canaux des satellites de radiodiffusion existants disponibles et des réseaux câblés.
- Les émissions par satellite et sur câble n'ont pas les mêmes exigences. Cela a été pris en compte pour les systèmes MUSE et HD-MAC et les caractéristiques retenues dépendent de ces exigences distinctes. En conséquence, chaque système a un signal à format unique en bande de base pour la réception tant par câble que par satellite. On évite ainsi d'augmenter le coût du traitement du signal et de doubler les organes dans les têtes de câble ainsi que dans les récepteurs et les magnétoscopes à cassette.
- Une harmonisation plus poussée des caractéristiques d'émission fondamentales des deux systèmes simplifiera la conception des récepteurs multinormes et des magnétoscopes à cassette.
- L'utilisation du canal de 12 MHz des systèmes MUSE et HD-MAC sur câble pourra aboutir à l'harmonisation plus poussée des autres caractéristiques fondamentales de ces systèmes.
- Selon les Documents [GTI 11/9-022 et 065], l'émission par câble ou par satellite ne pourra avoir une largeur de bande de base supérieure à 11 MHz. Il faut continuer à étudier la possibilité d'harmonisation de l'étage d'entrée du récepteur et de son écran.

- Le Document [GTI 11/9-044] souligne les caractéristiques de base d'un récepteur domestique de TVHD. A noter qu'il se pourrait qu'apparaisse dans certaines parties du monde un nouveau format de visualisation du télétexte conçu en ayant à l'esprit les possibilités de la TVHD et les techniques modernes.

## 6.7 Conclusions

Pour mettre la TVHD à la disposition du public, il sera fait largement appel à la distribution par câble dans plusieurs pays. Contrairement à ce qui se passe pour les émissions de Terre, les exigences de base n'ont généralement pas été normalisées. Il faudra faire d'autres travaux dans ce domaine pour harmoniser la distribution de TVHD par câble avec celle qui emprunte d'autres supports.

Il faut continuer à rechercher davantage d'informations sur l'émission de TVHD, numérique notamment, pour déterminer les secteurs à harmoniser.

Le moment est venu d'étudier la façon dont le récepteur de TVHD pourrait présenter des signaux reçus par l'intermédiaire de divers supports d'émission, comme la radiodiffusion de Terre, le câble, le satellite et peut-être ceux d'autres services.

## BIBLIOGRAPHIE

### *Documents du CCIR:*

[1990-94]:GTI 11/9-020 (Japon), GTI 11/9-022 (Japon), GTI 11/9-027 (Japon),GTI 11/9-044 (UER), GTI 11/9-061 (France), GTI 11/9-065 (France),GTI 11/9-101 (CCITT)

## CHAPITRE 7

### 7 Analyse et conclusions

Des systèmes de télévision à résolution supérieure à celle des systèmes de TV classique (voir le Rapport UIT-R BT.624) servent depuis quelque temps à des applications spécialisées autres que la radiodiffusion; la TVHD radiodiffusée est une nouveauté qui apparaît au moment où de récentes technologies numériques ouvrent la voie à de nouveaux domaines d'application. Actuellement, les normes de la TVHD répondent aux exigences de la radiodiffusion. Alors que bon nombre de services ou applications autres que la radiodiffusion peuvent avoir les mêmes exigences que celles des radiodiffuseurs, d'autres applications de l'image à haute résolution (IHR) peuvent en avoir de nettement différentes. Une architecture de normes souple qui tienne compte de l'ensemble des exigences de la radiodiffusion et des applications autres que la radiodiffusion semble être techniquement réalisable et peut être un concept utile qui facilite l'harmonisation. Cela permettrait d'accentuer davantage la convergence entre les normes de communication de l'image, TVHD et IHR comprises, et d'aboutir à leur intégration future. Il est donc essentiel que ceux qui mettent au point de telles normes harmonisent leurs travaux sur la TVHD et l'IHR, chacun dans son domaine, avec la plus grande synergie possible compte tenu des contraintes qui se manifestent dans les divers domaines.

L'UIT-R a scindé ses premières études relatives à l'harmonisation des normes de la TVHD et de l'IHR (voir l'introduction du présent rapport) ou, pour plus de détails, les chapitres 3 à 6. On y voit que la TVHD est déjà bien implantée dans la production de programmes et dans la radiodiffusion et que l'émission de services de TVHD évolue rapidement depuis la mise au point jusqu'à la mise en œuvre. Il est aussi évident que certaines applications de la TVHD et de l'IHR à des usages autres que

la radiodiffusion ont aussi fait des progrès et se développent rapidement. Il est donc urgent de poser au moins les fondements d'un ensemble de normes harmonisées faute de quoi la possibilité d'une harmonisation pourrait être perdue en raison de contraintes économiques et on manquerait ainsi une occasion unique d'unifier au niveau mondial les secteurs de la télévision, de l'imagerie et des télécommunications.

On peut tirer un certain nombre de conclusions de ces études initiales concernant tel ou tel détail technique et aspect des normes qui semblent présenter un intérêt particulier dans l'optique de l'obtention de caractéristiques communes.

Ces études ont montré que la terminologie de la TVHD, de l'IHR et de la radiodiffusion, d'une part et celle des applications autres que la radiodiffusion, d'autre part, ne sont pas cohérentes. Un glossaire commun faciliterait les travaux d'harmonisation.

## **7.1 Structure de l'image**

### - Aspects spatiaux

Les formats et les résolutions nécessaires ne sont pas du tout les mêmes pour tous les usages de la TVHD/IHR ni même dans le cadre d'une utilisation donnée. Un des objectifs de l'harmonisation sera donc d'élaborer une définition souple et généralisable de toutes les caractéristiques géométriques de l'image. La mise au point de formes numériques de la TVHD/IHR donne l'occasion de définir une architecture souple pour des systèmes intéressant une vaste gamme d'applications de radiodiffusion ou autres. Les études de ces questions progressent à l'heure actuelle.

### - Colorimétrie

Les applications actuelles, fondées sur des expressions colorimétriques positives à trois stimuli ont un domaine de définition des couleurs limité en fonction de ce que donne le transducteur de sortie (visualisation, impression, pigment, etc.). Pour les futures utilisations de la TVHD/IHR on peut avoir besoin de définitions des couleurs (colorimétrie de référence) qui soient souples et donnent une reproduction uniforme des couleurs sur les divers supports de sortie. La colorimétrie offre donc une occasion d'avoir des normes communes et harmonisées.

### - Caractéristiques de transfert

Pour traduire l'image en valeurs numériques on se sert d'un codage linéaire ou de plusieurs variantes de codages non linéaires et on note que certains processus impliquent des conversions précises. Les systèmes de TVHD et d'IHR emploient une échelle de quantification à 8 bits non linéaire et un codage non linéaire en expressions numériques à 10 ou 12 bits. Dans ce domaine les normes peuvent se ressembler énormément.

## **7.2 Balayage**

L'image est balayée soit avec entrelacement en radiodiffusion de TVHD soit progressivement de préférence pour les traitements d'image et les écrans d'ordinateur. On peut en quelque sorte considérer le balayage entrelacé comme une forme non adaptative et irréversible de compression des données d'image qui n'est utile que pour les transducteurs d'image de la technologie actuelle. On estime que la plupart des futures normes de TVHD/IHR adopteront le balayage progressif.

## **7.3 Fréquence d'image**

La radiodiffusion télévisuelle classique a une même fréquence d'image de la source au récepteur, en passant par le traitement, la transmission et la distribution et il en va à peu près de

même pour la TVHD. Bien qu'elle soit simple dans son principe, cette méthode ne donne pas forcément le meilleur compromis entre la qualité à la source, le rendu du mouvement, le rendement de la transmission et la qualité de la visualisation, notamment lorsqu'on envisage les nouvelles technologies de transducteurs (comme les réseaux de détecteurs à DTC ou les visualisations LCD) ou des échanges d'images inter-systèmes. Dans les applications autres que la radiodiffusion, notamment en informatique et pour le traitement graphique, la fréquence d'image de la visualisation est élevée (jusqu'à 76 Hz) par rapport à la cadence de régénération de l'information afin de réduire le papillotement des écrans cathodiques. Les études de la fréquence d'image nécessaire à la source, pour la transmission et pour la visualisation, peuvent fournir des occasions d'harmoniser les normes et, éventuellement, de les uniformiser.

#### **7.4 Compression de l'image**

Les applications autres que la radiodiffusion recourent largement à la compression de l'information image et on y pense aussi pour la radiodiffusion. Les études de l'UIT-R proposent, dans le domaine de la radiodiffusion de TVHD, des algorithmes appropriés pour compression transparente et réversible de l'image et offrent ainsi des possibilités d'harmonisation et d'uniformisation.

#### **7.5 Transmission**

La transmission de TVHD/IHR peut se faire sur le réseau numérique de grande capacité et commun à des usagers multiples qu'étudie actuellement l'UIT-T. Les méthodes de transmission envisagées incluent le STM et l'ATM avec des débits binaires soit fixes soit variables et chacune d'elles influence le codage à la source et le codage en ligne de la TVHD/IHR. Les études actuelles de l'UIT-R se concentrent sur les applications de radiodiffusion à débit binaire fixe, entre 50 et 150 Mbit/s. Pour les autres schémas de transmission il faudra disposer d'informations que doit fournir l'UIT-T. Il paraît possible et souhaitable de disposer d'un ensemble souple de normes communes pour la réduction du débit binaire qui s'appliquerait à divers usages de la TVHD/IHR.

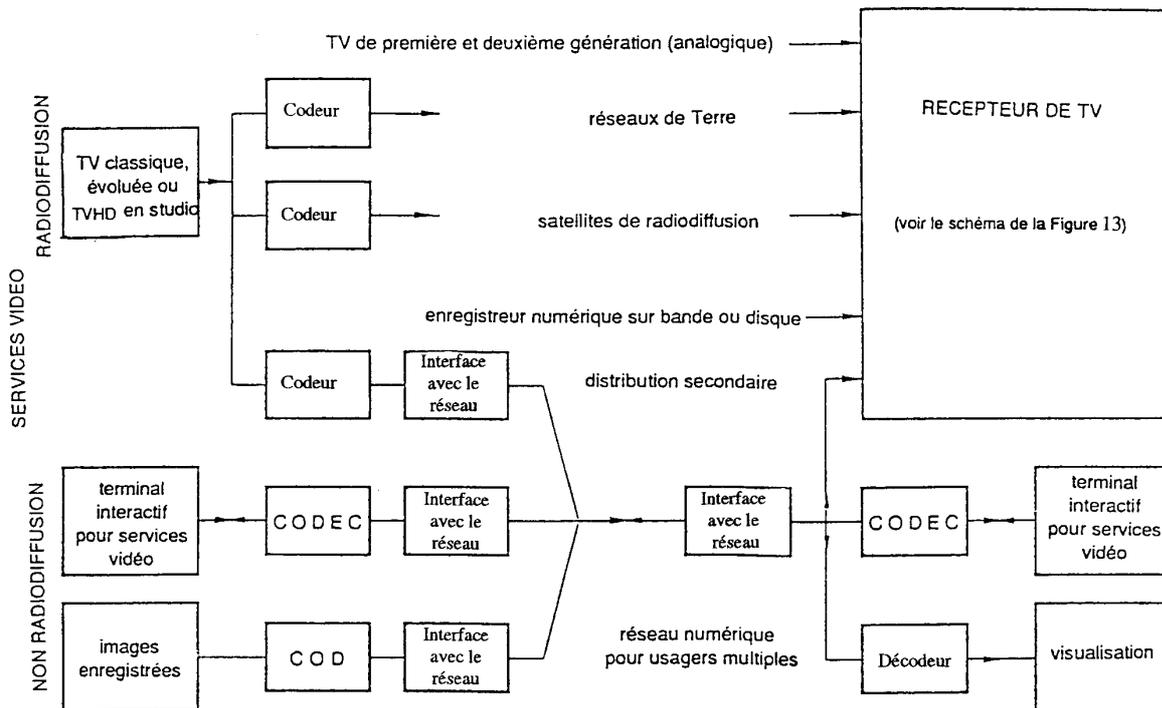
#### **7.6 Distribution**

Il existe de nombreux supports permettant de distribuer les signaux de TVHD et d'IHR aux récepteurs domestiques: l'émission de Terre ou par satellite, le câble, la distribution secondaire sur fibre ou des enregistrements sur cassette ou disque. Certains de ces supports comme la fibre, les cassettes et les disques subissent nettement l'influence des applications autres que la radiodiffusion. En outre, le récepteur peut devoir servir à la télévision classique et à d'autres services sur réseaux de données interactifs comme le télétexte et les projections fixes avec son. On peut rendre les récepteurs moins compliqués en choisissant un codage à la source commun avec un étiquetage approprié de ces supports, tout en reconnaissant qu'il faut à chacun d'eux un codage en ligne approprié. En outre, du fait de la connexion en tandem des supports de distribution (émission par satellite et câble, par exemple) il est encore plus nécessaire d'avoir un codage à la source commun pour les divers supports et services. Etant donné l'importance de l'investissement public que représentent les récepteurs de TVHD cet aspect de l'harmonisation des normes est essentiel.

Les études proposées à la réunion de coordination de la CEI/ISO, du CCITT, de la CMTT et du CCIR (Tokyo, 1991) peuvent aboutir à la conception de la future télévision numérique (voir la Fig. 12). Bien qu'on y insiste sur les systèmes de distribution liés à la radiodiffusion, elle représente aussi un réseau numérique à usagers multiples.

FIGURE 12

Service vidéo numérique (y compris la radiodiffusion de TV)



La Fig. 13 présente un schéma de principe d'un récepteur numérique et indique deux domaines où l'harmonisation aurait l'avantage de simplifier la conception du récepteur. Le premier, concerne les schémas de codage. Le principe du récepteur numérique décrit des décodeurs séparés pour chacun des supports d'acheminement des images de télévision (ainsi que pour les systèmes analogiques existants ou prévus comme PAL, SECAM, NTSC, MUSE et HD-MAC). Dans la mesure où l'on coordonne convenablement les formats de signalisation de ces supports, il est possible de réduire de manière appréciable le nombre de décodeurs indépendants nécessaires pour une réception universelle.

L'autre domaine où l'harmonisation peut se révéler avantageuse concerne les formats d'image. La complexité des circuits de conversion d'image dans les récepteurs de télévision dépend notamment du nombre de formats d'image indépendants qu'on peut avoir à visualiser. Par conséquent, la mise au point d'un ensemble coordonné de formats d'image peut simplifier notablement les circuits de conversion de l'image dans les récepteurs de télévision grand public.

### 7.7 Mesures à prendre

Les études d'harmonisation de la TVHD qu'effectue la Commission d'études 11 de l'UIT-R en collaboration avec la CEI, l'ISO et l'UIT-T montrent que les applications de la TVHD et de l'IHR se développent rapidement, pour des applications de radiodiffusion ou autres. On peut identifier plusieurs possibilités intéressantes, et sans doute réalisables tant d'un point de vue technique qu'économique. Il faut que les groupes d'experts intéressés au sein de l'ISO, de la CEI et de l'UIT-T œuvrent ensemble pour définir les responsabilités, établir des programmes de travail complémentaires, instaurer des liaisons et échanger de façon continue le volume croissant d'informations et les conclusions.

On peut inclure le souci d'harmonisation dans les exigences qui influencent diverses tâches confiées à la Commission d'études 11 de l'UIT-R. Il est essentiel qu'il existe des mécanismes de

liaison pour informer de ces exigences ceux qui préparent les Recommandations pertinentes de l'UIT-R. Les chapitres 4 et 5 définissent d'autres tâches spécifiques.

Comme on l'a vu ci-dessus, il est assez urgent d'harmoniser les normes car il faut que leur élaboration se déroule convenablement et aussi de mettre en œuvre les équipements, les systèmes et les services nécessaires si l'on veut qu'ils soient efficaces. On estime qu'au cours de la période d'études actuelle (1990-1994) il faut jeter les bases d'un ensemble de normes harmonisées et élaborer dans le même délai de nouvelles Recommandations pour définir les caractéristiques principales du système.

## 7.8 Conclusions

- Les systèmes à haute résolution comportent des applications très diverses;
- cette diversité entraîne des exigences nombreuses et variées pour la résolution, la distribution d'échantillonnage, la dynamique, la colorimétrie, le format d'image, les débits temporels et le format, pour ne citer que ces caractéristiques;
- l'harmonisation dans ces domaines sera avantageuse et en principe techniquement réalisable;
- les exigences de l'harmonisation doivent tenir compte des conséquences qui en résultent sur le prix à payer par l'utilisateur;
- l'adoption d'une méthode architecturale avec système descripteur paraît une façon prometteuse d'arriver à l'harmonisation.

FIGURE 13

Principe d'un récepteur de télévision numérique avec options

