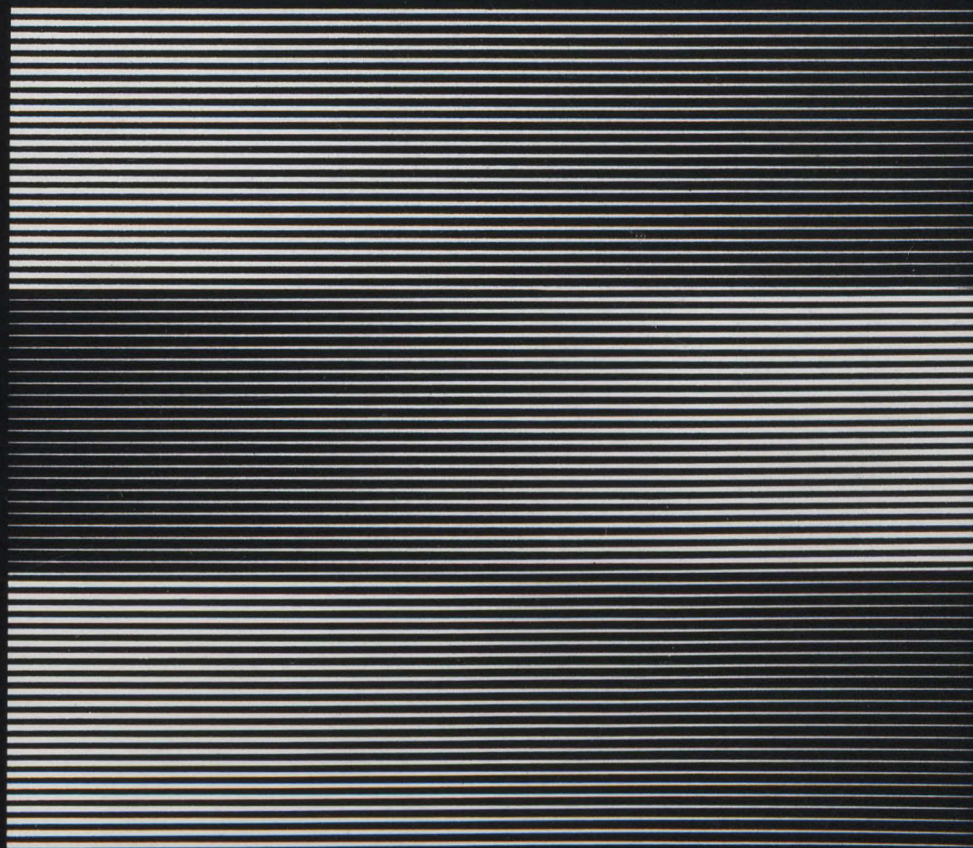




Gouvernement du Canada
Government of Canada

18 - 21 octobre 1982
Ottawa (Ontario) Canada

La télévision à haute définition Colloque **1982**



Volumes 1 et 2

Canada

TK

6630

A1

H548

1962

DD 46 95873
LL 4718146

1. Télévision à Haute Définition. Colloque (1982: Ottawa)

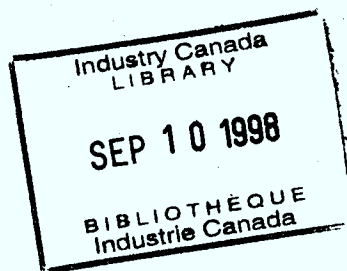
TK
6630
A1
H54f
1982

[2

COLLOQUE 1982

LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION :

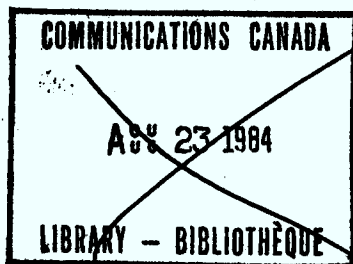
Communications remises avant la conférence* ...)



*Les Actes de la conférence seront publiés après le colloque, afin d'inclure les résumés des délibérations qui auront eu lieu dans les ateliers.

On peut se procurer des exemplaires supplémentaires des actes du colloque à raison de 25 \$ canadiens pour la série des deux volumes. Veuillez établir votre chèque ou mandat à l'ordre de la Société Radio-Canada, Colloque 1982 de la TVHD. Les commandes doivent être adressées à:

M. Elmer H. Hara
Président
Comité du programme du colloque de la TVHD
Ministère des Communications
Bureau 1648
300, rue Slater, Ottawa (Ontario)
Canada K1A 0C8



COLLOQUE 1982 DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

du 18 au 21 octobre 1982

Holiday Inn, rue Kent
Ottawa, Canada

PRÉSIDENT

M. D.F. Parkhill, sous-ministre adjoint de la recherche,
Ministère des Communications

ORGANISMES PARTICIPANTS

Gouvernement du Canada

Ministère des Communications (MDC)
Ministère de l'Industrie et du
Commerce (MIC)

Société Radio-Canada (SRC)

Télé globe Canada

ORGANISMES DE SOUTIEN

Ministère d'Etat au Développement économique (MEDE)

Ministère d'Etat aux Sciences et à la Technologie (MEST)

Ministère d'Etat au Développement social (MEDS)

ORGANISMES CONTRIBUTIFS

Les Recherches Bell-Northern Ltée, Ottawa, Ontario

Digital Video Systems Inc., Willowdale, Ontario

Sony du Canada Ltée, Toronto, Ontario

COMITÉ ORGANISATEUR
DU
COLLOQUE 1982 DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

| | | |
|---------------|------|---------------------------------------|
| D.F. Parkhill | MDC | Président |
| K. Davies | SRC | Vice-président |
| E. Hara | MDC | Président du programme |
| O. Roscoe | MDC | Président des ateliers |
| M. Auclair | SRC | Président des démonstrations |
| Y. Gauthier | SRC | Président de l'organisation locale |
| H. Ford | MIC | Président des inscriptions |
| B. McIntyre | SRC | Président des finances |
| R. O'Reilly | SRC | |
| P. Gaffney | SRC | |
| L. Dandurand | MEST | |
| M. Bradford | MEDS | |
| W. Teschke | MEDE | |
| A. Kolada | CRTC | |
| S. Riendeau | SRC | Secrétariat |
| B. Ginsberg | SRC | Secrétariat |

COLLOQUE 1982 DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

COMITÉ DU PROGRAMME

| | | |
|--------------|-----|-----------|
| E. Hara | MDC | Président |
| M. Bouchard | MDC | |
| K. Chang | MDC | |
| B. Crozier | MDC | |
| K. Davies | SRC | |
| L. Lanctin | MDC | |
| M. Sablatash | MDC | |
| C. Siocos | SRC | |

COMITÉ DES ATELIERS DE PLANIFICATION ET DE PRÉVISIONS

| | | |
|---------------|-----|-----------|
| O.S. Roscoe | MDC | Président |
| A. Ahmed | MIC | |
| P.O. Brassard | MDC | |
| K. Davies | SRC | |
| H. Ford | MIC | |
| E. Hara | MDC | |
| P. Mortimer | MDC | |
| R. O'Reilly | SRC | |
| S. Quinn | SRC | |
| M. Sablatash | MDC | |
| J. Weston | SRC | |

TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

COLLOQUE 1982

Holiday Inn
Salle Commonwealth Sud

PROGRAMME

Le lundi 18 octobre 1982

0930-0945 OUVERTURE DU COLLOQUE
D.F. Parkhill, sous-ministre adjoint de la recherche, MDC,
Canada

Session n° 1 - LES SYSTÈMES (Modérateur: C. Siocos, Radio-Canada)

- 1.1 0945-1005 LA TVHD ET LES TÉLÉCOMMUNICATIONS DES ANNÉES 80
Robert O'Reilly, Radio-Canada, Canada
- 1.2 1005-1035 LA TVHD ET LES AUTRES POSSIBILITÉS
Ian Childs, BBC, Angleterre
- 1035-1055 Café
- 1.3 1055-1125 LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION DE NHK
Takashi Fujio, NHK, Japon
- 1.4 1125-1155 LES SYSTÈMES DE TÉLÉVISION DU FUTUR
T.S. Robson, IBA, Angleterre
- 1155-1400 Déjeuner (Salle Rideau)
- 1.5 1400-1430 VERS LA MISE EN MARCHÉ D'UN SYSTÈME DE LA TVHD COMPATIBLE EN
AMÉRIQUE DU NORD
C. Rhodes, Scientific Atlanta, É.-U.
- 1.6 1430-1500 LES ASPECTS DE COMPATIBILITÉ DE LA TVHD
Kerne H. Powers, RCE, É.-U.

Session n° 2 - LA TRANSMISSION ET L'ÉCRAN (Modérateur: B. Baldry, Radio-Canada)

- 2.1 1500-1530 LES ASPECTS DE LA DISTRIBUTION DE LA TVHD
Arpad G. Toth, BNR, Canada
- 1530-1545 Café
- 2.2 1545-1615 LES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE LA LARGEUR DE BANDE POUR LA TVHD
Jonh P. Rossi, CBS, Technology Center, É.-U.
- 2.3 1615-1645 UN RÉSEAU DE FIBRES OPTIQUES POUR LA TRANSMISSION DE LA TVHD À
DOMICILE
Elmer H. Hara, MDC, Canada
- 1830-1930 Bar payant (Salle Commonwealth)
- 1930 Banquet (Salle Commonwealth)
Conférencier: Norman Campbell, producteur de télévision,
Radio-Canada

le mardi 19 octobre 1982

- 2.4 0900-0930 LA HAUTE DÉFINITION EST-ELLE LA HAUTE FIDÉLITÉ?
John, D. Lowry, Digital Video Systems, Canada
- 2.5 0930-1000 LE CODAGE ET LE TRAITEMENT NUMÉRIQUE DE SIGNAUX DE TVHD:
PARTIE I
B. Prasada, BNR, Canada
- 2.6 1000-1030 LE CODAGE ET LE TRAITEMENT NUMÉRIQUE DE SIGNAUX DE TVHD:
PARTIE II
E. Dubois, INRS Télécommunications, Canada
- 1030-1045 Café
- 2.7 1045-1115 LA CONCEPTION DE SYSTÈMES DE TÉLÉVISION À HAUTE FIDÉLITÉ
R.N. Jackson et S.L. Tan, Philips Research Laboratories,
Angleterre et Hollande
- 2.8 1115-1145 LA DISPONIBILITÉ DE FRÉQUENCES POUR LA TVHD
S.N. Ahmed et M.J. Hunt, MDC, Canada
- 2.9 1145-1215 LA DISPONIBILITÉ DE FRÉQUENCES POUR LA TVHD DANS LE SERVICE DE
RADIODIFFUSION PAR SATELLITE
Robert R. Bowen, MDC, Canada
- 1215-1400 Déjeuner (Salle Rideau)
- 2.10 1400-1430 LA TVHD ET LA TECHNOLOGIE DES ÉCRANS
Takashi Fujio, NHK, Japon

Session n° 3 - LES APPLICATIONS: LES SERVICES DE PROGRAMMATION ET LE MATÉRIEL DE
PRODUCTION (Modérateur: Marcel Bouchard, MDC)

- 3.1 1430-1500 LA PROGRAMMATION, LE MATÉRIEL ET SES SERVICES: UNE VUE
D'ENSEMBLE DE L'IMPACT POSSIBLE DE LA TVHD
Carrol Bowen et Michel Guité, Kalba Bowen Assoc., É.-U.
- 3.2 1500-1530 LA RADIODIFFUSION DE LA TVHD PAR SATELLITE
G. Chouinard, MDC, Canada
- 1530-1545 Café
- 3.3 1545-1615 L'ÉTAT ACTUEL DU DÉVELOPPEMENT DU MATÉRIEL ET D'ÉMISSIONS POUR
LA TVHD
Yoshinobu Ohba et Takashi Fujio, NHK, Japon
- 3.4 1615-1645 LA TVHD: UN SUCCÈS OU UNE FAILLITE POUR LE CÂBLE?
V.C. Reed, Skyline Cablevision, Canada
- 3.5 1645-1715 LA TVHD: DES APPLICATIONS ET DES BÉNÉFICES POSSIBLES POUR LE
CANADA
Joseph Koemig, Interactive Image Technologies, Canada

le mercredi 20 octobre 1982

Session n° 4 - LES APPLICATIONS: LES SERVICES AUTRES QUE CEUX DE LA PROGRAMMATION
(Modérateur: M. Sabatash, MDC)

- 4.1 0900-0930 LA TVHD ET LE CINÉMA
William H. Hogan, Ruxton Limited, É.-U.
- 4.2 0930-1000 LE DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME DE SIMULATEUR VISUEL À HAUTE
DÉFINITION
R.E. Barrette et B.L. Welsh, CAE, Canada

le mercredi 20 octobre 1982

- 4.3 1000-1030 LA TVHD ET LES SERVICES DE VIDÉOTEX ET DE TÉLÉTEXTE
B. Crozier et Keith Y. Chang, MDC, Canada
- 1030-1045 Café

Session n° 5 - LES NORMES (Modérateur: B. Crozier, MDC)

- 5.1 1045-1115 L'ÉVOLUTION DES NORMES D'ÉMISSION ET AUTRES
Western Vivian, Université du Michigan et Kalba Bowen Assoc.,
É.-U.
- 5.2 1115-1145 LES MÉCANISMES ET LES ACTIVITÉS RELATIVES AUX NORMES
DOMESTIQUES
R. Amero, A.R. Bastikar et K. Richardson, MDC, Canada
- 5.3 1145-1215 LES ASPECTS INTERNATIONAUX DES NORMES POUR LA TVHD
Donald G. Fink, SMPTE, É.-U.

LES ATELIERS DU COLLOQUE DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

(TVHD)

Ordre du jour

le mercredi 20 octobre 1982

- 1300-1500 Salle Commonwealth Sud
1. LES ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES
"LA TVHD: NIRVANA ÉLECTRONIQUE?"
Modérateur: Robert O'Reilly, Radio-Canada
- 1500-1530 Café
- 1530-1700 Salle Commonwealth Sud, Nord et Salle Capital-Charleton
2. LES ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES
"LA TVHD: LES COÛTS, LES BÉNÉFICES ET LES MARCHÉS"
Modérateur: Robert O'Reilly, Radio-Canada
 3. ASPECTS TECHNIQUES
"LE MATÉRIEL DE PRODUCTION POUR LA TVHD"
Modérateur: Marcel Auclair, Radio-Canada
 4. LE LOGICIEL
"LA TVHD: LE RÊVE DES PRODUCTEURS?"
Modérateur: Harold Greenberg, Astro Bellevue Pathe

le jeudi 21 octobre 1982

- 0900-1200 Salle Commonwealth Sud, Nord et Salle Capital-Charleton
- 0900-1015 5a. LES APPLICATIONS
"LA TVHD: UNE TECHNOLOGIE À LA RECHERCHE D'APPLICATIONS - PARTIE A"
Modérateur: E. Steele, A.C.R.
6. ASPECTS TECHNIQUES
"COMMENT FAIRE PARVENIR LA TVHD AU CONSOMMATEUR"
Modérateur: A. Toth, BNR
- 7a. LA POLITIQUE ET LA RÉGLEMENTATION
"LA TVHD: UN DÉVELOPPEMENT ORDONNÉ - PARTIE A"
Modérateur: Ken Wyman, CRTC
- 1015-1045 Café
- 1045-1200 5b. LES APPLICATIONS
"LA TVHD: UNE TECHNOLOGIE À LA RECHERCHE D'APPLICATIONS - PARTIE B"
Modérateur: E. Steele, A.C.R.
8. ASPECTS TECHNIQUES
"LES ÉQUIPEMENTS DOMESTIQUES POUR LA TVHD"
Modérateur: A.G. Day, A.C.R.
- 7b. LA POLITIQUE ET LA RÉGLEMENTATION
"LA TVHD: UN DÉVELOPPEMENT ORDONNÉ - PARTIE B"
Modérateur: Ken Wyman, CRTC
- 1400-1600 Salle Commonwealth Sud
9. RÉSUMÉ DES ATELIERS
 10. SÉANCE PLÉNIÈRE

LA TVHD ET LES TÉLÉCOMMUNICATIONS DES ANNÉES 1980

Robert O'Reilly

Vice-président adjoint, Affaires générales
Société Radio-Canada

La première fois que la radiodiffusion a fait surface dans la politique publique, c'est probablement lorsque l'on a demandé à sir John Aird, alors président-directeur général de la Banque canadienne du commerce, "d'examiner la situation de la radiodiffusion dans le dominion du Canada et de recommander au gouvernement l'administration, la gestion, le contrôle et le financement futurs de ce moyen de communication". En septembre 1929, la Commission Aird soulignait fortement que, au cours des audiences qu'elle avait tenues dans tout le Canada, un thème central ressortait bien clairement: les Canadiens voulaient une radio canadienne. Leurs recommandations visaient la création de la Société de radiodiffusion canadienne (connue à l'époque sous le sigle CRBC, pour la Canadian Radio Broadcasting Company), prédecesseur de la Société Radio-Canada, telle que nous la connaissons aujourd'hui.

Cinquante-trois ans plus tard, et après bien d'autres études, groupes de travail et commissions royales d'enquête, la structure de la radiodiffusion canadienne est fondamentalement basée sur la même association du secteur public et du secteur privé qu'elle l'était à l'époque, si ce n'est que l'attention des politiques publiques est passée de la radio à la télévision. Mais, de nos jours, cet état de choses est en train de changer. Il change à cause de la nature même du média, qui est en pleine évolution. Les partenaires du début, qui étaient également des concurrents, diffusaient leurs signaux de télévision sur les ondes publiques. La concurrence était parfois féroce, mais il n'y avait malgré tout pas beaucoup de radiodiffuseurs, ce qui leur conférait un certain sens de sécurité.

Cependant, le monde relativement simple de la radiodiffusion publique canadienne qui envoyait ses images en noir et blanc à travers le pays vers les milliers d'antennes perchées sur les toits et, de là, vers la multitude de téléspectateurs captifs a radicalement changé.

La situation de monopole de la Société Radio-Canada s'est estompée en 1960, lorsque des permis d'exploitation ont été octroyés à un deuxième réseau de télévision de langue anglaise, CTV. A peine quelques années plus tard, cette sécurité relative des transmissions hertziennes et de la concurrence que nous connaissions commençait à s'écrouler à un rythme alarmant sous les assauts de jeunes et dynamiques entreprises de câblo-distribution qui importaient des signaux de télévision sur de longues distances.

Depuis ces balbutiements relativement éloignés de la télévision canadienne, la poussée de la technologie n'a cessé de s'accélérer, battant presque à chaque fois à plate couture toutes les innovations de programmation.

Au cours de la décennie précédente et au début des années 1980, nous avons assisté à la pénétration continue et féroce des services de câblodistribution dans les foyers des consommateurs, à tel point qu'aujourd'hui, près de 60% des ménages canadiens sont abonnés à un système ou à un autre de câblodistribution et ne reçoivent plus directement leurs émissions de nos émetteurs. Que recherchent donc les consommateurs et où tout cela nous mènera-t-il?

Il semble que la câblodistribution constituait une réponse bien opportune à l'ennui qu'éprouvait le téléspectateur devant le paysage de la télévision canadienne et qu'il a fait sien le vieil adage qui dit que 'l'herbe est toujours plus verte dans le pré du voisin'. C'est du moins la façon dont les choses se présentaient pour la radiodiffusion canadienne, dont les auditoires canadiens ont considérablement diminué en faveur des chaînes ou des émissions américaines.

La technologie a continué sa poussée pour faire passer entre les mains du consommateur moyen le magnétoscope qui était l'apanage de quelques vidéophiles. Les vidéodisques ne se sont pas encore totalement imposés, mais je pense qu'ils ne sont pas très loin de représenter un autre 'choix' qui écartera les téléspectateurs des émissions directes.

Pour ne citer que ceux-là, ATARI, INTELLIVISION et COLECO sont trois types de jeux vidéo qui cherchent à transformer la passivité traditionnelles du petit écran en un média interactif. Télidon et les ordinateurs personnels ne feront qu'accroître cette tendance.

En 30 ans, nous sommes passés au Canada d'une petite télévision à un choix de 27 chaînes à Toronto, sans compter la télévision à péage qui pourrait en ajouter quatre autres en février. Nous sommes passés d'une situation où, à cause de sa taille et du facteur de curiosité qui entourent ce nouveau média de la 'radio avec des images', le récepteur de télévision occupait une place de choix dans la salle de séjour, à un environnement où, maintenant, les appareils de télévision sont portatifs, se retrouvent dans la salle familiale ou la salle de jeux, sont reliés à un câblodistributeur, sont dotés d'un convertisseur et, dans de nombreux cas, servent à la magnétoscopie, au télétexte, au vidéotex, aux jeux vidéo, sont utilisés comme écran de visualisation d'un ordinateur personnel ou pour les vidéodisques.

Avec toute cette technologie rattachée au récepteur de télévision, notre tâche de radiodiffuseurs, qui est d'attirer l'attention des téléspectateurs, devient extrêmement difficile. Les réalisateurs d'émissions devront travailler plus dur pour se faire apprécier et encore plus dur pour maintenir cette position.

Que reste-t-il pour le radiodiffuseur? Il y a d'excellentes émissions à la télévision, mais il en faudra davantage si, en tant que radiodiffuseurs, nous voulons reconquérir la position que nous occupions auparavant. Ce n'est pas une tâche facile. Pour les Canadiens, la tâche est d'autant plus difficile vu l'abondance des émissions étrangères (principalement américaines) que peuvent capter nos téléspectateurs.

La première vague technologique dont j'ai parlé tout à l'heure a aidé le Canada à bâtir le réseau de radiodiffusion le plus long et le plus évolué du monde. Ces mêmes réseaux de télécommunication qui sont si essentiels à l'intercommunication des Canadiens sont les mêmes qui sont utilisés à l'heure actuelle pour renforcer leur obsession d'avoir accès à de plus en plus d'émissions étrangères, ce qui ne fait que tenir davantage dans l'ombre les réalisations canadiennes.

La télévision à haute définition est-elle une autre merveille technologique que l'on brandira comme un instrument essentiel au caractère unique et distinctif des Canadiens - une merveille qui permettra aux radiodiffuseurs et aux réalisateurs d'émissions de préparer un produit et de le porter à l'écran d'une manière qui, non seulement correspond à l'environnement canadien contemporain de la radiodiffusion à domicile, mais en bénéficie?

Ou bien, la télévision à haute définition est-elle un jouet coûteux qui dérobera aux radiodiffuseurs et aux réalisateurs d'émissions les rares ressources dont ils disposent à l'heure actuelle pour préparer leurs programmes. C'est un dilemme qui ne semble pas facile à résoudre. Il faut pourtant y faire face avant que l'on nous entraîne encore à prendre des mesures dont on ne réaliserait pas pleinement les répercussions.

Bien des discussions ont eu lieu, et j'espère que ce colloque constituera une tribune pour que cela commence à se produire. L'environnement que je viens de décrire implique directement le radiodiffuseur et le réalisateur d'émissions. Mais il englobe également le monde des affaires, l'industrie, les ingénieurs et le gouvernement, le propriétaire de cinémas et le consommateur.

Pour ce dernier, la technologie de la télévision à haute définition représente la première innovation réelle en télévision depuis l'avènement de la couleur au petit écran. On apportera encore de grandes améliorations à la production et à la distribution des émissions, ainsi qu'aux appareils de télévision eux-mêmes, mais le consommateur s'y attend et n'est finalement guère surpris lorsqu'on lui présente ce genre d'amélioration. La haute définition le fera chanceler.

Notre tâche consiste à examiner la haute définition sous toutes ses nombreuses facettes et à commencer à élaborer une matrice grâce à laquelle nous pourrions commencer à discuter des bonnes questions. Ce n'est qu'alors que nous pourrions commencer à vraiment discuter. Ce n'est vraiment qu'alors que nous pourrions commencer à axer nos discussions dans un sens précis. Nous devons bien comprendre le système de la télévision à haute définition, sa livraison et sa visualisation, mais nous devons également avoir clairement à l'esprit les applications non seulement de programmation mais de non-programmation.

A une époque où la majorité des Canadiens ne reçoivent plus leurs signaux de télévision directement des antennes, il est temps de redéfinir le concept de la radiodiffusion. À une époque où nous assistons à une profusion de services et de technologies qui s'éloignent de la radiodiffusion, dont bon nombre sont interactives et raccordées au récepteur de télévision, le concept se déplace rapidement de la radiodiffusion à celui des télécommunications.

Etant donné que le concept de l'environnement des années 1980 est axé sur les communications plutôt que sur la radiodiffusion, et vu que le circuit intégré ne peut que réduire les coûts et mettre à la disposition de la population des dispositifs électroniques très puissants et très évolués -- un certain nombre de questions me viennent à l'esprit:

- Pourra-t-on utiliser dans l'environnement des communications d'ici sept à dix ans les outils de production, de distribution et de visualisation dont nous disposons aujourd'hui?
- La télévision à haute définition peut-elle mieux fonctionner dans cet environnement?
- Nos applications primaires seront-elles axées sur le monde des affaires ou le consommateur, ou sur les deux?
- Nos premières préoccupations seront-elles la livraison des informations et leur mise à l'écran, ou leur contenu?
- Le contenu sera-t-il passif ou interactif?
- Notre contenu est-il assez bon?
- Quelles sont les nouvelles industries d'information ou de divertissement qui émergent à l'horizon?
- Quelles sont les stratégies industrielles dont nous avons besoin pour assurer une présence canadienne dans ce nouvel environnement; que devons-nous donner en échange et quelles seront les répercussions?

La télévision à haute définition n'est qu'une facette de ce tableau électronique, mais il en constitue un élément important car il met en jeu tous les aspects de la communication, de la production à la diffusion en passant par la distribution. Si, au cours des prochains jours, nous faisons face à ces questions et, je l'espère, à beaucoup d'autres, cela nous aidera peut-être à décider d'une façon calme et rationnelle le rôle que la télévision à haute définition peut jouer dans l'avenir de chacun d'entre nous et la façon dont nous pouvons nous assurer que cela se passe de façon efficace, avec le moins de perturbations possibles, avant de nous trouver devant un fait accompli.

LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION ET LES AUTRES POSSIBILITÉS

Ian Childs

British Broadcasting Corporation
Service des recherches

1. Introduction

Depuis quelques années, on s'intéresse beaucoup au développement de la télévision à haute définition (TVHD). Cela a conduit l'UER à mettre sur pied un groupe de spécialistes pour étudier le sujet. Parallèlement, on a élaboré des techniques pour améliorer la visualisation des signaux de télévision actuels de normes 625/50 et 525/60, tout en mettant de l'avant des idées sur des services de télévision à définition améliorée basés sur les normes actuelles de balayage et sur la radiodiffusion par satellite.

Cette communication a pour objet d'étudier les relations entre la TVHD, la télévision à définition améliorée (TVDA) et l'amélioration de la visualisation des signaux de télévision selon les normes actuelles. Elle constitue également une tentative d'identification des erreurs possibles, à la lumière des études antérieures du groupe de l'UER.

2. Possibilités de visualisation sur grand écran

L'intérêt que suscite la TVHD provient surtout de ses possibilités, pour les cinéastes, de bénéficier de techniques électroniques qui améliorent considérablement leur productivité, grâce à une surveillance plus facile du tournage et au fait que l'on peut rejouer immédiatement n'importe quelle séquence. Dans cette application, on évite le problème que constitue la mise au point d'une visualisation appropriée des signaux de TVHD, étant donné que l'image est destinée à être mise sur pellicule cinématographique.

Cependant, dès que l'on considère la possibilité de diffuser un signal de TVHD directement dans les foyers, que ce soit par satellite ou par câble, on se heurte immédiatement au problème de la visualisation du signal sur l'écran de télévision. La principale raison d'un système à haute définition revient à permettre l'utilisation de grands écrans; les normes actuelles de la télévision conviennent parfaitement à la dimension des écrans que l'on trouve de nos jours (particulièrement si on les marie à certaines idées de TVDA qui font actuellement l'objet de discussions). Toutefois, l'on sait qu'il n'existe guère, sur le marché, de grands écrans capables de rendre justice à un signal TVHD. Ces grands écrans ne devraient pas être trop chers, offrir une luminosité élevée et présenter des dimensions agréables. Les discussions du groupe de l'UER indiquent que toutes les prévisions sur la pénétration de la TVHD auprès du grand public ne sont probablement que pures conjectures jusqu'à ce qu'il puisse se procurer des écrans appropriés.

3. La télévision à définition améliorée (TVDA)

Le fait qu'il n'y a pas d'écrans appropriés constitue un facteur crucial dans la diffusion des signaux de TVHD. C'est pourquoi l'on a élaboré une solution intérimaire pour utiliser la radiodiffusion directe par satellite au cours de la présente décennie. Cette méthode consiste à diffuser un signal de télévision analysé selon la norme 625/50 (ou 525/60), tout en utilisant la plus grande largeur de bande qu'offrent les voies des satellites en vertu du plan de la Conférence administrative mondiale de la radio (CAMR); cela permet en effet d'améliorer quelque peu la réception du signal.

Des méthodes permettant de réaliser ces systèmes à définition améliorée ont été décrites dans des ouvrages (par exemple les références 1 et 2). Un de ces systèmes, proposé par la BBC, est le PAL amélioré. Il utilise une technique de multiplexage de fréquences pour réduire les effets de battement couleur, ou diaphotie de chrominance, et pour élargir la bande passante de luminance utilisable.

L'illustration 1 montre le spectre des fréquences d'un signal PAL; ce spectre serait analogue dans le cas de la norme NTSC, mais la plage des fréquences serait différente. Lorsqu'on s'approche des plus hautes fréquences de la bande, les signaux de luminance et de chrominance partagent la même bande. On a choisi précisément la fréquence de la sous-porteuse de chrominance de façon à minimiser les effets subjectifs du partage de la bande. Il n'en reste pas moins que le décodeur du récepteur peut fort bien confondre l'information de luminance de haute fréquence avec celle de la chrominance, de basse fréquence, et vice versa.

Le système PAL amélioré sépare mieux les signaux haute fréquence de luminance et de chrominance. L'illustration 2 montre le spectre des fréquences d'un signal PAL amélioré. Le signal de basse fréquence de luminance est traité de la même façon que dans le système PAL; les fréquences de plus de 3,5 MHz (c'est-à-dire celles qui sont le plus aptes à causer une diaphotie de chrominance) sont supprimées et décalées de manière à occuper une autre partie de la bande de fréquence. Les signaux de chrominance restent à peu près les mêmes, à l'exception d'une légère réduction de la bande latérale la plus inférieure, afin de mieux séparer les informations de luminance et de chrominance.

La fréquence par laquelle les signaux haute fréquence de luminance sont décalés correspond à la valeur de la sous-porteuse chromatique, soit environ 4,4 MHz. On a choisi cette fréquence pour trois raisons. Premièrement, on connaît précisément sa phase dans le codeur et le décodeur (ceci est important pour bien assortir la luminance haute fréquence et la luminance basse fréquence dans le décodeur). Deuxièmement, c'est la fréquence qui est la moins visible dans le signal décodé; par conséquent, s'il reste un résidu sous-porteuse après le décodage, on ne le verra guère. Troisièmement, l'utilisation d'une seule fréquence porteuse exclut la possibilité d'effectuer une intermodulation à basse fréquence du signal reçu par le répondeur du satellite.

Le système PAL amélioré présente deux grands avantages. Premièrement, les circuits supplémentaires dans le récepteur sont très simples et totalement compatibles avec la technologie actuelle (voir réf. 1 pour plus de détails). Deuxièmement, un récepteur standard peut recevoir les fréquences plus basses du signal, qui sont décodées par un décodeur PAL normal. Le système est donc totalement compatible avec les récepteurs actuels, une fois que l'on a ajouté un dispositif qui décode le signal du satellite. On trouvera aux références 1 et 3 un résumé des résultats des essais effectués avec ce système pour s'assurer qu'il était conforme aux exigences du plan de 1977 de la CAMR. Les illustrations 3, 4 et 5 ont été tirées de la première de ces deux références; l'illustration 3 montre la sortie du canal vert d'un décodeur classique recevant un signal PAL normal. La diaphotie luminance/chrominance est clairement visible sous la forme des motifs insolites dans les blocs de fréquences, au centre, dans les diagonales des coins. Par contre, l'illustration 5 montre la sortie d'un décodeur PAL amélioré recevant un signal PAL également amélioré. A part un très léger motif résiduaire dans la troisième rangée des barres de fréquence (3,5 MHz - c'est-à-dire la fréquence au-dessus de laquelle la luminance haute fréquence se divise) la diaphotie de chrominance a été complètement supprimée et on a conservé la finesse de la luminance jusqu'à 5,5 MHz. L'illustration 4 montre la sortie d'un décodeur classique recevant un signal PAL amélioré et démontre sa compatibilité. On pourrait également utiliser la même technique pour mettre au point un système NTSC amélioré ou un SECAM amélioré.

4. Amélioration de la visualisation des signaux 625/50

Avec l'amélioration de la qualité due aux signaux de TVDA, il est fort probable que les normes actuelles seront encore valables pendant longtemps. Donc, même le matériel réalisé dans les studios de TVHD continuera encore pendant bon nombre d'années à être diffusé selon les normes de 625 et 525 lignes. Cette situation persistera probablement jusqu'à l'arrivée des grands écrans sur le marché des consommateurs. A ce moment-là, la diffusion d'un signal de TVHD présentera un certain intérêt, mais les récepteurs de TVHD devront également pouvoir recevoir les signaux de 625 et 525 lignes. Toutefois, sur les grands écrans à forte brillance de la TVHD, les défauts inhérents au système de 625 lignes seront davantage apparents. Dans la référence 5, on trouvera une discussion des résultats de certaines expériences réalisées pour améliorer la visualisation des signaux de télévision diffusées sur grand écran selon les normes actuelles, en prenant pour hypothèse que la technologie de pointe pourra alors permettre de convertir le signal d'entrée 625/50 en une norme où il y aura davantage de lignes ou de trames, ou les deux.

Quatres défauts doivent être minimisés:

- a) Le papillotement sur grande surface: cela se produit à 50 Hz et s'accroît en fonction de la vision périphérique. Donc, pour une luminosité donnée, le papillotement devient de plus en plus visible au fur et à mesure que l'on augmente la taille de l'écran ou que l'on réduit la distance de visionnement. La perception du

papillotement dépend également de la luminosité de l'image; elle empire au fur et à mesure que l'image devient plus brillante.

- b) Le scintillement dû à l'entrelacement: ce phénomène est causé par l'entrelacement 2 : 1 du signal 625/50. Il produit un scintillement de 25 Hz qui apparaît dans les zones de détail vertical de grande amplitude et les lignes qui sont presque horizontales sautillent à une fréquence de 25 Hz. Par opposition au papillotement sur grande surface, qui est considérablement réduit dans les systèmes à 60 Hz, on n'améliore guère le scintillement en augmentant la fréquence de trames à 60 Hz. La perception du scintillement est également fonction de la luminosité de l'image; de plus, elle peut être affectée par la distance de visionnement, la dimension du point d'analyse dans la source du studio et la taille de l'écran (également à cause de la vision périphérique).
- c) Le traînage des lignes: il s'agit d'un autre effet qui provient du processus d'analyse entrelacée. On le remarque lorsque l'oeil est forcé de suivre le mouvement vertical au rythme de presque 11,5 secondes par hauteur d'image. Dans ces conditions, le téléspectateur élimine, par l'"effet stroboscopique", la structure plus grossière de la trame et des lignes, ce qui lui fait voir une image de 312,5 lignes au lieu de 625. Malheureusement, on approche souvent de ce taux critique de 11,5 secondes à cause du défilement des sous-titres et du mouvement naturel dans les scènes.
- d) Effet statique de la trame: même dans les meilleures conditions, lorsque le scintillement dû à l'entrelacement et le traînage ne causent aucune distraction, on peut souvent distinguer la structure de ligne sur les écrans modernes. Ce défaut ne fera que s'aggraver si l'on augmente la luminosité ou la taille de l'écran, surtout si la dimension du point d'analyse de l'image est conçue pour produire des résultats optimums selon la norme de la TVHD. Cependant, il faut souligner que, dans la plupart des circonstances, le traînage des lignes domine habituellement l'impression subjective générale, de sorte que l'on perçoit tout aussi fréquemment une image de 312,5 lignes qu'une trame de 625 lignes.

On a exploré la possibilité d'accroître le signal d'entrée de 625/50 à une norme de fréquence de ligne/trame encore plus élevée (réf. 5). Étant donné que l'on ne disposait pas d'un grand écran de télévision, on a utilisé un écran de contrôle classique pour n'afficher que le quart d'une image totale (la moitié de la largeur et la moitié de la hauteur). Cela a résolu simultanément deux problèmes -- celui de la difficulté que l'on éprouvait à établir un rapport entre une petite image vue à courte distance et une grande image vue à une distance plus normale; et celui qui consiste à obtenir une image à l'aide d'un point d'analyse assez petit pour respecter des normes équivalant à celles de la TVHD.

Le tableau 1 donne la liste des divers systèmes examinés (dont certains sont différents de ceux discutés dans la référence 5). Ils sont classés selon l'ordre du facteur par lequel la fréquence d'analyse des lignes a été augmentée (et donc la largeur de bande de tout le signal). A ce point, il faut cependant remarquer que même si la fréquence d'analyse des lignes revêt une certaine importance pour les images affichées sur un tube cathodique, cela ne s'applique peut-être pas à l'utilisation des écrans plats à commande matricielle, si tant est que de tels écrans soient mis au point pour la TVHD. Dans ce cas, il serait peut-être tout aussi facile d'utiliser une norme de visualisation qui augmente considérablement plutôt que peu la fréquence effective d'analyse des lignes.

Si l'on envisage les normes dans l'ordre, la 625/50 non entrelacée a la même fréquence de ligne que la 625/100/2 : 1 entrelacée, la 1250/50/2 : 1 entrelacée ou la 1250/100/4 : 1 entrelacée. Ni la 625/50/1 : 1 (c'est-à-dire non entrelacée) ni la 1250/50/2 : 1 n'influent sur le papillotement sur une grande surface; de plus, la 1250/50/2 : 1 révèle un traînage de lignes à d'autres vitesses que la 625/50/2 : 1 et cela contre-carre l'amélioration de l'effet statique de trame que l'on peut obtenir avec cette norme. La 1250/100/4 : 1 entrelacée est de nouveau dominée par le traînage des lignes qu'elle fait apparaître dans la structure grossière de 312,5 lignes par hauteur d'image et à diverses vitesses stroboscopiques. Ainsi, aucune des normes afférentes aux 1250 lignes à cette valeur de fréquence de ligne ne peut exploiter à fond les possibilités d'amélioration de l'effet statique de la trame que l'on peut obtenir en augmentant la norme à 1250 lignes. Si l'on compare les deux autres normes, la 625/50/1 : 1 et la 625/100/2 : 1, la première ne laisse apparaître aucun scintillement d'entrelacement ni de traînage des lignes, mais elle n'améliore pas du tout le papillotement sur grande surface ni l'effet statique de la trame. La norme 625/100/2 : 1 n'améliore pas non plus l'effet statique de la trame, mais elle élimine le papillotement sur grande surface, grâce à l'augmentation de la fréquence de trame. Le scintillement d'entrelacement se trouve également doublé à la fréquence de 50 Hz, ce qui élimine effectivement sa visibilité (néanmoins, un certain scintillement dépendant de la structure des algorithmes utilisés dans le convertisseur de normes pour représenter avec précision les mouvements peut être réintroduit -- mais cela dépasse la portée de cette communication). Enfin, le traînage des lignes est moins visible, parce que le rythme plus lent auquel il se produit passe à 5,75 secondes par hauteur d'image.

Si l'on quadruple la fréquence de ligne, on peut alors envisager deux normes: la 625/100/1 : 1 et la 1250/100/2 : 1. La première ne fait apparaître ni papillotement sur grande surface, ni scintillement dû à l'entrelacement, ni traînage des lignes, mais l'effet statique de la trame est identique à celui que l'on retrouve avec la norme 625/50. La 1250/100/2 : 1 n'a pas, elle non plus, d'effet sur le papillotement sur grande surface ni sur le scintillement d'entrelacement, mais elle réduit un peu le traînage des lignes pour une amélioration de 2 : 1 de l'effet statique de la trame. Les illustrations 6 et 7 montrent la différence entre les effets statiques de la trame des deux structures. La figure 6 montre

l'image de 625 lignes et la figure 7 celle de 1250 lignes. L'absence d'une structure de ligne semble donner à l'image une plus grande finesse, particulièrement dans les plages où la texture est fine.

Enfin, si l'on multiplie la fréquence de ligne par huit, on peut créer une norme 1250/100/1 : 1, avec laquelle il n'y a ni papillotement sur grande surface, ni scintillement d'entrelacement, ni traînage des lignes, et qui maintient constamment cette amélioration dans l'effet statique de la trame. Etant donné la disponibilité limitée du matériel, cette norme n'a pas été étudiée et il se pourrait qu'elle ne présente guère d'avantages, d'autant plus que le matériel initial serait réalisé selon la norme 625/50.

5. La télévision à haute définition

La principale exigence de la TVHD est de permettre d'utiliser de plus grandes images qui remplissent davantage le champ de vision du téléspectateur. Pour que ce dernier ne soit pas distrait par la structure des lignes et le manque de finesse de l'image, il faut augmenter le nombre de lignes par trame de télévision ainsi que la définition le long de chaque ligne. C'est ce qui a amené la NHK (réf. 4) à proposer une norme de 1125 lignes et une bande passante de 20 MHz; cet organisme a également suggéré de changer les proportions de l'image à 5 : 3 plutôt que de conserver le rapport de 4 : 3 utilisé dans les systèmes actuels.

Le principal avantage de la TVHD est sans aucun doute l'amélioration du réalisme et la participation que celui-ci suscite de la part du téléspectateur. Le plus grand problème (à part la difficulté purement technique de fabriquer l'équipement, en premier lieu) provient du bruit électrique. Les améliorations apportées à la conception des tubes de caméra et des circuits de préamplification seront d'un certain secours à cet égard, mais on est vite confronté par le bruit causé par la nature quantique de la lumière. Si le réalisateur choisit simplement le même genre de composition de scène avec une caméra TVHD qu'avec une caméra actuelle, et s'il désire la même profondeur de champ dans les deux cas, on peut dire que le niveau d'éclairage nécessaire pour la caméra TVHD est à la puissance quatre de l'augmentation du nombre de lignes; autrement dit, les caméras de 1125 lignes exigeront seize fois plus d'éclairage de studio que les caméras actuelles.

Fort heureusement, cette situation ne se produira certainement pas en pratique. Non seulement recherchera-t-on une moins grande profondeur de champ avec une caméra TVHD (à cause de sa plus grande définition aux limites de la profondeur de champ), mais également le fait de tourner le même genre de prises de vue avec une caméra TVHD donnera au téléspectateur l'impression d'un très gros plan difficile à regarder. On utilisera probablement la plus grande surface de l'écran pour mieux montrer au téléspectateur ce qui se passe autour du centre d'intérêt; autrement dit, l'angle de prise de vues sera plus grand en TVHD que dans la télévision normale. Dans ces conditions, et dans l'absence de considérations manifestes comme le bruit du préamplificateur, etc., le niveau d'éclairage du studio de TVHD se rapprochera beaucoup de celui utilisé dans les studios actuels.

Cependant, le fait même que l'on utilisera probablement des prises de vues différentes en TVHD pourra créer des problèmes pour le réalisateur qui désire préparer une émission pour les deux genres de télévision. Il sera peut être obligé, dans le traitement postérieur de la version TVHD, de convertir son produit aux normes existantes, d'éliminer une partie de l'image et d'élargir le centre d'intérêt pour remplir le plus petit écran. Tout en augmentant les frais globaux de production, cela peut également contribuer à faire passer le rapport de la largeur à la hauteur de l'image en TVHD à 4 : 3, la norme actuelle.

6. Relation entre les normes de la TVHD et les normes actuelles

On peut soutenir que les normes de la TVHD n'ont pas forcément besoin d'être en rapport avec les normes actuelles de radiodiffusion, étant donné que leurs applications sont différentes (la TVHD peut fort bien être restreinte à la cinématographie électronique, au moins dans ses premières années), de même que leurs méthodes de distribution (il est peu probable que la TVHD soit distribuée par les voies radio terrestres normales, au moins pendant les prochaines décennies; elle utilisera plutôt la radiodiffusion directe par satellite et les liaisons par câble). Cependant, ce serait faire là abstraction des avantages qui peuvent découler du choix d'une norme de TVHD qui corresponde aux normes existantes.

En ce qui concerne le radiodiffuseur, il doit continuer à maintenir la confiance de ses téléspectateurs actuels. Cela signifie qu'il devra continuer à desservir les réseaux terrestres, travaillant pour cela selon les normes actuelles, au moins pendant un certain temps. Une bonne partie du matériel destiné à ces réseaux proviendra de studios de TVHD; ce matériel devra donc pouvoir être facilement converti aux normes actuelles et souffrir le moins possible de ce processus. Deuxièmement, le radiodiffuseur a la responsabilité de s'assurer de l'utilisation efficace du spectre des radiofréquences. Cela entraîne la nécessité de s'assurer que l'on ait totalement exploité la nouvelle technologie dans le choix de la norme; toute norme de radiodiffusion de TVHD (par opposition à une norme de studio) pourrait donc très bien se fonder, dans une certaine mesure, sur les techniques décrites à l'article 4. Un autre résultat de cette responsabilité se révèle dans le désir d'éviter, autant que possible, le dédoublement des services. Par conséquent, les réseaux terrestres ne contiendront pas nécessairement une seconde version du réseau de TVHD copiée sur les normes existantes. C'est la raison d'être de l'hypothèse, à l'article 4, que les récepteurs grand écran devront pouvoir afficher les images créées selon les normes actuelles. La conception des récepteurs peut donc manifestement bénéficier du choix approprié de la norme de TVHD en fonction des normes actuelles et, par conséquent, des normes relatives à l'amélioration de la visualisation des images à l'écran, comme expliqué à l'article 4. Il faudra effectuer des améliorations analogues au studio, lorsqu'on diffusera des archives.

Finalement, la relation entre la norme de TVHD et les normes actuelles est également importante pour la cinématographie électronique. Cependant, dans ce cas, la norme actuelle est de 24 images à la seconde pour les films cinématographiques alors qu'elle est de 50 ou 60 trames à la seconde pour la télévision.

Quelles sont donc les caractéristiques qu'il faut envisager dans cette relation entre les normes existantes et une norme de TVHD à venir? La première est, manifestement, que les sources de TVHD comportent davantage de lignes par image et davantage d'informations le long de chaque ligne. La seconde est que la fréquence de trame des deux sources peut être différente. La troisième est le fait que des sources de TVHD peuvent avoir un rapport de la largeur à la hauteur de l'image différent de celui des normes actuelles.

La conversion du nombre de lignes par trame ne présente pas un aussi grand problème que celui de la conversion des normes de la fréquence de trame (réf. 5). Les caméras de télévision ordinaires ne produisent pas beaucoup d'images qui présentent suffisamment de détails pour que les convertisseurs de normes de ligne fabriqués selon les critères d'aujourd'hui causent les genres de défaut que présentaient les convertisseurs de normes précédents ("noeud" sur les diagonales, sautellement des lignes horizontales, etc.). Cependant, la conversion de la fréquence de trame est plus difficile. Le fait que les caméras de télévision échantillonnent la scène 50 fois à la seconde peut causer des problèmes si les objets se déplacent considérablement entre les trames successives. Lorsque l'on convertit la norme de trame à une fréquence différente, le déplacement des objets causent des tressautements à intervalle régulier. Ces tressautements sont moins prononcés aux hautes fréquences de trame, dans le signal d'entrée, ou lorsque les fréquences de trame d'entrée et de sortie sont très séparés. Avec ces faits à l'esprit, envisageons maintenant des conversions à partir de certaines normes possibles de TVHD (la réf. 5 contient une explication plus mathématique que ce qui suit).

Tout d'abord, si l'on passe du 1125/60 au 525/60, il n'y a pas besoin de convertir la fréquence de trame. Par conséquent, il ne se produit pas de tressautement et la conversion est de bonne qualité.

Cependant, lorsqu'on passe du 1125/60 au 625/50, il se présente un problème. Les mouvements se manifestent un peu comme avec les convertisseurs actuels du 525/60 ou 625/50; l'accroissement de la résolution du signal de TVHD n'a pas tendance à faire tressauter les objets qui se déplacent.

Cependant, si l'on élève la fréquence de trame du signal de TVHD à 100 Hz, la conversion s'effectue d'une norme de 1125/100 (la réf. 5 mentionne en réalité 1250/100, mais la modification de la fréquence de ligne est négligeable dans ce contexte) à 625/50. Le fait d'élever la fréquence de trame d'entrée à 100 Hz contribue, en lui-même, à réduire le tressautement des mouvements, étant donné que les objets ne se déplacent pas autant entre les trames adjacentes. Le simple rapport de 2 : 1 entre

Les fréquences de trame d'entrée et de sortie signifie également que les effets subjectifs du tressautement des mouvements seront minimisés.

Parallèlement, la conversion du 1125/100 au 525/60 bénéficie également de la réduction du tressautement inhérente à la fréquence de trame plus élevée de l'entrée. Les objets qui se déplacent tressautent encore un peu, mais il est fort probable que le rendement d'un convertisseur de normes de ce genre serait nettement meilleur que celui des convertisseurs actuels de 626/50 à 525/60.

La conversion à une sortie de film de 24 images à la seconde produira aussi probablement des tressautements, si l'on parle d'une norme de télévision de 60 trames à la seconde. Si l'on choisit une norme de 100 trames à la seconde, il vaudrait peut-être alors mieux faire la conversion en un film qui défilerait à raison de 25 images à la seconde avec, pour conséquence, une légère augmentation du temps de projection. Dans ces circonstances, le rapport entre les fréquences de trame d'entrée et de sortie est simplement de 4 : 1 et, là encore, les effets subjectifs du tressautement sont minimisés; en fait, seul risque d'être présent le tressautement inhérent à la présentation des images aux fréquences relativement faibles de 24 ou 25 Hz.

Le rapport de la largeur à la hauteur de l'image présente un plus grand problème, au moins au niveau de la télévision. La proportion des images est normalement de 5 : 3, et même plus dans les films. Une solution consisterait à éliminer le temps que l'on accorde à chaque ligne de télévision pour que le faisceau d'électrons du tube cathodique revienne à sa position de départ et effectue la synchronisation; par contre, si l'on utilisait ce temps pour une vidéo active, on produirait un rapport de la largeur à la hauteur de l'image presque égal à 5 : 3. La régie du studio pourrait s'occuper elle-même de ce signal, mais il faudrait qu'il soit traité avant d'être diffusé. Cette solution pourrait également entrer en conflit avec certaines des normes proposées pour la TVDA où l'on se sert de cet intervalle à d'autres fins.

Une autre norme qu'il faut considérer dans la mise au point des systèmes de TVHD est celle, récemment établie, qui a trait aux studios numériques (recommandation AA/11 du CCIR). Le groupe d'experts de l'UER a étudié ce sujet. Il en est arrivé à la conclusion que, en raison des divers domaines d'application (la norme numérique s'applique on ne peut mieux aux domaines de l'enregistrement et de la post-production, alors que la première priorité du matériel de TVHD est la création du signal), il est fort peu probable que la TVHD éclipsera l'établissement de matériel utilisant la norme numérique 4 : 2 : 2. En fait, il passera certainement beaucoup d'eau sous les ponts avant que le matériel de TVHD parvienne à un stade équivalent d'effets spéciaux et de capacité de post-production. Il n'en reste pas moins qu'il est fort souhaitable d'établir une relation quelconque, de façon relativement simple, entre une nouvelle norme de studio de TVHD et la recommandation AA/11 du CCIR.

7. Echéanciers de la TVHD

Etant donné l'incertitude qui règne au sujet de la disponibilité d'écrans appropriés pour le grand public, les discussions qui ont eu lieu au sein du groupe de l'UER indiquent qu'il ne faut pas s'attendre à ce que les services de diffusion de TVHD s'installent avant une dizaine d'années. Cependant, il faut reconnaître que l'utilisation de la TVHD pour la cinématographie électronique ne se heurte pas à de tels obstacles. C'est la raison pour laquelle le choix d'une norme appropriée pour l'utilisation dans les studios constitue la première priorité. Après cela, on pourra songer à une norme appropriée pour la radiodiffusion; si l'on jette un coup d'oeil aux progrès technologiques qui devraient survenir au cours des quelques prochaines années, il n'y a aucune raison pour laquelle une telle norme de radiodiffusion devrait être identique à celle des studios. Une solution attrayante consisterait à comprimer la norme des studios pour les besoins de la radiodiffusion, afin de conserver la bande passante, puis de l'étendre de nouveau dans les récepteurs de télévision. Il faudrait décider de la norme à adopter vers 1990 si l'on veut laisser une dizaine d'années aux services de radiodiffusion pour se développer dans ce sens; mais il faudrait, au préalable, s'entendre sur la norme des studios, probablement au cours des trois ou quatre prochaines années.

Le groupe a également envisagé la possibilité qu'il faudra peut-être une troisième norme. Il s'agirait d'une norme de transmission dans laquelle le signal de TVHD serait codé pour la distribution à partir des régies de studio jusqu'aux émetteurs du système, qui consisterait, bien entendu, en liaisons montantes vers les satellites. Au niveau de l'émetteur, le signal serait alors converti de la norme de transmission à la norme de diffusion. Cette norme de transmission devrait satisfaire aux exigences des divers organismes de télécommunications. L'objectif manifeste de l'UER est d'oeuvrer vers l'établissement d'une seule norme mondiale dans chacun de ces trois domaines.

8. Conclusions

Lorsque les améliorations discutées aux articles 3 et 4 (définition et visualisation améliorées) seront ajoutées aux normes existantes, on pourra améliorer considérablement la qualité de l'image. Cette augmentation de qualité sera particulièrement manifeste lorsque le matériel source contiendra beaucoup de détails; ainsi, le matériel provenant d'un studio de TVHD sera bien traité dans un tel système. Même si la qualité de la visualisation ne sera pas aussi bonne que celle obtenue par la transmission directe du signal de TVHD, elle sera certainement suffisante, en attendant que l'on mette au point des normes de diffusion de TVHD. En fait, si l'on garde à l'esprit les pressions extrêmes qui s'exercent sur la disponibilité des bandes passantes, il faudra peut-être que ces techniques deviennent partie intégrante de la norme de diffusion de la TVHD. Toutefois, il faut se rendre compte qu'il existera des moyens d'apporter au téléspectateur des signaux de TVHD relativement libres de ce genre de contraintes de largeur de bande; cela pourrait être des systèmes de câblodistribution par

fibres optiques ou des vidéodisques. Le choix des normes de la TVHD devrait permettre à la fois de fabriquer du matériel qui exploite totalement ces méthodes et d'assurer que la qualité des services de diffusion de la TVHD soit telle qu'elle ne souffre pas à la comparaison.

9. Remerciements

L'auteur s'est librement inspiré des travaux de bien d'autres personnes du Service des recherches de la BBC, particulièrement de ceux de MM. A. Roberts, C.K.P. Clarke et A. Oliphant. Il désire également remercier M. C.P. Sandbank, chef du Service des recherches, pour l'assistance qu'il lui a accordée dans la préparation de cette communication, ainsi que le directeur de l'ingénierie de la BBC, qui lui a donné la permission de publier ce document.

10. Bibliographie

1. OLIPHANT, A. "An extended PAL system for high-quality television" Rapport no 1981/11 du Service des recherches de la BBC.
2. LUCAS, K. et WINDRAM, M.D. "Direct television broadcasts by satellite - Desirability of a new transmission standard" Rapport expérimental et de développement no 116/81 de l'IBA.
3. SHELSWELL, P. "Satellite broadcasting: protection ratio requirements for enhanced transmissions using extended PAL vision and digital sound signals" Rapport no RA-207 du Service des recherches de la BBC.
4. HAYASHI, K. "Research and development on high-definition television in Japan" SMPTE Journal 1981, vol. 90, no 3, pp. 178-186.
5. SANDBANK, C.P. et MOFFAT, M.E.B. "High-definition television and compatibility with existing standards", 'Tomorrows Television', publié par la SMPTE, 1982.

TABLEAU 1

NORMES DE CONVERSION ÉTUDIÉES

| Norme (lignes/trames/facteur d'entrelacement) | Coefficient par lequel la fréquence de balayage des lignes a été élevée |
|---|---|
| 625/50/1 : 1 | 2 |
| 625/100/2 : 1 | " |
| 1250/50/2 : 1 | " |
| 1250/100/4 : 1 | " |
| 625/100/1 : 1 | 4 |
| 1250/100/2 : 1 | " |

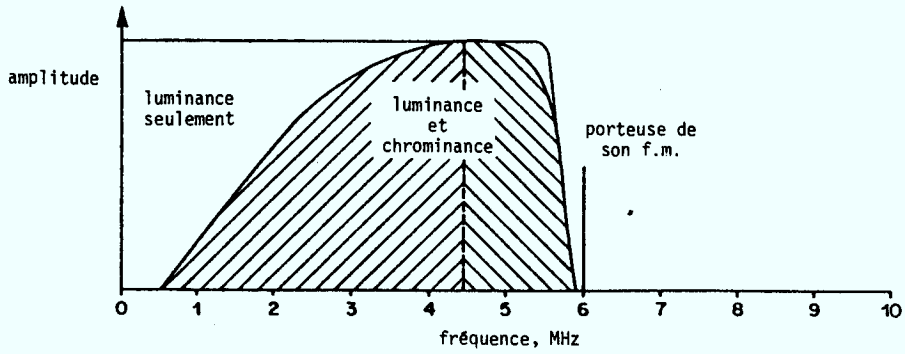


Illustration 1

Spectre d'un signal PAL classique utilisé dans un réseau terrestre

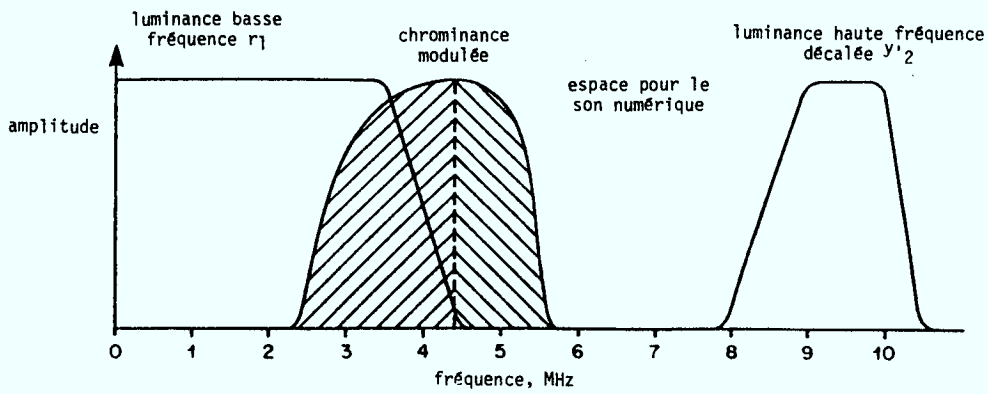


Illustration 2

Spectre d'un signal PAL amélioré

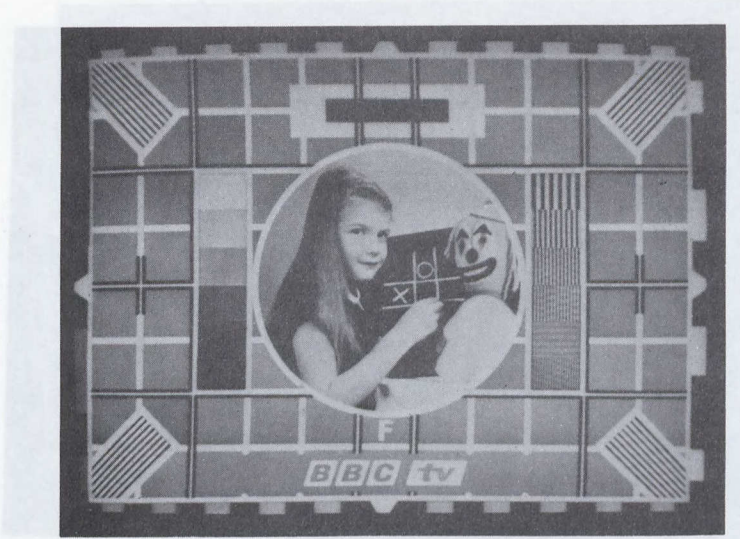


Illustration 3

Mire F - codeur et décodeur classique PAL

5701328 2472020427-235021-01-0011 025
Lignes.

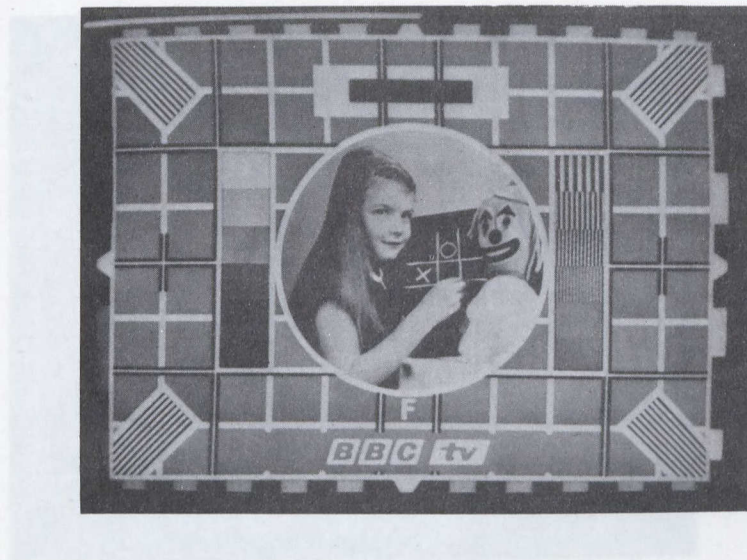


Illustration 4

Mire F - codeur PAL amélioré avec
décodeur classique

220 135 de nombre d'une image et une
sur grand écran, entre le centre de
à 570 lignes.

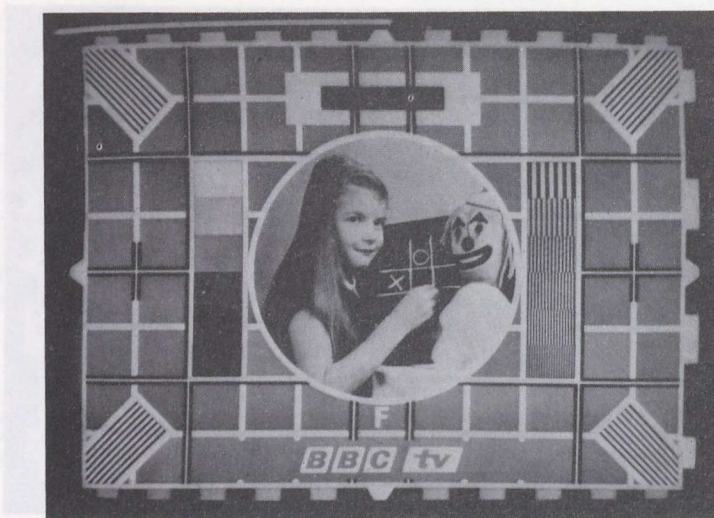


Illustration 5

Illustration 5

Mire F - codeur et décodeur PAL amélioré

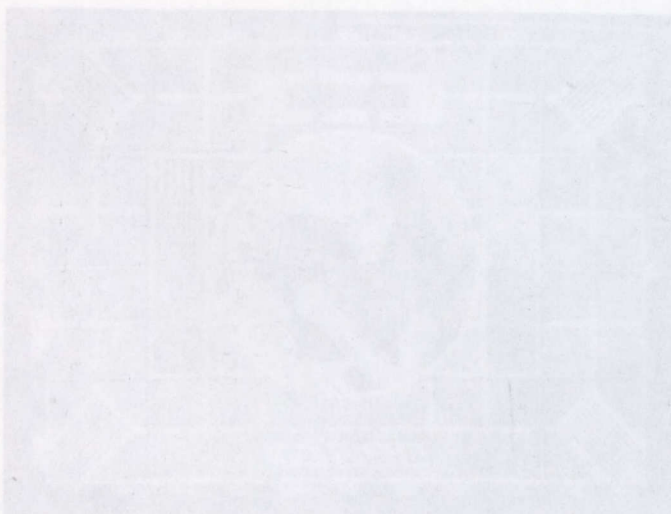


Illustration 4

Mire F - codeur PAL amélioré avec

décodeur classique

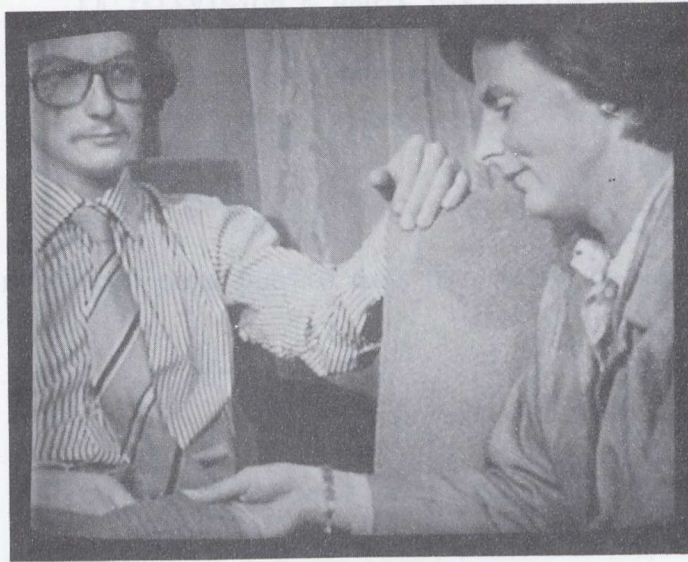


Illustration 6

Les 25% du centre d'une image simulée
sur grand écran, selon la norme de 625
lignes.

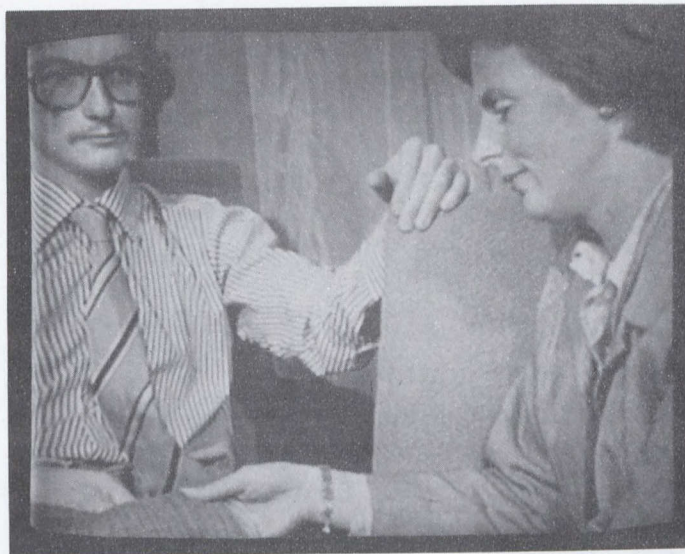


Illustration 7

Les 25% du centre d'une image simulée
sur grand écran, selon la norme de
1 250 lignes.

LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION DE NHK

Takashi Fujio
Nippon Hoso Kyokai

Le texte final sera publié dans les Actes de la conférence.

LES SYSTÈMES DE TÉLÉVISION DU FUTUR

T.S. Robson

Independent Broadcasting Authority

Introduction

Lorsqu'on a envisagé pour la première fois des systèmes de transmission d'images en couleur, on s'est vite rendu compte que le signal devait être conçu de façon que les récepteurs de noir et blanc puissent donner une représentation monochrome de l'image sans trop d'interférence de la part de l'information de chrominance.

La méthode choisie pour transmettre l'information de chrominance consistait à moduler les signaux de différence de couleur sur une sous-porteuse haute fréquence située près de la fin de la bande passante vidéo. De cette façon, les récepteurs de noir et blanc pouvaient recevoir une représentation monochrome raisonnable des images couleur transmises et les récepteurs en couleur pouvaient également recevoir de façon satisfaisante les transmissions monochromes. Autrement dit, les systèmes monochrome et couleur étaient largement compatibles. D'autre part, étant donné que la même largeur de bande desservait à la fois les téléspectateurs de noir et blanc et de la couleur, on a pu conserver le spectre des fréquences.

La situation de la radiodiffusion par satellite est quelque peu différente: dans ce cas, la puissance du répondeur constitue une restriction majeure. D'autre part, on utilise la modulation de fréquence au lieu de la modulation d'amplitude pour mieux utiliser la puissance disponible.

Les fréquences différentes et les divers systèmes de modulation utilisés pour les satellites, par comparaison à ceux que l'on emploie dans les communications hertziennes, rendent les transmissions par satellite essentiellement incompatibles avec tous les récepteurs de télévision qui existent à l'heure actuelle. Il faudra manifestement trouver un dispositif contenant au minimum un chargeur de fréquence, une bande de fréquences intermédiaires, un démodulateur de fréquence et un modulateur d'amplitude pour que les appareils de télévision existants puissent recevoir ces signaux provenant des satellites. Cet équipement essentiel est loin d'être banal et il pourrait même effectuer d'autres traitements, le cas échéant.

Le bruit dans les systèmes à modulation de fréquence

Dans les systèmes à modulation d'amplitude, le rapport signal/bruit par unité de largeur de bande est essentiellement indépendant de la fréquence de modulation. Par contre, la tension de bruit par unité de largeur de bande en modulation de fréquence augmente avec la fréquence proportionnellement à la fréquence de modulation. C'est ce que représentent respectivement les illustrations 1 et 2.

Dans le cas de la modulation de fréquence, on appelle souvent cette augmentation linéaire de la tension de bruit par unité de largeur de bande avec la fréquence, "bruit triangulaire"; il augmente à raison de 6 dB par octave.

Fort heureusement, à l'exception des basses fréquences, l'oeil tolère de plus en plus le bruit au fur et à mesure que la fréquence de ce dernier augmente et ce changement se manifeste également à raison de 6 dB par octave. L'illustration 3 représente la courbe de pondération, qui correspond aux caractéristiques de la vision humaine. Lorsqu'on y allie les propriétés du bruit de la modulation de fréquence, on obtient la caractéristique subjective du bruit représentée dans l'illustration 4. Le tracé inférieur relativement plat indique que les caractéristiques du bruit FM et de la perception visuelle concordent bien, sauf dans les basses fréquences. Cette bonne concordance par rapport à l'effet subjectif est l'une des raisons pour lesquelles la modulation de fréquence donne de meilleurs résultats que la modulation d'amplitude, en ce qu'elle minimise le bruit subjectif.

LES SYSTÈMES COMPOSITÉS

Lorsqu'on utilise des signaux composites classiques, cette situation de concordance très satisfaisante du bruit ne s'applique qu'à la luminance. Étant donné que le signal de chrominance serait transmis par une sous-porteuse, le bruit correspond à la gamme de fréquence approximative de cette dernière, soit environ 3,58 MHz dans le cas du système à 525 lignes.

Cependant, le processus de décodage décale les fréquences vers le bas, de sorte qu'elles se manifestent à peu près à la fréquence zéro, à laquelle l'oeil est le plus sensible au bruit. En ce qui concerne le bruit triangulaire, leur puissance dans la gamme de ± 600 kHz autour de la fréquence de la sous-porteuse est plus de cent fois celle de la même gamme autour de la fréquence zéro, soit quelque 20 dB.

Cette conversion du bruit hautes fréquences en basses fréquences pour l'information de la couleur donne lieu subjectivement à une prépondérance considérable du bruit dans les zones colorées de l'image, et plus particulièrement dans celles qui sont très saturées.

Pour essayer de résoudre ce problème, on utilise normalement une préaccentuation avant la modulation de fréquence avec une désaccentuation après la démodulation au récepteur.

Malheureusement, la préaccentuation et la désaccentuation ne peuvent donner de bons résultats que si l'énergie du signal aux hautes fréquences n'est pas trop élevée, étant donné que cela causerait une surdéviation du signal émis. La sous-porteuse de la couleur qui transmet les informations de chrominance est précisément un tel signal, de sorte que la mesure dans laquelle on peut réduire le bruit de chrominance par cette méthode se limite à environ 3 dB. Cette amélioration n'est donc pas marginale et la grave diminution de la déviation aux basses fréquences empire considérablement le

rapport du signal de luminance/bruit. On n'obtient donc plus la concordance naturelle raisonnablement bonne de la caractéristique du bruit triangulaire de la transmission FM par rapport à la sensibilité de l'oeil à ce bruit. D'autre part, lorsque le signal reçu n'est pas très fort, et qu'il se trouve au-dessous du seuil du bruit, les points s'allongent en tirets par suite de la désaccentuation.

LES SYSTÈMES DE DIVISION DE TEMPS

Une autre solution que l'on pourrait employer pour utiliser le signal composite NTSC consisterait à utiliser le multiplexage par division de temps des signaux de luminance et de différence de couleur.

Pour que l'on ait la place d'insérer à la fois les signaux de luminance et de différence de couleur, il faut les comprimer dans le temps. Lorsqu'on comprime un signal dans le temps, par exemple dans un rapport $n:1$, toutes les fréquences se trouvent alors accrues du facteur n et une fréquence donnée f_1 est transmise en tant que fréquence de nf_1 . La puissance du bruit par unité de largeur de bande doit donc être augmentée de n^2 . L'utilisation de la puissance du bruit plutôt que de sa tension facilite les modifications de la largeur de bande.

Lorsqu'on ramène un signal à sa durée normale, la puissance de bruit, n^2 , apparaît dans la largeur de bande de ce dernier qui a été diminuée du facteur n . La puissance de bruit pour une largeur de bande inchangée varie donc au cube du facteur de compression n . Exprimée en décibels, la perte du rapport signal/bruit est égale à $10 \log_{10} n^3$.

On peut dire qu'un taux approprié de compression par rapport à la luminance serait de 4:3. Cela donne une perte d'environ 3 dB dans le rapport signal/bruit. On obtient ainsi un résultat comparable à celui que l'on recherche pour la luminance si l'on transmet un signal composite avec préaccentuation et désaccentuation. Même si l'on ne prend pas pour hypothèse qu'il y ait préaccentuation et désaccentuation dans le cas de la transmission de la luminance comprimée dans le temps, cela ne signifie pas qu'elles soient totalement éliminées; en réalité, le manque d'une sous-porteuse haute fréquence indique que ces moyens peuvent apporter des améliorations considérables.

Avant d'envisager la chrominance, il est bon d'examiner la finesse de la luminance à laquelle on peut arriver dans la norme de 525 lignes. Si l'on tient compte de la suppression de 42 lignes dans chaque intervalle de suppression de trame, il reste 483 lignes pour la hauteur de l'image. Si l'on ne tient pas compte du papillotement, cela donne une finesse verticale possible de 483 lignes par hauteur d'image, soit $241\frac{1}{2}$ cycles. En tenant compte du rapport des proportions de l'image, cela équivaut à une résolution de 6,1 MHz dans le sens horizontal. Cela correspond à un rapport plus de quatre fois supérieur à la finesse de chrominance acceptée, de sorte qu'il vaudrait mieux limiter la finesse verticale à la chrominance. Ainsi, on éviterait les cas ennuyeux où les traits horizontaux des lettres, comme dans le 'T' et le 'H', sont colorés tandis que les jambages verticaux

ne le sont pas. En transmettant chaque signal de différence de couleur une ligne sur deux dans une trame et en utilisant un retard d'une ligne pour éviter le repli du spectre aux terminaux d'émission et de réception, la finesse verticale équivaudrait à 1,5 MHz dans le sens horizontal. Cela donne une meilleure résolution générale de la chrominance que ce que l'on peut obtenir à l'heure actuelle dans le sens horizontal, alors que les deux sens concordent de plus en plus. Le principe ressemble à celui utilisé dans le SECAM, mais c'est une amélioration car le modèle de l'alternance entre les deux signaux de différence de couleur répète chaque image. On évite l'effet de papillotement désagréable sur les transitions horizontales de couleur que l'on connaît trop bien avec le procédé SECAM.

La luminance qui doit être transmise dans une ligne active lorsqu'on la comprime de 4:3 occupe 40 μ s, ce qui laisse un solde de 23,56 μ s. On pourrait comprimer deux fois plus que la luminance le seul signal de chrominance que l'on a besoin de transmettre sur chaque ligne; autrement dit, on pourrait lui faire atteindre 8:3. Cela nécessiterait 20 μ s et donnerait un bruit de chrominance de 9 dB de moins pour la luminance, selon la formule:

$$10 \log_{10} \frac{512}{27} - 10 \log_{10} \frac{64}{27} = 9,03 \text{ dB}$$

Cependant, la réduction de la largeur de bande entraîne deux effets. En ce qui concerne la modulation de fréquence, au fur et à mesure que l'on réduit la fréquence maximale de modulation, on peut accroître la déviation sans que des composantes considérables ne surgissent dans les canaux adjacents. L'accroissement tolérable de la déviation équivaut à une amélioration de quelque 2 dB du rapport signal/bruit. Le fait de réduire la largeur de bande de 4,2 MHz à 1,5 MHz entraîne une amélioration du rapport pondéré signal/bruit, et ce de l'ordre de 8 dB. De façon générale, le rapport pondéré signal/bruit de la chrominance est donc environ 1 dB de plus que celui du signal de luminance. Il faut prendre évidemment pour hypothèse que l'on utilise la même courbe de pondération pour les deux. On a découvert que, lors d'essais pratiques, le bruit de chrominance est quelque peu moins visible que celui de luminance. Etant donné que les gens qui ne voient pas le rouge ou le vert remarquent à peu près le même effet que les observateurs dotés d'une vision normale, cela renforce l'opinion que le plus grand effet est la variation de la luminosité perçue à l'écran avec les perturbations des signaux de différence de couleur, par suite de la non-linéarité qui provient du 'gamma' du tube cathodique.

Comparaison des systèmes composites et à composantes

L'histoire semble indiquer que les normes de radiodiffusion ne changeront pas de sitôt. Le système de 405 lignes inauguré en 1936 verra sa fin en 1986, soit une vie d'un demi-siècle. Certaines personnes ont tendance à considérer cette norme comme un système à faible définition, mais cela n'est guère justifié étant donné que les 3 MHz utilisés donnent

une finesse horizontale équivalent à celle que l'on obtient avec 4,9 MHz dans la norme des 525 lignes. La définition verticale est, bien entendu, inférieure.

Lorsque l'on considère un nouveau service de radiodiffusion et, en particulier, un système qui serait essentiellement incompatible avec les récepteurs actuels, étant donné que la méthode de la modulation et les fréquences porteuses sont totalement différentes, il semble logique d'envisager non seulement les gains à court terme, mais également sa pertinence à plus long terme.

Si nous adoptons la solution expéditive du codage composite classique de la couleur, que préconisent certains, nous nous apercevrons probablement qu'en tant que radiodiffuseurs, nous nous trouverons bloqués avec le codage composite, ce qui peut accélérer la fin de la radiodiffusion. Étant donné qu'il n'existe aucun appareil de télévision qui puisse recevoir directement des émissions venant des satellites et qu'il faudra une interface compliquée pour modifier ces transmissions en une forme utilisable avec les récepteurs existants, le temps est on ne peut mieux choisi pour effectuer des changements.

En n'émettant qu'une seule hypothèse, à savoir que le Canada conservera sa transmission entrelacée à 525 lignes, il est intéressant d'envisager les défauts des images actuelles que l'on peut voir sur le petit écran et auxquels on pourrait également s'attendre dans le cas des transmissions par satellite:

1. Diaphotie de chrominance. Elle est causée par les signaux de luminance haute fréquence interprétés comme des informations de couleur inhérentes à la transmission composite. Cela n'arrivera pas avec un système à composantes.
2. Diaphotie de luminance. C'est un motif mobile de points de luminance qui apparaît à côté des changements de chrominance. Inhérent à la transmission composite, ce défaut n'apparaîtra pas avec un système à composantes.
3. Manque de finesse de chrominance. Ce défaut est très apparent dans les lettrages et les titres, lorsqu'il n'y a pas de grande différence de luminance entre les lettres et le fond. Cela cause une absence de couleur dans les jambages verticaux des lettres comme 'I', alors que la barre horizontale d'un 'T' ou d'un 'H' est en couleur. Ce défaut est inhérent à la transmission composite, mais pourrait être considérablement amélioré avec un système à composantes.
4. Papillotement d'entrelacement. Il se produit un papillotement sur les détails qui sont presque à l'horizontale. Il s'agit là d'un phénomène de visualisation et l'on peut raisonnablement s'attendre qu'il disparaisse sur les écrans plus grands à la fin de la présente décennie, grâce à des mémoires de trame incorporées aux récepteurs. Cela n'est fondamental ni à la transmission composite ni aux composantes.

5. Finesse verticale de la luminance. Elle est actuellement limitée par le papillotement d'entrelacement; lorsqu'on supprimera ce défaut, on augmentera d'environ 50% la finesse verticale; autrement dit, une fois ce défaut supprimé, une transmission à 525 lignes équivaldrait subjectivement à environ 800 lignes. Cela n'est fondamental ni à la transmission composite ni aux composantes.
6. Finesse horizontale de la luminance. Pour concorder avec l'amélioration subjective de la finesse verticale que l'on peut atteindre avec 525 lignes, il serait souhaitable d'augmenter la finesse horizontale à ce que l'on obtiendrait normalement avec 6 MHz, au moins pour les zones immobiles de l'image. La finesse appropriée à 4 MHz serait probablement largement suffisante pour satisfaire l'oeil lorsqu'on regarde les parties mobiles des images. Une largeur de bande de 5 MHz suffirait à répondre à ces deux exigences, mais il faudrait traiter plus à fond le signal au récepteur. Cela ne peut pas être fait dans le cas de la transmission composite classique; par contre, cela peut être réalisé avec les composantes.

Si l'on imagine une image composite classique de la télévision en couleur, mais sans les échos parasites et les taches qui n'existeraient pas dans la transmission par satellite et si l'on imagine également que l'on se place à une distance de l'écran de sorte que l'on ne soit dérangé par aucun des défauts énumérés ci-dessus dans une sélection représentative de bonnes images, il est fort probable que la distance à laquelle on se trouve de l'écran serait alors définie par la visibilité de l'un des défauts mouvants, probablement la diaphotie de chrominance ou de luminance. L'oeil est extrêmement sensible aux changements; le mouvement indique peut-être au chasseur où est sa proie, mais c'est un danger pour celle-ci.

Éliminons maintenant la diaphotie de chrominance ou de luminance en adoptant une transmission par composantes, sur des largeurs de bande classiques. On se trouve encore assis à la même distance de l'écran. Mais celui-ci est agrandi jusqu'au point où l'on commence à être dérangé par l'apparition d'un des défauts. Ce sera probablement la finesse horizontale de la chrominance ou le papillotement dû à l'entrelacement, la teneur de l'image déterminant lequel des deux. En supposant maintenant que l'on augmente considérablement les largeurs de bande de la luminance et de la chrominance et que l'on a éliminé les effets de l'entrelacement en ayant 525 lignes dans chaque balayage de trame, on se trouverait alors en mesure d'au moins doubler la hauteur et la largeur de l'image avant que la structure des lignes commence à nous déranger.

Les expériences faites sur 625 lignes indiquent que l'on pourrait au moins doubler les dimensions linéaires de l'image à l'écran si l'on introduisait ces modifications. Il n'y a guère de raison de penser que l'on ne pourrait pas obtenir les mêmes résultats avec 525 lignes. Deux fois la taille signifie une surface quatre fois plus grande; pour y parvenir selon les techniques classiques de la transmission composite, il faudrait quadrupler la largeur de bande. Les signaux à composantes utilisant la même largeur de canal que celle des signaux composites pourraient permettre,

à l'heure actuelle, de quadrupler la surface de l'image. Cependant, il n'est pas encore économique de réaliser toutes ces améliorations dans les récepteurs, étant donné qu'il faut utiliser des mémoires de trame pour supprimer le papillotement dû à l'entrelacement et pour améliorer la finesse verticale et horizontale. Cela devrait donc devenir plus économique d'ici la fin de la présente décennie, au moins pour les récepteurs à grand écran les plus coûteux. Toutes les autres améliorations peuvent être mises en pratique dès maintenant grâce à des composantes multiplexées dans le temps, qui améliorent considérablement la qualité de l'image. Les mêmes transmissions par satellite fourniraient de meilleures images sur les récepteurs de taille usuelle, à un coût raisonnable, et des images encore meilleures sur les récepteurs plus grands et plus coûteux qui deviendront disponibles à l'avenir.

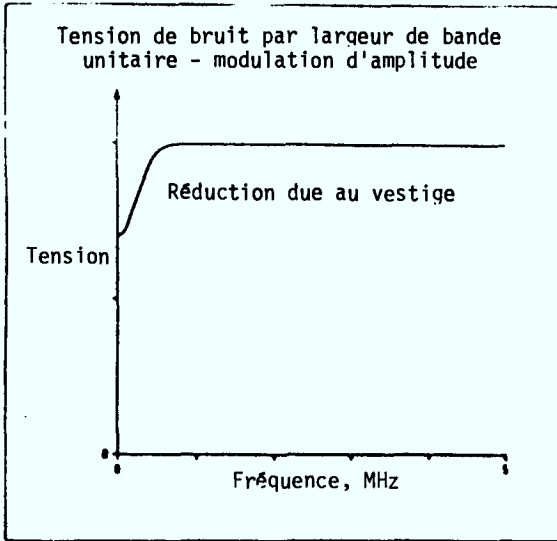


Illustration 1

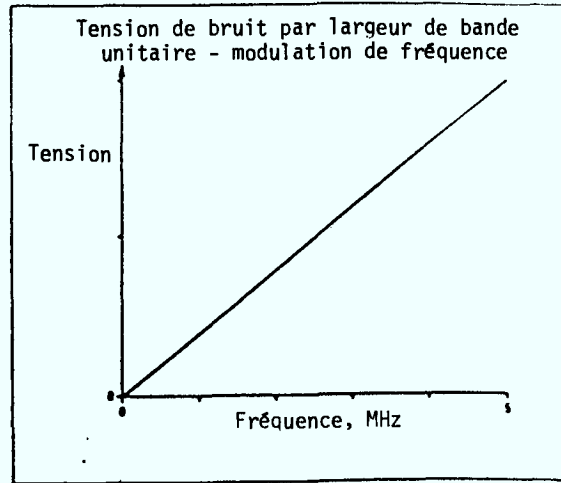


Illustration 2

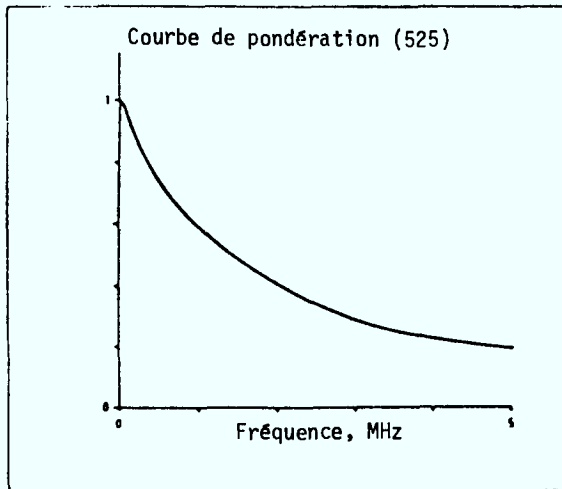


Illustration 3

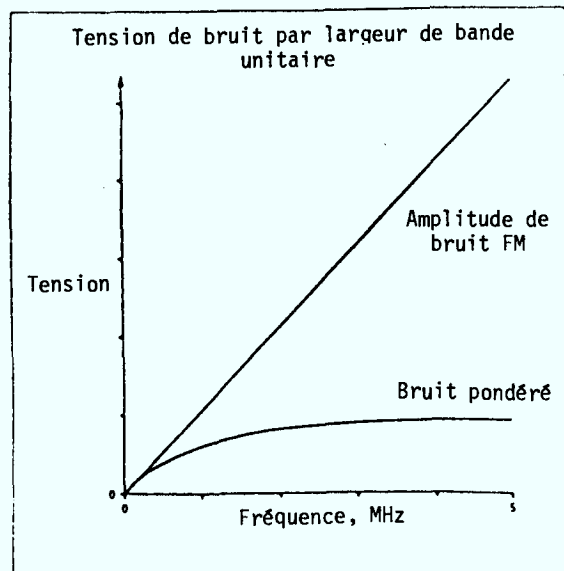


Illustration 4

VERS LA MISE EN MARCHÉ D'UN SYSTÈME DE LA TVHD COMPATIBLE
EN AMÉRIQUE DU NORD

Charles W. Rhodes

Ingénieur principal, Administration centrale
Scientific-Atlanta Inc.
Atlanta (Georgie)

RÉSUMÉ*

En Amérique du Nord, un système de télévision à haute définition devrait satisfaire trois objectifs:

Etre compatible avec le système existant, pour des raisons purement économiques et pour accélérer son développement.

Le spectre du signal vidéo de la bande de base doit bien concorder aux réalités de l'enregistrement FM et des systèmes de transmission qui seront utilisés lorsque la TVHD sera lancée sur le marché.

Le signal de la bande de base doit être conçu de façon qu'on puisse le coder sans risquer de perdre la qualité de l'image ou du son lors du décodage, même chez le consommateur. La publicité ne constituera peut-être pas la base de soutien financier de ce nouveau service de radio-diffusion, au moins au début.

On pourrait envisager un système compatible en vertu duquel la caméra du studio analyserait une image de 1 050 lignes, à 30 images à la seconde, sans entrelacement. On traiterait le signal de façon numérique pour rehausser les détails et assurer des signaux de transmission entrelacés de 525/60 pour lesquels on emploierait des techniques de multiplex divisé dans le temps pour les composantes de la chrominance et les détails de l'image.

Le signal de transmission serait compatible avec la structure de trame des récepteurs grand public existants. Il faudrait traiter la chrominance, probablement de façon numérique.

La compatibilité est donc limitée, car il faut absolument un processeur de signal si les récepteurs grand public doivent pouvoir recevoir les émissions envoyées sur un système de TVHD. On pourrait utiliser de tels processeurs à la tête des systèmes de télévision par antenne collective. Leur coût devrait baisser en raison de l'utilisation de dispositifs à circuits intégrés à grande échelle, dans des récepteurs de télévision grand public basés sur l'emploi de composantes.

*Le texte final sera publié dans les Actes de la conférence.

On a besoin, à l'heure actuelle, d'un système de production et de montage en studio de la TVHD, uniquement pour la programmation destinée à la radiodiffusion sur NTSC. Il existe donc, dès maintenant, un stimulant pour mettre au point un tel équipement. Sa rentabilité serait influencée par les coûts du convertisseur numérique à la norme NTSC (ou PAL).

En cherchant à mettre les choses au point à partir du système 525/60, on pourrait proposer une norme de studio qui réponde à ce besoin.

Le transcodage numérique est la clé d'un système de TVHD compatible.

LES ASPECTS DE LA COMPATIBILITÉ DE LA TVHD

Kerns H. Powers

Laboratoires RCA

Centre de recherches David Sarnoff
Princeton, New Jersey 08540

I. INTRODUCTION

L'intérêt qu'a récemment suscité l'établissement de normes de balayage et de transmission d'un nouveau service de radiodiffusion de télévision à haute définition (TVHD) exige que l'on réexamine soigneusement la perspective de la compatibilité de ce nouveau système avec près d'un demi-milliard de récepteurs de télévision dans les foyers qui reçoivent, de par le monde, des émissions sur 525 et 625 lignes. Le terme "compatibilité" n'a bien entendu pas de signification précise, et c'est la raison pour laquelle on essaie d'habitude d'établir une distinction entre les divers degrés de compatibilité, de manière à trouver des solutions de rechange en face des exigences que posent la finesse de l'image, la compatibilité des systèmes, la complexité du problème et le nombre de canaux. Dans cette communication, nous utiliserons le terme "compatible" dans son sens le plus strict, à savoir que si l'on introduit un nouveau système de transmission ou d'enregistrement/reproduction de TVHD dont les images seraient captées par des récepteurs spéciaux à haute définition, les récepteurs de télévision usuels à 525 (ou 625) lignes extrairont du signal de TVHD une image de qualité acceptable, dont la finesse sera conforme aux normes, et ce sans avoir besoin de les modifier ni d'y adjoindre un dispositif quelconque de décodage, la réception se faisant pour ainsi dire sans aucune difficulté.

On trouvera à l'illustration 1 un diagramme fonctionnel d'un tel système de TVHD assurant la compatibilité avec le système NTSC. L'hypothèse est que l'image prise par la caméra de haute définition (HIDEF) est analysée au double du taux de balayage de ligne des transmissions usuelles et qu'elle possède une finesse deux fois supérieure à celle de la définition standard (STANDEF), que ce soit en hauteur ou en largeur. Les signaux de la caméra sont traités sous forme de deux signaux de sortie. L'un est un signal standard de 525 lignes à entrelacement de 2:1, dont la largeur de bande est d'environ 4 MHz, et l'autre un signal différentiel (delta), occupant une grande bande passante, qui contient l'information de haute définition. Le signal standard passe par un codeur chromatique NTSC, avant d'être transmis de la façon habituelle par un canal normal. Le signal en delta est codé (peut-être en réduisant sa bande passante), afin qu'il puisse être transmis sur un canal séparé que les récepteurs de télévision standard ne recevraient pas ou ne reconnaîtraient habituellement pas. Bien entendu, on pourrait multiplexer le signal en delta avec le signal NTSC pour qu'il n'y ait besoin que d'un seul émetteur et d'une seule antenne, et on pourrait en outre le coder de façon à l'incorporer à la bande passante du signal NTSC.

L'illustration 1 représente trois genres de récepteurs de télévision. Si l'on se transporte à l'époque de l'introduction de tout nouveau service commercial de TVHD, il faut prendre pour hypothèse que la technologie des récepteurs de télévision aura progressé au point où les signaux transmis selon la norme NTSC produiront des images d'une bien meilleure qualité que celle que nous connaissons aujourd'hui. Ces nouveaux récepteurs constitueront déjà un grand pas vers une TVHD de bonne qualité. Nous discuterons donc de la compatibilité en ce qui a trait aux anciens et aux nouveaux récepteurs qui seront probablement en service lors de l'avènement de la TVHD. Le troisième récepteur représenté à l'illustration 1 est un appareil (HIDEF) particulier à la TVHD, qui reçoit le canal en delta en plus du signal standard NTSC et qui traite ces deux signaux de façon à donner le summum de qualité à une image de haute finesse reçue sur grand écran.

Quatre défauts limitent actuellement la qualité de l'image d'un signal NTSC (ou PAL), à part les limites de finesse d'image:

1. La diaphotie de chrominance et de luminance qui provient d'un mauvais décodage des couleurs.
2. Le scintillement entre les lignes (sur les bords horizontaux) qui provient du balayage entrelacé.
3. Le scintillement chromatique qui se produit entre les points des lignes, à cause de la séquence chromatique à quatre trames du NTSC.
4. Le repli du spectre qui produit un scintillement vertical provenant de l'échantillonnage à une fréquence inférieure au seuil de Nyquist, sur une seule trame.

Il faut prendre pour hypothèse que les nouveaux récepteurs dotés d'une mémoire auront pour ainsi dire éliminé ces défauts, mais que les nouveaux systèmes de transmission de TVHD doivent éviter de les faire réapparaître.

Avant de discuter des moyens de parvenir à une TVHD compatible, il sera certainement utile de passer brièvement en revue le problème du repli du spectre qui peut provenir de l'échantillonnage d'un signal à une fréquence plus basse que celle de Nyquist. L'illustration 2 donne une forme d'onde échantillonnée à deux fréquences, ainsi que la répartition spectrale de la forme d'onde échantillonnée. Lorsque la fréquence d'échantillonnage f_s est inférieure à deux fois la largeur de bande W du signal échantillonné, la composante spectrale qui se situe aux environs de la fréquence d'échantillonnage chevauche le spectre de la bande de base au-dessous de la fréquence W . Dans le second exemple, la fréquence d'échantillonnage a été augmentée de façon à dépasser le seuil de Nyquist ($2W$), de sorte que les spectres ne se chevauchent plus. L'illustration 3 représente un cas extrême d'un échantillonnage à une fréquence inférieure à celle de Nyquist, dans le cas d'une onde sinusoïdale dont la fréquence d'échantillonnage dépasse à peine un échantillonnage par cycle. L'onde

haute fréquence a été convertie à une fréquence plus basse et on ne peut pas restituer le signal d'origine à partir des échantillons.

L'illustration 4 représente le phénomène du repli vertical du spectre sur une mire de télévision monochrome. L'illustration 4 a) est la reproduction d'un cliché photographique d'une seule trame pris à $1/60^e$ de seconde et l'illustration 4 b) représente le même cliché pris en gardant l'obturateur de l'appareil photographique ouvert pendant $1/30^e$ de seconde, soit une image complète de deux trames. Les effets du repli du spectre se voient clairement sur le côté droit du cône horizontal (finesse verticale) de la figure 4 a). Les lignes superflues que l'on voit proviennent du fait que les $262\frac{1}{2}$ échantillons verticaux prélevés dans chaque trame sont bien au-dessous du seuil de Nyquist pour la partie du cône horizontal qui comprend de 300 à 400 lignes. Cependant, comme le montre l'illustration 4 b), l'image totale des 525 échantillons verticaux suffit pour les lignes dans le cône horizontal. C'est la raison pour laquelle les composantes du repli du spectre qui se manifestent dans deux trames successives sont déphasées l'une par rapport à l'autre, de sorte que l'image entrelacée intègre l'effet. Cependant, dans une image véritable à l'écran, chacune des composantes du repli du spectre que l'on retrouve dans deux trames successives se manifeste à une périodicité de 30 Hz, de sorte que l'on observe le "scintillement" bien connu, dû au repli du spectre, sous la forme d'un moirage des motifs étrangers dans les plages de haute définition verticale. On peut souvent constater cet effet dans les scènes de télévision où les personnages portent des costumes à motif chevronné ou des cravates rayées. Dans un récepteur de télévision amélioré, l'utilisation d'une mémoire d'image permettra d'accumuler une image complète et de la porter à l'écran 60 fois par seconde sous la forme d'une trame complète de 525 lignes, supprimant ainsi la visibilité du scintillement vertical dû au repli du spectre.

Considérons maintenant quelques méthodes qui pourraient nous permettre de parvenir à une TVHD compatible. Nous discuterons uniquement de la composante luminance, en supposant tacitement que les problèmes et les solutions possibles s'appliquent tout aussi bien aux composantes de différence de couleur du signal de télévision. Nous examinerons toutes les méthodes selon le modèle de balayage représenté à l'illustration 5. Dans l'illustration 5 a), chaque point successif qui se trouve le long d'une ligne de balayage est représenté, pour plus de simplicité, en un carré aux traits pleins, tandis que ceux qui se trouvent sur les lignes interstitielles de la trame suivante sont représentés en pointillés. Pour le système de TVHD, nous prendrons pour hypothèse que chaque point STANDEF est subdivisé en quatre points HIDEF, pour représenter la double définition à la fois dans le sens horizontal et vertical. Pour parvenir à la compatibilité, il faut supposer que les points secondaires HIDEF de l'image sont balayés en trames séquentielles, comme cela se fait pour le signal NTSC. Ainsi, chaque trame de TVHD est caractérisée par des paires alternées de lignes HIDEF entrelacées avec les paires alternées des lignes dans la trame suivante.

II. LA PROPOSITION DU DÉCALAGE D'IMAGE

Les diverses suggestions qui ont été proposées pour résoudre le problème de la compatibilité de la TVHD remontent à plus de 40 ans, même si, aussi récemment qu'en 1980, on peut lire dans le Rapport du groupe d'étude sur la TVHD de la SMPTE¹: "On n'a pu identifier aucun moyen par lequel on pourrait arriver à une complète compatibilité". Une des exigences de la TVHD que le groupe d'étude a mises au point avait trait à un rapport des proportions de l'image de l'ordre de 2:1, exigence qui complique grandement le problème de la compatibilité. Même si la compatibilité relative aux proportions de l'image est discutée plus à fond au dernier chapitre de la présente communication, nous aborderons dès maintenant les diverses propositions mises de l'avant pour augmenter uniquement la finesse dans le cadre de la proportion d'image de 4:3 que l'on retrouve dans la télévision ordinaire.

Le premier concept que nous évaluerons, celui du décalage d'image, est probablement la solution sur laquelle sont fondées la plupart des autres propositions. Dill² a récemment décrit ce concept dans une publication. Selon cette méthode, les pixels ou points de chaque image standard de 525 lignes sont décalés dans les images successives, premièrement d'une demi-ligne verticalement, puis d'un demi-point horizontalement. Comme on peut le voir dans l'illustration 6, les quatre points secondaires sont transmis dans l'ordre en quatre images successives F_1 , F_2 , F_3 et F_4 . Il faut donc quatre images pour produire une image complète présentant une grande finesse. Cependant, cette grande finesse ne se manifesterait que dans les plages qui sont fixes et la finesse des mouvements correspond à celle de la télévision ordinaire à une trame. Toutefois, comme on le sait très bien, l'oeil ne peut pas distinguer la finesse durant le mouvement, de sorte que l'observateur pourra très bien tolérer cet inconvénient. Au premier abord, cette proposition semble très attrayante, étant donné qu'elle ne nécessite pas une bande passante plus large pour la transmission. Les graves problèmes inhérents au concept même et à sa compatibilité offrent pourtant quelque sujet d'inquiétude.

Les images à définition standard laisseront certainement apparaître des effets d'une petite rotation des éléments de l'image. Il se produira également un scintillement entre les lignes et entre les points dans les conditions représentées à l'illustration 6 b) où le coin d'un objet noir sur un fond blanc passe au centre de quatre points secondaires. Dans l'image STANDEF, le point du coin sera blanc pendant trois images et noir à la quatrième. Il scintillera donc entre le noir et le blanc à une fréquence de 7,50 Hz (sur une séquence de 4 images) ce qui le rendra extrêmement visible de la part du téléspectateur. On peut également voir que les bords horizontaux et verticaux des transitions de noir et blanc scintilleront à 15 Hz (sur une séquence de 2 images). Ce scintillement entre les lignes et entre les points sera visible et dérangera l'observateur, même avec les nouveaux récepteurs dotés d'une mémoire d'image et d'un système de balayage progressif.

Le décalage d'image présente un autre problème. Il s'agit du repli du spectre qui produit un scintillement dans les plages contenant beaucoup de détails horizontaux. Si l'image que forment les points, à l'illustration 6, offre une finesse vraiment élevée, on peut voir que seul un point sur deux sera transmis sur chaque ligne de balayage d'une image donnée, et cela comprend des échantillons à une fréquence inférieure à celle de Nyquist. Comme on l'a déjà dit à propos du repli vertical du spectre, les composantes du repli du spectre de la quatrième image seront déphasées par rapport à celles de la première, mais elles scintilleront maintenant à 7,50 Mz et seront très visibles, tant sur les anciens récepteurs de télévision que sur les nouveaux. Ainsi, la proposition du décalage d'image complique le scintillement vertical de la télévision standard à trames entrelacées en y ajoutant le scintillement horizontal à une fréquence encore plus basse.

Cette solution permettrait d'avoir une TVHD sans augmenter la bande passante. Toutefois, la réception présenterait non seulement des problèmes de scintillement, mais également une moins belle finesse des mouvements. Les méthodes de TVHD que nous allons maintenant proposer résolvent ces problèmes mais exigent toutes une bande passante plus large.

III. LA PROPOSITION DEUX CANAUX

Une autre approche classique est la proposition représentée par l'illustration 7. Dans sa forme conceptuelle la plus simple, elle nécessite deux canaux complets de télévision de 525 lignes, avec une double largeur de bande horizontale. Le premier canal transporte une image normale de 525 lignes constituée de points secondaires de TVHD, C_1 . Il s'agit d'échantillons d'un signal de luminance à double largeur de bande (8,4 MHz) provenant d'un tube de haute finesse. Le deuxième canal de luminance provient du tube d'une deuxième caméra, dont l'image est verticalement décalée par rapport à celle du premier canal, et ce de la moitié d'une image-ligne (un quart de trame-ligne). Ces deux plages de 525 lignes sont simultanément balayées de façon synchrone, et le récepteur de TVHD met les deux signaux dans une mémoire d'image de TVHD ou, autre solution, balaie simultanément une paire de lignes sur deux pour former une image spéciale. L'illustration 7 b) montre une autre configuration dans laquelle le deuxième canal transmet un signal en delta composé de la différence entre deux lignes de TVHD adjacentes. Dans une configuration comme dans l'autre, cette proposition nécessite quatre fois la largeur de bande totale du NTSC standard, mais elle ne subit pas les effets néfastes du repli horizontal du spectre, étant donné que la largeur de bande des récepteurs STANDEF filtreront horizontalement le signal de TVHD. Cependant, comme on l'a décrit jusqu'à présent, cette méthode subira les effets du repli vertical du spectre dans les récepteurs STANDEF, étant donné que les points secondaires C_1 de l'image sont constitués par un échantillon sur deux d'une trame verticale de 1 050 lignes, fournissant ainsi un modèle fixe de repli du spectre dans les anciens et les nouveaux récepteurs STANDEF. Les composantes complémentaires du repli du spectre sont transportées dans le canal C_2 et ne parviennent donc pas à ces récepteurs. Pour éliminer ce repli vertical, une solution consisterait à

filtrer à la source le signal de TVHD de double finesse et de transmettre par le canal C_1 une ligne sur deux du signal filtré. Dans ce cas, le signal en delta du canal 2 se composerait non seulement de la différence d'une ligne à l'autre, mais également de la différence entre le signal de TVHD filtré et non filtré.

IV. LA PROPOSITION OAKLEY-DISCHERT

Oakley et Dischert³, de RCA, ont proposé une superbe variante de la solution des deux canaux. Selon leur concept, on dérive une trame de luminance décalée d'une demi-ligne à partir de la caméra de TVHD, de la même façon que pour les deux canaux. Ces deux trames sont représentées comme auparavant à l'illustration 7 a) et indiquées respectivement par les points secondaires C_1 et C_2 . Selon la proposition Oakley-Dischert, on obtient la somme et la différence des signaux $(C_1 + C_2)$ et $(C_1 - C_2)$ à partir des points secondaires verticalement adjacents des lignes HIDEF contiguës. Le signal des sommes $(C_1 + C_2)$ est transmis par le canal normal NTSC et le signal des différences $(C_1 - C_2)$ par le canal en delta. Etant donné que le signal des sommes est équivalent à la moyenne verticale de deux lignes HIDEF adjacentes, ce filtrage supprime le repli vertical du spectre dans les récepteurs STANDEF. Dans un raffinement de la méthode Oakley-Dischert, on traite l'un des signaux de différence de couleur, ou les deux, en le faisant passer dans un filtre à peigne vertical qui supprime la finesse chromatique verticale pour laisser la place au signal delta dans les bandes latérales haute fréquence de la sous-porteuse chromatique. Tout le signal en delta est donc englobé dans la largeur de bande du signal que transporte le canal NTSC. On perd de la finesse chromatique verticale en échange d'une plus grande finesse de la luminance horizontale et verticale, de manière à restituer une image complète de grande finesse en une seule fois, avec au plus le double de la largeur de bande normale NTSC. On ne sait pas encore très bien si l'imperfection des couleurs et la séparation en delta des récepteurs HIDEF laisseront apparaître quelques défauts à l'écran, mais l'on prévoit effectuer à ce propos des simulations et des tests subjectifs.

V. LA PROPOSITION DU BALAYAGE EN ZIGZAG

L'illustration 8 représente une méthode qui permettra d'effectuer automatiquement le filtrage bidimensionnel qui supprime le repli du spectre dans les récepteurs de télévision STANDEF. Comme dans le cas des deux solutions précédentes, on obtient de la caméra TVHD la même paire de signaux de luminance à décalage d'image, sauf que l'on prélève un échantillon sur deux pour le canal de transmission NTSC, à même les lignes HIDEF adjacentes, selon le mode de wobulation représenté par les points secondaires F_1 de l'illustration 8. Un deuxième canal transporte les points secondaires d'entrelacement indiqués par les symboles F_2 . Cette proposition ressemble au concept de Blumlein⁴ de wobulation synchrone du spot, breveté en 1937 et décrit par Jesty⁵, sauf qu'à l'ère de la TVHD, on ne lancerait certainement pas le système avec une wobulation du spot à la caméra et à l'écran, mais cela serait plutôt fait numériquement en choisissant alternativement des échantillons dans deux mémoires de lignes,

l'une à la caméra et l'autre au récepteur de télévision. Les récepteurs normaux STANDEF atténueraient les points secondaires le long du balayage wobblé de façon que le filtrage se fasse simultanément à l'horizontale et à la verticale. On peut voir, selon l'illustration 8, que l'alignement vertical des points secondaires est disposé de la même façon, en zigzag. Il semble que cette méthode ne ferait apparaître aucun repli horizontal ou vertical du spectre, même si la filtration horizontale et verticale qu'effectueraient les récepteurs STANDEF ne serait pas optimale.

Il est intéressant de remarquer que le balayage en zigzag suggère un compromis entre le système du décalage d'image utilisant la même largeur de bande et la solution des deux canaux où il faudrait une bande passante quatre fois plus large. Si l'on n'utilisait qu'un seul canal dont la largeur de bande serait double, et que l'on transmettait les points entrelacés en zigzag à raison d'une image sur deux, les symboles F_1 et F_2 de l'illustration 8 se rapporteraient à des images plutôt qu'à des canaux. Une telle solution ne donnera pas une finesse élevée dans les plages en mouvement, mais elle formera une image de TVHD dans les plages fixes sur deux images successives. A cause de la transmission en zigzag des points secondaires, on évitera certainement le scintillement entre les lignes dans les transitions horizontales et verticales du noir et du blanc. Il se peut que l'on perçoive un scintillement entre les lignes à 30 Hz dans les fortes transitions près de 45° , mais leurs bords devraient rester gris avec le récepteur STANDEF, comme cela devrait être le cas avec les bords des transitions horizontales et verticales du noir et du blanc.

VI. LA COMPATIBILITE DE LA PROPORTION DE L'IMAGE

Les proportions d'image de plus de 2:1 constitueront l'exigence la plus difficile d'un nouveau service de télévision à haute définition. Cet aspect aura une répercussion considérable sur la largeur de bande ainsi que sur les frais de développement et de fabrication d'écrans de projection standard et de grande dimension. Ce rapport entre la largeur et la hauteur de l'image constitue également l'exigence la plus difficile de la compatibilité avec les récepteurs de télévision actuels. Cependant, à cause de l'inefficacité que l'on retrouve, en pratique, en raison de la stabilité et des vitesses de déviation, on n'utilisera pas une grande partie de la surface possible de l'écran à cause du surbalayage du tube-image et des 23 pour cent du temps d'image consacrés à la suppression horizontale et verticale. Comme on peut le voir à l'illustration 9 a), on peut considérer l'image présentée à l'écran comme entourée d'une zone surbalayée, indiquée par les ombrages. La durée de la suppression horizontale et verticale représente un espace noir additionnel autour de l'image projetée. On a estimé que le récepteur grand public moyen surbalaie l'image active verticalement d'environ 10 lignes et horizontalement d'environ 5 microsecondes. Ainsi, l'image réellement projetée à l'écran se compose d'environ 475 lignes verticalement et ne dure qu'environ 48 microsecondes horizontalement. L'illustration b) présente un concept selon lequel une image dont le rapport entre la largeur et la hauteur est de 5:3 est comprimée linéairement dans le temps en un facteur de 2 à 1 sur ses bords extérieurs, de façon à occuper environ 4 microsecondes dans les zones de surbalayage et 2 microsecondes dans les zones de suppression.

Le chevauchement dans la région de la suppression nécessiterait bien entendu des modifications dans les normes de transmission. L'image comprimée reçue peut, inversement, être agrandie par un récepteur de haute définition, de façon à occuper l'écran en présentant un rapport de 5:3 entre la largeur et la hauteur de l'image. Les bords de l'image souffriront d'une perte de finesse dans ce processus (par rapport au centre de l'image), mais le téléspectateur ne verra la plupart des bords extrêmes que par sa vision périphérique. La compression de temps devrait être accompagnée d'une compression d'amplitude quelconque, afin de minimiser toute interférence avec la synchronisation et la visibilité durant la transition de la suppression. La compression d'amplitude aura pour résultat de réduire le rapport signal/bruit le long des bords, ce qui devrait également ne pas gêner le téléspectateur. Si l'on ne peut pas empiéter sur l'intervalle de suppression, ou si l'on désire une proportion d'image de plus de 5:3, on pourrait coder des données limitrophes supplémentaires dans les dix lignes du surbalayage dans le sens vertical. Bien entendu, cette méthode serait considérablement plus compliquée et elle risquerait de ne pas assurer une parfaite concordance dans l'image restituée.

VII. CONCLUSIONS

Les quatre propositions précédentes démontrent que l'on peut parvenir à une compatibilité de la TVHD avec les normes d'analyse actuelles et qu'il faudra effectuer de nombreux raffinements, essais et évaluations subjectives avant d'établir des normes. On pourrait même parvenir à améliorer le rapport entre la largeur et la hauteur de l'image d'une façon compatible, en modifiant légèrement les normes de transmission, ou même sans les changer du tout. On ne sait pas encore très exactement si, en améliorant la finesse, on obtiendra une image d'une qualité suffisamment meilleure que celle du NTSC amélioré, pour justifier l'augmentation des coûts d'équipement et de transmission que cela impliquerait. L'auteur est d'avis qu'il ne serait pas rentable d'élargir la bande passante de plus du double.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

1. Donald G. Fink, "The Future of High-Definition Television: Conclusion of a Report of the SMPTE Study Group on High-Definition Television", SMPTE Journal, février-mars 1980.
2. F.H. Dill, "High Resolution NTSC Television System", IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 21, no 5, octobre 1978.
3. C.B. Oakley et R.A. Dischert, correspondance privée, 1981.
4. A.D. Blumlein, Brevet britannique no 503555, octobre 1937.
5. L.C. Jesty et N.R. Phelp, "The Evaluation of Picture Quality with Special Reference to Television Systems", Marconi Review, 1951, pp. 113 et 156.

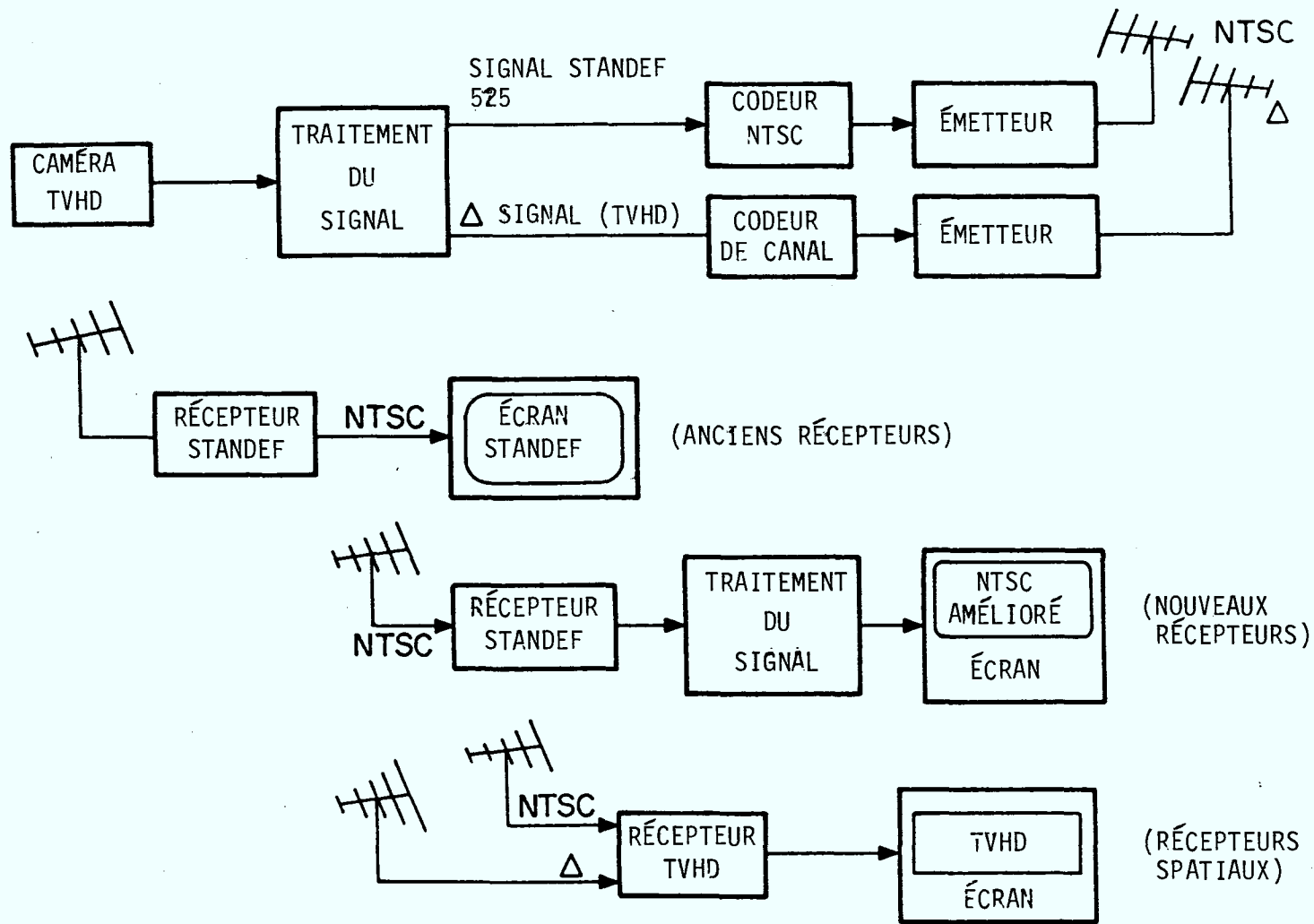
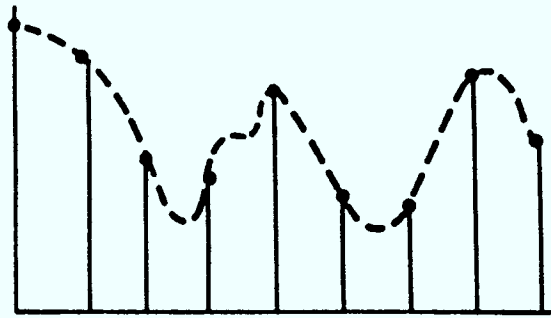


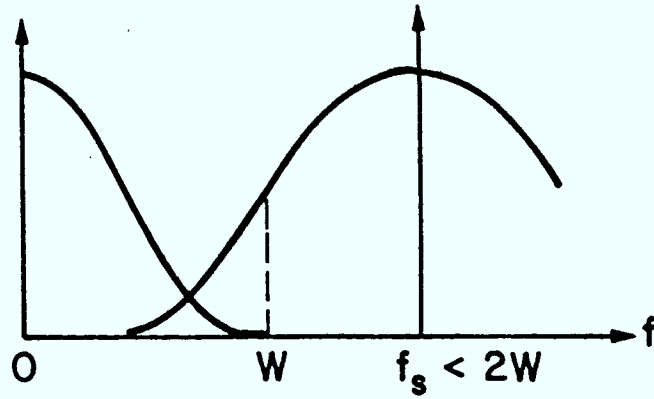
Illustration 1.

Transmission et réception d'une TVHD compatible

ÉCHANTILLONNAGE



FORME D'ONDE ÉCHANTILLONNÉE



SPECTRE DE LA FORME D'ONDE ÉCHANTILLONNÉE

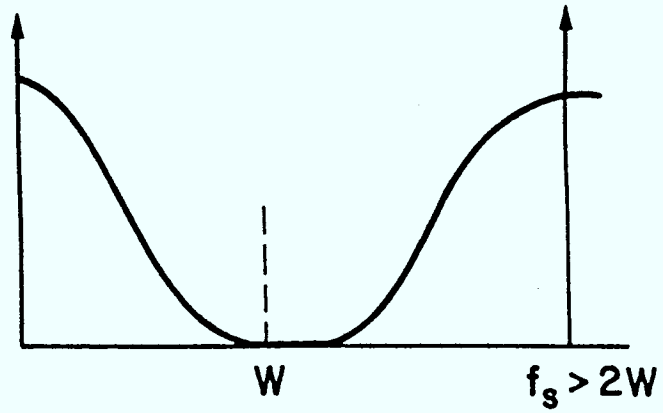
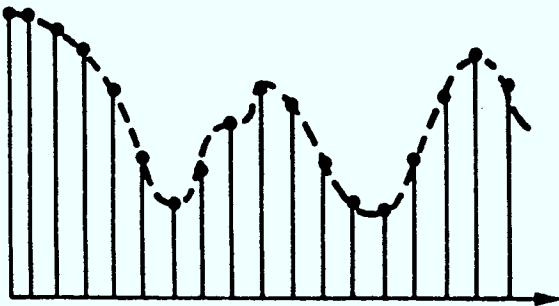


Illustration 2

Spectres des signaux échantillonnés

ÉCHANTILLONNAGE À UNE FRÉQUENCE INFÉRIEURE À CELLE DE NYQUIST

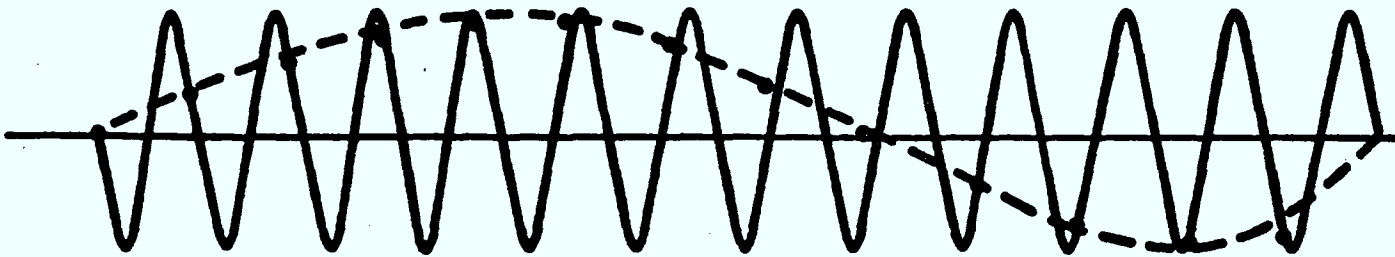
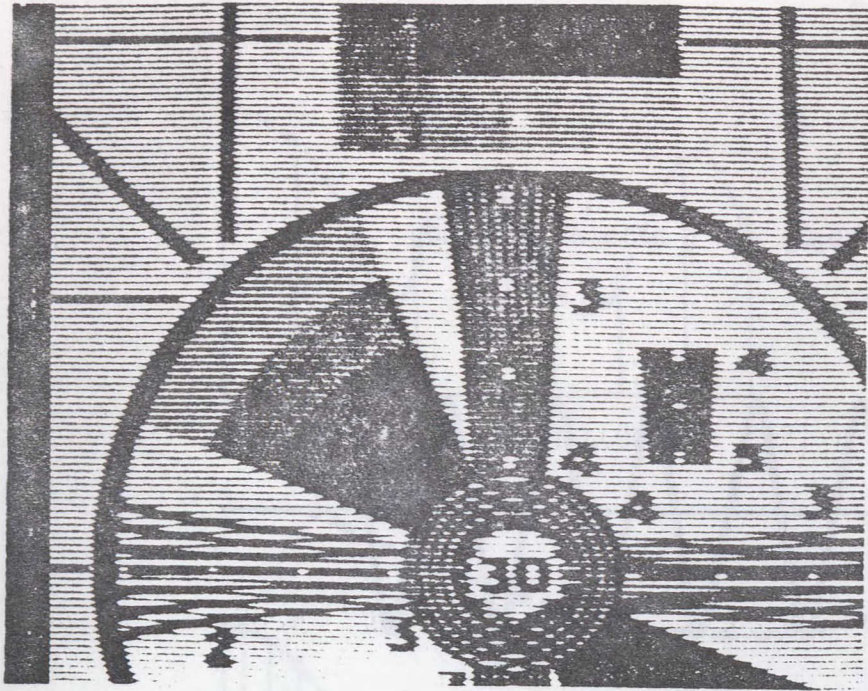
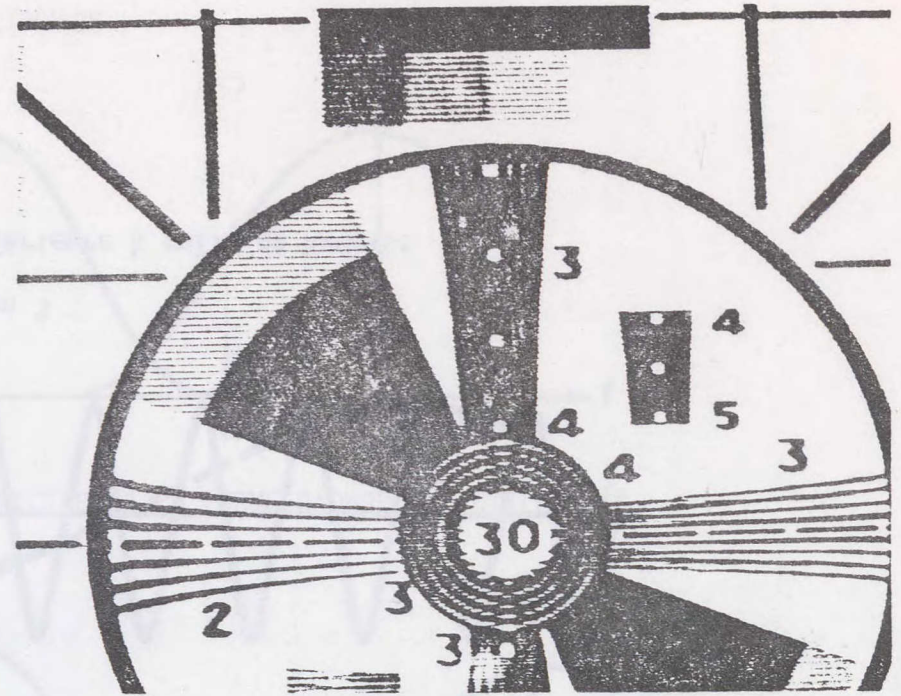


Illustration 3

Repli du spectre à une fréquence inférieure à celle de Nyquist



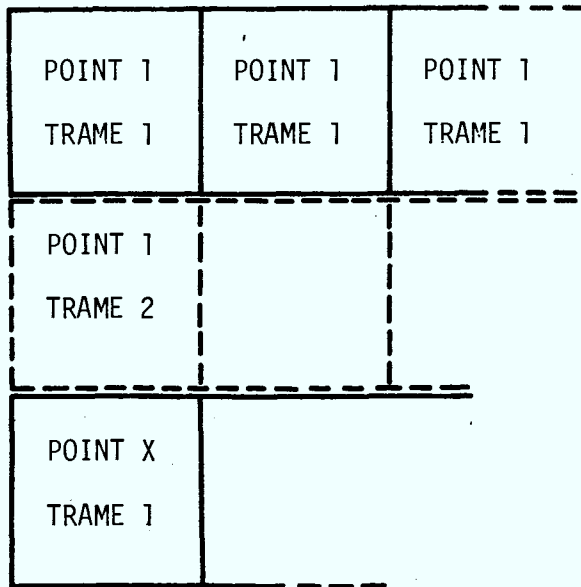
a) UNE TRAME



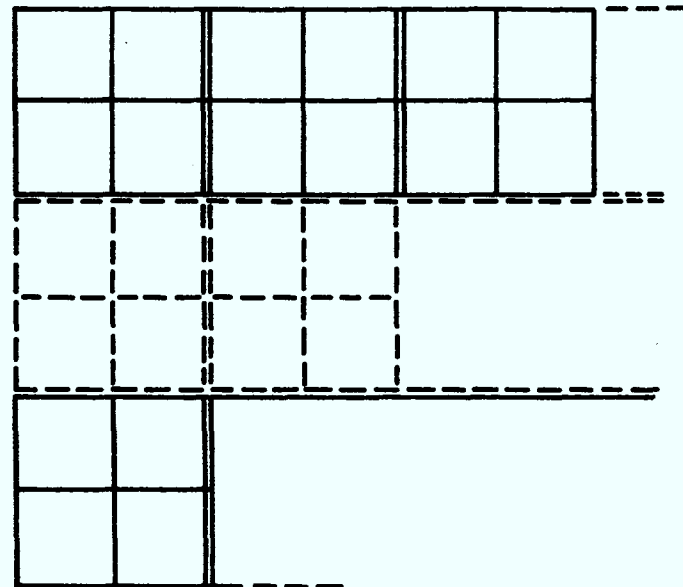
b) DEUX TRAMES

Illustration 4

Repli vertical du spectre



a) STANDEF



b) POINTS SECONDAIRES D'IMAGE
DE TVHD

Illustration 5

Modèle de balayage pour une TVHD compatible

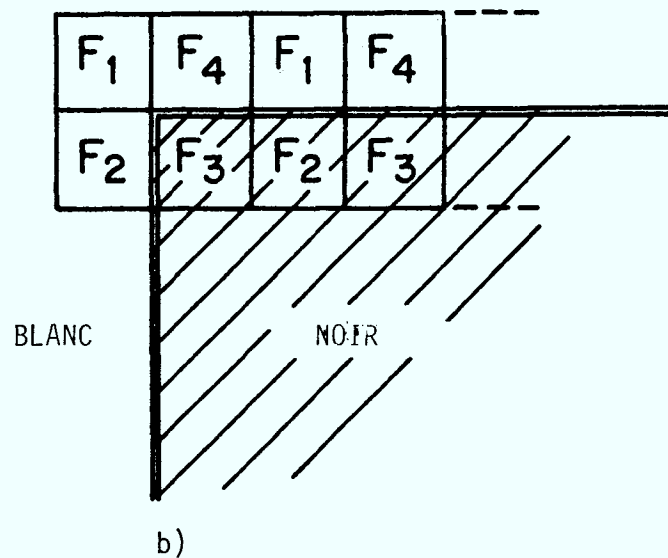
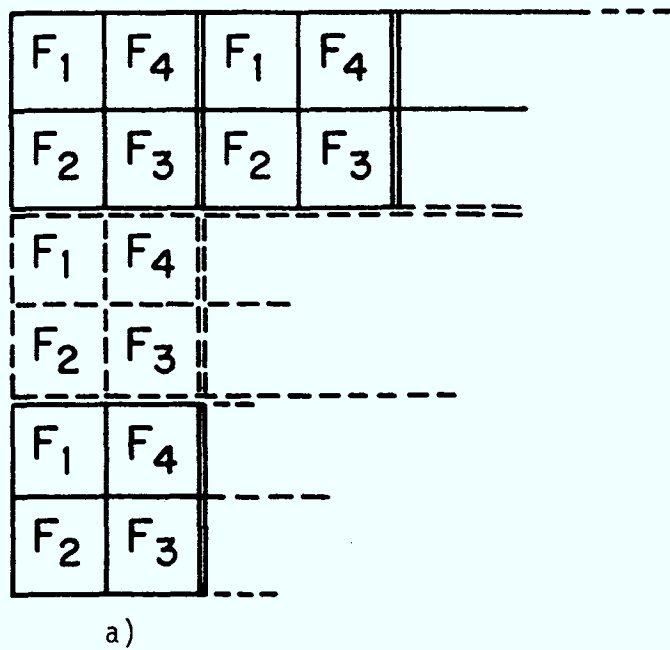
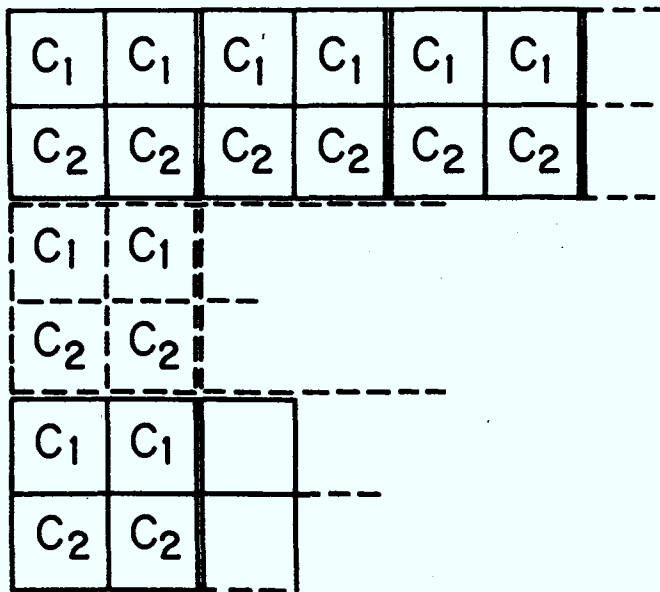
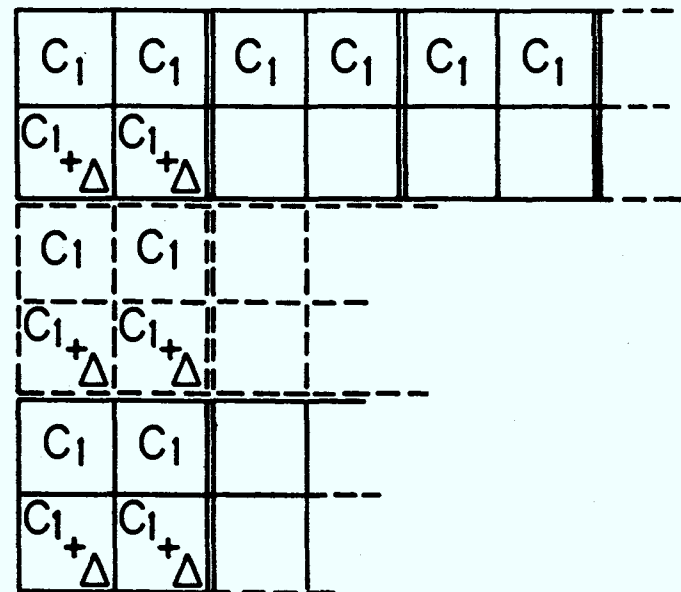


Illustration 6
 Proposition du décalage d'image



a) SIGNAL COMPLET



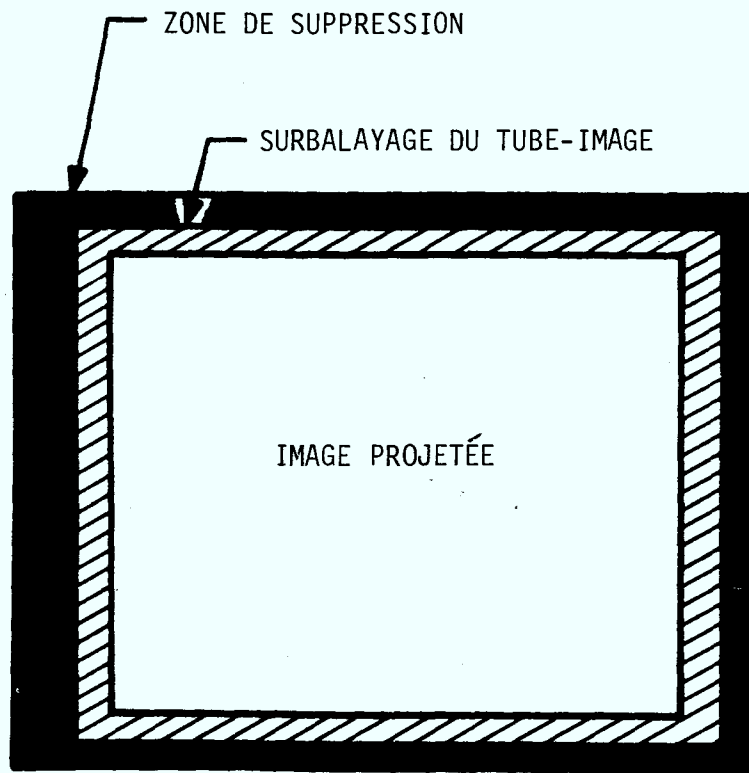
b) SIGNAL Δ

Illustration 7

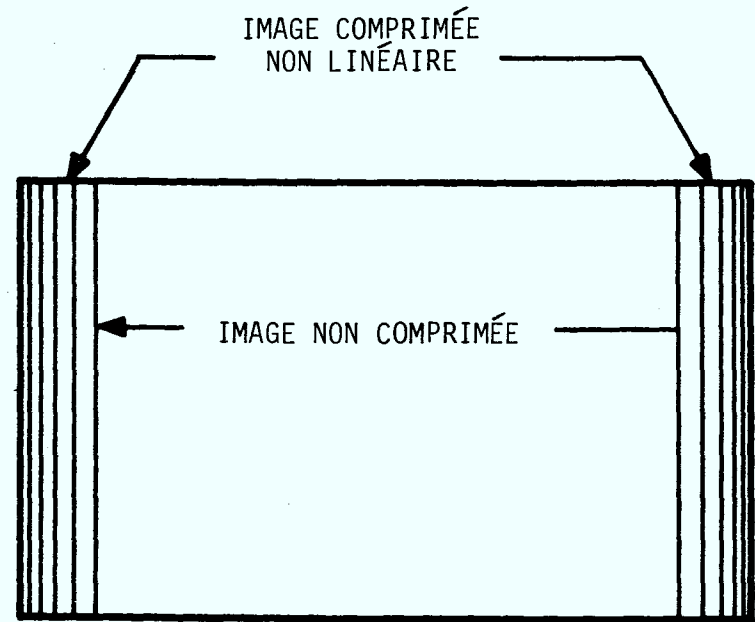
Proposition de deux canaux

| | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| F ₁ | F ₂ | F ₁ | F ₂ | F ₁ | F ₂ | F ₁ | F ₂ | |
| F ₂ | F ₁ | F ₂ | F ₁ | F ₂ | F ₁ | F ₂ | F ₁ | |
| F ₁ | F ₂ | F ₁ | F ₂ | | | | | |
| F ₂ | F ₁ | F ₂ | F ₁ | | | | | |
| F ₁ | F ₂ | F ₁ | | | | | | |
| F ₂ | F ₁ | F ₂ | | | | | | |

Illustration-8
Wobulation synchrone du spot



a) SURBALAYAGE TYPIQUE



b) COMPRESSION DES PROPOR-
TIONS DE L'IMAGE

Illustration 9

Proportions accrues de l'image pour une TVHD compatible

LES ASPECTS DE LA DISTRIBUTION DE LA TVHD

Arpad G. Toth

Recherches Bell-Northern
Ottawa (Ontario) Canada

Au cours des années 1980, la qualité des signaux vidéo et audio de la télévision devrait considérablement s'améliorer. Bénéficiant d'une plus grande largeur de bande et d'une plus grande finesse, la télévision à haute définition (TVHD) est déjà une réalité technique et deviendra bientôt économiquement attrayante, tout d'abord dans des applications choisies, comme la cinématographie et la production d'émissions de télévision, puis à bien d'autres égards (par exemple le divertissement public, la communication de documents et d'images, la radiodiffusion TVHD grand public, etc.).

Lorsqu'elle sera présentée sur le marché, la TVHD nécessitera des méthodes de distribution sur réseau différentes de celles de la radiodiffusion classique. La TVHD analogique augmentera la largeur de bande des canaux et nécessitera des contrôles plus rigoureux des niveaux de bruit dans tout le réseau de la distribution vidéo. La transmission numérique nécessitera des techniques de traitement et de compression ultrarapides du signal vidéo de TVHD afin de permettre l'établissement de réseaux numériques techniquement réalisables.

Dans la présente communication, nous décrivons les diverses formes de signaux de TVHD et leurs caractéristiques. Nous exposerons, en outre, les grandes lignes des diverses méthodes de transmission, de commutation et de distribution envisagées pour les réseaux de la TVHD. Et nous ferons ressortir l'importance des communications vidéo en formats multiples.

1. INTRODUCTION

La télévision se trouve actuellement dans sa troisième phase d'évolution technologique et de croissance. La première était la télévision monochrome, la deuxième, la couleur; et la troisième sera la télévision à haute définition (TVHD), dont la qualité rivalisera avec celle des films de 35 mm. La TVHD aura également des répercussions sur la cinématographie et la production d'émissions de télévision, car elle en réduira considérablement les coûts.

Dans le monde entier, la vidéo s'est acquise une place de choix dans tout un éventail d'applications. Il sera donc difficile de changer les normes existantes de la télévision afin d'en améliorer la qualité, et d'ailleurs cela ne pourra peut-être pas être fait sur une courte période, à moins que le nouveau concept soit compatible avec les systèmes standard d'aujourd'hui. De plus, tout changement que l'on envisage d'apporter doit également tenir compte non seulement des systèmes usuels de radiodiffusion par voie hertzienne ou câble coaxial, mais également des fibres optiques, des satellites et des micro-ondes terrestres.

Cette communication est axée sur les répercussions de la TVHD au niveau des réseaux. Elle fait ressortir les questions clés qui se posent au sujet de la transmission et de la distribution. Elle souligne la nécessité d'effectuer des recherches sur la constitution des réseaux de TVHD et sur l'importance de la coordination des efforts entre les radiodiffuseurs, les entreprises de télécommunications, les constructeurs de terminaux et les utilisateurs futurs.

2. LES APPLICATIONS DE LA TVHD

2.1 Les applications spéciales de la TVHD

On s'attend à ce que la TVHD nous arrive d'abord sous la forme d'applications spéciales où les facteurs économiques et les normes ne sont pas critiques. Des applications telles que la production cinématographique, la distribution et la diffusion, les studios de télévision, la documentation automatique des informations vidéo en archives, la télévision en circuit fermé, la télévision industrielle (reconnaissance des caractères optiques, circuits LSI et PCB), la télémédecine, etc., pourraient très bien se prêter, au début, à l'installation de réseaux dédiés.

A mon avis, les exigences au niveau de la qualité de l'image varieront d'une application à l'autre, et d'un utilisateur à l'autre. Par conséquent, on s'attendra à ce que coexistent des signaux d'information visuels/vidéo de divers formats. L'exigence d'un tel marché où seront présents de multiples formats présente plusieurs avantages. Premièrement, les systèmes actuels visuels/vidéo ne deviendront pas totalement désuets. Deuxièmement, cela offrira une plus grande souplesse d'emploi à l'utilisateur, d'où une bonne concordance de l'efficacité des coûts entre les applications et les systèmes d'images, notamment en ce qui a trait à la source des images, aux installations de transmission sur réseau et à la visualisation.

2.2 La TVHD dans l'environnement commercial

Dans les communications commerciales, la TVHD pourra suivre les modèles d'évolution des services visuels/vidéo connexes, comme le vidéotex, le transfert et le repérage des documents/images, ainsi que les communications visuelles interactives. Même si les vidéoconférences seront en général mises en oeuvre dans l'avenir par des systèmes de transmission à compression numérique de 1,5/3 MB/s, la TVHD pourra être utilisée, par exemple, dans des congrès où l'on a besoin de projeter des images de télévision de haute qualité sur grand écran. Des applications comme l'édition électronique des rapports professionnels, la production de bulletins ou de matériel publicitaire, etc., pour des clients choisis, pourront être également réalisés avec des installations de TVHD.

2.3 La TVHD grand public

La TVHD à domicile évoluera peu à peu comme la prochaine génération du service de télévision standard. Elle apparaîtra peut-être d'abord sur

des réseaux dédiés, dans les hôtels, les résidences de luxe, etc., mais elle ne tardera pas à devenir un service vidéo standard pour le grand public.

3. LA CONSTITUTION D'UN RÉSEAU DE TVHD

Les réseaux de télévision présentent trois composantes de base: le système de prise d'images, leur réception à l'écran et la liaison de transmission qui relie les deux. Afin de formuler un plan coordonné pour l'évolution de systèmes de TVHD standard, il serait souhaitable d'élaborer un modèle conceptuel de réseau [1]. Ce modèle devrait permettre la comparaison des diverses méthodes mises en oeuvre pour la transmission, la commutation, la distribution, l'enregistrement et la surveillance du signal de TVHD. On pourrait alors élaborer une méthode normalisée d'expression de la structure et de la fonctionnalité des services que fourniraient les réseaux multipoints et de point-à-point de radiodiffusion TVHD. Le modèle de référence pourrait englober les mécanismes d'interconnexion entre les diverses composantes du réseau sous la forme d'ensemble de fonctions et de paramètres ordonnés.

Cependant, cette communication n'a pas pour but de présenter un scénario pour un modèle conceptuel de réseau de TVHD; je veux simplement souligner son importance. Tout comme les réseaux de données sont passés de la transmission de la voix à des réseaux publics de transmission de données par paquet, à des réseaux locaux, etc., les réseaux vidéo se raffineront également de plus en plus. Les processus d'information et de manipulation des images (enregistrement, compression, conversion de normes, etc.) sont encore plus compliqués que dans le cas de la communication des données.

La faisabilité des réseaux de TVHD constitue un point critique. Parmi les grands secteurs qui doivent faire l'objet de recherches, citons la norme de la transmission, la compatibilité avec les systèmes de télécommunication et les terminaux standard actuels, la commutation et la possibilité de l'accès local. Le choix du ou des formats optimums de transmission dépend de la disponibilité de la technologie des réseaux (par exemple les fibres optiques, les satellites, les micro-ondes), et de la faisabilité économique des applications choisies, au point de vue de la radiodiffusion, ou de la transmission multipoint ou de point-à-point.

Examinons maintenant les diverses solutions de transmission du signal de TVHD et leurs considérations au niveau des réseaux.

4. LA TRANSMISSION DE LA TVHD

Les signaux de la télévision classique présentent un certain nombre de défauts à l'écran. Ce sont: la diaphotie de chrominance/luminance, le papillotement sur petites ou grandes surfaces, le repli temporel du spectre, le manque de finesse horizontale ou verticale, le bruit, la distortion, et les images fantômes. Nous n'étudierons pas ici la façon dont on peut éliminer ces défauts, mais nous nous concentrerons sur l'amélioration des techniques ayant trait à la transmission.

Jusqu'à présent, divers établissements de recherches ont étudié ou expérimenté les schémas suivants axés sur une vidéo de meilleure qualité:

- Télévision à définition améliorée (TVDA):
 - a) Transmission analogique FM de la vidéo composite standard.
 - b) Transmission analogique FM des composantes séparées R, V et B.
 - c) Transmission vidéo des composantes numériques codées.
 - d) Améliorations compatibles de l'image dans le cadre de normes données, par le traitement ultérieur des signaux après leur réception.
- Télévision à haute définition (TVHD):
 - e) Améliorations des images par l'augmentation du nombre de lignes ou de la largeur de bande, ou les deux, selon une base compatible.
 - f) Améliorations des images par l'augmentation du nombre de lignes et de la largeur de bande, selon une base non compatible.

4.1 Solutions pour la transmission de la TVDA

On peut considérer les solutions relatives à la transmission de la TVDA comme des précurseurs de celles de la TVHD. Dans le cas de l'option a), la vidéo FM avec une largeur de bande de 12 MHz et un espacement de canaux d'environ 14 MHz permettrait d'atteindre un rapport signal/bruit (RSB) pondéré de plus de 50 dB pour le câblodistributeur. On pourrait également doubler l'espacement des amplificateurs répéteurs des liaisons de lignes par rapport à celui des conceptions classiques du AM à bande latérale tronquée (AM-VSB) tout en conservant la même qualité de la transmission de l'image.

Avec les systèmes de câblodistribution FM, on perdrait un nombre considérable de canaux multiplexés disponibles dans le même spectre de 300 ou 400 MHz. Un autre inconvénient de la vidéo FM est le déséquilibre entre les RSB que l'on pourrait atteindre dans les bandes de luminance et de chrominance. Dans les systèmes FM, le spectre de la tension de bruit est triangulaire, et il augmente linéairement à partir de zéro jusqu'au bord de la bande. La sous-porteuse de couleur, avec ses bandes latérales, se trouve au sommet de la bande où elle est par conséquent soumise à des hauts niveaux de bruit. On pourrait évidemment compenser le RSB par une préaccentuation, mais un tel circuit engendrerait probablement autant de problèmes qu'il en résoudrait. La largeur de bande d'un signal FM est à peu près proportionnelle à la fois à l'amplitude et à la fréquence de la modulation. Par conséquent, des hauts niveaux de préaccentuation créent rapidement des interférences dans les canaux adjacents ou (si l'on élimine les produits externes par filtrage) une distorsion élevée. Fort heureusement, le système qui relie l'oeil au cerveau peut accepter davantage de

bruit de chrominance que de bruit de luminance. Par conséquent, dans les systèmes vidéo FM, on peut arriver à un bon compromis, ce qui améliore l'image par rapport à celle de la transmission AM-VSB.

En supposant qu'il existe des systèmes rentables d'accès locaux par fibres optiques, la transmission FM des composantes séparées R, V et B (option b) ou la distribution vidéo par composantes numériques codées (option c) peut devenir une réalité. Cependant, ces solutions nécessitent d'autres recherches afin d'améliorer leur faisabilité technique et économique.

En plus des améliorations réalisées dans la transmission du signal vidéo standard, on a mis au point diverses techniques qui contribuent à améliorer la qualité de l'image (option d). Citons, à titre d'exemple, le filtre à peigne de ligne, qui peut augmenter d'environ 50 pour cent la finesse de ligne horizontale, ce qui permet de récupérer totalement la finesse de luminance requise par le signal NTSC. L'inclusion de mémoires vidéo d'images entières dans les récepteurs de télévision donnera des augmentations analogues ou même plus grandes dans la finesse verticale, tout en permettant de réaliser d'autres améliorations dans le traitement du signal, en ce qui a trait au papillotement sur les petites surfaces, ainsi qu'aux effets de la diaphotie de chrominance et de luminance [2,3].

4.2 Les solutions de la transmission TVHD

Les options e) et f) seront certainement considérées pour la transmission de véritables signaux de TVHD.

Je crois fermement que l'option e), c'est-à-dire celle d'un schéma de TVHD compatible, servirait au mieux l'intérêt du public. Une des possibilités consisterait à transmettre l'information haute définition de luminance et de chrominance dans quelques canaux adjacents de 6 MHz. Ce spectre supplémentaire, qui transporterait les composantes haute fréquence, ne pourrait pas être décelé par les récepteurs de télévision ordinaires, mais serait accepté par les appareils futurs de la TVHD. Ce concept pourrait présenter plusieurs avantages techniques et économiques. La mise en oeuvre du service rencontrerait probablement moins de résistance vis-à-vis des règlements et de la part de l'industrie. On pourrait utiliser les systèmes actuels de radiodiffusion et de câblodistribution. L'introduction d'un service de TVHD par satellite à radiodiffusion directe (SRD) pourrait également être basée sur le plan d'allocation des canaux vidéo usuels de 6 MHz. Un tel schéma, connu sous l'appellation de PAL amélioré, a déjà été proposé par la BBC, au Royaume-Uni, en vue d'améliorer la qualité du service SRD, tout en restant compatible.

Le PAL amélioré

Cette méthode utilise une plus grande bande passante, d'environ 10 MHz. On a recommandé une nouvelle méthode de codage qui sépare la composante haute fréquence de la luminance au-dessus de 3,5 MHz et la décale dans la plage de 8-10 MHz du spectre (voir l'illustration 1) [4].

Même si le système est compatible avec les appareils de télévision ordinaires qui ne sont pas dotés d'un décodeur PAL amélioré, on ne peut pas bénéficier de la pleine valeur de l'amélioration du signal dans le décodeur. De plus, l'élargissement de la largeur de bande du canal peut loger jusqu'à six canaux audio numériques de haute fidélité, chacun ayant une bande passante maximale de 15 kHz.

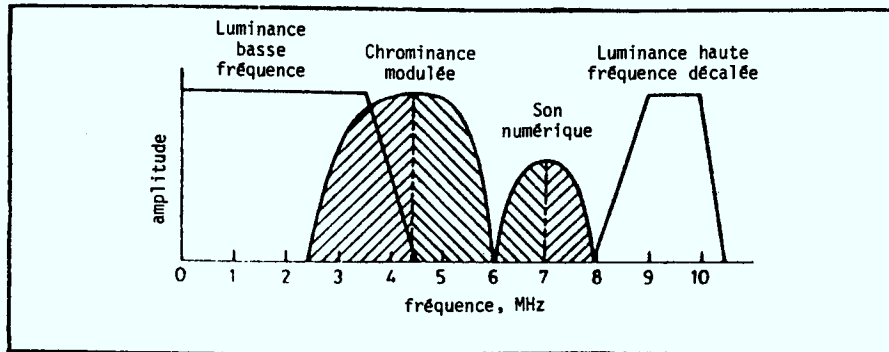


Illustration 1

Spectre du signal PAL amélioré proposé par la BBC[4]

Schéma de la composante analogique multiplexée

L'Independent Broadcasting Authority (IBA) a proposé une méthode connue sous le nom de composante analogique multiplexée (MAC en anglais). On dit que le MAC est totalement compatible avec le concept de son à canaux multiples qu'envisage l'Union européenne des radiodiffuseurs (UER) et qu'il est conforme aux exigences du plan de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (CAMR) de 1977 en ce qui a trait à la radiodiffusion directe par satellite.

Le système MAC recommandé est basé sur le multiplexage en compression de temps (MCT) des composantes de chrominance (U,V) et de luminance (Y) (voir illustration 2) [5]. Avec une bande de base vidéo s'étendant jusqu'à 6 MHz et une sous-porteuse audio de 7 MHz modulée numériquement à 2 Mb/s, le MAC est, paraît-il, capable d'offrir des bandes passantes vidéo d'environ 4,5 MHz pour la luminance et 1,3 MHz pour la chrominance. Ces chiffres se comparent aux valeurs correspondantes de 3,5 MHz et 1 MHz, respectivement, du PAL. En supposant que le récepteur de télévision sera doté de mémoires d'images vidéo économiques, un traitement supplémentaire du signal pourrait encore augmenter l'efficacité de la bande passante et, par conséquent, la qualité de l'image. Le plus grand inconvénient que présente cette méthode est son incompatibilité avec la télévision standard d'aujourd'hui. Il faut que le récepteur de télévision ait un circuit qui décode le signal vidéo qui porte la composante comprimée dans le temps.

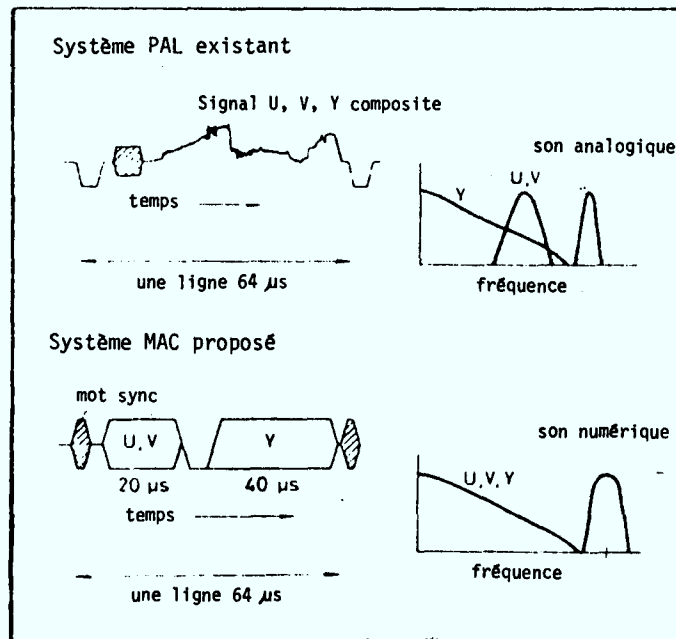


Illustration 2

Spectre du signal MAC proposé par l'IBA[5]

Méthode de la TVHD composite numérique

Au cours de la dernière décennie, la société de radiodiffusion japonaise, NHK, s'est penchée sur une toute nouvelle méthode de télévision de 1 125 lignes, avec un rapport de 5:3 entre la largeur et la hauteur de l'image, ainsi qu'une bande de luminance de 20 MHz et une bande de chrominance de 7 MHz (références 3,6,7,8). On peut classer les options de transmission mises au point pour cette méthode en deux groupes différents. Le premier est la technique de la vidéo composite, dans laquelle les signaux primaires de transmission Y (luminance) et C (chrominance) sont multiplexés par division de fréquence, comme dans les signaux de la télévision ordinaire. Le deuxième est une technique d'intégration numérique comprimée dans le temps (ICT), dans laquelle les signaux des composantes Y et C sont multiplexés par une division temporelle après la compression dans le temps.

Dans la méthode composite, on peut simplifier le traitement du signal, particulièrement le processus de décodage au récepteur, et on peut obtenir une haute efficacité de l'utilisation de la fréquence pour le signal de la bande de base. NHK a analysé les trois formes suivantes de signaux composites [6]:

- Sous-porteuse à l'intérieur d'Y (SIY) (Illustration 3)
- Sous-porteuse à l'extérieur d'Y (SEY) (Illustration 4)
- Chrominance à l'extérieur d'Y (CEY) (Illustration 5)

Dans le système SIY, le signal de chrominance de la porteuse est multiplexé dans la largeur de bande du signal de luminance Y, comme dans les systèmes de télévision ordinaires NTSC. La fréquence est utilisée de façon efficace dans le signal de la bande de base, mais on peut difficilement minimiser l'interférence croisée qui se manifeste entre les composantes Y et C.

Pour ce genre d'interférence, le système CEY est plus efficace. La sous-porteuse de la couleur réside à l'extérieur de la largeur de bande du signal de luminance, comme on peut le voir à l'illustration 4. Cependant, l'analyse de la transmission suggère que l'on ne peut utiliser efficacement ce système avec le multiplexage en fréquence de la composante haute fréquence du signal de luminance Y et deux composantes de chrominance à large bande (C1) et à bande étroite (Ce) dans le domaine de la fréquence spatiale bidimensionnelle [6].

Afin de minimiser l'interférence croisée ainsi que les défauts du multiplexage en fréquence, on a mis au point le système SEY ou PAL décalé d'une demi-ligne [7,8] connu sous le sigle anglais de HLO-PAL. L'efficacité de l'utilisation de la fréquence n'est pas tout à fait aussi bonne, mais on forme un excellent signal au point de vue interférence entre les signaux Y et C, finesse des couleurs et stabilité de l'image pour pallier la détérioration des caractéristiques du canal de transmission.

Méthode de l'intégration comprimée dans le temps

Si l'on prend pour hypothèse que l'on disposera de moyens économiques pour traiter le signal vidéo numérique (comme la compression et l'expansion dans le temps) ainsi que de dispositifs de mémoire d'image, le traitement numérique ainsi que la distribution analogique ou numérique de signaux de télévision de haute finesse pourraient devenir une réalité. Les techniques sur lesquelles se penche actuellement la NHK sont celles de l'ICT-CSL (ICT - des composantes de luminance et de chrominance séquentielle de ligne) et l'ICT-CSL modifiée [7].

Les formes d'onde de la méthode ICT-CSL sont représentées à l'illustration 6. On a pris pour hypothèse que la largeur de bande du signal de couleur comprimé dans le temps ne devrait pas dépasser les 20 MHz du signal de luminance. De plus, le signal de la composante de luminance de devrait pas être traité et le signal de synchronisation horizontale doit être supprimé, au moins une ligne sur deux.

Ces exigences ont conduit à une solution où l'on manipule deux lignes dans le récepteur. On a choisi la largeur de bande et le rapport de compression des signaux de couleur, comme indiqué à l'illustration 6. Le signal C1 du signal de couleur séquentiel de ligne (signal C) est comprimé par 4 dans le temps et multiplexé sur l'intervalle de suppression horizontal du signal Y de la première ligne de la paire. Le signal Ce est comprimé de 5 dans le temps et multiplexé sur le signal Y de la seconde ligne de la paire. Le signal de synchronisation horizontale peut être multiplexé sur la

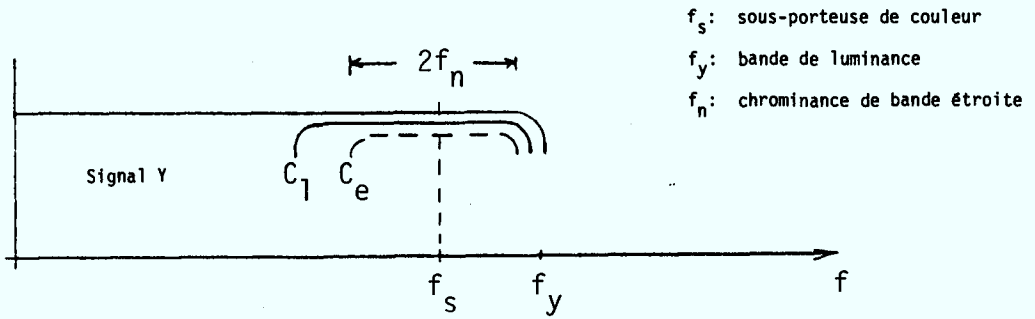


Illustration 3

Spectre de la sous-porteuse à l'intérieur d'Y (SIY)

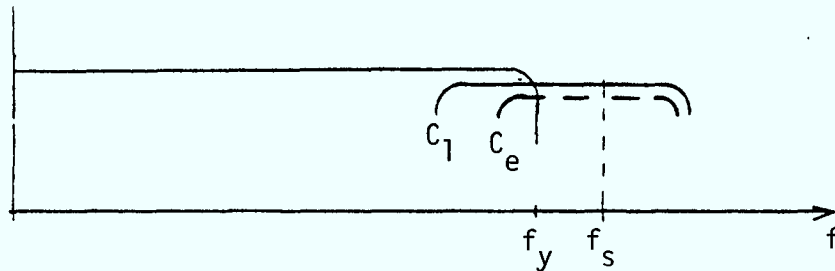


Illustration 4

Spectre de la sous-porteuse à l'extérieur d'Y (SEY)

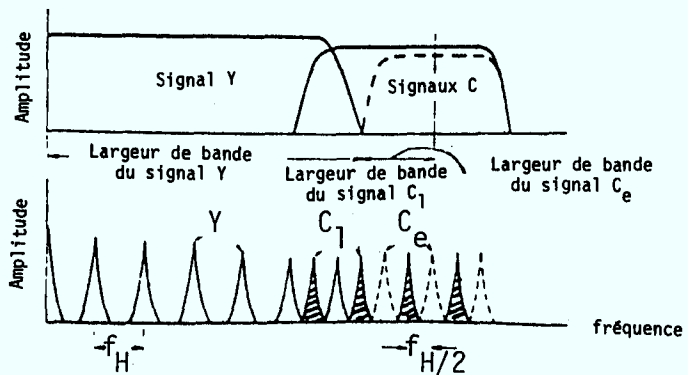


Illustration 5

Spectre de la chrominance à l'extérieur d'Y (CEY) [9]

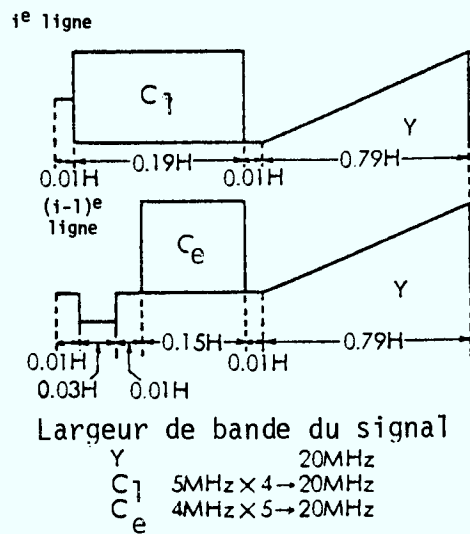


Illustration 6

Signal ICT-LCS[7]

seconde ligne. Etant donné que la largeur de bande des signaux C₁ et C_e comprimés dans le temps est de 20 MHz dans chaque cas, celle du signal ICT-LCS est de 20 MHz, soit la même que celle du signal Y.

Une autre méthode qui fait actuellement l'objet d'études est l'ICT-CSL modifiée. Dans ce cas, on traite également le signal de la composante de luminance Y. L'illustration 7 représente la forme d'onde de l'ICT-CSL modifiée [7].

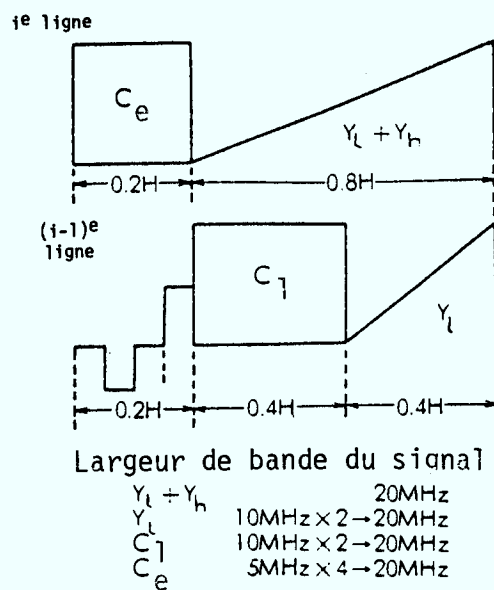


Illustration 7

Signal ICT-CSL modifié[7]

Le signal de luminance est divisé en deux composantes, celle de haute fréquence, Y_h , et celle de basse fréquence Y_l . Y_l est transmis à chaque ligne; cependant, Y_h ne l'est qu'une ligne sur deux. Dans ce cas, les composantes haute fréquence du signal Y , auxquelles le système oculaire humain est moins sensible, sont perdues pour le bénéfice d'une plus grande information sur les couleurs. L'avantage de ce système est qu'il réduit la largeur de bande nécessaire, en transmettant la composante de chrominance dans la bande de luminance.

Même si les méthodes présentées ici sont basées sur des traitements numériques antérieurs et postérieurs et sur la transmission d'un signal de TVHD analogique, elles présentent des possibilités inhérentes à la transmission numérique. En introduisant des mémoires de trames numériques et des techniques plus efficaces de compression temporelle, la transmission du signal de TVHD numérique peut devenir une réalité. Cependant les solutions viables procéderont des travaux de recherches à venir.

4.3 Résumé des solutions de transmission

Au point de vue de la compatibilité, des coûts et de l'introduction presque imminente, les méthodes de transmission de TVDA et de TVHD proposées par la BBC et l'IBA semblent présenter des avantages par rapport aux autres. La véritable TVHD, c'est-à-dire celle qui offre un grand rapport entre la largeur et la hauteur de l'image ainsi qu'une haute finesse de ligne, ne peut être réalisée qu'en augmentant considérablement la largeur de bande vidéo. La transmission à longue distance et la radio-diffusion directe par satellite d'un signal HLO-PAL de 100 MHz peut constituer une solution difficile à présenter et à normaliser. Il faudra d'autres recherches dans le style des méthodes ICT. Il est en outre essentiel d'explorer les avantages et la faisabilité technique des modes de compression et de codage de l'image numérique de la TVHD.

De plus, l'établissement d'une seule norme mondiale de TVHD qui remplacerait les normes de la télévision ordinaire peut très bien ne pas constituer un objectif réalisable. Cela est principalement dû au fait que les exigences de la qualité de l'image varient d'une application à l'autre et d'un usager à l'autre. L'élaboration d'un système visuel/vidéo basé sur l'introduction graduelle d'un ensemble de formes de transmission de télévision de TVDA/TVHD constitue peut-être une approche plus réaliste.

5. ACCÈS LOCAL DE LA TVHD

On peut considérer les solutions technologiques suivantes pour la distribution locale des signaux de TVHD:

- les satellites
- les fibres optiques
- les micro-ondes
- les câbles coaxiaux.

La transmission de la TVDA/TVHD par satellite à radiodiffusion directe pourrait devenir réalisable dans la bande de 14/12 GHz à court terme (dans les années 1980) et dans la bande de 30/20 GHz à plus long terme (dans les années 1990). Même si les satellites offrent dès maintenant la possibilité de transmettre la TVHD, il ne faut pas négliger pour autant les limites techniques. Premièrement, la largeur de bande qui est, à l'heure actuelle, attribuée aux canaux pour la radiodiffusion vidéo ordinaire ne permettra pas la distribution d'un grand nombre de signaux vidéo de TVHD. Deuxièmement, les limites de puissance de sortie de la transmission par les systèmes actuels de satellite ne permettront pas la conception optimale d'un rapport élevé de signal/bruit avec des systèmes de satellite relativement peu coûteux. Ces contraintes sont d'autant plus vraies pour les signaux de TVHD sur de grandes bandes passantes (par ex. celle de 27 MHz).

On peut s'attendre à ce que la TVHD s'utilise de plus en plus dans diverses applications particulières, commerciales et à domicile, parallèlement à l'élaboration de systèmes d'accès local par des réseaux de fibres optiques. Ces derniers joueront un rôle d'importance capitale dans la distribution de la vidéo sous diverses formes (notamment les signaux standard NTSC analogiques et numériques et les diverses formes de la TVHD) ainsi que dans la radiodiffusion et les communications de point à multipoints et de point-à-point. De plus, la technologie des fibres optiques se prête à la mise en oeuvre de futurs services intégrés rentables de téléphone et de transmission de données et de vidéo.

Les systèmes multipoints à micro-ondes peuvent s'avérer des solutions viables pour la radiodiffusion de la TVHD. Cependant, les coûts, la portée, les obstacles physiques et la disponibilité des bandes peuvent limiter l'étendue de leurs applications.

Les installations actuelles de réseaux de câbles coaxiaux de la télévision à antennes communes pourraient transporter des signaux de TVHD du type PAL amélioré ou MAC. Le seul défaut semble être la nécessité de bandes passantes plus larges (deux ou trois fois celle de 6 MHz). La TVHD bénéficiant d'une bande de base d'environ 20 MHz ne peut pas être transmise de façon efficace, parce qu'il lui faudrait de larges canaux (par ex. de 100 MHz pour le FM), et que cela présente des limites au point de vue de l'atténuation et de la distorsion. Les nouveaux systèmes coaxiaux à bande passante plus large, de 400 MHz, introduiraient d'autres complications dans la distribution de la TVHD. Ils sont optimisés pour transmettre 54 canaux vidéo AM de 6 MHz sur bande latérale supérieure, en utilisant le principe des porteuses à harmoniques connexes (PHC). Selon ce principe, les porteuses de chaque canal sont reliées de façon cohérente, afin de minimiser l'interférence entre les canaux, particulièrement dans la bande des plus hautes fréquences. Le fait de mélanger les spectres des canaux de 6 MHz de la télévision ordinaire et de ceux à très large bande de la TVHD dans une installation coaxiale semble une mauvaise solution au point de vue technique.

En conclusion, on peut considérer que les fibres optiques constituent la meilleure technique de transmission d'accès local pour la TVDA et la TVHD. La transmission par SRD de la TVDA et de la TVHD de grand rayonnement peut devenir une réalité, mais il ne faut pas oublier les limites techniques. La transmission par micro-ondes en multipoints peut également être réalisable pour les rayonnements limités. Les systèmes de câbles coaxiaux du genre de ceux utilisés pour les antennes communes ne peuvent être utilisés pour la TVDA et la TVHD qu'avec un signal modulé deux à trois fois supérieur à 6 MHz, au maximum.

6. LA COMMUTATION DANS LA TVHD

On pourrait mettre au point un aiguilleur pour la TVHD avec une largeur de bande modulée deux à trois fois supérieure à 6 MHz (comme dans le PAL amélioré ou le MAC) en utilisant les techniques de multiplexage en fréquence et la commutation par division spatiale. La technologie du multiplexage dans le temps nécessite la vidéo numérique et le multiplexage de plusieurs canaux de TVHD (>100 Mb/s) dans le temps demanderait que l'on emploie la technologie des hautes vitesses. La synchronisation à des débits binaires élevés est également critique. Par conséquent, la commutation par multiplexage dans le temps des signaux de TVHD numériques comprimés n'offre peut-être que des promesses de solutions irréalisables.

Dans le cas de la commutation d'un signal de TVHD sur une bande de base de 20 MHz (comme dans le cas du HLO-PAL), les exigences sont encore plus rigoureuses. La commutation par multiplexage dans le temps s'avérera certainement peu pratique dans le cas de la TVHD-FM dont la largeur de bande est de 100 MHz. Il faut abandonner la complexité inhérente à une méthode de multiplexage dans le temps à des fréquences très élevées, impliquant des synthétiseurs et des mélangeurs de fréquences très coûteux, à la faveur de techniques plus simples de commutation par division spatiale. La commutation par multiplexage dans le temps d'une TVHD dont la bande de base serait de 20 MHz est également irréalisable pour les mêmes raisons que dans le cas du PAL amélioré et du MAC.

Parmi les solutions qu'offre la technologie de la commutation par division dans l'espace, citons les relais à lames souples ou ceux à contacts sous vide, le TEC, la logique à couplage par les émetteurs (LCE) et les fibres optiques, qui présentent chacun leurs avantages et leurs inconvénients. Si l'on veut trouver des solutions pour la conception des systèmes, il est absolument nécessaire que l'on fasse des recherches pour explorer les techniques de la commutation de la TVHD, parallèlement aux autres études sur les réseaux.

En résumé, la commutation par multiplexage dans le temps ne s'applique que de façon limitée à la TVHD. Elle n'offre une promesse de solutions que si des techniques de compression hautement efficaces de la TVHD sont techniquement et économiquement réalisables. Les techniques de commutation par division dans l'espace doivent être appliquées à toutes les formes de signaux de la TVHD.

7. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Au point de vue de la compatibilité, des coûts et de l'imminence de l'avènement de la TVHD, les méthodes de transmission du PAL amélioré et du genre MAC semblent favorables à d'autres formes de TVHD. Il faudra effectuer d'autres recherches sur la transmission de la TVHD par l'intégration de la compression dans le temps. Les avantages et la faisabilité des techniques de compression et de codage de l'image numérique de la TVHD constituent également d'autres secteurs importants de recherches.

Il se peut que l'établissement d'une norme mondiale unique de TVHD qui remplacerait celles de la télévision ordinaire ne constitue pas un objectif réalisable. Une approche plus réaliste pourrait être l'élaboration d'un système visuel/vidéo basé sur l'introduction graduelle d'un ensemble de formes de transmission de TVDA et de TVHD compatibles, en tenant compte également de la mise au point de normes pour la télévision numérique.

On peut s'attendre à une utilisation de plus en plus répandue de la TVDA et de la TVHD dans diverses applications particulières, commerciales et grand public, parallèlement à l'élaboration de systèmes d'accès par fibres optiques. Même si le satellite jouera un rôle important dans la radiodiffusion directe, il ne faut pas oublier ses limites techniques. On peut utiliser de façon très efficace le satellite dans la transmission de la TVDA et de la TVHD à longue distance.

Il est également important de poursuivre des recherches sur les aspects de l'établissement de réseaux de TVDA et de TVHD, au niveau de l'étude de la saisie de l'image, de sa surveillance et de son traitement, ainsi que de la solution d'autres problèmes techniques. Par conséquent, l'effort coordonné des radiodiffuseurs, des entreprises de télécommunication et des futurs usagers revêt une importance capitale dans le développement et l'introduction des services et de la technologie de la TVDA et de la TVHD.

REMERCIEMENTS

L'auteur désire exprimer ses plus vifs remerciements à M. Roy J. Mills pour son encouragement et les précieuses suggestions qu'il lui a faites à propos de cette communication.

L'auteur remercie également MM. Bert Léger, John Kranenburg, Ernest Tarnai, Peter Kwa et Paul Strudwick pour leurs commentaires.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) A.G. Toth, "Submission to the SMPTE Study Group on High Definition Television", Recherches Bell-Northern, février 1981.

- (2) B. Wendland, "Lines of Development for Future Television Systems", 12e Symposium international de la télévision et exposition technique, Montreux, juin 1981.
- (3) M.T. Fujio, "High Definition Television", monographie technique, NHK, Japon, no 32, juin 1982.
- (4) T. Thornborough, "BBC Prolongs the Active Life of PAL", IEE News, juin 1982.
- (5) L. Holmes, "IBA Beefs Up Big MAC Promotion", IEE News, juin 1982.
- (6) M.T. Fujio, "High Definition Television - Desirable Standards, Signal Forms and Transmission System", IEEE Trans. on Communications, vol. COM-29, no 12, pp. 1882-1891, décembre 1981.
- (7) T. Fujio, "Transmission Primaries and Signal Forms", monographie technique de la NHK, no 32, pp. 27-34, juin 1982.
- (8) J. Ishida, "Transmission Equipment", monographie technique de la NHK, no 32, pp. 62-69, juin 1982.

LES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE LA LARGEUR DE BANDE POUR LA TVHD

John P. Rossi

Centre technologique de CBS

1. Introduction

Il est bien connu qu'en raison de ses caractéristiques de répétition, le signal de télévision n'utilise pas totalement la largeur de bande de fréquence de sa transmission. Les procédés d'analyse et la corrélation spatiale et temporelle de l'image impliquent une forte redondance.

L'utilisation efficace du spectre nécessite l'élimination des redondances du signal transmis. Les techniques de compression de la largeur de bande peuvent accroître dans une large mesure l'efficacité de la transmission, de sorte que l'on pourrait distribuer des signaux de télévision de la même qualité qu'à l'heure actuelle par des canaux plus étroits ou, ce qui est plus important, permettre de recevoir des images de bien meilleure qualité par des canaux dont la largeur de bande serait raisonnable.

La compression de la largeur de bande aux fins de la transmission exige une décompression complémentaire au niveau du récepteur de télévision. Cela représente un grand progrès par rapport aux systèmes actuels de télévision, qui ont été conçus pour des récepteurs simples et peu coûteux. Si l'on considère les progrès gigantesques de la technologie des circuits intégrés LSI et VLSI, nous pouvons maintenant construire à des prix raisonnables des récepteurs de télévision dotés de mémoires et de dispositifs de traitement adaptatif dits "intelligents". Par exemple, les récepteurs de télévision utilisent déjà des filtres à peigne pour la séparation de la chrominance et de la luminance, ainsi que pour traiter les détails verticaux, procédés qui étaient jusqu'alors réservés au matériel professionnel.

Les projections pour les années 1980 indiquent que nous aurons bientôt à notre disposition des microplaquettes, ou "puces" de 2 à 4 mégabits, ce qui permet de prédire des mémoires d'image bon marché. On peut reléguer une bonne partie du traitement au niveau du récepteur de télévision, pour se concentrer sur la compatibilité d'adaptation et la transmission efficace du spectre de fréquence de signaux de télévision de bien plus grande qualité.

2. Techniques d'approche fondamentales à l'égard de la compression de la largeur de bande

De façon générale, qui dit compression de largeur de bande dit suppression de la redondance. Cependant, en réalité, on peut comprimer la largeur de bande de deux façons fondamentales: la première consiste à maximiser l'entropie du signal transmis et l'autre à éliminer les informa-

tions qui ne sont pas subjectivement importantes pour la qualité de l'image.

La compression de la largeur de bande implique généralement un traitement numérique. Si l'on convertit un signal analogique en un signal numérique, on a accès à chaque élément individuel de l'image, ce qui est essentiel si l'on veut reconnaître et supprimer les redondances. Pour comprimer la largeur de bande d'un signal numérique, on réduit le débit binaire de sa transmission.

La suppression de la redondance devrait être totalement transparente. La plupart des systèmes de codage du type à prédiction peuvent l'être. Le codage en longueur et celui de l'entropie peuvent également être totalement transparents, tout en réduisant de façon considérable le débit binaire.

L'autre catégorie générale des techniques de compression de la largeur de bande est basée sur les statistiques de l'image globale et sur les réactions humaines psychovisuelles qui permettent de retrancher les informations d'image qui ne sont pas importantes. On peut également inclure dans cette catégorie toutes les formes d'échantillonnage secondaire, la plupart des procédés de filtrage qui éliminent ou atténuent certaines fréquences dans la bande de base du signal initial, la plupart du codage de transformation utilisant les techniques de troncature et toutes les techniques qui donnent des quantifications plus grossières. Ces procédés peuvent donner une image de bonne qualité dans la plupart des conditions. Cependant, ils peuvent entraîner des inconvénients gênants.

3. Techniques de réduction du débit binaire

Les chercheurs du monde entier ont exploré les techniques du codage à la source et de la compression de la largeur de bande; on dispose à l'heure actuelle de plus de 500 références à ce sujet. De nombreuses variantes des différentes techniques ont été analysées. Nous ne décrivons brièvement ici que les moyens les plus usuels employés pour réduire le débit binaire.

3.1 Codage de transformation

Dans le codage de transformation, on traduit les échantillons d'image en un nouvel ensemble de coordonnées. Cela donne une nouvelle répartition de l'information de l'image en un nouvel ensemble de variables, dont certaines ne présentent guère d'importance au niveau de la qualité subjective de l'image, ce qui fait que l'on peut donc les éliminer ou les transmettre avec beaucoup moins de précision. La nouvelle répartition des informations pictorielles peut également conduire à un codage statistique plus efficace.

3.2 Techniques de MDIC

La modulation différentielle par impulsions codées (MDIC) est l'une des techniques de réduction du débit binaire les plus courantes. Sous sa forme la plus simple, la MDIC consiste à transmettre la différence entre les échantillons adjacents ou proximaux, plutôt que la valeur réelle de chaque échantillon. Etant donné que les échantillons proximaux présentent un degré de corrélation élevé, les différences constitueront normalement un signal beaucoup plus petit que la valeur absolue de chaque échantillon.

On associe généralement les techniques de MDIC au codage prédictif. Dans ce genre de codage, on confère à chaque échantillon une valeur pondérée provenant de l'amalgame d'échantillons préalables (l'élément de prévision). On compare ensuite cette valeur prévue à la valeur véritable de l'échantillon. C'est la différence ou l'erreur entre la valeur prévue et la valeur véritable qui est ensuite transmise. Au niveau du récepteur de télévision, un élément de prévision analogue utilise l'"erreur" reçue pour corriger l'échantillon prévu afin d'obtenir la valeur réelle.

3.3 Codage intertrame

Dans le codage intertrame, on utilise les redondances pictorielles des images adjacentes pour prédire la valeur des échantillons futurs, et ce avec une grande fiabilité. On utilise normalement les techniques de la MDIC dans ce genre de codage. Manifestement, s'il n'y a pas de mouvement, les éléments correspondants sont les mêmes dans chaque image. Par conséquent, en utilisant la technique de la MDIC de prévision entre les images, on peut transmettre une image fixe à des débits binaires voisins de zéro.

3.4 Codage entrelacé des fréquences

Dans le codage entrelacé des fréquences, on utilise les vides qui se trouvent dans le spectre des fréquences des signaux types de télévision. On concevra mieux ce concept en considérant le système de télévision en couleur NTSC, où les fréquences de la sous-porteuse de la chrominance sont entrelacées dans la bande de fréquence du signal de luminance.

Les modèles de codage utilisant une fréquence inférieure à celle de Nyquist constituent un mode de codage entrelacé des fréquences. On peut considérer que l'échantillonnage secondaire des échantillons d'image dans l'axe horizontal, vertical ou temporel constitue des formes différentes de codage entrelacé des fréquences.

3.5 Compression des données polynomiales

On utilise normalement les techniques de compression de données polynomiales conjointement avec les systèmes de MDIC afin de prédire les échantillons futurs. Ces techniques se basent en général sur le fait qu'il existe une grande corrélation parmi les échantillons voisins d'image.

On pourrait même prévoir la valeur d'un échantillon futur en combinant des échantillons antérieurs connus pour l'exprimer sous la forme d'un polynôme. La valeur prévue n'a besoin d'être transmise que si elle tombe en dehors du niveau de tolérance choisi au préalable.

3.6 Codage entropique

Le codage entropique bénéficie du fait que certains mots de code qui décrivent les échantillons d'image se manifestent plus souvent que d'autres. Dans le codage entropique, les symboles d'origine les plus usuels ont des mots plus courts. On attribue les longs mots aux symboles qui ne se présentent pas fréquemment. Le code morse est un exemple du codage entropique. Ainsi, on réduit le nombre moyen de bits nécessaire pour transmettre le signal.

4. Compression de la largeur de bande pour des signaux de télévision de haute qualité

Pour les systèmes de télévision du type de divertissement, il faut attribuer à la qualité de l'image une position prioritaire chaque fois que l'on pense à une façon de réduire le débit binaire de la transmission afin d'utiliser efficacement la largeur de bande. De façon idéale, cela devrait se faire de manière totalement transparente. La radiodiffusion destinée au grand public exige, en outre, que l'on considère le coût du récepteur de télévision lorsqu'on évalue un système où la largeur de bande serait comprimée.

On pourrait poursuivre deux buts conceptuels divergents. S'efforcer d'obtenir la meilleure qualité possible à n'importe quel prix, ou chercher à parvenir à un coût minimal, quelle que soit la qualité de l'image. De façon pratique, il vaudrait mieux arriver à des coûts acceptables, puis essayer d'optimiser la qualité dans ces limites de coût. Il faudra évaluer les sacrifices que l'on devra faire dans ce rapport coûts/qualité.

Les systèmes de transmission de la télévision numérique seront probablement plus coûteux que les systèmes analogiques, mais ils pourront restituer la qualité intégrale du signal d'origine. Cependant, les systèmes de transmission analogiques sont potentiellement moins compliqués et moins coûteux que les systèmes numériques. Par conséquent, il est important d'effectuer également des recherches sur les systèmes analogiques.

4.1 La technique numérique

(1) Suppression de la redondance

On peut considérer le signal de télévision comme un éventail spatial d'échantillons d'image définis. Ce grand éventail d'échantillons de l'image est transmis tous les trentièmes de seconde, autrement dit à la fréquence d'image. Le nombre d'échantillons à la seconde doit être assez

élevé pour que l'on puisse transmettre la plus haute fréquence vidéo. Par exemple, il faut qu'un signal vidéo de 4,2 MHz soit transmis à au moins 8,4 M échantillons à la seconde. Cependant, en général, les signaux de télévision ne comportent pas beaucoup de détails haute fréquence. Bien souvent, moins de 10 pour cent d'une image de télévision contient des fréquences vidéo supérieures à 1,5 ou 2 MHz. Dans ce cas, il faudrait fournir un éventail complet de la finesse des éléments pour seulement 10 pour cent de cette image. Si 10 pour cent de l'image ne présentent que 36 à 48 pour cent de la finesse maximale verticale et horizontale, on peut réduire d'au moins quatre fois le nombre d'échantillons qu'il faut pour reproduire l'image. Par conséquent, si l'on élimine simplement les redondances dans une image de télévision (c'est-à-dire les redondances intraimages horizontales et verticales) on devrait pouvoir réduire de 4 fois le débit binaire de transmission, sans gêner le téléspectateur.

Si l'on analysait des émissions de télévision moyennes, on s'apercevrait souvent qu'à peine 10 à 30 pour cent des éléments sont modifiés d'une image à l'autre. Pourtant, tous les éléments de chaque image sont transmis, qu'ils soient modifiés ou non. Les changements entre les images impliquent des déplacements ou les scènes et ils dépendent beaucoup de l'émission proprement dite. Les mesures préliminaires effectuées par le centre technologique de CBS sur les statistiques pictorielles révèlent que les images de télévision présentent une redondance de 70 à 90 pour cent d'une image à l'autre. On peut identifier un pourcentage analogue de redondance d'information à l'intérieur des images ou des trames individuelles. Manifestement, il y a des cas où, lorsque la scène change ou que l'action est très animée, les éléments de l'image qui n'ont pas de redondances peuvent s'élever à plus de 30 pour cent de l'image totale; et il faut en tenir compte. Les illustrations 1 et 2 représentent des histogrammes de la répartition probable des différences interimages, en pourcentage, dans deux émissions de télévision diamétralement différentes. L'illustration 1 représente une "interview-variétés" où il n'y a pas beaucoup de mouvement, en réalité un segment de 30 minutes du "John Davidson Show". L'illustration 2 est un segment de 30 minutes d'un match de football américain, tel qu'il a été diffusé. Ces histogrammes sont axés sur les différences interimages qui dépassent un seuil de 3,2 pour cent du niveau vidéo maximal. Il faut remarquer que, dans l'interview-variétés, le nombre moyen à long terme des différences interimages n'est que de 9,2 pour cent de tous les éléments d'image. Cependant, dans l'émission du match de football américain, le changement dans le pourcentage moyen est de 26 pour cent. Il faut également remarquer que, dans l'émission du football américain, il n'y a que 0,016 probabilité que 50 pour cent des éléments changeront d'une image à l'autre.

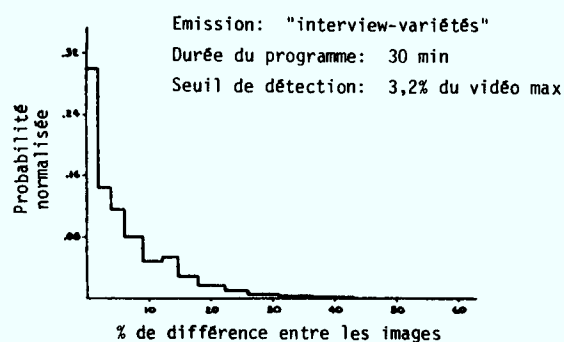


Illustration 1

Probabilité de la répartition des différences interimages pour une "interview-variétés"

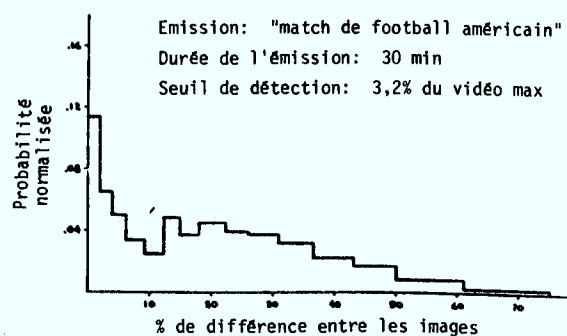


Illustration 2

Probabilité de la répartition des différences interimages d'un "match de football américain"

(2) Optimisation de la quantification de l'image

Lorsqu'on quantifie les différences d'image, il faut tenir compte d'une considération importante: généralement, lorsqu'il se manifeste des différences dans les éléments correspondants des images, elles sont beaucoup moins grandes que la gamme dynamique complète du signal vidéo. En pratique, lorsqu'on utilise le codage MDIC et le codage entropique, on peut quantifier les différences en utilisant environ la moitié des bits requis pour le codage MIC. Par conséquent, on peut raisonnablement s'attendre à réduire de 5 à 10 fois le débit binaire, entre la suppression de la redondance et la quantification réalisée par un codage entropique adaptif. Bien entendu, il faut s'attendre à découvrir des situations où l'image de télévision ne contient pas assez de redondances pendant une certaine période. Dans ces conditions, il faudrait utiliser d'autres techniques basées sur les caractéristiques psychovisuelles.

(3) Techniques supplémentaires de réduction du débit binaire

Lorsqu'on est en présence de mouvement, les techniques d'échantillonnage secondaire devraient permettre d'obtenir une qualité d'image acceptable tout en réduisant de 2 à 4 fois le taux binaire. Cependant, lorsqu'on emploie ce genre de techniques, il faut particulièrement faire attention aux images qui présentent des mouvements brusques. Par exemple, si l'on considère une scène dans laquelle la caméra suit un coureur, il y aura énormément de différence entre les images à cause du travelling du fond, mais le coureur restera essentiellement fixe. L'échantillonnage secondaire d'images fixes peut causer des pertes de finesse gênantes. Par conséquent, un système de réduction du débit binaire devrait éviter l'échantillonnage secondaire des plages fixes d'une scène. Le nombre de redondances entre les images dans toute plage peut fournir l'information nécessaire pour déterminer si une partie quelconque d'une scène ne devrait pas subir un échantillonnage secondaire.

On devrait pouvoir concevoir des systèmes de télévision du type de radiodiffusion, comportant un débit binaire de 5 à 10 fois moins grand, et ce sans grandes pertes. On pourrait utiliser pour cela des techniques de codage adaptatif MDIC interimage et intra-images, ainsi qu'un échantillonnage secondaire adaptatif dans les plages qui contiennent des mouvements violents ou des changements brusques de scène.

(4) Exigences de la largeur de bande pour la transmission numérique d'un signal de TVHD

Considérons maintenant la transmission par SRD d'un signal numérique de TVHD. Comme référence, supposons que nous ayons affaire au signal de TVHD de la NHK, de 1 125 lignes, avec 60 trames, entrelacé à raison de 2:1 et présentant une proportion d'images de 5:3. La largeur de bande de la luminance est à peu près de 20 MHz. Les deux signaux de différence de couleur auront une largeur de bande combinée d'environ 12 MHz. Cela donne une largeur totale de 32 MHz pour la bande de base. En codant le signal en MIC à raison d'un échantillonnage de 60 MHz et 8 bits par échantillon, le débit binaire est de 560 Mbs. En utilisant un système adaptatif de suppression de la redondance interimage/intra-image, ainsi qu'un codage MDIC, on devrait pouvoir réduire le débit binaire par un rapport de 8 à 1, autrement dit arriver à un taux de transmission de 70 Mbs.

La transmission numérique par satellite emploiera fort probablement la modulation MDP4 sur bande étroite, avec environ 1,6 bits/Hz de largeur de bande. Par conséquent, un signal de télévision de 70 Mbs nécessiterait un canal SRD de 44 MHz. Les bits de correction d'erreur, d'audio et autres pourraient augmenter de 10 pour cent le débit binaire, le portant à 48 MHz, soit 2 canaux de radiofréquences de 24 MHz.

4.2 La méthode analogique

On n'a pas aussi bien approfondi la réduction de la largeur de bande des signaux de télévision analogiques aux fins de leur transmission, que

pour leur contrepartie numérique. Cela est malheureux, car les signaux analogiques peuvent être plus efficaces en termes d'exigence de largeur de bande. Le principal inconvénient du signal analogique réside dans sa sensibilité au bruit. Par conséquent, il faut souvent utiliser des techniques d'expansion de la largeur de bande dans la transmission des signaux de télévision analogiques pour réduire l'effet du bruit du canal.

(1) La réduction de la largeur de bande des signaux de télévision analogiques

On peut employer diverses techniques pour réduire la largeur de bande d'un signal de télévision analogique. L'une d'elles consiste à supprimer les redondances connues, comme la suppression horizontale et verticale. En éliminant la suppression horizontale, on réduit la largeur de bande d'environ 16 pour cent. Et si l'on élimine la suppression verticale, on peut obtenir une réduction supplémentaire de 6 pour cent.

Une autre façon courante et assez bien acceptée de réduire la largeur de bande du signal consiste à utiliser une technique quelconque d'entrelacement des fréquences. Cela implique normalement le filtrage en peigne de la bande de fréquence supérieure du signal de télévision et le repli des hautes fréquences dans les écarts de fréquence sous-utilisés dans la bande de base du signal. En fait, cela ressemble aux méthodes de codage utilisant une fréquence inférieure à celle de Nyquist. Cette technique revient à éliminer l'information que l'on considère comme peu importante au point de vue de sa contribution à la qualité subjective de l'image, afin de pouvoir transmettre à sa place des informations plus importantes.

Les techniques d'entrelacement des fréquences impliquent normalement une perte de la finesse d'image en diagonale. Cependant, il a été rapporté que l'oeil humain est de 10 pour cent à 20 pour cent moins sensible aux détails le long des axes à 45° de l'image⁽¹⁾⁽²⁾. Etant donné que, dans une image de télévision, la finesse en diagonale est une combinaison de la finesse verticale et horizontale, si l'on accepte une réduction de 20 pour cent dans la finesse diagonale, on peut transmettre toute la finesse horizontale dans une largeur de bande environ 18 pour cent moins grande, en utilisant des techniques d'entrelacement des fréquences.

Une troisième méthode pour réduire la largeur de bande du signal consiste à identifier l'information qui n'est pas subjectivement importante pour la qualité de l'image. Par exemple, si la finesse verticale et horizontale de la composante d'un signal n'est pas équilibrée, cela pourrait justifier la réduction de la finesse sur l'axe qui porte une finesse excessive. Les systèmes de télévision qui contiennent des signaux de différence de couleur comportant une finesse verticale plus élevée que la finesse horizontale pourraient faire l'objet d'une réduction de leur finesse verticale, de manière à économiser 15 à 20 pour cent de la largeur de bande.

En dernier lieu, si la largeur de bande du signal est encore trop grande pour sa radiodiffusion dans un canal donné, on pourrait accepter une perte de finesse de 5 pour cent à 10 pour cent, ce qui correspondrait à une réduction équivalente de la largeur de bande du signal.

(2) La transmission par SRC d'un signal de TVHD analogique

Nous examinerons maintenant la transmission par SRD d'un signal de TVHD analogique utilisant la modulation de fréquence. Le signal de TVHD de la NHK servira de nouveau de référence. On commence donc par supposer que l'on dispose d'une bande de base de 32 MHz.

Les techniques de réduction de la largeur de bande analogique décrites plus haut permettent des économies de 16 pour cent en éliminant la suppression horizontale, et de 19 pour cent \times (0,84) en réduisant de moitié la finesse verticale des signaux de différence de couleur, ainsi que des économies de 18 pour cent \times (0,69) grâce à la transmission par l'entrelacement des fréquences. Ces techniques permettent de réduire de 44,4 pour cent la largeur de bande du signal de TVHD, qui devient donc 18 MHz. Si l'on tolère une légère perte additionnelle de finesse et si l'on étendait la bande de la transmission par entrelacement des fréquences, on pourrait réduire la largeur de bande du signal à 16 MHz. Si l'on prend pour hypothèse que le satellite donne une puissance isotrope rayonnée équivalente (P.I.R.E.) nette de 60 dBW vers le terminal, par canal de 24 MHz, et si l'on suppose un G/T de 12 à 16 dB au récepteur et une préaccentuation correspondant au signal, la modulation de fréquence devrait pouvoir porter 8 MHz du signal de la bande dans chaque canal avec un rapport de signal/bruit suffisamment élevé. Par conséquent, on pourrait diffuser sur deux canaux SRD le signal de TVHD dont la largeur de bande serait réduite à 16 MHz.

Il reste encore à définir un format efficace du signal pour les deux canaux de SRD. Il y a plusieurs façons de transmettre le signal de TVHD par deux canaux. Une méthode très attrayante consisterait à transmettre un signal amélioré de 525 lignes ou de 625 lignes sur un canal SRD et l'information complémentaire additionnelle de l'image de TVHD par un deuxième canal. Le signal amélioré pourrait être mis à l'écran d'un récepteur de télévision normal, tandis que le signal de TVHD ne serait reçu que par des appareils spécialement mis au point pour la TVHD. On a annoncé des moyens de parvenir à ce résultat, mais ils sont encore considérés comme sous licence.

5. Conclusion

Plusieurs techniques de réduction de la largeur de bande qui pourraient convenir aux signaux d'une télévision de haute qualité ont été examinées. De façon idéale, on aimerait pouvoir réduire la largeur de bande en supprimant uniquement les informations redondantes, et on peut y arriver en utilisant des adaptations des techniques de MDIC. L'utilisation des techniques et de la transmission numérique nécessite des circuits très évolués dans les récepteurs de télévision, ce qui ne sera pas très

économique avant que l'on mette au point des circuits intégrés VLSI. Les techniques analogiques réduisant la largeur de bande du signal semblent offrir des avantages économiques, au moins à court terme.

Il est prématuré de recommander un mode de transmission de la radio-diffusion de la TVHD par satellite. Les considérations de coût, de complexité, de fiabilité et de qualité nécessitent une plus grande analyse et d'autres évaluations. On peut prédire avec raisonnablement de certitude que l'on peut transmettre une image de TVHD de haute qualité sur deux canaux SRD de 24 MHz.

Bibliographie

1. S. Appelle, "Perception and Discrimination as a Function of Stimulus Orientation: The 'Oblique Effect' in Man and Animals", *Psychological Bulletin*, vol. 78, no 4, pp. 266-278, 1972.
2. D.E. Pearson, Transmission and Display of Pictorial Information, John Wiley & Sons, New York 1975, p. 42-47.

LE TRAITEMENT DU SIGNAL POUR LES SYSTÈMES DE TVHD COMPATIBLES, RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

B. Wendland

Université de Dortmund, RFA

1. INTRODUCTION

L'utilisation mondiale des systèmes de télévision couleur semble indiquer que la technique vidéo que l'on utilise est très perfectionnée. Mais, en réalité, elle souffre de quelques défauts, particulièrement en ce qui a trait à la qualité de l'image, par exemple:

- la mauvaise finesse des détails
- le papillotement de 50 Hz sur de grandes plages
- le papillotement des lignes et le traînage
- le papillotement de 25 Hz le long des contours horizontaux où le contraste est élevé
- la diaphotie de chrominance
- une mauvaise finesse des plages verticales mobiles.

Les applications de nouveaux systèmes et leurs écrans plus grands, d'une plus forte brillance et offrant une grande finesse souffrent des mêmes défauts.

C'est la raison pour laquelle le CCIR s'est préoccupé de la question de la "Télévision à haute définition" (TVHD) /1/. La NHK (Japon), en particulier, a joué un rôle actif en présentant des systèmes de télévision de plus grande finesse et en proposant une norme mondiale /2/. En 1979, un groupe d'étude de la SMPTE a présenté le rapport /3/ intitulé "Une étude des systèmes de télévision à haute définition".

Une des conclusions importantes de ce groupe d'étude est la déclaration suivante: "Un système de TVHD compatible avec les services grand public actuels est irréalisable par tous les moyens que le groupe d'étude connaissait ou a envisagés, en ce qui a trait aux proportions de l'image et aux largeurs de bande de la TVHD".

Des systèmes avec un nombre de lignes élevé comme celui de 1 125 lignes de la NHK (Japon) ont donc été proposés, mais ils sont totalement incompatibles avec ceux utilisés jusqu'à présent.

Cependant, les systèmes de télévision actuels n'offrent pas la qualité d'image optimale que l'on pourrait réaliser à l'intérieur des normes données. Il est possible d'effectuer des améliorations compatibles en utilisant le traitement préalable d'un signal numérique à l'émetteur et en traitant ultérieurement ce même signal au récepteur. Cela est également vrai dans les systèmes à haute définition proposés. Par conséquent, l'auteur est d'avis qu'avant de définir de nouvelles normes pour systèmes de TVHD, il faudrait examiner les améliorations que l'on pourrait réaliser à l'intérieur des normes données.

2. À PROPOS DE LA THÉORIE DU BALAYAGE DE L'IMAGE

Habituellement, l'image de télévision est balayée ligne par ligne, avec un entrelacement de lignes de 2:1 pour conserver la largeur de bande, tout en donnant une image relativement exempte de papillotement. Cependant, comme on en discutera plus bas, et comme il a été remarqué en plus de détails en /10/, l'entrelacement des lignes produit un fort repli du spectre dans les parties mobiles, une mauvaise finesse verticale, le papillotement et le traînage des lignes, etc. Pour mieux comprendre ce phénomène et montrer la façon dont on peut analyser les images pour qu'elles ne contiennent aucune erreur, nous discuterons tout d'abord du balayage progressif.

2.1 Le balayage progressif

Lorsqu'on balaie l'image de façon progressive au niveau de la caméra, on suppose que cette dernière fonctionne toujours à raison de 25 images à la seconde. Pour que l'image soit exempte de papillotement à l'écran de contrôle, on utilise des mémoires d'images numérique. L'illustration 1 représente un système de transmission d'image dans lequel le signal est analysé de façon progressive dans une caméra à haute définition, puis est limité dans sa bande de fréquence sur les deux dimensions par un filtre numérique $H_1(f^x, f^y)$ et ensuite façonné par une conversion de balayage (mémoire d'images numérique) en un signal de 625 lignes avec un entrelacement de 2:1. On obtient donc un signal qui est compatible avec les récepteurs de télévision ordinaires. Cependant, pour un écran de surveillance de haute définition, le signal vidéo est retransformé en un signal de haute définition par un convertisseur d'analyse et un filtre bidimensionnel d'interpolation $H_2(f^x, f^y)$. Comme on le verra, ce processus permet d'effectuer une balayage exempt d'erreurs à la caméra et, grâce à une reproduction par champ plat à l'écran de surveillance, on peut également obtenir une meilleure finesse d'image dans le sens vertical. Les signaux vidéo sont encore compatibles avec les récepteurs ordinaires lorsqu'ils parviennent au canal de transmission.

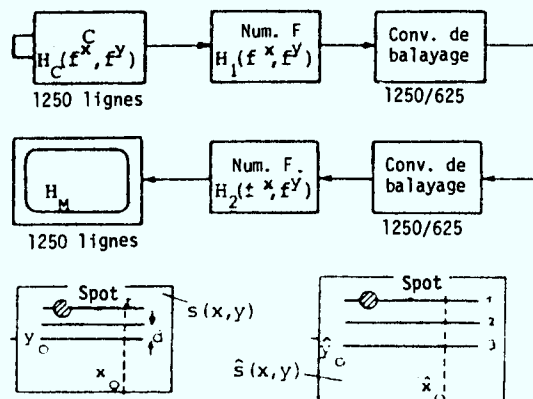


Illustration 1

Systeme de transmission avec
reproduction à champ plat

L'illustration 1 b représente le concept du balayage progressif et les illustrations 2 a et 2 b la fonction d'étalement de point $b(x,y)$ de la caméra et de la transformation bidimensionnelle $B(f^x, f^y)$. En supposant une fonction circulaire de transfert de modulation (FTM) de la caméra, le niveau de -40dB de $B(f^x, f^y)$ donne une bordure circulaire pour la fréquence de coupure ainsi définie, f_{cr} , de la caméra. Avec la série de répartition δ :

$$\sum_{i=-\infty}^{\infty} \delta(y-id) = \text{III}_d(y), \quad (1)$$

et l'équivalence

$$\text{III}_d(y) \longleftrightarrow 2\pi f_s^y \cdot \text{III}_{f_s^y}(f^y), \quad (2)$$

d : distance de ligne
 $f_s^y = 1/d$: fréquence d'échantillonnage spatial

le processus de balayage des lignes devient

$$\begin{aligned} \text{O} \quad b_L(x,y) &= b(x,y) \text{III}_d(y) & (3) \\ \bullet \quad B_L(f^x, f^y) &= B(f^x, f^y) * 2\pi f_s^y \text{III}_{f_s^y}(f^y) \end{aligned}$$

$$B_L(f^x, f^y) = (2\pi/d) \sum_{v=-\infty}^{\infty} B(f^x, f^y - v/d) \quad (4)$$

où $b(x,y)$ est la luminosité bidimensionnelle de l'image (à la cible du tube de captage dans la caméra), $b_L(x,y)$ le signal de l'image balayée et $B(x,y)$ la transformation bidimensionnelle de Fourier de $b(x,y)$.

Le signal de l'image balayée $b_L(x,y)$ et son spectre périodique de Fourier $B_L(f^x, f^y)$ sont représentés respectivement dans les illustrations 2 c et 2 d. Comme on peut le voir clairement dans l'illustration 2 d, il y a une interférence (repli du spectre) entre les spectres périodiques, si la fréquence d'échantillonnage $f_s^y = 1/d$ est inférieure à $2f_{cr}$, où f_{cr} est la fréquence de coupure de la caméra avant le balayage.

Cela se voit également dans l'illustration 3 a, où dans le domaine de f^x, f^y les niveaux de -40 dB (la fréquence de coupure f_{cr}) des spectres périodiques définissent l'interférence dans les zones hachurées. L'illustration 3 b montre le spectre périodique $B_L(0, f^y)$ pour une fréquence spatiale $f^x=0$. Avec la fonction de transfert $H_M(0, f^y)$ de l'écran de surveillance, les composantes du repli du spectre (zone hachurée) et des parties des spectres d'ordre supérieur apparaissent à l'écran de surveillance. Des structures de ligne irritantes et des moirés sont visibles, ce qui cause une réduction de la finesse verticale. La conception d'un système optimal de caméra/objectif implique un choix entre une haute finesse et, par conséquent, un fort repli du spectre (moirés) ou une

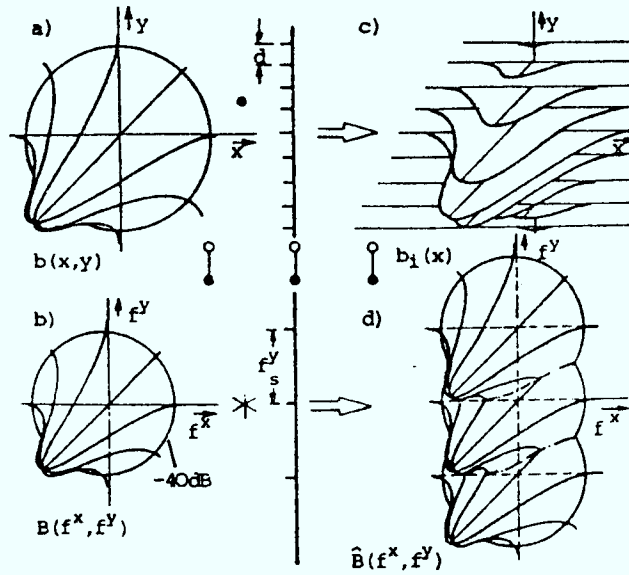


Illustration 2

Signal d'image $b(x,y)$, signal échantillonné $b_i(x)$ et leurs spectres

absence de repli du spectre et une mauvaise finesse. Habituellement, dans les systèmes à lignes entrelacées, on choisit une finesse assez élevée, qui s'accompagne d'effets de repli du spectre. (En pratique, les effets d'entrelacement des lignes dominent ceux du repli du spectre.) La dégradation de la finesse verticale est décrite en termes quantitatifs par le facteur de Kell $k_1=0,64$ (pour le balayage progressif).

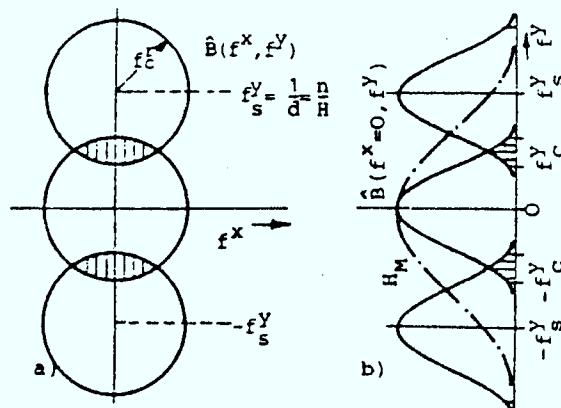


Illustration 3

Spectres périodiques - repli

2.2 Le balayage entrelacé

Tous les systèmes actuels de télévision utilisent le principe du balayage entrelacé pour supprimer le papillotement sur de grandes plages. Avec le balayage entrelacé, nous sommes en présence de deux séquences de trames $b_1(t)$, $b_2(t)$, dans lesquelles chaque trame comporte des structures de lignes doublement espacées, la distance des lignes étant $2d$, alors que la trame 1 et la trame 2 se trouvent dans un modèle de balayage décalé. C'est ainsi que l'on peut décrire toute une image comportant un certain nombre de lignes (n) avec 2 trames comportant $n/2$ lignes chacune.

Pour un signal donné d'une image tridimensionnelle $b(x,y,t)$, nous avons pour deux trames les signaux $b_1(x,y)$ et $b_2(x,y)$ avec leurs spectres de Fourier correspondants respectifs $\underline{B}_1(f^x, f^y)$ et $\underline{B}_2(f^x, f^y)$.

En ce qui concerne les équations (1) et (2), le balayage de l'entrelacement des lignes donne, pour une première trame:

$$b_{11}(x,y) = b_1(x,y) \cdot \text{III}_{2d}(y) \quad (5)$$

$$\underline{B}_{11}(f^x, f^y) = \underline{B}_1(f^x, f^y) * (\pi/d) \text{III}_{1/2d}(f^y) \quad (6)$$

et pour une deuxième trame:

$$b_{21}(x,y) = b_2(x,y) \cdot \text{III}_{2d}(y-d) \quad (7)$$

$$\underline{B}_{21}(f^x, f^y) = \underline{B}_2(f^x, f^y) * (\pi/d) \text{III}_{2d}(f^y) e^{-2\pi j f^y \cdot d} \quad (8)$$

en ne contribuant que pour

$$f^y = u/2d, \quad u = 1, 2, \dots,$$

Dans le balayage total de l'entrelacement des lignes, on obtient, à partir des équations (6) et (8)

$$\begin{aligned} \underline{B}_1(f^x, f^y) &= \underline{B}_{11}(f^x, f^y) + \underline{B}_{21}(f^x, f^y) = \\ &= (2\pi/d) \left\{ \sum_{\mu} \underline{B}_1(f^x, f^y - \mu/2d) + (-1)^{\mu} \sum_{\mu} \underline{B}_2(f^x, f^y - \mu/2d) \right\} \end{aligned} \quad (9)$$

Dans le cas d'une image fixe, où $\underline{B}_1(f^x, f^y) = \underline{B}_2(f^x, f^y) = \underline{B}(f^x, f^y)$, on obtient à partir de l'équation (9)

$$\underline{B}_1(f^x, f^y) = (2\pi/d) \sum_{\mu} \underline{B}(f^x, f^y - 2\mu/2d) \quad (10)$$

étant donné que chaque deuxième chiffre (impair) de μ annule le spectre dans l'équation (9). Ainsi, nous obtenons le même spectre périodique que pour le balayage progressif (équation (4)). Cela est vrai pour les images fixes et l'intégration exacte sur deux trames. Cependant, en

pratique, les images fixes ne sont pas très intéressantes et l'oeil humain n'effectue pas une très bonne intégration sur deux trames. Par conséquent, l'entrelacement des lignes souffre de quelques défauts, à savoir:

- des effets très prononcés de repli du spectre à cause du balayage de la moitié du nombre de ligne dans chaque trame,
- une annulation incomplète du repli du spectre des trames par la vision humaine (papillotement de 25 Hz),
- une mauvaise finesse des zones mobiles verticales, à cause des bords encombrés et du papillotement de 25 Hz sur les contours horizontaux présentant des contrastes élevés,
- des effets résiduels du repli du spectre dans les plages mobiles verticales, à cause des spectres changeants $B_1(f^X, f^Y) \neq B_2(f^X, f^Y)$ dans l'équation (9) (vélocité critique $v_{cr}^Y=0,1$ élément/image),
- des effets résiduels du repli du spectre dans les plages mobiles horizontales, à cause du repli du spectre des trames qui n'offre aucune compensation.

2.3 Les concepts de l'échantillonnage

Balayage progressif des lignes

L'illustration 4 a montre un concept d'échantillonnage bidimensionnel, dans lequel le signal vidéo analysé progressivement $b_{\perp}(x,y)$ est échantillonné dans le sens x . Dans un modèle d'échantillonnage orthogonal et une distance d'échantillonnage a , nous obtenons le signal vidéo échantillonné de:

$$b_{\perp\perp}(x,y) = [b(x,y)]_{\perp\perp d}(y)]_{\perp\perp a}(x) \quad (11)$$

$$B_{\perp\perp}(f^X, f^Y) = (4\pi^2/ad) \sum_{\mu} \sum_{\nu} B(f^X - \mu/a, f^Y - \nu/d) \quad (12)$$

Le processus d'échantillonnage bidimensionnel produit des spectres périodiques dans les sens f^X et f^Y . C'est ce que représente l'illustration 4 b. Avec un spectre de base de $f_{cX} < 1/2a$, $f_{cY} < 1/2d$, il n'y aurait pas de repli du spectre.

L'illustration 5 a représente un autre concept d'échantillonnage dont les échantillons se trouvent décalés dans les lignes adjacentes, son spectre de Fourier figurant à l'illustration 5 b. Ce concept d'échantillonnage peut être interprété comme la superposition de deux concepts d'échantillonnage orthogonaux, avec des signaux vidéo $b_{\perp 1}$ et $b_{\perp 2}$, chacun de ces concepts étant constitué d'une ligne sur deux.

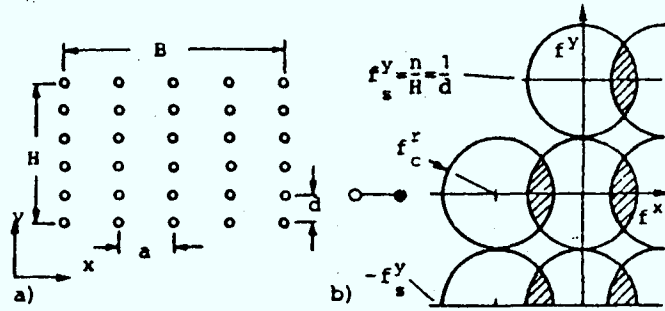


Illustration 4

Echantillonnage orthogonal - spectres

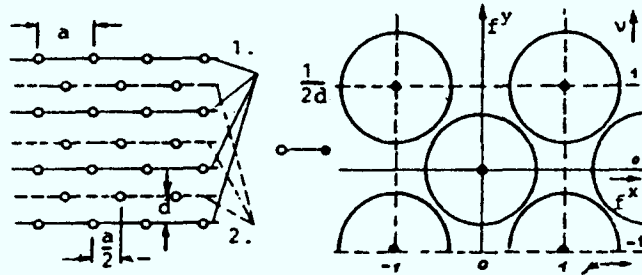


Illustration 5

Echantillonnage décalé - spectres

Nous obtenons pour chacun des deux concepts d'échantillonnage orthogonaux

$$b_{111} = [b_1(x, y) \text{IIII}_{2d}(y)] \text{IIII}_a(x) \quad (13)$$

$$b_{112} = [b_2(x, y) \text{IIII}_{2d}(y-d)] \text{IIII}_a(x-a/2) \quad (14)$$

et leurs transformations de Fourier

$$\underline{B}_{111} = (2\pi^2/ad) \sum_{\mu\nu} \underline{B}_1(f^x - \mu/a, f^y - \nu/2d) \quad (15)$$

$$\underline{B}_{112} = (2\pi^2/ad) \sum_{\mu\nu} \underline{B}_2(f^x - \mu/a, f^y - \nu/2d) (-1)^{\nu+\mu} \quad (16)$$

Dans le cas du balayage progressif, $\underline{B}_1(f^x, f^y)$ est identique à $\underline{B}_2(f^x, f^y)$ et nous obtenons à partir de la superposition des équations (15,16)

$$\underline{B}_{11} = (2\pi^2/ad) \sum_{\mu\nu} \underline{B}(f^x - \mu/a, f^y - \nu/2d) (1 - (-1)^{\nu+\mu}) \quad (17)$$

pour une image complète, avec des répétitions du spectre de base $B(f_x, f_y)$ uniquement pour $\nu + \mu = 2k$, $\pm k = 1, 2, \dots$. L'illustration 5 b représente ces spectres périodiques en diagonale.

Le balayage de l'entrelacement des lignes

Dans le cas du balayage de l'entrelacement des lignes, nous avons affaire à des spectres différents $B_1(f_x, f_y)$ et $B_2(f_x, f_y)$ dans les plages mobiles de l'image. Nous obtenons donc des spectres résiduels supplémentaires entre les spectres périodiques (voir les illustrations 5 b ou 4 b), ce qui cause des effets de repli du spectre. La sensibilité s'avère d'environ 0,1 élément/image pour la visibilité en hauteur ou en largeur.

3. LES AMÉLIORATIONS COMPATIBLES

Si le récepteur de télévision est doté d'une mémoire d'image numérique, il peut reproduire une image balayée progressivement, et ce à une plus grande fréquence d'image. On obtient donc ainsi une image exempte de papillotement sans la dégradation due à l'entrelacement des lignes. Et le facteur de dégradation $k_2 = 0,65$ de l'entrelacement des lignes est éliminé (/2/).

De plus, avec une mémoire d'image et un filtre postérieur d'interpolation planaire à l'écran de haute définition avec reproduction à trame linéaire, on peut améliorer encore davantage la qualité de l'image observée.

3.1 Un balayage et un échantillonnage exempts d'erreur

Comme on l'a fait remarquer au chapitre 2.1, la finesse verticale est déformée par les effets de repli du spectre à cause du balayage et de la structure linéaire de l'écran. Mais, dans le cas d'une caméra à haute définition, comme à l'illustration 1 a, qui a par exemple $2n$ lignes par image, alors que n lignes doivent être transmises, on peut tolérer un certain repli du spectre (comme le montre l'illustration 6 a). Si le filtrage vertical et horizontal est bien fait, on peut transmettre ce signal exempt d'erreurs avec la moitié du nombre de lignes, autrement dit 625 (voir les illustrations 6 b et 6 c). Après la transmission, le signal vidéo peut être retransformé par un filtre d'interpolation vertical en un signal d'un nombre de lignes élevé, soit par exemple 1 250 lignes. Avec la fonction de transfert $H_M(f_y)$ de l'écran, comme le représente l'illustration 6 d, on peut reconstruire l'image à partir de ce signal exempt d'erreurs, sans retrouver des structures irritantes de lignes, grâce à un écran à trame linéaire. Avec cette technique, on peut améliorer considérablement la qualité de l'image et la finesse verticale, avec la même norme et pour une largeur de bande donnée, tout en éliminant le facteur de Kell.

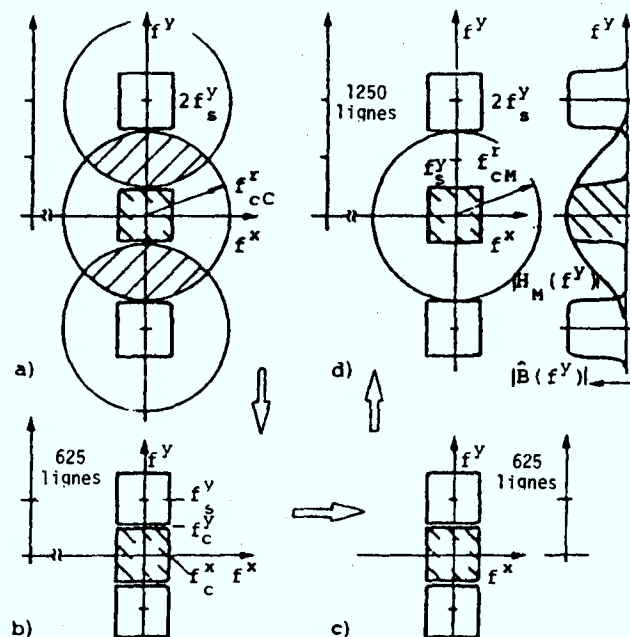


Illustration 6

Balayage sous repli du spectre et
reproduction à trame linéaire

3.2 Préfiltrage et postfiltrage en diagonale

De plus, grâce à un filtrage planaire approprié en diagonale, on peut améliorer encore plus la finesse dans le sens horizontal par l'échantillonnage décalé, comme expliqué au chapitre 2.3 et représenté à l'illustration 5 a. Ce concept figure à l'illustration 7. On commence de nouveau par une caméra à haute définition (1 250 lignes), comme à l'illustration 7 a, et on effectue un filtrage préalable dans les sens f^E et f^N pour obtenir une surface de base entourée d'un carré orienté en diagonale. Ce spectre de base peut alors être transmis avec la moitié du nombre de lignes, sans aucune erreur (illustrations 7 b et 7 c).

Après la transmission analogique ou numérique, un filtre numérique d'interpolation retransforme le signal au récepteur de télévision en un signal comportant un grand nombre de lignes. Ce signal vidéo de haute définition peut être reconstruit à l'écran sans présenter de structures de lignes irritantes (champ linéaire).

Ce concept assure une meilleure finesse horizontale. Avec une fréquence d'échantillonnage spatiale f_{sx} , la fréquence de coupure d'un échantillonnage exempt d'erreur dans le sens orthogonal doit être $f_{cx} < \frac{1}{2}f_{sx}$. Avec l'échantillonnage décalé, si l'on utilise un filtrage préalable en diagonale (illustration 7 a), la fréquence de coupure horizontale pour un échantillonnage exempt d'erreur peut être deux fois plus élevée, autrement dit $f_{cx} = f_{sx}$. Cette amélioration de la finesse dans le sens

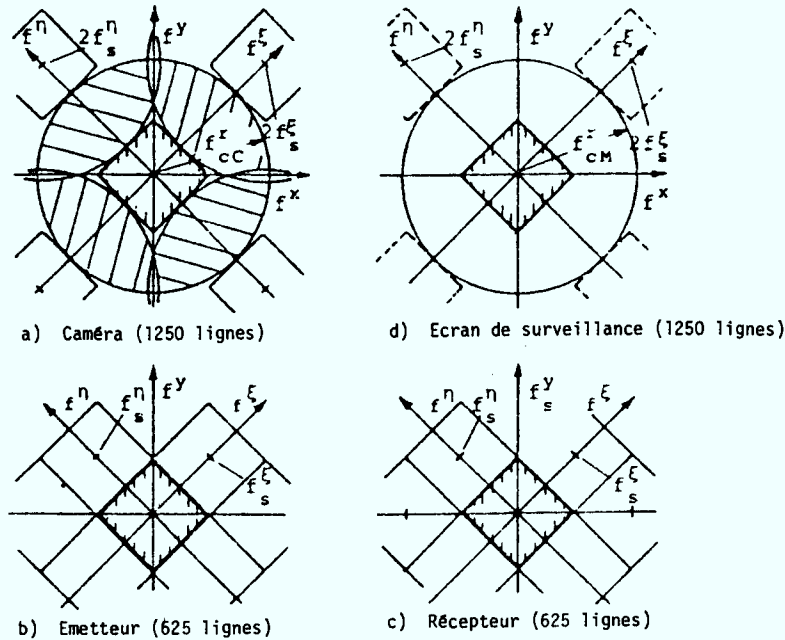


Illustration 7

Reproduction à trame linéaire avec échantillonnage décalé et conversion de balayage

horizontal s'accompagne d'une perte en diagonale. Cependant, l'oeil humain est légèrement plus sensible aux structures verticales et horizontales que diagonales. De plus, il est plus probable que les images comportent des structures dans le sens horizontal et vertical.

Evaluation du bruit

Il est bon de remarquer qu'il est très important que le signal vidéo soit filtré de façon planaire avant d'être échantillonné en position décalée (/10/). Sinon, le bruit de sous-échantillonnage causera un bruit de "basse fréquence", transformant ainsi le bruit haute fréquence en basse fréquence.

Par contre, si l'on considère un rapport signal/bruit d'une caméra pour un système dont les fréquences de coupure sont de f_c^x, f_c^y , un filtrage en diagonale réduit le bruit au quart de la valeur initiale, ce qui multiplie par 4 le rapport signal/bruit! (/10/).

3.3 Concepts pour éviter le flou dû au mouvement

Même si l'on a proposé l'entrelacement des lignes pour enrayer le papillotement sur grande surface pour des fréquences de 25 images/s, on obtient une meilleure finesse dans le temps, par comparaison aux films cinématographiques et leur défilement de 25 images/s. Cela est vrai pour les zones horizontales mobiles mais, comme on l'a fait remarquer au chapitre 2.2, cela n'est pas le cas des zones verticales mobiles.

Il semble donc que l'on obtient un surcroît d'amélioration si la finesse dans le temps travaille autant dans les deux sens, à raison de 25 images/seconde, accompagnée d'une augmentation de la finesse spatiale pour les mouvements plus lents. Par contre, si une zone bouge à plus de 3 éléments/image environ (scintillement mobile), le balayage des lignes peut revenir à l'entrelacement.

Pour éviter la réception d'un flou correspondant qui se déplace, le filtre postérieur d'interpolation passe d'une interpolation intra-image aux faibles vitesses à une interpolation intra-trame pour les vitesses plus élevées /10/.

4. PREMIERS RÉSULTATS PRATIQUES

Le système vidéo proposé, avec son balayage progressif et un filtrage antérieur et postérieur approprié, offre un balayage exempt d'erreur, en ce sens qu'il comporte un système idéal d'échantillonnage bidimensionnel.

Voici les premiers résultats pratiques obtenus:

- 1) en supprimant l'entrelacement des lignes par une reconstruction d'image à "double vitesse" à partir d'une mémoire d'image, on améliore nettement la qualité subjective de l'image (il n'y a plus de traînage ni de papillotement de 25 Hz);
- 2) le balayage exempt de repli du spectre et la reproduction en champ plat s'avèrent très efficaces, particulièrement pour les détails de l'image qui présentent des contours horizontaux très contrastés;
- 3) l'échantillonnage décalé allié à un filtrage planaire antérieur et postérieur en diagonale améliore considérablement la netteté des fines structures verticales.

Les diapositives suivantes illustrent une partie de ces premiers résultats.

- /1/ CCIR: Question 27/II, "L'état actuel de la TVHD", rapport 801, 1978
- /2/ Fujio, T., "A Study on HDTV-Systems", IEEE Trans. on Broadcast., vol. BC-24 (déc. 1978), no 4.
- /3/ Fink, D.G., "The Future of HDTV", SMPTE Journal, vol. 89, no 2, février 1980 et vol. 89, no 3, mars 1980.
- /4/ Wendland, B., "Entwicklungsalternativen für zukünftige Fernsehsysteme", Fernsehund Kinotechnik, 34. Jahrgang, Nr.2/1980 S. 41-48.
- /5/ Wendland, B., "HDTV Studies on Compatible Basis with Present Standards", in Television Technology in the 80's, publié par la SMPTE, Scarsdale, New York, 1981, pp. 124-131.

- /6/ Schröter, F., et ses collègues, "Fernsehtechnik, 1. Teil", Lehrbuch des drahtlosen Nachrichtentechnik, Band 5, Springer Verlag, 1956.
- /7/ Rhodes, C.W., "An Evolutionary Approach to HDTV", présenté par l'auteur à la 16^e Conférence annuelle de la SMPTE sur la télévision, Nashville, Tenn., février 1982.
- /8/ Long, T.J., "Timescale Considerations", rapport HDTV 015, IBA, Winchester, Royaume-Uni.
- /9/ Tonge, G.J., "The Sampling of Television Images", rapport 112/81, IBA, Winchester, Hants. S021 2QA, Royaume-Uni.
- /10/ Wendland, B., "Zur Theorie der Bildabtastung", Bericht des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik, Universität Dortmund, 1982.

LA HAUTE DÉFINITION EST-ELLE UNE TÉLÉVISION DE HAUTE QUALITÉ?

John D. Lowry

Digital Video Systems Inc.
Toronto, Canada

RÉSUMÉ*

La définition n'est pas le seul critère de la qualité des images cinématographiques. Il en existe beaucoup d'autres et ce n'est peut-être même pas le plus important d'entre eux. Bien des défauts peuvent transformer des images de haute définition en des images qui perdent tout réalisme, par exemple lorsqu'une roue à rayons semble tourner à l'envers ou, comme cela est très fréquent dans les images de télévision de haute finesse, lorsqu'il se produit un repli vertical du spectre causé par un système de balayage sans filtrage préalable au seuil de Nyquist.

La gamme dynamique de l'image de télévision est limitée, par comparaison au film. Est-elle suffisante pour produire des images vraiment de haute qualité? Et, dans ce cas, qu'entend-on par haute qualité? Le système cinématographique qui offre la finesse d'image la plus élevée qui soit à l'heure actuelle est le format de 70 mm horizontal I-MAX, qui contient environ dix fois plus de détails d'image que le film standard de 35 mm. Mais, lorsqu'on regarde un de ces films sur un écran de 180 degrés, à une distance de moins de 40 pieds, la qualité de l'image laisse beaucoup à désirer.

De nos jours, le son haute fidélité approche ou surpasse l'acuité de l'ouïe. De la même façon, la "télévision haute définition" dépasse l'acuité de la vision humaine, mais uniquement lorsqu'on regarde l'image dans des conditions bien précises, à une distance où l'image ne remplit qu'une partie du champ visuel.

Il faut établir clairement les objectifs de la "télévision à haute définition". Constitue-t-elle un moyen coûteux de tourner des films? Est-ce une fenêtre sur le monde? Les images qu'elle présente sont-elles proches de la réalité? Ou est-ce tout simplement une autre télévision de meilleure qualité?

*Le texte final sera publié dans les Actes de la conférence.

LE CODAGE ET LE TRAITEMENT NUMÉRIQUE DE SIGNAUX DE TVHD

E. Dubois et B. Prasada

INRS - Télécommunications et Recherches Bell-Northern
 3, Place du Commerce
 Verdun (Québec) Canada H3E 1H6

Dans cette communication, les auteurs discutent de quelques questions de base du codage numérique et du traitement des signaux de haute définition (TVHD). Le codage numérique implique la représentation de la séquence d'image de TVHD en une séquence binaire dont le débit minimum possible est tel que l'on puisse maintenir le niveau souhaité de qualité. On peut réduire ce débit binaire par une simple modulation par impulsions codées (MIC) en exploitant la redondance statistique qui se trouve dans l'imagerie et en éliminant l'information que l'oeil ne perçoit pas. Ces deux genres de redondance sont plus importants dans l'imagerie de la haute définition que dans celle de la télévision standard, ce qui permet d'atteindre des rapports de compression plus élevés. Une question très importante dans le codage numérique des signaux de TVHD est la possibilité de sa compatibilité (à un certain niveau) avec les normes existantes de la télévision.

Dans la première partie de cette communication, les auteurs décrivent une méthode de codage compatible de deux façons avec la télévision ordinaire. Cette méthode est une variation de l'algorithme de codage de deux canaux étudié par le professeur W.F. Schreiber du MIT. Le signal de TVHD est divisé en deux canaux, les "basses" correspondant au signal de télévision standard et les "hautes" étant la différence entre le signal de TVHD initial et les basses. On a effectué une simulation de ce genre de méthode de codage sur l'imagerie de définition standard.

Dans la seconde partie, les auteurs décrivent une installation de simulation informatique mise au point à l'INRS - Télécommunications pour le traitement des signaux des composantes chromatiques de haute finesse et de haute définition. Ce système est une extension d'un dispositif existant de traitement vidéo appelé la mémoire de séquence vidéo numérique (MSV). Ils présentent également l'architecture et les possibilités de ce nouveau dispositif.

I. INTRODUCTION

Lorsqu'on parle de la télévision à haute définition (TVHD) on parle de systèmes de télévision qui offrent une plus grande finesse que les normes de transmission actuelle (NTSC, PAL, SECAM, que l'on appellera la télévision à définition standard TVDS dans le présent document), grâce à

Ces travaux bénéficient de la subvention de recherche thématique G0845 du CRSNG.

un plus grand nombre de lignes de balayage par unité de temps et par une plus grande largeur de bande horizontale. Ces systèmes offrent une image de meilleure qualité grâce, d'une part à une plus grande finesse et, d'autre part à la réduction de défauts de balayage (repli du spectre, visibilité des lignes de balayage et papillotement). Cependant, l'introduction massive de ces systèmes se heurte à de nombreux obstacles. Dans cette communication, nous discuterons de deux de ces obstacles, à savoir:

- (i) La capacité des canaux: Le système vidéo classique occupe une grande largeur de bande, par comparaison à d'autres signaux comme ceux de fréquence vocale. Un signal de haute définition nécessite en général une largeur de bande au moins quatre fois supérieure, ce qui rend très coûteuses les exigences dites de capacité de canaux. C'est la raison pour laquelle la réduction de la largeur de bande, ou toute méthode de codage numérique qui permet de résoudre ce problème, présente un grand intérêt.
- (ii) La compatibilité: Les récepteurs de TVDS représentent à l'heure actuelle un énorme investissement, de même que l'équipement de diffusion et les émissions elles-mêmes. Les nouvelles émissions créées selon la norme de haute définition devraient pouvoir être regardées en utilisant des récepteurs de télévision ordinaires et les émissions existantes devraient pouvoir être reçues par les récepteurs de TVHD sans qu'il y ait besoin d'utiliser de coûteux convertisseurs de normes.

Cette communication présente une méthode de codage pour la TVHD, méthode qui vise à minimiser la capacité de transmission nécessaire pour l'information additionnelle de haute finesse, tout en restant le plus simplement possible compatible avec la TVDS.

Le problème du codage de l'image implique la représentation d'une séquence d'image qui réduit au minimum la capacité du canal nécessaire pour la transmission à un niveau donné de qualité. On minimise le taux de cette séquence en utilisant autant de redondance statistique que possible dans la séquence de l'image et en éliminant l'information qui n'importe guère pour la vision humaine. Les caractéristiques visuelles humaines que l'on peut utiliser sont basées sur les observations suivantes:

- (i) les erreurs sont moins visibles dans les parties brillantes de l'image que dans les plages sombres.
- (ii) les erreurs sont moins visibles dans les zones de l'image où il se produit une forte activité que dans les plages de faible activité.

Une méthode efficace de codage qui tiendrait les caractéristiques ci-dessus en ligne de compte modifierait l'image de telle façon que toute erreur de codage serait aussi visible dans les plages lumineuses que sombres et dans les zones actives que tranquilles. On appellera une telle méthode un codage de visibilité avec un minimum de bruit (CVMB)[1].

II. UNE MÉTHODE DE CODAGE À DEUX CANAUX POUR LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

L'illustration 1 montre un schéma fonctionnel de la méthode de codage à deux canaux faisant l'objet du présent chapitre [1,2].

Schreiber et ses collègues [3] ont effectué des travaux préliminaires dans ce domaine. Les entrées vectorielles tridimensionnelles (des valeurs à triples stimulus par rapport à un ensemble de primaires) sont transformées en un espace chromatique uniforme par une fonction non linéaire basée sur les points. La correction gamma que l'on utilise pour compenser l'absence de linéarité du tube à rayons cathodiques (TRC) suffit en général. On fait passer ce signal dans un filtre passe-bas spatio-temporel, afin de générer une composante basse fréquence que l'on appellera les "basses". On enlève les basses de l'entrée pour obtenir la composante haute fréquence, c'est-à-dire les "hautes". Les basses passent alors par un dispositif de réduction de la fréquence d'échantillonnage spatio-temporelle, afin de créer un signal que l'on appellera les basses sous-échantillonnées, et qui est transmis directement. Les hautes sont quantifiées en bloc et transmises en parallèle. Au niveau du récepteur de télévision, les basses sont interpolées à la fréquence initiale d'échantillonnage spatio-temporelle, puis ajoutées aux hautes décodées, de manière à fournir le signal de sortie. On trouvera en [4] une description d'une méthode analogue proposée pour une imagerie de haute finesse d'image.

On peut exprimer les observations suivantes sur les caractéristiques de ce système:

- (i) Etant donné que les basses ont été limitées dans leur largeur de bande, on peut les échantillonner à une fréquence moins élevée. Cependant, étant donné qu'elles correspondent aux plages de faible activité de l'image, il faut reproduire l'amplitude avec précision. Les hautes nécessitent la pleine fréquence d'échantillonnage, mais on peut rendre l'amplitude avec moins de fidélité, étant donné que cette composante correspond aux plages actives de l'image. Conjointement à l'absence de linéarité de l'entrée, cela correspond aux exigences d'une méthode de CVMB pour la TVHD.
- (ii) On peut déterminer que la structure d'échantillonnage temporelle verticale des basses sera la même que celle de la TVDS. On peut donc transmettre uniquement ce signal aux récepteurs de TVDS, tout en conservant la compatibilité avec les normes existantes. D'autre part, il suffit de filtrer en passe-bas avant l'analyse selon les normes de la TVDS pour réduire le repli du spectre qui se manifeste dans le système actuel, ce qui améliore la qualité de réception pour les usagers du système standard.
- (iii) Pour qu'un récepteur de TVHD puisse recevoir des signaux de TVDS, il suffit de les reconstruire en réglant les composantes des hautes à zéro. L'interpolation à la fréquence de balayage

plus élevée réduit les défauts de balayage comme l'apparition de la structure des lignes et le papillotement, donnant une image de meilleure qualité que la TVDS.

- (iv) En réglant les hautes à zéro à l'émetteur et en utilisant un récepteur de TVHD, on réduit le repli du spectre et on améliore en même temps la reconstruction du signal, tout en utilisant le canal de TVDS. C'est la base de la proposition de plusieurs systèmes compatibles à définition améliorée [5-7].
- (v) L'algorithme de codage des hautes détermine catégoriquement le choix que l'on doit faire entre une plus grande netteté et l'augmentation de la capacité des canaux.

A. Formation des basses

On forme les basses en effectuant un filtrage passe-bas tridimensionnel du signal de TVHD, suivi d'une réduction de la fréquence d'échantillonnage spatio-temporelle pour la rendre conforme à la norme NTSC. Le filtre passe-bas a pour objet de limiter le repli du spectre qui se manifeste dans la réduction de la fréquence d'échantillonnage. La nature de ce filtre dépend de la norme de balayage du signal de TVHD, et donc du genre de conversion de la fréquence d'échantillonnage nécessaire. Le cas le plus simple se présente lorsque les échantillons des basses coïncident avec les échantillons existants du signal de TVHD. La réduction de la fréquence d'échantillonnage revient alors simplement à choisir les échantillons désirés pour le canal des basses. L'illustration 2 a représente un exemple d'une telle situation, où le signal de TVHD consiste en 525 lignes par trame et 120 trames à la seconde, avec un entrelacement de 2:1. L'illustration 2 b décrit une situation où les échantillons des basses ne coïncident pas avec ceux des hautes. Le signal de TVHD se compose alors de 525 lignes par trame, à 60 trames à la seconde, avec un entrelacement de 2:1. Dans ce cas, il faut utiliser un procédé d'interpolation pour que certains des échantillons se manifestent à la fréquence de la TVDS. La théorie de la décimation et l'interpolation qui a été bien mise au point pour les signaux unidimensionnels [8] peut être utilisée pour régler ce problème. Ce deuxième cas se rapproche des normes de balayage proposées pour les systèmes de TVHD [9].

B. Codage des hautes

La technique la plus simple pour coder les hautes consiste à quantifier grossièrement chaque échantillon. On peut alors les coder avec beaucoup moins de bits par échantillon que les basses. Pour réduire certains des défauts de la quantification grossière, on peut utiliser les techniques de quantification pseudo-aléatoire et adaptative.

Quantification pseudo-aléatoire

La quantification déterministe à seulement quelques niveaux introduit un défaut qui s'appelle la "silhouette". La transition d'un niveau

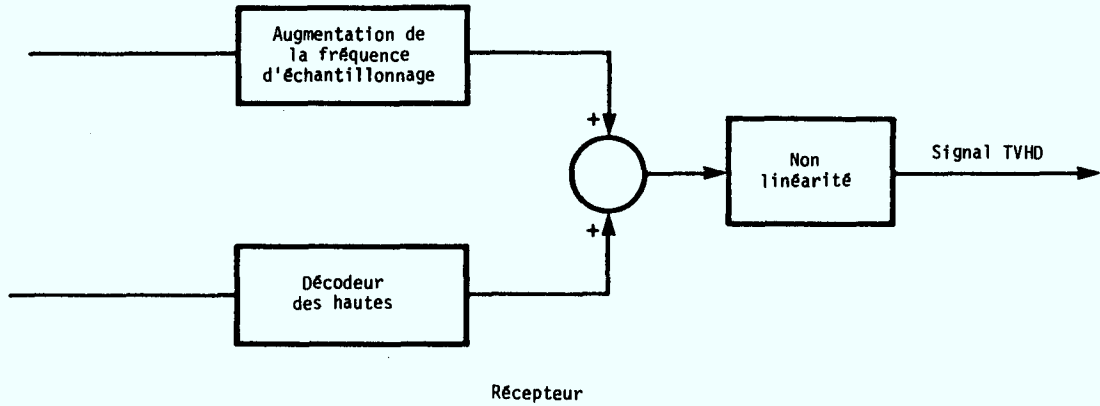
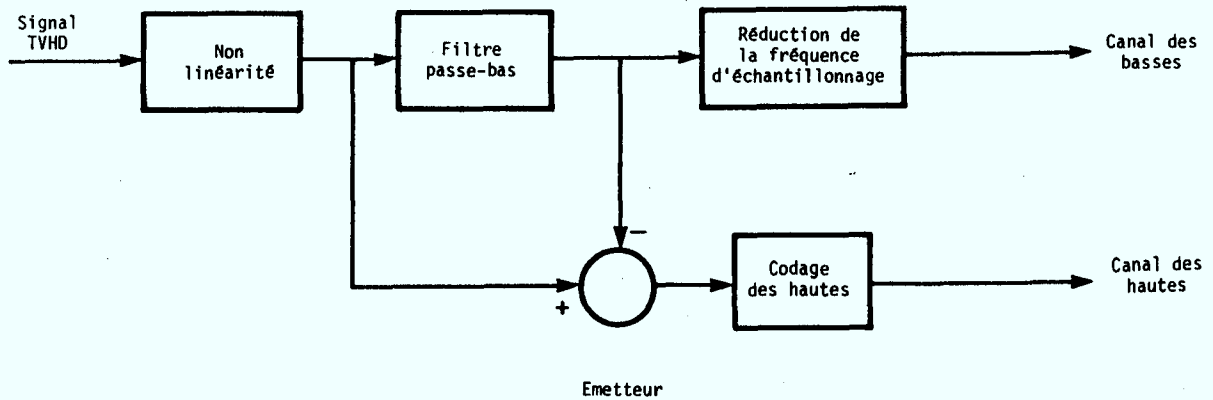
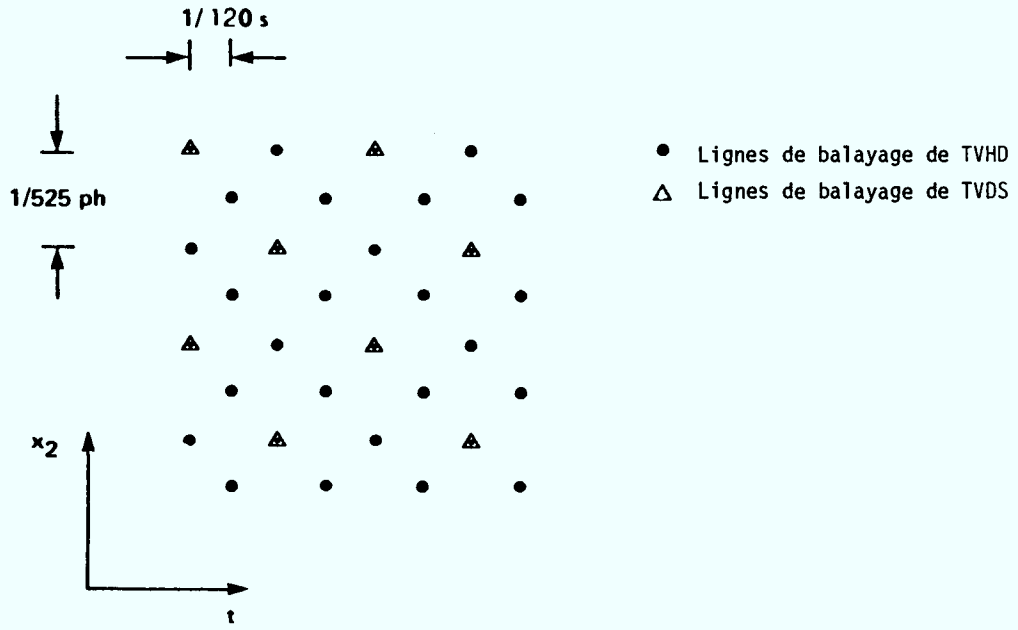


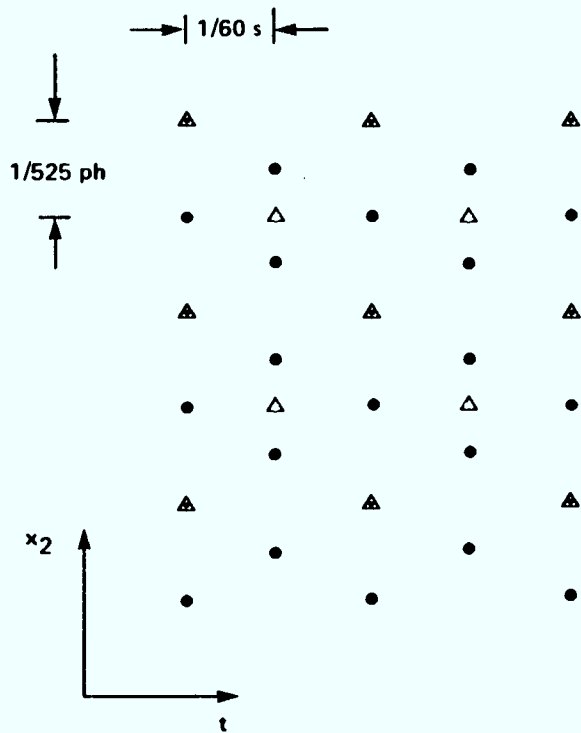
Illustration 1

Système de codage à deux canaux

à un autre se manifeste le long des contours de l'image. Ce défaut est très visible. On peut éliminer les silhouettes en conférant une valeur aléatoire au quantificateur, supprimant ainsi les silhouettes mais faisant apparaître un bruit aléatoire moins visible. On peut parvenir à ce résultat en ajoutant un bruit pseudo-aléatoire au signal avant la quantification uniforme, puis en retranchant ce même bruit au niveau du récepteur de télévision [10]. S'il faut utiliser pour cela un quantificateur compresseur-expandeur non uniforme, la compression doit s'effectuer avant l'addition du bruit pseudo-aléatoire et l'expansion après la soustraction du bruit [1,2]. C'est ce que représente l'illustration 3.



2a)



2b)

Illustration 2

Modèles de balayage de TVHD et de TVDS

- a) les lignes de la TVDS coïncident avec celles de la TVHD
- b) les lignes de la TVDS ne coïncident pas avec celles de la TVHD

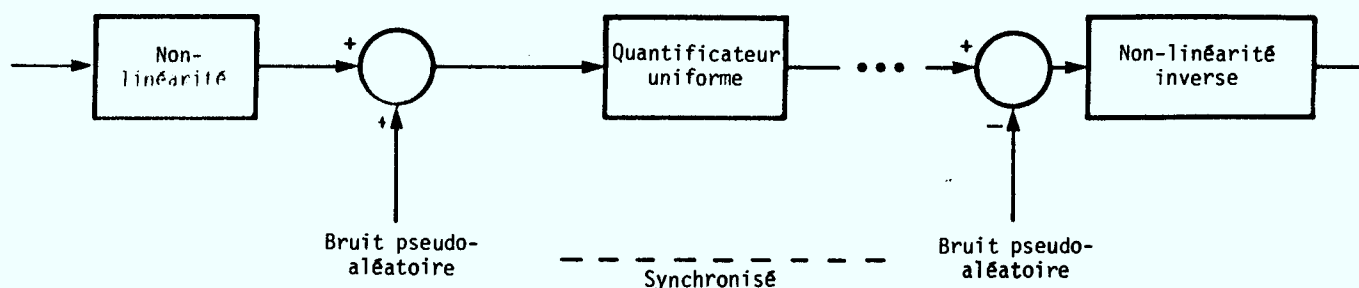


Illustration 3

Quantification pseudo-aléatoire

Quantification adaptative

On peut améliorer considérablement le rendement du quantificateur des hautes en adaptant la taille de ses étapes à l'activité locale. La meilleure façon d'y parvenir consiste à mesurer l'amplitude des hautes dans certaines zones et d'utiliser cette valeur pour régler l'ampleur des étapes du quantificateur. Il faut également envoyer l'information appropriée, à titre secondaire, au récepteur de télévision. Dans cette adaptation, on peut tenir compte des caractéristiques du masque spatial de l'observateur [11].

La quantification en bloc peut offrir certains avantages dans le codage de la composante des hautes. Il n'y a alors pas besoin de représenter les modèles qui ne se manifestent que peu fréquemment ou sont subjectivement peu importants, ce qui réduit la quantité d'informations qu'il faut transmettre pour les hautes [12].

Même si l'on a déjà effectué beaucoup de travaux pour préciser les paramètres des systèmes de TVDS à deux canaux, il reste encore beaucoup de recherches à faire pour déterminer ces paramètres pour la TVHD.

III. UN DISPOSITIF DE SIMULATION PAR ORDINATEUR POUR LE TRAITEMENT DES SIGNAUX DE TÉLÉVISION DE HAUTE FINESSE

Le niveau élevé d'échantillonnage nécessaire pour numériser les signaux de télévision de haute définition signifie que le matériel requis pour mettre en oeuvre les algorithmes de codage et de traitement numérique seront très complexes. Autrement dit, cela peut beaucoup retarder la mise à l'essai de ces algorithmes. La simulation par ordinateur permet de vérifier rapidement divers algorithmes de traitement et de codage sans avoir besoin de mettre au point d'autre matériel que celui de la simulation. On trouvera dans le présent chapitre une description de l'installation de simulation informatique mise au point par le secteur des télécommunications de l'INRS, dans le but d'étudier le codage et le traitement de la télévision à haute finesse et à haute définition. Ce

Le système est une version améliorée d'un système existant de la télévision NTSC composite appelée la mémoire de séquence vidéo numérique (MSV) [13]. Elle se compose d'un matériel spécialement mis au point, contrôlé par un ordinateur principal VAX 11/780.

A. Possibilités

Le nouveau système (appelé SVHD) est conçu pour saisir et afficher en temps réel:

- (i) le signal vidéo composite NTSC;
- (ii) la composante RVB ou YC_1C_2 sur 525 lignes¹;
- (iii) la composante Y ou YC_1C_2 sur 1050 lignes².

Les données numériques sont directement enregistrées sur des disques compatibles avec l'ordinateur, et l'on peut ensuite y avoir accès aux fins d'un traitement informatique en différé. L'imagerie traitée est enregistrée sur ces mêmes disques pour une visualisation en temps réel. Le rôle principal du matériel de saisie et de visualisation des données consiste à multiplexer et à tamponner les données vidéo numériques à des fréquences d'échantillonnage pouvant aller jusqu'à 45-60 MHz, de façon à pouvoir les enregistrer sur des disques informatiques à raison d'un taux de transfert de 0,82 Moctets/s.

Le système peut enregistrer et afficher à la fréquence de trame, soit une seule image complète soit une séquence de sous-images. La taille de la sous-image (ou fenêtre) est déterminée par le nombre de disques que l'on utilise ainsi que par la fréquence de transfert des disques. On peut afficher une séquence d'une durée prédéterminée, soit répétitivement soit en mode "palindromique". Dans ce dernier cas, une séquence auxiliaire arbitraire d'une séquence enregistrée s'affiche alternativement dans le sens normal de défilement, puis à reculons. Cela permet d'afficher la séquence sans discontinuité à sa fin, ce qui donne l'illusion d'un mouvement continu. Le système comporte également un commutateur "sans bruit aléatoire", entre les différentes séquences qui apparaissent à l'écran (c'est-à-dire qu'elles sont affichées sans effet transitoire visible), aux fins d'une comparaison subjective.

B. Système

L'illustration 4 représente un schéma fonctionnel du système, avec ses principales connexions. La vidéo analogique passe dans la mémoire

1. C_1 et C_2 sont n'importe quelle paire de composantes appropriées de chrominance, comme R - Y et B - Y.
2. La fréquence de ligne exacte n'a pas été choisie, mais celle-ci est très compatible avec celle de la norme NTSC.

vidéo et en sort au moyen d'un contrôleur vidéo. Ce dispositif, qui est commandé par l'ordinateur principal, offre entre autres les fonctions suivantes:

- (i) la conversion du signal vidéo d'entrée, du système analogique au système numérique;
- (ii) la conversion du signal vidéo de sortie, du système numérique au système analogique;
- (iii) le contrôle du mode d'exploitation du système (sous la commande de l'ordinateur principal);
- (iv) les transformations des formats vidéo (par exemple $RVB \leftrightarrow YC_1C_2$);
- (v) le multiplexage des données en un format compatible avec la mémoire vidéo.

La mémoire vidéo se compose de quatre unités de mémoires vidéo (UMV) fonctionnant en parallèle. Chaque UMV offre la structure illustrée à l'illustration 5. Elle se compose d'un chargeur de disques amovibles³, doté d'un contrôleur de disque particulier, d'une mémoire-tampon de 1 Moctets à semi-conducteurs et des interfaces appropriées. On peut transférer les données à un taux maximum de 15 Moctet/s entre la mémoire-tampon à semi-conducteurs et le contrôleur vidéo. Elles passent du disque à la mémoire tampon au taux plus bas de 0,82 Moctets/s. Il faut un contrôleur spécial pour lire/écrire les données au bon endroit sur le disque. Ainsi, on arrive à un rendement maximum de $4 \times 0,82 \approx 3,25$ Moctets/s pour le système. Si la fréquence d'échantillonnage effective est de F_s Moctets/s, on ne peut emmagasiner sur les disques qu'une fraction de $3,25/F_s$ de l'image, ce qui détermine la taille de la "fenêtre". Les données vidéo peuvent également être transférées à un taux moindre entre la mémoire-tampon et l'ordinateur principal.

Les illustrations 6-8 indiquent la configuration du système respectivement pour la norme NTSC, YC_1C_2 à 525 lignes et pour YC_1C_2 en haute définition. Les paramètres critiques de ces configurations sont donnés au tableau 1. Pour l'exploitation selon la norme NTSC, on cycle simplement les données entre les quatre UMV. Pour une fréquence d'échantillonnage de $4f_{sc} = 14,3$ MHz, cela donne une fenêtre d'environ $1/3,7$ de l'image active. Dans le mode YC_1C_2 de haute définition à 525 lignes, l'entrée RVB est échantillonnée à 13,5 MHz, quantifiée linéairement avec un octet et transformée en YC_1C_2 par une matrice. Les signaux de chrominance C_1 et C_2 passent ensuite dans un filtre basse-bas, avant d'être sous-échantillonnés à 6,75 MHz. On utilise deux UMV pour grader en mémoire le canal de luminance, tandis que les deux autres UMV reçoivent les deux signaux de chrominance. Cela donne une fenêtre d'environ $1/7$ de la superficie de l'image active. C'est la taille de fenêtre que l'on obtient avec le système actuel à deux UMV pour l'exploitation de la vidéo NTSC à l'INRS/RBN.

3. Chargeur CDC 9762-1 à mémoire modulaire de 80 Moctets.

Pour une exploitation en haute définition, on sous-échantillonne encore une fois la chrominance verticale à raison de 2:1, de façon à ne mettre en mémoire qu'une seule composante de chrominance par ligne. On utilise ensuite trois UMV pour mettre la luminance en mémoire, et la quatrième pour la chrominance. Dans ce mode d'exploitation, la taille de la fenêtre correspond à environ 1/12,5 de la surface totale de l'écran. L'illustration 9 représente la taille de la fenêtre pour divers modes d'exploitation. Il faut souligner que le système peut enregistrer et reproduire des images entières pour des applications à une seule image.

IV. CONCLUSION

Dans cette communication, nous avons présenté une méthode possible de codage de TVHD compatible. Afin d'en déterminer les paramètres d'exploitation ainsi que d'autres algorithmes de codage, il faudra effectuer beaucoup d'autres essais. C'est pour cette raison que l'on construit une installation de simulation informatique polyvalente destinée à traiter et coder la télévision à haute finesse et à haute définition.

REMERCIEMENTS

La conception du SVHD a été effectuée par M. Raymond Paquin, de INRS-Télécommunications. L'assistance de M. Georges Mony, des RBN, s'est avérée d'une importance primordiale dans la planification initiale de ce projet. Les auteurs désirent également remercier M. Shaker Sabri de ses commentaires sur le manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) D.E. Troxel et ses collègues, "A Two-channel picture coding system: I-Real-Time implementation", IEEE Trans. Commun, vol. COM-29, pp. 1841-1848, déc. 1981.
- (2) W.F. Schreiber et R.R. Buckley, "A two-channel picture coding system: II-Adaptive companding and color coding", IEEE Trans. Commun, vol. COM-29, pp. 1849-58, déc. 1981.
- (3) W.F. Schreiber, "Synthetic highs, an experimental TV bandwidth reduction system", J. Soc. Motion Picture and TV Engrs., vol. 68, pp. 525-537, août 1959.
- (4) H. Amor, "Compatible transmission of high resolution pictures", Symposium de 1981 sur le codage des images, Montréal, 3-5 juin, 1981, pp. 42-43.
- (5) K. Lucas et M.D. Windram, "Direct television broadcasts by satellite: desirability of a new transmission standard," IBA Experimental and Development Report 116/81, sept. 1981.
- (6) C.P. Sandbank et M.E.B. Moffat, "High-definition television and compatibility with existing standards", in Tomorrow's Television, Scarsdale: SMPTE, pp. 170-185, 1982.

- (7) B. Wendland, "High definition television studies on a compatible basis with present standards", in Television Technology in the 80's, Scarsdale: SMPTE, pp. 151-165, 1981.
- (8) R.E. Crochiere et L.R. Rabiner, "Interpolation and decimation of digital signals-a tutorial review", Proc. IEEE, vol. 69, pp. 300-331, mars 1981.
- (9) D.G. Fink, "The future of high-definition television: report of the SMPTE study group on high-definition television", SMPTE Journal, vol. 89, pp. 89-94, fév. 1980.
- (10) L. Roberts, "Picture coding using pseudo-random noise", IRE Trans. Inform. Theory, vol. IT-8, pp. 145-154, fév. 1962.
- (11) A.N. Netravali et B. Prasada, "Adaptive quantization of picture signals using spatial masking", Proc. IEEE, vol. 65, pp. 536-548, avril 1977.
- (12) T.W. Goedel et S.C. Bass, "A two-dimensional quantizer for coding of digital imagery", IEEE Trans. on Commun., vol. COM-29, pp. 60-67, janv. 1981.
- (13) R. Johnston, J. Mastronardi et G. Mony, "A digital television sequence store", IEEE Trans. Commun., vol. COM-26, pp. 594-600, mai 1978.

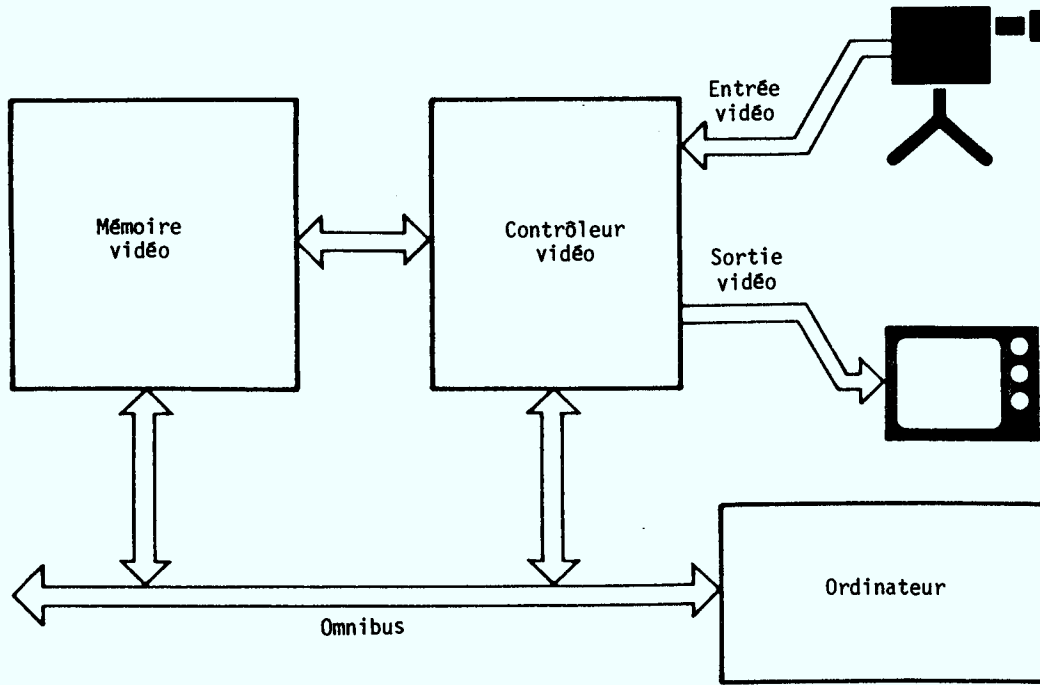


Illustration 4
Système SVHD

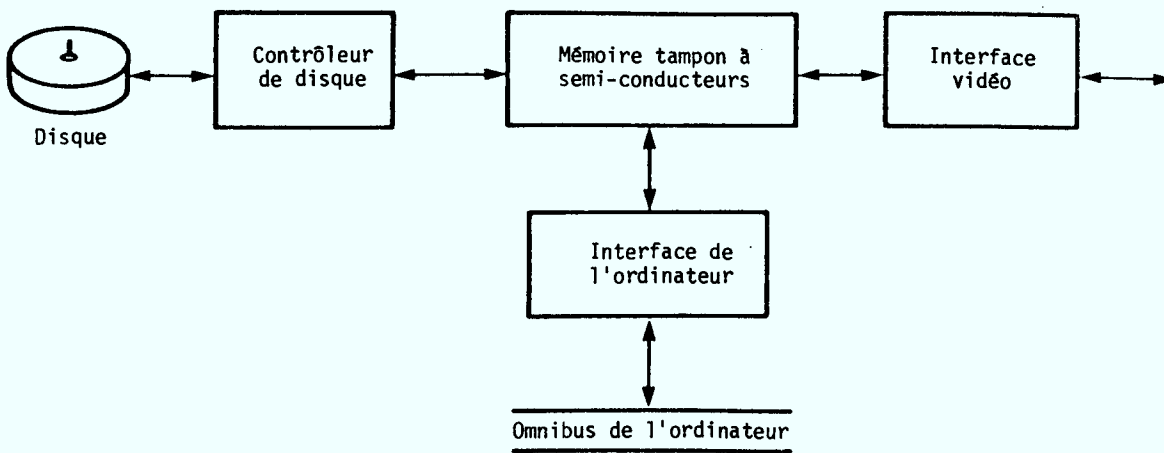


Illustration 5
Unité de mémoire vidéo (UMV)

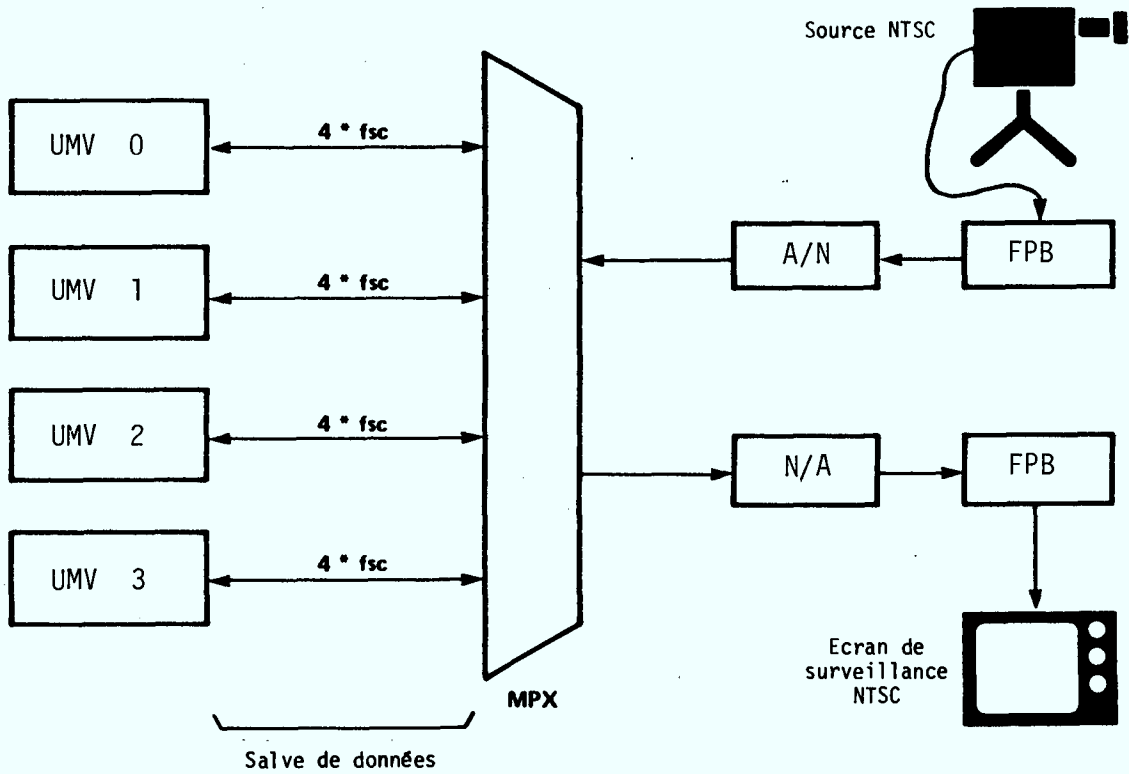


Illustration 6

Configuration de la SVHD pour la NTSC composite

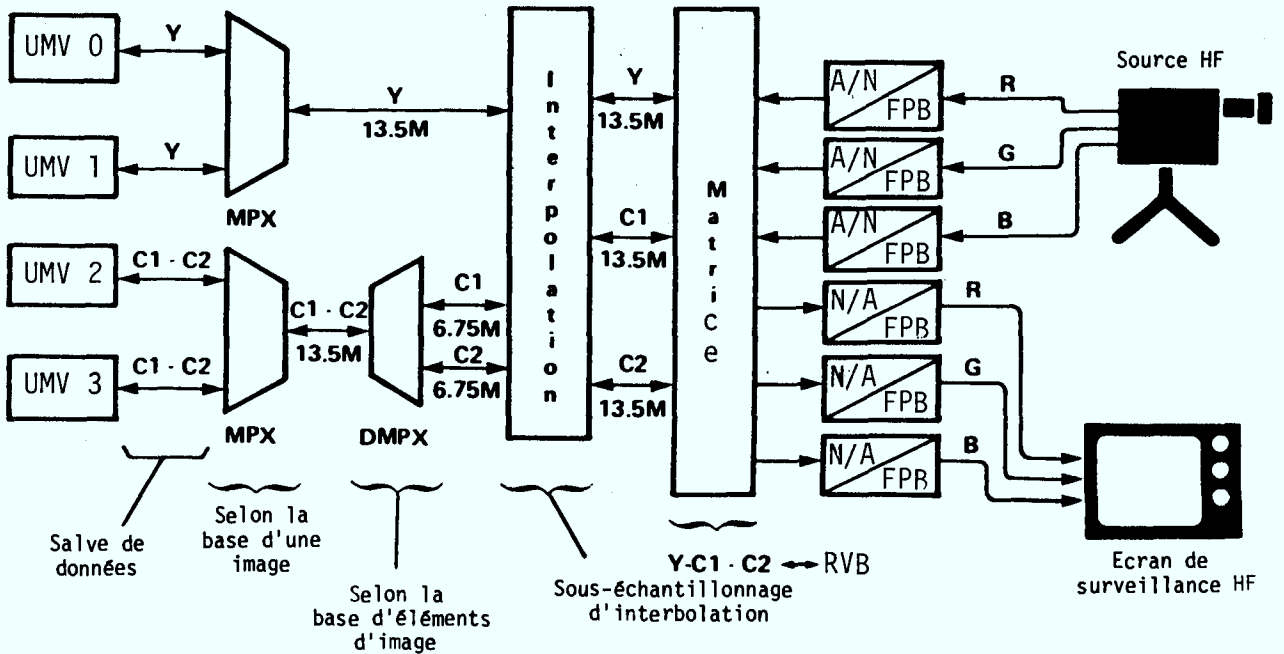


Illustration 7

Configuration de la SVHD pour les composantes de la haute finesse (HF) à 525 lignes

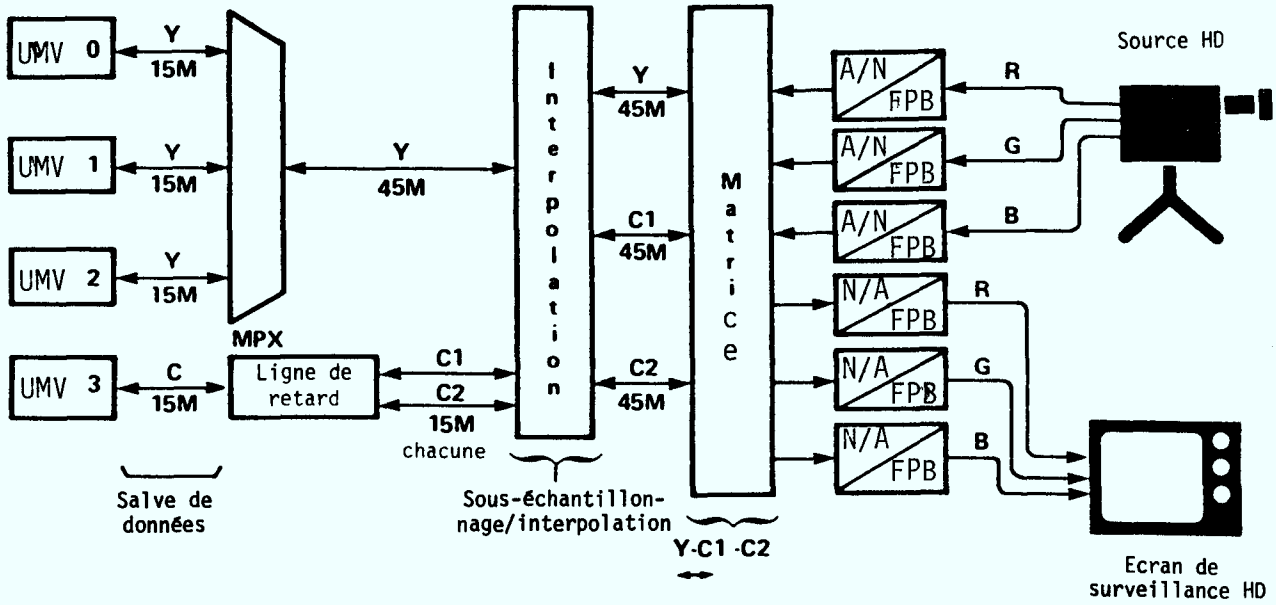


Illustration 8

Configuration de la SVHD pour la haute définition

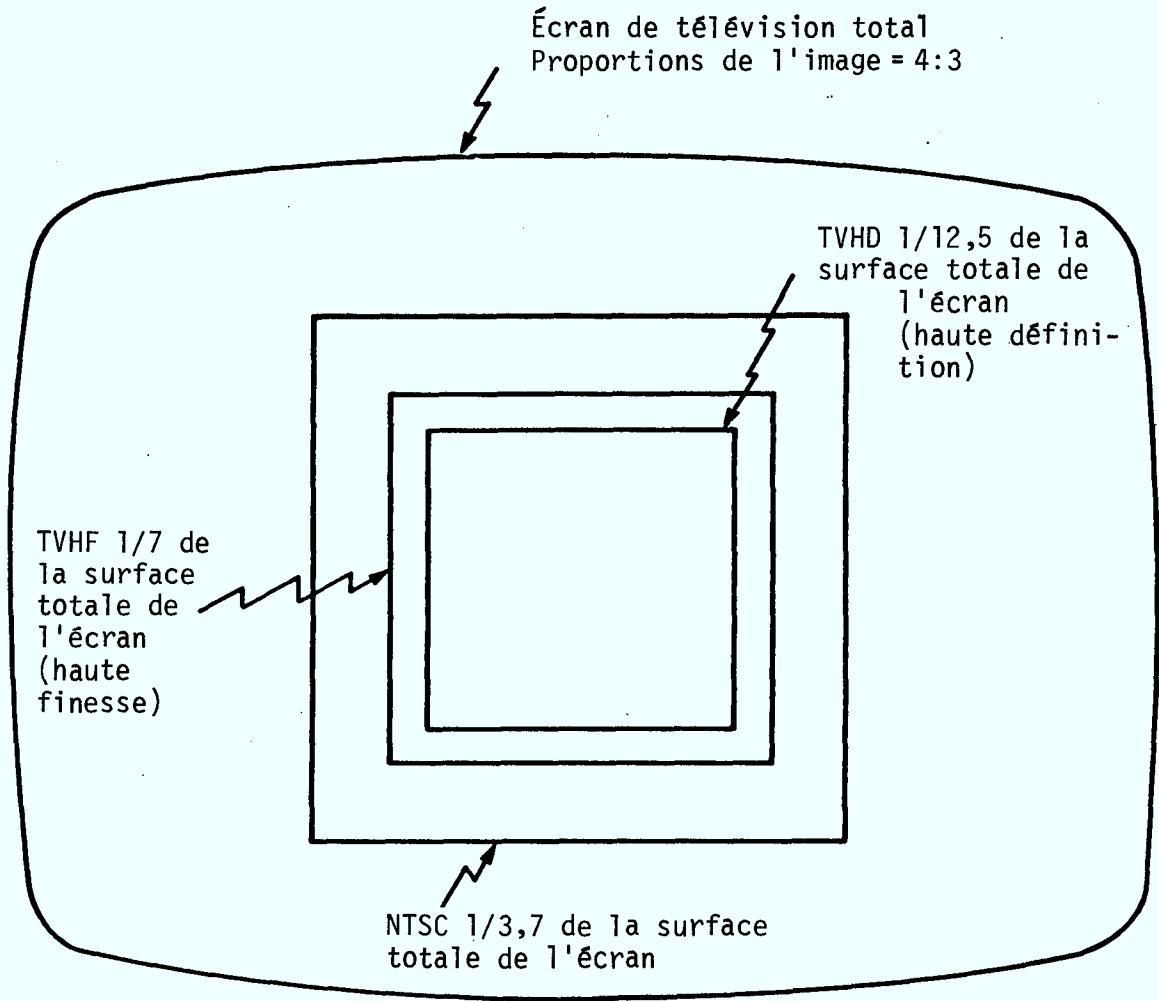


Illustration 9

La taille des fenêtres selon divers modes d'exploitation

| | NTSC Composite | Y-C1-C2 Haute finesse | Y-C1-C2 Haute définition |
|--|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Lignes par image | 525 | 525 | -1050 |
| Fréquence d'échantillonnage | 14,3 MHz ($4f_{SC}$) | 13,5 MHz | -45 MHz |
| Taille de la fenêtre | 1/3,7 | 1/7 | 1/12,5 |
| Sous-échantillonnage de chrominance (luminance) Hor Ver | - - | 2:1 néant | 3:1 2:1 |

Tableau 1

Paramètres des divers modes d'exploitation de la SVHD

LA CONCEPTION DE SYSTÈMES DE TÉLÉVISION À HAUTE FIDÉLITÉ

R.M. Jackson et S.L. Tan

Philips Research Laboratories, Royaume-Uni et Pays-Bas

Il est très attirant de penser à l'idée de réaliser une image de télévision de vraiment haute qualité qui supporterait la comparaison au moins avec un film de 35 mm au point de vue qualité visuelle et qui aurait un pouvoir d'évocation comparable à celui d'une représentation cinématographique sur grand écran. Cela représente non seulement un grand défi technique, mais, ce qu'il y a de plus important encore, c'est que cela ouvre de nouveaux horizons artistiques aux réalisateurs, promet un plus grand plaisir aux téléspectateurs et découvre de nouveaux marchés pour l'industrie de la télévision.

LES OPTIONS DE BASE

La réalisation d'un tel système dans un proche avenir est-elle une considération pratique? En fait, jusqu'à quel niveau technique devons-nous aller pour atteindre un résultat visuel utile? Dans une communication précédente (1), les auteurs ont décrit une approche fondamentale à ces questions, qui se résume de la manière suivante:

1. On peut démontrer que les systèmes actuels de télévision sont sous-utilisés, en ce sens que les signaux contiennent davantage d'information que l'on n'en voit à l'écran et que l'on se trouve en présence d'effets parasites qui gâchent le plaisir de regarder la télévision. Nous pouvons démontrer que l'on peut nettement améliorer la situation, et nous considérons qu'il est essentiel d'envisager avant tout l'obtention d'un rendement maximal à l'intérieur des normes existantes. C'est ce que nous appelons la haute fidélité Zéro, parce qu'elle commence avec le signal dont nous disposons à l'heure actuelle et qu'elle n'implique aucun changement dans le système.
2. A l'autre extrémité de l'échelle, on peut envisager un système de télévision complètement nouveau, conçu spécifiquement pour de grands écrans offrant un grand angle de vision. Un système de ce genre devrait avoir une finesse appropriée, être exempt des "éléments visuels irritants" et il devrait être en outre accompagné d'un son de haute qualité. Cela devrait être une télévision haute fidélité et pas seulement à haute définition. C'est ce que nous appelons l'"expérience du visionnement amélioré", étant donné qu'il constitue un pas en avant, du point de vue du téléspectateur, aussi subjectivement important que, disons, le passage de la télévision monochrome à la télévision en couleur.
3. L'introduction d'une norme pour une télévision vraiment de haute fidélité sera sans doute longue et coûteuse. Les résultats doivent durer pendant au moins quelques décennies. Nous sommes donc en faveur d'une politique qui permettrait de passer du système actuel au nouveau système,

d'une manière qui tienne compte, dans son ensemble, des facteurs techniques, économiques et stratégiques. C'est ce que nous appelons le principe de l'"évolution compatible".

Nous avons déjà traité de ces idées d'une façon plutôt générale. Dans la présente communication, nous présentons des informations plus particulières sur la façon dont nous pensons que les diverses options sont reliées les unes aux autres et sur les travaux que nous effectuons pour éclaircir cette question. Nous nous concentrerons sur les possibilités du système. Une communication connexe, de Freeman et ses collègues (2), traite de nos travaux relatifs à l'équipement avancé utilisé dans l'Expérience du visionnement amélioré.

VERS UNE ÉVOLUTION COMPATIBLE

L'illustration représente le cadre de travail au sein duquel nous effectuons nos expériences actuelles. Le haut du schéma a) représente un système conforme à la voie de transmission standard (PAL) existante. Ce système aura des dispositifs de lecture et de reproduction améliorés et comprendra un traitement de signal très évolué. A ce niveau, nous pouvons dire qu'il existe déjà des caméras de 625 lignes qui possèdent des capacités dépassant les limites de la norme PAL et qu'il est possible, en principe, d'obtenir de meilleures images à l'écran. Nous insistons ici sur le traitement du signal qu'il faudrait effectuer pour produire la qualité requise à un coût acceptable.

Par contre, la partie du bas b) représente un système qui constitue un "bon quantique" en avant, au point de vue de l'amélioration du rendement. A cet égard, le matériel qui capte l'image et le reproduit à l'écran représente le plus grand problème. La conception d'un grand écran de haute finesse est particulièrement critique. En théorie, les médias d'information pourraient distribuer directement des signaux de ce genre, par exemple, par le câble ou les fibres optiques, ou par l'allocation de nouveaux canaux. Cependant, les exigences sont telles (voir ci-dessous) qu'à moins de comprimer la largeur de bande, il faudrait une bande passante d'environ 25 MHz. Cela est inacceptable pour quelque moyen de transmission que ce soit et tout à fait impossible dans le cadre des allocations actuelles des canaux, jusqu'à 12 GHz.

Une des hypothèses que nous avons prises pour planifier nos travaux en ce domaine est que l'on pourra, d'ici quelque temps, doter à la fois le studio et le récepteur de télévision grand public d'une ou de plusieurs mémoires de trames complètes. Cela implique que l'on pourra relier les deux types de système en décodant les signaux d'une norme à l'autre.

En principe, on peut effectuer plus ou moins une telle conversion de code quelles que soient les normes que l'on utilise actuellement. Cependant, en pratique, il y aura tout à gagner à n'avoir que de simples relations entre les deux. Par exemple, si l'on utilise la relation simple de 2:1 que représente l'illustration 1, on peut convertir les codes à l'aide soit de mémoire de lignes, soit de mémoire de trames. Pour les images

fixes, la meilleure base de conversion est probablement un transcodeur de mémoire d'images. Cependant, dans les zones de mouvement, on peut obtenir une image plus précise grâce à une adaptation à la conversion ligne-mémoire, étant donné que l'interpolation entre les lignes adjacentes de la même trame utilise des échantillons d'image qui sont plus près les uns des autres dans le temps.

Le fait de convertir une image de 1 249 lignes en une image de 625 lignes ne résoud pas, en soi-même, le problème de la nécessité d'une plus grande largeur de bande. Cependant, une des solutions qui s'offrent consiste à n'utiliser que deux canaux standard pour transmettre l'information (centre du schéma). Dans les sections suivantes de la présente communication, nous considérerons d'abord les possibilités d'amélioration de l'image dans la télévision standard, deuxièmement les exigences de l'expérience de visionnement amélioré et, enfin, certaines options disponibles basées sur l'utilisation de deux canaux. Dans la conclusion, le lecteur trouvera les critères généraux sur lesquels nous pensons qu'il faudrait baser toute action future.

AMÉLIORATION DES NORMES ACTUELLES

Nous identifions trois genres de défauts inhérents aux images produites selon les normes actuelles:

- 1) Les défauts causés par le fait que les signaux de luminance et de chrominance se partagent la bande de fréquence.

Cela comprend la diaphotie de chrominance et de luminance. C'est également l'une des causes principales de la perte de la finesse des détails, étant donné que l'on filtre habituellement le signal de chrominance dans un filtre passe-bas pour réduire ces effets.

- 2) Les défauts dus à la propagation et à la réception des signaux.

Cela comprend les défauts de bruit et les échos.

- 3) Les défauts provenant du mode de balayage.

Cela comprend la perte de la finesse verticale (facteur de Kell), les effets du repli vertical du spectre, le papillotement dû à l'entrelacement et le papillotement sur grande surface.

Séparation de la luminance et de la chrominance

Nous avons effectué beaucoup de travaux sur l'utilisation de filtres à peigne pour séparer les signaux de luminance et de chrominance. Les résultats indiquent que, lorsqu'on utilise des filtres à peigne assurant un ou plusieurs retards de trames, on peut obtenir une bonne reproduction des images fixes. Cependant, on ne peut pas éliminer de cette façon la

diaphotie chromatique causée par les effets de mouvement. Une stratégie possible consiste à utiliser une méthode adaptée au mouvement, de sorte que le décodeur fasse passer le signal dans un filtre coupe-bande à certains niveaux de mouvement. Cependant, nos travaux indiquent également qu'un filtre à peigne dans le codeur peut enrayer une certaine diaphotie grossière de chrominance (D.W. Parker (3)). L'emploi d'un peigne (retard de ligne) dans le codeur, conjointement à un peigne de retard de trame au récepteur, semble constituer une solution optimale. Mais pour obtenir les meilleurs résultats, le filtre du codeur ne devrait entrer en action que lorsqu'il se produit des mouvements dans l'image. De cette façon, les images fixes peuvent apparaître à l'écran sans diaphotie de chrominance et l'on peut, malgré tout, conserver toutes les capacités de finesse verticale et horizontale du système.

Réduction du bruit et de l'écho

On connaît très bien les principes de la réduction du bruit dans le signal de télévision (J. Drewery et ses collègues (4)). La seule observation que nous faisons à ce sujet est que le récepteur de télévision est théoriquement le meilleur endroit où le bruit devrait être réduit, étant donné que c'est le dernier chaînon de l'ensemble du système.

On a démontré que l'on peut efficacement réduire les défauts de voies multiples (écho) dans les signaux de télétexte. On poursuit à l'heure actuelle activement des études visant à réduire les défauts des signaux vidéo.

Suppression du papillotement, du sautellement et du repli du spectre

Les effets les plus ennuyeux qui proviennent de l'utilisation universelle du balayage entrelacé à des fréquences de trame proches de celle du secteur électrique local sont probablement le papillotement sur grande surface et celui dû à l'entrelacement. Nos laboratoires ont effectué des expériences sur l'utilisation de mémoires d'images pour résoudre ces problèmes.

Le récepteur expérimental décrit par Kraus (5) utilise deux trames de mémoire. Les signaux de luminance et de chrominance sont entrés à 50 Hz et sortent à 100 Hz au récepteur. Si A est la première trame d'une image et B la seconde, le système les affiche dans l'ordre AA, BB, dans la période normale d'image de 40 ms. Dans un système de ce genre, il faut un dispositif de décalage vertical de la plage balayée pour que les lignes se trouvent au bon endroit sur l'écran. Les expériences faites avec ce système démontrent que l'on peut obtenir une excellente réduction du papillotement sur grande surface sans trop altérer la représentation des mouvements.

La séquence AA, BB ne supprime pas le papillotement entre les lignes. Nous avons également effectué des expériences avec la séquence AB, AB, qui double en fait la fréquence entre les lignes, et nous avons pu réduire considérablement ce défaut. Cependant, cette séquence a pour effet de

produire des saccades dans les scènes en mouvement. Il faudra effectuer d'autres travaux dans ce domaine du traitement du signal. Il est possible qu'une commutation adaptée au mouvement et effectuée entre les séquences s'avère efficace.

Enfin, il y a le défaut du repli du spectre qui se manifeste dans les lignes et celui de l'effet du facteur de Kell. C'est un domaine où bien des chercheurs croient que l'on peut arriver à des améliorations, mais les travaux n'en sont encore qu'à leurs débuts (B. Wendland (6), G. Tong (7)). Nous étudions également ces possibilités. Le principe de l'évolution compatible vient en aide à l'introduction d'améliorations de ce genre. On peut filtrer les signaux émis selon la norme de 1 249 lignes dans le cadre du processus de conversion de normes, de façon que le signal compatible présente des composantes moins voyantes du repli du spectre.

En résumé, nos expériences démontrent que l'on peut parvenir à de nombreuses améliorations dans le cadre des signaux de télévision codés de la façon habituelle.

L'EXPÉRIENCE DU VISIONNEMENT AMÉLIORÉ

Les mesures décrites ci-dessus améliorent les images de la télévision standard en réduisant l'impression que l'image est "très occupée" et en augmentant sa finesse. Cependant, même si l'on réussissait à décoder parfaitement les signaux PAL, on ne pourrait s'attendre à ce que l'image contienne plus de 300 000 éléments (pixels). Par contraste, nous avons soutenu (1) que le grand objectif de l'expérience de visionnement amélioré devrait avoir pour cible une image d'environ un mètre carré de surface, à l'intérieur de laquelle l'oeil humain moyen pourrait résoudre environ 1 M d'éléments dans des conditions optimales. Par conséquent, il semble qu'il faudrait au moins tripler la capacité de finesse en plus de fournir une image "tranquille" et agréable à l'oeil.

Nous désirons souligner le fait que, à ce stade, on ne peut pas être dogmatique sur les critères optimums de l'image à l'écran. On n'en connaît tout simplement pas encore assez sur les rapports qui existent entre la résolution, l'angle de vision, le degré de papillotement, etc. Cependant, autant nous sommes certains qu'il est bon de pousser au maximum toutes les capacités du système existant, autant nous sommes convaincus que la prochaine étape au-delà du PAL devrait représenter un véritable bond en avant. Etant donné que le nouveau système devrait encore exister au début du 21^e siècle, nous devrions viser les plus hautes caractéristiques possibles.

Comme l'indique l'illustration 1, nos expériences actuelles sont basées sur les signaux émis selon la norme de 1 249 lignes, avec une fréquence de trame de 50 Hz et un entrelacement de 2:1. La largeur de bande source est donc de 25 MHz. Quel que soit le mode de transmission, il est souhaitable de convertir la largeur de bande, et c'est la raison pour laquelle nous croyons qu'il faut s'efforcer de traiter le signal pour réduire la largeur de bande.

La solution idéale serait, bien entendu, de comprimer les signaux dans un seul canal existant. S'il faut transmettre toute l'information de chaque élément de l'image en 40 ms, comme à l'heure actuelle, la vitesse de transmission devrait donc dépasser le critère de Nyquist pour un canal (8 MHz). Ainsi, les systèmes de codage doivent profiter soit de la redondance de l'information spatiale dans l'image, soit de la redondance dans le domaine temporel.

En supposant que l'on ne puisse pas comprimer le signal dans un seul canal, alors, comme nous l'avons déjà mentionné, une seconde possibilité consisterait à utiliser deux canaux standard pour un seul programme de télévision haute fidélité. Cela est particulièrement attrayant si au moins un des deux canaux transmet un signal totalement compatible que l'on pourrait recevoir sur tous les appareils standard de télévision. Une telle solution présente plusieurs possibilités.

OPTIONS DE DEUX CANAUX COMPATIBLES

Une fois le signal de 1 249 lignes converti en un signal de 625 lignes, il y a trois façons de séparer l'information en deux canaux:

1. La séparation spatiale de l'information;
2. La séparation temporelle;
3. La séparation spectrale.

Séparation spatiale

L'illustration 2 représente une méthode de séparation spatiale que nous avons essayée dans nos laboratoires. Cette méthode a l'avantage de permettre un changement des proportions de l'image entre un système dit compatible et un système de haute fidélité. Un canal transmet le signal usuel d'une proportion d'image de 4:3. Le deuxième transmet toutes les informations qui ont trait aux additions nécessaires pour la projection sur grand écran. Dans l'expérience, on a reçu l'image par l'entremise de deux émetteurs distincts, les deux versions étant mises en mémoire. La moitié gauche de l'image a ensuite été jointe à la moitié droite. On a pu vérifier que cette jonction se faisait de manière satisfaisante et invisible.

Séparation temporelle

En principe, il est possible d'utiliser plusieurs méthodes de séparation temporelle. L'une d'elle consiste à séparer les deux trames du signal de 1 249 lignes. A partir de cela, on peut générer deux signaux de 625 lignes, que l'on regroupe ensuite dans le récepteur de haute fidélité. Chaque signal n'occupe qu'une largeur de bande de 5 MHz.

Pour éviter une perte de finesse horizontale, on peut transmettre des échantillons d'image sur plus de deux trames dans les émissions converties - par exemple en utilisant à la fois l'entrelacement vertical et l'entrelacement horizontal, comme le suggère Cherry (8). Il se

présente des problèmes dans les images où il y a des plages en mouvement. Pour y remédier, nous avons commencé à envisager des stratégies d'adaptation.

Lucas et Windram (9) décrivent une troisième manière de séparer le signal dans le temps. Les signaux de chrominance et celui de la luminance sont comprimés dans le même temps et ils n'occupent pas la même bande de fréquence. Le système que ces chercheurs décrivent en (9) n'est pas compatible avec le PAL. Cependant, on pourrait appliquer des méthodes générales de ce genre aux signaux du deuxième canal.

Séparation spectrale

Les illustrations 3 et 4 indiquent une troisième méthode de séparation des signaux convertis, en deux canaux, que nous sommes en train de vérifier en plus de détails.

Considérons tout d'abord uniquement le signal de luminance (Y): l'illustration 3 représente le cas d'un signal dont la largeur de bande est d'environ 8 MHz 3 a), séparé en une haute composante 3 b) et une basse composante 3 c). Dans le premier système que nous avons essayé, le seuil était à 3,8 MHz, comme l'indique le trait plein. Cela a permis de former un signal 3 d) PAL de basse-bande quasi compatible, avec la couleur en dehors de la bande. Le signal de haute bande a alors été transposé en le mélangeant avec une double référence de sous-porteuse, de façon à occuper la région de 0-5 MHz du second canal. Au niveau du récepteur, le signal de "basse bande" est décodé de la manière habituelle pour produire les composantes Y, U et V en réduisant considérablement la diaphotie de chrominance. Le signal du second canal est mélangé à une référence de sous-porteuse 2 fois plus grande, de manière à reproduire la composante Y de la haute bande 3 e). Les deux composantes Y sont alors combinées pour former un seul signal de luminance à large bande.

Oliphant (10) a également décrit des expériences effectuées sur la séparation spectrale. Ses travaux, effectués totalement indépendamment des nôtres et apparemment à peu près à la même époque, comportent des similitudes avec notre première proposition, en ce qu'ils arrivent à un signal PAL quasi compatible avec une largeur de bande Y réduite et un signal de chrominance qui ne partage pas la bande de fréquence. Cependant, sa proposition diffère de la nôtre en ce que le signal de haute bande Y serait réduit à environ 2 MHz et serait transmis dans le même canal que le signal de basse bande, mais au-dessus de la bande de la chrominance. Il paraît que cela pourrait être fait en respectant les caractéristiques d'une transmission de télévision par satellite de 12 GHz.

Nos expériences dans ce genre de travail démontrent que le signal quasi compatible permet de réduire considérablement la diaphotie de chrominance. Cependant, il occasionne également une perte considérable de finesse et cela est irréductible en ce qui concerne les récepteurs standard de télévision. On pourrait résoudre ce problème avec la méthode des deux canaux, en changeant la configuration, de façon que le signal de

basse bande soit complètement dans les normes usuelles PAL (voir les pointillés dans l'illustration 3 a) et d). Dans ce cas, l'information de luminance dans la région de la sous-porteuse de la couleur est transmise par les deux canaux. On peut donc utiliser la seconde composante exempte de chrominance pour séparer la luminance et la chrominance, en réduisant par le fait même la diaphotie de chrominance dans le récepteur de haute fidélité.

L'illustration 4 montre les résultats obtenus avec notre premier système. Les photographies sont des gros plans d'un écran de surveillance dont les barres de résolution étaient de 4, 5, 6 et 7 MHz. Les barres du haut sont celles que l'on a obtenues avec un décodeur PAL standard (on a utilisé le canal du vert avec le principe de la photographie avec arrêt sur image pour montrer l'effet de diaphotie de chrominance). La partie du milieu représente le même ensemble de barres, mais en utilisant un décodeur à peigne. Les barres de 4 MHz et de 5 MHz sont "épurées" par l'effet du filtre à peigne, mais les autres se trouvent en dehors de la limite d'un seul canal. La partie du bas indique la façon dont le système à deux canaux a réduit la diaphotie de chrominance et augmenté considérablement la finesse de l'image.

Nous désirons souligner que l'exemple particulier que nous donnons dans les illustrations 3 et 4 n'est qu'une des nombreuses possibilités de la méthode des deux canaux. Nous ne présentons pas cet exemple ici en tant qu'une solution définitive du problème de la distribution de la télévision à haute fidélité. Par exemple, il présente l'inconvénient d'une largeur de bande où la chrominance est relativement faible et il faudrait vérifier son rendement dans des conditions réelles. Cependant, il laisse penser que l'on peut réaliser des systèmes à deux canaux dans lesquels un canal porte un signal qui est totalement conforme aux prescriptions du PAL (ou d'autres normes). Ce signal compatible ne pourrait être convenablement reçu par aucun récepteur existant, mais on pourrait le traiter pour qu'il donne une image de meilleure qualité à l'aide des méthodes décrites précédemment.

CONCLUSION

En présentant cette communication, nous avons examiné les exigences des systèmes futurs de télévision et nous avons décrit les travaux que nous effectuons pour arriver à mettre au point une image de haute qualité à l'écran. Notre message est simple:

1. Il est possible d'améliorer considérablement la qualité dans les limites des systèmes existants. Il s'ensuit que:
2. Aucun changement qui pourrait gêner la réalisation de cette possibilité ne devrait être fait au niveau des normes ou des méthodes existantes.
3. Il faudra, à long terme, un système de télévision qui constitue un grand pas en avant, au point de vue de sa répercussion auprès

du téléspectateur. Cela demandera une amélioration considérable du matériel de prise de vues et de réception, tout en exerçant des pressions sur l'allocation du spectre des fréquences.

4. L'introduction d'une telle norme prendra beaucoup de temps et coûtera cher. Les résultats devront se faire encore sentir dans le siècle prochain. Par conséquent, nous devrions:
 - a) viser les plus hautes caractéristiques possibles, et
 - b) effectuer des expériences détaillées, afin de déterminer le cheminement optimal qu'il faut suivre avant de prendre une décision à l'égard d'un tel système.
5. Nous favorisons fortement la méthode de l'évolution compatible, de façon que l'on puisse continuer à améliorer le système existant au cours de la prochaine décennie, tout en mettant au point et en lançant l'"expérience de visionnement amélioré".

Nous espérons que les travaux décrits dans cette communication et dans la publication connexe de Freeman et ses collègues constituent une contribution utile à ce processus évolutionnaire.

REMERCIEMENTS

Les expériences décrites sont effectuées par une équipe d'ingénieurs. Sans leur dur labeur, cette communication n'aurait jamais pu être rédigée. Nous tenons à remercier particulièrement nos collègues des laboratoires de Philips Video, Elcoma et Ela.

BIBLIOGRAPHIE

1. Jackson, R.N. et Tan, S.L., 1981, "Hi-Fi Television Towards the Enhanced Viewing Experience", 12th International Symposium Record, Montreux, Suisse, 224-228.
2. Freeman, K.G., de Haan, , Menting, J.M. et Parker, D.W., 1982, IBC 82 Digest.
3. Parker, D.W., 1979, "Clean PAL Colour TV using Complementary Filters at Coder and Decoder", PRL Annual Review, 1979, 18-19.
4. Drewery, J.O., Sanders, J.R., et Storey, R., 1978, IBC 78 Digest, 231-233.
5. Kraus, U.E., 1981, "Vermeidung des Grossflächenflimmerns in Fernseh-Heimempfangern", Rundfunktechnische Mitteilungen, 25, 264-269.
6. Wendland, B., 1981, SMPTE-Television Technology in the 80s, 151.

7. Tong, C.J., 1981, "The Sampling of Television Images", IBA C&D Report, 112/81.
8. Cherry, E.M., 1974, "Combined line and dot interlace in Television Rasters", J. SMPTE, 83, 711-716.
9. Lucas, K. et Windram, M.D., 1981, "Direct Television Broadcast by Satellite - Desirability of a New Transmission Standard", IBA E & D Report 116/81.
10. Oliphant, A., 1981, Rapport du service de recherches de la BBC, 1981/11.

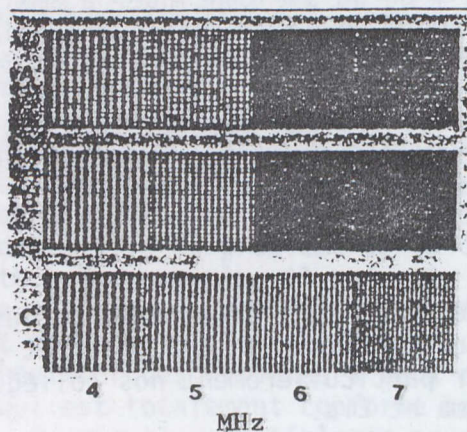


Illustration 4

Rendement du système à deux canaux
(C), par comparaison au PAL (A)
et au PAL avec filtre à peigne (B)

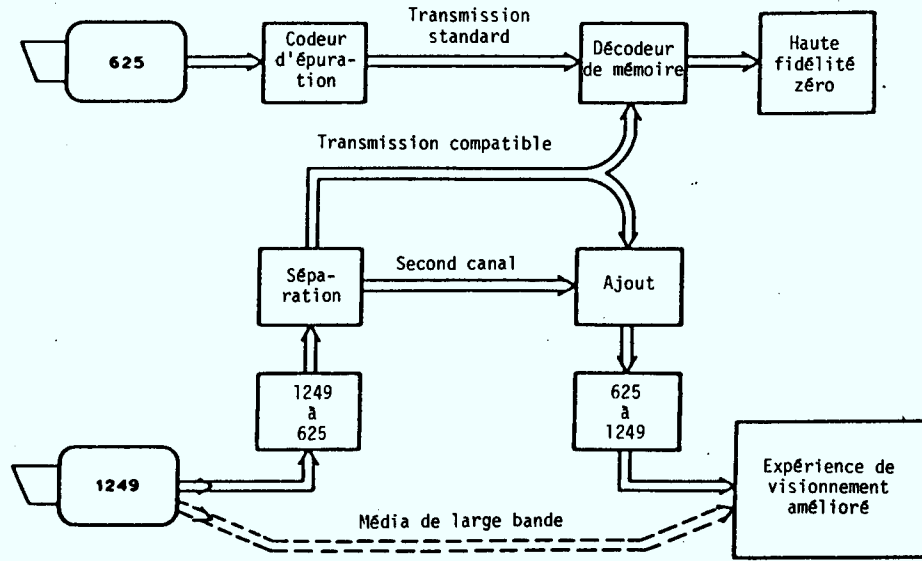


Illustration 1

Système de l'évolution compatible

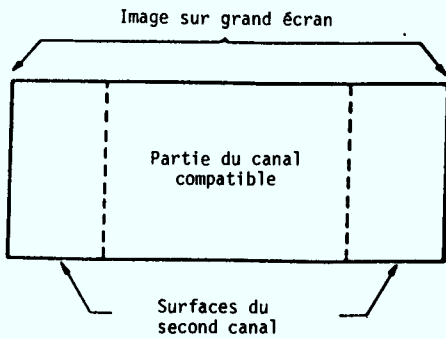


Illustration 2

Séparation spatiale des signaux de 2 canaux

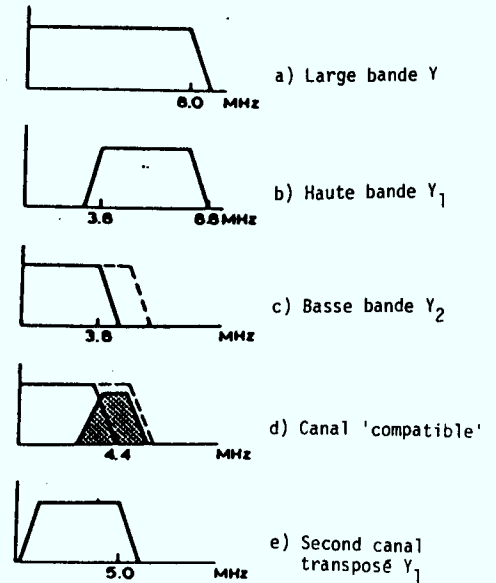


Illustration 3

Séparation des fréquences des signaux de 2 canaux

LA DISPONIBILITÉ DE FRÉQUENCES
POUR LA TVHD

S.N. Ahmed, M.J. Hunt
Ministère des Communications

RÉSUMÉ*

La disponibilité du spectre des fréquences pour la diffusion de la TVHD est régie sur le plan international par l'UIT, qui alloue les fréquences à chaque pays qui, comme c'est le cas pour le Canada et les Etats-Unis, les définissent encore plus à l'intérieur de leurs frontières. La disponibilité du spectre des fréquences dépend également de l'utilisation actuelle et prévisible qu'entraînent d'autres applications, ainsi que des politiques nationales et de l'élaboration de programmes de répartition des fréquences conçus pour assurer un spectre approprié aux diverses exigences.

Nous examinerons brièvement dans cette communication les applications possibles de la télévision à haute définition afin de déterminer les genres de système de radio qu'il faudra pour diffuser la TVHD. Les genres de service radio examinés vont de la radiodiffusion aux systèmes terrestres de point à point, en passant par les systèmes utilisant des satellites. Nous discuterons également de leurs caractéristiques et des exigences qu'ils doivent rencontrer, en nous penchant particulièrement sur leurs répercussions à l'égard du choix des bandes de fréquences appropriées. Nous examinerons les bandes de fréquences possibles, à l'intérieur des tables de fréquences internationales et nationales, pour ces divers services radio. Une communication connexe expose l'application particulière de l'intérêt que présente l'utilisation d'un service de satellite de radiodiffusion pour la distribution de la TVHD.

*Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

LA DISPONIBILITÉ DE FRÉQUENCES POUR LA TVHD DANS
LE SERVICE DE RADIODIFFUSION PAR SATELLITE

Robert R. Bowen

Ministère des Communications

RÉSUMÉ*

Lors de la CAMR générale de 1979, l'UIT a alloué six bandes au service de la radiodiffusion par satellite. Toute diffusion d'un signal de TVHD qui serait directement utilisée par le grand public devrait donc se trouver dans l'une de ces bandes. En tenant compte de la largeur de bande requise pour diffuser les signaux de TVHD et l'état actuel des travaux de développement des systèmes de satellites, les deux bandes les plus propices pour la diffusion de la TVHD par satellite sembleraient celles des 23 GHz et des 12 GHz.

L'utilisation de la bande des 12 GHz se complique en raison de l'existence d'un plan détaillé à priori pour l'utilisation de cette bande dans les régions 1 et 3 ainsi que de la décision de planifier la bande de la région 2 à la Conférence régionale de 1983. Dans un plan de ce genre, toute bande consacrée à la TVHD devrait partager le spectre et l'orbite avec des systèmes conçus pour transmettre des signaux usuels de télévision de la norme NTSC. L'élaboration d'un mécanisme qui permettrait un tel partage est d'autant plus difficile que l'on ne connaît pas les caractéristiques et les exigences de la TVHD dans la même mesure que pour la diffusion de la télévision classique.

On a suggéré deux méthodes comme base de planification à la CAMR de 1983: celle qui consiste à planifier l'allocation par bloc et celle qui prévoit une planification détaillée, de grande capacité et souple. Ces deux méthodes comportent des mécanismes qui permettraient d'introduire des systèmes de TVHD dans la bande, sous réserve des obstacles assez généraux que présentent les paramètres des systèmes si toute région de service ou tout pays donné décidait d'utiliser de cette façon la ressource de spectre-orbite qui lui est assignée.

Bien entendu, une autre solution consisterait à utiliser une bande pour la transmission des signaux usuels de télévision et l'autre pour celle des émissions de TVHD. Tout indique que l'utilisation globale de la ressource spectre-orbite bénéficierait de cette solution.

*Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

LA TVHD ET LA TECHNOLOGIE DES ÉCRANS

Takashi Fujio
Nippon Hoso Kyokai

Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

LA PROGRAMMATION, LE MATÉRIEL ET LES SERVICES:
UNE VUE D'ENSEMBLE DE L'IMPACT POSSIBLE DE LA TVHD

Carroll G. Bowen et Michel Guite

Kalba Bowen Assoc., E.-U.

RÉSUMÉ*

Des images de télévision de meilleure qualité entraîneront obligatoirement de nouveaux équipements de transmission et de réception vidéo. Cela constituera également la base d'une amélioration du matériel et des services vidéo existants et encouragera la création de produits et de services totalement nouveaux.

Les améliorations de la couleur, de la clarté, de la densité et des proportions de l'image ou de l'image vidéo proprement dite favoriseront la réception des émissions vidéo, mais elles auront de puissantes répercussions sur la production et la distribution de la vidéo et des films.

En supprimant les obstacles actuels que présente l'utilisation de textes alphanumériques, l'écran de télévision ressemblera davantage, au point de vue de ses caractéristiques et de ses fonctions, à un terminal d'ordinateur de haute finesse.

La modification des rapports entre la largeur et la hauteur de l'image, donc de ses proportions, améliorera les valeurs de production et de réception des émissions vidéo et des textes.

Pour terminer, les auteurs passent en revue les répercussions de la TVHD sur la programmation actuelle et future de la vidéo et des textes télévisés.

Proceedings?
Mr. M
AKgun 16th

*Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

LA RADIODIFFUSION DE LA TVHD PAR SATELLITE

Gérald Chouinard

Centre de recherches sur les communications
Ministère des Communications
Ottawa, Canada.

Résumé

De par sa nature, la radiodiffusion par satellite est un système de transmission dont la puissance est limitée. Les méthodes de modulation qu'il faut utiliser pour radiodiffuser la TVHD doivent donc améliorer d'une certaine façon le système, afin de réduire le niveau de bruit relatif, des RF à la bande de base. On peut obtenir ce gain au détriment de la largeur de bande des radiofréquences nécessaire. Les techniques de modulation qui peuvent donner un tel résultat sont la modulation de fréquence (FM) et la modulation numérique. La présente communication offre une vue d'ensemble des méthodes de modulation que l'on suggère à l'heure actuelle pour la radiodiffusion de la TVHD par satellite: La modulation de fréquence (FM) avec des sous-porteuses distinctes pour Y et C, la modulation de fréquence (FM) avec des sous-porteuses couleur (comme HLO-PAL), la modulation de fréquence (FM) avec intégration comprimée dans le temps (ICT), la modulation numérique (MDP4) avec diverses techniques de compression (par exemple un algorithme de compression adaptatif).

Nous identifierons des paramètres types pour la radiodiffusion de la TVHD par satellite en utilisant diverses méthodes de modulation et nous élaborerons des équations de liaison. La première radiodiffusion expérimentale de TVHD utilisant le satellite BSE au Japon sera brièvement décrite à titre d'exemple. Nous analyserons la répercussion de la TVHD sur la technologie des engins de l'espace, principalement en ce qui a trait à la puissance des répondeurs des satellites. Nous effectuerons une estimation de la puissance requise pour couvrir deux régions de service types du Canada, et un coup d'oeil sur les engins spatiaux ainsi que sur les lanceurs disponibles nous permettront de vérifier la faisabilité de ces systèmes.

Même si des bandes de plus haute fréquence ont été attribuées à la radiodiffusion par satellite, nous ne considérerons ici que les bandes des 12 GHz et des 22 GHz comme des candidates possibles pour un tel service dans l'avenir prévisible.

1. Introduction

La télévision à haute définition ne peut manquer de faire de plus en plus partie de la réalité, et elle gagne du terrain dans les milieux techniques internationaux. Sa standardisation est devenue une préoccupation majeure par suite des programmes intensifs de développement qui se déroulent dans divers pays. Un aspect important du système qu'il faut

réglé est la façon dont ce signal de TVHD sera distribué. La radiodiffusion de la TVHD peut s'effectuer de diverses manières: par voie terrestre, par satellite et par la câblodistribution. Etant donné que les bandes VHF (métriques) et UHF (décimétriques) utilisées pour la télévision classique sont déjà congestionnées, on recherche des bandes de fréquences plus élevées pour diffuser le signal de TVHD jusque dans les foyers. Cependant, à ces fréquences plus hautes, des obstacles comme l'atténuation par la pluie et la ligne de vision deviennent très importants et, dans le cas de la radiodiffusion terrestre, ils peuvent mener à une augmentation considérable du nombre d'émetteurs requis ainsi que de leur puissance.

Le média le plus prometteur pour la diffusion du signal de TVHD sur un secteur relativement vaste est celui de la radiodiffusion par satellite, qui fonctionnerait probablement conjointement avec des systèmes de télédiffusion par câble utilisant des fibres optiques dans les zones urbaines. Si l'on considère qu'un système de radiodiffusion par satellite diffuse avec succès la TVHD au Japon à titre expérimental et que les Etats-Unis songent à utiliser la bande de radiodiffusion par satellite des 12 GHz pour la TVHD, il n'est pas étonnant que l'on s'intéresse beaucoup de nos jours à se servir des satellites de radiodiffusion pour la TVHD.

Dans cette communication, nous discuterons de la faisabilité et des divers obstacles que la radiodiffusion de la TVHD peut imposer aux systèmes de satellite, particulièrement en ce qui concerne la disponibilité des engins spatiaux et des lanceurs. Nous démontrerons également que certaines techniques de modulation des RF et de la bande de base imposent moins de contraintes aux systèmes de satellite et utilisent mieux le spectre de fréquence que d'autres.

2. Les exigences du canal de transmission

De façon générale, un canal de transmission doit offrir une immunité permanente au bruit, aux parasites et à la distorsion du signal transmis. Cette immunité relative dépend des techniques de modulation des RF et de la bande de base utilisée. Habituellement, elle s'accroît au détriment du spectre nécessaire. Par exemple, la modulation de fréquence (FM) résiste mieux aux parasites et au bruit que la modulation d'amplitude (AM). Cependant, l'AM nécessite une largeur de bande moins grande que le FM, et cela est encore plus vrai si l'on utilise l'AM-VSB. La modulation numérique résiste très bien au bruit, aux parasites et à la distorsion, étant donné que ces défauts se traduisent en un taux d'erreur binaire (TEB) que l'on peut réduire de façon considérable par des méthodes de correction ou de masquage d'erreur.

De par sa nature, la radiodiffusion par satellite est un système de transmission dont la puissance est limitée. Il faut donc composer entre l'immunité vis-à-vis du bruit, la puissance dont a besoin le satellite et la largeur de bande du canal de transmission. Etant donné que l'on ne peut pas jouer avec ces trois facteurs avec le FM, il faut écarter tout de suite ce genre de modulation pour la radiodiffusion par satellite.

Par contre, la modulation FM permet de travailler avec ces trois éléments en utilisant l'indice de modulation approprié. On peut donc se servir de la bande large FM (c'est-à-dire le FM amélioré) pour réduire au minimum la puissance dont a besoin le satellite au détriment de la largeur de bande. Comme nous le verrons plus tard, il y a un point maximum d'amélioration du FM qui correspond à un ensemble donné d'objectifs relatifs à la disponibilité du système.

On peut également utiliser la modulation numérique. Cependant, si l'on n'emploie pas de méthode de compression de débit binaire, les exigences spectrales de la modulation numérique deviennent excessives. Par exemple, un signal de TVHD (1 125 lignes, $\gamma = 20$ MHz) nécessiterait un taux binaire allant jusqu'à 600 M bits à la seconde et une largeur de bande de 400 MHz pour le canal de transmission[2]. On dit que l'on peut atteindre des facteurs de compression du débit binaire aussi élevés que 8:1 à condition que chaque récepteur de télévision possède une mémoire d'image. Cela permettrait de diminuer le débit binaire aux alentours de 80 M bits à la seconde, qui est la gamme requise pour la télévision classique à modulation numérique non comprimée.

3. Les bandes de fréquence disponibles

Etant donné qu'il faut des largeurs de bande relativement grandes et que les bandes de radiodiffusion en VHF (ondes métriques) et UHF (ondes décimétriques) sont congestionnées à l'heure actuelle, l'utilisation des bandes de fréquence élevées constitue une solution attrayante pour la radiodiffusion par satellite. Pour le continent américain (région 2 de l'UIT), ces bandes sont:

| Bande de fréquence | Largeur de bande |
|------------------------|------------------|
| 2,50 - 2,69 GHz | 190 MHz |
| (12,1-12,3) - 12,7 GHz | (600-400) MHz |
| 22,5 - 23,0 GHz | 500 MHz |
| 40,5 - 42,5 GHz | 2000 MHz |
| 84,0 - 86,0 GHz | 2000 MHz |

La première bande, à 2,5 GHz, présente une largeur plutôt restreinte. Mais ce qu'il y a de plus important encore, c'est qu'elle présente une limite de densité surfacique de puissance qui la restreint à la réception communautaire par l'intermédiaire de satellites plutôt faibles. Cela rend cette bande de fréquence peu attrayante pour la TVHD.

La deuxième bande, à 12 GHz, doit être planifiée à l'occasion de la Conférence administrative régionale des radiocommunications qui doit se tenir à Genève en juin 1983. On décidera alors de la fréquence exacte de la plage inférieure, on établira les critères de répartition internationale qui régiront l'utilisation de cette bande et on affectera une

partie de la ressource orbite-spectre à chaque pays de la région 2. Même si cette bande sera probablement utilisée avant tout pour la radiodiffusion par satellite de la télévision classique, on considère également qu'elle pourrait être utilisée avec profit pour la TVHD.

La troisième bande, à 22 GHz, est également intéressante à cause de sa largeur de 500 MHz. Contrairement à la bande de 12 GHz, on ne prévoit aucune utilisation de cette bande dans un avenir prévisible pour la télévision classique. Cependant, la technologie des 22 GHz en est encore à son stade de développement et on s'attend à ce que la pluie atténue beaucoup le signal, ce qui nécessiterait l'utilisation d'un satellite de plus grande puissance.

Les deux dernières bandes, à 40 GHz et 85 GHz, ne semblent pas se prêter à la radiodiffusion de la télévision ordinaire dans un avenir prévisible et nous en parlerons plus tard.

Les deux candidates les plus plausibles pour la radiodiffusion de la TVHD par satellite sont les bandes de 12 GHz et 20 GHz. L'utilisation de la bande de 12 GHz pour les systèmes de TVHD dépendra de l'importance relative de la radiodiffusion par satellite de la télévision ordinaire, par rapport à la TVHD. Elle dépendra également du temps qu'il faudra pour lancer la TVHD auprès du grand public, par comparaison à celui qu'il faudra pour mettre au point la technologie des 22 GHz, ainsi que de la possibilité de lancer des satellites plus lourds et plus puissants. Elle dépendra enfin de la puissance relative du satellite qu'il faudra pour fournir le service de TVHD à 22 GHz, par comparaison à la puissance que le satellite devrait avoir pour assurer un service équivalent à 12 GHz. Dans cette communication, nous essaierons de jeter un peu de lumière sur ce dernier aspect en comparant les paramètres des systèmes par satellite dans les deux bandes pour chacune des méthodes de modulation suggérées.

4. L'aspect de la disponibilité du système

L'atténuation du signal par la pluie constitue un facteur important à ces hautes fréquences, étant donné qu'elle détermine surtout la disponibilité du signal que l'on peut attendre d'un système de satellite. Par conséquent, il est très important de définir cette disponibilité d'une façon aussi précise que possible, afin de calculer les marges pluviométriques dont il faut tenir compte dans les calculs de liaison, de sorte que l'on puisse établir un rapport entre les exigences de rendement énoncées et la puissance du satellite.

Lorsqu'on utilise la modulation de fréquence, on fait face habituellement à deux obstacles:

1. le pourcentage de temps durant lequel il faut garder le rapport S/B au-dessus d'une certaine limite
2. le pourcentage de temps pendant lequel il faut garder le système au-dessus du seuil FM.

Comme on le verra ci-dessous, on peut varier ces paramètres de modulation de façon à résoudre ces obstacles, tout en réduisant au minimum la puissance du satellite. Le premier obstacle a trait à l'apparition du bruit aléatoire (triangulaire) sur l'écran de télévision. Le second est le bruit de seuil qui est subjectivement plus gênant que le bruit aléatoire. Par conséquent, il faut limiter l'apparition du bruit de seuil à un plus petit pourcentage de temps, ce qui permet de passer plus doucement du fonctionnement normal à une interruption de service. Lors d'une atténuation, le bruit aléatoire devrait commencer à apparaître avant le bruit de seuil, de sorte que, subjectivement, la qualité de l'image reçue se dégrade peu à peu jusqu'au point où l'image devient inutilisable. Ce genre de dégradation progressive devrait être bien moins gênant qu'une panne brusque du système. Le taux de dégradation de l'image est déterminé par les deux pourcentages de temps des deux contraintes exposées ci-dessus.

Les deux obstacles à la disponibilité que nous prenons ici pour hypothèse sont, aux fins de la comparaison des systèmes:

- 1 - $S/Bw \geq 53$ dB pour 99% du pire mois
- 2 - $P/B \geq 9,5$ dB pour 99,8% du pire mois

On a trouvé qu'un rapport pondéré de signal/bruit de 53 dB permettait de déterminer la référence du "seuil de détection". On utilise habituellement ce "seuil de détection" comme niveau subjectif de la qualité que l'on devrait atteindre avec les systèmes de TVHD. Quatre-vingt-dix-neuf pour cent du pire mois équivaut à une accumulation de 7,5 heures durant les mois de juillet ou août, ou 26 heures pendant toute l'année. Le seuil FM qui est défini comme étant le rapport P/B pour lequel le S/B s'écarte de 1 dB de la relation linéaire FM (S/B par rapport à P/B) se situe habituellement autour d'un rapport P/B = 9,5 dB, selon les paramètres de modulation et l'état de la surmodulation. Le P/B est réglé de manière à tomber au-dessous du seuil pendant seulement 1/5 du temps pendant lequel le S/B se trouve au-dessous du minimum énoncé, c'est-à-dire 1,5 heure en juillet ou août ou 5,2 heures accumulées durant une année type.

4.1 La disponibilité du système et la modulation de fréquence

Avec les systèmes FM, pour réduire au minimum la puissance de transmission nécessaire du satellite en l'absence de toute contrainte de largeur de bande et d'atténuation pour cause de pluie, il faut fonctionner à peine au-dessus du seuil et satisfaire tout juste aux exigences du rapport S/B. Cependant, étant donné que le système ne peut descendre au-dessous du seuil que pendant 1/5 du temps pendant lequel il ne satisfait pas aux exigences du S/B, il doit y avoir une "marge supérieure" qui couvre la contrainte de 99,8% du pire mois incorporée à l'équation de liaison, calculée pour les conditions à 99% du pire mois. Cette marge au-dessus du seuil représente en fait la différence entre l'atténuation à 99,8% du pire mois et 99% du pire mois. Le rapport P/B requis pour 99% du pire mois se calcule donc comme suit pour les deux bandes de fréquence qui nous intéressent, en utilisant l'atténuation pluviale obtenue avec le modèle du CCIR, aux angles d'élévation donnés dans les deux exemples de systèmes représentés à l'annexe B.

| | <u>12,5 GHz</u> | <u>22,75 GHz</u> |
|--|-----------------|------------------|
| Atténuation par la pluie pour 99,8% du pire mois | 4,3 dB | 12,4 dB |
| (-)Atténuation par la pluie pour 99% du pire mois | <u>(-)1,6</u> | <u>(-)4,5</u> |
| Marge requise au-dessus du seuil | 2,7 dB | 7,9 dB |
| Seuil FM | <u>9,5</u> | <u>9,5</u> |
| Rapport P/B requis pour 99% du pire mois | 12,9 dB | 17,4 dB |

On a utilisé ces chiffres dans les formules de calcul des liaisons mises au point pour divers systèmes de modulation (voir tableaux 2 et 3). Une fois que le S/B et le P/B pour 99% du pire mois sont établis, conformément à la formule FM élaborée à l'annexe A, on peut donc calculer la déviation FM et donc la largeur de bande RF d'un signal donné. Cette largeur de bande RF est celle que l'on a utilisée dans les tableaux 2 et 3. Etant donné qu'elle est calculée de façon à résoudre les deux obstacles cités au préalable, elle est optimale en ce qu'elle réduit au minimum la puissance nécessaire du satellite. Toute modification qu'on lui apporterait produirait, d'une façon ou d'une autre, une augmentation des exigences de puissance du satellite.

4.2 La disponibilité du système et la modulation numérique

Pour les signaux modulés de façon numérique, il faut davantage d'information sur les algorithmes de codage ainsi que sur les méthodes de correction et de masquage d'erreur. Les méthodes de correction d'erreur permettent habituellement de réduire le E_b/B_0 de quelques dB pour un même taux d'erreur binaire (TEB), mais la transition entre le fonctionnement normal et la panne est encore plus brusque que celle qu'indique la courbe normale TEB par rapport à E_b/B_0 pour le type de modulation considéré. Ces techniques de codage permettent d'améliorer la protection contre le bruit, au delà du point auquel le taux d'erreur binaire devient trop important pour qu'on puisse le corriger de façon efficace avant que le système tombe complètement en panne. Autrement dit, grâce aux algorithmes de correction d'erreur, on peut diminuer le rapport P/B requis, mais au détriment d'une brusque transition lorsque le système tombe en panne. Par contre, en utilisant des algorithmes de masquage d'erreur, on peut prolonger cette transition à un rapport P/B moins élevé en utilisant, par exemple, la technique déjà bien connue de l'immobilisation de l'image lorsque chaque récepteur de télévision sera doté d'une mémoire d'image complète.

Le genre de disponibilité dont on a besoin pour les systèmes numériques dépend beaucoup des techniques de modulation et de codage, ainsi que de l'intégration d'une douce transition vers l'interruption de service dans la conception des méthodes de correction et de masquage d'erreur. Nous prendrons ici pour hypothèse, aux fins de comparaison avec les systèmes FM, que les systèmes numériques proposés fournissent ce genre de douce transition et que, par conséquent, la formule de calcul de la liaison est basée sur les exigences de S/B pour 99% du pire mois. Par contre,

si l'on découvre qu'un système numérique présente une transition très rapide en cas d'interruption de service en fonction du rapport P/B, il faudra appliquer la même disponibilité de service que pour le seuil FM, c'est-à-dire 99,8% du pire mois. Cela aurait de profondes répercussions sur le niveau de puissance de transmission requis du satellite, et ce, principalement dans la bande des 22 GHz.

5. Comparaison de divers systèmes de transmission pour la radiodiffusion par satellite à 12 GHz et 22 GHz

On a beaucoup parlé jusqu'à présent d'un total de 6 systèmes différents de transmission pour la radiodiffusion de la TVHD par satellite (1 125 lignes). Nous comparerons surtout ces 6 systèmes en ce qui a trait à leur largeur de bande nécessaire et à la puissance requise du satellite. Cette comparaison donnera lieu à une analyse de la faisabilité de ce genre de systèmes de radiodiffusion par satellite dans les bandes des 12 GHz et 22 GHz.

Afin d'établir une base commune de comparaison, on utilisera le même diamètre d'antenne réception et les mêmes contraintes de disponibilité qu'éprouvent tous les systèmes. L'analyse de faisabilité nécessitera la définition de systèmes pratiques de radiodiffusion et nous illustrerons deux exemples de systèmes canadiens. Le premier est un système qui couvre la province de Québec, comme proposé à l'IFRB pour la planification du service de radiodiffusion par satellite à 12 GHz à la CARR-1983. Ce faisceau "QUÉBEC" est le plus vaste qui ait jamais été proposé pour le Canada et nous le considérerons ici comme une limite supérieure en ce qui a trait à la puissance requise du satellite. Le second exemple est un système qui couvre la région du Canada la plus peuplée, de Windsor (Ontario) à la ville de Québec, englobant Sarnia, Toronto, Ottawa et Montréal. Ce faisceau "SPOT" n'est peut être pas complètement réaliste à 12 GHz, qui est une bande qui sera probablement utilisée pour un rayonnement national plutôt qu'un petit rayonnement régional, mais il est par contre assez réaliste à 22 GHz pour un rayonnement régional des services de TVHD. Etant donné que la région desservie est moins étendue, le gain d'antenne relativement plus élevé du satellite peut compenser quelque peu la plus grande occurrence de l'atténuation causée par la pluie, à 22 GHz, ce qui rend ce système viable. Il serait donc probablement plus économique que la radiodiffusion terrestre ou la câblodistribution par fibres optiques dans la même région.

L'illustration 4 est une carte des deux régions que l'on se propose de desservir. Un polygone convexe englobe chaque région en joignant un certain nombre de points sur son contour. On a utilisé ces points pour calculer le faisceau elliptique minimum nécessaire pour englober la région desservie à partir d'un satellite situé à 90° de longitude ouest sur l'orbite géostationnaire. Cette situation orbitale empêchera que l'éclipse équinoxiale commence avant 12 h 25 du matin, heure locale, dans les deux régions desservies et elle fournira un angle d'élévation adéquat pour la plus grande partie des deux régions desservies. On trouvera au tableau 8 une liste des points du polygone définissant ces deux régions,

ainsi que l'angle d'élévation auquel le satellite est placé et l'atténuation prévisible causée par la pluie, à 12 GHz et 22 GHz, pour les deux pourcentages du pire mois. L'illustration 5 représente une vue du satellite de la partie est du Canada, avec les deux faisceaux elliptiques. Les chiffres donnés pour l'atténuation par la pluie assurent les marges nécessaires d'évanouissement qu'il faut inclure dans l'élaboration de la formule de calcul de liaison pour les divers systèmes de transmission. La taille des faisceaux elliptiques détermine les gains d'antenne du satellite dont il faut tenir compte dans les équations de liaison.

5.1 HLO-PAL

Ce système de transmission composite a été mis au point par la NHK pour une transmission AM et à bande de base. L'information de la bande de base se compose d'un signal de luminance ($Y=20$ MHz) et de deux signaux de chrominance ($C1 = 6,5$ MHz, $Ce = 4,5$ MHz) dont les fréquences sont multiplexées autour d'une sous-porteuse à 24,3 MHz. La largeur de bande nécessaire est de 30 MHz. Cela ressemble beaucoup au système NTSC usuel, sauf qu'il y a une inversion de phase de la composante $C1$ sur la sous-porteuse couleur dans chaque ligne de balayé (PAL), que les axes de chromaticité $C1$ et Ce ne sont pas tout à fait les mêmes que I et Q et qu'il y a un décalage d'une demi-ligne (HLO) pour la modulation couleur, au lieu de $1/4$ de ligne. Le spectre de ce système de transmission figure à l'illustration 1.

Même si ce système présente une meilleure immunité aux non-linéarités (gain différentiel et phase différentielle), il ne convient guère à la modulation FM à cause du bruit triangulaire qui dégradera le signal couleur plus que le signal de luminance. L'amélioration que pourrait donner la préaccentuation est limitée à cause de la probabilité d'une surdéviation causée par la sous-porteuse couleur. Comme l'indique le tableau 1, cette amélioration se limite à 2,8 dB. Ce tableau donne également le facteur de pondération obtenu de façon théorique et vérifié expérimentalement, qui établit un rapport entre le critère S/B pondéré (53 dB: seuil de la détection du bruit) et le S/B non pondéré véritable requis. Pour les fins de comparaison, on a considéré ce système HLO-PAL comme un système de transmission pour la radiodiffusion par satellite utilisant le FM; il constitue la première colonne des tableaux 2 et 3. Comme on peut le voir, la largeur de bande et la puissance nécessaires du satellite rendent ce genre de modulation peu pratique pour la radiodiffusion par satellite.

5.2 Y-C séparés

En se basant sur le fait que la modulation de fréquence produit un spectre de bruit de forme triangulaire et que l'on peut réduire ce bruit par la préaccentuation, on a proposé un système où les composantes Y et C sont transmises sur deux canaux RF différents [2]. Ce système assure une transmission plus efficace, étant donné que l'on peut équilibrer le bruit entre Y et C en ajustant indépendamment les paramètres de modulation de chaque canal RF. Il permet également de profiter au maximum de l'amélioration que donne la préaccentuation, sans présenter de distorsion

non linéaire par suite d'une surmodulation de la sous-porteuse couleur. Comme le montre le tableau 1, on peut améliorer typiquement Y et C de 10 dB chacun. L'illustration 2 représente un spectre de ce système à l'extrémité inférieure de la bande des 12 GHz.

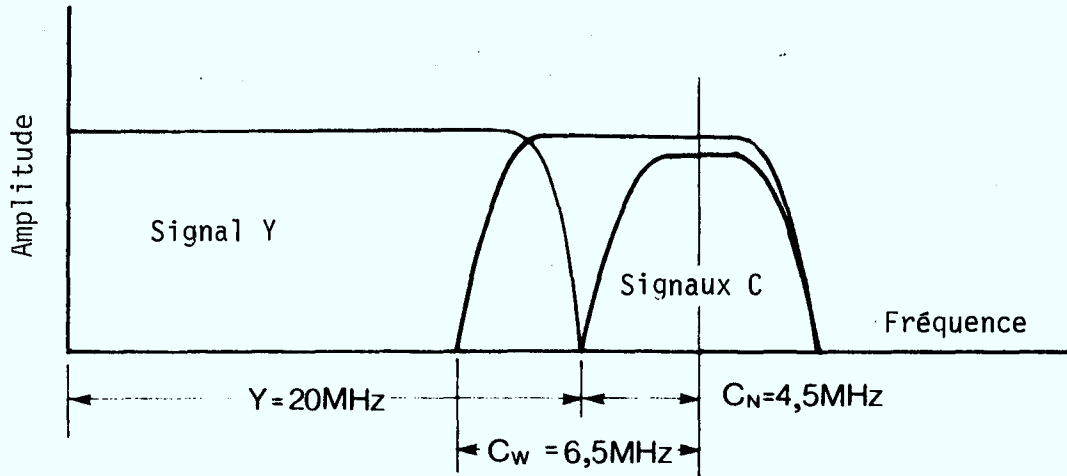


Illustration 1

Spectre de fréquence de la bande de base du HLO-PAL

La deuxième colonne des tableaux 2 et 3 donne les valeurs de la formule de calcul de la liaison pour ce système, pour les deux bandes de fréquence. Comme le montrent ces tableaux, la largeur de bande et la puissance du satellite sont moindres que pour le système HLO-PAL. La modulation séparée de Y-C est donc plus efficace que le HLO-PAL. Par contre, l'inconvénient est qu'il faut deux canaux RF distincts. On a trouvé que la limite à laquelle on peut déceler le retard entre les canaux Y et C est de 10 ns pour un signal de TVHD [2]. Les résultats expérimentaux du satellite japonais BSE démontrent que cela ne serait habituellement pas gênant.

L'expérience de la TVHD utilisant le satellite BSE a démontré la faisabilité de cette méthode de transmission en utilisant deux répondeurs de 100 watts à 12 GHz et à des largeurs de bande RF de 80 MHz et 25 MHz respectivement pour Y et C [2]. On a démontré que 100 watts ne suffisaient pas pour radiodiffuser la TVHD et que la réception par une antenne de 1,6 m serait gênée par le bruit des impulsions en raison de la proximité du seuil FM. On a utilisé une caractéristique de préaccentuation non linéaire conjointement à la surdéviations afin d'éliminer ce bruit de seuil, avec pour résultat que le bruit du signal de TVHD reçu avec une antenne de 1,6 m était, paraît-il, "à peine remarqué". On a également mesuré la différence de temps entre les deux canaux de transmission, 5 ns étant le résultat type.

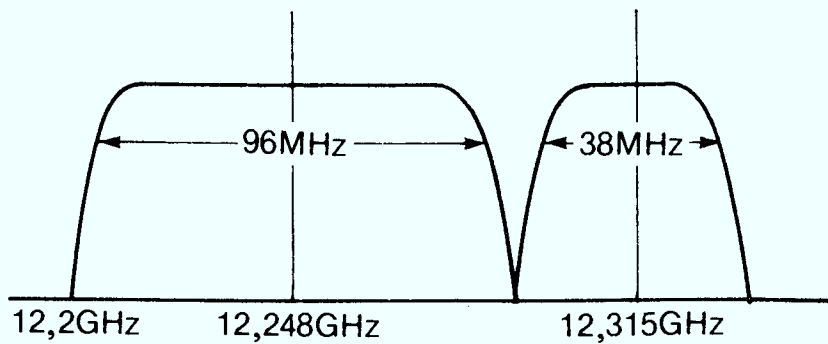


Illustration 2

Spectre de fréquence RF d'une transmission
FM avec Y-C séparés, à 12 GHz

5.3 ICT-CSL

Afin d'éviter les inconvénients des deux systèmes précédents de transmission (sous-porteuse couleur et canaux RF séparés), la NHK a proposé une méthode en vertu de laquelle l'information couleur est comprimée dans le temps et intégrée dans l'intervalle horizontal de suppression. Les deux composantes couleur, C1 et C2, sont transmises l'une après l'autre sur deux lignes horizontales subséquentes, comme le montre l'illustration 3. La compression et l'expansion de l'information couleur s'accomplissent par la numérisation du signal couleur et par son enregistrement dans une mémoire de ligne numérique, qui est ensuite lue à une vitesse différente. Par conséquent, le récepteur doit être légèrement plus compliqué que dans les cas précédents, étant donné qu'il faut deux mémoires de ligne pour C1 et C2 afin de réaliser l'expansion du signal couleur.

| | HLO-PAL (Y=19 MHz, C=5,5 MHz) | Transmission avec Y-C séparés | |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------|
| | | Y | C |
| Largeur de bande du signal | 30 MHz | 20 MHz | 6,5 MHz |
| Rapport S/B désiré (pondéré) | 53 dB (pour le seuil de détection) | | |
| Valeur de pondération | 12 dB | 13,4 dB | 9,5 dB |
| Rapport S/B requis (non pondéré) | 41 dB | 39,6 | 43,5 dB |
| Effet de déaccentuation | 2,8 dB | 9,9 | 10,1 dB |

Tableau 1

Amélioration provenant du S/B requis et de la préaccentuation
pour la transmission FM du HLO-PAL et d'un système où les
composantes Y-C sont séparées

On a mis au point la formule de calcul de la liaison pour ce système de transmission pour les deux bandes de fréquence (troisième colonne des tableaux 2 et 3). Comme on peut le voir, ce système nécessite une largeur de bande RF et une puissance de transmission des satellites moindres que dans les deux cas précédents. Même si les récepteurs doivent être légèrement plus compliqués, c'est le système de transmission le plus efficace qui ait été analysé jusqu'à présent. Il faut cependant remarquer que la largeur de bande de la chrominance est légèrement plus petite que dans les cas précédents.

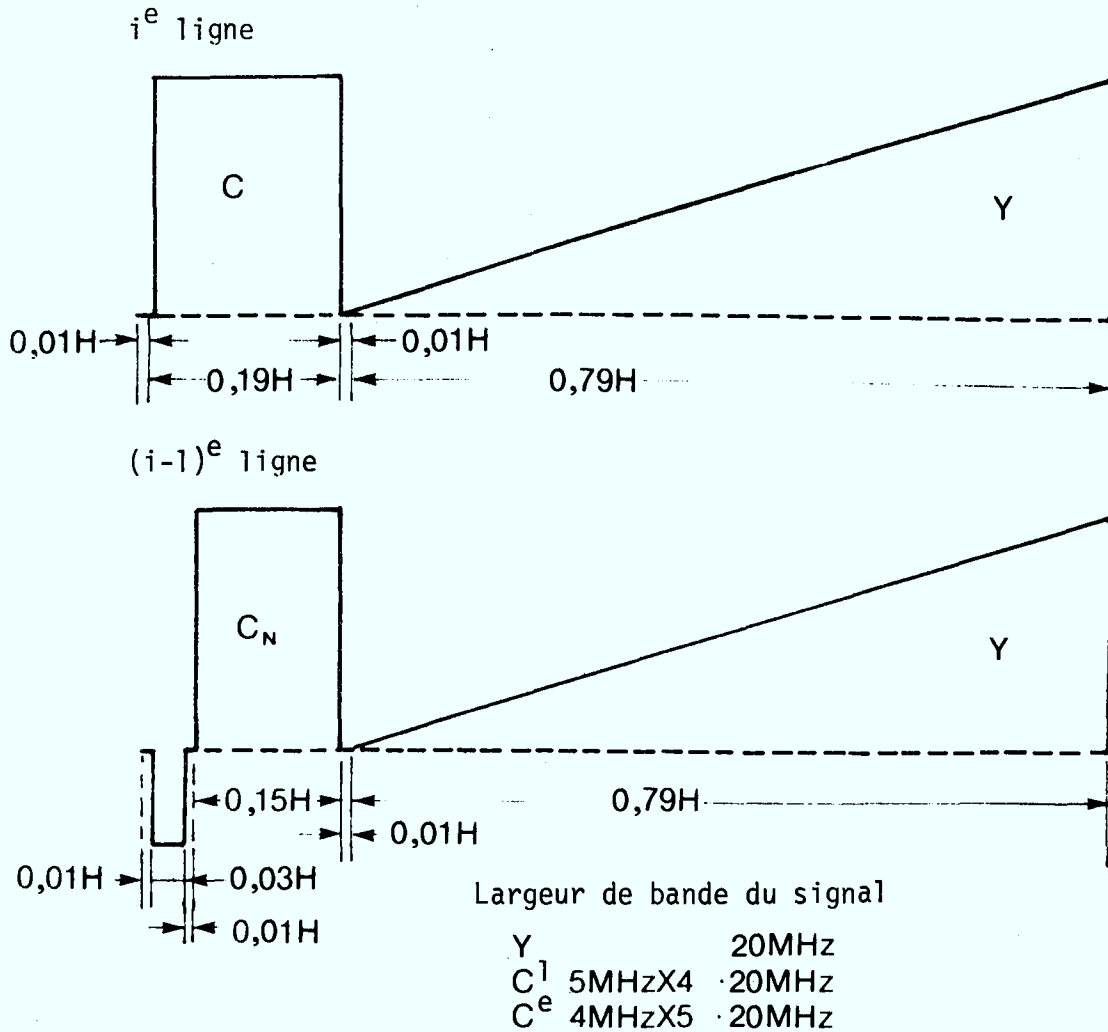


Illustration 3

Représentation du domaine temporel de l'ICT-CSL

5.4 L'ICT et le système de conversion d'entrelacement

En supposant que l'on incorpore à chaque récepteur de télévision une mémoire d'image (de façon typique, il s'agirait d'une mémoire de 20 Mbits), on pourrait améliorer la qualité de l'image, pour un taux de transmission donné, en utilisant des filtres d'interpolation spatio-temporelle, ou, pour une qualité d'image donnée, on pourrait réduire la fréquence de transmission à l'aide de filtres d'interpolation inter-images de ce genre. La NHK a utilisé ce genre de filtrage [2,4] pour convertir des images entrelacées de 2:1 en des images sans entrelacement. L'amélioration de la finesse verticale est telle que l'on peut réduire de 65% les largeurs de bande des signaux de luminance et de chrominance. On utilise ce gain pour réduire les exigences de la largeur de bande RF et de la puissance du satellite. Une fois converti, le signal est transmis en utilisant la méthode de l'ICT analogique décrite à l'article 5.3.

On a mis au point la formule de calcul de la liaison pour ce système pour les deux bandes de fréquence (quatrième colonne des tableaux 2 et 3). Comme on peut le voir, la diminution de la largeur de bande et de la puissance est assez considérable. Cependant, il faut se souvenir que cela nécessite une mémoire d'image dans chaque récepteur.

5.5 La transmission numérique et le système de conversion de l'entrelacement

La NHK a proposé un nouveau système [4] en vertu duquel, à condition que le récepteur ait une mémoire d'image, on utilise un filtrage spatio-temporel pour convertir l'analyse d'entrelacement en une analyse sans entrelacement, comme dans le cas précédent. Ce codage supplémentaire entre les images permet de réduire encore de 25% le débit binaire. On transmet ensuite le signal sous sa forme numérique en utilisant la MDP4.

La formule de calcul de la liaison pour ce genre de transmission a été mise au point pour les deux bandes de fréquence en utilisant les paramètres du système donné dans le document japonais à la Réunion préparatoire de la conférence SAT-R2 [4]. On trouvera les résultats dans la cinquième colonne des tableaux 2 et 3. Dans ces calculs, on a pris pour hypothèse que les algorithmes d'interpolation et le codage des canaux permettront d'assurer une transition souple en cas d'interruption de service. Ainsi, la disponibilité du système que l'on peut utiliser est de 99% du critère de disponibilité basé sur le pire mois.

5.6 Système à compression totale et transmission numérique

Le réseau américain CBS propose un système de télévision à haute définition avec radiodiffusion par satellite utilisant la bande des 12 GHz. Ce système de transmission repose sur la présence d'une mémoire d'image dans chaque récepteur et sur les algorithmes de prévision adaptatifs choisis de manière à assurer une compression du débit binaire de l'ordre de 8:1, ce qui produirait un débit requis de 80 Mbits à la seconde pour la transmission de la TVHD.

| Système de transmission | | (1) | (2) | | (3) | (4) | | (5) | | (6) | | | | | |
|---|--|---------------------------------------|---------------------------------|--------------|-------------|---------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------|---------|--------|
| Paramètre | | HLO-PAL COMPOSITE | COMPOSANTES Y-C SEPARÉES Y C | | ICT-CSL | ICT CONVERSION D'ENTRELA-CEMENT | | CONVERSION D'ENTRELA-CEMENT NUMÉRIQUE | | COMPRESSION NUMÉRIQUE TOTALE | | | | | |
| (1) Fréquence de fonctionnement | | 12,5 GHz | | | | | | | | | | | | | |
| (2) Largeur de bande de la radiofréquence | | 236 MHz | 96 MHz | 38 MHz | 110 MHz | 80 MHz | | 67,5 MHz | | 48 MHz | | | | | |
| Signal de la bande de base | Largeur de bande S/B désiré (pondéré) | 30 MHz | 20 MHz | 6,5 MHz | 20 MHz | 5 MHz | 4 MHz | 13 MHz | 3,3 MHz | 2,6 MHz | 20 MHz | 7 MHz | 5,5 MHz | | |
| | Facteur de pondération | 53 dB 12 dB | 13,4 | 53 dB 9,5 | 53 dB 13 | 11 | 16 | 53 dB 11 | 9 | 14 | 53 dB | ----- | ----- | | |
| (3) Rapport S/B désiré (non pondéré) | | 41,0 dB | 39,6 | 43,5 | 40 | 42 | 37 | 42 | 44 | 39 | ----- | ----- | | | |
| Système de modulation | FM amélioré | 26,2 dB | 17,7 | 21,4 | 20 | | | 22 | | | MDP4 | MDP4 | | | |
| | Effet d'atténuation | 2,8 dB | 9,9 | 10,1 | 10 | | | 10 | | | Débit binaire=90 Mb/s | Débit binaire=60 Mb/s | | | |
| (4) Rapport P/B désiré | | 12,0 dB | 12,0 | 12,0 | 12,0 | | | 12,0 | | | Marge à (TEB=10-6)=5 dB | Marge à (TEB=10-6)=3,5 dB | | | |
| Récepteur | Chiffre de bruit | | | | | | | | | | | | | | |
| | Température du bruit d'antenne | 4,0 dB 150° K | | | | | | | | | | | | | |
| | | Perte de couplage 0,5 dB | | | | | | | | | | | | | |
| | | Gain d'antenne 40,3 dB (1m, n=63°) | | | | | | | | | | | | | |
| | | Perte d'orientation 1,0 dB | | | | | | | | | | | | | |
| | | Vieillessement 1,0 dB | | | | | | | | | | | | | |
| (5) Facteur de qualité G/T | | (-)10,0 dB | (-)10,0 | (-)10,0 | (-)10,0 | | | (-)10,0 | | | (-)10,0 | (-)10,0 | | | |
| Densité de flux | Constante de Boltzman | (-)168,6 dB | (-)168,6 | (-)168,6 | (-)168,6 | | | (-)168,6 | | | (-)168,6 | (-)168,6 | | | |
| | Largeur de bande RF (MHz) | 23,7 dB | 19,8 | 15,8 | 20,4 | | | 19,0 | | | 18,3 | 16,8 | | | |
| | Ouverture de l'antenne isotropique (m ²) | 43,4 dB | 43,4 | 43,4 | 43,4 | | | 43,4 | | | 43,4 | 43,4 | | | |
| (6) Densité surfacique de puissance désirée | | -99,5 dB | -103,4 | -107,4 | -102,8 | | | -104,2 | | | -100,4 | -101,9 | | | |
| Voix de transmission | Pluie (99% du pire mois) | 1,6 dB | 1,6 | 1,6 | 1,6 | | | 1,6 | | | 1,6 | 1,6 | | | |
| | Absorption atmosphérique | 0,1 dB | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | 0,1 | | | 0,1 | 0,1 | | | |
| | Contribution de bruit de la liaison montante | 0,5 dB | 0,5 | 0,5 | 0,5 | | | 0,5 | | | 0,5 | 0,5 | | | |
| | Perte d'étalement | 162,6 dB | 162,6 | 162,6 | 162,6 | | | 162,6 | | | 162,6 | 162,6 | | | |
| (7) P.I.R.E. requise du satellite | | 65,3 dB | 61,4 | 57,4 | 62,0 | | | 60,6 | | | 64,4 | 62,9 | | | |
| Satellite | Gain d'antenne émettrice | (-)36,7 | (-)45,5 | (-)36,7 | (-)45,5 | (-)36,7 | (-)45,5 | (-)36,7 | (-)45,5 | (-)36,7 | (-)45,5 | (-)36,7 | (-)45,5 | | |
| | Gain EOB relatif (AG) | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | |
| | Perte de l'alimentateur | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | | | |
| (8) Puissance requise du satellite | | 32,6 dB | 23,8 dB | 28,7 dB | 19,9 dB | 24,7 dB | 15,9 dB | 29,3 dB | 20,5 dB | 27,9 dB | 19,1 dB | 31,7 dB | 22,9 dB | 30,2 dB | 21,4 |
| | | 1820 W. | 240 W. | 741 W. | 98 W. | 295 W. | 39 W. | 851 W. | 112 W. | 617 W. | 81 W. | 1479 W. | 195 W. | 1047 W. | 138 W. |
| | | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC | SPOT |

Tableau 2

Budgets des liaisons pour les systèmes de radiodiffusion par satellite à 12,5 GHz

| Système de transmission | | (1) | (2) | | (3) | (4) | | (5) | | (6) | | |
|---|---|--|---------------------------------|-------------------------|---|-----------------------------------|-------------------|---|------------------------|---|------------------------|------------------------|
| Paramètre | | HLO-PAL COMPOSITE | COMPOSANTES Y-C SEPARÉES Y C | | ICT-CSL | ICT CONVERSION D'ENTRELAÇEMENT | | CONVERSION D'ENTRELAÇEMENT NUMÉRIQUE | | COMPRESSION NUMÉRIQUE TOTALE | | |
| (1) Fréquence de fonctionnement | | 22,75 GHz | | | | | | | | | | |
| (2) Largeur de bande de la radiofréquence | | 170 MHz | 74 MHz | 29 MHz | 82 MHz | 59 MHz | | 67,5 MHz | | 48 MHz | | |
| Signal de la bande de base | Largeur de bande S/B désiré (pondéré) Facteur de pondération | 30 MHz 53 dB 12 dB | 20 MHz 53 dB 13,4 | 6,5 MHz 53 dB 9,5 | 20 MHz 53 dB 13 | C1 4 MHz 16 | Y 13 MHz 11 | C1 3,3 MHz 9 | 2.6 MHz 53 dB 14 | Y 13 MHz ----- | C1 4,6 MHz ----- | Ce 3,6 MHz ----- |
| | | 41,0 dB | 39,6 | 43,5 | 40 | 42 | 37 | 42 | 44 | 39 | ----- | ----- |
| (3) Rapport S/B désiré (non pondéré) | | 41,0 dB | 39,6 | 43,5 | 40 | 42 | 37 | 42 | 44 | 39 | ----- | ----- |
| Système de modulation | | FM amélioré Effet d'accentuation | 20,7 dB 2,8 dB | 12,2 9,9 | 15,9 10,1 | 14,5 10 | 16,5 10 | MDP4 Débit binaire=90 Mb/s Marge à (TEB=10 ⁻⁶)=5 dB | | MDP4 Débit binaire=80 Mb/s Marge à (TEB=10 ⁻⁶)=3,5 dB | | |
| (4) Rapport P/B désiré | | 17,5 dB | 17,5 | 17,5 | 17,5 | 17,5 | | 16,5 | | 16,5 | | |
| Récepteur | | Chiffre de bruit Température du bruit d'antenne Perte de couplage Gain d'antenne Perte d'orientation Vieillessement | | | 5,0 dB 2300 K 9,5 dB 45,5 dB (1m, n 63%) 2,0 dB 1,0 dB | | | | | | | |
| (5) Facteur de qualité G/T | | (-1)12,7 dB | (-1)12,7 | (-1)12,7 | (-1)12,7 | (1)12,7 | | (1)12,7 | | (1)12,7 | | |
| Densité de flux | Constante de Boltzman | (-1)168,6 dB | (-1)168,6 | (-1)168,6 | (-1)168,6 | (1)168,6 | | (1)168,6 | | (1)168,6 | | |
| | Largeur de bande RF (MHz) Ouverture de l'antenne isotrope (m ²) | 22,3 dB 48,6 dB | 18,7 48,6 | 14,6 48,6 | 19,1 48,6 | 17,7 48,6 | | 18,3 48,6 | | 16,8 48,6 | | |
| (6) Densité surfacique de puissance désirée | | -92,9 dB | -96,5 | -100,6 | -96,1 | -97,5 | | -97,9 | | -99,4 | | |
| Voix de transmission | Pluie (99% du pire mois) | 4,5 dB | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | | 4,5 | | 4,5 | | |
| | Absorption atmosphérique Contribution de bruit de la liaison montante Perte d'étalement | 0,7 dB 1,0 dB 162,6 dB | 0,7 1,0 162,6 | 0,7 1,0 162,6 | 0,7 1,0 162,6 | 0,7 1,0 162,6 | | 0,7 1,0 162,6 | | 0,7 1,0 162,6 | | |
| (7) P.I.R.E. requise du satellite | | 75,9 dB | 72,3 | 68,3 | 72,7 | 71,3 | | 70,9 | | 69,4 | | |
| Satellite | Gain d'antenne émettrice | (-1)36,7 | (-1)45,5 | (-1)36,7 | (-1)45,5 | (1)36,7 | | (1)45,5 | | (1)36,7 | | |
| | Gain EOB relatif (AG) Perte de l'alimentateur | 3,0 1,5 | 3,0 1,5 | 3,0 1,5 | 3,0 1,5 | 3,0 1,5 | | 3,0 1,5 | | 3,0 1,5 | | |
| (8) Puissance requise du satellite | | 437 dB | 349 dB | 40,1 dB | 31,3 dB | 36,1 dB | 27,3 dB | 40,5 dB | 31,7 dB | 39,1 dB | 30,3 dB | 38,7 dB |
| | | 23 442 W. | 3 090 W. | 10 233 W. | 1 349 W. | 4074 W. | 537 W. | 11 220 W. | 1 479 W. | 8 128 W. | 1 072 W. | 7 413 W. |
| | | QUÉBEC | SPOT | 14 307 W. | 1 886 W. | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC | SPOT | QUÉBEC |
| | | | | QUÉBEC | SPOT | | | | | | | |

Tableau 3

Budgets des liaisons pour les systèmes de radiodiffusion par satellite à 22,75 GHz

On propose une MDP4 étagée comme méthode de modulation numérique pour la transmission. Cela permet de transmettre la TVHD dans une bande passante de 48 MHz, avec un taux d'erreur binaire non codé de 10^{-6} , donnant un rapport P/B requis de 16,5 dB, y compris la marge de mise en oeuvre.

Comme dans le cas décrit à la section 5,5, on prend pour hypothèse que les algorithmes de compression et le codage des canaux assurent une transition douce du système en cas d'interruption du service, de sorte que l'on peut utiliser une disponibilité de 99% du pire mois plutôt que 99,8%, comme dans le cas du seuil FM. Il faut remarquer que les paramètres de modulation de ces deux systèmes modulés de façon numérique ont été optimisés pour utiliser la bande des 12 GHz et que l'on a recherché avant tout à comprimer la largeur de bande. Cependant, ces paramètres ne sont peut-être pas optimaux à 22 GHz, à cause du plus grand effet d'évanouissement du signal en cas de pluie et peut-être, également, à cause de la disponibilité d'une plus grande largeur de bande.

La dernière colonne des tableaux 2 et 3 donne les éléments de la formule utilisée dans le calcul de la liaison pour ce système de transmission. Il s'agit là certainement du système de transmission le plus efficace, mais il repose sur la présence d'une mémoire d'image dans chaque récepteur et sur un algorithme de prévision adaptatif dont la capacité effective et la complexité en font encore une solution douteuse.

6. Considération de la largeur de bande des canaux et de la puissance requise du satellite

En mettant au point les formules de calcul de la liaison, nous avons utilisé des paramètres types du système. On a choisi le P/B de la liaison pour des systèmes FM de façon à satisfaire au mieux les deux critères de disponibilité, autrement dit en réduisant au minimum la puissance requise du satellite.

Nous avons également pris pour hypothèse que le terminal de réception consiste en une antenne de 1 mètre de diamètre dont l'efficacité est de 63% et d'un amplificateur à faible bruit de 4 dB et 5 dB, à 12 GHz et 22 GHz respectivement. Les températures du bruit d'antenne utilisées aux tableaux 2 et 3 représentent les conditions d'évanouissement de l'image. Les pertes d'orientation de l'antenne de réception que l'on a prises pour hypothèse dans les calculs représentent une précision d'orientation de $\pm 0,50^\circ$ à 12 GHz et $\pm 0,40^\circ$ à 22 GHz. La perte de couplage et le vieillissement sont considérés comme étant analogues à ceux des installations usuelles.

Dans le calcul des formules de liaison, on a pris comme atténuation pluviale 99% du pire mois pour les angles d'élévation types des deux systèmes pris en exemple (tableau 8). L'absorption atmosphérique, qui s'avère négligeable à 12 GHz, devient importante à 22 GHz étant donné que cette bande de fréquence est située près de la crête d'absorption de la vapeur d'eau. Les chiffres utilisés pour l'absorption atmosphérique sont des valeurs types des angles d'élévation considérés. On a pris 0,5 dB et

1,0 dB comme bruit de la liaison montante, respectivement pour le système à 12 GHz et celui à 22 GHz. La bande de fréquence de la liaison montante des systèmes de 12 GHz se situe dans le voisinage de 18 GHz, alors que celle des systèmes de 22 GHz comporte probablement des fréquences plus élevées où l'on risque de se trouver en présence d'effets plus importants causés par l'évanouissement de l'image en cas de pluie ainsi que l'absorption atmosphérique.

Le tableau 4 résume les largeurs de bande nécessaires des canaux pour les 6 systèmes de transmission dans les deux bandes de fréquence, selon les calculs exposés aux tableaux 2 et 3. Comme on peut le voir, le système HLO-PAL nécessite une très grande largeur de bande, la baisse pour la transmission des composantes séparées Y-C est énorme et les chiffres continuent à diminuer pour les quatre autres systèmes. Etant donné que les systèmes FM à 22 GHz ont besoin d'une plus grande marge au-dessus du seuil, le point minimum de la puissance requise du satellite se manifeste dans des largeurs de bande qui sont typiquement 25% plus étroites que celles des systèmes à 12 GHz. Cela explique l'accroissement de la largeur de bande à 22 GHz entre les systèmes à ITC-entrelacement et numériques-entrelacement. Ce dernier ne suit pas le même processus d'optimisation, gardant les mêmes exigences de largeur de bande que pour les 12 GHz.

Le tableau 5 résume la puissance requise du satellite pour les 6 systèmes différents de modulation dans les deux bandes de fréquence qui nous intéressent et pour les deux systèmes cités en exemple, représentés à l'illustration 5. Ce tableau montre une diminution de la puissance requise du satellite pour chaque canal de TVHD, au fur et à mesure que la méthode de modulation se complique, du HLO-PAL au système numérique totalement comprimé. Cependant, il se produit une augmentation de la puissance requise du satellite pour les deux systèmes numériques à 12 GHz. Cela est dû au rapport P/B plus élevé que nécessite la modulation MDP4 et, du point de vue des avantages que cela peut représenter pour le système, la difficulté qui consiste à insérer un canal de TVHD dans une largeur de bande de fréquence réduite empêche de parvenir au point optimum de la puissance du satellite. Les grandes exigences du rapport P/B dans le cas de la modulation MDP4 semblent plus appropriées à 22 GHz, où les exigences de puissance sont moins grandes pour les systèmes numériques que pour le meilleur système analogique (ICT-entrelacement).

Le tableau 5 montre que: a) le rayonnement d'un service de radio-diffusion de TVHD par satellite sur une vaste région, à 22 GHz, peut nécessiter des puissances RF excessives de la part du satellite; b) les atténuations plus fortes en cas de pluie, à 22 GHz, peuvent être compensées par une augmentation du gain de l'antenne de transmission du satellite, ce qui est rendu possible par le rayonnement sur une superficie moins grande (le faisceau dirigé à 22,75 GHz se compare favorablement au faisceau "QUÉBEC" à 12,5 GHz); c) la petite diminution de puissance de l'ICT-CSL relative à l'ICT-entrelacement peut très bien ne pas nécessiter un récepteur plus compliqué et plus coûteux par suite de l'incorporation d'une mémoire d'image. Cette complexité accrue est davantage dictée par l'efficacité spectrale que par la minimisation de la puissance du satellite.

Aux fins de comparaison, la puissance requise du satellite pour un canal de télévision ordinaire NTSC, modulé en FM, couvrant les mêmes régions et ayant les mêmes paramètres de récepteur terrestre et de disponibilité du système que ceux donnés au tableau 2 pour 12 GHz, serait de 171 watts et 22,5 watts respectivement pour les faisceaux "QUÉBEC" et "SPOT". La largeur de bande RF requise serait de 22 MHz.

| SYSTÈME FRÉQUENCE | HLO-PAL | Y-C SÉPARÉS | ICT-CSL | ICT ENTRELACÉ | NUMÉRIQUE ENTRELACÉ | TOTALEMENT NUMÉRIQUE |
|----------------------|---------|----------------|---------|------------------|------------------------|-------------------------|
| 22,75 GHz | 170 | 74+29= 103 | 82 | 59 | 67,5 | 48 |
| 12,5 GHz | 236 | 96+38= 134 | 110 | 80 | 67,5 | 48 |

Tableau 4

Largeur de bande (MHz) du canal nécessaire pour les divers systèmes de transmission dans les deux bandes de fréquence (12,5 GHz et 22,75 GHz)

| SYSTÈME FRÉQUENCE | | HLO-PAL | Y-C SÉPARÉS | ICT-CSL | ICT ENTRELACÉ | NUMÉRIQUE ENTRELACÉ | TOTALEMENT NUMÉRIQUE |
|----------------------|--------|---------|----------------|---------|------------------|------------------------|-------------------------|
| 22,75 GHz | QUEBEC | 23 442 | 14 307 | 11 220 | 8 128 | 7 413 | 5 248 |
| | SPOT | 3 090 | 1 886 | 1 479 | 1 072 | 977 | 692 |
| 12,5 GHz | QUEBEC | 1 820 | 1 036 | 851 | 617 | 1 479 | 1 047 |
| | SPOT | 240 | 137 | 112 | 81 | 195 | 138 |

Tableau 5

Puissance RF requise (watts) à l'ATOP du satellite, en supposant la même disponibilité de service

Dans la bande des 12 GHz, le meilleur système de TVHD analogique analysé nécessite 4 fois le spectre et 4 fois la puissance de satellite d'un système de télévision ordinaire, pour la même disponibilité et la même région desservie. De la même façon, le meilleur système de TVHD numérique analysé nécessite 2 fois le spectre et 6 fois la puissance de satellite d'un système de télévision ordinaire. Ces deux systèmes de TVHD nécessitent une mémoire d'image à chaque récepteur. Le meilleur système de TVHD analogique qui n'a besoin que de deux lignes de mémoire au récepteur nécessite 5 fois le spectre et 5 fois la puissance de satellite d'un canal de télévision ordinaire.

7. Exigences des engins spatiaux

Le tableau 6 donne la puissance RF prévue à la sortie des ATOP en utilisant les satellites et les véhicules de lancement prévus (6,7,8,9) sans protection contre les éclipses. La puissance estimative est basée sur une extrapolation de la masse totale qui peut être placée sur orbite géostationnaire par un lanceur STS/Centaure. On s'attend à ce que le coût des diverses combinaisons de véhicule de lancement et de capacité de charge utile augmente à partir du PAM D jusqu'au Centaure.

| Catégorie de véhicule | Genre de satellite | Puissance de sortie RF maximale estimative des ATOP |
|-------------------------------------|------------------------------|---|
| Delta/PAM-D Ariane | STC (COMSAT) | 555 watts |
| Navette | Satcom RCA amélioré (SRD) | 920 watts |
| Navette Ariane | L-SAT | 2 750 watts |
| STS/Centaur J (pleine cargaison) | 6 360 kg en orbite géo | 10 500 watts |

Tableau 6: Puissance RF disponible des catégories de satellites de radiodiffusion prévus, sans protection contre les éclipses

Le tableau 7 donne le nombre de canaux de TVHD que l'on peut obtenir en se basant sur la puissance de sortie RF prévue de ces divers satellite. Il est particulièrement intéressant de remarquer qu'il indique qu'un L-SAT peut diffuser 2 canaux de TVHD à 22,75 GHz sur le faisceau "SPOT" en utilisant l'"ICT-CSL" ou 4 canaux de TVHD à 22,75 GHz sur le même faisceau en utilisant la modulation numérique totalement comprimée; un L-SAT peut également fournir 3 canaux à 12 GHz sur le faisceau "QUÉBEC" en utilisant l'ICT-CSL ou seulement 2 canaux avec une modulation numérique totalement comprimée.

| FRÉQUENCE | SYSTÈME | | HLO-PAL | Y-C SÉPARÉS | ICT-CSL | ICT ENTRELACÉ | NUMÉRIQUE ENTRELACÉ | TOTALEMENT NUMÉRIQUE |
|-----------|----------|--|--|---|---|--|--|----------------------|
| | FAISCEAU | | | | | | | |
| 22,75 GHz | QUÉBEC | | | | 1 (Centaure J) | 1 (Centaure J) | 1 (Centaure J) | 1 (Centaure J) |
| | SPOT | 3 (Centaure J) | 1 (L-SAT) 5 (Centaure J) | 2 (L-SAT) 7 (Centaure J) | 2 (L-SAT) 10 (Centaure J) | 1 (RCA-SRD) 3 (L-SAT) 11 (Centaure J) | 1 (RCA-SRD) 4 (L-SAT) 15 (Centaure J) | |
| 12,5 GHz | QUÉBEC | 1 (L-SAT) 5 (Centaure J) | 1 (RCA-SRD) 2 (L-SAT) 10 (Centaure J) | 1 (RCA-SRD) 3 (L-SAT) 12 (Centaure J) | 1 (RCA-SRD) 4 (L-SAT) 17 (Centaure J) | 2 (L-SAT) 7 (Centaure J) | 1 (RCA-SRD) 2 (L-SAT) 10 (Centaure J) | |
| | SPOT | 2 (STC) 3 (RCA-SRD) 11 (L-SAT) (43) ----- | 4 (STC) 6 (RCA-SRD) 20 (L-SAT) (76) ----- | 5 (STC) 8 (RCA-SRD) (24) ----- | 6 (STC) 11 (RCA-SRD) (34) ----- | 2 (STC) 4 (RCA-SRD) 14 (L-SAT) (53) ----- | 4 (STC) 6 (RCA-SRD) 20 (L-SAT) (76) ----- | |

Tableau 7

Nombre de canaux disponibles en utilisant diverses catégories d'engins spatiaux pour les 6 systèmes différents de modulation dans les deux bandes de fréquence de radiodiffusion par satellite qui nous intéressent.

Le tableau 7 montre que l'on peut utiliser les satellites actuels pour transmettre les canaux de TVHD. La disponibilité des amplificateurs haute puissance à tube à ondes progressives (ATOP) est également une considération importante. La plus grande puissance disponible des ATOP mis au point pour la bande des 12 GHz est de 450 watts. Il faudra des recherches considérables pour satisfaire des exigences de puissance plus élevées.

8. Conclusion

Etant donné la congestion des bandes de fréquence actuelles de la radiodiffusion terrestre, la radiodiffusion de la TVHD devra s'effectuer à des fréquences plus élevées. On s'attend à ce que la radiodiffusion par satellite offre une solution très attrayante pour la radiodiffusion de la TVHD dans des zones relativement vastes, à ces plus hautes fréquences. La distribution de la TVHD par câble dans les centres urbains et leurs banlieues, en utilisant les fibres optiques, apporterait un complément à la radiodiffusion par satellite. Deux bandes de fréquence ont été identifiées pour une telle radiodiffusion par satellite: 12 GHz et 22 GHz.

Les exigences relatives à la largeur de bande et à la puissance du satellite ont été analysées pour six méthodes de modulation. On a trouvé que ces exigences sont moins grandes lorsqu'on utilise des techniques de modulation plus efficaces par l'entremise de récepteurs plus compliqués. Pour les techniques de modulation les plus efficaces, il faut que chaque récepteur ait une mémoire d'image complète. Cela consisterait généralement en une mémoire de 20 Mbits, à un taux d'horloge de 50 MHz, ce qui est une caractéristique type d'une grande installation informatique actuelle. Cependant, la réduction correspondante de la largeur de bande et de la puissance requise du satellite qu'entraîne l'utilisation de ces mémoires d'image ne vaut peut-être pas l'augmentation du coût de la complexité du récepteur.

On a découvert que le système de modulation expérimental ICT-CSL, qui ne nécessite que deux lignes de mémoire au récepteur, semble constituer le meilleur compromis entre la complexité du système et l'efficacité de la modulation. Cet ICT-CSL à fréquence modulée nécessite 5 fois la largeur de bande et 5 fois la puissance de satellite que l'on utilise pour la radiodiffusion par satellite de la télévision ordinaire, pour fournir la même disponibilité de service dans une région de même taille. Les systèmes de modulation numérique nécessitent davantage de puissance du satellite à 12 GHz que le système ICT-CSL, alors que les exigences du spectre sont moindres. Ces systèmes de modulation numérique semblent cependant prometteurs. Il faudra effectuer beaucoup de recherches sur le codage efficace des canaux, ainsi que sur le codage efficace de la source par l'utilisation d'une mémoire d'image dans chaque récepteur, afin d'augmenter l'efficacité de la transmission.

La puissance de satellite requise pour un faisceau étroit de 22 GHz est comparable à celle d'un système de radiodiffusion de TVHD par satellite à 12 GHz couvrant une vaste région de service. L'atténuation plus forte du signal en cas de pluie et l'absorption atmosphérique plus élevée que l'on obtient à 22 GHz peuvent être compensées par le plus grand gain d'antenne

de satellite que l'on obtient avec un faisceau de plus petite taille. On a découvert que la radiodiffusion de la TVHD par satellite vers de grandes régions de service à 22 GHz nécessite de très gros satellites. Cependant, on disposera de canaux de satellite pour la radiodiffusion de la TVHD en des faisceaux étroits à 22 GHz et en de larges faisceaux à 12 GHz. La radiodiffusion de la TVHD par satellite sur des faisceaux étroits à 12 GHz nécessite des puissances de satellite qui se situent dans la gamme de celles nécessaires pour la radiodiffusion de la télévision ordinaire sur grands faisceaux. Il faudra mettre au point des ATOP de plus haute puissance à 12 GHz et 22 GHz pour la radiodiffusion de la TVHD sur de grands faisceaux.

On peut utiliser les deux bandes de fréquence de 12 GHz et 22 GHz pour la radiodiffusion de la TVHD par satellite, mais on considère que celle de 22 GHz offre plus d'obstacles que la 12 GHz, principalement à cause de la plus grande atténuation en cas de pluie. La mesure dans laquelle on utilisera la bande des 22 GHz plutôt que celle des 12 GHz dépendra du taux relatif de développement de la technologie de la TVHD, par comparaison à celui de la technologie à 22 GHz. Elle dépendra également de la façon dont les systèmes de radiodiffusion de la télévision ordinaire par satellite occuperont la bande des 12 GHz.

9. Bibliographie

- (1) Règlements des radiocommunications, Conférence administrative mondiale des radiocommunications, Genève, 1979.
- (2) Monographie technique NHK no 32 (Japan Broadcasting Corp.), juin 1982, Takashi Fujio et ses collègues.
- (3) T. Fujio: A Universal Weighted Power Function of Television Noise and its Application to High-Definition TV system design, IEEE Transactions on Broadcasting, vol. BC-26, no 2, juin 1980.
- (4) Doc. A/82 (Rev. 1) (NHK, Japan Broadcasting Corporation), Réunion préparatoire de la conférence SAT-R2, Genève 1982.
- (5) Doc. A/32 (E.-U.) Réunion préparatoire de la conférence SAT-R2, Genève 1982.
- (6) A Direct Broadcast Satellite System for the United States; Satellite Characteristics, Comsat Technical Review, vol II, numéro 2, automne 1981.
- (7) RCA American Communications Inc., An Application for a DBS System, FCC 1981.
- (8) Design and Development of the European Large Communications Satellite (L-SAT), B.L. Herdan et B.N.F. Eddelson, AIAA 9th Communication Satellite Systems Conference, 1982, San Diego, communication no 0551.
- (9) Centaur Capabilities for Communications Satellite Launches, W.F. Rector, AIAA 9th Communications Satellite Systems Conference, 1982, San Diego, communication no 0558.



Illustration 4

Polygones délimitant les régions de service des faisceaux
"QUÉBEC" et "SPOT"

Faisceau "QUÉBEC"

| POINT | LAT. | LONG. | ELEV. | AZH. | 12,50 GHz | | 22,75 GHz | |
|-------|-------|--------|-------|---------|-----------|--------|-----------|--------|
| | | | | | 99,0 X | 99,8 X | 99,0 X | 99,8 X |
| | | | | | ATT. | ATT. | ATT. | ATT. |
| 1 | 70,00 | -80,00 | 11,16 | -169,37 | 0,17 | 0,65 | 0,60 | 2,33 |
| 2 | 70,00 | -67,40 | 9,84 | -156,11 | 0,19 | 0,71 | 0,67 | 2,56 |
| 3 | 66,60 | -60,90 | 11,80 | -148,76 | 0,20 | 0,70 | 0,70 | 2,52 |
| 4 | 52,00 | -57,00 | 23,10 | -140,51 | 0,47 | 1,40 | 1,55 | 4,61 |
| 5 | 51,40 | -57,00 | 23,59 | -140,27 | 0,47 | 1,40 | 1,56 | 4,61 |
| 6 | 47,30 | -61,70 | 29,07 | -143,77 | 1,01 | 2,84 | 3,07 | 8,61 |
| 7 | 45,00 | -71,50 | 35,00 | -154,68 | 1,58 | 4,33 | 4,52 | 12,40 |
| 8 | 45,00 | -75,00 | 36,06 | -159,25 | 1,54 | 4,24 | 4,42 | 12,16 |
| 9 | 46,30 | -78,80 | 35,61 | -164,68 | 1,48 | 4,14 | 4,25 | 11,86 |
| 10 | 47,30 | -79,50 | 34,68 | -165,85 | 0,67 | 1,89 | 2,09 | 5,91 |

Faisceau "SPOT"

| | POINT | LAT. | LONG. | ELEV. | AZH. | 12,50 GHz | | 22,75 GHz | |
|---------------|-------|-------|--------|-------|---------|-----------|--------|-----------|--------|
| | | | | | | 99,0 X | 99,8 X | 99,0 X | 99,8 X |
| | | | | | | ATT. | ATT. | ATT. | ATT. |
| Quebec | 1 | 46,80 | -71,20 | 33,12 | -154,97 | 1,53 | 4,28 | 4,38 | 12,28 |
| Sherbrooke | 2 | 45,40 | -71,90 | 34,73 | -155,34 | 1,56 | 4,30 | 4,47 | 12,34 |
| Montreal | 3 | 45,50 | -73,60 | 35,15 | -157,58 | 1,54 | 4,26 | 4,42 | 12,21 |
| Kingston | 4 | 44,20 | -71,90 | 35,93 | -154,88 | 1,59 | 4,34 | 4,57 | 12,44 |
| Niagara Falls | 5 | 43,10 | -79,10 | 39,07 | -164,26 | 1,56 | 4,22 | 4,49 | 12,11 |
| Windsor | 6 | 42,20 | -83,10 | 40,77 | -169,79 | 1,57 | 4,20 | 4,50 | 12,05 |
| Sarnia | 7 | 42,90 | -82,50 | 39,92 | -169,05 | 1,55 | 4,19 | 4,45 | 12,01 |
| Kitchener | 8 | 43,40 | -80,50 | 39,03 | -166,31 | 1,55 | 4,20 | 4,44 | 12,03 |
| Toronto | 9 | 43,60 | -79,40 | 38,60 | -164,82 | 1,55 | 4,20 | 4,44 | 12,06 |
| Ottawa | 10 | 45,40 | -75,70 | 35,84 | -160,30 | 1,53 | 4,22 | 4,38 | 12,09 |

Tableau 8

Coordonnées des points des polygones définissant la région de service des faisceaux "QUÉBEC" et "SPOT" ainsi que les angles d'élévation et l'atténuation en cas de pluie relevés en ces points.



Illustration 5

Faisceaux "QUÉBEC" et "SPOT" dans une vue de la terre à partir d'un satellite situé à 90° ouest

L'ÉTAT ACTUEL DU DÉVELOPPEMENT DU MATÉRIEL
ET D'ÉMISSIONS POUR LA TVHD

Yoshinobu Ohba et Takashi Fujio
Nippon Hoso Kyokai

Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

LA TVHD: UN SUCCÈS OU UNE FAILLITE POUR LE CÂBLE

V.C. Reed

Skyline Cablevision

RÉSUMÉ*

Cette communication est divisée en trois parties. La première traite des occasions commerciales qu'offre la télévision à haute définition et examine les modèles possibles de développement des systèmes de câblodistribution qui introduiront un nouveau système à la fois dans les foyers et dans de nouvelles entreprises commerciales.

La deuxième partie de cette communication examine les problèmes techniques inhérents à la distribution de signaux de télévision à haute définition par rapport aux systèmes de distribution de la télévision ordinaire et elle explore quelques solutions qui nécessiteront des recherches considérables avant que l'on accepte tout genre de normalisation de la transmission.

La troisième partie examine l'environnement de la réglementation et le rôle que cette dernière joue dans le développement et la réussite finale de l'introduction de cette nouvelle technologie.

*Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

LA TVHD:
DES APPLICATIONS ET DES BÉNÉFICES POSSIBLES POUR LE CANADA

Joseph Koenig

Interactive Image Technologies

Le but de cette communication n'est pas tellement de discuter de la technologie des systèmes à haute définition (HD) ni des détails particuliers de la façon dont la HD fonctionne, mais plutôt de jeter un coup d'oeil futuriste sur certains domaines d'utilisation de cette technologie et des avantages à long terme qu'elle pourrait offrir. Mon point de vue est celui de quelqu'un qui s'intéresse à la production cinématographique ainsi qu'au développement du logiciel informatique et des vidéodisques interactifs.

La télévision à haute définition comme celle que la NHK a mise au point au Japon, ainsi que d'autres, fonctionnent à l'heure actuelle. D'autres formes de haute définition sont en train d'être fabriquées au Canada et ailleurs pour des applications spécialisées, comme la cartographie, mais elles ne sont pas appliquées à des productions générales. Bien entendu, la HD n'est pas disponible dans le commerce et il faudra peut-être une décennie et un bouleversement technologique coûteux ainsi qu'une révision complète des règlements régissant l'octroi des permis, avant qu'elle soit disponible dans les foyers nord-américains. Et pourtant, le système de la NHK -- ou quelque chose du genre -- ne manquera pas d'arriver, car la technologie nord-américaine actuelle est primitive, même si l'on en juge par les normes du matériel européen installé. Il se produira bien d'autres changements dans la façon dont nos médias sont utilisés, qui utiliseront de plus en plus des capacités de la haute définition; pas seulement pour la radiodiffusion, mais également pour les films destinés à être projetés dans des expositions et dans les foyers; les jeux, l'information et la formation. C'est dans ces secteurs que nous pouvons utiliser à bon escient cette technologie, et le plus vite sera le mieux, à mon avis.

Dans quel sens la TVHD représente-t-elle une occasion pour les Canadiens?

Dans les 5 ou 10 prochaines années, la TVHD ne constituera certainement pas un média de divertissement grand public et, pendant au moins une partie de cette période, elle coûtera cher pour de nombreuses applications où sa qualité apporterait un réel avantage. En fin de compte, je pense que ses capacités conduiront à de nouvelles formules de communication qui franchiront peut-être les frontières actuelles qui séparent le divertissement, l'enseignement et les jeux. Cependant, la HD peut rivaliser dès maintenant avec la qualité des films couleur de 35 mm. Elle peut, au moins théoriquement, fonctionner considérablement mieux que le film, en réduisant le coût de production de films cinématographiques novateurs destinés à être projetés dans les cinémas.

Il me semble que la production en studio de dramatiques et de matériel éducatif pourrait très bien être la meilleure première application et la haute définition. Le produit fini pourrait alors être distribué en utilisant les réseaux actuels, pour les cinémas en tant que films de 35 mm, sous forme de rubans magnétoscopiques ou de films de 16 mm pour les utilisations en dehors des cinémas, et sous forme de radiodiffusion dans les foyers. La radiodiffusion par satellite de la TVHD directement dans les cinémas pourrait peut-être constituer l'étape suivante.

Les avantages économiques et créatifs des bandes vidéo HD sont considérables, ou pourraient l'être, par comparaison au film de 35 mm:

- a) La possibilité de voir immédiatement le produit fini en cours de tournage réduit la nécessité de refaire des prises additionnelles inutiles si certaines ne sont pas bonnes et permet en outre de tourner d'autres prises de vue si celles que l'on pensait bonnes s'avèrent inutilisables lors de l'inspection immédiate.
- b) La réduction des nouvelles prises de tournage causées par une défec-tuosité du son, des problèmes d'éclairage, des pellicules défectu-euses, un mauvais équilibre des couleurs, des problèmes subtils de la cinécaméra, etc.
- c) Il faut également considérer la réduction des coûts du développement de la pellicule, le tirage, les séquences spécialement chronométrées ou corrigées pour la couleur, la numérotation latérale, sans mention-ner le coût de l'assurance sur le film.
- d) Le montage informatisé de la bande vidéo HD devrait entraîner d'autres économies considérables, notamment: la rapidité du choix des prises de vue et du montage, la souplesse de l'expérimentation des effets optiques; la possibilité de combiner une animation informatisée et des scènes réelles en des formes que l'on ne peut guère obtenir avec des films classiques.

La réduction des coûts pourrait être considérable, particulièrement dans l'industrie canadienne de la production de longs métrages, qui éprouve beaucoup de difficultés à réaliser des oeuvres de haute qualité à n'importe quel prix.

Certains des problèmes actuels du Canada ont trait à la qualité du personnel disponible pour le script et la production créatrice. D'autres sont liés aux difficultés de distribution. A première vue, la disponibi-lité de la HD ne réglerait peut-être pas ces problèmes; mais, indirecte-ment, elle pourrait apporter une aide considérable en fournissant une rétroaction instantanée durant le tournage, en ouvrant la production aux cinéastes qui ne font pas de longs métrages coûteux à l'heure actuelle et en rendant les productions canadiennes moins dépendantes de leur accepta-tion par le marché américain.

Mes estimations personnelles sont que l'on pourrait économiser jusqu'à 20% des frais de production si l'on utilisait de l'équipement HD -- à condition, bien entendu, qu'il soit hautement fiable et raisonnablement portatif. Par conséquent, il me semble que cela vaudrait la peine d'effectuer une production pilote en HD, avec les Canadiens, peut-être en collaboration avec des artistes d'autres pays où l'on ne fait guère de longs métrages, ceci afin d'explorer les capacités de cette technologie.

Un nouveau système de montage de disques à rayon laser, qui est en train d'être mis au point par Lucasfilms Ltd., en Californie, pourrait fort bien être utilisé conjointement avec la HD, ce qui produirait d'autres économies dans la production des dramatiques et d'autres réalisations de longue durée. Ce système implique le transfert des épreuves de tournage, communément appelées "rushes", sur des disques à lecture-écriture au laser ("tirage"), ainsi que l'utilisation d'un ordinateur pour faire revenir les prises de vue que l'on désire dans l'ordre requis. Ce système n'est pas opérationnel à l'heure actuelle, car la technologie des épreuves de tournage par disque au laser n'est pas encore disponible sur le marché - mais cela ne devrait pas tarder au cours des années à venir. La HD et le montage par les disques au laser devraient devenir une combinaison très efficace.

Je crois sincèrement que -- même si de grandes pièces de l'échiquier sont surtout élaborées ailleurs -- l'utilisation systématique et créatrice de la technologie de pointe offre une réelle utilité en termes de notre présence sur la scène internationale de la haute technologie et de la créativité.

Il y a un avantage à commencer dès le début. Il n'y a aucun doute que cela permettra aux Canadiens des secteurs de la haute technologie et de la création de contribuer conjointement au raffinement de cette technologie, ce qui devrait nous conduire aux marchés mondiaux. Les raffinements dont je parle comprendraient le matériel, le logiciel informatique, les techniques de création et les méthodes de distribution. Ainsi, notre industrie culturelle pourrait devenir l'agent d'exportation de films et d'un savoir-faire technologique typiquement canadiens.

De pair avec les applications de la HD à l'égard de la production des longs métrages, nous devrions examiner soigneusement diverses autres applications de la HD:

La formation: Que ce soit dans les domaines professionnels comme la médecine, où le coût élevé de la formation est devenu un lourd fardeau fiscal ou dans le recyclage professionnel des adultes -- qui devient un facteur de plus en plus important pour aider notre société à s'ajuster aux exigences changeantes du milieu du travail, la HD peut se tailler une place de choix.

La haute définition, peut-être alliée au vidéodisque et certainement à la technologie informatique, pourrait devenir la base d'un système de formation hautement efficace. Nous pensons que les systèmes de HD, contrôlés par ordinateur, avec accès aléatoire, pourraient en fin de compte

jouer un rôle considérable en offrant un style de formation très au point, à un coût par étudiant relativement bas. A l'heure actuelle, nous devons faire face à la nécessité de recycler des travailleurs canadiens de tous âges, possédant de nombreux antécédents professionnels, de manière à résoudre les problèmes que pose un environnement de travail changeant. Les changements qui se cessent de se produire dans la technologie et dans l'économie continueront d'imposer que de nombreux Canadiens changent fréquemment de métier. La présentation d'images et de texte précis et nets pourrait faire jouer à la HD un rôle très utile dans tout système de formation interactif.

Même lorsque la crise économique que nous connaissons à l'heure actuelle se terminera, nous aurons besoin de nous recycler, et peut-être même plus qu'auparavant. Alliée à d'autres technologies, la HD peut jouer un rôle très efficace dans notre économie nationale en raison de son potentiel à l'égard d'une meilleure formation.

Je crois qu'il serait opportun d'effectuer une étude des répercussions de la HD sur la formation, ainsi que de découvrir et d'examiner soigneusement les domaines où elle serait rentable. Il existe un autre secteur important: celui des nouveaux jeux vidéo électroniques. C'est la source d'une nouvelle industrie majeure, même si les graphiques n'offrent guère de finesse. Je crois que nous devrions explorer l'interface entre la visualisation de la HD, les ordinateurs et les vidéodisques pour mettre au point des jeux d'ordinateur plus raffinés. Les travaux dans ce domaine pourraient être beaucoup plus lucratifs que la production de longs métrages et cela pourrait également ouvrir les horizons du secteur de la fabrication des systèmes. Je crois que des systèmes raffinés basés sur la HD changeront la façon dont on nous présente actuellement les jeux d'ordinateur, de sorte que ces derniers comporteront les qualités de la dramatique, comme nous la connaissons aujourd'hui.

La HD offre d'autres applications qui semblent être intrigantes: elle peut jouer un rôle important dans la façon de livrer des images artistiques d'une manière plus dynamique et peut-être plus économique que les plaques de couleur utilisées dans l'impression des livres -- ce qui constitue un moyen peu coûteux mais limité de diffuser l'art, particulièrement si l'on considère que les coûts de l'édition de livres de qualité et de leur distribution continuent d'augmenter. En fin de compte, le fait de mettre en mémoire des images sur vidéodisque et de les présenter en HD pourrait donner à de nouveaux auditoires libre accès à la richesse du monde artistique. La HD peut également stimuler de façon très intéressante le travail du photographe ou du cinéaste amateur.

Pour résumer, l'introduction de la HD au Canada ne dépend pas, à mon avis, du choix d'un système de diffusion par la télévision. Bien entendu, il existe déjà bon nombre de constructeurs qui fabriquent du matériel de HD spécialisé dans des applications militaires et autres usages qui ne sont pas à la portée du public. Certaines applications pourraient cependant servir à mettre au point un outil de communication canadien.

On pourrait explorer la HD, dans son format actuel de la NHK, en tant que moyen efficace de remplacer le film dans la production de longs métrages et d'émissions spéciales de télévision, afin de réduire considérablement les coûts de production -- même si l'on devait repiquer le produit final sur film ou sur une bande vidéo ordinaire pour sa diffusion. Ce genre d'application pourrait revêtir une importance considérable pour le Canada.

Parallèlement, on pourrait élaborer la HD en une précieuse forme qui permettrait de livrer du matériel de formation dans des domaines comme la médecine et d'autres professions de la santé, où la formation est très coûteuse et où la HD pourrait permettre de réaliser des économies considérables, particulièrement si on l'utilisait conjointement avec le vidéodisque et l'ordinateur. Le lien de la HD avec le vidéodisque, dans un but de formation, constitue peut-être un secteur dans lequel les Canadiens peuvent jouer un rôle utile et important.

L'importance des jeux vidéo en tant que nouveaux médias de divertissement -- et comme précurseurs de nouvelles formes d'enseignement -- ne doit pas être reléguée aux oubliettes. La HD aura probablement très bientôt de profondes répercussions dans ce domaine.

Il est important que nous, Canadiens, fassions un effort pour être les joueurs et non les spectateurs d'un processus d'adaptation de la HD dans des systèmes réalisables et que, ce faisant, nous nous impliquions dans l'évolution de cette technologie, de manière que, d'une part elle satisfasse nos besoins et que, d'autre part, elle devienne une source de revenus, à partir d'autres marchés, au fur et à mesure que la TVHD sera utilisée.

Pour participer de façon efficace, il faudra que de véritables équipes de techniciens, de scientifiques et de créateurs ou d'artistes s'impliquent dans ces travaux -- une combinaison que nous n'avons guère vue au Canada jusqu'à présent.

Trop de discussions sur la nouvelle technologie des communications ont lieu à l'insu des "créateurs". Je ne sais trop pourquoi, mais je pense que c'est un problème que nous devrions attaquer.

Je n'ai pas l'illusion de penser que la HD, dans son état actuel, constitue la meilleure façon ou le dernier mot de la présentation des images. De nouvelles technologies, comme celles des images à trois dimensions au laser, qui ne se limitent pas à l'écran, verront peut-être le jour avant longtemps. Cependant, il faut participer à l'action, ne pas être un spectateur, et la HD nous offre une occasion de taille pour nous impliquer dans un système de communication de pointe qui est non seulement important par lui-même, mais qui ouvrira de nombreux nouveaux horizons.

LA TVHD ET LE CINÉMA

William H. Hogan

Ruxton Limited

Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

LE DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME DE SIMULATEUR VISUEL À HAUTE DÉFINITION

R.E. Barrette et B.L. Welch

CAE Electronic Ltée
CanadaRÉSUMÉ

Les compagnies aériennes commerciales et l'aviation militaire comptent sur des simulateurs de vol à affichages de haute définition pour que leurs pilotes disposent d'une imagerie suffisamment réaliste dans leur formation. Entre 1969 et 1975, l'industrie a utilisé de grands simulateurs en circuit fermé pour produire des imageries que les pilotes peuvent voir "comme s'ils se trouvaient dans le cockpit". On utilisait auparavant des caméras de radiodiffusion ordinaires, mais on a découvert qu'elles ne convenaient pas à la plupart des situations de formation. Plusieurs constructeurs de simulateurs de vol ont essayé de mettre au point des caméras à haute définition, mais sans grand succès.

L'avènement de l'imagerie informatique a éliminé la nécessité de caméras à haute définition, tout en imposant de plus grandes exigences au matériel d'affichage, c'est-à-dire l'écran. Les constructeurs de simulateurs de vol et l'aviation militaire américaine ont dépensé beaucoup d'argent pour essayer de mettre au point des écrans de télévision à haute définition. La tendance actuelle dans les programmes militaires et commerciaux consiste à utiliser la technologie actuelle de l'affichage sur écran dans des configurations à canaux multiples, de façon à obtenir à la fois un grand champ de vision et une haute définition.

L'aspect le plus important du système de TVHD proposé sera probablement la qualité de l'image, comme pourra la voir le grand public. L'industrie de la construction des simulateurs de vol a souffert d'un manque de paramètres qui définissent bien la qualité de l'image.

INTRODUCTION

Le coût de l'exploitation des aéronefs a forcé les compagnies aériennes à utiliser des simulateurs de vol pour la plus grande partie de la formation de leurs pilotes. Les organismes militaires doivent également faire face à des frais d'exploitation aérienne élevés, ainsi qu'à des pénuries de carburant; mais ils sont encore plus limités par le coût de la mise en oeuvre de systèmes modernes d'armement, la difficulté qu'ils éprouvent à trouver des endroits où ils peuvent utiliser ces armes et les exigences de sécurité qu'impose le temps de paix. Ils éprouvent des problèmes analogues à l'égard de leurs véhicules terrestres. C'est ce qui fait que les simulateurs jouent un rôle de plus en plus prépondérant dans la formation des armées modernes.

Les simulateurs utilisés pour la formation des pilotes, des mitrailleurs, des canonnières, des conducteurs de tanks, etc., ont tous quelque chose en commun: la nécessité de représenter l'environnement externe pour celui qui s'entraîne. On y arrive normalement en utilisant des images produites par un ordinateur, que l'on affiche sur divers genres d'écran de télévision. Cependant, avant 1975, les images provenaient habituellement de grandes maquettes que balayaient des caméras de télévision et des sondes optiques, qui se déplaçaient le long d'elles pour reproduire, tant bien que mal, le déplacement de l'avion, du tank ou de tout autre véhicule. L'illustration 1 représente un système type de ce genre.

Bien des gens considèrent actuellement ce genre de système comme les dinosaures de l'industrie des constructeurs de simulateurs, même s'il y en a encore beaucoup en usage à l'heure actuelle et que l'on en fabrique encore, particulièrement pour la formation des conducteurs de tanks. Un des plus grands inconvénients du système caméra/maquette était, et est encore, son manque de finesse. L'industrie et l'armée américaine ont déployé considérablement d'efforts et dépensé de fortes sommes d'argent pour mettre au point des caméras qui offraient une meilleure définition que celle que l'on obtient généralement en radiodiffusion. Cela est suffisamment récent pour que la technologie ne soit absolument pas désuète et intéresse tous ceux qui s'occupent de TVHD.

Des efforts encore plus grands ont déjà été faits et sont même encore déployés pour améliorer la technologie de la visualisation. L'avènement des images créées par l'ordinateur font que l'affichage sur l'écran constitue le facteur limitatif du système visuel. La technologie actuelle à cet égard est à peine suffisante pour satisfaire les exigences de la plupart des simulateurs actuels. Les exigences militaires visant à une simulation plus avancée dépendent de la mise au point d'affichages de plus haute définition. Les efforts déployés auparavant dans ce domaine, et ceux qui se manifestent à l'heure actuelle, devraient intéresser ceux qui s'occupent de la TVHD, et c'est ce que nous décrirons ci-après.

LA MISE AU POINT DE LA CAMÉRA DE TÉLÉVISION

Une des grandes difficultés qui se présentent lorsqu'on recherche une imagerie en couleur de haute finesse, c'est le registre extrêmement précis qu'il faut pour les trois images RVB séparées. Singer Link a essayé de contourner ce problème en mettant au point une caméra à quatre tubes¹. L'un était utilisé pour émettre un signal de luminance de haute définition et les trois autres fonctionnaient comme dans une caméra ordinaire RVB émettant une image dont la finesse est relativement faible. En mélangeant convenablement le signal de luminance à celui des couleurs, il a obtenu une image couleur de haute définition. Les principaux problèmes, avec cette caméra, étaient le grand retard dû au vidicon utilisé dans le canal de luminance et le bruit élevé provenant des vidicons SEC utilisés dans les canaux de chrominance, qui empêchaient d'obtenir de bonnes couleurs. Cela n'a pas empêché d'utiliser cette caméra dans le simulateur de la navette de la NASA et l'armée américaine s'est servie d'une version à 1025 lignes dans plusieurs simulateurs de vol d'hélicoptère. Cette dernière version vient d'être remplacée par une caméra à rayon laser.

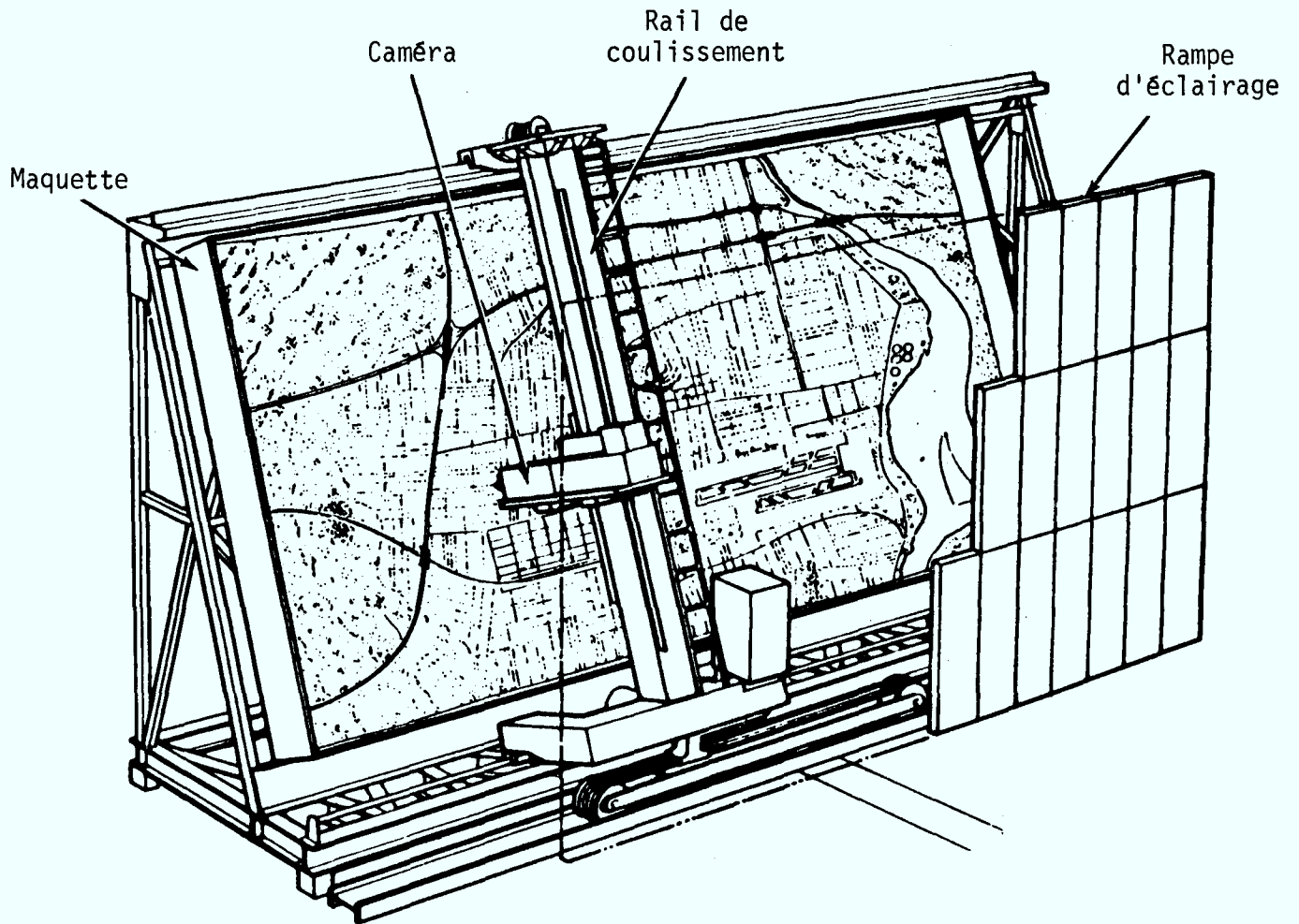


Illustration 1

Système visuel type utilisant une maquette

Redifon a utilisé une méthode plus classique pour les simulations, au Royaume-Uni. Cette société a utilisé des caméras de radiodiffusion relativement standard, fabriquées par Philips depuis plusieurs années. C'est de loin le plus grand fabricant, au point de vue chiffre d'affaires. Conjointement avec Cohu Electronics, Redifon a essayé de mettre au point une caméra couleur de 1025 lignes utilisant trois Image Isocons. Ils ont abandonné cette tentative vers le milieu des années 1970, lorsque Redifon a décroché un contrat avec l'armée américaine pour mettre au point un système visuel à rayon laser². Le système a réapparu il y a quelques années, sous l'égide d'une entreprise qui s'appelle maintenant REW Video, qui avait elle même décroché un contrat pour construire la caméra pour RAE Bedford. La conception initiale exigeait l'utilisation d'Image Isocons de RCA, mais, en raison des difficultés d'approvisionnement de ces tubes, on utilise maintenant des tubes de la société English Electric. Au moment de la rédaction de cette communication, on n'avait pas encore vu d'images de haute performance, mais RAE Bedford était toujours optimiste quant au succès final du projet.

CAE a adopté une méthode différente à l'égard du problème du registre des couleurs et, de pair avec les laboratoires de CBS, elle a mis au point une caméra couleur à séquence de trame³, utilisant un Image Isocon. Malgré les problèmes initiaux provenant d'un bruit excessif, la version finale de ce système (qui a été livrée à l'armée iranienne peu avant la chute du Shah) fournissait probablement l'imagerie couleur de la plus haute qualité qui ait jamais été obtenue à partir d'un système visuel de maquette. Les auteurs n'ont pas l'intention de réouvrir la polémique des années 1950 concernant les mérites de la télévision par séquence de trame. Cependant, la haute qualité d'imagerie vidéo que l'on obtient avec cette caméra, qui ne fonctionne qu'à 735 lignes, a démontré qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une fréquence de balayage de lignes très élevée pour produire des images de haute qualité. Les caractéristiques du système visuel CAE, qui le distingue des autres, sont sa fréquence à moyenne de temps élevée dans toute la bande passante, de bonnes couleurs dans les petits ou grands détails de l'image et une absence presque totale de la structure de trame dans l'image à l'écran.

CAE a récemment terminé une étude⁴ à l'intention de l'US Air Force Flight Dynamics Laboratory, afin de déterminer l'approche optimale de la mise à jour des installations actuelles de simulation visuelle de ce laboratoire. Un des aspects critiques de cette tâche est le remplacement de leur caméra couleur actuelle: une Philips standard de 625 lignes à trois Plumbicons. Nos conclusions ont été que seuls trois tubes de caméra adaptés à l'imagerie dynamique semblaient justifier des fréquences de balayage de plus de 1 000 lignes. A savoir, le Saticon à canon de 1 pouce, à diode de faible retardement, qui est en train d'être mis au point au Japon⁵, les Plumbicons 45XQ de Philips et l'Image Isocon 4827 de RCA modifié de façon que l'écart entre la cible et le treillis soit plus rapproché. Cependant, le problème du registre des couleurs demeure, et il n'est pas sûr que l'on pourra le résoudre dans une caméra de production. Les techniques qui utilisent des canaux séparés de luminance ou des "corrections de contour" du canal vert rendent mal la couleur dans les petits détails, mais sont peut-être nécessaires dans les systèmes de TVHD.

LA MISE AU POINT DE L'AFFICHAGE VIDÉO

Les demandes qu'impose le simulateur de vol à l'affichage vidéo destiné aux pilotes sont très grandes. Dans la réalité, le pilote a devant ses yeux une très forte luminosité (10 000 fc), un très grand angle de vision (180° horizontalement sur au moins 50° verticalement), la définition n'étant limitée que par les propriétés de l'oeil et l'atmosphère. La nature grand angulaire de la scène qui se déroule devant les yeux du pilote lui fournit de puissants points de repère d'attitude et de déplacement (rouli, tangage, lacet), tandis que la résolution optique illimitée lui permet d'acquérir la vision de la piste ou de la cible à une longue distance tout en lui fournissant des informations critiques sur son altitude et sa vitesse. Pour fournir une simulation visuelle appropriée à la formation du pilote, il faut allier la technologie de l'optique à celle de la vidéo la plus poussée.

Les affichages vidéo couleur que l'on utilisait au début de la simulation provenaient soit d'écrans cathodiques couleur ordinaires de 525 lignes, soit de systèmes de projection sur des écrans cathodiques de 625 lignes. Ce système, mis au point par Philips vers la fin des années 1960, a été utilisé pendant de nombreuses années dans des simulateurs commerciaux, même s'il souffrait d'une définition marginale et nécessitait chaque jour l'alignement du registre des couleurs. Au début des années 1970, on a assisté à une poussée de meilleurs affichages sur les marchés des simulateurs militaires et commerciaux. L'USAF a financé l'élaboration, par RCA, d'un écran cathodique couleur à toute épreuve devant servir dans des simulateurs de vol militaires¹. Ce tube, le 1908P22, d'une définition centrale de 900 lignes de télévision/hauteur d'image, est devenu le premier écran cathodique pleine couleur à haute définition pour usage industriel et il a été énormément utilisé par les sociétés Link-Singer, General Electric et Rediffusion, à la fois pour leurs systèmes visuels à maquette et ceux à imagerie informatique (II). De nombreux écrans de commande/contrôle et de terminaux informatiques couleur utilisent également ce tube. Les applications types de simulateurs nécessitent l'emploi de plusieurs écrans cathodiques, reliés au point de vue optique, de manière à présenter le grand angle nécessaire. Le registre et l'alliance des couleurs entre les écrans cathodiques constituent encore un problème, tout comme les limites de la définition de 900 lignes de télévision/hauteur d'image qu'impose la dimension des trois couleurs dans le masque d'ombre.

Au cours de la même période, une formule concurrente de l'II s'est vue un accueil favorable auprès des spécialistes de la simulation: la simulation de scènes visuelles nocturnes utilisant des tubes à faisceaux de pénétration. Même si ces dispositifs présentent une faible luminosité et des caractéristiques chromatiques limitées, leur définition extrêmement haute inhérente à l'absence de toute structure des trois chromatiques fournit des images d'une remarquable définition. Les améliorations qui se poursuivent au point de vue de la luminosité phosphorescente, des couleurs et de la fiabilité générale de l'affichage proviennent directement de l'utilisation de plus en plus grande du tube à faisceaux de pénétration dans les simulateurs de vol militaires et commerciaux.

L'élaboration, dans les années 1970, de systèmes de projection de haute définition a mis l'accent sur des dispositifs à couche d'huile modulée comme le tube à lumière GE ou le projecteur Eidophor. La lampe lumineuse GE s'est avérée un projecteur couleur compact, digne de confiance, fournissant une sortie lumineuse modérée et une définition relativement élevée⁶. Cependant, il ne faut pas en déduire qu'il s'agit d'un dispositif de haute définition. En fait, la trame de couleur verte peut soutenir une finesse de 800 lignes de télévision/hauteur d'image, tandis que les trames du rouge et du bleu offrent une finesse considérablement plus basse en raison des techniques de modulation par couche d'huile utilisées dans ce projecteur. Même si la technique de la finesse dépendant de la couleur fournit une image acceptable et constitue la norme de la télévision NTSC, elle n'est ni souhaitable ni acceptable pour des systèmes à haute définition de haute qualité.

Le projecteur de télévision couleur Eidophor⁷ peut fournir une haute luminosité et une grande finesse, mais au détriment de dimensions massives, d'une forte consommation de courant et de frais d'exploitation élevés. Il a rarement été employé dans l'industrie de la simulation. Cependant, l'Eidophor monochrome standard, que CAE a adapté en un système de 735 lignes à séquence de trame, s'est avéré hautement utilisable pour une image couleur de haute définition et à luminosité élevée. En utilisant le système de séquence de trame, on a éliminé les problèmes de registre des couleurs et on a réduit de moitié la taille du projecteur. Malheureusement, on peut difficilement trouver une source vidéo à séquence de trame pour ce projecteur.

A l'heure actuelle, l'industrie de la simulation explore les nouvelles technologies, à la recherche de dispositifs d'affichage vidéo qui fourniraient des finesses d'image encore plus élevées (jusqu'à 1 500 lignes de télévision/hauteur d'image). Ces dispositifs seront utilisés pour constituer une interface avec les plus récents générateurs d'II, qui peuvent fournir des définitions dépassant de beaucoup celles des écrans d'affichage actuels. Les systèmes en développement suivants représentent la fine pointe du progrès.

On utilise dans la nouvelle génération des systèmes d'II destinés aux simulateurs de vol les dernières réalisations de Panasonic dans les écrans cathodiques. Ils offrent maintenant une définition de 1 100 lignes de télévision/hauteur d'image. Ces écrans sont activés en un mode de vecteur/trame, de façon à fournir une définition optimale des points "discrets", avec un taux maximal de mises à jour de l'image.

La Société Hughes Aircraft est en train de mettre au point un projecteur couleur à lampe au cristal liquide, qui peut donner une définition de 1 200 lignes de télévision/hauteur d'image⁸. Même si cette définition a déjà fait l'objet de démonstrations, le retard excessif qui se produit dans le modulateur à cristal liquide a empêché son utilisation dans des applications vidéo en temps réel. Dans les affichages à haute définition, il faut contrôler soigneusement ce retard ou cette persistance afin d'éviter le flou de l'image durant les mouvements, particulièrement lorsque le taux de trame est élevé.

Sodern, une société française, prépare le prototype d'un projecteur à lampe lumineuse Titus qu'elle doit livrer à la USAF⁹. La taille de ce projecteur se comparera à celle du projecteur à tube de lumière de GE, mais il possèdera une définition plus élevée indépendante de la couleur ainsi qu'une fiabilité nettement améliorée.

Enfin, Singer-Link et le Centre d'équipement de formation de la Marine américaine sont engagés dans la mise au point d'affichages vidéo à rayon laser¹⁰ qui promettent une très haute définition sur de très grandes surfaces, à de hauts niveaux de luminosité.

On s'aperçoit donc que l'industrie de la simulation a joué un rôle principal dans le développement de l'affichage vidéo à haute définition et de haute finesse. Le but ultime consiste à obtenir un affichage vidéo en couleur qui soit compact, robuste, digne de confiance et présente une haute luminosité, tout en étant capable de présenter une définition considérablement plus élevée que 1 000 lignes de télévision/hauteur d'image. Il faut mettre au point des affichages à la fois pour les tubes cathodiques et pour les projections cinématographiques. Si l'on pouvait obtenir facilement des affichages de 1 125 lignes à haute définition et de haute finesse, cela améliorerait considérablement la possibilité, pour notre industrie, d'effectuer des simulations visuelles réalistes, tout en obtenant des économies considérables de coût par rapport au système actuel qui consiste à mettre au point et à fabriquer des écrans d'affichage sur commande.

Un autre avantage serait la disponibilité, pour la première fois, de matériel d'enregistrement vidéo capable de fonctionner sur 1 125 lignes. Cela permettrait d'enregistrer directement les scènes visuelles simulées, pour les rejouer en salle de cours, aux fins d'analyse.

LA MESURE DE LA QUALITÉ DE L'IMAGE

La qualité de l'image est un paramètre qu'il est difficile de définir et encore plus difficile de mesurer. L'absence d'une série de normes paramétriques qui pourraient définir de façon satisfaisante la qualité de l'image crée de graves problèmes dans le processus d'acquisition de systèmes de simulation visuelle et gêne l'industrie dans le développement de ce genre de systèmes. Le Groupe-conseil de la recherche et du développement de l'aérospatiale (GCRDA) a formé un groupe de travail chargé de définir les caractéristiques importantes des systèmes visuels et de recommander des techniques pour leur mesure¹¹. Les résultats devraient intéresser l'industrie de la TVHD, qui devra sans aucun doute faire face à des problèmes analogues.

Une des caractéristiques d'une image de haute qualité est la facilité relative avec laquelle l'observateur peut trouver et reconnaître les objets qui l'intéressent. Dans les applications militaires, on fait référence à cette tâche en tant que l'acquisition de la cible, et c'est un sujet qui a attiré considérablement d'attention. On a découvert que le paramètre le plus digne de confiance pour prévoir la probabilité de la

détection et de la reconnaissance d'une cible était la SFTM. On définit par là la surface située entre la courbe de la fonction du transfert de modulation (FTM) et la courbe du seuil de détection de l'observateur, comme on peut le voir dans l'illustration 2. Le Rapport du GCRDA¹¹ recommandait que l'on utilise ce paramètre pour mesurer la finesse du système de simulation visuelle et qu'il semblerait souhaitable d'étendre son utilisation à l'industrie de la TVHD.

En général, il semble que des images de haute qualité aient une SFTM relativement grande. L'inverse n'est pas nécessairement vrai, car d'autres paramètres comme la couleur, le retard et le "gamma" contribuent également à la qualité de l'image; mais il semble que, pour obtenir une haute qualité, il faut absolument que la SFTM soit grande. Il est intéressant de remarquer qu'une luminance élevée, un fort contraste et un faible bruit contribuent à une SFTM élevée.

Le rapport du GCRDA souligne l'importance de la mesure de la finesse dynamique plutôt que statique. En observant un match de hockey en TVHD, il sera certainement intéressant de reconnaître son joueur préféré en pleine action et de suivre une rondelle qui glisse à toute vitesse sur la glace. Heintzman a démontré la dégradation du mouvement de l'image comme une fonction de ce dernier en comparant un Vidicon et un Plumbicon dans des conditions dynamiques¹². L'illustration 3 reproduit les données de ses travaux. Malheureusement, il est difficile, sinon impossible, de mesurer la SFTM dynamique du point de vue de l'observateur, car les propriétés de la vision humaine altèrent la perception d'un mouvement uniforme sur les écrans de télévision et il faut en tenir compte dans la technique de mesure. A condition que l'image sur l'écran n'ait pour ainsi dire pas de retard par comparaison à la caméra, on peut mesurer avec précision la FTM dynamique en mesurant la sortie de la caméra, comme l'a fait Heintzman. Il suffit alors de multiplier ce chiffre par la FTM statique de l'image. Pour des distances d'observation au moins trois fois plus grandes que la hauteur de l'image, on peut considérer que la courbe du seuil de détection de l'oeil reste la même lorsque les sujets se déplacent à une vitesse allant jusqu'à la moitié de la hauteur de l'image à la seconde. On peut ainsi tracer une courbe de la SFTM par rapport à la vitesse de l'image.

Un des points qui intéressera avant tout le grand public, c'est que la haute qualité de l'image se maintienne. Les mesures de la SFTM aideront l'industrie à surveiller la qualité de l'image, mais nécessiteront un laboratoire bien équipé. Le rapport de GCRDA décrit également une technique de mesure de la finesse d'image basée sur la reconnaissance de caractères semblables à ceux que l'on utilise sur la table d'acuité visuelle de Snellen. On utilise également ce principe dans un simulateur¹³ et on a trouvé que cela constituait une mesure très précise du registre. Cette technique offrirait à l'utilisateur une méthode relativement simple de mesurer l'acuité visuelle effective de son système de TVHD. Les utilisateurs du Télidon apprécieront probablement un test de ce genre et, en fait, ce seront peut-être les premiers à se plaindre d'une mauvaise qualité, que cela provienne de leur propre écran de télévision ou de la transmission de l'information.

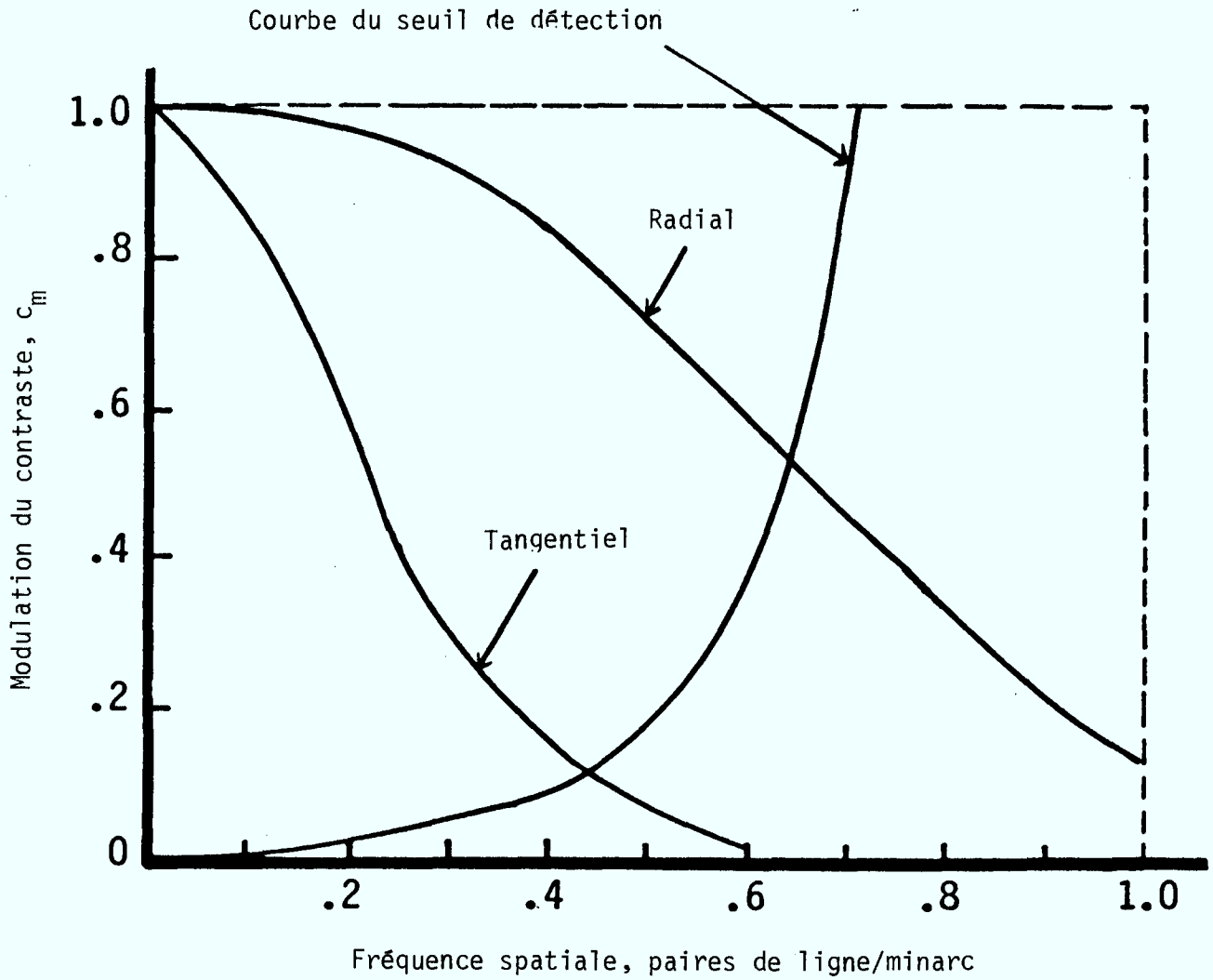
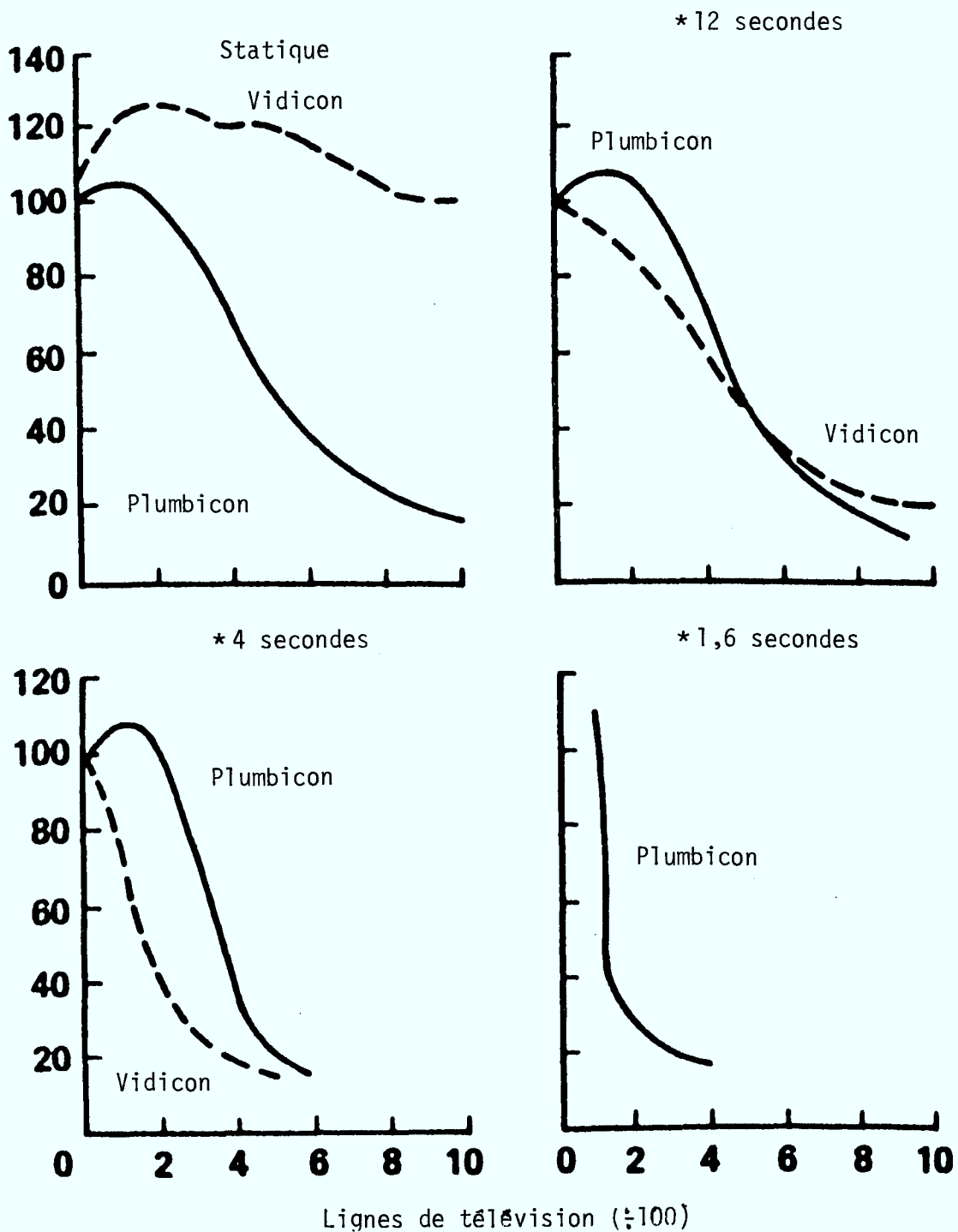


Illustration 2

Courbe de modulation du contraste pour une image grand angle agissant sur la pupille



* Les temps indiquent le temps requis pour que l'image dynamique se déplace du côté droit au côté gauche du champ de prise de vues de la caméra.

Illustration 3

Finesse dynamique

BIBLIOGRAPHIE

1. Cooksey, Tong, "A Compound Wide Angle Color Visual Display System and a High Resolution, High Sensitivity Closed Circuit Color Television Camera Developed for Wide Angle Color Visual Systems", Conférence AIAA sur la simulation visuelle et du mouvement, Communication no 73-925, sept. 1973.
2. Driskell, "Wide Angle Visual System Developments", Conf. GCRDA, Communication no 249, Techniques de simulation de l'environnement d'un aéronef piloté, avril 1978.
3. Welch, "Recent Advances in Television Visual Systems", Conf. GCRDA, Communication no 249, Techniques de simulation de l'environnement d'un aéronef piloté, avril 1978.
4. CAE Electronique Ltée, "LAMARS Air-to-Surface Visual System Analysis and Design Study", avril 1982.
5. Hayashi, "Research and Development on High Definition Television in Japan", SMPTE vol. 90, no 3, mars 1981.
6. Good, "Recent Advances in Single-Gun Color Television Light-Valve System", Résumé des communications techniques présentées lors du symposium international SID de 1975.
7. Hakewessell, "8000 Lumen Color-TV Projector Development", Résumé des communications techniques présentées lors du symposium SID de 1974.
8. Baron, Efron, Grinberg, "Project 2363: Liquid Crystal Light Valve Investigations", Actes de la "1981 Image Conference", USAF HRL.
9. Desvignes, Huriet, "Titus Light Valve Projection System", Actes de la "1981 Image Conference" USAF/HRL.
10. Breglid, Spooner, Lobb, "Helmet-Mounted Laser Projector", Actes de la "1981 Image Conference" USAF/HRL.
11. Rapport consultatif du GSRDA no 164, "Characteristics of Flight Simulator Visual Systems", mai 1981.
12. Heintzman, Shumway, "A Systematic Approach to Visual System Requirements and Development", Actes de la conférence AIAA sur la simulation visuelle et du mouvement, avril 1976.
13. Kraft, Schaffer, "Visual Criteria for Out of the Cockpit Visual Scenes", Conf. GCRDA, Communication no 249, Techniques de simulation de l'environnement d'un aéronef piloté, avril 1978.

NOTES BIOGRAPHIQUES

Bob Barrette a obtenu son baccalauréat ès-sciences en physique à l'Université McGill (Montréal) en 1971 et une maîtrise en astronomie à l'Université Western Ontario en 1973. Il est entré chez CAE Electronique en 1973 et s'est spécialisé dans la simulation visuelle, tant au niveau des maquettes que de l'imagerie informatique, jusqu'en 1980. Il est actuellement chef des projets spéciaux au secteur de l'ingénierie des projets militaires.

Brian Welch a obtenu son baccalauréat ès-sciences en physique à l'University College (Londres) en 1960. Il est entré chez CAE Electronique en 1965 et a travaillé pendant cinq ans sur plusieurs aspects des simulateurs de vol. Depuis 1970, il s'est spécialisé dans la simulation visuelle et s'est trouvé chargé de la mise au point d'un système visuel de maquettes. Pendant plusieurs années, il a joué un rôle actif dans la mise au point et la promotion de l'utilisation de l'imagerie asservie à la tête et aux yeux et il est actuellement chargé de la mise au point d'un affichage monté sur casque pour l'aviation américaine. Ce programme est financé conjointement par le gouvernement américain et le gouvernement canadien.

LA TVHD ET LES SERVICES DE VIDÉOTEX ET DE TÉLÉTEXTE

B. Crozier et K.Y. Chang
Ministère des Communications

RÉSUMÉ*

Cette communication examine les possibilités d'application de la télévision à haute définition aux services de vidéotex et de télétexte Télidon qui se développent rapidement.

Télidon est une méthode de codage alphagéométrique grâce à laquelle on transmet l'information graphique de la base de données jusqu'au terminal au moyen d'un ensemble de codes d'instructions descripteurs d'image. L'information est décrite d'une manière indépendante du média de la visualisation et de la communication. Il s'ensuit que, au fur et à mesure que la technologie de l'image s'améliore, de pair avec la TVHD, la qualité des services de vidéotex et de télétexte Télidon s'améliore également.

Une autre caractéristique du Télidon est qu'il utilise des mémoires sur plan binaire pour la visualisation. C'est la même technique qu'utilise la télévision numérique, force motrice du développement de la TVHD. On peut concevoir qu'à l'avenir, on intégrera à un récepteur de TVHD numérique un décodeur Télidon pour des applications où l'on recherche une image de haute qualité.

Les possibilités d'application de la TVHD aux services de vidéotex et de télétexte Télidon sont nombreuses. Elles comprennent, par exemple, l'information médicale, les dessins techniques, les facsimilés, etc.

Dans cette communication, les auteurs discutent également des répercussions possibles de la TVHD sur le développement actuel de la visualisation de l'information Télidon présentant une qualité photographique.

*Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

L'ÉVOLUTION DES NORMES DE TRANSMISSION ET AUTRES

Western Vivian
Université du Michigan
et
Kalba Bowen Assoc.

Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

LES MÉCANISMES ET LES ACTIVITÉS RELATIVES AUX NORMES CANADIENNES

R. Amero, A.R. Bastikar et K. Richardson

Ministère des Communications

RÉSUMÉ*

Les efforts gigantesques qui se déploient de nos jours pour améliorer la qualité du signal de la vidéo de télévision et les propositions qui commencent à s'élaborer à propos de la TVHD et de la TVDA font que l'on se demande comment ces nouveaux services seront introduits. Il est essentiel que l'on mette au point, en temps opportun, des normes largement acceptées, en tenant compte de la compatibilité avec les systèmes existants, ainsi que de l'acceptation rapide de la technologie de pointe. Pour qu'un organisme chargé de décréter des normes fonctionne convenablement, il faut que divers mécanismes et activités connexes soient en place. Son élaboration inclut les aspects de réglementation appliqués à l'échelle nationale et internationale. Les fabricants bénéficient des normes, de même que les usagers des nouveaux services et ceux qui les fournissent.

CONTEXTE

Les propositions qui commencent à voir le jour à l'égard de l'amélioration de la qualité de l'image vidéo à la télévision peut toucher toutes les facettes de l'industrie de la télévision et du film: l'équipement, le système de transmission, les techniques de production, les services de programmation et autres. Même nos habitudes en tant que téléspectateurs et consommateurs peuvent subir une véritable révolution. Afin d'être à la hauteur d'entreprises ayant de si profondes répercussions, il faut s'occuper prioritairement de fixer des normes dès le début de l'introduction du nouveau service. Ces normes doivent être largement acceptées et tenir compte des normes actuelles, assurant ainsi un certain degré de compatibilité et favorisant l'élaboration opportune de normes basées sur les progrès de la technologie. En établissant des normes de bonne heure et en continuant à les élaborer de façon qu'elles englobent la technologie de pointe, on jettera le pont entre les services existants et les services futurs, tels qu'on les envisage aujourd'hui. Et cela devra se faire de la manière la plus efficace et la plus rentable possible, sans casser les reins de l'industrie.

Au Canada, c'est le Conseil des normes du Canada (CNC) qui administre le processus de normalisation. Cet organisme fonctionne sous l'égide du Système des normes nationales (SNN), constitué d'un certain nombre d'organismes. Les Normes nationales du

*Le texte définitif sera publié dans les Actes de la Conférence.

Canada (NNC), qui sont approuvées par le Conseil des normes, constituent le fruit des travaux du Système des normes nationales. Le Canada participe également à la division internationale du CNC, qui est le responsable auprès d'organismes de normalisation comme l'International Standard Organization (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (CEI); le CNC est également membre de l'Union internationale des télécommunications (UIT). De plus, en vertu de la Loi canadienne sur la radio, le ministère des Communications a le droit et l'obligation d'établir des règlements ou des normes ayant force de loi, particulièrement dans le domaine des normes de la radiodiffusion, des procédures et des permis d'exploitation.

Certains secteurs du processus de la rédaction de normes au Canada ont besoin d'amélioration. On est encore en train de déterminer si l'on peut y parvenir au moyen d'une plus grande consultation auprès de l'utilisateur, par des organismes de réglementation au niveau du gouvernement fédéral ou des provinces, ou simplement par un plus grand rôle de leadership qu'assumerait le gouvernement. Particulièrement en ce qui a trait à la TVHD, le processus canadien de normalisation doit être révisé.

LES ASPECTS INTERNATIONAUX DES NORMES POUR LA TVHD

Donald G. Fink
Président

Groupe d'étude de la SMPTE sur
la télévision à haute définition

Cette communication traite des perspectives de la normalisation mondiale de la télévision à haute définition. Premièrement, nous devons admettre que la situation actuelle dans la télédiffusion offre très peu d'encouragements pour que l'on parvienne à une seule série de normes pour la TVHD. Une compilation récemment effectuée par le CCIR démontre qu'il n'y a pas moins de 13 variations des normes de la télévision couleur, actuellement, dans le monde entier. Les trois grands systèmes couleur compatibles sont largement répartis: PAL dans quelque 44 pour cent des services nationaux, SECAM dans 30 pour cent et NTSC dans 26 pour cent.

Cette prolifération de normes régionales a été très onéreuse. Le coût le plus évident est celui de la conversion des normes dans les échanges internationaux d'émissions, ce qui nécessite un matériel coûteux et entraîne habituellement une dégradation de la qualité de l'image. Un autre coût, dont les répercussions sont fort heureusement restreintes, est celui de la conception et de la fabrication de récepteurs pouvant fonctionner sur deux normes. Par exemple, les Flamands et les Wallons, en Belgique, exigent d'avoir accès aux émissions qui viennent de France et des Pays-Bas. Les récepteurs à double normes (PAL-SECAM) coûtent bien plus cher que les récepteurs ordinaires PAL ou SECAM.

Ce qui est moins évident, mais qui revêt, pour moi, une grande importance, c'est que l'on ne puisse pas profiter pleinement du libre échange dans un marché unifié. Une seule et unique norme de TVHD permettrait d'augmenter énormément le volume de production -- ce qui bénéficierait à l'industrie -- et, parallèlement, accroîtrait la concurrence commerciale -- ce qui serait tout à l'avantage du public. Les nombreux fabricants qui construisent des récepteurs pour les trois systèmes couleur compatibles doivent absorber des coûts considérables pour la conception et la fabrication de leurs produits qu'ils vendent dans le marché aux normes multiples. Seul le fait qu'ils peuvent répartir ces coûts sur des productions de plusieurs centaines de milliers de récepteurs les empêchent d'augmenter considérablement le prix que le consommateur doit payer.

L'impact des normes multiples est assez différent si l'on considère la conception et la fabrication de l'équipement que l'on utilise en radiodiffusion. Dans ce cas, le coût supplémentaire est réparti sur des productions de quelques centaines ou d'un millier d'appareils et la répercussion sur le prix d'achat est considérable. C'est l'une des raisons, parmi bien d'autres, qui a conduit les pays membres du CCIR à adopter à l'unanimité, il y a à peine un an, une seule série de normes internationales pour les signaux de télévision couleur numérique.

Cette entente n'a pas été facile. En fait, l'adoption des normes numériques représentait un certain degré de compromis parmi plusieurs positions que défendaient ardemment les membres du CCIR. Mais ils ont très bien vu que le coût d'une multiplicité de normes numériques serait trop élevé.

D'autre part, on croit fermement que les progrès de la technologie permettront de résoudre les difficultés actuelles de la vidéo numérique. Cette décision du CCIR, la première qui soit sortie des confins des camps du NTSC, du PAL et du SECAM, constitue une preuve encourageante que les administrations du monde sont peut-être prêtes à tenir compte du coût que représenterait une multiplicité de normes pour la TVHD et qu'elles sont peut-être fermement convaincues que la technologie permettra de s'entendre sur les normes de TVHD à l'échelle mondiale. C'est une preuve encourageante, bien sûr. Mais, comme nous allons le voir, elle n'est pas concluante.

Il existe bien d'autres obstacles à franchir avant d'atteindre le but d'une normalisation unifiée de la TVHD. Le premier est notre ignorance actuelle des normes d'excellence vers lesquelles la TVHD doit aspirer. Il ne suffit manifestement pas de baser les buts de performance du système de la TVHD sur la performance actuelle des systèmes NTSC, PAL et SECAM. Aucun d'eux n'a atteint tout son potentiel au point de vue de la définition. Aucun d'eux ne s'est non plus libéré des nombreux défauts qu'ont introduits l'entrelacement et le codage de la couleur. Les améliorations qu'ont entraînées, au cours des dernières années, l'amélioration des tubes de caméra couleur, les méthodes d'amélioration du signal et le filtre à peigne, constituent la preuve d'une poussée vers des normes d'excellence plus élevées dans la télédiffusion usuelle. Certaines des nouvelles propositions dont je parlerai brièvement ici peuvent fort bien accentuer encore cette tendance.

En fait, si nous comparons la performance actuelle avec celle d'il y a même cinq ans, et si nous effectuons une projection d'à peine cinq ans dans l'avenir, nous arrivons obligatoirement à la conclusion que la concurrence à laquelle la TVHD devra faire face lors de son introduction est une cible mouvante. La conclusion est inévitable: la télévision à haute définition doit fonctionner de façon à être nettement supérieure, au point de vue définition et autres attributs, aux systèmes usuels qui existeront au moment où la TVHD sera introduite auprès du public. Rien d'autre ne peut justifier les grandes augmentations de coût inhérentes au service de la TVHD, ni les prix considérablement plus élevés des récepteurs de TVHD. Il n'est pas facile de prédire l'avenir des systèmes actuels de télévision couleur. Mais, si nous ne le faisons pas avec un certain degré de précision, nous risquons d'offrir un service de TVHD qui ne sera que marginalement meilleur que les services usuels. D'autre part, nous ne devons pas viser trop haut. Etant donné les exigences de la TVHD au point de vue de la largeur de bande de fréquence (à moins que ces exigences ne soient résolues par de nouvelles techniques), le nouveau service ne sera tout simplement pas concurrentiel sur le marché à cause des coûts élevés de sa distribution et des récepteurs.

Le deuxième obstacle auquel il faut faire face, c'est la nécessité de la compatibilité entre le service de TVHD et les services NTSC, PAL et SECAM. On a déjà parlé de compatibilité au cours du présent colloque, mais il faut répéter certaines choses pour faire ressortir ces aspects internationaux. La puissance de la compatibilité réside premièrement dans les sommes d'argent investies dans les récepteurs de conception usuelle et, deuxièmement, dans l'estime dans laquelle leurs propriétaires tiennent les services de radiodiffusion et de câble dont ils bénéficient à l'heure actuelle. Les statistiques que l'on peut appliquer à ce raisonnement sont vraiment impressionnantes. Il existe à l'heure actuelle plus de 500 millions de récepteurs de télévision dans le monde. Cela représente un récepteur pour chaque tranche de 9 hommes, femmes et enfants vivant actuellement sur la planète Terre. Aux Etats-Unis, 98 pour cent des 80 millions de foyers ont au moins un appareil de télévision, et 85 pour cent ont au moins un récepteur couleur. La moyenne de temps pendant laquelle on regarde la télévision aux Etats-Unis dépasse 4 heures par jour.

En une occasion -- le championnat de football américain du Super-bowl, en 1982 -- plus de 37 millions de foyers regardaient le même programme en même temps. Des chiffres analogues s'appliquent à d'autres pays. On dit, par exemple, que le match de la coupe mondiale de football de 1982, qui intéresse surtout les téléspectateurs hors des Etats-Unis, a été suivi par presque la moitié de la population du monde entier. Il n'y a pas besoin d'insister sur ces chiffres. Aucun service futur, aussi supérieur soit-il, ne peut déplacer l'investissement et l'implication des services usuels -- à part, peut être, sur plusieurs décennies. Durant la transition, si vraiment il y en a une, le service de TVHD doit être introduit auprès du public de façon à ne pas gêner les services usuels.

Une des voies que la TVHD pourrait suivre serait de s'établir comme un service totalement séparé, sans essayer de desservir les récepteurs usuels existants. C'est l'orientation qu'a prise la Grande-Bretagne lorsqu'elle a introduit son service de 625 lignes. Le service de 405 lignes qui existait à cette époque a continué en parallèle jusqu'à l'année dernière, 45 ans après son apparition. Pour que l'existence de deux normes puisse durer si longtemps, il a fallu le soutien généreux du gouvernement britannique (ainsi que de ses titulaires de permis et du public britannique). Cependant, le dédoublement du service aurait été impossible s'il n'y avait pas eu de canaux libres pour le service de 625 lignes dans le spectre des ondes décimétriques (UHF). Même si l'on ne peut pas éliminer totalement la possibilité d'introduire un service de TVHD distinct non compatible (c'est une réalité au Japon, où l'on utilise des canaux d'un satellite à diffusion directe), les forces politiques, techniques et économiques à l'oeuvre dans la plupart des autres pays sont telles qu'il semble presque improbable que l'on y adopte un système distinct incompatible.

L'autre approche consiste à offrir un service de TVHD compatible, c'est-à-dire qui desservirait dès le début, d'une manière quelconque, l'auditoire existant. Les systèmes couleur NTSC, PAL et SECAM sont

parvenus à une pleine mesure de compatibilité. Les récepteurs de noir et blanc peuvent recevoir des émissions couleur qui ne laissent rien à désirer, et cet exploit a été accompli sans modifier de quelque façon que ce soit les récepteurs ni sans leur adjoindre quelque équipement supplémentaire. On peut dire que ces systèmes couleur sont totallement compatibles avec le service noir et blanc.

A l'heure actuelle, au mieux de ma connaissance, personne n'a suggéré que l'on pourrait parvenir à une telle compatibilité totale dans une forme quelconque d'un service de TVHD. Mais tout n'est pas perdu, car le public téléspectateur a été exposé, par l'introduction de la télévision à péage, de la câblodistribution et du vidéotex, à la nécessité d'une "boîte noire" supplémentaire grâce à laquelle il peut recevoir les services additionnels qu'il désire vraiment. On pourrait appeler les propositions de TVHD un service "compatible avec une boîte noire", car ils nécessitent tous, dans une certaine mesure, un décalage supplémentaire des fréquences ou un dernier traitement du signal que ne peuvent effectuer les récepteurs usuels, au moins tels qu'ils sont conçus à l'heure actuelle. Il est vrai que de nombreux récepteurs incorporent maintenant des bornes qui donnent directement accès aux circuits RVB ou YUV. D'autres récepteurs encore sont dotés, de nos jours, de mémoires de ligne, et les récepteurs de l'avenir auront sans aucun doute des mémoires d'images complètes. Ces moyens d'accès et ces nouveaux circuits simplifieront les fonctions de la boîte noire, mais elles ne pourront pas les éliminer.

D'autre part, nous ne pouvons pas baser les exigences de la compatibilité du service de TVHD sur des récepteurs qui possèdent ces caractéristiques avancées. Etant donné que la plupart des récepteurs de télévision couleur deviennent hors service après à peine dix ans d'utilisation, nous devons convenir que la majorité des récepteurs qui seront utilisés dans dix ans d'ici ne différeront guère de ceux que nous connaissons aujourd'hui.

Quelles sont donc les fonctions que la boîte noire doit accomplir pour assurer la compatibilité de la réception du service de TVHD de l'avenir? La majorité des boîtes noires devront fournir un signal RF aux bornes de l'antenne du récepteur usuel, comme le font aujourd'hui les magnétoscopes commerciaux. La modulation de ce signal RF doit convenir aux fonctions de luminance, de chrominance et de synchronisation du récepteur. Autrement dit, il faut trois versions des circuits de la boîte noire pour les services NTSC, PAL et SECAM, sans oublier de nombreuses autres petites variantes.

Nous faisons face, ici, au premier grand obstacle technique de la normalisation mondiale d'un service de TVHD. Les récepteurs actuels ne tolèrent qu'une très petite variation de la fréquence de balayage pour laquelle ils ont été conçus. Par une heureuse coïncidence, la fréquence de balayage de ligne des trois systèmes usuels de télévision couleur est presque la même: 15 737 264 Hz pour le NTSC et 15 625 Hz pour le PAL et le SECAM. Mais ces chiffres représentent des fréquences de balayage de trame assez différent: 59,94 Hz et 50 Hz respectivement. Si nous devons n'avoir qu'une seule norme mondiale pour la TVHD, nous ne devons utiliser

qu'une seule fréquence de trame. Par exemple, le système expérimental de TVHD de 1125 lignes de la société japonaise NHK utilise un taux de 60 trames à la seconde. Dans l'autre système prévu de TVHD, on semble être d'accord en général que la fréquence de 50 Hz actuellement utilisée dans le PAL et le SECAM ne convient pas à la TVHD à cause de la grande susceptibilité au papillotement dans la vision périphérique inhérente à l'observation d'un grand écran à une distance égale à trois fois la hauteur d'image, ou moins.

Si l'on normalisait une fréquence de trame de 60 Hz pour la TVHD, la boîte noire devrait alors effectuer une conversion de la fréquence de trame de 60 à 59,94 Hz pour la norme NTSC, et de 60 à 50 Hz pour le PAL et le SECAM. Une fois que l'on accepte la nécessité d'une telle conversion, et si l'on garde à l'esprit la relation entre les fréquences de balayage et de la sous-porteuse couleur, on en arrive facilement à la conclusion qu'il devrait y avoir deux normes de TVHD, dont le nombre de lignes serait le double du NTSC (1025) et du PAL-SECAM (1250). La boîte noire n'aurait alors qu'à effectuer une conversion très simple de balayage de ligne, c'est-à-dire à trouver la moyenne courante (interpolation) du balayage successif de lignes de la TVHD afin de déterminer le contenu du balayage d'une ligne usuelle.

Si nous adoptons ce raisonnement, cela remet aux calendes grecques la perspective d'une seule norme mondiale de TVHD. Il ne faut pas se laisser aller au pessimisme en pensant qu'il est improbable d'en arriver à un système de TVHD à deux normes, ni que cela serait une étape temporaire avant l'arrivée d'une seule et unique norme à l'avenir. Une fois adoptées, les normes de télévision semblent présenter une aversion durable envers le changement, comme en témoigne l'histoire de la norme britannique de 405 lignes.

Personnellement, je suis forcé d'en conclure qu'à moins de résoudre les problèmes de conversion du taux de balayage par un traitement numérique au moyen d'une microplaquette à semi-conducteurs d'un prix raisonnable, il sera difficile de résister à la pression de l'adoption d'au moins deux normes régionales de TVHD. Mais l'acceptation de la nécessité de deux normes pourrait s'avérer une grande erreur, compte tenu des progrès rapides des possibilités et du prix des circuits intégrés à très grande échelle. La mise en oeuvre d'un service à deux normes à pleine quelques mois ou quelques années avant qu'une microplaquette à une seule norme ne devienne disponible pourrait constituer un échec aussi grave que le développement de la télévision couleur a été un succès.

Bien entendu, la conversion de l'analyse ne constitue que l'un des problèmes que doit résoudre le concepteur de la boîte noire. Le décalage des fréquences et le filtrage des signaux de TVHD à large bande qui concordent avec les canaux des récepteurs usuels en constitue un autre, plus facile à résoudre. Le refaçonnage des signaux de chrominance de la TVHD pour concorder avec les méthodes différentes de traitement des récepteurs NTSC, PAL et SECAM est une autre opération bien plus difficile.

Les détails de ces conversions dépendent, bien entendu, de la norme mondiale ou régionale de la TVHD qui sera adoptée. Un certain nombre de propositions peuvent déjà être envisagées. Elles vont des transmissions expérimentales sur 1125 lignes de la NHK, qui ont fait l'objet d'une description dans ce colloque, aux systèmes compatibles assez différents proposés par Robson et ses collègues de l'Independent Broadcasting Authority en Grande-Bretagne et par Sandbank et Moffat de la British Broadcasting Corporation. On parle également des propositions du professeur Wendland de l'université Dortmund et de celles de Charles K. Rhodes, de Tektronix aux Etats-Unis. Le temps qui m'est imparti ne me permet de mentionner brièvement que quelques-unes des plus importantes caractéristiques de ces propositions, en ce qui a trait à leurs relations avec les fonctions que devrait avoir la boîte noire.

Le système de la NHK utilise un certain nombre de lignes, 1125, qui n'a qu'un seul facteur en commun avec les systèmes de 525 et 625 lignes: 25. Par conséquent, la boîte noire nécessaire pour les transmissions de la NHK doit effectuer une conversion de la fréquence de trame et de la fréquence de ligne, dans laquelle il ne suffit pas d'établir une moyenne du contenu des lignes successives. Je ne pense pas que M. Fujio ou ses collègues aient expliqué ce point. A mon avis, et sous réserve d'être corrigé par M. Fujio, je pense que la conversion d'analyse du signal de la NHK en normes usuelles nécessite la présence d'une mémoire d'image complète dans la boîte noire. Il semble que c'est ce qu'il faut également dans le cas des conversions que nécessite la méthode de multiplexage dans le temps et de compression dans le temps proposée par Rhodes (1) ainsi que dans le système du doublage de la finesse verticale exposée par le professeur Wendland (2). Ces deux méthodes permettraient de parvenir à une amélioration considérable de la réception usuelle dans les canaux du NTSC, du PAL et du SECAM, mais uniquement avec des récepteurs d'une conception totalement nouvelle. Elles ne satisferaient pas les exigences des récepteurs couleur actuels, sauf par une conversion réalisée par une boîte noire.

Le système de haute définition IBA qu'ont décrit dans leurs communications Robson (3) ainsi que Lucas et Windram (4) est conçu pour produire des images couleur dont la définition est considérablement améliorée, une meilleure qualité de couleur et une absence du repli du spectre avec un balayage de 25 images à la seconde pour une image de 625 lignes du PAL-SECAM. Il est destiné à être utilisé avec les signaux de satellites à diffusion directe dans la bande des 12 GHz et devait faire l'objet d'une démonstration lors du congrès international de radiodiffusion qui s'est déroulé à Brighton, en Angleterre, à peine un mois avant le présent colloque. Nous devrions obtenir des rapports de ces démonstrations avant la fin de notre rencontre.

Le système IBA obtient une finesse verticale bien plus élevée en analysant l'image à 625 lignes par trame, c'est-à-dire en analysant l'image de façon progressive à la caméra. Une trame sur deux serait supprimée sur un récepteur usuel. Selon Robson, la finesse verticale ainsi obtenue offre une qualité subjective égale à celle d'une image entrelacée

de 950 lignes. Ce chiffre est bien comparable à celui de l'image entrelacée de 1125 lignes de la NHK.

Le système de l'IBA donne une meilleure finesse horizontale, en formant ce qui est décrit comme étant des "composantes analogiques multiplexées" (MAC). Dans l'intervalle de 62 microsecondes de la norme de 625/25, les signaux de luminance et de chrominance sont transmis l'un à la suite de l'autre en, respectivement, 40 et 20 microsecondes. On élimine ainsi totalement la diaphotie de chrominance et la diaphotie de luminance que l'on retrouve avec une sous-porteuse couleur dont les fréquences sont entrelacées. On utilise un échantillonnage tridimensionnel très évolué dans lequel on replie volontairement le spectre de l'information de l'image haute fréquence pour remplir les vides dans le spectre basse fréquence. De pair avec cette technique, on comprime de 52 à 40 microsecondes l'axe de temps du signal de luminance.

Il n'est guère possible de faire ressortir toute l'importance des propositions de l'IBA en quelques phrases. Il suffira de dire que l'on peut totalement mettre en oeuvre la boîte noire pour la réception avec des appareils usuels PAL et SECAM en n'utilisant que des composantes que l'on trouve facilement à l'heure actuelle (y compris les mémoires CCD). La boîte noire desservirait alternativement les signaux r-f ou les sorties des composantes séparées destinées aux bornes YUV des récepteurs qui en seraient dotés. Il ne faudrait pas plus de canaux que ceux affectés à l'heure actuelle au PAL et au SECAM. Cependant, la façon dont on suggère d'occuper des canaux pour le service de SRD diffère radicalement de celle exposée lors de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications en 1977 pour les régions 1 et 3. Suite à la démonstration de l'IBA, il y aura peut être matière à repenser les plans de la CAMR-77 en ce qui a trait aux SRD pour ces régions. Les Etats-Unis, le Canada et le Mexique peuvent se réjouir que l'on ait pas encore pris de décision sur les canaux de SRD pour la région 2; cela se fera à la réunion de la CARR l'année prochaine, lorsqu'on aura eu le temps de mieux comprendre les propositions de l'IBA.

Le système de l'IBA nécessite le traitement distinct des transmissions NTSC, en utilisant les mêmes techniques mais avec des chiffres qui conviennent au format 525/30 et au canal de 6 MHz. Il ne semble pas exister de formes de systèmes IBA qui permettraient d'utiliser une seule norme mondiale de télédiffusion par SRD. En fait, le système IBA n'est pas un système à haute définition dans le sens de celui de la NHK, c'est-à-dire qu'elle n'exige pas des images de plus de 1000 lignes avec les largeurs de bande inhérentes. C'est plutôt un système conçu pour le rayonnement SRD, pour les systèmes PAL et SECAM, qui peuvent ainsi être beaucoup mieux utilisés.

La proposition de la haute définition que décrivent Sandbank et Moffat de la BBC (5) procède d'une approche différente. Comme cela a été communiqué à la Conférence de la SMPTE à Nashville, en février dernier, le système de la BBC utilise deux systèmes de balayage de l'image: des images analysées à 625 lignes à 100 trames à la seconde et entrelacement

de 2 sur 1 et des images de 1250 lignes balayées à 100 trames à la seconde, entrelacées à raison de 4 trames par image. Ces taux sont conformes au format d'analyse 625/25 du PAL et du SECAM, de sorte que la boîte noire peut facilement effectuer la conversion. La fréquence de 100 trames à la seconde élimine le problème du papillotement sur grande surface que l'on retrouve dans le PAL et le SECAM ordinaires et elle supprime ou élimine d'autres défauts associés à l'entrelacement usuel.

La conversion par la boîte noire aux normes PAL usuelles nécessite quatre trames en mémoire et deux interpolateurs. Un interpolateur adaptatif, régi par un détecteur de mouvement, réduit la visibilité du dentèlement des bords et d'autres défauts de balayage inhérents aux mouvements. Sandbank et Moffat disent que les travaux de recherches de la BBC à l'égard de ce système en sont à la phase de développement intensif. D'autres informations sont donc peut-être disponibles à ce moment-ci.

L'aspect important des travaux de la BBC pour nos fins n'est pas la méthode de balayage ou d'interpolation. C'est plutôt l'utilisation que l'on se propose de faire du canal r-f pour desservir simultanément les auditoires de la télévision usuelle et de la TVHD. Le signal de la bande de base de la BBC présente les composantes suivantes: 1) un signal de luminance qui va de zéro à 3,5 MHz, c'est-à-dire coupé au-dessous de la bande occupée par les bandes latérales de la sous-porteuse de chrominance; 2) une sous-porteuse de chrominance à la valeur PAL de 4,43 MHz avec les bandes latérales couvrant la plage de 3,5 à 5,5 MHz; 3) la porteuse son et ses bandes latérales, à leurs positions habituelles pour le PAL (système I), remplissant ainsi le canal de 7 MHz pour PAL-I; et 4) un signal supplémentaire portant l'information de luminance haute fréquence située en dehors du canal de 7 MHz, à des fréquences de 8 à 10 MHz pour la bande de base. Les 10 MHz inhérents à la transmission de la BBC peuvent tenir dans le canal SRD de la CAMR-77.

Les récepteurs PAL usuels (système I) ne choisiraient dans le canal de 10 MHz que la plage des 7 MHz contenant des signaux de luminance, de chrominance, de synchronisation et de son pour lesquels ils sont conçus. Ils négligeraient les composantes de luminance de plus haute fréquence qui se trouvent en dehors de la bande. Les récepteurs de haute définition (1250) utiliseraient cette transmission supplémentaire. Les récepteurs usuels perdraient un peu de résolution en raison de la coupure à 3,5 MHz (qui, de toute façon, constitue la limite de coupure de la luminance dans la plupart des récepteurs PAL actuels), mais cette perte serait plus que compensée par la séparation du codage de la luminance et de la chrominance, qui élimine les effets de diaphotie de chrominance et de luminance.

Ce concept d'occupation du canal est attribué à Oliphant (6), du Service des recherches de la BBC. On peut mettre en oeuvre des versions analogues avec les normes NTSC et SECAM. Pour chacun des trois systèmes de couleur, la boîte noire nécessaire pour recevoir l'image sur un appareil usuel n'a besoin que de satisfaire aux exigences minimales de la réception SRD, autrement dit un système qui traduit le signal FM qui

provient du répondeur en un signal modulé en AM entrant par les bornes de l'antenne. Il n'y a pas besoin d'autres décalages de fréquence ni de conversion d'analyse ni de traitement de signal. Evidemment, il faudrait trois genres différents de boîte noire -- ce qui est bien loin d'une norme mondiale. Mais la méthode de la BBC semble être la seule qui s'attaque de nos jours directement à la question de la compatibilité.

Sandbank et ses collègues ont conçu leur système pour le canal SRD de la CAMR-77, mais il ne semble y avoir aucune raison pour laquelle on ne pourrait pas adapter ce concept à d'autres moyens de distribution du signal. Considérez, par exemple, son application à la câblodistribution. Au Canada, environ 50 pour cent des foyers où il existe un appareil de télévision sont reliés d'une manière ou d'une autre à un réseau de câble; aux Etats-Unis, ce chiffre approche maintenant des 35 pour cent. Cela représente un auditoire de 10 millions de téléspectateurs, et ce chiffre grandit rapidement. Les tables d'attribution de réseaux de câblodistribution présentent à l'heure actuelle 100 canaux de 6 MHz ou plus, et si le marché est là, on peut s'attendre à une demande encore plus grande.

Il semble donc que le Canada et les Etats-Unis auraient tout avantage à utiliser la méthode Oliphant sur deux canaux de câbles contigus. Les signaux NTSC occuperaient l'un d'eux, sauf que le signal de luminance serait coupé à, disons, 2,8 MHz (où se produit de toute façon la coupure dans la majorité des récepteurs NTSC actuels). Les composantes de luminance de plus haute fréquence, destinées aux récepteurs de TVHD, se trouveraient dans le canal contigu du câble. Les récepteurs de TVHD pourraient recevoir les deux canaux, mais ceux du NTSC n'en n'utiliseraient qu'un seul. Bien entendu, on peut varier cette méthode. Par exemple, on pourrait placer dans le canal contigu les composantes de chrominance de plus haute fréquence; cela permettrait aux récepteurs de TVHD d'offrir des détails où la différence entre les couleurs serait plus fine. Si la plage du spectre disponible dans le canal contigu ne suffit pas, il ne faut pas pour autant éliminer la possibilité d'utiliser trois canaux contigus.

Autant que je le sache, personne n'a encore fait rapport de l'essai d'un tel système de TVHD compatible. Il se peut que des problèmes nécessitent la présence d'une boîte noire au récepteur, qui viendrait s'ajouter à celle qui assure la connexion au système de câblodistribution. Par exemple, il se peut que la sélectivité du canal adjacent des récepteurs usuels soit insuffisante, ce qui nécessiterait un filtre dans une boîte noire.

La simplicité de cette méthode de TVHD-NTSC compatible incite à étudier de bonne heure ces possibilités. Il semble qu'il existe à l'heure actuelle une pléthore de canaux câblés, mais le passé suggère que l'on utilisera bientôt l'espace disponible dans les canaux du câble non seulement pour les sports et le divertissement, mais pour des services d'information grand public, à la fois d'une façon passive et interactive. Avant que le ciment des allocations de canaux du câble ne durcisse, il serait peut-être bon de savoir s'il faut réserver des paires (ou des trios) de canaux de câblodistribution pour la TVHD.

L'utilisation de la méthode du canal double pour la compatibilité est encore plus lointaine en télédiffusion sur ondes métriques (VHF), étant donné que les canaux disponibles sont totalement occupés. Mais les canaux décimétriques (UHF) de 68 à 83, qui offrent huit paires de canaux de 6 MHz sont à peu près totalement inexploités en Amérique du Nord. Cela suffirait amplement pour mettre à l'épreuve la méthode des deux canaux. On pourrait également disposer, aux fins d'expérimentation, les canaux qui sont actuellement libres aux Etats-Unis pour la radio-diffusion dans le spectre des gigahertz. Enfin, ce concept pourrait trouver son utilité dans les magnétoscopes et les appareils reproducteurs jouant des disques, dans lesquels on pourrait reproduire un enregistrement de TVHD à la fois sur les versions usuelles de ces appareils et sur les variantes de la TVHD.

Passons maintenant à un aspect souvent négligé de la planification de la TVHD: la nécessité d'un son qui serait transmis sur des canaux multiples pour accompagner l'image diffusée sur grand écran. Tout le monde semble être d'accord pour dire que l'image de la TVHD sur grand écran doit être accompagnée d'un son stéréophonique. L'expérience acquise avec le son stéréo au cinéma a démontré que la séparation apparente qui existe entre les sources sonores de gauche et de droite ne doit pas être fixe mais continuellement ajustée pour correspondre au contenu de l'image. Dans ce domaine, nous disposons déjà de la technologie nécessaire. D'autre part, la transmission compatible de la stéréo, telle qu'elle est acceptée par les récepteurs monophoniques, est devenue un art hautement raffiné.

La nouvelle évidence, sur la scène internationale, c'est la nécessité d'un son multilingue. Un des plus beaux exemples de cette nécessité se trouve en Suisse, petit pays où il existe trois langues nationales (sans mentionner une quatrième langue officielle) et une autre encore qui dessert le commerce du tourisme. Ici, au Canada, l'exigence de deux langues est illustrée par l'interprétation simultanée dont nous bénéficions dans le présent colloque. Aux Etats-Unis, on commence à accepter la nécessité de l'espagnol à côté de l'anglais. De nombreux autres pays connaissent une situation analogue.

Fort heureusement, les demandes spectrales des transmissions sonores sont modiques, de sorte que l'on peut incorporer un son stéréo et multilingue sans trop influencer la transmission de l'image. Ce qu'il faut résoudre dans l'avenir immédiat, ici en Amérique, c'est la question des normes de la transmission sonore que l'on utilisera, de façon que l'on puisse séparer les signaux sonores dans les nouveaux récepteurs (et dans les boîtes noires pour les anciens), et ce sur une base uniforme. L'Union européenne des radiodiffuseurs étudie à l'heure actuelle les propositions que ses pays membres veulent utiliser pour le son multilingue et stéréo, mais, à ma connaissance, aucune de ces études n'est axée sur le son multilingue en Amérique. Il faudrait rectifier promptement cette omission et s'en occuper à la CARR l'année prochaine.

Je terminerai cette communication en suggérant plusieurs programmes d'étude qui devraient être entrepris avant que l'on essaie d'arriver à norme universelle de TVHD (ou, comme il a été démontré ici, aux normes doubles les plus probables de la TVHD). Une étude desservant clairement les plus hautes priorités consiste à établir de façon définitive les mesures d'excellence que l'on exigerait d'un service de TVHD. Comme nous l'avons vu, ces mesures doivent faire l'objet d'une comparaison avec l'avenir prévisible des services de NTSC, PAL et SECAM, en se basant peut-être sur des systèmes comme ceux proposés par l'IBA et la BBC.

Je ne connais qu'une source pour comprendre les exigences subjectives que devront desservir les services futurs de la télévision. Et c'est la communauté psychophysique, avec ses ressources impressionnantes de données et de méthodes de test. Le groupe d'étude de la télévision à haute définition de la SMPTE vient d'entreprendre un effort dans ce sens. Un éminent ingénieur en télévision qui pratique actuellement son métier au Canada, John Lowry, a posé une question type à ce sous-groupe. Il lui a demandé de tester la vérité de la sagesse conventionnelle voulant que le détail subjectivement observé de l'image dépende du produit des résolutions verticales et horizontales utilisées, ce qui en télévision, détermine la largeur de bande qu'il faut employer.

Lowry suggère que la réaction du téléspectateur à l'égard du détail d'une image est peut-être plus précisément déterminée par les finesses verticales et horizontales prises indépendamment. Il en cite pour preuve l'aspect généralement acceptable des images que produisent les magnétoscopes que l'on trouve aujourd'hui sur le marché. Ces images ont une finesse des valeurs chromatiques horizontales entrêmement faible, par comparaison à leur finesse verticale. Lowry suggère qu'étant donné que la finesse verticale ne coûte pas cher lorsqu'il n'y a pas besoin d'obtenir son correspondant horizontal, il se peut que l'on puisse économiser de l'espace dans le spectre si l'on trouve la bonne réponse à sa question.

Ce n'est là qu'une seule d'une douzaine ou plus de questions auxquelles il faut répondre au sujet des caractéristiques subjectives de la vision humaine -- et nous devons connaître ces réponses avant de pouvoir juger des mérites des diverses propositions de TVHD (ex. 1025, 1125 et 1250) et, en fait, avant de déterminer si l'on ne voit pas trop loin en songeant à plus de 1000 lignes.

Un deuxième programme auquel on doit porter promptement attention en Amérique est celui qui est axé sur les caractéristiques définitives des canaux de satellite à radiodiffusion directe destinés à un service de plus haute définition. CBS pense entreprendre une étude de ce genre aux Etats-Unis et la FCC (Federal Communications Commission) semble favorablement disposée à accorder les autorisations dont cet organisme a besoin pour effectuer les essais de SRD en TVHD. D'autres organismes et pays devraient participer activement à ces travaux.

Un troisième programme, que l'on pourrait poursuivre parallèlement au deuxième, consiste à tester la viabilité du service de TVHD par câble à double ou triple canaux, décrit dans la présente communication.

Le quatrième programme, dont a récemment annoncé certains plans, consiste à déterminer la façon dont la radiodiffusion terrestre peut fournir un service de plus haute définition, en utilisant des canaux UHF ou dans le spectre des gigahertz.

Une cinquième étude devrait permettre de déterminer la méthode optimale de fournir un son stéréo et multilingue aux services usuels de télévision et à ceux de TVHD.

Le sixième programme est, à mon avis, de la plus haute importance si l'on veut atteindre le but d'une norme mondiale de TVHD. Il implique un effort de collaboration parmi les secteurs industriels de la télévision et des semiconducteurs. Les progrès technologiques que j'ai décrits et qui ont été expliqués dans d'autres communications au cours de ce colloque démontrent que les perspectives de normes unifiées ne sont guère prometteuses. La presse technique n'a pour ainsi dire fait rapport d'aucune recherche axée dans ce sens. Si l'on doit parvenir à une norme mondiale pour une TVHD compatible, il faut certainement qu'elle soit basée sur l'intégration de circuits à très grande échelle -- une ou plusieurs puces de semiconducteurs à circuits intégrés à grande échelle qui puissent pénétrer toutes les interfaces qui se manifestent entre les divers processus de balayage de l'image et du traitement du signal des services NTSC, PAL et SECAM.

Il est fort probable qu'un tel dispositif universel assurant la concordance des systèmes verra le jour en temps voulu. Mais cela ne se fera pas rapidement si l'on n'établit pas une projection de faisabilité technique et d'économie axée sur la volonté d'établir un nouveau marché hautement rentable. Si l'on prend en considération que le marché possible se chiffre à quelques centaines de millions de futurs clients, on ne devrait pas avoir beaucoup de mal à trouver les sous-jacentes économiques. Mais, à moins que l'on n'encourage dès maintenant l'industrie du semiconducteur à commencer des recherches qui la conduiront à mettre au point une microplaquette offrant une norme mondiale, il sera peut-être trop tard pour éviter l'établissement de normes doubles, de normes qui résisteront aux changements pendant des décennies à venir.

Pour éviter une telle mésaventure, je propose que les ingénieurs en télévision et les concepteurs de dispositifs à semiconducteurs unissent immédiatement leurs efforts -- afin d'établir les exigences techniques et les possibilités commerciales d'un système de TVHD basé sur une seule norme.

Bibliographie

1. Charles W. Rhodes. Time Division Multiplex of Time-Compressed Chrominance for a Compatible High Definition Television System. Présenté à la Conférence internationale sur l'électronique grand public, Chicago, Ill., 11 juin 1982.

2. B. Wendland. High Definition Television Studies on a Compatible Basis with Present Standards, pp. 151-165 dans "Television Technology in the 1980s", SMPTE, Scarsdale, N.Y., 1981.
3. T.S. Robson. A Compatible High Fidelity Television Standard for Satellite Broadcasting. Présenté à la Conférence de la SMPTE sur la télévision, Nashville, Tenn., février 1982.
4. K. Lucas et M.D. Windram. Direct Television Broadcasts by Satellite - Desirability of a New Transmission Standard. Independent Broadcasting Authority, Winchester, Hants., Grande-Bretagne. Rapport no. 116/81, septembre 1981.
5. C.P. Sandbank et M.E.B. Moffat. High Definition and Compatibility with Existing Standards. Présenté à la Conférence de la SMPTE sur la télévision, Nashville, Tenn., février 1982.
6. A. Oliphant. Service de recherches de la BBC, rapport no 1980/1, 1980.

| AUTEUR | APPARTENANCE | PAYS | SEANCE |
|---------------------|---|----------------------------|--------|
| Ahmed, S.N. | MDC | Canada | 2.8 |
| Amero, R. | MDC | Canada | 5.2 |
| Barrette, R.E. | CAE | Canada | 4.2 |
| Bastikar, A.R. | MDC | Canada | 5.2 |
| Bowen, Carol | Kalba Bowen Assoc. | E.-U. | 3.1 |
| Bowen, Robert R. | MDC | Canada | 2.9 |
| Chang, K.Y. | MDC | Canada | 4.3 |
| Childs, Ian | BBC | Angleterre | 1.2 |
| Chouinard, G. | MDC | Canada | 3.2 |
| Crozier, B. | MDC | Canada | 4.3 |
| Dubois, E. | INRS-Télécommunications | Canada | 2.6 |
| Fink, Donald G. | SMPTE | E.-U. | 5.3 |
| Fujio, Takashi | NHK | Japon | 1.3 |
| | | | 2.10 |
| | | | 3.3 |
| Guite, Michel | Kalba Bowen Assoc. | E.-U. | 3.1 |
| Hogan, William H. | Ruxton Limited | E.-U. | 4.1 |
| Hunt, M.J. | MDC | Canada | 2.8 |
| Jackson, R.N. | Laboratoires de recherches Philips | Royaume Uni et Pays-Bas | 2.7 |
| Koenig, Joseph | Interactive Image Technologies | Canada | 3.5 |
| Lowry, John D. | Digital Video Systems | Canada | 2.4 |
| O'Reilly, Robert R. | SRC | Canada | 1.1 |
| Ohba, Yoshinobu | NHK | Japon | 3.3 |
| Powers, Kerns H. | RCA | E.-U. | 1.6 |
| Prasada, B. | RBN | Canada | 2.5 |
| Reed, V.C. | Câblevision Skyline | Canada | 3.4 |
| Rhodes, C. | Scientific Atlanta | E.-U. | 1.5 |
| Richardson, K. | MDC | Canada | 5.2 |
| Robson, T.S. | IBA | Angleterre | 1.4 |
| Rossi, John P. | Centre de technologie CBS | E.-U. | 2.2 |
| Tan, S.L. | Laboratoires de recherches Philips | Royaume-Uni et Pays-Bas | 2.7 |
| Toth, Arpad G. | RBN | Canada | 2.1 |
| Vivian, Western | Université du Michigan et Kalba Bowen Assoc. | E.-U. | 5.1 |
| Welsh, B.L. | CAE | Canada | 4.2 |
| Wendland, B. | Université de Dortmund | RFA | 2.3 |



COLLOQUE 1982

LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

Communications remises après la conférence*

*Ces Actes de la conférence contiennent les résumés des délibérations qui ont eu lieu dans les ateliers ainsi que les communications qui n'étaient pas disponibles lors de l'impression des textes remis avant la conférence.

On peut se procurer des exemplaires supplémentaires des Actes du colloque à raison de 25\$ canadiens pour la série des deux volumes. Veuillez établir votre chèque ou mandat à l'ordre de la Société Radio-Canada, Colloque 1982 de la TVHD. Les commandes doivent être adressées à:

M. Elmer H. Hara
Président
Comité du programme du colloque de la TVHD

Ministère des Communications
Bureau 1648
300, rue Slater, Ottawa (Ontario)
Canada K1A 0C8

COLLOQUE DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

du 18 au 21 octobre 1982

Holiday Inn, rue Kent
Ottawa, Canada

PRÉSIDENT

M. D.F. Parkhill, sous-ministre adjoint de la recherche,
Ministère des Communications

ORGANISMES PARTICIPANTS

Gouvernement du Canada Ministère des Communications (MDC)
 Ministère de l'Industrie et du
 Commerce (MIC)

Société Radio-Canada (SRC)

Télélobe Canada

ORGANISMES DE SOUTIEN

Ministère d'État au Développement économique (MEDE)

Ministère d'État aux Sciences et à la Technologie (MEST)

Ministère d'État au Développement social (MEDS)

ORGANISMES CONTRIBUTIFS

Les Recherches Bell-Northern Ltée, Ottawa (Ontario)

Digital Video Systems Inc., Willowdale (Ontario)

SONY du Canada Ltée, Toronto (Ontario)

COMITÉ ORGANISATEUR

DU

COLLOQUE 1982 DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

| | | |
|--------------|------|---------------------------------------|
| D. Parkhill | MDC | Président |
| K. Davies | SRC | Vice-président |
| E. Hara | MDC | Président du programme |
| O. Roscoe | MDC | Président des ateliers |
| M. Auclair | SRC | Président des démonstrations |
| Y. Gauthier | SRC | Président de l'organisation locale |
| H. Ford | MIC | Président des inscriptions |
| R. Pollock | MIC | Secrétaire des inscriptions |
| B. McIntyre | SRC | Président des finances |
| R. O'Reilly | SRC | |
| P. Gaffney | SRC | |
| L. Dandurand | MEST | |
| M. Bradford | MEDS | |
| W. Teschke | MEDE | |
| A. Kolada | CRTC | |
| S. Riendeau | SRC | Secrétariat |
| B. Ginsberg | SRC | Secrétariat |

COLLOQUE 1982 DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

COMITÉ DU PROGRAMME

| | | |
|--------------|-----|-----------|
| E. Hara | MDC | Président |
| M. Bouchard | MDC | |
| K. Chang | MDC | |
| B. Crozier | MDC | |
| K. Davies | SRC | |
| L. Lanctin | MDC | |
| M. Sablatash | MDC | |
| C. Siocos | SRC | |

COMITÉ DES ATELIERS DE PLANIFICATION ET DE PRÉVISION

| | | |
|---------------|-----|-----------|
| O.S. Roscoe | MDC | Président |
| A. Ahmed | MIC | |
| P.O. Brassard | MDC | |
| K. Davies | SRC | |
| H. Ford | MIC | |
| E. Hara | MDC | |
| P. Mortimer | MDC | |
| R. O'Reilly | SRC | |
| S. Quinn | SRC | |
| M. Sablatash | MDC | |
| J. Weston | SRC | |

TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

COLLOQUE 1982

Holiday Inn
Salle Commonwealth Sud

PROGRAMME

Le lundi 18 octobre 1982

0930-0945 OUVERTURE DU COLLOQUE
D.F. Parkhill, sous-ministre adjoint de la recherche, MDC,
Canada

Session n° 1 - LES SYSTÈMES (Modérateur: C. Siocos, Radio-Canada)

- 1.1 0945-1005 LA TVHD ET LES TÉLÉCOMMUNICATIONS DES ANNÉES 80
Robert O'Reilly, Radio-Canada, Canada
- 1.2 1005-1035 LA TVHD ET LES AUTRES POSSIBILITÉS
Ian Childs, BBC, Angleterre
- 1035-1055 Café
- 1.3* 1055-1125 LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION DE NHK
Takashi Fujio, NHK, Japon
- 1.4 1125-1155 LES SYSTÈMES DE TÉLÉVISION DU FUTUR
T.S. Robson, IBA, Angleterre
- 1155-1400 Déjeuner (Salle Rideau)
- 1.5* 1400-1430 VERS LA MISE EN MARCHÉ D'UN SYSTÈME DE LA TVHD COMPATIBLE EN
AMÉRIQUE DU NORD
C. Rhodes, Scientific Atlanta, É.-U.
- 1.6 1430-1500 LES ASPECTS DE COMPATIBILITÉ DE LA TVHD
Kerne H. Powers, RCE, É.-U.

Session n° 2 - LA TRANSMISSION ET L'ÉCRAN (Modérateur: B. Baldry, Radio-Canada)

- 2.1 1500-1530 LES ASPECTS DE LA DISTRIBUTION DE LA TVHD
Arpad G. Toth, BNR, Canada
- 1530-1545 Café
- 2.2 1545-1615 LES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE LA LARGEUR DE BANDE POUR LA TVHD
Jonh P. Rossi, CBS, Technology Center, É.-U.
- Communication écrite
seulement LE TRAITEMENT DU SIGNAL POUR LES SYSTÈMES DE TVHD COMPATIBLE,
RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES
B. Wendland, Université de Dortmund, R.F.A.
- 2.3 1615-1645 UN RÉSEAU DE FIBRES OPTIQUES POUR LA TRANSMISSION DE LA TVHD À
DOMICILE
Elmer H. Hara, MDC, Canada
- 1830-1930 Bar payant (Salle Commonwealth)
- 1930 Banquet (Salle Commonwealth)
Conférencier: Norman Campbell, producteur de télévision,
Radio-Canada

*Le manuscrit a été reçu après la date limite des Actes préalables à la conférence et a donc été inclus dans les Actes postérieurs à la conférence.

**Le manuscrit n'était pas disponible au moment de l'impression des Actes postérieurs à la conférence.

le mardi 19 octobre 1982

- 2.4** 0900-0930 LA HAUTE DÉFINITION EST-ELLE LA HAUTE FIDÉLITÉ?
John, D. Lowry, Digital Video Systems, Canada
- 2.5 0930-1000 LE CODAGE ET LE TRAITEMENT NUMÉRIQUE DE SIGNAUX DE TVHD:
PARTIE I
B. Prasada, BNR, Canada
- 2.6 1000-1030 LE CODAGE ET LE TRAITEMENT NUMÉRIQUE DE SIGNAUX DE TVHD:
PARTIE II
E. Dubois, INRS Télécommunications, Canada
- 1030-1045 Café
- 2.7 1045-1115 LA CONCEPTION DE SYSTÈMES DE TÉLÉVISION À HAUTE FIDÉLITÉ
R.N. Jackson et S.L. Tan, Philips Research Laboratories,
Angleterre et Hollande
- 2.8* 1115-1145 LA DISPONIBILITÉ DE FRÉQUENCES POUR LA TVHD
S.N. Ahmed et M.J. Hunt, MDC, Canada
- 2.9* 1145-1215 LA DISPONIBILITÉ DE FRÉQUENCES POUR LA TVHD DANS LE SERVICE DE
RADIODIFFUSION PAR SATELLITE
Robert R. Bowen, MDC, Canada
- 1215-1400 Déjeuner (Salle Rideau)
- 2.10* 1400-1430 LA TVHD ET LA TECHNOLOGIE DES ÉCRANS
Takashi Fujio, NHK, Japon

Session n° 3 - LES APPLICATIONS: LES SERVICES DE PROGRAMMATION ET LE MATÉRIEL DE PRODUCTION (Modérateur: Marcel Bouchard, MDC)

- 3.1* 1430-1500 LA PROGRAMMATION, LE MATÉRIEL ET SES SERVICES: UNE VUE
D'ENSEMBLE DE L'IMPACT POSSIBLE DE LA TVHD
Carrol Bowen et Michel Guite, Kalba Bowen Assoc., É.-U.
- 3.2 1500-1530 LA RADIODIFFUSION DE LA TVHD PAR SATELLITE
G. Chouinard, MDC, Canada
- 1530-1545 Café
- 3.3* 1545-1615 L'ÉTAT ACTUEL DU DÉVELOPPEMENT DU MATÉRIEL ET D'ÉMISSIONS POUR
LA TVHD
Yoshinobu Ohba et Takashi Fujio, NHK, Japon
- 3.4* 1615-1645 LA TVHD: UN SUCCÈS OU UNE FAILLITE POUR LE CÂBLE?
V.C. Reed, Skyline Cablevision, Canada
- 3.5 1645-1715 LA TVHD: DES APPLICATIONS ET DES BÉNÉFICES POSSIBLES POUR LE
CANADA
Joseph Koemig, Interactive Image Technologies, Canada

le mercredi 20 octobre 1982

Session n° 4 - LES APPLICATIONS: LES SERVICES AUTRES QUE CEUX DE LA PROGRAMMATION
(Modérateur: M. Sablatash, MDC)

- 4.1* 0900-0930 LA TVHD ET LE CINÉMA
William H. Hogan, Ruxton Limited, É.-U.
- 4.2 0930-1000 LE DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME DE SIMULATEUR VISUEL À HAUTE
DÉFINITION
R.E. Barrette et B.L. Welsh, CAE, Canada

*Le manuscrit a été reçu après la date limite des Actes préalables à la conférence et a donc été inclus dans les Actes postérieurs à la conférence.

**Le manuscrit n'était pas disponible au moment de l'impression des Actes postérieurs à la conférence.

le mercredi 20 octobre 1982

4.3* 1000-1030 LA TVHD ET LES SERVICES DE VIDÉOTEX ET DE TÉLÉTEXTE
 B. Crozier et Keith Y. Chang, MDC, Canada

1030-1045 Café

Session n° 5 - LES NORMES (Modérateur: B. Crozier, MDC)

5.1* 1045-1115 L'ÉVOLUTION DES NORMES D'ÉMISSION ET AUTRES
 Western Vivian, Université du Michigan et Kalba Bowen Assoc.,
 É.-U.

5.2* 1115-1145 LES MÉCANISMES ET LES ACTIVITÉS RELATIVES AUX NORMES
 DOMESTIQUES
 R. Amero, A.R. Bastikar et K. Richardson, MDC, Canada

5.3 1145-1215 LES ASPECTS INTERNATIONAUX DES NORMES POUR LA TVHD
 Donald G. Fink, SMPTE, É.-U.

*Le manuscrit a été reçu après la date limite des Actes préalables à la conférence et a donc été inclus dans les Actes postérieurs à la conférence.

**Le manuscrit n'était pas disponible au moment de l'impression des Actes postérieurs à la conférence.

LES ATELIERS DU COLLOQUE DE LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION

(TVHD)

Ordre du jour

le mercredi 20 octobre 1982

- 1300-1500 Salle Commonwealth Sud
1. LES ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES
"LA TVHD: NIRVANA ÉLECTRONIQUE?"
Modérateur: Robert O'Reilly, Radio-Canada
- 1500-1530 Café
- 1530-1700 Salle Commonwealth Sud, Nord et Salle Capital-Charleton
2. LES ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES
"LA TVHD: LES COÛTS, LES BÉNÉFICES ET LES MARCHÉS"
Modérateur: Robert O'Reilly, Radio-Canada
 3. ASPECTS TECHNIQUES
"LE MATÉRIEL DE PRODUCTION POUR LA TVHD"
Modérateur: Marcel Auclair, Radio-Canada
 4. LE LOGICIEL
"LA TVHD: LE RÊVE DES PRODUCTEURS?"
Modérateur: Harold Greenberg, Astro Bellevue Pathe

le jeudi 21 octobre 1982

- 0900-1200 Salle Commonwealth Sud, Nord et Salle Capital-Charleton
- 0900-1015
- 5a. LES APPLICATIONS
"LA TVHD: UNE TECHNOLOGIE À LA RECHERCHE D'APPLICATIONS - PARTIE A"
Modérateur: E. Steele, A.C.R.
 6. ASPECTS TECHNIQUES
"COMMENT FAIRE PARVENIR LA TVHD AU CONSOMMATEUR"
Modérateur: A. Toth, BNR
 - 7a. LA POLITIQUE ET LA RÉGLEMENTATION
"LA TVHD: UN DÉVELOPPEMENT ORDONNÉ - PARTIE A"
Modérateur: Ken Wyman, CRTC
- 1015-1045 Café
- 1045-1200
- 5b. LES APPLICATIONS
"LA TVHD: UNE TECHNOLOGIE À LA RECHERCHE D'APPLICATIONS - PARTIE B"
Modérateur: E. Steele, A.C.R.
 8. ASPECTS TECHNIQUES
"LES ÉQUIPEMENTS DOMESTIQUES POUR LA TVHD"
Modérateur: A.G. Day, A.C.R.
 - 7b. LA POLITIQUE ET LA RÉGLEMENTATION
"LA TVHD: UN DÉVELOPPEMENT ORDONNÉ - PARTIE B"
Modérateur: Ken Wyman, CRTC
- 1400-1600 Salle Commonwealth Sud
9. RÉSUMÉ DES ATELIERS
 10. SÉANCE PLÉNIÈRE

ALLOCUTION D'OUVERTURE

D.F. Parkhill
Sous-ministre adjoint de la recherche

Ministère des Communications

Au nom du gouvernement du Canada et des organisateurs de ce colloque, j'aimerais vous souhaiter la bienvenue en ce matin d'octobre, plutôt froid, à Ottawa.

Aux auteurs des nombreuses et excellentes communications qui nous seront présentées au cours des prochains jours, j'aimerais offrir, au nom de tous, nos remerciements les plus vifs pour le temps et les efforts qu'ils ont consacrés à leur préparation. Aux participants et à tous ceux et à toutes celles qui travailleront dans les ateliers, je tiens à dire que j'espère que vous trouverez les prochains jours très fructueux pour améliorer la compréhension de ce nouveau secteur dynamique de la technologie. À tous, nous souhaitons que ce premier colloque sur la télévision à haute définition apporte une connaissance intime et stimulante des systèmes de télévision qui pointent à l'horizon ainsi que des nombreuses possibilités de leur application.

Je pense qu'il est très clair que la télévision à haute définition et, bien entendu, la télévision à définition améliorée dont nous allons entendre beaucoup parler au cours des prochains jours constituent d'importants secteurs de développement pour les chercheurs, les fabricants et les usagers et que le jour n'est pas loin où nous trouverons ces nouveaux systèmes dans la vie de tous les jours. Nous avons donc un besoin urgent de comprendre la nouvelle technologie et, en particulier, ce que nous allons pouvoir en faire.

En ce qui concerne le Canada, nous nous intéressons plus particulièrement à ce sujet étant donné qu'il concorde avec nos autres programmes de développement des communications basés sur une technologie de pointe dans lesquels le gouvernement canadien s'est déjà bien engagé. Par exemple, des programmes comme notre système national de satellites et, bien entendu, le Télidon dont on a déjà parlé. Mais, du point de vue du gouvernement du Canada, ce colloque nous donnera j'en suis sûr une occasion inespérée de savoir ce que pensent de ces nouvelles technologies les experts du monde entier et de nous familiariser avec leurs possibilités et leurs orientations futures. Cependant, avant de nous tourner vers l'avenir, peut-être serait-il utile de nous rafraîchir la mémoire et de songer à ce qui s'est passé il n'y a pas tellement longtemps, il y a en fait à peine 32 ans, autour des années 1950, quand nous étions tous affairés à discuter des normes à adopter pour la télévision couleur. Certains d'entre

nous se rappellent l'époque des systèmes à séquences d'image, la grande roue de couleur de CBS - qui a réapparu brièvement, je pense, dans l'une des missions Apollo. Nous entrons maintenant dans une ère qui, sous bien des rapports, ressemble beaucoup à ces jours passés. Nous ne connaissons réellement pas les détails des technologies qui sont les plus appropriées pour la télévision à haute définition. Nous avons des idées générales, mais je suis sûr qu'il y a encore beaucoup de place pour la créativité, pour le génie, avant que les systèmes qui existent à l'heure actuelle, et qui, il faut bien le dire, nous ont bien servis au cours des 30 dernières années, deviennent totalement désuets.

Bien entendu, au cours des quatre ou cinq dernières années, et en particulier depuis le développement de la microélectronique, la technologie de la télévision a progressé bien au-delà du niveau que les auteurs des normes actuelles avaient pu prévoir, et la télévision s'est découvert une foule d'usages imprévus. Il n'est donc pas surprenant que, de tous côtés, fusent à l'heure actuelle des demandes pour de nouvelles formes de télévision offrant des images de meilleure qualité; des images plus satisfaisantes au point de vue esthétique, des images plus grandes, plus claires, plus colorées, des images qui offrent un reflet plus fidèle de la réalité au lieu de celles que nous voyons habituellement dans nos boîtes à images. Et, comme dans bien d'autres courants de technologie de pointe qui existent de nos jours, le Japon semble avoir pris de l'avance dans ce domaine de la télévision à haute définition. Dans ce pays, bien des travaux de pionnier ont été effectués à la fois pour quantifier les besoins et pour mettre au point du matériel de démonstration approprié que, je dois le dire bien à regret, nous n'avons pas à notre disposition aujourd'hui pour vous montrer. Les chercheurs de la NHK, la Société japonaise de radio-télévision, ont en particulier effectué de superbes travaux et nous avons l'honneur d'avoir avec nous aujourd'hui M. Fujio et quelques membres de son équipe qui nous parleront de leurs travaux dans la télévision à vraiment haute définition ainsi que de leurs espoirs pour l'avenir. Je pense qu'il ne fait aucun doute que nos systèmes actuels de télévision sont basés sur l'hypothèse que le signal qui sort du studio passe dans la chaîne de transmission, dans l'enregistreur, puis aboutit finalement au récepteur, a toujours la même forme. Lorsqu'on y songe un peu, il n'y a absolument aucune raison logique pour laquelle cela devrait être ainsi, étant donné l'état actuel de la microélectronique. Pourtant, il faut bien le dire, au début de la télévision, cela tombait sous le sens; mais, de nos jours, nous nous trouvons dans une situation où les éléments nécessaires pour traiter et effectuer les opérations compliquées d'une image de télévision deviennent relativement bon marché et, dans un avenir rapproché, au fur et à mesure que la microélectronique se développera, ils devraient représenter une dépense presque négligeable par rapport au coût du système global. Il n'est donc pas étonnant que nous ne nous sentions guère à l'aise lorsque nous regardons un peu en avant et que nous

voyons le luxe que représente le traitement d'un certain nombre de points de la chaîne de télévision pour optimiser les formes de signal indépendamment des diverses parties du système global et pour satisfaire les besoins d'utilisateurs spécifiques. Nous pouvons donc envisager un certain nombre, une famille de systèmes de télévision améliorée dont la qualité serait nettement meilleure que celle que nous connaissons aujourd'hui. Mais, de nouveau, si nos projections sur la technologie de la microélectronique sont exactes, et je remarque que ce sujet revient plusieurs fois dans le programme, nous resterons malgré tout totalement compatibles avec les systèmes actuels.

Un certain nombre de chercheurs travaillent déjà dans ce domaine et ils partageront certainement le fruit de leurs recherches avec nous cette semaine. Cependant, je pense que les questions-clefs dans l'introduction de toute nouvelle technologie sont: premièrement, la façon dont nous pouvons l'utiliser, quel bien nous apporte-t-elle? Deuxièmement, comment pouvons-nous franchir la barrière que représentent les frais de sa mise en oeuvre pour que le système fonctionne réellement, lorsque l'on considère qu'il existe des systèmes qui sont raisonnablement satisfaisants? Et, enfin, bien entendu, qui sera prêt à payer pour ce nouveau service, quels en seront les utilisateurs et combien seront-ils prêts à déboursier? La télévision à haute définition ne manquera certainement pas de soulever des questions de ce genre et, au cours de ce colloque, l'on examinera ces divers points non seulement sous la forme de communications officielles mais, je l'espère, au sein des ateliers de travail où chacun d'entre nous aura l'occasion d'échanger ses opinions et de les défendre devant ses collègues. Nous avons le bonheur d'accueillir à ce colloque un vaste éventail d'experts provenant des secteurs de la recherche, de l'industrie, du gouvernement et des utilisateurs de la télévision, ce qui confère à nos ateliers une valeur inestimable. Dans les actes du colloque, qui seront ni plus ni moins qu'une version révisée de ce que vous avez déjà, nous réunirons toutes ces informations pour former un document pratique de nos délibérations et je crois que cela constituera une importante contribution au développement de la télévision à haute définition, non seulement au Canada où nous ne faisons qu'aborder ce domaine, mais partout ailleurs dans le monde.

Une conférence de cette nature constitue toujours un grand défi aux organisateurs et je ne peux manquer de mentionner l'assistance que le comité organisateur a reçue de la part des divers organismes commanditaires: la Société Radio-Canada, Téléglobe Canada, le ministère de l'Industrie et du Commerce, et bien entendu mon propre ministère, celui des Communications, qui nous ont aidés tant par la présence de leur personnel que par leur soutien financier. J'aimerais également remercier les organismes participants, le Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes, les ministères d'État au Développement social, au Développement économique et des Sciences et de la Technologie, qui nous ont apporté de précieuses informa-

tions dans toute la planification. Nous remercions également vivement toutes les industries qui nous ont prêté leur aide, particulièrement les Recherches Bell-Northern Ltée, SONY Canada Ltée et Digital Video Systems Inc. Nous nous réjouissons tous de voir tant d'entre vous ici aujourd'hui et j'espère que les prochains jours seront pour vous stimulants et agréables, et qu'ils représenteront une précieuse contribution à l'avenir de ce nouveau et passionnant domaine. J'ai donc l'honneur de déclarer officiellement ouvert le colloque de 1982 sur la télévision à haute définition. Je vous remercie de votre bonne attention.

OTTAWA, 18 octobre 1982

LA TÉLÉVISION À HAUTE DÉFINITION DE NHK

Takashi Fujio

Laboratoire de recherche technique NHK
Tokyo, Japon

1. INTRODUCTION

La télédiffusion, y compris la période de la TV monochrome, date déjà d'une quarantaine d'années. Au cours de cette période, la technologie électronique a fait d'énormes progrès et, au fur et à mesure que la demande d'information s'est accrue au même rythme, elle s'est étendue tant au point de vue du volume que de la diversité de l'information qui devait être communiquée. De nos jours, les gens ne se satisfont plus d'une simple information, ils veulent autre chose. Ils recherchent des informations variées, de divers aspects.

En prévision de l'avènement d'une telle société d'information, la NHK s'est lancée en 1970 dans des travaux de recherche et de développement sur la télévision à haute définition en prenant pour objectif la création de la culture vidéo de l'avenir que nous avons appelée la TVHD.

Avant de commencer les travaux de recherche et de développement de ce système de télévision, nous avons effectué des études intensives et de nombreux tests sur les caractéristiques du système optique humain, les exigences physiques du système de télévision devant satisfaire ces caractéristiques et le système de télévision de l'avenir que les spectateurs attendaient et désiraient. C'est en se basant sur les résultats de cette recherche que nous avons mis au point les normes provisoires de la télévision à haute définition.

Depuis lors, les efforts incessants de la NHK ont conduit entre autres à la réalisation d'un nouveau tube de caméra et d'un écran à rayons cathodiques pour la télévision à haute définition, une caméra de télévision, un équipement de télécinéma à rayons lasers, des grands écrans à vision directe et à projection, un magnétoscope, un équipement de transmission et des récepteurs de diffusion par satellite. Tout ce matériel fonctionne depuis 1978. En 1981, nous avons effectué un essai de transmission de la télévision à haute définition à l'aide du satellite de radiodiffusion expérimental japonais "Yuri". Récemment, nous avons effectué toute une série de tests de transmission et d'enregistrement pratiques, y compris la transmission par satellite, en utilisant ces équipements pour vérifier l'effet qu'ils avaient sur la réception des émissions sur un grand écran à haute résolution. Nous nous sommes efforcés de vérifier les effets et

de mettre au point un système possédant de vastes applications pour l'avenir, dont l'infographie générale.

Le système de télévision à haute définition peut transmettre et reproduire des informations vidéo contenant environ cinq fois plus d'informations que le système de télévision classique. Il s'agit d'un système entièrement nouveau, avec un grand écran (rapport d'image de 5:3) présentant une texture très fine. La reproduction de ces images sur un grand écran confère un sens de la réalité qui dépasse de beaucoup celui de la télévision usuelle.

La qualité de l'image du système de télévision à haute définition est égale ou supérieure à celle d'une diapositive de 35 millimètres. Lorsqu'on passe du vidéo au film, on peut, grâce à un rayon laser, utiliser une pellicule à grains ultra-fins, quelle que soit sa sensibilité. Cela permettra une production cinématographique efficace, c'est le cinéma électronique.

Vu dans cette perspective, le système de télévision à haute définition permettra de créer les systèmes d'images tous azimuts dont a besoin la future société de l'information, des systèmes de nature diverse, comme pour la télévision par câble, la production cinématographique, le tirage, la transmission de documents à haute résolution, les conférences télévisuelles et diverses fins de simulation, sans compter les applications dans le domaine de la télédiffusion.

2. UN SYSTÈME DE TÉLÉVISION POUR L'AVENIR

2.1 La télévision telle qu'elle existe à l'heure actuelle et la télévision de l'avenir.

Le système de télévision actuel a été établi il y a une quarantaine d'années alors que la technologie des ondes hertziennes et du matériel imposait certaines restrictions, par exemple dans les lignes de transmission, les largeurs de bandes et les capacités de visualisation. C'est ainsi que le système n'a pas pu atteindre le niveau auquel les fonctions du système optique humain peuvent être effectivement utilisées. C'est également la raison pour laquelle l'on ne peut pas comparer la télévision couleur actuelle aux films ou aux images imprimées, au point de vue clarté de l'image, impact ou impression de réalité. Elle ne peut pas fournir un degré de satisfaction psychologique de haut niveau, en termes de sensations et d'émotions.

Pour cette raison, le système de télévision qui convient à une société de l'information de l'avenir nécessite le dépassement du cadre de la télévision actuelle et le franchissement des obstacles qu'elle présente pour découvrir un système de télévision idéal.

2.2 La télévision stéréoscopique ou la télévision à haute résolution

Avant de commencer les recherches sur le système de télévision de l'avenir, nous avons discuté du système qui devrait être développé: la télévision stéréoscopique ou la télévision à haute résolution.

On a trouvé que la télévision stéréoscopique à haute fidélité serait difficile à réaliser à cause de la largeur de bande de transmission et de la caméra en direct que ce système nécessiterait, étant donné que les parties masquées de l'image devraient pouvoir être vues dans n'importe quelle position d'observation.

Par contre, on a trouvé que la télévision à haute résolution ne recevrait pas un accueil favorable si l'on ne prenait pas en considération l'effet psychologique en plus de la haute résolution.

Ce genre de discussions nous a amenés à prendre la décision d'étudier et de mettre au point le système de télévision à haute résolution et à grand écran qui satisfait l'effet psychologique et la netteté, de façon à produire une sensation de réalisme et de puissance, à savoir la télévision à haute définition.

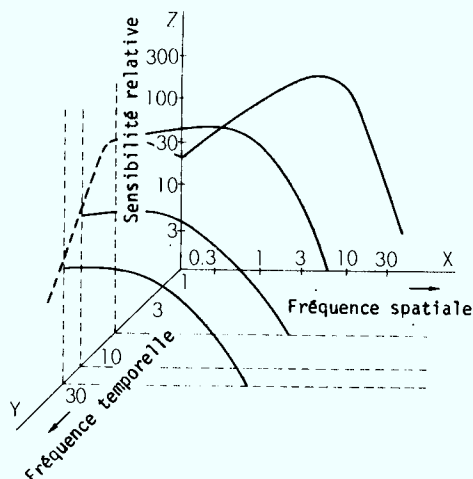
3. QUEL EST LE GENRE DE TVHD DONT ON AURA BESOIN DANS L'AVENIR

3.1 Point de vue des caractéristiques visuelles d'un système de télévision à haute définition.

En tant que système visuel de l'avenir, la télévision doit être définie en considérant la teneur des informations qu'elle transmettra et les caractéristiques psychologiques de haut niveau qu'elle doit posséder. Les caractéristiques de fréquences de l'oeil humain qui regarde la télévision sont du type LPF, comme le montre l'illustration 1, tant au point de vue spatial que temporel. L'oeil humain ne décèle pas les petits détails, mais perçoit le papillotement rapide. Pour cette raison, on peut calculer le cadre des normes d'un système de télévision comme le nombre de lignes de balayage, le nombre d'images à la seconde et la largeur de bande du signal, à partir des caractéristiques physiques du système optique humain, une fois que l'on a déterminé les conditions de visionnement⁽¹⁾.

Le tableau 1 montre les caractéristiques du système de télévision qui correspond au système optique humain⁽²⁾. Ces caractéristiques illustrent les normes de télévision nécessaires à l'égard du système optique humain, c'est-à-dire le nombre de lignes de balayage (n) et la largeur de bande de fréquence du signal (f_b) en relation avec les diverses distances d'observation de l'écran de télévision. Ces distances d_H figurant au tableau sont exprimées en multiples de la hauteur de l'écran H . Par exemple, la valeur $4 H$ représente une distance d'observation de

l'écran de télévision égale à quatre fois la hauteur de l'écran. Comme le montre ce tableau, la télévision classique est un système vidéo dont la distance optimale d'observation est d'environ 7 H. Si l'on regarde l'écran à moins que cette distance, l'image apparaît grossière et brouillée.



Illus. 1 Réponse du système visuel humain

3.2 La distance d'observation souhaitable et le système de la télévision de l'avenir

La télévision est un système qui saisit sur le vif des images qui se déplacent, comme des athlètes en action et des objets qui se déplacent. Cependant, le système optique humain ne peut les suivre lorsque le mouvement est trop rapide. Si le téléspectateur regarde de trop près des images qui bougent rapidement, il ressent une impression d'étourdissement et de fatigue. Un test effectué avec des films cinématographiques et des images de télévision dans le but de déterminer la distance idéale à laquelle on peut regarder des images qui bougent sur l'écran a démontré que la distance minimale à laquelle l'observateur doit se trouver s'il veut regarder un film pendant une certaine période sans fatigue est d'environ $4 H^{(3)}$ (4) (5) . Par conséquent, la distance de visionnement de la télévision de l'avenir devrait être la suivante:

- (a) Un système vidéo dont la distance de visionnement de $4 H$ est recommandée pour les films, les dessins animés et les émissions sportives où les mouvements sont rapides.
- (b) Des images comportant moins de mouvement, ou des mouvements plus lents, regardées de plus près, de façon à améliorer les effets psychologiques comme le caractère immédiat de l'observation; d'autre part, le système devrait être conçu de manière que l'on puisse voir les images de façon satisfaisante même à une distance d'environ $3 H^{(1)}$.

Cela signifie que les systèmes de télévision de l'avenir nécessiteront un balayage de 1 200 lignes et une largeur de bande de fréquence d'environ 20 MHz, pour que la qualité de l'image ne soit pas dégradée lorsqu'on la regarde à une distance d'au moins 3 H.

| Distance de visionnement (dH) | 4H | 3,3H | 3H | 2,5H | 2H | 7,2H |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| n (lignes) | 940 | 1125 | 1240 | 1480 | 1840 | 525 |
| f_b (MHz) | 11 | 16 | 19 | 27,5 | 42 | 2,8 |
| Angle visuel (deg.)* | 23,5* | 28,3* | 31,0* | 36,9* | 45,2* | 10,7* |

lorsque $\alpha = 5/3$, $n_v = 0,935$, $n_h = 0,835$

*Angle visuel dans le sens horizontal, vu à partir d'une distance optimale d'observation de l'écran.

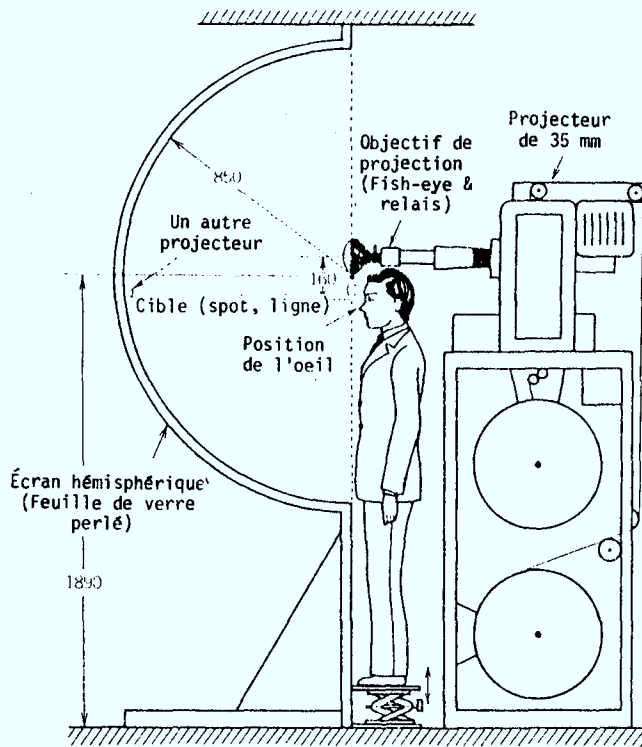
Tableau 1 Nombre de lignes de balayage requises comme paramètre de la distance de visionnement

3.3 Un système d'écran de télévision qui concorde avec les effets psychologiques

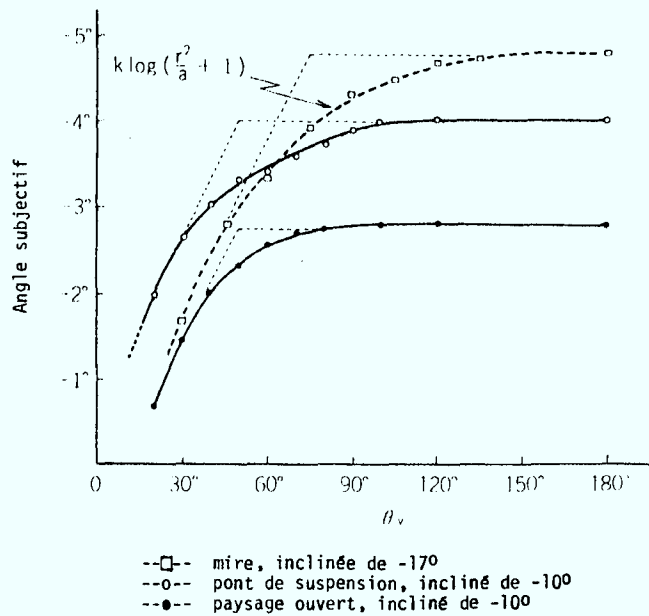
Nous avons déjà fait des expériences avec des films cinématographiques et d'autres médias, expériences qui ont démontré que l'on peut obtenir des effets psychologiques comme le caractère immédiat de l'impact de l'observation en projetant une belle image de haute résolution sur un grand écran.

Lorsqu'on projette une image claire dans un large champ visuel, comme expliqué ci-dessus, la zone de l'image sur l'écran et la conscience spatiale du téléspectateur arrivent presque à un point de convergence, ce qui réduit le sens de la présence du système de visualisation, tandis qu'on retire des images proprement dites un sentiment de profondeur, de naturel et de réalité.

Pour étudier la sensation de réalité que propage la visualisation sur une grande surface, on a évalué l'angle d'inclinaison subjectif des coordonnées de l'observateur lorsqu'on lui présente une image artificiellement inclinée. Pour cela, on a projeté diverses images sur l'écran concave hémisphérique représenté à l'illustration 2(6). L'illustration 3 décrit l'inclinaison subjective des coordonnées déterminée dans cet essai. Les résultats permettent de conclure qu'une image projetée sur l'écran à des angles de 20° à 30° commence à produire l'effet psychologique qui donne une sensation de réalité.



Illus. 2 Un visionnement expérimental large vision



Illus. 3 Inclinaison subjective des coordonnées en tant que fonction de l'inclinaison de l'image projetée

Pour cette raison, la méthode technologique la plus efficace pour produire des effets psychologiques, comme le caractère immédiat et l'impact, consiste à élargir l'écran de visualisation. Comme l'indique le tableau 1, l'angle de vision à la distance optimale d'observation du système classique de télévision va jusqu'à 10° , et, avec ces valeurs, on ne peut pas s'attendre à ce que des images produisent des effets psychologiques satisfaisants. Pour convertir ce système à un écran réaliste de la télévision de l'avenir possédant un angle de vision d'au moins 30° , il faudrait que la distance d'observation soit d'environ $3H$ et que l'écran soit plus grand que l'écran usuel. Si la distance d'observation est fixe, il faut un écran plus grand que celui du système actuel de la télévision.

4. LES EXIGENCES DES TÉLÉSPECTATEURS À L'ÉGARD DU SYSTÈME DE TÉLÉVISION DE L'AVENIR

Afin de fixer les paramètres d'un système de télévision de l'avenir, il faut considérer les facteurs primaires suivants:

- 1) Le format de l'image (dimension standard de l'image et rapport entre la largeur et la longueur).
- 2) Les normes de balayage (nombre de lignes de balayage, rapport d'entrelacement et fréquence d'image).
- 3) Les normes du signal (genre de signal, largeur de bande et rapport S/B).

Pour élucider ces facteurs, on a effectué de nombreux essais avec les éléments du tableau 2, afin d'essayer de déterminer les exigences des téléspectateurs à l'égard des systèmes de télévision de l'avenir. Dans ces essais, on a utilisé des films cinématographiques de 70 millimètres, des films de simulation et des systèmes de télévision expérimentaux à haute résolution. Une série d'essais a donné les résultats suivants.

4.1 Balayage entrelacé

Les opinions diffèrent quant aux avantages de l'entrelacement de lignes et de l'entrelacement multiple. On a effectué des essais sur l'effet de l'entrelacement de lignes et sur la façon dont la structure des lignes influence la qualité de l'image, en se servant pour cela d'un système de télévision monochrome à haute résolution dont on a fait varier le nombre de lignes de balayage jusqu'à 2125.

(1) Une image de télévision dont le nombre de lignes de balayage est n et le rapport d'entrelacement de lignes de $2:1$ offre la même qualité subjective d'image qu'une diapositive dont les lignes de balayage sont de $0,6n - 0,7n$ ⁽¹⁾. Cela concorde avec d'autres résultats⁽⁷⁾ obtenus à partir d'essais effectués sur les effets de l'entrelacement à l'égard de la qualité de l'image.

(2) Le meilleur rapport d'entrelacement de lignes est de 2:1⁽⁷⁾⁽⁸⁾. Avec un rapport d'entrelacement multiple de lignes de 3:1 ou 5:2, la finesse verticale mesurée à l'aide d'un modèle de résolution s'est légèrement améliorée, mais au fur et à mesure qu'augmentent les interférences provenant du balayage de lignes, comme le scintillement intersticiel et le défilement des lignes, la qualité générale de l'image n'est guère meilleure que celle du système entrelacé à 2:1.

(3) Dans un système de télévision à entrelacement de 2:1 et à une fréquence d'image de 30 Hz, un balayage de 1 600 lignes suffit pour obtenir une qualité d'image satisfaisante⁽⁸⁾, sans scintillement.

| Facteurs | | Désignation des éléments | | Équipement et syst. utilisés (#) | Système de TVHD |
|---|------------------------|--|-------------------------------|--------------------------------------|---|
| Visionnement | | Distance souhaitable de visionnement | | Film F, diapo F simulation F | |
| Rapport d'image | | Rapport d'image | | Diapo F | |
| | | Dimension de l'image | | Diapo F, simulation F | |
| | | Contraste et luminosité | | " " | |
| Système de balayage | | Effet du balayage entrelacé et du balayage non linéaire | | TV à balayage variable, simulation F | |
| I s u r f o r m a t i o n | Image fixe | Y | n | TV-ST, TVHD, TV à balayage variable | |
| | | | f _b | TVHD, simulation F | |
| | | C | primaires de transmission | TV-ST, TVHD | |
| | | | f _w f _n | TVHD, simulation F | |
| | | diaphotie Y ↔ C | | TV-ST, TVHD | |
| | Film cinématographique | douceur, travel-travelling, resolution souhaitable | | Film de 16 mm, TV-ST | Fréquence d'image, système de visualisation |
| Défaut du bruit, S/B souhaitable | | | | TV-ST, TVHD | Système de radio-diffusion, taille |
| Remarque | | (x) film F: Films cinématographiques (35 mm, 70 mm) TV-ST: système de télévision standard Simulation F: diapositive simulée de 4" x 5", 8" x 10" TVHD: système de TVHD Diapositive F: diapositive de 4" x 5" | | | |

Tableau 2 Exigences des téléspectateurs et normes de la TVHD

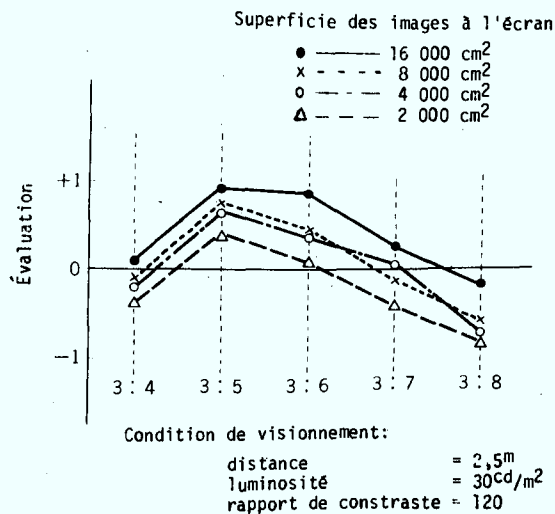
4.2 Fréquence de trame

La fréquence de trame est limitée par le scintillement et l'uniformité de mouvement de l'image. Une fréquence de trame de 45 Hz suffit pour qu'une image en mouvement paraisse uniforme à 20 degrés/seconde, qui est la vitesse maximale à laquelle l'oeil humain peut percevoir le mouvement. Si on peut réaliser une image de télévision dont la luminosité des éléments visuels peut être conservée pendant une période de trame, cette dernière pourrait être aussi basse que 45 Hz⁽⁹⁾. On peut donc réduire la fréquence de trame. Cependant, pour une image ordinaire, 60 Hz suffisent.

4.3 Proportion de l'image

On a effectué un essai d'évaluation subjective à l'égard de la dimension de l'image et de sa proportion en projetant de grandes diapositives en couleur sur un écran. On trouvera à l'illustration 4 les résultats de cet essai⁽⁴⁾.

De façon générale, une proportion d'image de 5:3 est préférable à celui de 4:3 des systèmes actuels de télévision; au fur et à mesure que l'on agrandit l'image, une proportion de 5:3 devient plus souhaitable. Pour les scènes sportives et les paysages, la proportion de 2:1 est préférable. Si l'on peut résoudre les problèmes de la visualisation sur grand écran à domicile, de la luminosité élevée et de la haute finesse, un système de télévision dont la proportion d'image serait de 2:1 conviendrait fort bien.



Illus. 4 Proportion d'image souhaitable

4.4 Dimension de l'image

À l'aide d'un simulateur, on a effectué des essais subjectifs sur l'effet psychologique de la grandeur de l'écran à l'égard de l'image en projetant des films cinématographiques de 70 mm et des diapositives en couleur de 4" x 5" ou de 8" x 10" réalisées par traitement informatique.(4) (5) (10).

L'illustration 5 représente le rapport entre la dimension de l'image et sa qualité. Il serait souhaitable d'obtenir une image de plus d'un mètre carré.

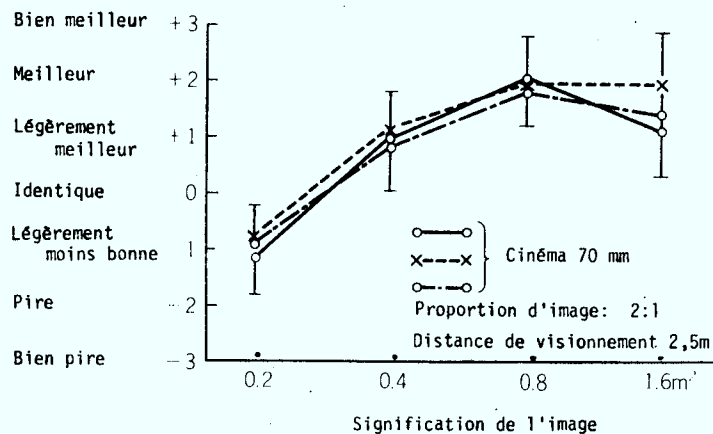
4.5 Finesse de l'image

Lorsqu'on agrandit les dimensions de l'image, la qualité dépend de la finesse. La netteté d'une image de télévision dépend de sa finesse, de sa luminosité et du rapport de contraste.

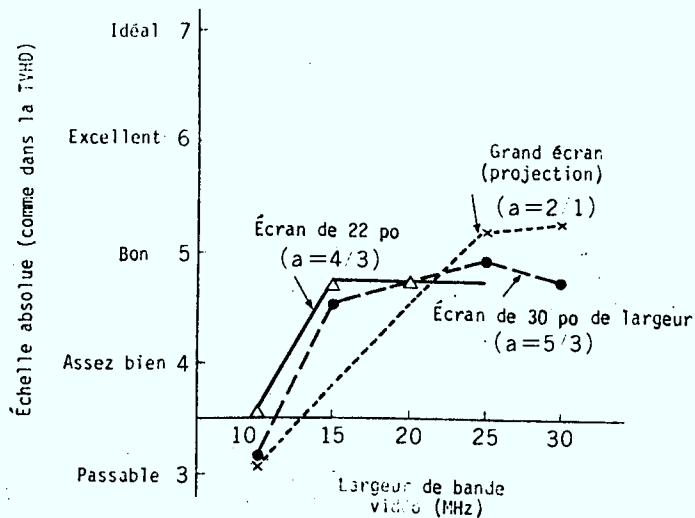
L'illustration 6 donne la relation entre la largeur de bande vidéo et la qualité de l'image pour le système à balayage de 1 125 lignes(11). On voit manifestement que la largeur de bande souhaitable du signal est de 20 MHz pour le système dont la proportion d'image est de 5:3. Dans ce cas, l'observateur ne perçoit pas de détérioration de la qualité de l'image, même à une distance de visionnement de seulement 3 H.

Dans un système de 1 125 lignes dont la proportion d'image est de 5:3, la bande passante de la composante de chrominance à large bande est de 7 MHz et celle de la composante de chrominance à bande étroite de 5 MHz(12).

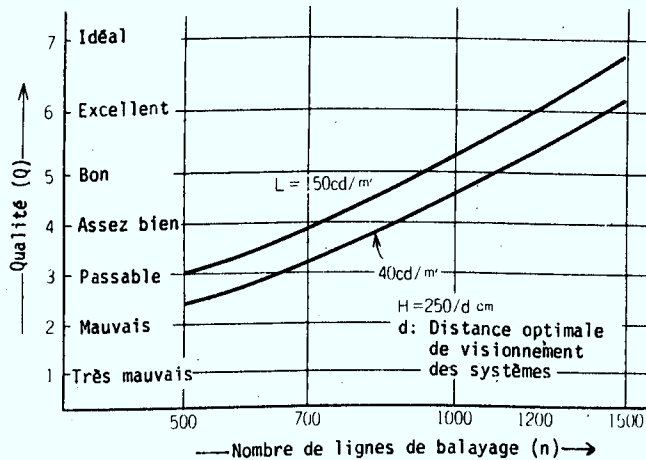
Dans tous ces essais, l'auteur a inclus un coefficient de qualité Q défini par les facteurs primaires du nombre d'éléments imagiers (nombre de lignes de balayage), la dimension de l'image affichée à l'écran et sa luminosité. La valeur de Q donne la finesse de la qualité de l'image et contient des effets comme le réalisme, la présence et l'impact visuel des grandes images apparaissant à l'écran.



Illus. 5 Qualité de l'image en fonction de sa dimension



Illus. 6 Qualité de l'image en fonction de la largeur de bande du signal



Illus. 7 Rendement du système (coefficient de qualité Q) dans divers systèmes de télévision

L'illustration 7 donne les valeurs du coefficient Q pour diverses normes de balayage et distances de visionnement de chaque système⁽¹³⁾. La dimension de l'image est calculée à partir d'une distance fixe d'observation de 2,5 mètres, la hauteur de l'image H étant égale à $(250/d)$ cm. En étudiant l'illustration 7, on s'aperçoit que si on regarde un écran à une distance de 3 H, le système produit une image dont la qualité subjective appartient à environ trois niveaux au-dessus de celui d'un système de télévision usuel de 525 lignes.

5. NORME TEMPORAIRE POUR LA TVHD

En se basant sur les résultats ci-dessus, la NHK a prescrit des normes temporaires de TVHD, qui figurent au tableau 3(14)(15). On trouvera au tableau 4 les largeurs de bande souhaitables pour les signaux de luminance Y et de chrominance dans les systèmes décrits au tableau 1. Le nombre de lignes de balayage signifie que ce système a une distance optimale de visionnement de 3,3 H, lorsque l'observateur respecte les caractéristiques de vision données au tableau 1. Cependant, étant donné que la largeur de bande des signaux de luminance est établie à 20 MHz, la qualité de l'image de ce système ne se dégrade pas beaucoup. On considère que ce système satisfait les exigences recherchées pour le système de télévision de l'avenir(13).

Jusqu'à tout récemment, on a mis au point du matériel de télévision à haute définition conformément à la norme donnée au tableau 3. D'autre part, on a entrepris des essais de captage de l'image, de transmission et autres, à l'égard du système de télédiffusion.

Le système de télévision à haute définition qui est en train d'être mis au point par la NHK a été conçu non seulement pour la télédiffusion, mais également pour d'autres applications qui exigent une haute finesse d'image. Il présente les caractéristiques suivantes:

1. Le système peut reproduire des images vidéo de haute finesse comportant cinq fois plus d'informations que la télévision ordinaire.
2. Chaque image de télévision peut transmettre une page de 8 pouces sur 11 pouces de mots et d'images finement détaillés.
3. La qualité de l'image équivaut à celle d'une diapositive de 35 mm et elle est supérieure à celle d'un film de cinéma de 35 mm.

| | |
|--|---------|
| Nombre de lignes de balayage | 1 125 |
| Proportion d'image | 5:3 |
| Rapport d'entrelacement des lignes | 2:1 |
| Fréquence de trame | 60 Hz |
| Largeur de bande de la fréquence vidéo | |
| signal de luminance Y | 20 MHz |
| signal de chrominance C | |
| large bande CW | 7,0 MHz |
| bande étroite CN | 5,5 MHz |

$$\begin{pmatrix} Y \\ C_w \\ C_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,30, & 0,59, & 0,11 \\ 0,63, & -0,47, & -0,16 \\ -0,03, & -0,38, & 0,41 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ V \\ B \end{pmatrix}$$

Y: signal de luminance
 Cw: signal de large bande
 Cn: signal de bande étroite

R: rouge
 V: vert
 B: bleu

Tableau 3 Normes temporaires d'une TVHD expérimentée à la NHK

Pour toutes ces raisons, nous sommes persuadés que quasiment tous les genres de système d'imagerie vidéo dont la société d'information de l'avenir aura besoin - la transmission de petits mots et de petites images, les téléconférences sur grand écran, la photographie, l'impression et l'électrocinématographie - seront créés en se basant sur les technologies de la TVHD ou sur la vidéo à haute définition.

| n (ligne) | | 935 | 1,241 | 1,481 | 951 | 1,125*2 | 1,351 | 1,601 |
|----------------------------------|------------------|-----|-------|-------|-----|---------|-------|-------|
| Signal de luminance f_y MHz | | 14 | 24 | 34 | 15 | 19 | 28 | 40 |
| Composantes de chrominance | f_w (MHz) | 5 | 8,5 | 12 | 5,5 | 7,0 | 10 | 14,5 |
| | f_n (MHz) | 4 | 6,5 | 9,5 | 4 | 5,5 | 7,5 | 11 |
| | f_c^{*1} (MHz) | | | | 4,7 | 6,5 | 9,4 | 13,3 |

*1 Largeur de bande du signal de chrominance séquentiel de ligne
*2 Système temporaire utilisé à la NHK

Tableau 4 Largeur de bande des signaux pour divers systèmes de TVHD

6. CONCLUSION

Depuis 1970, les laboratoires de recherche technique de la NHK ont déployé leurs efforts pour faire des travaux de recherche et de développement sur un système de télévision à haute définition pour grand écran, répondant en cela à la demande prévue d'une société future de l'information.

En conclusion, le système de TVHD de l'avenir devrait avoir un balayage de 1 100 à 1 300 lignes et la dimension acceptable de son image devrait être de plus de 1 m², la proportion entre la largeur et la hauteur étant de 5:3 ou de 2:1.

À une époque où il semble fort probable que la société de l'information de l'avenir sera formée par une technologie de télévision évoluée, et oeuvrera avec elle, il ne fait aucun doute que la mise au point d'une télévision de haute finesse et de meilleure qualité est nécessaire. On s'attend à ce que les normes soient unifiées et établies afin de promouvoir le développement rapide d'un système de télévision à haute définition. La TVHD est un rêve que les ingénieurs de la télévision des années 1980 peuvent réaliser et l'auteur souhaite qu'il existe une compréhension et une coopération internationales qui puissent favoriser la concrétisation de ce rêve. Il sera nécessaire d'échanger des points de vue, des opinions et des informations à l'échelle mondiale afin d'établir des normes internationales unifiées pour tous les systèmes télévisuels de l'avenir.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) T. Fujio, A study of High-Definition TV System in the Future, IEEE Trans., BC-24 (1978).
- (2) T. Fujio, Perception d'un système de télévision à haute définition à partir de la réaction du système optique humain, CS79-62, IECE Japon, juillet 1979; (en japonais).
- (3) Petro Vlahos, Criteria for Selection of Film Size, Research Report of the Research Center of the Association of Motion Picture and Television Producers, juillet 1971.
- (4) T. Ohtani, T. Fujio et T. Hamasaki, Évaluation subjective de la qualité de l'image de la télévision à haute définition de l'avenir, NHK Techn. Journal, vol. 28, no 4, 1976; (en japonais).
- (5) T. Ishida, T. Taneda, Le film de cinéma de 70 mm et la télévision à haute définition, Communication préalable à la 6^e Conférence de la technologie télévisuelle de Tokyo, 5-3 1975; (en japonais).
- (6) T. Hatada, H. Sakata, H. Kusaka, Induction de l'effet de la sensation de la direction et de la dimension de l'image, The Journal of the Institute of TV Engineers of Japan (IETE), vol. 33, no 5, mai 1979; (en japonais).
- (7) T. Nishizawa, Effet visuel du balayage entrelacé des lignes, VVI 46-9, ITE Japon, septembre 1971; (en japonais).
- (8) T. Mitsuhashi, A study of the Relationship between Scanning Specifications and Picture Quality, Laboratoires de la NHK, Note, no 256, 1980.
- (9) T. Komoto, T. Fujio, Caractéristiques du papillotement des images télévisées, Congrès national de l'ITE du Japon, 1-4 1976; (en japonais).
- (10) T. Nishizawa et I. Yuyama, Évaluations subjectives de la simulation d'un système de télévision à haute définition, IE75-96, IECE Japon, janvier 1976; (en japonais).
- (11) H. Kusaka, T. Nishizawa, Une caméra couleur à trois Vidicons de 1125 lignes à haute définition, NHK, Tech. Rep., vol. 16, no 10, 1973; (en japonais).
- (12) J. Ishida, Le choix des largeurs de bande pour les signaux de chrominance dans la TVHD à 1 125 lignes, Congrès national de l'IECE, no 1620, 1976; (en japonais).
- (13) T. Fujio, La télévision à haute définition pour le système télévisuel de l'avenir, IE80-84, IECE Japon, décembre 1980; (en japonais).

- (14) K. Hayashi, Research and Development of High-Definition TV in Japan, SMPTE Jour., vol. 90, no 3, 1981.
- (15) T. Fujio, High-Definition Wide-Screen Television System for Future, IEEE Transaction BC-26, no 4, décembre 1980.

VERS LA MISE EN MARCHÉ D'UN SYSTÈME DE LA TVHD COMPATIBLE
EN AMÉRIQUE DU NORD

Charles W. Rhodes
Ingénieur principal, Administration centrale

Scientific-Atlanta, Inc.
Atlanta (Georgie)

Partie I-A

Compatibilité d'un nouveau service avec les services
de télédiffusion existants

Les canaux de télévision actuels sont utilisés de façon si efficaces pour la télédiffusion NTSC à 525 lignes que l'on ne peut pas s'attendre à ce qu'ils soient utilisés pour la TVHD, à moins que les récepteurs couleur NTSC puissent recevoir la TVHD sans adaptateur de quelque sorte que se soit ni antenne améliorée.

Le rapport du Groupe d'étude de la TVHD de la SMPTE (publié dans le "Journal" de la SMPTE, février-mars 1980) indiquait qu'il n'existait pas de nouveaux concepts de codage grâce auxquels on pourrait reproduire sur des récepteurs NTSC des images en couleur transmises spécifiquement pour produire des images de TVHD sur des récepteurs de TVHD. Cette observation est encore valable de nos jours. Il n'y a aucun doute que les fabricants d'appareils de télévision amélioreront les récepteurs NTSC, mais ces améliorations seront apportées indépendamment de tout changement dans la nature du signal de télédiffusion.

CBS a fait remarquer que les canaux de la bande métrique (UHF) au-dessus de, disons 45, sont sous-utilisés. Mais cela ne veut pas dire qu'ils conviendraient à la TVHD.

Il semble que, pour lancer un nouveau service, il faudrait de nouvelles fréquences de diffusion. Il s'agit des hyperfréquences (SHF) dans les bandes des 12, 22 et 43 gigahertz. La bande des 12 GHz présente le plus haut intérêt, étant donné les difficultés qui surgissent dans l'utilisation de la technologie des bandes plus élevées. L'atténuation causée par la pluie à 22 GHz nécessite une augmentation de puissance de transmission qui dépasse beaucoup celle nécessaire pour les 12 GHz. Le fait que, pour recevoir ces fréquences élevées, les antennes doivent être directionnelles, ne les rendent guère pratiques pour le grand public.

Comme l'a fait remarquer l'IBA (R.-U.), la bande des 12 GHz nous donne l'occasion de lancer la TVHD en tant que nouveau service télévisuel. Il n'y a aucune raison pour laquelle on ne pourrait pas utiliser le format du signal vidéo NTSC à 12 GHz, où l'on utilisera la modulation de fréquence (FM) et non la modulation d'amplitude AM à bande latérale tronquée (AM-VSB). Il

faudra que le grand public s'équipe d'appareils de télévision FM de 12 GHz, et non pas seulement de convertisseurs d'aval. Étant donné que le signal vidéo de la bande de base est récupéré à partir du discriminateur, on peut envisager d'autres solutions que la vidéo NTSC pour le signal de la bande de base.

Trois solutions sont possibles:

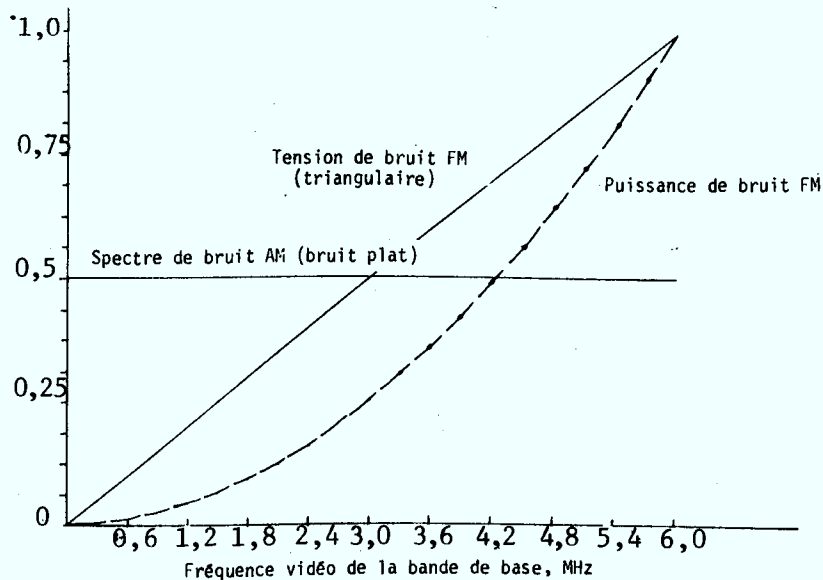
1. Utiliser le NTSC, moduler en amplitude une porteuse métrique à bande latérale tronquée (VSB) pour alimenter les bornes d'antenne des récepteur ordinaires ou alimenter une bande de base NTSC aux récepteurs dotés d'une telle entrée.
2. Utiliser autre chose que la norme NTSC, mais qui convient mieux à la transmission FM et que l'on peut convertir à la norme NTSC pour recevoir les images sur de nouveaux appareils de télévision dotés d'une entrée de bande de base R-V-B, que l'on trouve actuellement sur le marché européen et que de plus en plus de fabricants lancent sur le marché nord-américain.
3. Utiliser un nouveau format de signal vidéo sur bande de base qui soit hautement efficace au niveau du spectre, de façon que l'on puisse transmettre les détails additionnels nécessaires pour obtenir des images de TVHD. Un tel signal doit être conçu pour la transmission FM et il faut pouvoir le convertir facilement à la norme NTSC dans le récepteur FM de 12 GHz afin qu'il soit compatible avec les récepteurs NTSC actuels.

Pour recevoir les hyperfréquences, il faudra traiter le signal pour faire le pont entre le signal de la transmission FM et l'entrée VHF-vsb AM des récepteurs grand public. Le coût du traitement du signal vidéo sera minime par comparaison aux frais fixes de l'antenne hyperfréquences montée sur le toit ou ailleurs, de l'amplificateur démultiplicateur à faible bruit et du démodulateur FM. La différence des frais de traitement du signal entre nos diverses options est relativement petite.

Partie I-B

Compatibilité entre la transmission vidéo NTSC et FM

Les signaux vidéo couleur complets, comme le NTSC ou le PAL, présentent de graves problèmes au point de vue du "bruit chromatique" lorsqu'on les transmet en modulation de fréquence. Le spectre de la tension du bruit en FM est triangulaire, tandis que la puissance de bruit est quadratique. C'est ce que montre l'illustration 1.

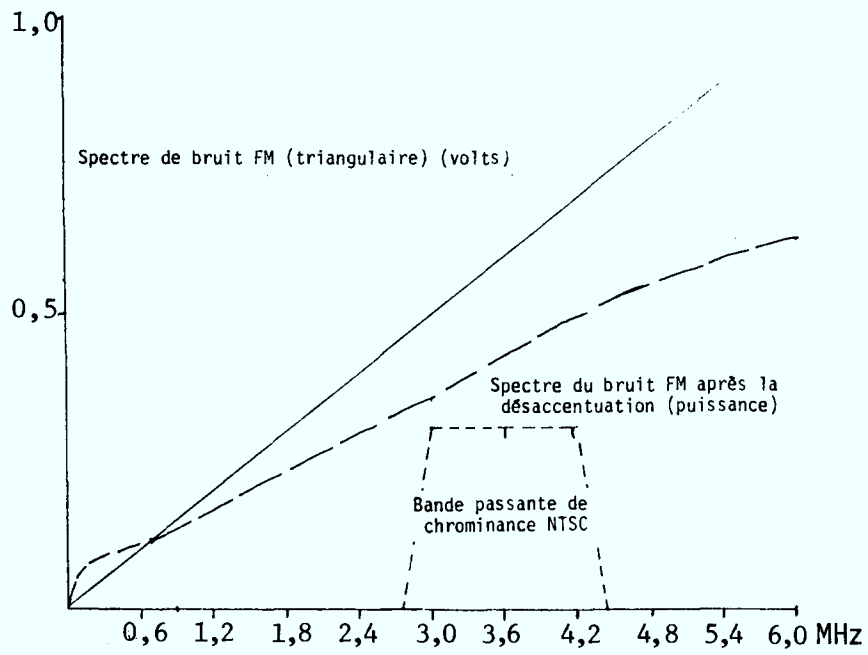


Illus. 1

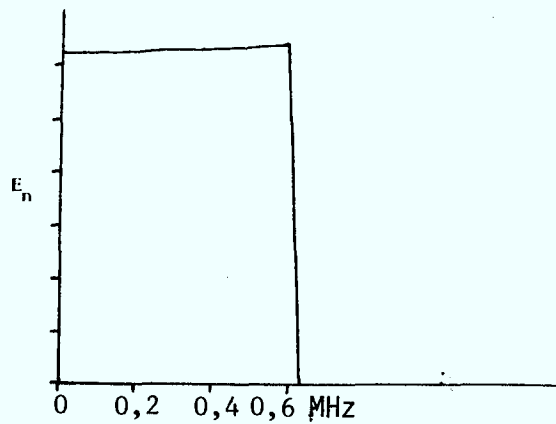
Les informations de luminance et de chrominance NTSC sont transmises par suppression et le signal de chrominance est modulé en amplitude et en phase sur une sous-porteuse couleur de 3,58 MHz.. L'information de chrominance occupe la partie supérieure de la bande de fréquence vidéo, soit 3,0 à 4,2 MHz. Si l'on calcule l'intégrale du spectre de la puissance du bruit de l'illustration 1, par rapport à l'intervalle de 0 à 4,2 MHz, on obtient la puissance du bruit qui influence le signal de luminance.

Notre acuité visuelle réduite minimise l'effet des composantes de bruit des hautes fréquences. Il s'agit là d'un effet de pondération psychophysique du bruit. Une fois pondéré, le bruit triangulaire (FM) de la voie de luminance est réduit à 10,2 dB.

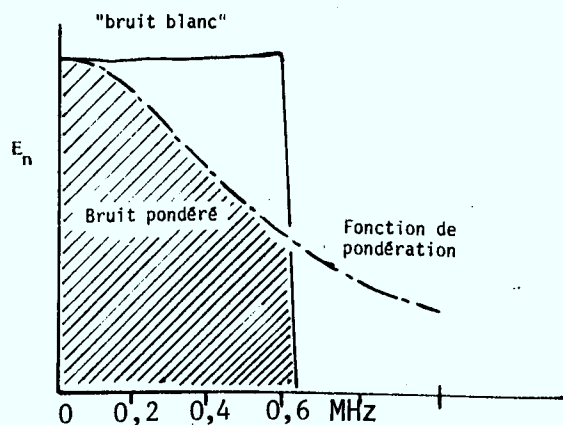
Dans un système FM, la puissance du bruit de la voie de chrominance de 3,0 à 4,2 MHz correspond à 63% de la puissance du bruit dans la voie de luminance de 4,2 MHz. L'illustration 2 représente le spectre du bruit de la voie de chrominance, donnant à la fois le spectre de la tension et celui de la puissance. Dans le processus de la détection synchrone, les composantes de bruit (entre 3,0 et 4,2 MHz) battent avec la sous-porteuse couleur pour former le bruit, qui est converti aux fréquences de la bande de base de 0 à 0,6 MHz des signaux différentiels de couleur. La puissance des composantes du bruit qui se trouve également au-dessus et au-dessous de 3,58 MHz s'ajoute directement. Le spectre de la puissance du bruit dans les signaux de différence de couleur de la bande de base est représenté à l'illustration 3. Il faut remarquer que le spectre du bruit triangulaire est maintenant transformé en bruit blanc.



Illus. 2



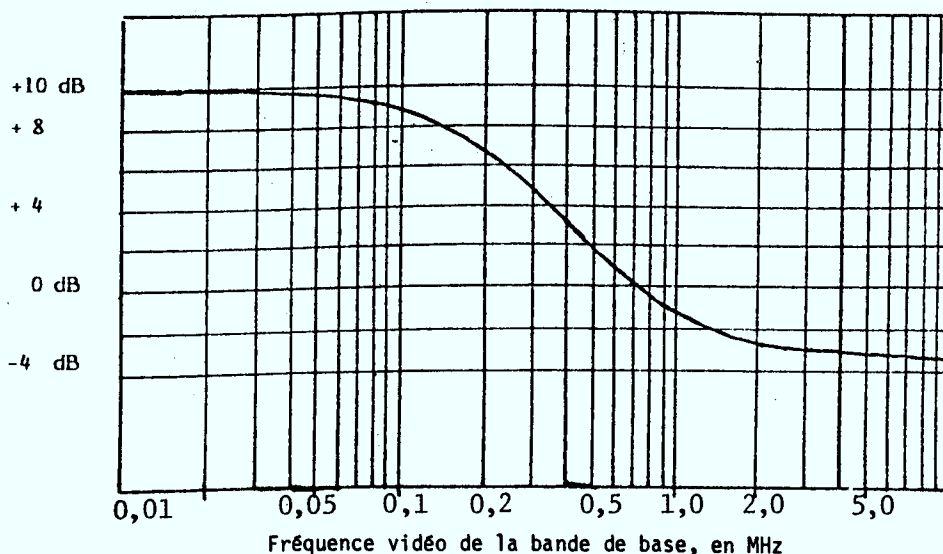
Illus. 3 Spectre de la bande de base du bruit de chrominance converti en aval, après démodulation NTSC



Illus. 4 Spectre de la tension du bruit de chrominance après démodulation

Si l'on applique la même pondération du bruit psychophysique à ce bruit "chromatique" blanc, il ne se produit guère d'amélioration, comme l'indique l'illustration 4. C'est là le paradoxe de la transmission FM des signaux vidéo complets NTSC ou PAL. L'utilisation de la transmission FM avantage beaucoup le signal de luminance, à cause de l'effet de pondération du bruit. Les composantes de chrominance sont transmises dans la partie supérieure du bruit du spectre, mais la pondération ne fait guère varier le rapport S/B.

Dans les transmissions FM, on utilise la désaccentuation. Au mieux, elle réduit le bruit de chrominance de 3dB. L'illustration 5 donne la désaccentuation standard de la vidéo 525/60.



Illus. 5 Désaccentuation FM pour les systèmes 525/60 (Rec. CCIR 405-2)

La vision humaine est bien moins sensible aux fluctuations de bruit qui altèrent les teintes ou la saturation, ou les deux; par exemple, elle perçoit moins le bruit chromatique que celui qui altère la luminosité, cette différence étant, dit-on, de 8-11 dB. Le système NTSC a été conçu de façon à minimiser le bruit de luminance. Cette stratégie a établi les pondérations du signal de luminance de façon à ce qu'elles correspondent à la luminosité relative des luminophores initiaux R, V et B. Depuis lors, de grands changements ont été apportés aux luminophores et, de nos jours, on ne bénéficie pas totalement du principe de la constance de la luminance. On ne devrait pas oublier ce point dans la planification d'une nouvelle norme de télévision.

L'analyse du bruit pondéré dans les systèmes à modulation de fréquence indique que le bruit de chrominance est la principale source de déféctuosité de l'image. On peut mieux améliorer les images en réduisant le bruit de chrominance.

Une solution consiste à ne pas transmettre l'information de chrominance par une onde sous-porteuse située près du bord de la bande où il y a du bruit.

Partie II

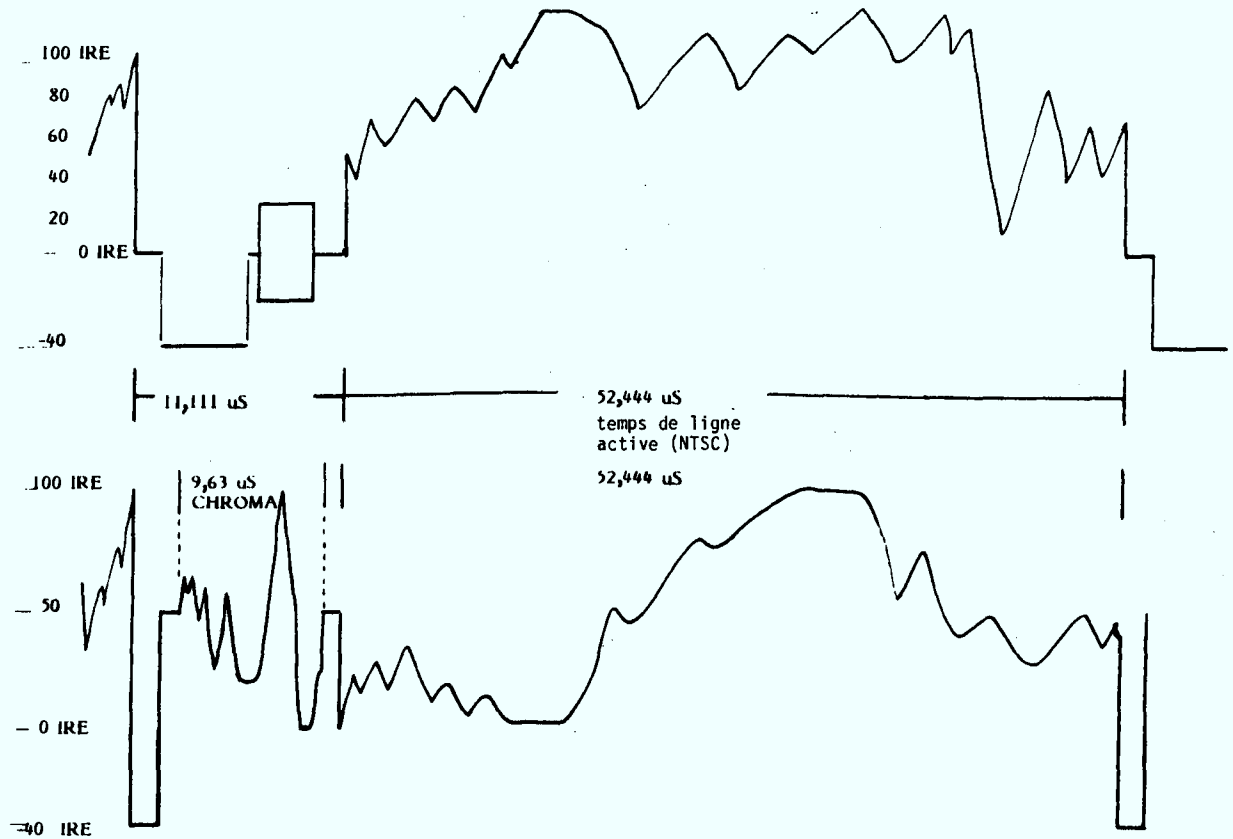
Composantes de luminance et de chrominance multiplexées par répartition dans le temps

Le multiplexage par répartition dans le temps (MRT) des composantes de luminance et de chrominance est une technique spectrale efficace grâce à laquelle on peut éviter les inconvénients des systèmes de multiplexage en fréquence comme le NTSC et le PAL.

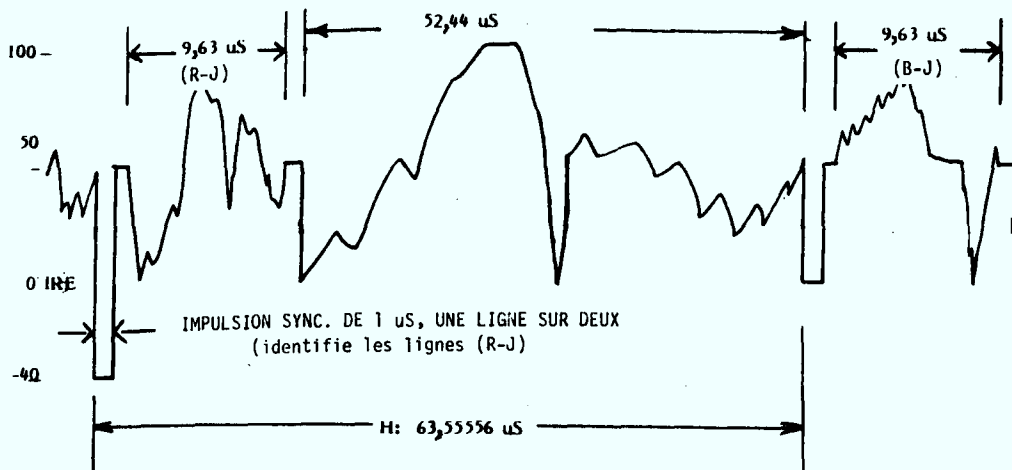
Dans le système 525/60 actuel, la transmission de l'information n'est guère efficace, car aucune information n'est transmise durant 17,5% de chaque ligne qui correspond à la suppression horizontale. L'intervalle de suppression de trame représente une autre perte de 7%. On peut maintenant utiliser l'intervalle de suppression horizontale dans le système de transmission. L'intervalle de suppression de trame est utilisé assez efficacement à l'heure actuelle pour transmettre d'autres informations.

L'information de chrominance peut être comprimée dans le temps et transmise dans les intervalles de suppression horizontale. Supposons une largeur de bande de chrominance de 0,7 MHz et une largeur de bande de luminance de 4,2 MHz. Les 52,44 μ S de temps actif par ligne porte l'information de luminance et on pourrait multiplexer la chrominance par répartition dans le temps dans la voie de transmission de 4,2 MHz en 0,7/4,2 de 52,44 μ S. Voir l'illustration 6.

Cette technique ne permettrait de s'occuper que d'une composante de chrominance par ligne de télévision, mais pas des deux. La seconde composante de chrominance pourrait être multiplexée durant la ligne suivante. Il s'agirait alors d'un système de transmission de chrominance par séquence de lignes, comme le montre l'illustration 7.



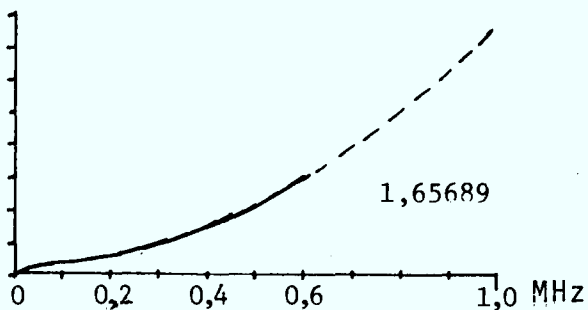
Illus. 6 Composante de chrominance comprimée dans le temps transmise dans la suppression horizontale



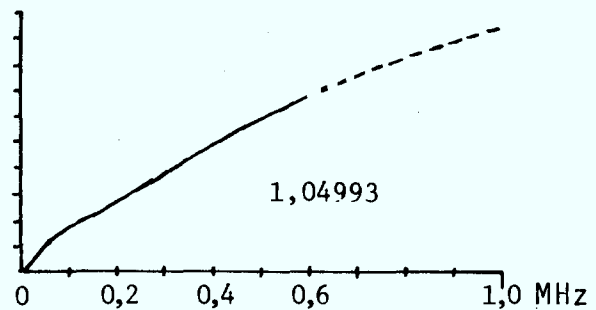
Illus. 7 Deux composantes de chrominance transmises EN SÉQUENCE DE LIGNES dans la suppression horizontale

Le signal de chrominance comprimé dans le temps est traité de la même façon que le signal de luminance dans le système de transmission. Une position importante de l'information de chrominance est envoyée dans la partie la plus basse des fréquences du spectre, là où elle n'est guère affectée par le bruit.

Une fois la transmission effectuée, la chrominance est décomprimée dans le temps; son spectre est de 0 à 0,7 MHz. Le spectre de la tension du bruit est triangulaire, comme l'indique l'illustration 8a. Le bruit est réduit par pondération, comme le montre l'illustration 8b.



Illus. 8a SPECTRE DU BRUIT FM de la chrominance après décompression dans le temps (y compris la désaccentuation)



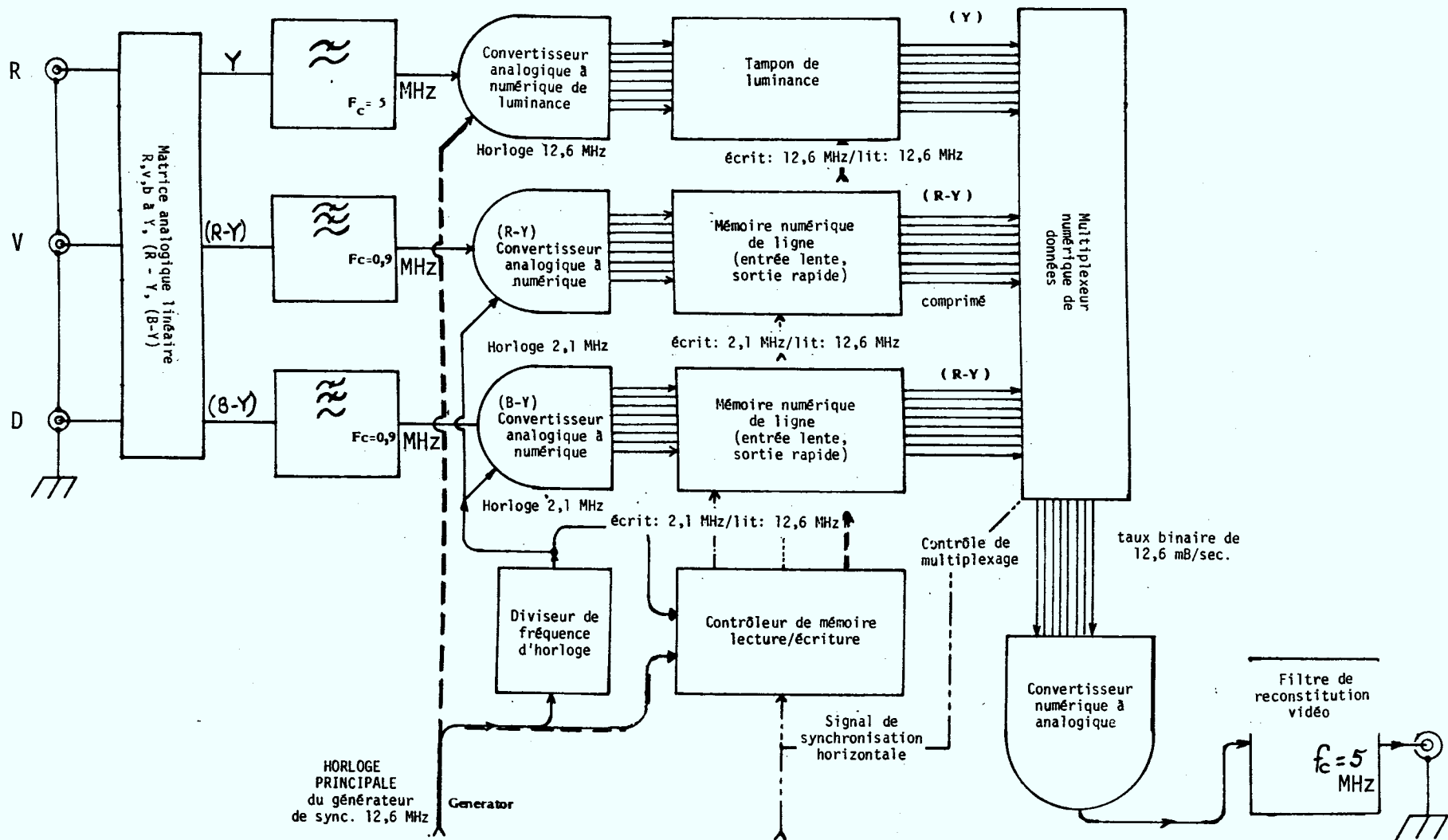
Illus. 8b SPECTRE DU BRUIT FM, PONDÉRÉ, après décompression dans le temps (y compris la désaccentuation)

La compression et la décompression dans le temps sont des fonctions de traitement de signal qui n'existaient pas lorsqu'on a mis au point le système NTSC. On peut maintenant facilement utiliser ces procédés à l'aide des techniques numériques.

Avec une fréquence d'horloge de 2,1 MHz, on peut échantillonner le signal de chrominance dans la bande limitée (0 - 0,7 MHz) durant le temps de ligne active de 52,44 μ s et le convertir en un signal numérique dans un convertisseur analogique-numérique (CAN).

En 52,44 μ s, on prélèverait ainsi 110 échantillons. En comptant une certaine tolérance, il y aurait, disons, 120 échantillons à la fréquence d'horloge de 2,1 MHz.

Les signaux numériques de différence de couleur seraient écrits dans une paire de mémoires numériques de ligne de 120 éléments chacun, à 2,1 MHz, comme indiqué à l'illustration 9.



Illus. 9 APPLICATION NUMÉRIQUE DE LA COMPRESSION DANS LE TEMPS DE LA CHROMINANCE ET DU MULTIPLEXAGE DE LA LUMINANCE ET DE LA CHROMINANCE PAR RÉPARTITION DANS LE TEMPS
 La sortie est un signal vidéo analogique qui convient à la transmission ou à l'enregistrement FM.

Lorsque l'une de ces mémoires de ligne est lue à une fréquence d'horloge de 12,6 MHz, les 120 éléments sont échantillonnés en 9,53 μ S. Les mémoires de différence de couleur sont lues durant un intervalle de suppression horizontale sur deux.

Ces 120 éléments par ligne sont reconvertis sous forme de données analogiques à l'aide d'un convertisseur numérique-analogique (CNA) au taux de 12,6 MHz. Le filtre de reconstitution vidéo limite la bande du signal analogique à 4,2 MHz, et il supprime également l'énergie d'horloge de 12,6 MHz. Le signal de luminance est numérisé à 12,6 mB/sec. et, durant chaque ligne active, il est sorti du tampon de luminance à 12,6 mB/sec. La luminance n'a pas besoin d'être comprimée dans le temps.

Le rapport non pondéré S/B de la luminance est le même que si la voie était utilisée pour le système NTSC. Le rapport S/B non pondéré de la chrominance est le même que pour la luminance. Bien entendu, la pondération est plus efficace pour le signal de luminance à large bande, mais le rapport S/B de chrominance pondéré est malgré tout meilleur que si l'on utilisait la norme NTSC. Cela provient du fait que le bruit de chrominance reste triangulaire dans le schéma de transmission comprimé dans le temps. La pondération influence davantage le bruit triangulaire que le bruit plat.

Il faut dire que le bruit dans la chrominance apparaîtra comme un bruit corollaire dans deux lignes consécutives, à cause de la nature séquentielle de la transmission d'une composante chromatique par ligne. Il faut remarquer que la transmission par séquence de lignes de la composante chromatique réduit la finesse verticale de la couleur dans un rapport de 2:1. Cependant, dans le système NTSC, on prend pour acquis une réduction de la finesse horizontale de la couleur de 7:1. Selon des simulations informatiques, l'auteur est d'avis qu'un rapport de finesse de 4:1 entre la luminance et la chrominance à l'horizontale et un rapport vertical de 2:1 donnent de bons résultats.

On peut augmenter la finesse horizontale de la chrominance par les moyens suivants:

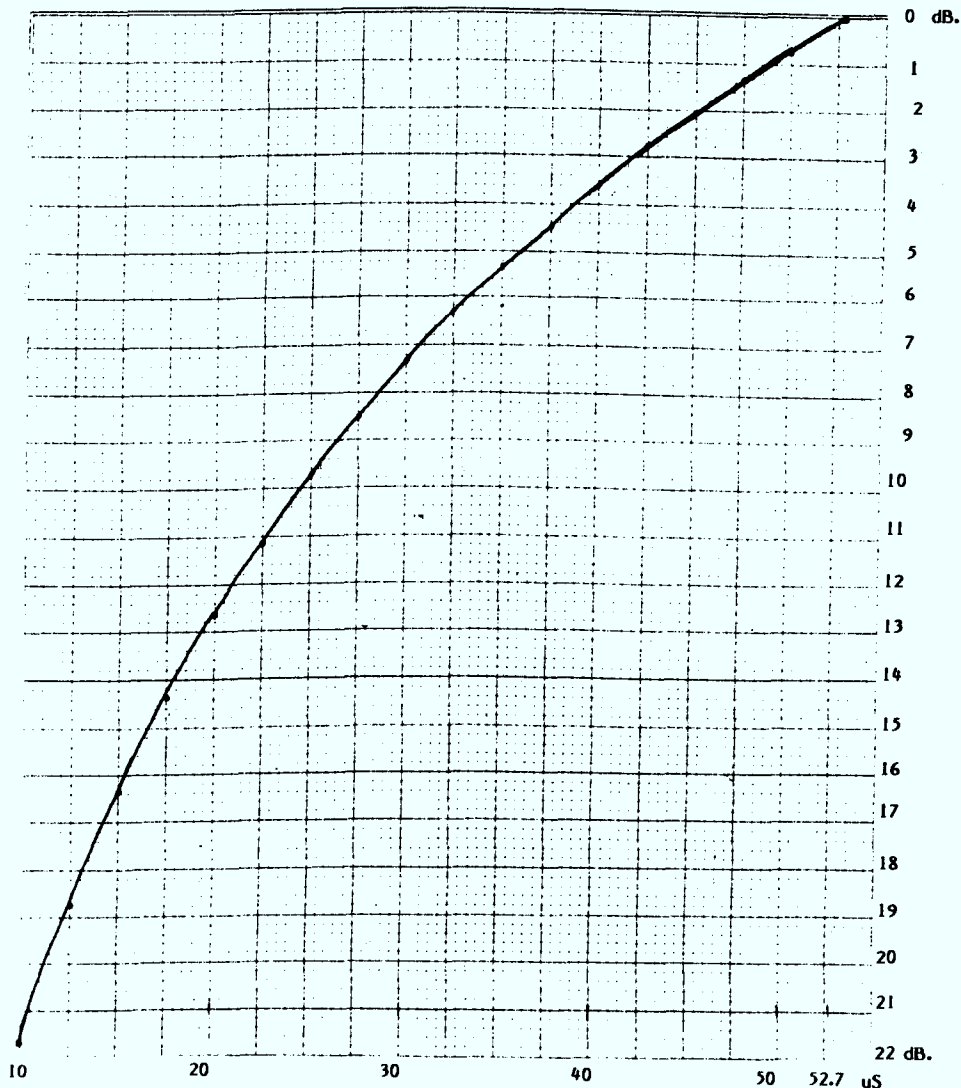
1. En profitant du fait que les récepteurs de télévision augmentent la suppression horizontale de 10 à 15% en surbalayant l'écran. En augmentant légèrement la durée de la suppression horizontale à 14,5 μ S, on aurait toujours un surbalayage de 7% et on augmenterait le temps de transmission des composantes chromatiques de 40%, ce que l'on pourrait utiliser pour augmenter la largeur de bande de la chrominance (finesse horizontale) à au moins 1 MHz, ou pour réduire encore plus le bruit de chrominance, ou les deux.
2. Comme dans la solution proposée par l'IBA, sous le sigle MAC, on pourrait comprimer dans le temps la luminance de

52 à 40 μ S, ce qui augmenterait de 12 μ S le temps disponible pour transmettre l'information de chrominance.

Si l'on augmente ainsi le temps de transmission de l'information de chrominance, on peut augmenter la finesse ou diminuer le bruit, ou faire un peu des deux.

Il faut remarquer que la compression dans le temps de la luminance de 52 à 40 μ S augmenterait de la même proportion le spectre du signal vidéo, ce qui produirait un spectre vidéo de 5,46 MHz dans le système de transmission FM.

Dans ce spectre plus large, la puissance du bruit augmente de $(5,46/4,18)^3$ et le rapport entre le signal et le bruit de luminance diminue proportionnellement à $(5,46/4,18)^{3/2}$. L'illustration 10 représente la relation entre le temps utilisé pour la transmission de Y et la réduction du rapport S/B.



Illus. 10 Diminution du rapport S/B en tant que fonction de l'intervalle de temps au cours duquel on comprime une composante

Si Y est comprimé dans le temps, une autre option consisterait à transmettre les deux composantes de différence de couleur sur chaque ligne.

Il serait pratique de comprimer dans le temps les deux signaux de différence de couleur par le même coefficient. Cela simplifie le système de récupération de l'horloge dans le récepteur.

Le choix parmi les diverses solutions décrites ci-dessus est influencé par la largeur du canal ainsi que les valeurs des rapports porteuse/bruit du satellite et G/T des stations terriennes dont dépend la conception du système.

Il est intéressant de remarquer que dans un système de MRT, il suffit d'actionner un commutateur pour accomplir la fonction du filtre de passe-bande de chrominance dans le NTSC ou le PAL. Le grand avantage que présente un système MRT par rapport au MRF est sa capacité de séparer parfaitement la luminance et la chrominance. Aucun filtre MRF ne présente les caractéristiques idéales du simple commutateur des systèmes MRT. On peut effectuer la compression ou la décompression dans le temps au niveau du récepteur à l'aide des techniques numériques, et si l'on utilise les techniques analogiques, on peut se servir de dispositifs à couplage décharge (DCC). Les concepteurs des récepteurs de télévision feront ce choix. La technique DCC est plus rentable à l'heure actuelle, mais la conception numérique verra le jour dans à peine quelques années, une fois que la norme sera établie. Le MRT offre des avantages par rapport au MRF dans la transmission FM, à la fois au niveau du rapport S/B et par son immunité aux effets des distorsions non linéaires.

Avec le MRT, il ne peut pas se produire d'intermodulation entre la chrominance et la luminance. Ainsi, les caractéristiques du canal FM, l'ondulation du gain/fréquence, l'ondulation du retard/fréquence et la linéarité du discriminateur prennent moins d'importance.

Les distorsions suivantes ne peuvent pas se produire:

- Gain différentiel
- Phase différentielle
- Inégalité du gain chrominance/luminance
- Inégalité du retard chrominance/luminance
- Intermodulation chrominance/luminance.

Étant donné qu'il n'y a pas de sous-porteuse couleur, aucune intermodulation ne peut se produire entre la sous-porteuse du son et la sous-porteuse de la couleur. Cela peut également permettre une meilleure pré-accentuation/désaccentuation FM dans le bruit.

Avec le système NTSC, le canal FM est surdévié par les barres de couleur dont l'amplitude dépasse 75%. Plus particulière-

ment, le jaune vif ou cyan, ou le rouge saturé et vif peuvent causer des surdéviations.

On peut concevoir un système à MRT capable de transmettre 100% d'amplitude et 100% de couleurs saturées.

Le MRT offre également des images absolument exemptes d'interférences causées par une onde sous-porteuse:

le traînage des points
la diaphotie
les battements de son/couleur*

L'auteur est d'avis que ce sont là les véritables limites actuelles de la qualité des images NTSC. Elles sont d'autant plus désagréables que les caméras et les tubes-images améliorés qui existent de nos jours résolvent encore plus complètement les composantes haute fréquence qui créent ces interférences. Le principal avantage du MRT par rapport au MRF est qu'il constitue la clef de l'amélioration de la définition et peut conduire à une TVHD compatible.

Partie III Compatibilité des normes de balayage TVHD et 525/60

En prenant pour hypothèse que l'on puisse fabriquer une boîte noire qui convertisse la vidéo à MRT à la NTSC à un coût qui ne hausse pas trop celui de l'antenne et du récepteur d'ondes centimétriques, il est absolument nécessaire que le signal transmis soit conforme à l'entrelacement de trame de 2:1 du système 525/60 actuel.

Peu de gens ont vu la qualité latente de l'image d'un système de 525/60. Nous avons tendance à rejeter les 525 lignes comme étant insuffisantes pour produire une bonne finesse verticale. L'auteur a prouvé le contraire en photographiant une image R-V-D de 525/60 sur un écran de haute finesse de 26 pouces. La photographie était celle d'une image fixe. Cela a permis de régler l'exposition à 1/15 de seconde. Durant cet intervalle de quatre trames, l'image a été intégrée dans l'émulsion de la pellicule. L'image sur cette dernière ne présentait aucun scintillement dû à l'entrelacement et le moiré créé par l'échantillonnage au-dessous de la fréquence de Nyquist dans le détail vertical de la scène n'a absolument pas apparu sur la pellicule.

*(920kHz) De façon idéale, cette interférence n'a pas besoin de se manifester, mais le glissement dans l'alignement du récepteur, et plus particulièrement dans les circuits de syntonisation automatique précise, produit fréquemment ce problème.

La qualité subjective de l'image qui se trouve sur la pellicule est remarquablement meilleure que celle observée à l'écran où elle a été photographiée. Le processus d'intégration dans le film peut être essentiellement parfait. Par contre, le processus d'intégration dans le système humain qui relie l'oeil au cerveau est imparfait à un intervalle d'image de 1/30 de seconde.

Cela démontre que les principales objections à la qualité d'une image de 525/60 résident dans le papillotement entre les lignes et dans le moiré des détails verticaux (repliement du spectre).

Le papillotement entre les lignes provient de l'entrelacement de deux trames dans le dispositif de visualisation. Si l'on prend pour hypothèse que l'on dispose d'une mémoire d'image, on peut désentrelacer électroniquement l'image télédiffusée actuelle de 525/60. Sony a annoncé cela et Philips l'a récemment démontré. Les télédiffuseurs utilisent actuellement les mémoires d'image numériques à de nombreuses fins. Compte tenu de la tendance actuelle du coût des mémoires numériques, il est inévitable que les récepteurs de télévision comporteront des mémoires d'image. Mais il ne suffit pas de désentrelacer l'image. Elle doit être projetée sur l'écran au moins 60 fois par seconde pour éviter le papillotement sur une grande surface.

Le système de 525 lignes, rafraîchi à 60 Hz, nécessite une déviation horizontale de 31,5 kHz sur l'écran. Pour conserver la finesse horizontale, la largeur de bande des amplificateurs vidéo qui se trouvent en aval de la mémoire d'image doit être doublée. Le convertisseur analogique-numérique écrit à un certain taux dans les mémoires d'image, et le convertisseur numérique-analogique reçoit les données à environ deux fois ce taux. Fort heureusement, les convertisseurs numériques-analogiques peuvent fonctionner plus rapidement que les convertisseurs analogiques-numériques.

De cette manière, on peut espérer que l'on puisse incorporer dans les futurs récepteurs grand public, et même ceux conçus pour le système NTSC, un affichage de 525 lignes rafraîchies 60 fois à la seconde.

L'échantillonnage à la fréquence inférieure à celle de Nyquist dans la caméra cause le moiré que l'on observe facilement dans les mires où le détail vertical est élevé (coins horizontaux près du centre). C'est ce que montrent les illustrations 11a, 11b et 11c.

La finesse horizontale est prescrite en "lignes", ce qui veut réellement dire le nombre de paires de lignes par largeur d'image. Cela devrait être exprimé en cycles par largeur d'image (cpl). On peut également prescrire le nombre de cycles résolus par hauteur d'image (cph). D'après le célèbre critère de Nyquist, nous savons qu'il faut au moins deux échantillons pour résoudre un cycle d'information.

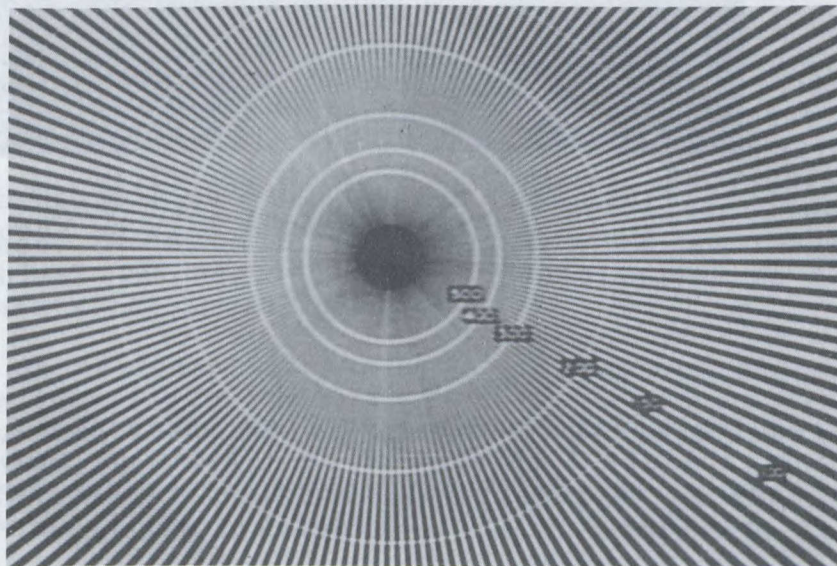
La caméra échantillonne le détail vertical de l'image. Avec 483 lignes actives par image, on devrait pouvoir résoudre jusqu'à $1/2 \times 483$ cycles d'information par hauteur d'image (cph).

Cependant, avec l'entrelacement, la caméra n'échantillonne que 241 lignes par hauteur d'image et l'on peut voir alors que la caméra de télédiffusion ne peut pas résoudre le détail vertical au-dessus de 120 cph sans repli du spectre.

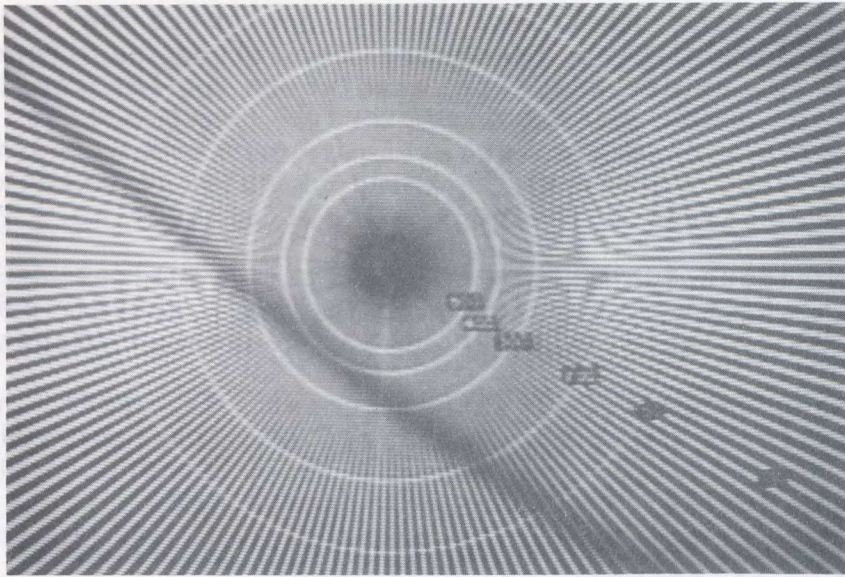
Dans le cas où nous échantillonnons l'image vidéo pour la numériser, nous filtrons toujours au préalable le signal vidéo avec un filtre passe-bas, plat jusqu'à au moins 4,2 MHz. Il en résulte un repli du spectre des hautes fréquences spatiales verticales, au-dessus de 120 cph (détail vertical).

Fort heureusement, les composantes de la fréquence spatiale verticale au-dessus de 120 cph mais au-dessous de 240 cph créent dans une trame un motif moiré qui est l'opposé du moiré créé dans la seconde trame. De cette manière, en intégrant les deux trames, on diminue la perception du repli du spectre. Dans le cas d'une image fixée sur pellicule, l'intégration est parfaite. Malheureusement, le temps d'intégration de la vision humaine est inférieur à un $1/30$ de seconde, de sorte que l'oeil perçoit ces composantes de repli du spectre sous forme d'un papillotement.

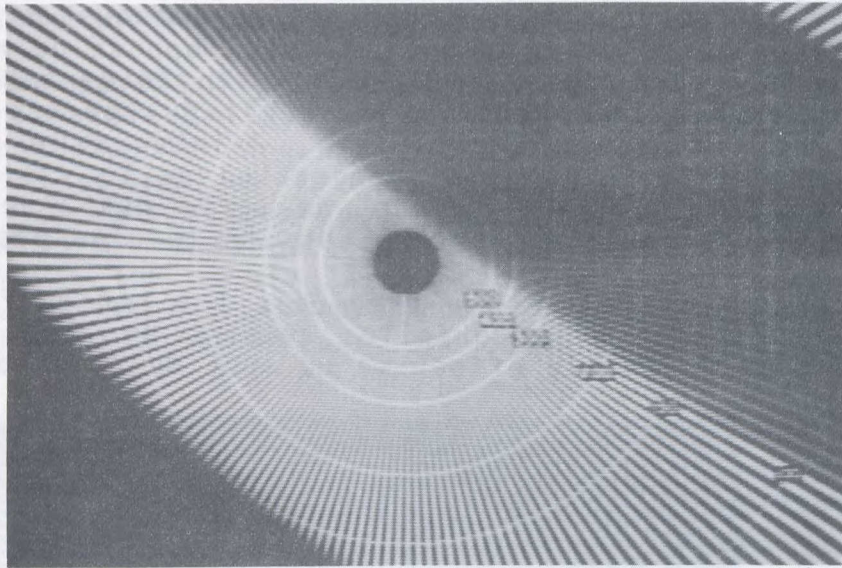
On pourrait filtrer au préalable les hautes fréquences spatiales verticales avant qu'elles causent un repli du spectre en agrandissant la taille effective du spot du rayon dans la caméra.



Illus. 11a Mire radiale



Illus. 11b Photographie de l'écran de télévision à 1/60 de seconde



Illus. 11c Photographie de l'écran de télévision à 1/15 de seconde

Cela réduirait également la finesse horizontale. Une meilleure solution consiste à introduire de l'astigmatisme dans le faisceau de la caméra, lorsqu'il est mis au point sur la cible. Cela se fait en pratique.

La forme du faisceau de la caméra à la cible est plus ou moins gaussienne. Ainsi, l'action de filtrage causée par le faisceau de la caméra n'est ni plus ni moins qu'un affaiblissement gaussien. Lorsqu'on atténue de façon considérable les hautes fréquences inutiles, on atténue également de façon considérable les plus basses fréquences utiles. En pratique, on compense cela en utilisant astucieusement la correction d'ouverture verticale dans la caméra.

Avec les mémoires numériques d'image, on peut considérer maintenant une nouvelle possibilité. Si l'on reconnaît qu'il n'y a pas besoin d'entrelacement à la caméra, on peut balayer cette dernière avec une trame de 1 050 lignes à une fréquence de 30 Hz. Le tube de la caméra serait alors conçu de façon qu'il donne un faisceau dont la hauteur à la cible est bien plus petite. Cela augmenterait les fréquences spatiales verticales du repli du spectre.

On peut filtrer ces hautes fréquences spatiales dans un filtre numérique au studio.

Le filtre numérique aurait une coupure plus nette que la gaussienne, ce qui préserverait mieux les composantes à l'intérieur de la bande et éliminerait mieux les énergies hors bande que les caractéristiques gaussiennes de la forme du faisceau de la caméra. En 1980, le professeur Broder Wendland a déjà proposé ce système en vue d'obtenir un système de TVHD compatible. Ce concept a également été avancé dans le rapport expérimental et de développement 112/81 de l'IBA. Dans les deux cas, les chercheurs ont fait remarquer que l'on pouvait ré-échantillonner le signal vidéo après son filtrage numérique en supprimant simplement une ligne sur deux. Cela transforme un balayage de 1 050 lignes en un balayage de 525 lignes. On peut également convertir le signal non entrelacé d'une caméra en un signal entrelacé pour se conformer aux normes de télédiffusion. Cela s'effectue en lisant les lignes paires dans la mémoire d'image en tant qu'une trame et les lignes impaires en tant que deuxième trame.

Il apparaît peut-être moins clairement que le filtre passe-bas qui précède le processus de sous-échantillonnage comprend également l'information des détails verticaux qui proviennent de la caméra de 1 050 lignes dans le signal de 525 lignes. Cette information détaillée survit au processus de sous-échantillonnage. Wendlang a également démontré que ces processus sont réversibles. On peut traiter le signal vidéo de 525 lignes après la transmission comme suit:

1. Par un ré-échantillonnage à la fréquence d'échantillonnage initiale
2. En entrelaçant des zéros entre les valeurs d'échantillonnage
3. En filtrant de nouveau le signal avec un filtre identique* au filtre préalable.

* Cela indique la nécessité d'un algorithme de filtrage standard.

Ces procédés séparent le détail vertical et recréent la structure de 1 050 lignes. Cela peut s'afficher soit à 30 Hz en forçant un entrelacement, ou à 60 Hz. En forçant l'entrelacement, on décale verticalement une trame par rapport à la suivante. Il s'agit là d'une fonction de circuit dans le récepteur, car le nombre de lignes par trame est une intégrante. Du point de vue économique, l'affichage entrelacé à 30 Hz est moins onéreux. Il existe à l'heure actuelle des appareils de télévision en couleur dotés à la fois de la plus haute fréquence de balayage horizontal et de la plus large bande vidéo. À l'heure actuelle, il n'existe aucun récepteur qui puisse restituer une image de 1 050 lignes à un taux de 60 Hz. Nous ne mentionnons cela que pour illustrer les difficultés techniques d'un tel affichage. Ayant observé des images entrelacées de 1 125 lignes sur diverses sortes d'écran, y compris des écrans de projection de douze pieds, il ne semble guère y avoir d'avantage à éliminer l'entrelacement des affichages dont le nombre de lignes est élevé. Cela ne semble guère utile si l'on considère la façon dont on perçoit les détails verticaux. M. Fujio nous a donné une caractéristique de pondération universelle utile pour concevoir tout système de télévision. Il est basé sur un essai psychophysique. L'observateur s'aperçoit qu'un système de TVHD peut réellement tolérer un rapport S/B plus faible que ne peut le faire un système de télédiffusion, car le bruit des h.f. est moins perceptible. Ce genre de bruit se visualise sous la forme d'un papillotement dû à l'entrelacement.

Sans perdre de vue la compatibilité, on pourrait voir le signal de transmission de 525 lignes sur les récepteurs existants. Cependant, l'image devrait être en couleur. Nous ne pouvons pas utiliser le NTSC avec les techniques d'amélioration de finesse décrites.

Nous devons employer un type quelconque de MRT. Le problème revient maintenant à étendre la finesse horizontale du système sans augmenter sa largeur de bande. Nous avons parlé précédemment du critère de Nyquist. Lorsqu'on échantillonne au moins deux fois par cycle de la plus haute fréquence à transmettre, cela s'appelle l'échantillonnage super-Nyquist. Cela ne produit aucun repli du spectre. Le contraire s'appelle l'échantillonnage sous-Nyquist et cela produit un repli du spectre. Normalement, on ne peut pas tolérer un repli du spectre. Les composantes de ce défaut se trouvent dans le spectre du signal de la bande de base. Leur fréquence est la différence entre la fréquence vidéo qui a causé le repli du spectre et la fréquence d'échantillonnage. Lorsqu'il n'y a pas d'énergie au-dessus de la moitié de la fréquence d'échantillonnage, il n'y a pas de repli du spectre. Le professeur Wendland a proposé d'échantillonner le signal vidéo à l'arête supérieure du spectre vidéo (8,4 MHz), mais pas au double de cette fréquence. Il s'agit donc d'un échantillonnage sous-Nyquist. Les composantes spectrales au-dessus de 4,2 MHz créent des composantes de repli dans le spectre entre 0 et 4,2 MHz. À 5 MHz, les composantes du repli du spectre

apparaissent à $8,4 - 5 = 3,4$ MHz. Des composantes de fréquence vidéo plus élevées, disons à 6 MHz, apparaissent comme des replis du spectre à 2,4 MHz. Normalement, on ne peut pas séparer ces composantes du spectre de la bande de base. Mais, dans le cas qui nous intéresse, on peut le faire. Si l'on transmet par une voie de 4,2 MHz, l'information des détails horizontaux (de 4,2 à 8,4 MHz) est entrelacée avec les composantes de la bande de base. On peut ré-échantillonner le signal reçu à la même fréquence d'échantillonnage. Le spectre du signal ré-échantillonné a maintenant déplié les composantes du repli du spectre dans leurs fréquences correctes de 4,2 à 8,4 MHz. Malheureusement, les composantes de la bande de base se trouvent également dans la même gamme de fréquences. Cependant, si l'on regarde attentivement le spectre, on s'aperçoit qu'en choisissant la bonne fréquence d'échantillonnage, on peut éliminer avec un filtre à peigne les nouvelles composantes parasites entre 4,2 et 8,4 MHz. Avec un bon filtrage, nous avons un spectre identique à celui qui existait avant le premier échantillonnage, avant la transmission.

Cette méthode nécessitera un développement très attentif. Il faudra veiller particulièrement à la mesure dans laquelle les composantes du repli du spectre dans la région de 0 à 4,2 MHz peuvent toucher les récepteurs actuels. Il faudra également se préoccuper du repli du spectre du bruit h.f. dans le bruit b.f. La réversibilité de ce concept dépend des caractéristiques de la voie de transmission, qui doivent être quasi idéales.

Cependant, cette méthode ouvre des horizons si prometteurs qu'elle mérite qu'on s'y penche sérieusement. C'est ce que font déjà plusieurs pays. Les avantages que représenteront la définition et la mise en place d'un système de TVHD compatible sont tellement grands qu'il est raisonnable d'attendre des solutions à ces problèmes.

À l'heure actuelle, il existe un besoin de production en studio et de montage qui doit dépasser le NTSC mais y être compatible. L'utilisation de la vidéo complète NTSC dans les studios de production comporte certaines limites inhérentes ou, du moins, de grands inconvénients. La séquence de quatre trames du système NTSC réduit le nombre possible de points de montage à 15 secondes. Cela complique et prolonge d'autant le montage de l'image et du son. L'enregistrement magnétoscopique est essentiellement un procédé de modulation de fréquence. Nous avons déjà discuté de la façon dont le bruit FM triangulaire est sous-converti en un bruit chromatique qui se remarque beaucoup. Une autre source de bruit chromatique particulière à l'enregistrement vidéo est que les erreurs résiduelles de la base de temps produisent une papillotement de phase de la sous-porteuse, qui devient une source de bruit chromatique. On a effectué beaucoup de travaux pour mettre au point le magnétoscope numérique et l'on s'efforce depuis peu de mettre au point une norme de studio numérique englobant des composantes, et non pas des signaux complets de NTSC. Bien des gens, dont l'auteur, pensent que l'on gagnerait beaucoup à utiliser les composantes analogiques pour la norme de studio. Il

suffit d'étendre un peu cette pensée pour s'apercevoir que le monde disposera un jour d'un système de TVHD. Lorsque ce jour arrivera, ne serait-il pas formidable d'avoir à notre disposition la plupart des plus récentes émissions de télévision qui sont maintenant archivées sur bande, à condition qu'elles aient été enregistrées de façon à pouvoir être transmises sur le système de TVHD de l'avenir? Ces facteurs suggèrent qu'il est souhaitable que l'on adopte une norme de studio de 1 050 lignes basée sur des composantes. L'information chromatique étant si nettement séparée de la luminance grâce au concept du MRT, on peut utiliser beaucoup plus la clef chromatique ou le générateur de fond couleur. Cela permettrait d'employer ces processus créateurs dans la post-production. Il se peut que les coûts élevés de l'équipement nécessaire puissent être justifiés par les économies de temps que l'on pourrait réaliser, de pair avec l'économie de l'archivage des émissions sur des bandes au lieu de pellicule, en anticipation de la TVHD.

Si l'on considère le puissant attrait commercial d'une telle norme de studio, on peut raisonnablement penser qu'un tel système verra le jour dans quelques années.

Partie IV Résumé et conclusions

Dans cette communication, l'auteur a décrit une solution au multiplexage par répartition de la fréquence de luminance et de chrominance, en se basant sur des techniques de traitement numérique du signal. Ce concept élimine les défauts inhérents au NTSC. Le spectre du signal de la bande de base du signal MRT convient très bien aux propriétés de la transmission en modulation de fréquence.

Les composantes de chrominance et de luminance multiplexées et transmises de cette manière peuvent être visualisées sur le nouveau genre de récepteurs que l'on trouve actuellement sur le marché. Cela n'exige qu'une matrice appliquée au R-V-B. On peut afficher des images sur l'écran de récepteurs NTSC en modulant l'information de chrominance sur la sous-porteuse NTSC. Cette fonction peut être accomplie numériquement ou, comme dans les jeux vidéo et certains ordinateurs personnels, par des moyens analogiques utilisant des dispositifs à circuits intégrés conçus à cette fin. Ce traitement vidéo relativement minime serait effectué dans le récepteur FM du satellite, soit à la maison dans le cas de télédiffusion directe par satellite, soit à la tête du système de câblodistribution.

On peut améliorer la définition dans le sens horizontal et vertical dans les limites de nos voies RF de 6 MHz et de nos normes de balayage.

Trois formats de visualisation de TVHD sont possibles:

1. 525 lignes, désentrelacées dans le récepteur de TVHD, à 60 Hz
2. 1 050 lignes, avec un entrelacement de 2:1
3. 1 050 lignes, non entrelacées, à 60 Hz.

On peut créer n'importe laquelle de ces visualisations en traitant le signal de façon numérique au récepteur. Chacune de ces solutions trouvera son application selon la taille de l'écran et les considérations de coût. L'intervalle étroit actuel de suppression horizontale de notre système de 525/60 devrait être légèrement accru de façon à prolonger le temps de transmission de la chrominance. Les récepteurs grand public ne peuvent pas recevoir la totalité des 52,44 uS de temps de ligne active à cause du surbalayage dont ils sont tous dotés en raison du long temps de retour horizontal du spot.

Les systèmes de TVHD de l'avenir devront faire concurrence au système NTSC. Le nouveau système sera d'autant plus vite accepté que nous réussirons à le rendre compatible avec le système actuel. Je pense que cela commencera dans les studios et les maisons de post-production qui produisent à l'heure actuelle du matériel de télédiffusion selon la norme NTSC.

Il n'est guère probable que la publicité pourra assurer le financement d'un nouveau système. On assistera plutôt à un paiement par visionnement. Il faudra, pour cela, coder le contenu des émissions, tant au niveau audio que vidéo. Il faut tenir compte de cette réalité dans la mise au point des nouvelles normes du signal vidéo. Cela est nécessaire si l'on veut, d'une part, s'assurer que la haute qualité de l'image ne soit pas compromise par le processus de décodage et, d'autre part, minimiser les coûts du processeur de signal qui effectue le décodage.

Remerciements

L'auteur désire remercier de leur aide et de leur contribution à la compréhension de ces concepts: M. Keith Lucas, auparavant avec IBA (R.-U.), maintenant chez Digital Video Systems (Canada); M. John Baldwin, M. Gary Tonge et M. Michael Windram, IBA (R.-U.), le professeur Broder Wendland, Université de Dortmund, Allemagne de l'Ouest; M. Takashi Fujio, NHK (Japon); M. Philip Crosby, Tektronix; M. Graham Mobley, Scientific-Atlanta, Inc.

L'auteur désire également remercier M. Guy Beakley, vice-président à la recherche et au développement, Scientific-Atlanta Inc., de son encouragement et de sa permission de présenter cette communication.

Les opinions exprimées dans cette communication sont les miennes. À l'exception de 1 050, les chiffres cités ne sont pas les valeurs proposées pour un nouveau système mais sont donnés à titre d'exemple seulement.

Bibliographie

Fisher, T., What is the Impact of digital TV, IEEE Transaction on Consumer Electronics, août 1982, vol. CE-28 n° 3, p 423.

Fujio, Takashi, A Study of High Definition TV Systems in the Future, IEEE Transactions on Broadcasting, vol. BC-24, n° 4, décembre 1978.

Lucas, K., Windram, M.D., Direct Television Broadcasting by Satellite - Desirability of a New Transmission Standard. IBA Experimental and Development Report 116/81. IBA, Crowley Court, Winchester, Hants, SO212QA, Royaume-Uni.

----- Standards for Broadcasting Satellite Services. IBA Technical Review n° 18.

Rhodes, C.W., An Evolutionary Approach to High Definition Television, présenté par l'auteur à la Winter Television Conference, février 1982, publié par la SMPTE dans "Tomorrow's Television", SMPTE, février 1982, p 186 cf.

----- Time Division Multiplex of Time Compressed Chrominance for a Compatible High Definition Television System, présenté par l'auteur à la Conférence internationale de 1982 sur l'électronique grand public, 16 juin 1982, Arlington Heights, IL. L'article sera publié dans IEEE Transactions on Consumer Electronics, septembre 1982.

Groupe d'étude de la SMPTE sur la télévision à haute définition. M. Don Fink, président. The Future of High Definition Report, Journal of SMPTE, vol. 89, n° 2/3, février-mars 1980.

Tonge, G.J., Sampling of Television Images, IBA Experimental and Development Report, no 112/81.

Wendland, Broder, Alternative Lines of Development for Future TV Systems, présenté par l'auteur à FKTG, Berlin, 9 octobre 1980.

UN RÉSEAU DE FIBRES OPTIQUES POUR LIVRER LA TVHD À DOMICILE

Elmer H. Hara, Ph.D.

Ministère des Communications
33, rue Slater
Ottawa (Ontario) CANADA
K1A 0C8

RÉSUMÉ

La grande largeur de bande d'environ 30 MHz nécessaire pour la transmission des signaux de la télévision à haute définition (TVHD) analogique impose une forte demande sur le spectre limité disponible dans les modes usuels de la transmission de signaux télévisuels au grand public. Le réseau de services intégrés à large bande qui utilise les fibres optiques pour offrir la câblo-distribution, les services téléphoniques et de transmission de données par l'intermédiaire d'une commutation centrale constitue une solution à ce problème, car la configuration du réseau étoilé commuté permet à un abonné de se brancher individuellement à de nombreux signaux de TVHD au bureau central de commutation. Le problème de la compatibilité entre la TVHD et la télévision usuelle peut se résoudre facilement en installant des convertisseurs de norme au bureau central de commutation.

On peut offrir un service vidéo accessible sur demande à condition de disposer d'un système de vidéodisque au bureau central de commutation. La nature aléatoire de l'accès au vidéodisque permettra d'assurer un temps de réponse relativement rapide à une demande de l'abonné à n'importe quelle heure de la journée, grâce à plusieurs têtes de lecture sur le lecteur de vidéodisques. Étant donné que les émissions sont sélectionnées sur une base de commutation après la demande d'un abonné, on peut satisfaire les préférences de divers groupes minoritaires et c'est la raison pour laquelle ce service de télédiffusion peut être qualifié de "spécialisé" ou "desservant des intérêts particuliers".

La perception des droits d'abonnement est une question de logiciel informatique et on peut utiliser le mode de paiement par chaîne ou par émission. Même si les technologies sont prêtes, la réalisation du réseau intégré de fibres optiques à large bande qui desservirait les foyers au Canada dépend beaucoup de la solution qui sera apportée aux problèmes de réglementation et institutionnels.

1. INTRODUCTION

Les communications par fibres optiques connaissent une expansion rapide dans une technologie qui est parvenue à maturité. La plupart des sociétés de téléphone choisissent maintenant les systèmes de transmission par fibres optiques pour leurs circuits intercentraux et interurbains⁽¹⁾. Dans la province de la Saskatchewan, les agglomérations de plus de 500 foyers sont interconnectées par une ligne à 12 fibres optiques qui transporte des signaux numériques de télévision ainsi que des signaux numériques téléphoniques et de transmission de données⁽²⁾. L'Edmonton Telephone System, qui appartient à la ville d'Edmonton et qui est exploitée par elle, se trouve dans sa dernière phase d'installation d'un réseau de fibres optiques qui doit relier tous ces bureaux régionaux⁽³⁾. Récemment, le MCI de Washington (D.C.), aux États-Unis, a annoncé qu'il avait passé un contrat avec la société Northern Télécom Canada Ltée pour la fourniture de câbles de fibres à mode unique qui seront utilisés dans les circuits téléphoniques et de transmission de données à longue distance entre Washington (D.C.), Chicago et Atlanta. Cela est une indication que certaines liaisons par satellite pourront être remplacées à l'avenir par des lignes de fibres optiques. D'ailleurs, des câbles sous-marins de fibres optiques transpacifiques et transatlantiques sont en voie d'élaboration à l'heure actuelle. Même les sociétés de télédistribution, qui sont de nature plutôt conservatrice, se tournent vers la technologie des fibres optiques. À Houston, au Texas, le réseau de distribution qui dessert divers grands centres d'activité se fait par des circuits de fibres optiques plutôt que par micro-ondes⁽⁴⁾.

L'avantage des systèmes de transmission par fibres optiques pour les circuits interurbains provient de la grande largeur de bande ($\sim 1 \text{ GH.km}$), le grand intervalle entre les répéteurs ($\sim 10 \text{ km}$), le petit diamètre ($\sim 1 \text{ mm}$ /fibre revêtue de plastique) et l'immunité aux parasites électromagnétiques. Ces avantages s'allient pour rendre le coût initial d'un système de fibres optiques comparable à ceux en fils de cuivre. Si l'on tient compte des frais de maintenance et des possibilités d'expansion future du multiplexage par répartition de la longueur d'onde, la ligne en fibres optiques revient bien meilleur marché, ce qui rend les systèmes de fils de cuivre peu économiques.

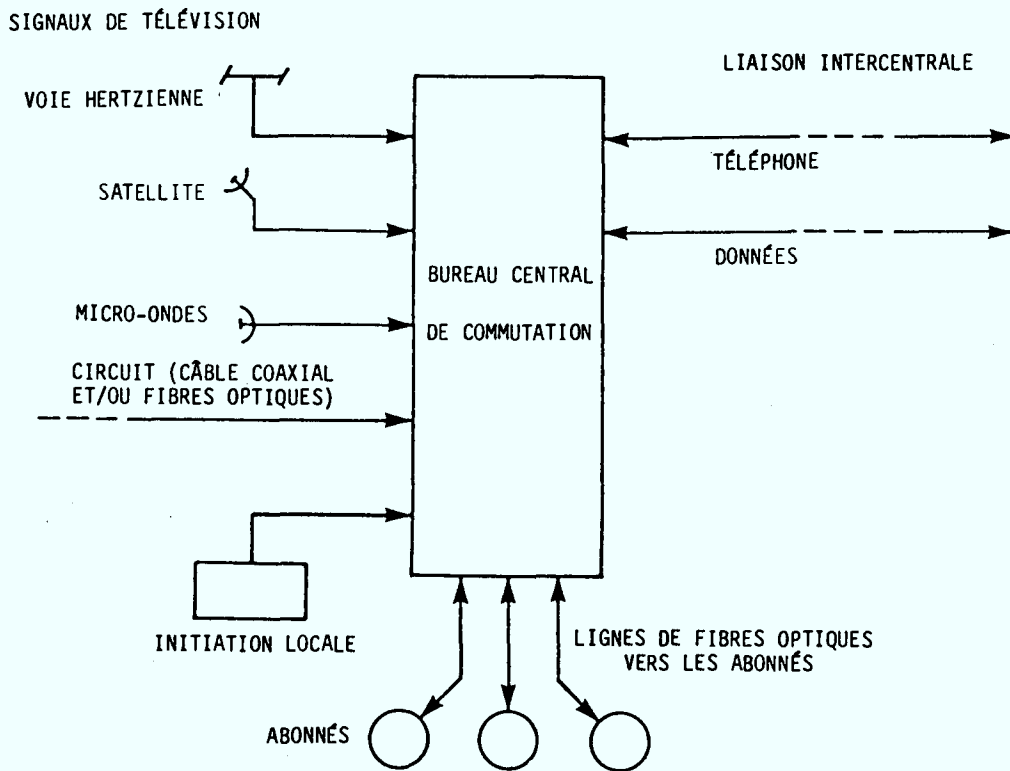
La question de savoir si les réseaux de service des abonnés locaux peuvent bénéficier des avantages économiques que présentent les circuits interurbains à fibres optiques revêt un aspect plutôt fictif, qui fait malgré tout l'objet d'études à l'heure actuelle. Il est intéressant de remarquer que la société Times Fiber and Cable Inc. doit installer un réseau de fibres optiques qui desservira plus de 24 000 abonnés de la télédistribution dans la région de la Baie de San Francisco. Cela est important, car la configuration du réseau est commutée de façon centrale, en étoile, un peu comme le réseau des abonnés du téléphone. Dans ce système, l'on offre pas le service téléphonique, mais on prévoit des services de communication de données. On ne tardera guère à

voir les choses évoluer vers un seul et même réseau intégré à large bande qui offrira des services de téléphone, de transmission de données, de télédistribution et de télévision payante.

Il n'y a aucun doute que l'on puisse techniquement réaliser un réseau de fibres optiques à commutation centrale qui livre simultanément des communications téléphoniques, la transmission de données, la radio et des services de télévision. On effectue à l'heure actuelle les essais d'un service intégré à large bande dans la région agricole d'Elie, au Manitoba⁽⁵⁾. Environ 150 abonnés reçoivent des services par l'intermédiaire de neuf chaînes de télévision, sept stations de radio FM, des installations téléphoniques individuelles et des services de données Télidon. Les essais pratiques du réseau de fibres optiques d'Elie sont les premiers en leur genre qui offrent ce que l'on pourrait appeler des services d'une ville non pas "câblée" mais "fibrée". La France⁽⁶⁾ et la République fédérale de l'Allemagne⁽⁷⁾, où des politiques nationales d'implantation de réseaux de communication par fibres optiques semblent devoir s'implanter, ont annoncé des essais pratiques analogues.

Les services intégrés de la "ville fibrée" devraient évidemment inclure la TVHD (télévision à haute définition) dans l'avenir. La largeur de bande de transmission requise est d'environ 30 MHz pour la formule de la bande de base analogique⁽⁸⁾. Pour transmettre ce signal en modulation de fréquence, il faut que la bande passante ait au moins 80 MHz⁽⁹⁾ et le signal numérique demandera environ 400 MHz sans traitement⁽⁹⁾. Dans le sens usuel, la télédiffusion de nombreuses chaînes de TVHD semble donc peu pratique en raison du manque d'espace dans le spectre des fréquences. Les satellites de télédiffusion directe (STD) promettent de livrer un grand nombre de canaux à domicile, mais le nombre maximum est limité par la disponibilité des spectres, et la compression du signal nécessaire pour conserver la largeur de bande va à l'encontre du concept initial visant à fournir une image vidéo de haute qualité.

On pourrait résoudre le problème de la livraison de canaux multiples de TVHD au grand public en utilisant des systèmes de télédistribution par câble coaxial, soutenus par des magnétoscopes et un réseau de distribution par satellite. Cependant, la pénurie d'espace spectral dans les systèmes de télédistribution actuels par câble coaxial causée par l'introduction de la télévision payante rendra bien difficile l'allocation de cinq canaux standard NTSC par canal de TVHD. Même si on disposait de l'espace nécessaire dans le spectre, on ne pourrait pas conserver le rapport P/B (porteuse sur bruit) du signal de TVHD, car le système de câbles coaxiaux est conçu pour les signaux NTSC dont la largeur de bande est de 5MHz. L'intermodulation créée parmi les signaux NTSC ainsi qu'entre les signaux de la TVHD et du système NTSC pourrait également diminuer considérablement la qualité des signaux des deux systèmes.



ILLUS. 1 RÉSEAU ÉTOILÉ À COMMUTATION CENTRALE

Un abonné se branche sur l'un des nombreux signaux disponibles au bureau central de commutation en envoyant une commande de sélection. En même temps, il dispose sur la même ligne de fibres optiques des services à bande étroite comme le téléphone et la transmission des données.

Le réseau étoilé commuté de façon centrale du système de la "ville fibrée" peut fournir de nombreux signaux de TVHD par commutation, car chaque ligne d'abonné sur fibres optiques possède une grande capacité de transmission pour transporter 30 MHz de plus d'information. Les chapitres suivants décrivent premièrement le réseau étoilé de fibres optiques à commutation centrale, puis le cadre d'un service possible de TVHD.

2. RÉSEAU ÉTOILÉ DE FIBRES OPTIQUES COMMUTÉ DE FAÇON CENTRALE POUR DES SERVICES INTÉGRÉS À LARGE BANDE DESTINÉS À DES ABONNÉS

L'illustration 1 est un schéma de base d'un réseau étoilé à fibres optiques commuté de façon centrale. Le bureau central de commutation reçoit un grand nombre d'émissions de télévision qu'il sélectionne en réponse à un signal de commande qu'il reçoit d'un abonné. Étant donné que la largeur de bande des lignes de transmission par fibres optiques est plus que suffisante, on peut offrir simultanément à un abonné, sur la même ligne de fibres optiques, la télévision par câble, la télévision payante, le téléphone et la transmission de données (par exemple Télidon). Des essais comme ceux qui sont effectués à Elie (Manitoba) et à Biarritz (France) présentent la même configuration.

Le tableau 1 présente un modèle possible de transmission de signaux vers l'abonné. On a prévu deux canaux de télévision pour permettre l'emploi simultané de deux téléviseurs et l'on choisit les allocations de fréquence standard de télédiffusion de façon à éliminer la nécessité d'un convertisseur RF au récepteur de l'abonné.

L'illustration 2 représente un schéma fonctionnel d'un récepteur d'abonné. Ce dernier choisit ses chaînes à l'aide d'un mini-clavier et un signal codé est renvoyé au bureau central de commutation par l'un des canaux à bande étroite. Un signal de télévision peut facultativement être transmis sur une sous-porteuse RF (par exemple 55,25 MHz).

L'illustration 3 représente schématiquement l'interface du bureau central de commutation entre le système de commutation et la ligne d'abonné. Les codes de sélection TV sont reçus par une unité centrale de traitement (UCT) et les signaux de contrôle appropriés sont transmis au système de commutation de télévision. Le système est construit de telle façon qu'un abonné peut choisir n'importe quel programme sans déranger les autres abonnés. Par conséquent, tous les abonnés peuvent recevoir en même temps le même programme.

Le système de commutation peut également se composer de convertisseurs à oscillateur à régulation de tension (ORT) identiques à ceux que l'on trouve à l'heure actuelle sur le marché pour la télédistribution. Dans les essais pratiques des fibres optiques à Elie, la commutation des émissions de télévision s'effectue de cette manière. L'illustration 4 représente schéma-

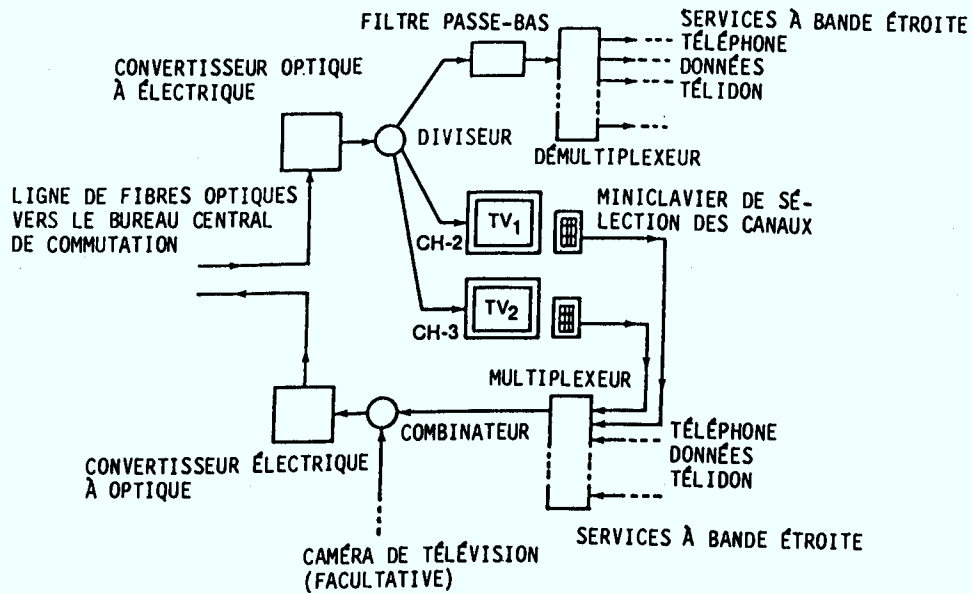
tiquement une autre méthode. Les signaux de télévision de diverses sources sont convertis aux fréquences de la CH-2 (chaîne 2) et de la CH-3 (chaîne 3) et fournis aux matrices de commutation. La commutation s'effectue aux fréquences métriques (VHF) de la CH-2 et de la CH-3 et le signal choisi est fourni à un combineur qui allie les signaux TV₁ (CH-2), TV₂ (CH-3) et le service à bande étroite pour produire le signal multiplexé à répartition de fréquence (MRF). En effectuant la commutation à des fréquences métriques standard, on évite ainsi les frais supplémentaires de deux modulateurs (convertisseurs) par ligne d'abonné.

On a résolu récemment la difficulté qui consistait à concevoir une matrice de commutation capable de commuter des signaux métriques à large bande en utilisant le principe de la commutation opto-électronique⁽¹⁰⁾. On trouvera au chapitre suivant une description de ce genre de commutation ainsi que de ses mérites.

| Service | Fréquence (MHz) | Modulation |
|--|--|------------|
| TV ₁ vidéo Audio (norme NTSC) | 55,25 59,75 (CH-2) | AM FM |
| TV ₂ vidéo Audio (norme NTSC) | 61,25 65,75 (CH-3) | AM FM |
| Téléphone Données Télidon Sécurité | Bande de base (64 kb/s par service) | MRT |

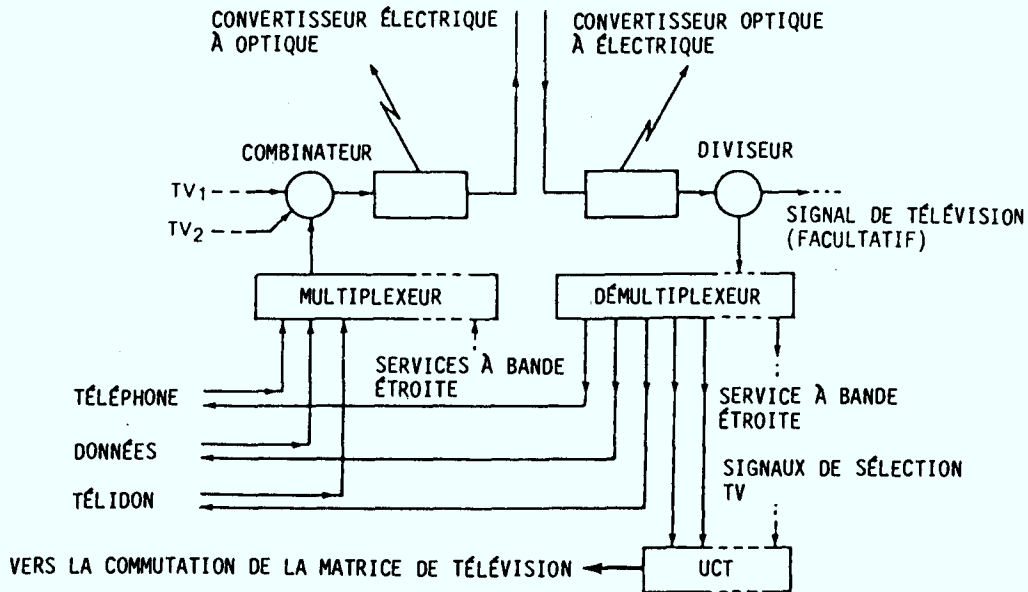
TABLEAU 1 ALLOCATION DES FRÉQUENCES DE LA SOUS-PORTEUSE RF

On utilise les fréquences de diffusion standard pour la transmission simultanée de deux chaînes de télévision à l'abonné. On utilise les fréquences de la bande de base pour fournir les services à bande étroite comme la téléalarme, la transmission des données et le téléphone.



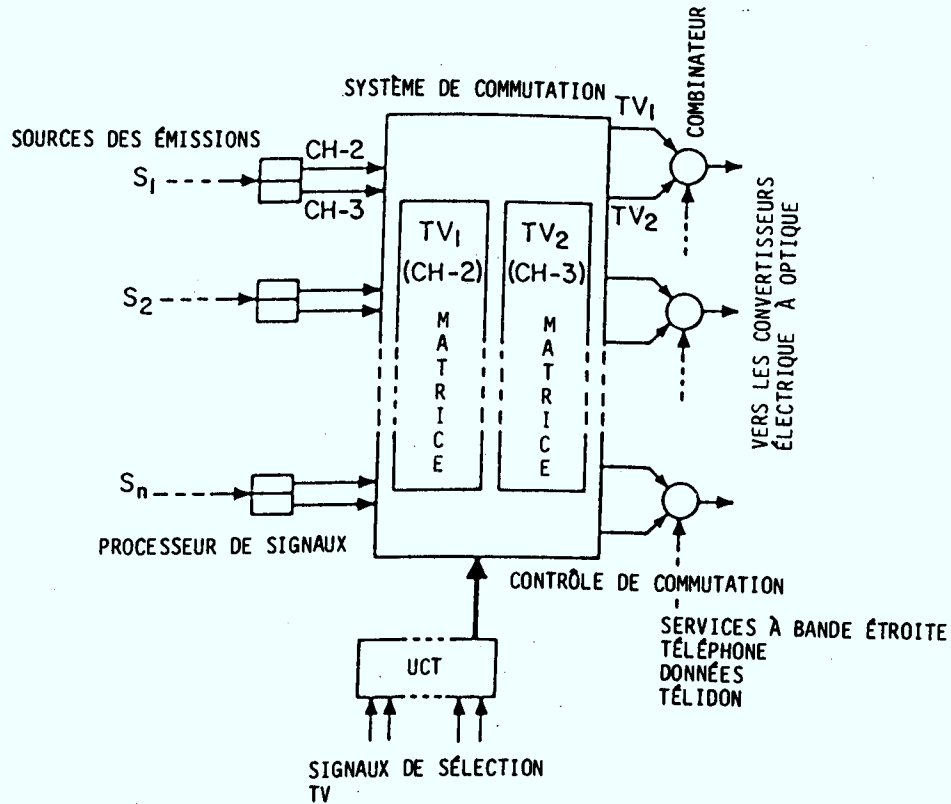
ILLUS. 2 TERMINAL DE L'ABONNÉ

Les signaux de télévision sont directement reliés aux récepteurs de télévision usuels dont les sélecteurs de canaux sont réglés à CH-2 ou CH-3. On choisit le programme en utilisant le miniclavier pour envoyer une commande au bureau central de commutation. En cas de panne de courant, des accumulateurs de secours assurent le maintien du service téléphonique.



Illus. 3 INTERFACE AVEC LA LIGNE DE L'ABONNÉ

Le choix des canaux de télévision est dirigé vers l'UCT qui contrôle la commutation de la matrice de télévision. Les services à bande étroite sont reliés à leur système respectif de commutation.



Illus. 4 COMMUTATION PAR MATRICE VHF

La commutation s'effectue aux fréquences métriques (VHF) (CH-2 et CH-3) à l'aide d'une matrice qui élimine la nécessité de modulateurs dans les lignes des abonnés. Ces commutateurs matriciels nécessitent un très haut isolement et de faibles niveaux de diaphonie.

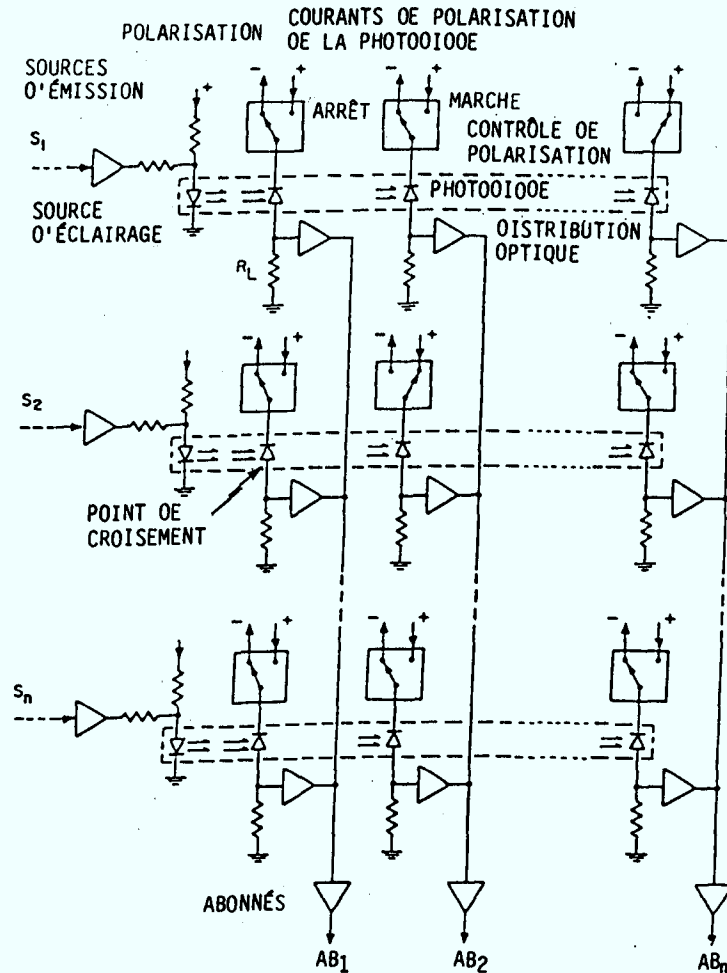
2.1 Commutateur matriciel opto-électronique

L'illustration 5 représente un modèle conceptuel d'un commutateur matriciel opto-électronique. La sortie optique d'une DEL (diode électroluminescente) est modulée par le signal source transporté par une sous-porteuse RF appropriée, par exemple de 55,25 MHz (CH-2). Le rendement modulé est acheminé aux photodiodes qui agissent comme des éléments de commutation aux points de croisement de la matrice qui sont régis par l'UCT. On peut assurer la distribution des signaux optiques par des coupleurs étoilés biconiques⁽¹¹⁾ ou par la combinaison appropriée de lentilles.

Le commutateur opto-électronique effectue la commutation par une polarisation avant ou inverse de la photodiode, qui peut être une photodiode standard PIN ou une photodiode de Zener (à avalanche). En polarisation inverse, le signal de sortie R_1 de la résistance de charge R_L correspond à celui que transporte le signal optique. Dans la polarisation avant, on n'observe aucun signal de sortie, car la photodiode agit en tant qu'élément de faible impédance et court-circuite R_1 à la terre par l'intermédiaire du courant de polarisation. Dans le cas d'une photodiode à avalanche, le déphasage est renforcé par le facteur de gain qui se rapproche du zéro durant la polarisation avant⁽¹²⁾. Le circuit de polarisation du commutateur opto-électronique est simple et l'on trouvera à l'illustration 6 un exemple où l'on a utilisé une photodiode PIN. La polarisation inverse s'effectue par l'intermédiaire d'un élément de haute résistance et la polarisation en directe (avant) par un transistor de commutation. L'illustration 7 représente la façon dont se comporte le circuit. On peut voir qu'une photodiode PIN peut donner une réponse de fréquence de plus de 200 MHz et un isolement de plus de 80 dB.

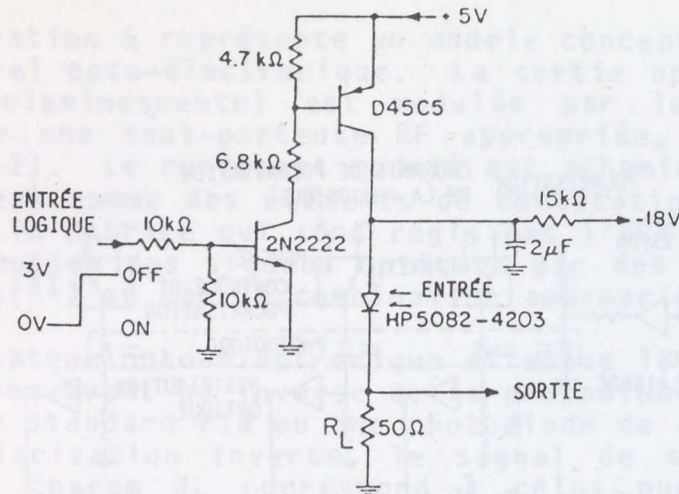
Le commutateur opto-électronique présente les avantages d'un isolement élevé et de faibles niveaux diaphoniques. Ces derniers proviennent de l'utilisation de dispositifs optiques qui distribuent le signal aux points de croisement. C'est la distribution optique qui permet d'isoler les plans de masse des lignes d'entrée et de sortie, et cela réduit considérablement les niveaux diaphoniques. D'autre part, il n'y a pas de diaphonie entre les lignes optiques proprement dites, pas plus qu'entre elles et les lignes de sortie électriques. De plus, il n'y a pas de courant transitoire qui puisse déranger d'autres lignes de sortie, car l'état électrique de la photodiode n'influence guère son état optique. Par conséquent, il ne se produit aucune réflexion optique transitoire.

On peut trouver actuellement sur le marché⁽¹³⁾ un prototype d'un commutateur matriciel de 6 entrées par 7 sorties parfaitement isolé et dont la perte de diaphonie est de 80 dB, capable de commuter des signaux de 100 MHz de la bande de base. On peut voir d'après l'illustration 7 que l'on peut construire des commutateurs capables de commuter des signaux de plus de 200 MHz dans la bande de base. Cela signifie qu'un commutateur matriciel opto-électronique peut facilement commuter des signaux de TVHD,



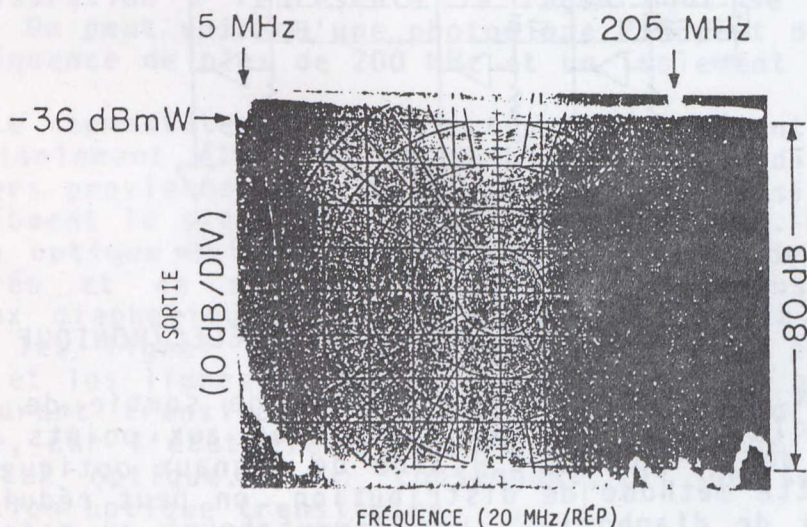
Illus. 5 COMMUTATEUR MATRICIEL OPTO-ÉLECTRONIQUE

Les signaux RF modulent la puissance de sortie de la source d'éclairage, qui est distribuée aux points de croisement de la matrice à l'aide de signaux optiques. Grâce à cette méthode de distribution, on peut réduire les niveaux de diaphotie. Les commutateurs au points de croisement sont des photodiodes qui s'allument et s'éteignent selon leurs conditions de polarisation.



Illus. 6 COMMUTATEUR OPTO-ÉLECTRONIQUE

La photodiode se trouve en polarisation inverse lorsque le transistor de commutation (D45C5) est mis hors polarisation par l'entrée logique. Le signal optique d'entrée est ensuite détecté et on obtient un signal de sortie RF. La photodiode est polarisée dans le sens direct (avant) et la sortie RF est mise à la terre lorsque l'entrée logique est faible.



Illus. 7 RENDEMENT DU COMMUTATEUR OPTO-ÉLECTRONIQUE

Le tracé supérieur indique la réponse de l'état en circuit qui s'étend bien au-delà de 200 MHz. Le tracé inférieur indique la réponse de l'état hors circuit et on peut voir que l'on obtient un isolement de 80 dB (rapport de puissance arrêt-départ) sur la majeure partie de la gamme de fréquence. Le puissance optique incidente était de 0,091 mW et le coefficient de modulation de 0,83.

qu'il s'agisse du signal de 30 MHz de la bande de base ou du même signal sur une porteuse métrique FM. On trouvera au chapitre suivant une discussion sur la façon dont on pourrait transmettre le signal de TVHD à l'abonné par une ligne de fibres optiques.

2.2 Transmission de la TVHD à l'abonné

L'attribution des fréquences dans le cadre du multiplexage en répartition de fréquence illustré au tableau 1 offre un vaste spectre au-dessus du CH-3 qui occupe la bande des 60 MHz à 66 MHz. Par conséquent, on peut placer un signal de TVHD de 30 MHz dans la bande de 66 MHz à 96 MHz. Même si les systèmes de transmission par fibres optiques peuvent transporter un tel signal, la largeur de bande supplémentaire impose de graves exigences sur la linéarité et la puissance de sortie du signal optique de la source lumineuse. Il en ressort que la distance maximale de transmission serait probablement de bien moins de 5 kilomètres, étant donné qu'il faudrait garder la profondeur globale de la modulation de la source lumineuse à un niveau assez bas (par exemple 50%) et que la puissance optique disponible par canal de télévision NTSC serait faible, de façon typique moins de 1 mW - 6 canaux = 0,17 mW/canal, même si l'on utilisait une diode à laser. Le rapport P/B (porteuse/bruit) est directement proportionnel au carré du produit $m_{sc} \cdot P_0$, où m_{sc} est le coefficient de modulation pour un canal donné de TV et P_0 la puissance optique livrée à l'abonné⁽¹⁴⁾. On peut donc voir que si on limite le coefficient de modulation pour réduire les produits de l'intermodulation et de la transmodulation causés par la réponse non linéaire de la source de lumière, on réduit considérablement la distance maximale de transmission.

Pour résoudre ce problème, on peut utiliser des techniques de multiplexage en répartition de longueurs d'onde, grâce auxquelles on utilise les sources lumineuses émettant sur diverses longueurs d'onde pour transmettre des signaux sur une seule fibre optique. Cela équivaut plus ou moins à la méthode de multiplexage en répartition de fréquences utilisée dans le domaine des RF. Le tableau 2 illustre l'exemple d'allocation de fréquences et de longueurs d'onde d'une sous-porteuse RF pour un service intégré à large bande comprenant la TVHD. On utilise la modulation de fréquence pour la TVHD afin d'assurer un bon rapport P/B ainsi que pour réduire les problèmes de non-linéarité qui proviennent de la source lumineuse. La bande de base est utilisée pour le multiplexage en répartition dans le temps de plusieurs voies audiodiostéréo qui se trouvent sous forme numérique. La largeur de bande est amplement suffisante pour fournir au moins six voies stéréophoniques et l'on peut envisager des formats compatibles avec les audiodisques optiques numériques qui seront bientôt commercialisés.

L'illustration 8 montre le schéma fonctionnel d'un dispositif de multiplexage en répartition de longueurs d'onde que la GTE offre sur le marché⁽¹⁵⁾. En utilisant des lentilles de connexion

Longueur d'onde $\lambda_1 = 0,85 \mu\text{m}$

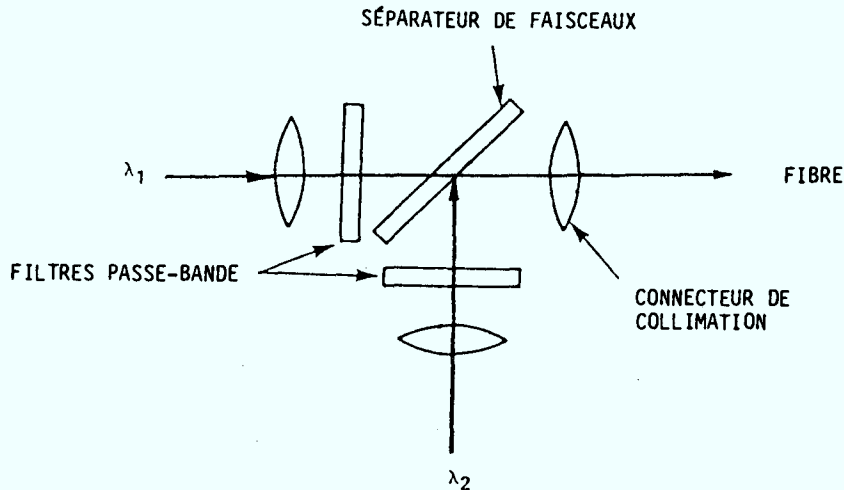
| Service | Fréquence (MHz) | Modulation |
|--|--|------------|
| TV ₁ vidéo Audio (norme NTSC) | 55,25 59,75 (CH-2) | AM FM |
| TV ₂ vidéo Audio (norme NTSC) | 61,25 65,75 (CH-3) | AM FM |
| Téléphone Données Télex Sécurité | Bande de base (64 kb/s par service) | MRT |

Longueur d'onde $\lambda_2 = 1,33 \mu\text{m}$

| Service | Fréquence (MHz) | Modulation |
|----------------|--|------------|
| TVHD | 60 ± 50 | FM |
| Voies audio | Bande de base (64 kb/s par service) | MRT |

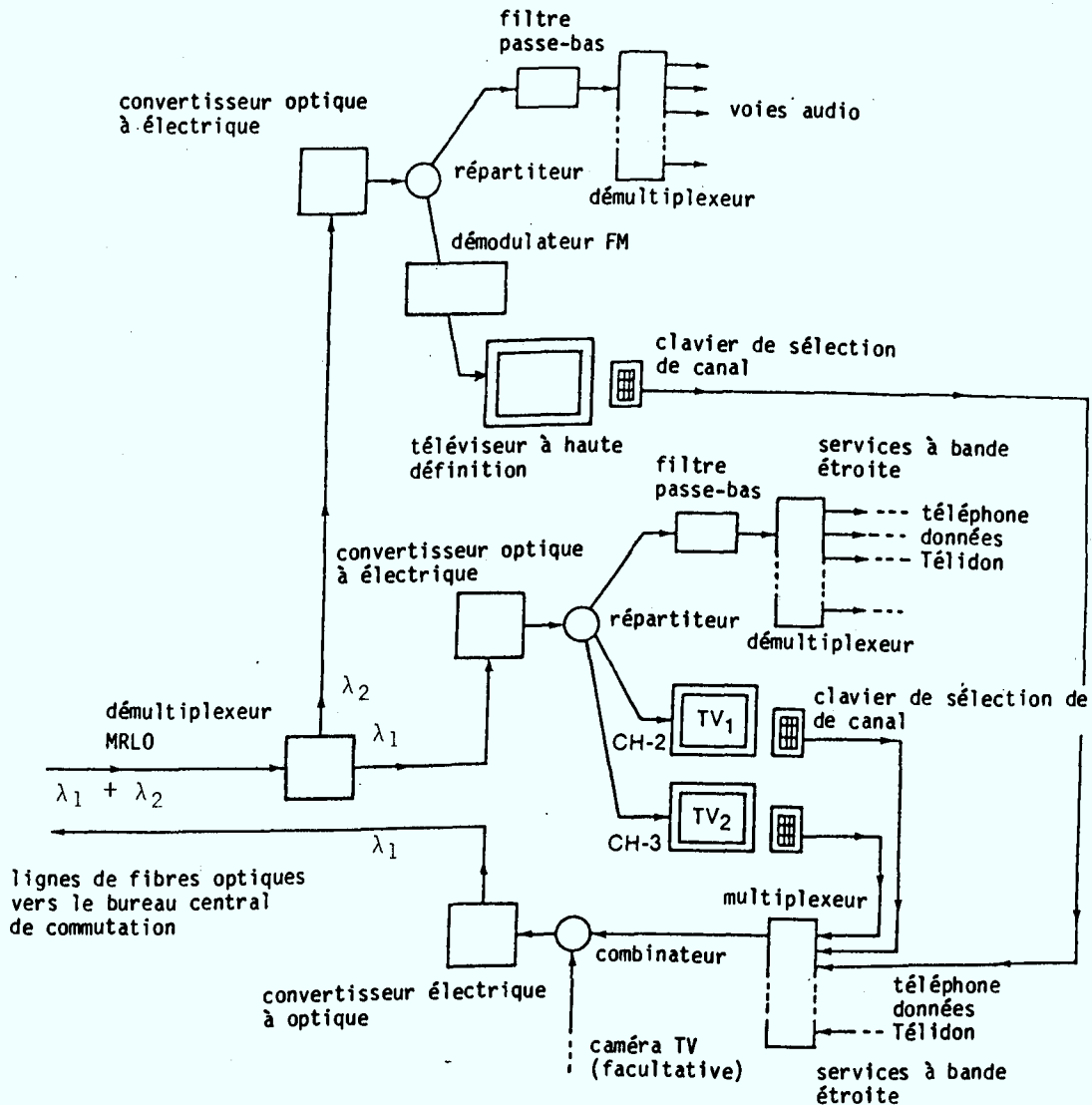
TABLEAU 2 SERVICE INTÉGRÉ MULTIPLEXÉ EN RÉPARTITION DE LONGUEUR D'ONDE

La longueur d'onde supplémentaire λ_2 transporte le signal de TVHD qui est transmis sur une porteuse FM de 60 MHz. On peut offrir de nombreuses voies audio-numériques en multiplexage par répartition dans le temps (MRT).



Illus. 8 MULTIPLEXEUR/DÉMULTIPLEXEUR EN RÉPARTITION DE LONGUEURS D'ONDE

Le répartiteur de faisceaux est un miroir dichroïque qui réfléchit λ_2 mais est transparent par rapport à λ_1 . Avec ce genre de concept, on peut arriver à des atténuations du signal par insertion de moins de 4dB. On peut utiliser le même dispositif pour le multiplexage ou le démultiplexage.



Illus. 9 TERMINAL D'UN ABONNÉ MRLO

Le signal de TVHD transmis par λ_2 est démultiplexé et converti en un signal RF. Les voies audio sont séparées par le démultiplexeur numérique, tandis que le démodulateur FM récupère le signal analogique de TVHD. Le signal de sélection de canal de la TVHD est renvoyé au bureau central de commutation par une des voies de communication de données.

à collimation moulées par injection avec une grande précision, comme celles fabriquées par la société Polaroid, on peut obtenir des pertes d'insertion de moins de 4 dB pour les fibres standard multimodes. Le dispositif peut être utilisé comme un multiplexeur ou un démultiplexeur. Avec ce dispositif, on peut utiliser une seule fibre comme s'il s'agissait de deux fibres, en utilisant deux longueurs d'onde différentes, λ_1 , et λ_2 sur la même fibre.

L'illustration 9 représente schématiquement un terminal d'abonné pouvant recevoir un service de TVHD en plus de la TV NTSC, du téléphone et de la transmission des données. Le signal de TVHD qui se trouve sur une onde porteuse FM est acheminée par λ_2 , avec le signal audionumérique. Les autres services sont acheminés par λ_1 . Le démultiplexeur en répartition de longueurs d'onde sépare les deux longueurs d'onde et les deux groupes de signaux sont traités séparément. Après la photodétection par le convertisseur optique à électrique, le signal FM de la TVHD est démodulé et porté à l'écran pour former une image de TVHD, tandis que les signaux audio sont extraits du démultiplexeur numérique. Le choix des canaux de TVHD s'effectue de la même façon que pour la télévision NTSC.

L'illustration 10 montre l'interface de la ligne d'abonné au central commutation. On utilise un multiplexeur en répartition de fréquences pour combiner λ_2 qui porte le signal FM de TVHD et les signaux numériques de la voie audio, avec λ_1 qui achemine le signal de la TV NTSC et d'autres services à l'abonné. La commutation du signal FM de TVHD et des signaux audio numériques peut s'effectuer par un commutateur matriciel opto-électronique régi par l'unité centrale de traitement qui reçoit les signaux de sélection provenant d'un abonné par l'intermédiaire de la fibre de retour.

L'illustration 11 est un schéma du système de commutation pour la TVHD et la TV NTSC. Afin d'éliminer la nécessité de modulateurs FM distincts sur chaque ligne d'abonné, on place d'abord le signal de TVHD en mode FM puis on le fournit au système de commutation avec les signaux audio numériques.

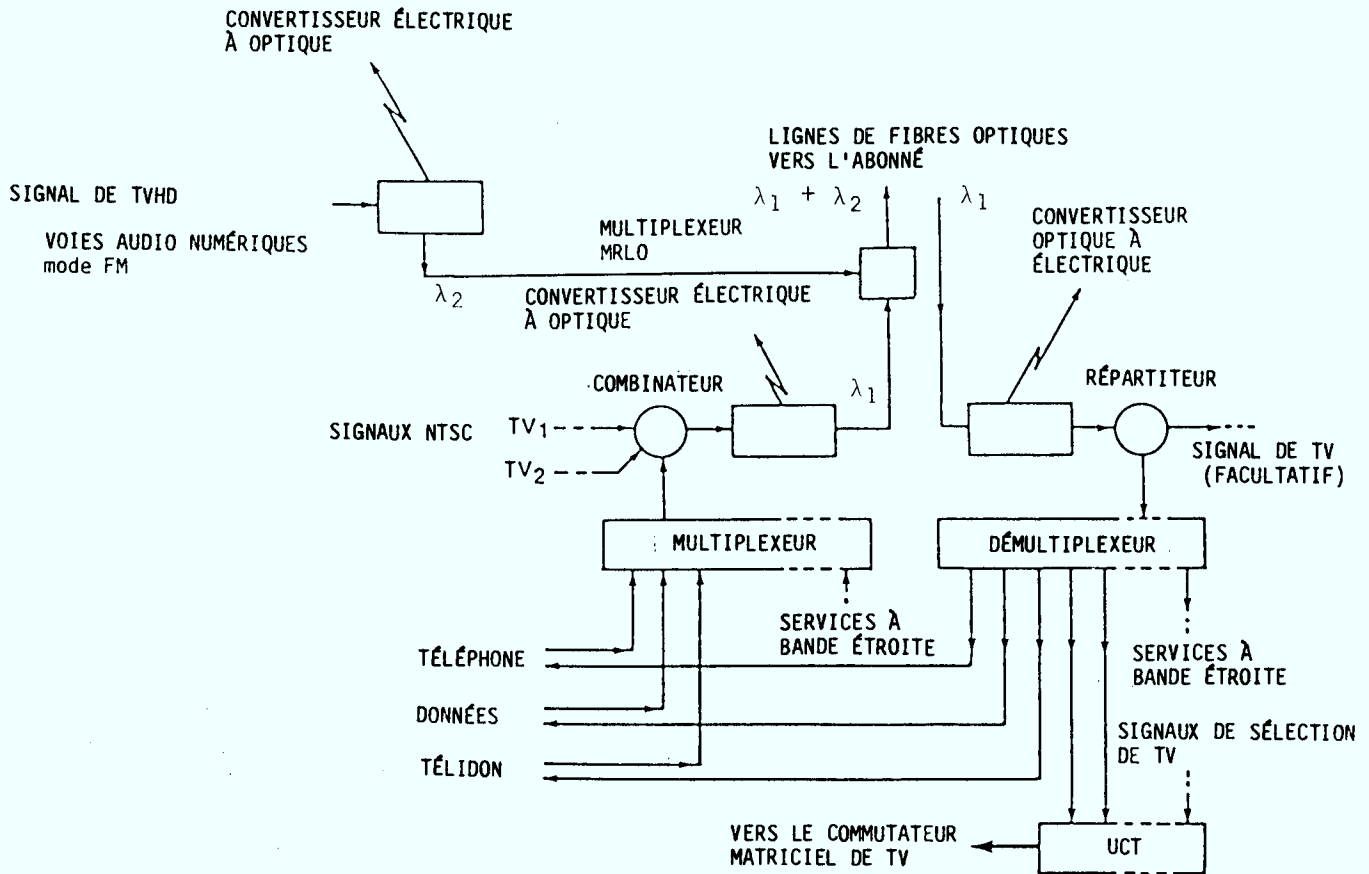
Grâce aux techniques du multiplexage en répartition de longueurs d'onde, le coût supplémentaire que constitue l'addition du service de TVHD à un service intégré à large bande acheminé par des fibres optiques existantes devrait être inférieur au coût initial de la fourniture du réseau de livraison. Un des problèmes qu'il faudra résoudre est la constitution des sources d'émission de TVHD. C'est le sujet de la section ci-dessous.

2.3 Sources d'émission de TVHD

Un satellite peut soutenir un réseau national livrant des signaux de TVHD à chaque bureau central de commutation. Dans les régions fortement peuplées, on peut utiliser des systèmes de transmission par fibres optiques à mode unique⁽¹⁶⁾ pour interconnecter les bureaux centraux de commutation. Dans ce cas, on peut utiliser des signaux de TVHD numérisés afin d'assurer une haute qualité de transmission. Les signaux peuvent partager la même fibre sur une base de multiplexage en répartition de longueurs d'onde, de pair avec d'autres signaux communs d'ondes porteuses, comme ceux du téléphone et de la transmission des données.

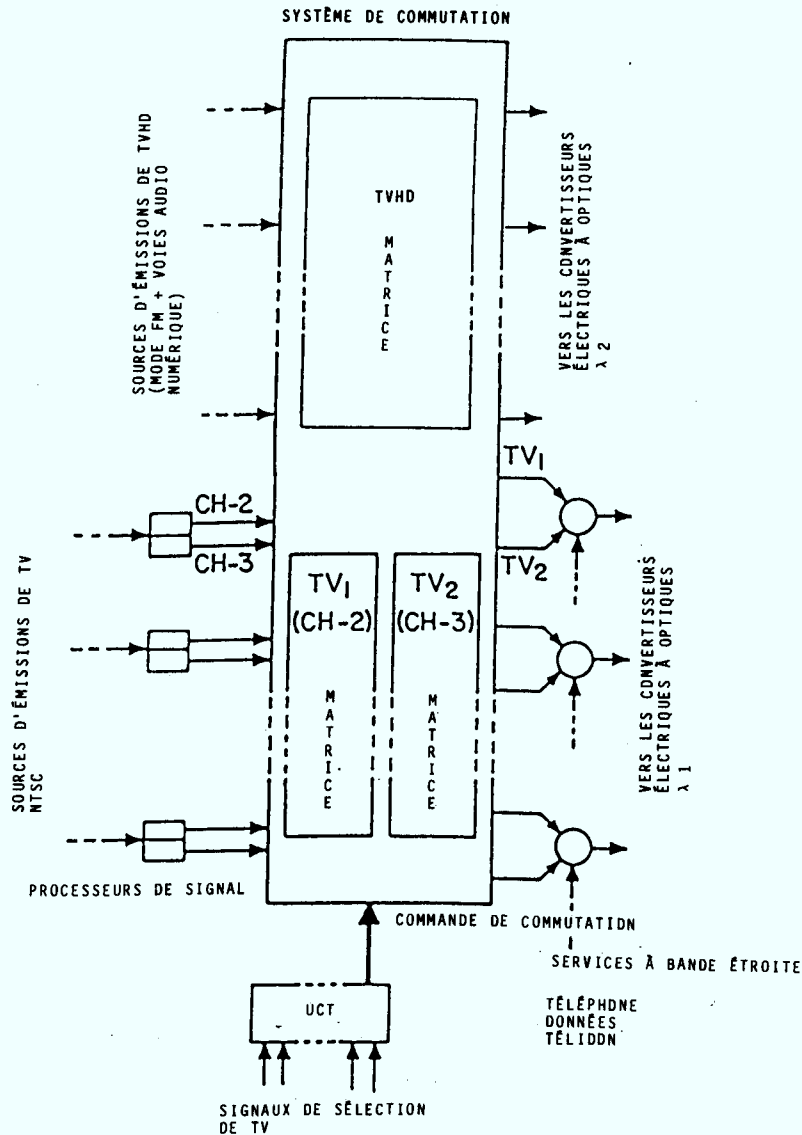
Un des problèmes qu'il faut résoudre est la fourniture de nombreuses émissions de TVHD, de manière à satisfaire la demande créée par le grand public qui possède des téléviseurs de TVHD. Il semblerait que la meilleure solution soit une forme quelconque de télédiffusion en différé utilisant des techniques d'enregistrement et de lecture. On peut utiliser à cette fin un magnétoscope conçu pour la TVHD et les programmes enregistrés peuvent être acheminés au bureau central de commutation par des systèmes de satellites et de transmission par fibres optiques. Pour certaines émissions, le service postal devrait être satisfaisant.

Un système de lecture de vidéodisques de TVHD serait plus intéressant qu'un magnétoscope, non seulement parce qu'il présente moins de pièces mécaniques qui peuvent s'user, mais également parce qu'il offre un accès aléatoire aux enregistrements. En plaçant des têtes de lecture multiples sur un seul disque, on peut avoir accès sur demande à un service vidéo. On trouvera à la section suivante des détails sur ce concept.



Illus. 10 INTERFACE DE LA LIGNE D'ABONNÉ MRLO

Le signal de TVHD est acheminé par λ_2 et combiné à λ_1 par le multiplexeur en répartition de longueurs d'onde et introduit dans la ligne de l'abonné. λ_1 transmet les signaux de TV NTSC, ainsi que les services de téléphone, de transmission de données et de Télidon. Les signaux de retour de l'abonné peuvent également passer par λ_1 , car on utilise une ligne de retour séparée.



Illus. 11 BUREAU CENTRAL DE COMMUTATION

Les signaux vidéo et audio de TVHD sont d'abord placés dans le mode donné au tableau 2 et acheminés à un commutateur matriciel opto-électronique. Le programme choisi par l'abonné est connecté au convertisseur électrique à optique, qui transmet à la longueur d'onde $\lambda 2$.

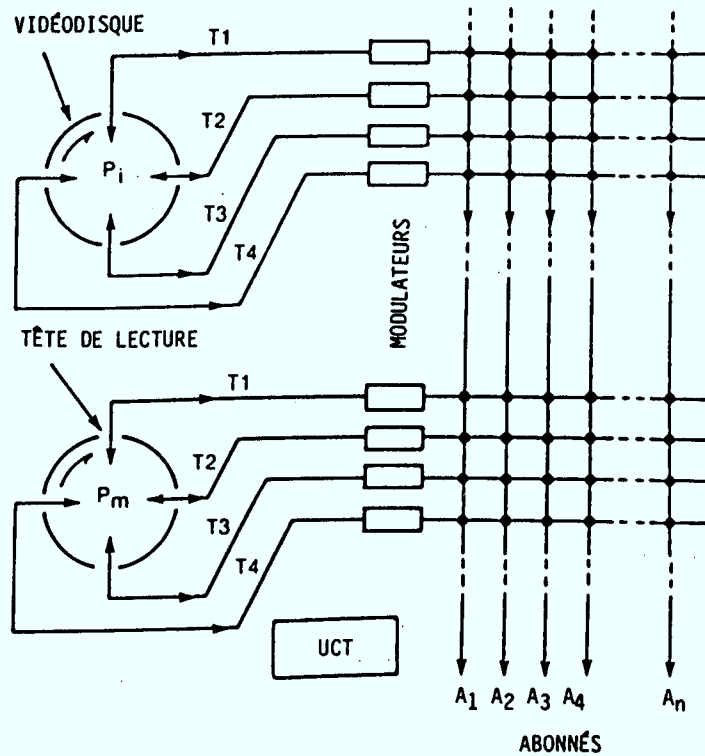
2.4 Service vidéo à accès sur demande

Un vidéodisque type de 30 cm peut loger une émission de TV NTSC de 30 minutes sur un seul côté. En plaçant un certain nombre de têtes de lecture sur le disque, on peut faire jouer les enregistrements en séquence dans le temps. Par exemple, les temps de démarrage d'une émission d'une heure peuvent être toutes les 7,5 minutes si on utilise quatre têtes de lecture. Les temps de démarrage varient selon la durée de l'émission. Pour une émission de 8 minutes, le temps de démarrage sera toutes les minutes si l'on utilise huit têtes de lecture. On peut également envisager un système analogue pour la TVHD.

L'illustration 12 montre un schéma d'un système vidéo à accès sur demande placé au bureau central de commutation. Chaque signal provenant d'une tête de lecture est modulé en une onde porteuse RF appropriée pour passer ensuite dans un commutateur matriciel qui permet à l'abonné de choisir les temps de démarrage T_1 , T_2 , T_3 ou T_4 des émissions sur vidéodisque P_1 , P_2 , P_j ou P_m . Étant donné que le commutateur matriciel permet de brancher simultanément d'autres abonnés, ces derniers peuvent recevoir n'importe quelle émission sur une base égalitaire, 24 heures par jour. Il reste encore à mettre au point un lecteur de vidéodisque automatique qui aurait une pile de disques et des têtes de lecture multiples, mais ce n'est là qu'une application directe d'une technologie qui est bien connue et l'on ne s'attend à aucun problème à cet égard. Le commutateur matriciel dont il a été question précédemment peut être utilisé comme commutateur principal.

Si le terminal de l'abonné est doté d'un dispositif de mémoire d'image, on peut alors fournir un service d'images fixes. Autrement dit, on pourrait transmettre en quelques secondes des images comme celles de tableaux de maîtres enregistrés sur un vidéodisque de TVHD pour l'afficher à l'écran d'un téléviseur de TVHD. Un service de ce genre constitue une extension naturelle du service Télidon actuel et évite le problème de la congestion du trafic qui se manifeste lorsqu'on utilise des lignes de transmission téléphoniques en fils de cuivre pour Télidon.

Les progrès récemment effectués dans les systèmes de vidéodisques à écriture-lecture⁽¹⁷⁾ peuvent accroître l'intérêt que présente le système vidéo accessible sur demande en permettant de diffuser en différé des émissions de télévision à succès. Par exemple, à part les émissions de sport, on peut mettre à la disposition de l'abonné 24 heures sur 24, des émissions nouvelles avec de fréquentes mises à jour pour accroître l'intérêt. Le tableau 3 donne un résumé des types de service accessibles sur demande que l'on pourrait offrir. Les spectacles présentés dans des centres importants, comme au Centre national des arts, pourrait être d'abord enregistrés sur un vidéodisque de TVHD puis distribués dans tout le pays pour conférer une dimension véritablement nationale à ces établissements. La collection de la



Illus. 12 SYSTÈME VIDÉO ACCESSIBLE SUR DEMANDE

Chaque vidéodisque est doté de têtes de lecture multiples. On peut empiler plusieurs vidéodisques sur un seul axe de manière à réduire les frais d'équipement. Les points de couplage du commutateur matriciel sont régis par l'unité centrale de traitement qui reçoit les signaux de sélection d'émissions des abonnés.

| Service de télévision | | | | |
|------------------------|--|------------------|--------------|------------------|
| Options d'abonnement | par "chaîne" | | par émission | |
| | publicité | pas de publicité | publicité | pas de publicité |
| Frais d'abonnement | faible | moyen | moyen | élevé |
| Emissions | diffusion en différé, cinéma, sport, spectacles, manifestations spéciales, TVHD | | | |
| Service d'images fixes | | | | |
| Options d'abonnement | par "chaîne" | | par "page" | |
| | publicité | pas de publicité | publicité | pas de publicité |
| Frais d'abonnement | faible | moyen | moyen | élevé |
| Matériel | enseignement assisté par ordinateur, Télidon, bibliothèque, beaux-arts, archives | | | |

TABLEAU 3 SERVICE VIDÉO ACCESSIBLE SUR DEMANDE

Le terme "chaîne" correspond à une catégorie de services vidéo, car le programme informatique peut facilement prescrire si une source doit être livrée à un abonné par chaîne ou par émission (page). Les émissions de télévision peuvent être offertes en différé en utilisant un vidéodisque DRAW (direct-lecture-après-écriture).

Galerie nationale pourrait également être mise à la disposition du grand public grâce à un service de TVHD à images fixes.

Le réseau étoilé commuté par un central permet d'offrir des services vidéo accessibles sur demande, qu'il s'agisse de la TV NTSC ou de la TVHD. Cette configuration de réseau présente également des avantages supplémentaires si l'on considère la compatibilité entre les normes.

3. COMPATIBILITÉ

Si l'on veut offrir un service de TVHD au grand public, il faut envisager qu'il soit compatible avec les appareils de télévision NTSC existants de façon à ce qu'on puisse recevoir des émissions de TVHD sur ces mêmes appareils. De façon idéale, la compatibilité devrait être bidirectionnelle, c'est-à-dire vers le haut pour passer de la TV NTSC à la TVHD et vers le bas pour passer de la TVHD à la TV NTSC. Si l'on offrait également la TV CAM (composante analogique multiplexée)⁽¹⁸⁾ il faudrait envisager une compatibilité tridimensionnelle entre la TV NTSC, la TVHD et la TV CAM.

Un téléviseur grand public offrant une telle compatibilité serait probablement extrêmement cher, et si l'on veut en outre incorporer au mode de TVHD une compatibilité vers le bas pour la TV NTSC, cela peut compromettre la qualité vidéo que l'on pourrait atteindre autrement. La configuration du réseau commuté par un central offre une solution à ce problème. Chaque fois que l'on désire la compatibilité, il suffit de placer un convertisseur inter-normes au bureau central de commutation et d'offrir le signal converti aux abonnés grâce à la commutation. Par exemple, on peut convertir vers le bas en un signal de TV NTSC une émission de TVHD reçue d'un satellite en le faisant passer dans un convertisseur qui pourrait être un processeur numérique. Les abonnés ont alors accès aux deux signaux par l'intermédiaire des commutateurs matriciels appropriés. Ils peuvent choisir le signal qu'ils veulent à l'aide de leur clavier de sélection.

En plaçant le convertisseur inter-normes au bureau central de commutation, tous les abonnés peuvent en partager le coût, ce qui réduit au minimum les frais par abonné. On peut voir que le réseau étoilé commuté de façon centrale présente un certain nombre d'avantages. Leurs répercussions font l'objet de la section suivante.

4. DISCUSSION

Étant donné que la fourniture des services est régie par un ordinateur au bureau central de commutation, les divers frais d'abonnement peuvent être facilement gérés par un programme informatique approprié. Il faut remarquer que le réseau étoilé discuté ici ne donne pas lieu à la question du brouillage d'un canal de télévision payante, car la connexion d'un signal est contrôlée par un ordinateur situé au bureau central de commuta-

tion. Il devient donc extrêmement difficile de pirater un service de télévision payante.

Le logiciel de l'ordinateur peut également facilement s'occuper de l'insertion des publicités, le cas échéant, et l'abonné peut avoir l'option de ne pas recevoir ces annonces en versant une légère surprime, comme illustré au Tableau 3. On utilisera pour un tel service des vidéodisques distincts, l'un pour les émissions avec publicité et l'autre pour les émissions sans publicité. On peut garder des statistiques précises sur les préférences des abonnés et utiliser ces renseignements pour élargir un marché populaire ainsi que pour établir les frais qui maximiseront le rapport financier de l'investissement. Par exemple, il se peut que des films étrangers destinés à des groupes ethniques minoritaires s'avèrent si populaires que la pénétration soit près de 100%, ce qui constituerait un excellent rapport. On peut également compter des frais spéciaux pour les services de TVHD. Les types de divertissement que l'on pourrait offrir de façon rentable ne sont limités que par l'imagination de l'entrepreneur et sa diligence à découvrir ou à créer une demande parmi les abonnés.

D'ici le milieu de la présente décennie, on estime que le coût des systèmes numériques de fibres optiques pour le téléphone et la transmission des données sera inférieur à celui d'un système de fils de cuivre⁽¹⁹⁾. L'addition de services vidéo aux services téléphoniques et de transmission de données devrait en même temps intéresser les usagers commerciaux⁽²⁰⁾. Si l'on fournit à tous les abonnés un service intégré de ce genre ainsi qu'un service de télévision accessible sur demande, on pourrait réaliser des économies de grande envergure et rentabiliser l'entreprise. Étant donné que le système de livraison est à large bande et commuté de façon centrale, on peut facilement ajouter des services de TVHD et les frais supplémentaires inhérents à la fourniture d'autres nouveaux services, comme le courrier électronique et les journaux télécopiés, devraient être minimes. Le fait d'ajouter de nouveaux services élargira la base économique sur laquelle repose le réseau.

Afin d'attirer des investissements dans la TVHD, on pourrait envisager de laisser les détenteurs de permis de câblodistribution offrir un service de TVHD à titre de télévision payante, en leur imposant le moins de restriction possible en ce qui concerne les tarifs et le contenu. Étant donné qu'il n'existe pas de produits commerciaux à l'heure actuelle, une telle approche pourrait stimuler les fabricants de matériels ainsi que l'industrie de la production d'émissions.

Étant donné que l'acheminement de tous les signaux de communication est régi par un ordinateur dans le système commuté de façon centrale, la comptabilité relative à l'utilisation du système revient à un simple problème de programmation informatique et on peut établir des tarifs appropriés pour l'utilisation des

installations de transmission. Si nécessaire, on pourrait générer des fonds de production d'émissions en imposant des taxes diverses selon le contenu du message.

En offrant en différé des vidéodisques d'émissions de télévision et des versions de spectacles sur vidéodisque, on créera une base de recettes qui n'existait pas auparavant dans l'industrie de la production d'émissions. Autrement dit, le système de livraison commuté de façon centrale et régi par l'ordinateur peut percevoir les droits d'auteur afférents à chaque visionnement individuel, assurant ainsi un revenu aux producteurs d'émissions ainsi qu'à l'interprète.

Le système d'abonnés à large bande par fibres optiques a de profondes répercussions en ce qu'il dessert les intérêts particuliers de l'industrie. S'il prend de l'avance en établissant un tel système à grande échelle, le Canada peut devenir une force dominante dans la technologie des fibres optiques au point de vue production des composantes et des systèmes. Il peut également prendre de l'avance dans la technologie de la TVHD. En même temps, l'industrie de la production d'émissions canadiennes peut largement bénéficier d'un gain de plus vastes auditoires et d'une plus large base financière. Des progrès ne manqueront pas de se réaliser.

BIBLIOGRAPHIE

1. W. Sawchuk, "Fiber Optics Developments in Canada", The Sixth International Fiber Optics and Communications Exposition, Los Angeles, Californie, Information Gate Keepers Inc., septembre 1982.
2. K.J. Head et T.J. Truman, "Sask. Tel - Progress Towards a Province Wide FOTS Broadband Network", *ibid.*, pp. 32-38.
3. W. Sawchuk, *op. cit.*
4. F. Ray McDevitt, "Long Wavelength WDM CATV Supertrunking", *ibid.*, p. 179.
5. K.Y. Chang et E.H. Hara "Fiber-Optic Broadband Integrated Distribution - Elie and Beyond", IEEE Transactions on Communications, numéro spécial sur les systèmes de fibres optiques, devant être publié en avril 1983.
6. B. Marc, M. Dupire et A. Panafieu, "The Wired City of Biarritz", *Fiber Optics*, vol. 3, n° 6, nov./déc. 1982, pp. 30-35.
7. Alfred Naab et Manfred Lange, "The BIGFON Project of the Deutsche Bundespost", *ibid.*, pp. 27-29.
8. Takashi Fujio et Keiichi Kubota, "Transmission Primaries and Signal Forms" NHK Technical Monograph, n° 32, High Definition Television, Tokyo, juin 1982, pp. 27-34.
9. Junichi Ishida, "Transmission Equipment", *ibid.*, pp. 62-69.
10. R. Ian MacDonald et Elmer H. Hara, "Switching with Photodiodes", IEEE Journal of Quantum Electronics, vol. QE-16, n° 3, mars 1980, pp. 289-295.
11. B. S. Kawasaki et K.O. Hill, "Low-Loss Access Coupler for Multimode Optical Fiber Distribution Networks", *Applied Optics*, vol. 16, n° 7, juillet 1977, pp. 1794-1795.
12. E.H. Hara, R.I. MacDonald et Y. Tremblay, "Optoelectronic Switching with Avalanche Photodiodes", Technical Digest, Topical Meeting on Optical Fiber Communications, Washington, D.C., mars 1979, n° de cat. IEEE 79CH1431-6 QEA.
13. J.H. Chinnick, "The Development of a Wideband Optoelectronic Switching Array", Actes du symposium international sur la commutation (région 7 de l'IEEE, Société canadienne de l'ingénierie électrique, CTCA), Montréal, septembre 1981.

14. E.H. Hara, K.O. Hill, B.S. Kawasaki et D.C. Johnson, "The Use of an Optical Power Combiner for Multiplexing Multiple Television Sources in Single Fiber Optical Systems", IEEE Transactions on Cable Television, vol. CATV-4, n^o 2, avril 1979, pp. 49-55.
15. Donald M. Fye, M.F. Lindeham et R.W. Taylor, "Bi-Directional Transmission System for Tactical Applications", GTE Products Corporation, Needham, MA.
16. Voir, par exemple, Tatsuya Kimura et Jun-ichi Yamada, "Single-Mode Digital Transmission Technology", Optical Devices & Fibers, Japan Annual Reviews in Electronics, Computers & Telecommunications, Y. Suematsu Editor, North-Holland, New York, 1982, pp. 332-349.
17. Thomas H. DiStefano, "Optical Data Storage", Laser Focus, vol. 18, n^o 1, 1982, p. 92.
18. K. Lucas et M. Windram, "Standards for Broadcasting Satellite Services", Technical Review n^o 18, Independent Broadcasting Authority.
19. George Gara et Roy Mills, "The Future Subscriber Loop Applications", Telesis (Recherches Bell-Northern Ltée), vol. 8, n^o 2, 1981, p. 37.
20. George Gara et Roy Mills, *ibid.*, p. 38.

LA DISPONIBILITÉ DE FRÉQUENCES POUR LA TVHD

S.N. Ahmed et M.J. Hunt

Ministère des Communications
Canada

1. INTRODUCTION

D'autres auteurs qui ont présenté des communications au cours de ce colloque ont traité des caractéristiques et des moyens que l'on peut utiliser pour livrer la télévision à haute définition (TVHD). Les solutions proposées comprennent des systèmes qui sont destinés à être compatibles avec la télévision classique ainsi que ceux qui sont optimisés pour satisfaire les exigences perçues de la TVHD.

Le but de la présente communication consiste à explorer les possibilités des bandes de fréquences radio que l'on pourrait utiliser pour livrer la TVHD. Dans bien des cas, les paramètres techniques et des systèmes de la livraison de la TVHD ne sont pas encore totalement formulés. Par conséquent, nous avons adopté une attitude très générale pour étudier les probabilités du spectre de fréquence que l'on pourrait utiliser. À ce stade du développement de la TVHD, il faut considérer cette communication comme un élément d'un processus itératif continu.

2. DONNÉES DE BASE

Diverses considérations influencent la disponibilité du spectre des radiofréquences. La première est les règlements internationaux de la radio qui définissent les allocations du spectre de fréquence aux divers services radio allant de la radiodiffusion aux satellites géostationnaires. Dans bien des cas, on attribue plusieurs fréquences radio sur le plan international au même segment du spectre de fréquence. Bien des administrations, comme le Canada et les États-Unis, établissent une Table nationale des allocations de fréquences en faisant leur choix parmi les services autorisés au niveau international pour chaque segment du spectre, choisissant par là même celles qui conviennent le mieux aux besoins courants et futurs de leur pays. En faisant ce choix, les considérations techniques revêtent souvent une influence importante afin de s'assurer que les services choisis ne causent pas de trop grands problèmes de partage du spectre.

Cependant, il est important de se rendre compte que les fréquences attribuées sont destinées à des services radio spécifiques, comme définis par les règlements internationaux ou nationaux. Ces définitions sont générales. À titre d'exemple, on peut citer la catégorie du "service fixe", qui englobe la transmission entre des emplacements fixes d'une ou plusieurs voies téléphoniques multiplexées ou, par contre, la transmission de la télévision. Cette transmission pourrait utiliser diverses

techniques de modulation. À titre d'autre exemple, la définition du service de radiodiffusion peut comprendre divers types de communication radio, à condition qu'elles soient destinées à la réception par le grand public. Il n'y a donc pas besoin de chercher à obtenir de dispositions particulières à l'égard du spectre pour la livraison de la TVHD, mais plutôt de s'assurer que les exigences perçues peuvent être satisfaites dans les bandes de fréquences attribuées aux divers services radio.

Il faut également considérer que, en ce qui a trait aux segments du spectre des fréquences attribués pour un service donné, il est bien plus probable que l'on trouvera un bon nombre d'abonnés pour les bandes de fréquences où il existe déjà une technologie RF appropriée et rentable. Pour simplifier, on pourrait dire que plus on considérera une bande de fréquences élevées, mieux on sera à même d'y loger un nouveau mode de transmission pour le service attribué. Bien entendu, il faut considérer les coûts économiques inhérents.

Troisièmement, il faut envisager certaines autres activités de l'Union internationale des télécommunications, qui peuvent influencer la disponibilité du spectre des fréquences pour des usages particuliers. Cela comprend les conférences de planification, comme la Conférence administrative régionale sur les radiocommunications-satellites de diffusion, qui se tiendra en 1983 et au cours de laquelle on dressera les plans de l'attribution des canaux de fréquences (et les positions orbitales) en se basant sur les besoins perçus par les gouvernements et sur les meilleures hypothèses dont on dispose à l'égard des caractéristiques de systèmes radio qui devraient satisfaire ces besoins. Ces hypothèses peuvent mettre de côté certains autres types de systèmes de radiocommunications si leurs caractéristiques ne sont pas totalement définies lors de la conférence.

3. APPLICATION POSSIBLE DE LA TVHD QUI POURRAIT NÉCESSITER L'UTILISATION DU SPECTRE DE FRÉQUENCES

La télévision à haute définition n'est qu'une manifestation de la télévision ordinaire. On est bien d'accord qu'elle promet d'améliorer la qualité de l'image de télévision. Sous sa forme la plus raffinée, l'amélioration de la qualité représente un bond quantique par rapport aux niveaux usuels qu'offrent généralement la télévision couleur et l'affichage vidéo de l'information. Si l'on doit avoir pour guide l'expérience que l'on a vécue lors de l'introduction d'innovations analogues dans les communications, on peut supposer que l'introduction de la TVHD évoluera peu à peu vers sa manifestation finale. À l'heure actuelle, on peut discerner certains domaines discrets d'application où l'on assiste à une telle évolution. Et l'une des façons d'aborder le sujet de la disponibilité possible du spectre radio pour la TVHD consiste à catégoriser les applications prévues de la TVHD et d'identifier celles pour lesquelles il nous faudra certainement utiliser le spectre de fréquences.

3.1 Application de la TVHD dans la production de films de cinéma et d'émissions de télévision

Le principal objectif d'une telle application revient à emmagasiner et à monter subséquemment avec facilité des images de qualité photographique sur une bande. Ce genre d'application se caractérise par le fait que les composantes du système sont relativement proches les unes des autres et qu'on peut les relier ensemble par des câbles ou des fibres optiques. Ces derniers sont limités au mode de transmission. Dans le contexte de la présente communication, les allocations du spectre radio ne relèvent pas de telles applications et on n'a identifié aucun besoin particulier à cet égard. Cependant, on pourrait concevoir un tel besoin dans certaines circonstances particulières, par exemple si l'on utilise des caméras portatives pour couvrir les activités dans la salle d'un congrès ou lors d'une manifestation en plein air et que ces caméras communiquent avec des magnétoscopes fixes. Typiquement parlant, toutes les liaisons radio établies à cette fin seraient temporaires, unidirectionnelles, de faible puissance parce que les distances ne seraient pas grandes et elles se situeraient probablement dans la partie supérieure du spectre de fréquence afin d'assurer la portabilité ainsi qu'une grande largeur de bande de transmission.

3.2 La distribution de la TVHD

S'il existe déjà des émissions convenant à la TVHD et si elles doivent être portées à l'écran à des endroits distants, on peut concevoir divers modes de distribution. Mais que ce mode convienne ou non dépend de la nature de l'application, notamment du nombre d'emplacements à desservir, de leur répartition géographique et de la nécessité ou non de la concordance dans le temps à chaque endroit. On peut facilement identifier deux catégories pour une telle distribution. La première serait la distribution directe au domicile. Les caractéristiques types de cette catégorie sont que l'on dessert simultanément un très grand nombre d'endroits répartis de façon aléatoire et souvent peu uniformément. La seconde catégorie serait constituée par un petit nombre d'endroits à desservir, mais qui formeraient eux-mêmes le noyau de distribution locale aux domiciles. La caractéristique générale des réseaux desservant cette catégorie est qu'ils sont optimisés pour livrer des signaux de point à point ou de point à multi-point.

3.3 Distribution de la TVHD directement à domicile:

Il existe deux modes traditionnels de distribution de la télévision classique aux domiciles: la diffusion terrestre et par câble coaxial. Deux nouveaux venus sont les satellites de diffusion directe et les fibres optiques. La diffusion terrestre ainsi que les satellites de diffusion ont

besoin d'un spectre de fréquence pour fonctionner, tandis que le câble et les fibres optiques n'en ont pas besoin dans le contexte de cette communication, étant donné que ce sont des guides ondes physiques.

La diffusion terrestre des signaux de TVHD se classe dans la définition des services de diffusion. Cependant, son entrée dans les bandes de fréquences qui sont très utilisées par la télévision classique sera limitée par la nécessité de la compatibilité avec le système existant de télédiffusion. À l'égard de la distribution directe de la TVHD à domicile, on ne connaît guère les possibilités de l'utilisation du spectre aux bandes de fréquences supérieures, qui sont attribuées au service de diffusion terrestre.

Les satellites de diffusion peuvent être utilisés pour livrer directement à domicile des signaux de télévision dans les bandes de fréquences attribuées pour ce service. Une fois de plus, à titre de sous-ensemble de la télévision, la TVHD pourrait être transmise dans les mêmes bandes. Les caractéristiques de rayonnement des satellites géostationnaires, ainsi que le fait que tous les pays doivent se partager l'orbite géostationnaire et le spectre de fréquences conduit souvent à des décisions compliquées. Dans la bande de diffusion par satellite des 12 GHz, où l'exploitation de la diffusion par satellite semble imminente, ces décisions ont donné lieu à l'établissement de positions en vue de la Conférence administrative régionale des radiocommunications de 1983 pour la région 2 de l'UIT couvrant les Amériques. Étant donné que c'est la première bande de fréquences dans laquelle on songe à utiliser les satellites de diffusion, les plus grandes exigences proviennent de la télévision classique, dont les caractéristiques sont également bien définies, ce qui enlève toute incertitude de l'un des paramètres de la décision.

3.4 Acheminement de la TVHD aux fins de redistribution:

Une autre application de l'utilisation du spectre radio dans la livraison de la TVHD pourrait être la transmission des émissions du centre de production de distribution en divers points de redistribution. Ces exigences de point à point ou de point à multipoints peuvent être englobées soit dans la bande fixe soit dans la bande des satellites fixes. Il existe déjà de grands réseaux de cette nature pour la télévision classique.

4. DISPONIBILITÉ DU SPECTRE DE FRÉQUENCES

4.1 Services fixes

Le choix des bandes de fréquences pour le service fixe est particulièrement influencé par l'utilisation actuelle de ces bandes, les politiques nationales et les dispositions

prises à l'égard des voies de communication. Le choix des bandes appropriées de fréquences devrait être basé sur un certain nombre de considérations, notamment:

- Le nombre de canaux de TVHD requis
- La signature spectrale d'un canal type de télévision
- Les caractéristiques de modulation du mode de transmission
- La bande passante
- La susceptibilité aux interférences
- Les distances à couvrir
- Les points d'origine et de destination.

ÉTUDE DES BANDES DE FRÉQUENCES CHOISIES POUR LES SERVICES FIXES
AU CANADA

| BANDE | APPLICATION POSSIBLE POUR LA LIVRAISON DE LA TVHD | COMMENTAIRE |
|------------------------------------|---|--|
| 2 500 MHz | De point à multipoints | Voie étroite envisagée (6 MHz) |
| 4 000 MHz 6 000 MHz | Longue distance de point à point | Utilisée actuellement pour la téléphonie et la transmission de la télévision classique. La bande passante de la voie RF est respectivement de 20 et 29 MHz |
| 6 590-6 770 MHz 6 930-7 125 MHz | Un saut, de point à point | Très utilisée pour les captations temporaires et les liaisons entre studio et émetteur pour la télévision classique. La bande passante de la voie est limitée à 20 MHz |
| 8 275-8 500 MHz | Distance moyenne, de point à point | Très utilisée pour la transmission de la télévision classique. La largeur de la voie est limitée à 18,75 MHz |

ÉTUDE DES BANDES DE FRÉQUENCES CHOISIES POUR LES SERVICES FIXES
AU CANADA (suite)

| BANDE | APPLICATION POSSIBLE POUR LA LIVRAISON DE LA TVHD | COMMENTAIRE |
|--|---|--|
| 12,7-12,95 GHz | Courte distance, de point à point et multipoints | Utilisée actuellement pour la transmission de la télévision classique. Bande passante limitée. Influencée par la politique nationale actuelle sur l'utilisation de la bande des 12GHz |
| 14,5-15,35 GHz | De courte à longue distance, de point à point | Cette bande n'est guère utilisée à l'heure actuelle, mais il est possible qu'elle le soit beaucoup à l'avenir. On pourrait y loger la télévision à haute définition en apparant les voies RF |
| 17,7-19,7 GHz | Point à point | Le Canada n'a pas encore dressé totalement ses plans pour l'utilisation de cette bande de fréquences. Elle pourrait être utilisée pour la TVHD |
| 21,2-23,6 GHz | Point à point | Les plans d'utilisation de cette bande de fréquences n'ont pas encore été mis au point. On pourrait l'utiliser pour la TVHD |
| Bande de fréquence au-dessus de 30 GHz | Point à point | Pourrait présenter des possibilités pour la TVHD lorsqu'elle sera attribuée au service fixe. Les variations de la propagation ne sont pas connues à l'heure actuelles. |

4.2 Disponibilité du spectre pour les services de satellite fixes

Comme pour les services fixes, l'utilisation actuelle des services de satellite fixes impose une nouvelle utilisation dans les bandes de fréquences supérieures, surtout à cause de l'utilisation des fréquences et des orbites dans les bandes des 4 et 6 GHz. Parmi les considérations dont il faut tenir compte avant de mettre en oeuvre la distribution de la TVHD par l'intermédiaire d'un service de satellite fixe, citons:

- Le nombre de canaux de TVHD requis
- La signature spectrale d'un canal type de TVHD
- Les caractéristiques de modulation
- La bande passante
- La susceptibilité aux interférences
- Les points d'origine et de destination.

ÉTUDE DES BANDES DU SERVICE DE SATELLITE FIXE AU CANADA

| BANDE | APPLICATION POSSIBLE POUR LA LIVRAISON DE LA TVHD | COMMENTAIRE |
|---------------|---|---|
| 4 et 6 GHz | Distribution de point à point et multipoints | Répartition des canaux au Canada et aux États-Unis en se basant sur la séparation de 40 MHz. Ces bandes de fréquences sont très utilisées et les frais d'antenne des stations terriennes sont considérables |
| 12 et 14 GHz | Distribution de point à point et multipoints | Devient rapidement congestionnée. Les frais d'antenne des stations terriennes sont moins élevés |
| 17,7-21,2 GHz | Distribution de point à point et multipoints | Les plans de la répartition des canaux ne sont pas encore dressés. Les frais d'antenne des stations terriennes seront probablement encore plus bas. |

4.3 Disponibilité du spectre pour les services de diffusion terrestre

Comme on le sait fort bien, toute la télédiffusion utilise actuellement les bandes métriques (VHF) ou décimétriques (UHF) en segments de 6 MHz en Amérique du Nord. Le Canada et les États-Unis ont mis au point leur plan d'attribution des canaux de télévision en tenant compte des exigences prévisibles de la télévision classique jusqu'à la fin du siècle en se basant sur la conception actuelle des récepteurs de télévision. Le spectre des ondes métriques est essentiellement saturé dans les centres urbains en raison de la technologie des récepteurs. Le spectre des ondes décimétriques est également très occupé dans les grands centres urbains du Canada. Si l'on se proposait d'utiliser ces bandes pour la distribution de la TVHD au grand public, on serait limité d'une part par la nécessité d'éviter toute interférence avec la télévision existante et d'autre part par les régimes d'attribution des fréquences convenus à l'égard de la télévision. Ces régimes sont basés sur des tabous bien connus inhérents à la conception actuelle des récepteurs de télévision et démontrent un effet adverse à l'égard du changement. C'est pour cette raison qu'il est fort probable que si l'on introduit la TVHD dans ces bandes au cours de la prochaine décennie, il faudra l'inclure dans la largeur de canal existante de 6 MHz.

Certaines bandes de fréquences supérieures à 10 GHz ont été attribuées à la diffusion terrestre ainsi qu'au service de diffusion par satellite. Cependant, il ne semble pas que l'on puisse partager ces deux services dans un même canal et dans la même région géographique.

Parmi les caractéristiques des systèmes de diffusion terrestre qui influenceraient le choix du spectre de fréquences pour la TVHD, citons:

- la taille de la région à desservir
- le coût des récepteurs
- la modulation utilisée
- la bande passante requise
- la qualité et la fiabilité recherchées du service
- les exigences de compatibilité des récepteurs classiques de télévision à l'égard de la réception des transmissions de TVHD.

DIFFUSION TERRESTRE (télévision)

| BANDE | APPLICATION POSSIBLE | COMMENTAIRE |
|----------------------------|------------------------|---|
| 470-608 MHz 614-806 MHz | directement à domicile | - nombreuses affectations à la télévision classique - restrictions d'espacement des canaux |
| 12,2-12,7 GHz | directement à domicile | disponibilité du spectre attribué par décision de la CARR à l'égard des satellites de diffusion |
| 40,5-42,5 GHz | directement à domicile | faisabilité et limitation quasiment inconnues |
| 84-86 GHz | directement à domicile | faisabilité et limitation quasiment inconnues |

4.4 Disponibilité du spectre pour le satellite de diffusion

L'utilisation du service de satellite de diffusion en tant que moyen de livraison de la TVHD a, jusqu'à présent, fait couler beaucoup d'encre. On a attribué à ce service plusieurs bandes de fréquence, comme les 2 500 MHz, 12 GHz, 20 GHz, 40 GHz et 80 GHz. On a commencé à s'intéresser à l'utilisation de la bande des 12,2-12,7 GHz en vue de la Conférence administrative régionale des radiocommunications sur le satellite de diffusion. Dans une communication conjointe, R. Bowen discutera en détail de la disponibilité du spectre pour le satellite de diffusion ainsi que la façon dont il peut convenir à cette fin.

5. CONCLUSIONS

Les bandes de fréquences que l'on pourrait utiliser pour livrer la TVHD à domicile ont été examinées. Il en ressort qu'il faut limiter les exigences spectrales de la transmission de la TVHD si l'on veut que les systèmes de livraison s'encadrent dans les bandes de fréquences actuellement utilisées. À défaut, on pourrait utiliser des bandes de fréquence supérieures. Il faudrait définir plus finement les caractéristiques et les exigences de la TVHD et établir des normes de transmission avant de pouvoir indiquer de façon concrète les bandes de fréquences que l'on pourrait le mieux utiliser pour assurer la livraison de la TVHD. Au cours des prochaines années, on assistera certainement à la répétition de tout ce processus.

LA DISPONIBILITÉ DE FRÉQUENCES POUR LA TVHD DANS LE SERVICE DE RADIODIFFUSION PAR SATELLITE

Robert R. Bowen

Ministère des Communications
Canada

1. Introduction

On peut livrer les signaux de télévision à haute définition à l'utilisateur final sous forme enregistrée ou en "temps réel". Dans ce dernier cas, on peut les transmettre soit en un mode d'"onde guidée", probablement par câble coaxial de cuivre ou de fibres optiques, ou par diffusion dans une région en un mode "non guidé" sauf l'orientation limitée que donne la directivité d'une antenne d'émission. Ce n'est que dans ce mode de diffusion que l'on a besoin d'utiliser le spectre des radiofréquences. Dans le service de diffusion, la transmission peut émaner d'un site terrestre ou d'une structure permanente. Ou bien, elle peut provenir d'un satellite en orbite géostationnaire, et c'est ce que l'on appelle la transmission d'un service par satellite de diffusion. Ces modes de livraison du signal de télévision font l'objet d'une discussion détaillée dans la communication conjointe de MM. S.N. Ahmed et M.J. Hunt⁽¹⁾. Dans la présente communication, l'auteur se concentre sur le spectre disponible dans le service de satellite de radiodiffusion. La section 2 présente une revue générale de l'avantage relatif des différentes bandes de fréquences des satellites de radiodiffusion. La section 3 examine de plus près la bande des 12 GHz ainsi que la planification de l'utilisation de cette bande à la Conférence administrative régionale des radiocommunications par satellite de radiodiffusion pour la région 2, en 1983 (CARR 1983). La section 4 présente une discussion des problèmes du partage d'une bande donnée entre les signaux de TVHD et les signaux de la télévision classique, ainsi que les solutions disponibles.

2. Bandes de fréquences disponibles pour le service par satellite de radiodiffusion

En se basant sur les décisions de la CAMR générale de 1979, autrement dit sur les règlements des radiocommunications de janvier 1982, six bandes ont maintenant été attribuées au service par satellite de radiodiffusion. Ce sont:

- la bande des 700 MHz,
- la bande des 2,5 GHz,
- la bande des 12 GHz,
- la bande des 23 GHz,
- la bande des 41 GHz et
- la bande des 85 GHz.

Chacune de ces bandes présente certains avantages et inconvé-

nients pour la livraison de signaux de télévision à haute définition à l'utilisateur final, c'est-à-dire le téléspectateur, certaines d'entre elles convenant mieux que d'autres. Les diverses bandes sont considérées ci-dessous au point de vue de:

- la largeur de bande disponible
- les considérations de partage
- les coefficients de propagation, et
- la disponibilité et la maturité de l'équipement.

2.1 La bande des 700 MHz

La bande allant de 620 MHz à 790 MHz est disponible dans la Table des allocations de fréquences de l'UIT, selon l'apostille 693, même si elle ne se trouve pas dans la Table actuelle des allocations canadiennes. La largeur de bande disponible n'est que de 170 MHz, ce qui est plutôt étroit pour la transmission d'un nombre important de signaux de TVHD, même si elle est 20% supérieure à la fréquence porteuse. L'allocation est "sujette à entente" et est limitée aux systèmes qui transmettent à moins de -129dBW/m^2 dans les zones de service adjacentes. Cela limite les systèmes à ceux qui possèdent des antennes de réception relativement grandes. Le plus grand problème que présente l'utilisation de cette bande est, bien entendu, la nécessité de la partager avec les systèmes de radiodiffusion terrestres de la bande décimétrique (UHF).

L'atténuation causée par la pluie ne constitue pas un problème à de si basses fréquences, même si les effets de la rotation de Faraday semblent indiquer que l'on devrait utiliser une polarisation circulaire.

Du point de vue de la technologie des systèmes, la basse fréquence indique qu'il faudrait utiliser des antennes spatiales déployables, à moins que la surface de rayonnement soit très vaste.

En résumé, on ne considère pas cette bande comme très adéquate pour la transmission de la TVHD, car elle est trop étroite, la fréquence est basse et elle présente des problèmes de partage avec les services terrestres.

2.2 La bande des 2,5 GHz

Cette bande de 190 MHz de largeur qui se situe entre 2 500 MHz et 2 690 MHz est disponible à l'échelle mondiale sur une base de primauté. Elle est utilisée par des systèmes comme INSAT pour la transmission d'émissions de télévision usuelle. Ces systèmes doivent partager la bande avec des systèmes fixes, des satellites fixes et des systèmes mobiles, ce qui peut présenter des problèmes dans certaines régions. Le problème le plus sérieux consiste dans l'étroitesse de la largeur de bande disponible et la nécessité de transmettre à de faibles puissances qui ne dépassent pas $-152\text{dBW/m}^2/4\text{kHz}$ à de faibles angles d'élévation à $-137\text{dBW/m}^2/4\text{kHz}$

à des angles élevés d'élévation, principalement pour protéger les systèmes terrestres. De nouveau, ces bas niveaux nécessiteraient l'utilisation d'antennes de station terrestre assez grandes. C'est la raison pour laquelle on ne considère pas que la bande des 2,5 GHz convienne très bien à la transmission du signal de la TVHD, à peu près pour les mêmes raisons que dans le cas de la bande des 700 MHz.

2.3 La bande des 12 GHz

La "bande des 12 GHz" est différente dans diverses parties du monde, mais elle se situe dans tous les cas entre 11,7 GHz et 12,75 GHz. Dans la région 1, c'est la bande qui se situe entre 11,7 et 12,5 GHz et elle a été planifiée de manière détaillée lors de la CAMR de 1977 sur le satellite de radiodiffusion. Il est possible de réaliser un certain nombre de liaisons montantes, notamment dans la bande de 17,3 à 18,1 GHz. Dans la région 3, la bande est entre 11,7 GHz et 12,2 GHz, planifiée lors de la CAMR de 1977, ainsi que la bande entre 12,5 et 12,75 GHz pour les systèmes de moindre puissance.

Dans la région 2, c'est-à-dire les Amériques, la Table d'allocation des fréquences de l'UIT entre 11,7 et 12,7 GHz est plutôt compliquée. La bande affectée aux services par satellite de radiodiffusion se trouve dans la partie supérieure, entre la plage des 12,1 GHz à 12,3 GHz jusqu'à une limite de 12,7 GHz. (On prendra pour hypothèse dans le reste de cette communication que la bande a 500 MHz de largeur, soit de 12,2 GHz à 12,7 GHz). Cette bande a été planifiée lors de la CARR sur les satellites de radiodiffusion pour la région 2 en 1983 (voir section 3). De même, la bande des 11,7 à 12,2 GHz peut être utilisée par les systèmes à faible puissance, avec une P.I.R.E. de pas plus de 53dBW par émission de télévision au vaisseau spatial, selon l'apostille 836.

La largeur de bande disponible, soit 500 MHz dans chacune des deux bandes adjacentes, semblerait suffisante. Il faut prévoir un partage avec les systèmes terrestres fixes et mobiles, ainsi qu'avec d'autres systèmes de satellite de radiodiffusion transmettant des émissions de télévision classiques (voir section 3). L'atténuation causée par la pluie doit être considérée à 12 GHz, mais cela ne constitue pas un facteur primordial sauf dans les régions très pluvieuses ou lorsque les systèmes ont besoin d'être extrêmement fiables. Des marges de propagation de 2dB à 5dB sont typiques. On a mis au point des systèmes de satellite à 12 GHz dans bon nombre de pays, notamment au Canada, aux États-Unis, en Europe et au Japon. Donc, sous bien des aspects, la bande des 12 GHz semble bien appropriée à la transmission des programmes de la TVHD. Cependant, il faut considérer qu'il faut la partager avec d'autres systèmes de satellite qui, dans certains cas, sont déjà planifiés (voir section 3).

2.4 La bande des 23 GHz

La bande des 23 GHz, qui va de 22,5 à 23 GHz et a donc une largeur 500 MHz, avec des liaisons montantes correspondantes de 27,0 à 27,5 GHz, n'est disponible que dans les régions 2 et 3. Il n'y a pas de limite de puissance volumique-densité de flux pour la transmission par satellite dans cette bande, mais les attributions de fréquences sont sujettes à entente. Étant donné qu'il s'agit d'une nouvelle attribution de satellite dans la région 2, il n'y a pas de problème de congestion orbitale dans la bande, et aucun plan d'action immédiate n'est prévu à l'égard de l'utilisation de cette bande. La propagation des ondes à travers la pluie constitue un plus grand problème à 23GHz qu'à 12 GHz, mais c'est un problème que l'on peut contenir dans la plupart des situations météorologiques et de fiabilité. On peut utiliser, si nécessaire, des antennes plus grandes pour les stations terrestres. Dans plusieurs pays, on effectue actuellement des travaux de recherche et de développement de systèmes de satellites dans cette bande ainsi que dans la bande adjacente des 20/30GHz. C'est pour cette raison qu'il faudrait sérieusement considérer la bande des 23 GHz et ses liaisons montantes correspondantes dans la bande des 27 GHz pour le système de satellite de radiodiffusion de TVHD des années 1980 et 1990.

2.5 Les bandes des 41 GHz et 85 GHz

La bande des 41 GHz et celle des 85 GHz sont toutes deux larges de 2 GHz et elles peuvent transmettre un grand nombre de signaux de TVHD. Il n'y a pas de limite de puissance volumique-densité de flux à l'égard de l'utilisation du satellite dans ces bandes, ce qui ouvre des horizons en ce qui a trait aux caractéristiques requises des systèmes. Ces avantages sont contrebalancés par le fait que les pertes de propagation en cas de pluie sont considérablement plus grandes à ces fréquences et que la conception du système n'en est qu'à ses débuts. C'est la raison pour laquelle ces bandes ne constituent pas un choix de premier ordre dans l'avenir immédiat, mais elles seront certainement utiles à plus long terme.

2.6 Résumé de l'opportunité que présentent les bandes disponibles

Il semble qu'il faudrait sérieusement considérer les bandes de 12 GHz et 23 GHz dans toute conception immédiate de système de TVHD, les bandes de 41 et 85 GHz constituant des solutions possibles à plus long terme. La planification de la bande des 12 GHz, qui fait l'objet de la discussion suivante, impose certains obstacles dans l'utilisation de cette bande pour la télédiffusion de la TVHD par satellite.

3. Planification de la bande des 12 GHz pour la radiodiffusion par satellite

La bande des 12 GHz (voir section 2.3 ci-dessus) a été planifiée lors de la CAMR de 1977 pour les régions 1 et 3. La région 2 a décidé de retarder la planification de cette bande jusqu'en 1983; cela sera fait lors de la CARR de 1983 qui doit se tenir à Genève pendant cinq semaines en juin et juillet 1983.

Le plan de la CAMR de 1977 pour les régions 1 et 3 a été détaillé de façon rigide et a priori. Elle a eu pour résultat l'attribution de cinq canaux dans chaque zone de service dans les deux régions. Les Actes finals de cette conférence, qui constituent maintenant l'annexe 30 des règlements de la radio, spécifient les fréquences des canaux, les polarisations, les niveaux de P.I.R.E., les rayonnements, les positions orbitales des satellites, les largeurs de bande des canaux ainsi qu'un grand nombre d'autres paramètres techniques des systèmes de satellite de radiodiffusion permis en vertu du plan. Un des grands paramètres est que les largeurs de bande des radio-fréquences de 27 MHz doivent être utilisées. Le plan est très rigide si l'on considère l'article 3 de l'annexe 30, et je cite: "Les membres de l'Union adopteront pour leurs stations spatiales de satellite de radiodiffusion ... les caractéristiques spécifiées dans le plan pour ces régions". Si une administration désire mettre en orbite un autre système, il peut le faire en demandant une "modification du plan" de manière à intégrer dans le plan le système qu'il planifie. Cependant, dans certaines parties encombrées de l'orbite, comme à 19° ouest, toutes les administrations intéressées ne pourront peut-être pas s'entendre sur une modification, ce qui restreindra le fonctionnement d'un système de télévision à haute définition.

La situation est manifestement différente dans la région 2, en ce que nos plans ne sont pas encore établis complètement. Cependant, si l'on veut s'écarter de la méthode que suivent les régions 1 et 3, il faudra tenir compte qu'en dehors des exigences possibles de la TVHD, la transmission des émissions de la télévision usuelle par satellite imposera de grandes exigences. On ne peut pas déterminer à l'heure actuelle la façon dont la TVHD et la télévision telle que nous la connaissons en arriveront à un partage, car on n'a pas encore défini de façon précise les systèmes de TVHD. C'est pourquoi il est impossible d'élaborer un plan qui précise la façon dont la TVHD et la télévision classique se partageront les ondes. D'autre part, il n'est guère possible à l'heure actuelle de diviser les affectations de fréquence de la TVHD et de la télévision classique, car on ne connaît pas les exigences spectrales relatives de ces deux médias, même si l'on en connaît plus quantitativement au niveau de la demande de la télévision classique que de la TVHD. C'est la raison pour laquelle l'élaboration d'un mécanisme destiné à permettre l'introduction de systèmes de TVHD dans le plan de la région 2 constitue un problème.

Fort heureusement, cette difficulté s'estompe quelque peu si l'on considère que le plan de la région 2 a besoin d'être plus souple que celui des régions 1 et 3. On a proposé deux approches de planification de ce genre lors de la Rencontre préparatoire à la Conférence (RPC) du CCIR en juin 1982 pour la planification de la CARR. Les États-Unis ont proposé une approche de planification de ce genre, appelé l'Approche de planification d'allocation en bloc ⁽²⁾. Le Canada en a proposé une autre, la Méthode de planification détaillée souple à haute capacité⁽³⁾. Si l'on tient compte des résultats des discussions qui ont eu lieu à la RPC et dans d'autres tribunes, on peut voir qu'il existe bien des similitudes entre ces deux méthodes, même si elles semblent quelque peu différentes à première vue⁽⁴⁾. En vertu de chacune de ces méthodes, la planification serait basée sur un système de satellite de radiodiffusion "standard" très spécifique. Ce système normalisé serait un SRD de télévision usuelle pour livrer les signaux de télévision directement à domicile. On prendrait pour hypothèse que le signal "normalisé" serait un signal de télévision vidéo analogique avec des sous-porteuses audio, dont la fréquence serait modulée dans une porteuse RF, avec une bande passante de l'ordre de 18 à 24 MHz. Cependant, le plan qui en résulterait ne serait pas une description des caractéristiques techniques du système, comme cela a été le cas pour les régions 1 et 3, mais plutôt une description des niveaux d'interférence tolérables entre des paires de systèmes dans le plan. Par exemple, si une administration désirait mettre en place un système de TVHD et si ce dernier n'imposait pas davantage d'interférences subjectives à tout autre système normalisé dans le plan qu'il ne le ferait dans le sien propre, et si l'on ne demandait pas d'autre protection, on pourrait alors adopter nos systèmes de TVHD en vertu du plan. Pour des systèmes aussi différents que la télévision usuelle et la TVHD, faut-il encore déterminer la quantité d'interférences subjectives que l'un des systèmes impose à l'autre. On a suggéré que le CCIR pourrait effectuer ce genre de recherche avant que l'on mette en oeuvre des systèmes de TVHD.

Des différences doivent encore être résolues entre ces méthodes canadiennes et américaines. D'autre part, il n'est pas certain que l'on utilisera l'une de ces méthodes, avec les caractéristiques communes décrites ci-dessus, comme base de planification de la CARR. Cependant, si l'on en croit les discussions qui se sont déroulées à la RPC, ainsi qu'aux réunions du Comité technique permanent II/III de la CITELE et aux rencontres du jury des experts de la CARR de 1983 de l'UIT, il semble que les méthodes utilisées pour la planification comporteront les caractéristiques générales ci-dessus. La manière dont un gouvernement utilisera les fréquences qui lui sont assignées dans le plan reviendra à une décision nationale, dans le cadre des règles générales de partage énoncées ci-dessus. Ce gouvernement devra fixer le volume de ressources assignées qu'il désirera utiliser pour la transmission des émissions de TVHD et la mesure dans laquelle il souhaite l'utiliser pour la transmission de la TV classique. Ainsi, c'est

probablement après la CARR de 1983 qu'un gouvernement donné prendra la décision de mettre en oeuvre la TVHD dans la bande des 12 GHz.

4. Choix de la bande de fréquences pour la livraison de la TVHD

Comme on l'a vu dans la section 3 ci-dessus, on pourra certainement utiliser la bande des 12 GHz pour livrer la TVHD. On peut espérer, même si cela n'est pas certain, que la méthode de planification que l'on utilisera lors de la CARR de 1983 permettra l'introduction tardive de systèmes de livraison de TVHD, sous réserve des limites d'interférence qui n'ont pas encore été définies de façon précise et qui ne le seront probablement pas lors de la CARR.

L'autre solution consiste, par exemple dans une bande qui est planifiée de façon souple mais en détail, à passer à la bande supérieure des 23 GHz, où il y a moins d'obstacles à l'égard des interférences. Il est fort peu probable que l'on utilisera dans le proche avenir la bande des 23 GHz pour la diffusion des émissions de télévision classique. Il se peut que l'on utilise la bande des 23 GHz surtout pour transmettre les émissions de TVHD. Dans ce cas, il semblerait qu'il n'y ait pas de pénurie immédiate de fréquence ou d'orbite et que l'on pourrait continuer à mettre au point des systèmes de satellite parallèlement avec le développement des satellites fixes dans la gamme des 18/30 GHz, à peu près au même rythme que d'autres aspects du concept de la TVHD.

5. Bibliographie

- (1) S.N. Ahmed et M.J. Hunt, "La disponibilité de fréquences pour la TVHD", présenté lors de ce colloque sur la TVHD, octobre 1982.
- (2) États-Unis d'Amérique, "Block Allotment Planning - description and evaluation", document A/13, contribution à la Rencontre préparatoire de la conférence du CCIR, juin 1982.
- (3) Canada, "A flexible high capacity detailed planning approach to the planning of the 12 GHz broadcasting - satellite service at the 1983 Conference", document A/47, contribution à la Rencontre préparatoire à la conférence du CCIR, juin 1982.
- (4) CCIR "Modification de la section 6.2.2 (Méthode de planification) du rapport de l'IWP10-11/2", document A/75 (Rév 2), résultats de la Rencontre préparatoire à la conférence du CCIR, juin 1982.

LA TVHD ET LA TECHNOLOGIE DES ÉCRANS

Takashi Fujio

Laboratoires de recherche technique de la NHK
Tokyo, Japon

1. INTRODUCTION

Dans un système de télévision, l'interface final avec le téléspectateur, c'est l'écran. Le rendement de cet écran détermine l'évaluation de tout le système de télévision. La télévision à haute définition doit comprendre un système qui affiche des images de télévision sur un grand écran afin d'attirer les téléspectateurs et de transmettre un sens de la réalité que les systèmes de télévision actuels n'arrivent pas à atteindre. Il est indispensable que des progrès soient réalisés dans la visualisation de haute finesse sur grand écran pour en arriver à un service pratique de télédiffusion de TVHD. Étant donné que les écrans plats semblent promettre des affichages de haute définition, les laboratoires de la NHK ont axé leur recherche sur les écrans couleur à décharge de gaz. Cependant, à l'heure actuelle, le développement d'un tube à rayons cathodiques de haute finesse constitue le plus court chemin pour la visualisation de la TVHD. La NHK a mis au point un écran de TVHD à 1 025 lignes de balayage, avec un rapport d'image de 5:3.

2. EXIGENCES DE RENDEMENT D'UN ÉCRAN DE TVHD

Tout récepteur de TVHD doit présenter les caractéristiques de rendement suivantes⁽¹⁾:

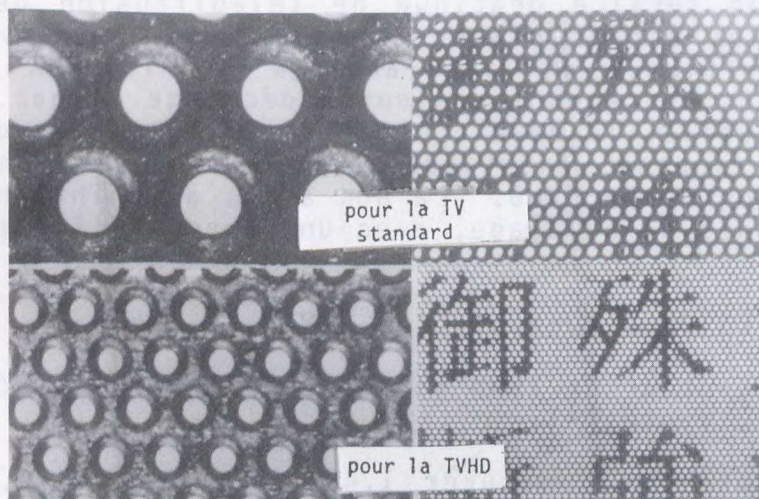
- (1) L'image doit mesurer 1,4 m (largeur) x 0,8 m (hauteur), de manière à présenter une image réaliste et puissante.
- (2) La luminosité doit être d'au moins 30 P_iL. À titre de référence, lorsqu'on a accru la luminosité de l'image de 10 P_iL à 20 P_iL, la qualité subjective de l'image s'est améliorée d'environ un demi-degré sur une échelle d'évaluation de sept degrés.
- (3) La finesse doit être de plus de 1 000 lignes de balayage de l'écran de télévision.

3. ÉCRAN CATHODIQUE

En se basant sur la technologie de la fabrication des téléviseurs couleur pour le système classique, on a mis au point un affichage sur écran cathodique à vision directe pour des images de télévision de haute définition. L'écran va jusqu'à 45 pouces. Le tableau 1 donne les types et les rendements des affichages de haute définition sur écran cathodique que la NHK a mis au point.

3.1 Écran de 22 pouces

En 1970, la NHK a commencé à mettre au point un écran cathodique couleur de 22 pouces, à haute finesse. La finesse d'un tube à masque est déterminée par l'échantillonnage spatial⁽²⁾, par les orifices du masque et par la taille du spot du faisceau d'électrons. On a d'abord essayé d'améliorer la finesse en réduisant à 310 Um le pas de l'orifice du masque, soit environ la moitié du pas du masque utilisé dans les tubes-images couleur classiques. On a mis au point un canon à électrons de haute finesse pour réduire la taille du spot du faisceau d'électron. L'illustration 1 montre la différence des profils des masques du tube couleur à l'égard des affichages de la télévision à haute définition et de la télévision classique et la façon dont les caractères chinois apparaissent à travers ces masques. Le nombre d'éléments imagiers de cet écran à rayons cathodiques de 22 pouces à haute définition est environ quatre fois celui d'un tube-image classique, et on peut y visualiser des images très détaillées. La finesse limite de cet affichage dépasse 1 000 lignes.



Illus. 1 Différences de la forme du masque et de l'aspect de caractères chinois

3.2 Affichage sur grand écran de 30 pouces

En 1977, on a mis au point un tube cathodique de télévision à définition de 30 pouces dont le rapport d'image était de 5:3, de manière à obtenir un écran aussi grand que possible avec un seul tube cathodique⁽³⁾ ⁽⁴⁾. La Matsushita Electronics Corporation et la Matsushita Electric Industrial Company ont collaboré à cette recherche. Le tube cathodique couleur réalisé présente une surface d'écran double de celle d'un tube cathodique classique de 20 pouces, avec environ six fois plus d'éléments d'image (2,6 millions). Étant donné que la surface de phosphore présente une structure à matrice noire, on a amélioré le contraste de l'image. Le pas du masque était de 340 Um, et on a

| Affichages | | Noir et blanc 27 po | TVHD 22 po | Grand écran 45 po | Grand écran 30 po | TVHD 26 po |
|--|----------------------------|------------------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------|
| Nbre lignes de balayage | | 2,125 max | 1,125 | 1,125 | 1,125 | 1,125 |
| Fréquence de trame | | 30 ~ 500 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Rapport ligne/entrelacement | | 1:1 ~ 9:1 | 2:1 | 2:1 | 2:1 | 2:1 |
| Dimension de l'écran (HxLcm) | | 45x60 | 34x44 | 50x100 | 38x63 | 31x52 |
| Superficie de l'écran (cm ²) | | 2 700 | 1 400 | 5 000 | 2 250 | 1 620 |
| Rapport d'image | | 4:3 | 4:3 | 2:1 | 5:3 | 5:3** |
| Écran cathodique | Dimension | 27 po | 22 po | tube de 26 po x 3 | 30 po | 26 po |
| | Ouverture du masque * (µm) | ----- | 310 | 440 | 340 | 370 |
| Largeur de bande vidéo (MHz) | | 120 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Luminance de crête (cd/m ²) | | 150 | 50 | 70 | 100 | 150 |
| Contrôle de la focalisation | | non | non | non | oui | non |
| Année de mise au point | | 1975 | 1973 | 1975 | 1978 | 1979 |

* L'espacement d'ouverture du masque est d'habitude de 660 µm pour les tubes-images classiques.

** Un rapport d'image de 4:3 est également possible.

Tableau 1 Caractéristiques des affichages à haute définition

mis au point un nouveau canon à électrons à haute finesse de manière à améliorer la luminosité et à obtenir une finesse de plus de 1 000 lignes de télévision.

L'illustration 2 montre une vue externe de l'affichage de télévision sur grand écran de 30 pouces. Le téléspectateur peut augmenter jusqu'à quatre fois (par focalisation variable) n'importe quelle partie de l'image de télévision à haute définition, ce qui indique peut-être une façon dont les récepteurs grand public à haute définition seront conçus.

Récemment, on a mis au point des tubes à rayons cathodiques de 26 pouces dont le pas de masque était de 370 μ m et on les a utilisés pour la TVHD. Ces tubes utilisent des lampes de verre classique.

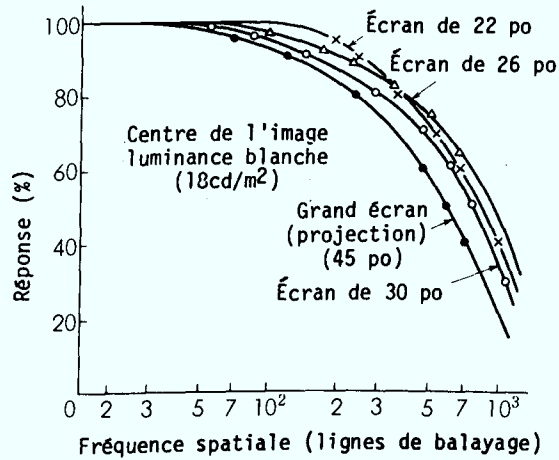
3.3 L'avenir de l'affichage sur écran cathodique

L'illustration 3 montre les caractéristiques de réponse du faisceau d'électrons d'écrans de télévision à haute définition mis au point dans le passé. Ces caractéristiques de réponse sont supprimées et inférieures à la finesse limitatrice déterminée par le pas du masque. Il faudra améliorer ce point ainsi que la luminosité de l'image. Il semble que l'on souhaite la réalisation d'un grand écran d'environ 40 pouces de diagonale pour une visualisation directe de la télévision à haute définition.

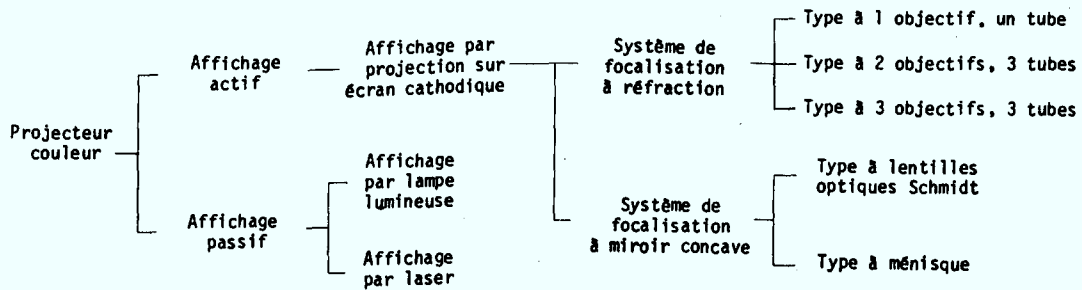
Plusieurs fabricants japonais ont commencé récemment à mettre au point des tubes à rayons cathodiques pour la télévision à haute définition. On en utilise déjà comme terminaux d'ordinateur. On espère que l'on mettra au point un tube à rayon cathodique à grand écran, de haute finesse et hautement fiable pour le bénéfice de la télévision à haute définition de l'avenir destinée au grand public.



Illus. 2 Vue externe de l'affichage sur un grand écran de 30 pouces



Illus. 3 MTF des écrans cathodiques à haute définition



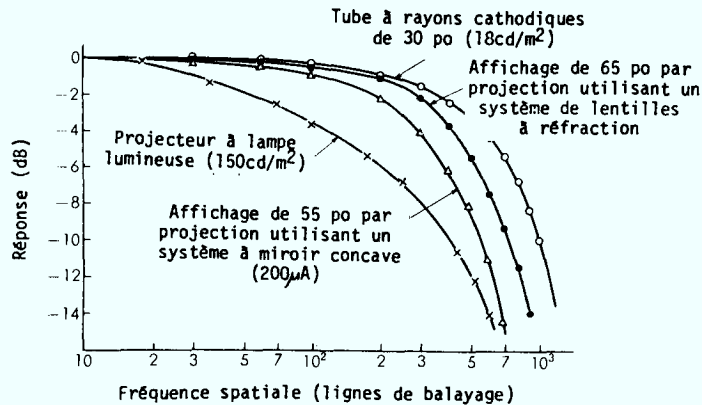
Illus. 4 Classification d'affichages de télévision par projection

4. AFFICHAGE PAR PROJECTION

L'illustration 4 montre une façon de classer les affichages par projection destinés à produire des images de télévision. La projection permet d'obtenir facilement de grandes images sur des écrans cathodiques. Cependant la finesse et les contrastes ne sont guère suffisants et la qualité de l'image ne suffit pas pour la télévision à haute définition.

La NHK a mis au point deux systèmes d'affichage de TVHD par projection pour le grand public. Le premier consiste en un projecteur de 55 millimètres du type à lentilles optiques Schmidt et l'autre en un projecteur de 65 pouces utilisant un système de lentilles à réfraction. Un projecteur de 65 pouces possède une bonne finesse et présente peu de taches lumineuses désagréables. Dans ces projecteurs de TVHD, on a utilisé un système numérique⁽⁵⁾⁽⁶⁾ de compensation de convergence pour reproduire l'image de haute finesse sans erreur de convergence sur toute la superficie de l'image apparaissant à l'écran.

L'illustration 5 montre les caractéristiques MTF de divers projecteurs⁽⁴⁾. Comme le montre cette illustration, les projecteurs donnent un bien moins bon rendement que les images vues directement sur un tube à rayons cathodiques. Il faudra améliorer la finesse et diminuer les taches lumineuses.



Illus. 5 MTF d'affichages de télévision à haute définition

5. AFFICHAGE SUR PANNEAU

Nous qui sommes chargés de mettre au point la TVHD, nous croyons que l'avenir réside dans un affichage sur panneau (ce qui explique les grands efforts qui sont déployés à l'heure actuelle pour étudier les affichages sur panneau à décharge de gaz), et ce pour les raisons suivantes: les affichages sur panneau n'occupent pas beaucoup d'espace; l'image n'est pas déformée; il n'y a pas de problème d'image décentrée ou défocalisée, même dans les plages lumineuses; la luminosité est constante; et le panneau lui-même est agréable à la vue⁽⁷⁾.



Utilisation grand public du projecteur de TVHD

Deux panneaux d'affichage couleur expérimentaux ont été mis au point pour la télévision ordinaire. Le premier est un panneau couleur de 10 po (25,4 cm)⁽⁸⁾ qui utilise de nombreux arrangements de colonnes positives en tant qu'éléments d'image. La luminosité de l'image était de 36 cd/m^2 , le rapport d'image 36:1 et l'efficacité lumineuse $0,065 \text{ lm/W}$. Le second est un panneau couleur de 16 pouces utilisant une luminescence négative. La luminosité de ce dernier n'est pas suffisante si l'on considère l'objectif d'un affichage de TVHD. Les plus grands problèmes qui se présentent pour réaliser un affichage sur panneau de TVHD sont l'amélioration de la luminosité et l'efficacité lumineuse, deux points sur lesquels la NHK s'est penchée au cours des deux ou trois dernières années.

Avec les panneaux expérimentaux qui ont été mis au point récemment⁽⁹⁾⁽¹¹⁾, même s'ils sont petits, on a réalisé des progrès remarquables par comparaison aux panneaux conçus il y a plusieurs années, particulièrement au point de vue luminosité et efficacité. La luminosité a déjà atteint le niveau que l'on peut considérer comme un but final. L'efficacité a également atteint le niveau qui ne nécessite que quelques améliorations. Cependant, il est manifeste qu'il existe de grandes différences entre ces panneaux expérimentaux et les affichages de télévision à haute définition, au point de vue de la dimension des écrans et du pas des cellules. La NHK continuera à orienter ses travaux de recherche avec la conviction que les panneaux à décharge de gaz offrent de grandes possibilités pour l'affichage de la télévision à haute définition.

6. UN AUTRE AFFICHAGE POUR LA TVHD

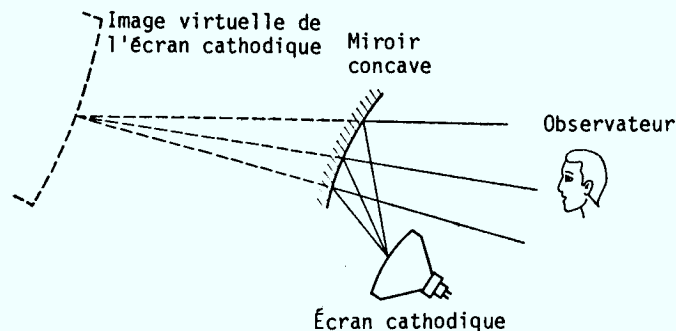
6.1 Affichage par lampe lumineuse pour la TVHD(4)

On utilise beaucoup les projecteurs à lampe lumineuse pour les systèmes de télévision ordinaire sur grand écran. La NHK a remodelé cet affichage en 1980, conformément aux normes de la TVHD, afin d'atteindre un niveau élevé de luminosité et de finesse. On a utilisé une lentille anamorphique de haute finesse pour convertir les images projetées à un rapport de 5:3. Grâce à cette conversion, on a réussi à obtenir une luminosité de plus de 100PⁱL sur un écran de 67 pouces. Mais la finesse de l'image affichée sur l'écran n'est pas suffisante.

6.2 Affichage d'une image virtuelle à l'aide d'un miroir concave(12)

En ce qui a trait à d'autres applications du tube-image, on a réussi à afficher une image virtuelle agrandie (illus. 6). Ce dispositif allie l'utilisation d'un tube-image de 30 pouces et d'un grand miroir concave; étant donné que l'on peut produire une image grossie à partir d'un point éloigné, on obtient une sensation de stéréoscopie.

La principale caractéristique de ce système est que, contrairement aux affichages du type à projection, la luminosité de l'écran ne diminue pas même si on augmente sa taille. Étant donné que la distance d'observation est relativement petite, ce système conviendrait à un usage personnel (illus. 7).



Illus. 6 Système d'image virtuelle

7. LA CINÉMATOGRAPHIE ÉLECTRONIQUE PAR LE SYSTÈME DE TVHD(13)

Le système de télévision à haute définition que la NHK est en train de mettre au point a été conçu non seulement pour la télédiffusion, mais également pour d'autres utilisations qui nécessitent une haute finesse d'image. La qualité de l'image

équivalent à celle d'une diapositive de 35 millimètres et elle est supérieure à celle d'un film cinématographique de 35 millimètres. Par conséquent, on peut l'utiliser pour la production de films cinématographiques de haute qualité.



Illus. 7 Un miroir fabriqué

La NHK a mis au point un enregistreur à rayons laser qui permet d'enregistrer l'image de télévision directement sur la pellicule à l'aide de rayons laser modulés par le signal de la télévision ordinaire. Cette technologie peut s'appliquer à la production de films cinématographiques en utilisant un système de TVHD. Pour produire un film de cinéma avec l'enregistreur à rayons laser, il faut enregistrer l'image sur un négatif couleur de 35 millimètres de façon à pouvoir tirer des épreuves en couleur du film. Lorsqu'on utilise une pellicule négative couleur ordinaire pour enregistrer le signal de TVHD avec des rayons laser, la qualité est la même que celle des films de cinéma ordinaires.

Cependant, étant donné que l'intensité des rayons laser dans l'enregistreur est très élevée, on peut utiliser pour l'enregistrement une pellicule de faible sensibilité mais de haute résolution. Lorsqu'on utilise une pellicule de tirage de haute résolution et à grains fins au lieu de la pellicule négative couleur ordinaire, on peut obtenir un film de 35 millimètres qui présente une excellente qualité pictorielle, comme celle d'un film de cinéma ordinaire de 70 millimètres. L'illustration 8 montre une image enregistrée sur une pellicule de tirage de 35 millimètres pour la production de films cinématographiques à l'aide d'un signal de TVHD. Dans un très bref avenir, on utilisera le système de TVHD et la technologie de l'enregistreur à rayons laser pour produire des films de cinéma.



Illus. 8 Image enregistrée sur un film de cinéma de 35 mm à l'aide d'un enregistreur à rayons laser pour la TVHD

8. CONCLUSION

Le système de télévision à haute définition que la NHK est en train de mettre au point peut transmettre et reproduire une information vidéo contenant environ cinq fois plus de détails que le système usuel de télévision. Il s'agit d'un tout nouveau système, avec un grand écran (rapport d'image de 5:3) de très fine texture. La reproduction de ces images sur un grand écran donne un sens de réalisme qui dépasse de beaucoup celui de la télévision classique.

La qualité de l'image du système de télévision à haute définition est égale ou supérieure à celle d'une diapositive de 35 millimètres. Lorsqu'on passe du vidéo au film, on peut utiliser une pellicule à grain extrêmement fin, quelle que soit la sensibilité, grâce à un rayon laser. Cela permet de produire avec efficacité des films de haute définition: c'est ce que l'on appelle le cinéma électronique.

C'est pour ces raisons que nous explorons maintenant la possibilité d'utiliser cette télévision à haute définition pour créer toutes sortes de systèmes d'images dont la société d'information de demain aura besoin: câblodistribution, production de films cinématographiques, vidéotex, transmission de mots et d'images minuscules, téléconférence et autres usages analogues, sans oublier la télédiffusion.

À l'heure actuelle, la NHK se livre à des études qui visent principalement à assurer une application efficace de la télévision à haute définition à la télédiffusion. Parmi les sujets à l'étude, citons la technologie de la compression de bande, un dispositif d'affichage offrant de nouvelles possibilités et un dispositif de conversion de la télévision au film utilisant la technologie du laser. De plus, en collaboration étroite avec nos collègues du monde entier, nous effectuons des recherches visant à mettre au point des caractéristiques unifiées et globales pour la télévision à haute définition.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) T. Fujio, High-Definition, Wide-Screen Television System for the Future, IEEE Trans., vol. BC-26, n° 4, déc. 1980.
- (2) T. Komoto et T. Kubo, L'affichage de haute définition en couleur sur écran cathodique, rapport technique de la NHK, vol. 16, n° 10, (1973); en japonais.
- (3) S. Sato et T. Kubo, Picture Quality for High-Definition TV, 30-inch Wide-Screen Color Display, IEEE Tokyo Section, Denshi Tokyo 1980, n° 19.
- (4) T. Kubo, Development of High-Definition TV Displays, IEEE Trans., vol. BC-28, n° 2, juin 1982.
- (5) T. Fujio, T. Komoto et T. Kubo, Système numérique de convergence, brevets japonais n° 984097 et n° 987070, janv. 1980.
- (6) T. Komoto et K Takaya, Digital Convergence System for High-Definition TV Display, TGTEBS, TEBS54-1, ITE Japan, juin 1979.
- (7) Gas-Discharge Panels for Color TV Display, NHK Technical Monograph, n° 28, 1979.
- (8) R. Kaneko et ses collègues, Color TB Display Using 10-in Planar Positive-Column Discharge Panel, Symposium international SID 1978.
- (9) T. Sakai et ses collègues, Panneau à décharge de gaz utilisant le BaAl₄ comme cathode (II), communications du Groupe technique sur les dispositifs électroniques, Institut des ingénieurs électroniciens et commerciaux du Japon, vol. 81, n° 55, ED 81-25, pp. 61-66 (1981); en japonais.
- (10) H. Murakami et ses collègues, Amélioration de l'efficacité lumineuse sur le panneau couleur à décharge d'impulsion, avec mémoire; communications du Groupe technique sur les dispositifs électroniques, Institut des ingénieurs électroniciens et commerciaux du Japon, vol. 81, n° 55, ED 81-23, pp. 49-54 (1981); en japonais.
- (11) M. Yokozawa, Mélange de gaz d'azote pour un panneau d'affichage couleur à plasma, communications du Groupe technique sur les dispositifs électroniques, Institut des ingénieurs de télévision du Japon, vol. 3, n° 30, ED 474, pp. 69-74 (1979); en japonais.
- (12) Y. Ninomiya, Parabolic Mirror Made by the Rotation Method: Its Fabrication and Defects, Appl. Opt., vol. 18, n° 11, pp. 1835-1841 (1979).
- (13) Y Sugiura, T. Motoki, Laser Beam Recorder for Video to Film Transfer, NHK Technical Monograph, - High-Definition Television - n° 32, juin 1982.

LA PROGRAMMATION, LE MATÉRIEL ET LES SERVICES:
UNE VUE D'ENSEMBLE DE L'IMPACT POSSIBLE DE LA TVHD

Carrol Bowen et Michel Guite

Kalba Bowen Associates Inc., É.-U.

Bon après-midi. Nous allons avoir une séance passablement occupée et nous essayerons qu'elle soit d'aussi bonne tenue que la précédente. Cette séance, qui durera tout le reste de l'après-midi, est particulièrement axée sur l'application, les services de programmation et le matériel de production.

Nous commencerons immédiatement par la première communication, qui est un aperçu général de l'impact de la télévision à haute définition. Elle sera donnée par deux auteurs, Carrol Bowen et Michel Guite, de Kalba Bowen Associates.

M. Bowen, Carrol Bowen, est le vice-président exécutif de Kalba Bowen Associates. Il a dirigé la planification de la câblo-distribution et des concessions y afférentes à Boston, à Chicago et dans bien d'autres localités aux États-Unis. Il s'est également spécialisé dans les implications du nouveau média de communication pour les radiotélédiffuseurs, les producteurs d'émissions et les organismes sportifs, s'intéressant notamment aux aspects du droit d'auteur et de la télévision payante. Avant de fonder Kalba Bowen Associates en 1973, M. Bowen était directeur du MIT Press et associé principal du Centre d'études techniques avancées du MIT.

M. Michel Guite a reçu son doctorat de l'université Stanford en 1977 et il est actuellement vice-président de Cable America, une entreprise de câblodistribution que possède Cable Casting de Toronto et qui fonctionne à Atlanta et Los Angeles. Il s'intéresse principalement à la communication par satellite, aux communications internationales et aux applications de la communication de la télévision payante. Je crois comprendre que les travaux qu'il nous décrira ici cet après-midi sont basés sur une étude effectuée pour le compte de CBS. M. Bowen en présentera l'introduction, M. Guite donnera les aspects techniques et les implications et je pense que M. Bowen terminera par une analyse des décisions politiques relatives à la commercialisation de la télévision à haute définition et prononcera le mot de la fin.

Je vous recommande de garder vos questions jusqu'à la fin de l'exposé. Monsieur Bowen, la parole est à vous.

M. Bowen: Après cette introduction technologique, c'est un conférencier sans peur et sans reproche que vous avez devant vous. Lorsque M. Bachard m'a appelé en juin, je lui ai dit que je serais heureux de préparer un essai très fouillé ou une brève monographie sur le sujet des nouveaux marchés qui s'offrent aux produits, aux services et aux programmes de la vidéo améliorée.

En août, j'ai dit à M. Hara que je serais heureux de préparer un bref essai sur le sujet. Au fur et à mesure que la date se rapprochait, je me suis trouvé réduit à préparer un aperçu de la question. Aujourd'hui, j'aimerais vous offrir, au nom de Michel Guite et moi-même, quelques notes pour un aperçu d'un essai sur les nouveaux marchés des produits, services et programmes de la vidéo améliorée.

J'espère également que vous nous pardonneriez l'esprit de clocher qui domine notre présentation. Kalba Bowen Associates est une petite entreprise, relativement jeune, de Cambridge (Massachusetts) qui a passé les dix dernières années à examiner l'impact du nouveau média de communication sur les marchés traditionnels, les produits et les services de communication. L'intérêt que nous avons porté à la télévision à haute définition ne provient pas exclusivement du projet de CBS. Nous avons commencé à regarder de près les satellites à diffusion directe tout d'abord pour le compte de la National Association of Broadcasters des États-Unis, en 1979, et nous avons suivi après cela les divers éléments de l'ensemble au fur et à mesure que leur position s'établissait sur le marché et que l'on mettait au point des stratégies pour leurs attributions de SDD aux États-Unis. Lorsque la division technique du réseau de CBS a été confrontée par une demande à la fois de la FCC et de sa propre haute direction qui voulait savoir quelles étaient les dimensions d'un marché dans des circonstances très incertaines, elle a choisi la solution élégante qui consiste à s'adresser à des conseillers. C'est notre firme d'experts-conseils qui a travaillé avec eux pendant cette période, pour mesurer le marché de la télévision à haute définition, et cela nous a conduit à mener d'autres travaux dans ce domaine. Aujourd'hui, dans les trente minutes qui nous sont imparties, vous n'aurez peut-être pas de quoi vous repaître à satiété, mais vous m'entendrez me lancer dans une longue évocation du rôle que j'ai joué, pour en arriver à un petit sandwich de données américaines qui vous donneront peut-être quelques indications sur au moins notre perception des possibilités commerciales de quelques produits vidéo.

Le domaine des applications de la télévision à haute définition est bien plus vaste que ce que nous envisagions au début comme étant le seul mode de distribution de la télévision à haute définition par satellite à diffusion directe, et j'aimerais dire quelques mots à ce sujet. La motivation de la recherche qui a conduit à améliorer la qualité de la télévision grand public n'a pas été axée, et ne devrait pas non plus l'être maintenant, exclusivement sur une meilleure finesse. L'amélioration de la qualité de la vidéo a présenté de multiples facettes et s'est manifestée en un certain ordre tout au long des annales de la télévision. Certains travaux de recherche avaient un caractère ergonomique, en ce qu'ils s'adressaient aux facteurs humains du visionnement. On pourrait raisonnablement classer la plus grande partie de ces travaux sous le terme de recherche sensorielle, plutôt que de recherche vidéo. Quels sont les produits de ces travaux? Nous avons assisté à vraiment très peu d'amélioration

dans le son des appareils de télévision, mais cela semble enfin devenir une réalité; par contre, nous avons connu une très grande amélioration de l'image. Nous avons également gagné une certaine diversité dans la taille des écrans. Ce qu'il y a peut-être de plus important que les changements qui se sont produits peu à peu dans les appareils de télévision, c'est la bien plus grande prise de conscience du rôle du téléspectateur dans la perception vidéo. Les changements que l'on se propose de faire dans la proportion de l'image de la télévision à haute définition constituent simplement une autre manifestation de cet aspect.

J'ai été très intéressé par le résumé de la NHK faisant allusion à l'histoire de la recherche perceptuelle ou visuelle à l'égard de la télévision: "Cette recherche a été bien plus significative que n'importe quelle amélioration de la résolution en termes de production d'une image, d'une sensation que le téléspectateur de la télévision ordinaire percevrait comme bien meilleure".

Pour établir un contexte et une transmission dans laquelle on pourrait mesurer la télévision à haute définition au point de vue commercial, il faut se souvenir que nous vivons dans deux mondes différents. (Voir le tableau A: Le contexte et la transmission de la télévision) Il y a un monde dans lequel les SDD sont très visibles en Europe, l'hémisphère occidental et l'Asie. Mais il y a aussi à l'horizon un monde où la télévision par câble peut ou non être présente en grand nombre. Aujourd'hui, la pénétration du câble au Japon est d'environ 10%, alors qu'elle est de 14% au Royaume-Uni. À l'autre extrémité de l'échelle, ce chiffre est de 60% au Canada et de 30% aux États-Unis. Avec 35%, l'Allemagne se situe à peu près au milieu de l'échelle.

Cependant, dans chacun de ces deux mondes, le SDD apparaîtra certainement avant 1987. Donc, dans le court terme, la transmission de la télévision à haute définition se fera par câble coaxial et micro-ondes ou ruban magnétoscopique, mais d'ici 1986 ou 1987, ce seront les SDD qui prendront la relève. La transmission par fibres optiques ne figure pas dans cet horizon temporel.

En ce qui a trait au rythme d'évolution de la télévision à haute définition, je me laisse inspirer par une citation de feu Vannevar Bush, qui disait: "Nous surestimons toujours l'impact d'une nouvelle technologie à court terme et nous la sous-estimons à long terme." Nous avons besoin de très longues périodes pour faire place aux innovations fondamentales de la communication, beaucoup plus longtemps que ce dont nous pouvons nous souvenir. Les innovations en communication ont toujours pris une dizaine d'années pour pénétrer le marché de façon modeste, dix à vingt ans pour atteindre 10% et jusqu'à trente ans pour atteindre 30%. L'exemple que j'aimerais citer ici est l'avènement de la radiodiffusion FM et de la fabrication des appareils de radio de ce type aux États-Unis. (Tableau B: Production des usines de radios FM)

Les premiers appareils de radio FM sont apparus à titre expérimental à peine en 1935. Au cours des quinze années d'après-guerre, de 1950 à 1965, la pénétration du FM n'a été que d'environ 15%. Il a fallu attendre une autre décennie pour que ce chiffre double et, aux États-Unis, c'est finalement au cours des cinq années suivantes, de 1975 à 1980 que le FM a pénétré au niveau que nous voyons au bas du tableau, c'est-à-dire 76,8%.

En 1980, les achats d'appareil FM ou AM/FM dominaient 78% de toutes les ventes d'appareils de radio, soit 29 millions sur environ 38 millions d'appareils de radio vendus. Il a fallu 35 années à partir de l'introduction initiale du service pour qu'il s'intègre totalement au marché. En 1965, la FCC a émis son premier règlement qui a imposé un pourcentage de dédoublement entre la programmation radio FM et AM. La période qui s'est écoulée depuis 1965 jusqu'à la dominance du FM dans le marché en 1980 s'est étalée sur 15 ans. En 1973, qui est la première année à partir de laquelle nous disposons de données à ce sujet, la radio FM regroupait 28% de tous les auditeurs d'émissions de radio de 12 ans et plus. En 1981, la part de l'auditoire total qui revenait à la radio FM était de 59%.

J'aimerais ajouter que ce rythme d'évolution est également vrai pour la télévision par câble. Nos systèmes de câblodistribution ont commencé aux États-Unis vers la fin des années 1950. Il a fallu attendre 15 ans et l'introduction de la télévision payante pour en arriver à 20%, et au cours des cinq dernières années le gain a été de 10 autres pourcents. (Tableau C: Croissance de l'industrie du câble, 1960-1982)

Le rythme d'évolution de la télévision couleur est également analogue. (Tableau D: La télévision couleur en tant que pourcentage du nombre de foyers américains). Michel Guite parlera directement de la rapidité avec laquelle cette innovation particulière s'est produite, car notre extrapolation pour nos travaux sur la télévision à haute définition est fortement basée sur l'analogie de l'introduction des appareils couleur sur le marché et de leur acceptation par le grand public.

J'ai parlé jusqu'à présent des modes possibles de transmission de la télévision à haute définition et du rythme de l'évolution d'innovations de communication analogues. Mais l'environnement de la réglementation est tout aussi important que la technologie. De façon générale, le moins on a à déranger les dispositions institutionnelles existantes, le plus vite l'innovation se réalise. Par exemple, la télévision payante se serait peut-être développée davantage aux États-Unis qu'elle ne l'a fait au Canada si les climats qui règnent dans ces deux pays au niveau de la réglementation avaient été similaires.

Enfin, des innovations de communication ont presque toujours besoin de circonstances spéciales. De façon caractéristique, elles se sont produites dans des petits marchés avec des prix unitaires très élevés, dans un contexte aussi peu réglementé que

possible, et en présentant des possibilités de substitutions institutionnelles aussi vastes que possible. On peut se demander la façon dont cela se passera dans le contexte de plusieurs marchés. (Tableau E: Produits et marchés possibles de la télévision à haute définition).

TABLEAU A

LE CONTEXTE ET LA TRANSMISSION DE LA TVHD PAR PAYS

| | <u>BANDE/CASSETTE MAGNÉTOSCOPIQUE</u> | <u>CÂBLE</u> | <u>SDD</u> | <u>SPECTRE D'ÉMISSION VHF/UHF</u> |
|----------------|---|--------------|------------|---|
| Japon | 3% + 1-1/2%/an | 10% | 1987 | très congestionné |
| États-Unis | 2% + 2%/an | 30% | 1984 | VHF congestionné UHF partiellement disponible |
| Canada | 2% + 1%/an | 60% | 1983 | disponible |
| Allemagne ou | | 35% | 1984-5 | très congestionné |
| Royaume-Uni ou | 3% + 2%/an | 14% | 1986-90 | congestionné |
| Australie | 5% + 2%/an | 10% | 1985 | disponible |

Mode dominant de transmission de la TVHD:

SDD là où la géographie l'impose

Câble

Micro-ondes

Fibres optiques

TABLEAU B

PRODUCTION ANNUELLE D'APPAREILS DE RADIO PAR TYPE ET MODÈLE
(en milliers d'unités)
AUX ÉTATS-UNIS, 1960-1980

| <u>Année</u> | <u>AM</u> | <u>FM/AM-FM</u> | <u>Total</u> | <u>production de FM/ production totale de radio</u> |
|--------------|-----------|-----------------|--------------|---|
| 1965 | 35 389 | 6 337 | 41 727 | 15,2% |
| 1970 | 23 095 | 21 332 | 44 427 | 47,3% |
| 1973 | 26 174 | 24 042 | 50 198 | |
| 1974 | 17 862 | 26 130 | 43 992 | |
| 1975 | 12 095 | 22 420 | 34 151 | 65,0% |
| 1976 | 17 828 | 26 273 | 44 101 | |
| 1977 | 18 048 | 34 878 | 52 926 | |
| 1978 | 15 988 | 32 047 | 48 035 | |
| 1979 | 12 583 | 27 446 | 40 029 | |
| 1980 | 8 752 | 28 974 | 37 726 | 76,8% |

Source: Electronic Market Data Book, Édition 1981, Electronic Industries Association, 1981, p. 17.

TABLEAU C
CROISSANCE DE L'INDUSTRIE DU CÂBLE
(1960-1982)

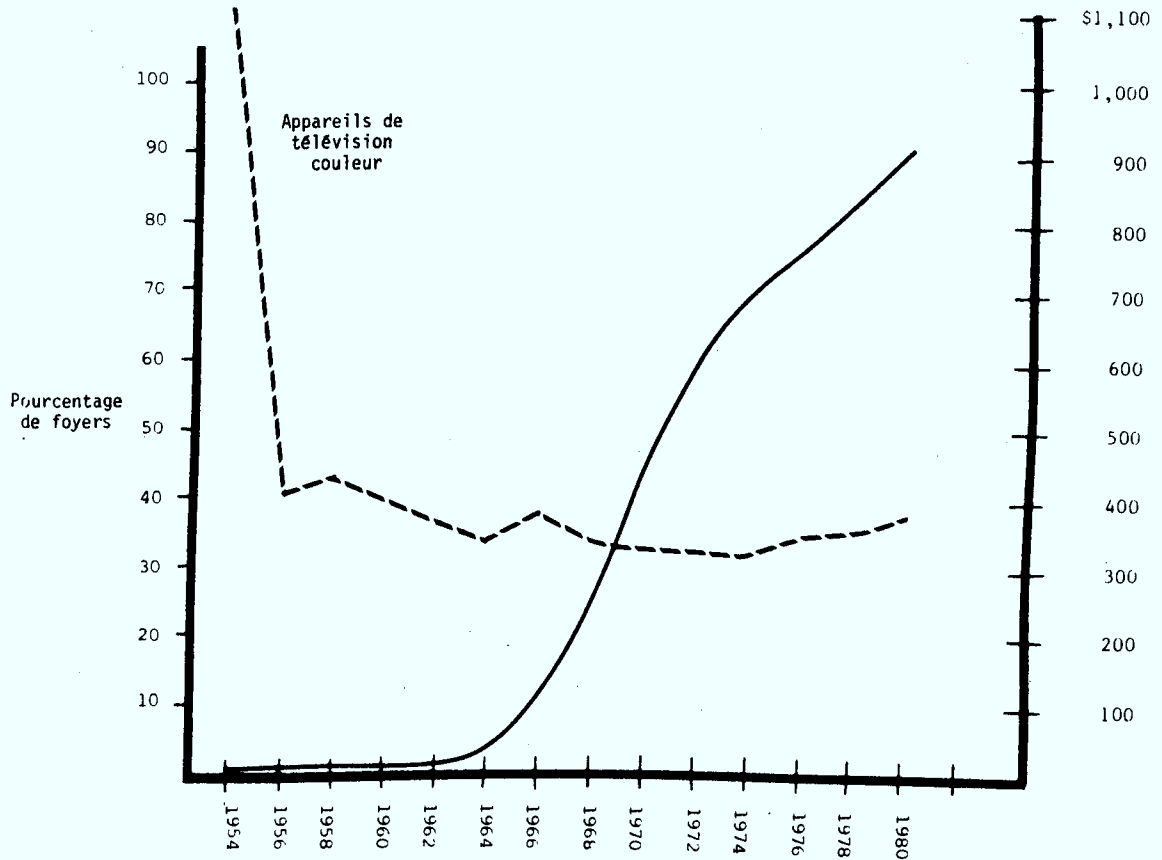
| <u>Année</u> | <u>Nbre de systèmes de câble</u> | <u>Nbre d'abonnés (000)</u> | <u>Foyers américains avec la télé(000)</u> | <u>% de foyers abonnés au câble</u> |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------------|
| 1960 | 640 | 650 | 45 200 | 1,4 |
| 1965 | 1 325 | 1 275 | 53 800 | 2,4 |
| 1970 | 2 490 | 4 500 | 59 389 | 7,6 |
| 1975 | 3 506 | 9 800 | 68 771 | 14,3 |
| 1976 | 3 681 | 10 800 | 70 573 | 15,5 |
| 1977 | 3 832 | 11 900 | 71 556 | 17,3 |
| 1978 | 3 997 | 13 000 | 73 307 | 17,7 |
| 1979 | 4 100 | 15 000 | 76 300 | 20,0 |
| 1980 | | 18 000 | 77 700 | 23,8 |
| 1981 | | 21 600 | 79 100 | 27,3 |
| 1982 | | 24 900 | 80 700 | 30,9 |

Source: The Emergence of Pay Cable Television, Technology and Economics, Inc., juillet 1980, and Cable Television 1981, Donaldson, Lufkin et Jenrette, février 1981.

c Kalba Bowen Associates, Inc. 1982.

TABLEAU D

LA TÉLÉVISION COULEUR EN TANT QUE POURCENTAGE DU NOMBRE DE FOYERS AMÉRICAINS PAR COMPARAISON AU COÛT MOYEN D'UN APPAREIL DE TÉLÉVISION COULEUR, 1954-1980



* En dollars nominaux

Années

Source: The Mass Media, p. 372

1954 à 1980

- - - moyenne du coût d'un appareil de télévision couleur

— télé couleur en tant que pourcentage du nombre de foyers américains

TABLEAU E

PRODUITS ET MARCHÉS POSSIBLES DE LA TVHD

1. Le marché des consommateurs

- Appareils de télévision amélioré (moins que la TVHD intégrale)
- Téléviseurs de TVHD
- Projecteurs de TVHD
- Lecteurs de vidéodisques de TVHD
- Antennes réceptrices de TVHD
- Jeux vidéo de TVHD

2. Le marché de la diffusion

- Arcades de jeux vidéo
- Cinémas
- Bars, hôtels, etc.
- Expositions commerciales
- Expositions de vente au détail
- Applications en circuit fermé (compagnies d'aviation, médecine, etc.)
- Téléconférences

3. Le marché de la production

- Longs métrages (caméras, enregistreurs)
- Émissions de télévision (caméras, enregistreurs)
- Systèmes de transfert
- Systèmes de copie

4. Le marché de la transmission

- Télédiffusion
- Câblodistribution
- Micro-ondes
- Satellite (fixe)
- Satellite (diffusion)
- Antennes réceptrices de télévision

5. Le marché des terminaux

- Ordinateurs
- Vidéotex
- Applications spéciales (télébanque, PDV)

TABLEAU E (suite)

6. Le marché des périphériques

- Bandes magnétoscopiques de TVHD
- Cassettes de TVHD
- Disques de TVHD
- Imprimantes de TVHD
- Câbles de TVHD, etc.

7. Le marché des composantes

- (Pièces spécialisées dont ont besoin un ou plusieurs des segments ci-dessus, par exemple les processeurs de signaux de TVHD, les composantes de projection, etc.)

Cet éventail de marchés est bien plus vaste que les applications du SDD. Je ne dirai rien de plus au sujet du marché numéro 1, celui des consommateurs, si ce n'est qu'il présente une liste qui est loin d'être complète; il faudrait y ajouter tout l'équipement d'interface qui permettrait de brancher les récepteurs de télévision à haute définition sur du matériel additionnel dans les foyers.

En ce qui a trait au marché numéro 2, celui de la diffusion, on s'entend en général pour dire qu'il fera bientôt son apparition, particulièrement sous la forme d'un remplacement des techniques de distribution du film. Une critique de l'avènement précoce de la télévision à haute définition, July Barnathan, d'ABC, a été citée dans Broadcasting Magazine; elle aurait dit que la première apparition de la télévision à haute définition se présentera certainement sous la forme de projection sur grand écran dans des complexes de cinéma.

Dans le domaine des arcades, il existe une très forte pression pour des jeux de télévision à haute définition. Les jeux d'arcade présentent deux aspects modaux. Le premier est ce que l'on appelle l'aspect promotionnel, dans des jeux où la télévision à haute définition offre une grande attirance visuelle, mais qui sont également programmables. Cet élément promotionnel, auquel s'intéressent beaucoup les fabricants, nécessite une bien meilleure base graphique que celle dont disposent à l'heure actuelle les jeux courants. Le deuxième aspect, le mode de jeu, peut tolérer une moins bonne finesse.

Le premier élément du marché numéro 3, celui de la production, sera certainement le matériel de montage et les caméras électroniques. Ils ont tous deux dépassé le stade expérimental et on peut maintenant en trouver sur le marché. Ils permettent d'éliminer une partie des frais de transfert et de copie. L'un de nos autres conférenciers démontre qu'en éliminant simplement le transfert, on peut réduire de façon générale les coûts de production vidéo de, peut-être, 5%. Les frais de copie s'élèvent actuellement à 10% du coût total d'une épreuve de film de cinéma.

Dans le marché numéro 4, celui de la transmission, l'ordre dans lequel les divers éléments entreront dans le marché sera probablement l'inverse de ce que l'on voit ici. Nous plaçons la télédiffusion à la fin, et ce pour des raisons bien manifestes. C'est le domaine le plus réglementé, et celui où la pratique et la tradition imposent le plus de contraintes. C'est certainement aussi celui qui représente le plus fort investissement de la part des consommateurs, si l'on songe aux appareils de télévision existants. Notre ordre probable serait donc la bande magnétoscopique et le disque, puis le câble et les micro-ondes, puis le SDD, pour terminer par la diffusion terrestre.

Au sujet du marché numéro 5, mon collègue Wes Vivian peut en parler plus savamment que moi. On peut voir que le vidéotex

entrera rapidement sur le marché, coïncidant peut-être avec les ordinateurs personnels.

Quant au numéro 6, les périphériques de la télévision à haute définition et leurs composantes, il dépend beaucoup des produits énumérés dans les marchés numéro 1 à 5.

Maintenant que nous avons rapidement passé en revue ces produits et marchés possibles de la télévision à haute définition, j'aimerais faire un bref résumé: nous devrions nous attendre à ce que la télévision à haute définition se conforme généralement aux règles des innovations qui ont eu lieu dans les communications. Premièrement, elle sera d'abord offerte à de petits marchés; deuxièmement, le prix unitaire sera relativement élevé au début; troisièmement, elle desservira des utilisateurs commerciaux et institutionnels qui peuvent se permettre ces coûts élevés; quatrièmement, elle utilisera des modes de transmission non réglementés, c'est-à-dire tout ce qui n'est pas télédiffusion; et, cinquièmement, à notre avis, les produits et services de la télévision à haute définition s'élaboreront chaque fois que cela sera possible à partir des technologies existantes de la communication: les jeux, les vidéocassettes et les disques, la projection et la télévision.

Je cède maintenant la parole à Michel Guité, qui vous parlera de l'étude commerciale sur la télévision à haute définition que Kalba Bowen Associates a effectuée pour le compte de CBS.

M Guite: L'objectif de ma présentation est de démontrer à combien de ventes d'appareils de télévision à haute définition nous pouvons nous attendre au cours des dix à quinze prochaines années et à quels coûts de production.

Les consommateurs se sont déjà trouvés confrontés par une situation analogue à celle que leur présentera peut-être la télévision à haute définition, d'abord dans les années 1940 avec la radio FM, puis dans les années 1950 avec la télévision couleur. Dans le cas de la radio FM, la similitude réside dans ce que le spectre électro-magnétique occupé pour diffuser une programmation de plus haute qualité était considérablement plus grand que l'espace spectral nécessaire pour la diffusion de la programmation AM traditionnelle. Dans le cas de la télévision couleur, l'attribution des fréquences du spectre n'a pas changé mais l'introduction de la couleur a modifié radicalement la conception du récepteur de télévision; les consommateurs ont dû dépenser des sommes considérables pour acheter des récepteurs qui leur permettaient de recevoir des émissions de télévision en couleur. Dans les deux cas, que ce soit avec la radio FM ou la télévision couleur, les innovateurs pensaient remplacer la norme du jour par une technologie qui améliorerait considérablement la qualité de la réception.

Lorsqu'elle a été lancée sur le marché, la télévision couleur offrait une meilleure qualité d'image à raison d'un prix considérablement plus élevé. Le tableau D démontre qu'il a fallu attendre au moins dix ans avant que la télévision couleur commence à faire des progrès considérables, par comparaison au noir et blanc, au point de vue du nombre de téléviseurs achetés par les détaillants. Il a fallu attendre 18 ans, jusqu'en 1971, pour que la télévision couleur pénètre dans plus de 50% de tous les foyers américains. Et il a fallu presque 30 ans avant que la télévision couleur domine totalement le marché.

En 1953, le prix de gros d'un téléviseur couleur était de 1 100\$, par comparaison à un prix moyen de 150\$ pour un téléviseur noir et blanc. En 1962, cette différence était réduite à 352\$ par comparaison à 128\$.

Les conclusions que je tire de cette situation, et qui peuvent avoir une certaine importance pour la télévision à haute définition, sont les suivantes:

Premièrement, dans les débuts de toute nouvelle technologie, une petite partie des consommateurs veulent faire preuve d'innovation dans la programmation, dans le visionnement ou dans la qualité de l'écoute, même si cela leur coûte cher, mais la plupart des consommateurs ne le désirent pas.

Deuxièmement, ceux qui prennent des risques pour offrir de nouveaux services de meilleure qualité s'embarquent peut-être dans des plans de six à douze ans avant que leur technologie ne

commence à être acceptée et ne nécessite 15 à 25 années de plus pour devenir prépondérante si tant est qu'elle atteigne un grand succès.

Troisièmement, les consommateurs américains ont déboursé volontiers des frais supplémentaires considérables inhérents à une réception améliorée des émissions diffusées par la radio et la télévision. Dans le cas de la télévision couleur, depuis 1965, les consommateurs ont démontré qu'ils pouvaient payer un prix moyen trois ou quatre fois plus élevé que pour la télévision en noir et blanc.

La TVHD aura-t-elle du succès?

La télévision à haute définition s'avérera-t-elle une innovation à succès ou non? Voyons un peu une autre série de projections. On trouvera ci-après une série de tableaux des technologies actuelles des communications pour le divertissement et l'information grand public. Ils constituent une projection des dépenses des consommateurs pour ces technologies au cours des dix prochaines années.

Les tableaux 1 à 9 démontrent le volume relatif des dépenses des consommateurs américains pour les grandes composantes d'un environnement d'information/divertissement grand public relatif à la télévision à haute définition. Il est bon de noter que chaque fois que l'on a disposé de sources publiées pour bâtir des hypothèses, elles sont citées. Ces notes constituent une partie importante des tableaux. Même si les projections ne sont valables que pour les États-Unis, les progrès réalisés dans chacune de ces technologies auront des répercussions sur les développements canadiens. Les tableaux illustrent les investissements considérables que les consommateurs effectueront à l'égard des services de divertissement vidéo à domicile, avec ou sans la télévision à haute définition. Le tableau 9 est un résumé de la situation; il présente une projection des dépenses totales des consommateurs, par foyer, pour l'achat de récepteurs de télévision et d'ordinateurs personnels, de l'abonnement à la télévision par câble et à la télévision payante, ainsi qu'une relation entre les produits et les services vidéo grand public.

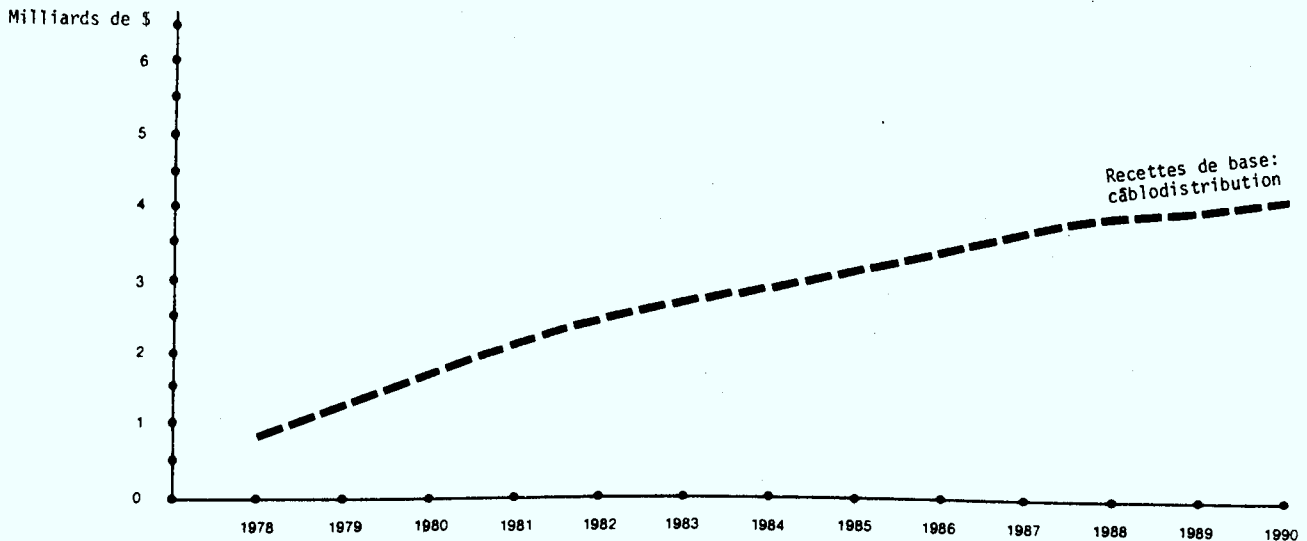
Nos projections montrent que les dépenses pour les services vidéo à domicile passeront de 128\$ par an en 1981 à 194\$ en 1985 et à 259\$ en 1990 dans les foyers possédant la télévision. Pour ces mêmes catégories, les dépenses totales de tous les foyers équipés de télévision passeront au cours de la même période, en coûts et en dollars, de 10,3 milliards de dollars en 1981 à 16,8 milliards en 1985 et à 29,9 milliards en 1990.

Je devrais vous dire, en aparté, qu'il semble que les dépenses que les consommateurs ont effectuées au titre de l'information et du divertissement au cours des 40 dernières années ont été, en moyenne, constantes par rapport aux dépenses totales du grand public, soit entre 3% et 4% du revenu personnel

annuel. Étant donné que nous prévoyons que cette même limite supérieure de 3% à 4% persistera, il semble que quelqu'un devra en souffrir. Si l'on dépense plus d'argent à l'égard des services dont nous parlons à l'heure actuelle, il faudra que l'argent se répartisse dans les autres catégories de dépenses.

TABLEAU 1

La câblodistribution: recettes d'un service de base

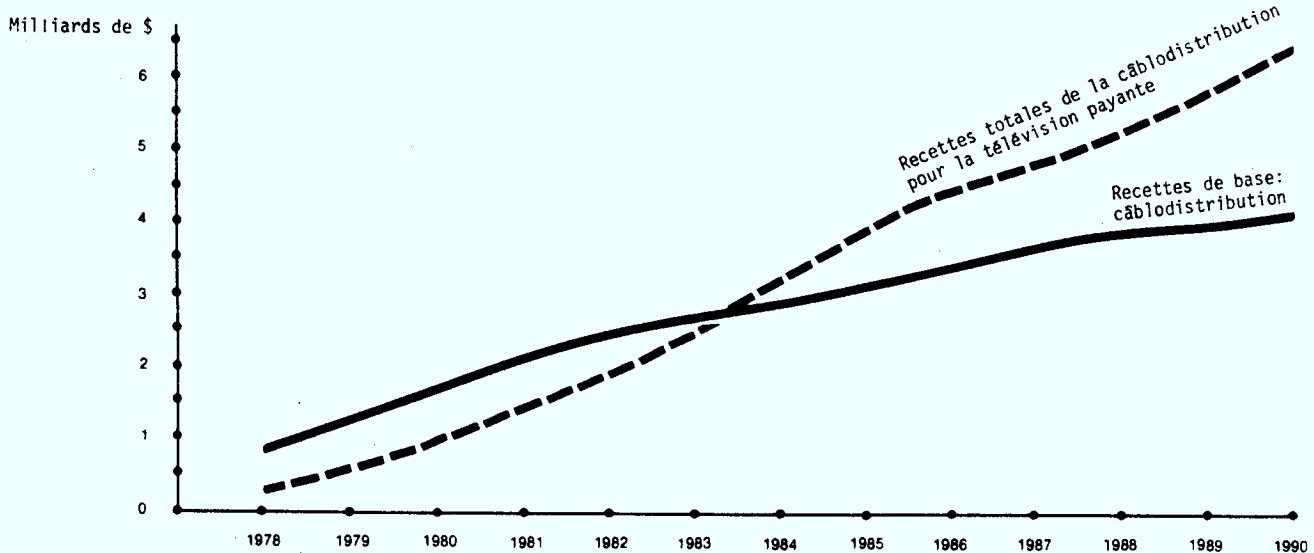


| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|--|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre total de foyers américains jusqu'en 1990 ^{1/} | 76.0 | 77.3 | 79.3 | 80.7 | 82.1 | 83.5 | 84.9 | 86.3 | 87.5 | 88.7 | 89.9 | 91.0 | 92.3 |
| Nombre de foyers avec téléviseur (MM) ^{2/} | 74.2 | 75.6 | 77.7 | 79.1 | 80.7 | 82.2 | 83.7 | 85.2 | 86.3 | 87.5 | 88.7 | 89.8 | 91.1 |
| Nombre de foyers avec téléviseur (%) | 97.6 | 97.7 | 97.9 | 98.1 | 98.3 | 98.4 | 98.5 | 98.6 | 98.6 | 98.6 | 98.6 | 98.6 | 98.6 |
| Nombre de foyers desservis par la câblodistribution ^{3/} | 27.3 | 29.3 | 32.8 | 40.7 | 47.1 | 53.7 | 60.3 | 65.8 | 70.2 | 73.5 | 75.7 | 77.9 | 80.1 |
| % de tous les foyers ayant un téléviseur | 36.7 | 30.7 | 42.2 | 52.4 | 58.4 | 65.3 | 72.0 | 77.2 | 81.3 | 84.0 | 85.3 | 88.0 | 88.0 |
| Nombre de foyers abonnés au câble (MM) ^{4/} | 9.3 | 13.9 | 18.0 | 21.6 | 24.9 | 28.3 | 31.9 | 35.3 | 38.5 | 41.2 | 43.4 | 45.6 | 47.9 |
| % de tous les foyers ayant un téléviseur | 19.0 | 20.5 | 23.8 | 27.3 | 30.9 | 34.4 | 38.1 | 41.4 | 44.6 | 47.1 | 48.9 | 50.7 | 53.0 |
| % de tous les foyers desservis par le câble | 51.7 | 43.0 | 56.4 | 53.1 | 53.0 | 52.7 | 52.9 | 53.6 | 54.8 | 56.1 | 57.3 | 58.5 | 60.0 |
| Projection des recettes des services de base, par abonné, pour un service de télévision non payant ^{5/} | 7.26 | 7.56 | 7.85 | 8.20 | 7.95 | 7.72 | 7.48 | 7.26 | 7.26 | 7.26 | 7.26 | 7.26 | 7.26 |
| Projection des recettes d'un service de base pour tous les abonnés, pour la télévision non payante (MM) | 810 | 1261 | -1695 | 2125 | 2375 | 2621 | 2863 | 3075 | 3354 | 3589 | 3781 | 3972 | 4173 |

- Basé sur les projections de la section D du Bureau américain du recensement, et en utilisant les moyennes pondérées pour intégrer les tendances intégrées de 1964 à 1978 avec les proportions actuelles à partir de 1978. Voir Statistical Abstract of the U.S., 1980, Bureau américain du recensement, Washington, D.C.
- Basé sur des données de A.C. Nielsen and Compagny, jusqu'en 1980, ainsi que sur des discussions avec le personnel de A.C. Nielsen pour les projections jusqu'en 1990.
- Basé sur les données opérationnelles de la câblodistribution de 1978 à 1981; ainsi que sur Cable Television - 1981 (Donaldson, Lufkin et Jenrette, février 1981, pour les projections de 1981-1990).
- Basé sur les données d'exploitation de la câblodistribution de 1978 à 1981; et sur Cable Television - 1981 (Donaldson, Lufkin et Jenrette, février 1981, pour les projections de 1981-1990).
- Basé sur les données d'exploitation de la câblodistribution de 1978 à 1981; et sur Cable Television - 1981 (Donaldson, Lufkin et Jenrette, février 1981, pour les projections de 1981-1990).
- Basé sur les données d'exploitation de la câblodistribution de 1978 à 1981. Ces résultats opérationnels montrent que les taux fondamentaux de la câblodistribution qui se sont élevés à raison d'environ 4,3% durant une période lorsque l'indice des prix à la consommation est passé à plus du double des indices économiques des autres services de divertissement ont monté d'environ 6,9% par an. En ce qui a trait au service de câblodistribution de base mensuel, nous avons projeté une baisse de 3% par an en dollars constants de 1982, jusqu'en 1985, les charges restant constantes de 1986 à 1990.

TABLEAU 2

La câblodistribution: recettes de la télévision payante

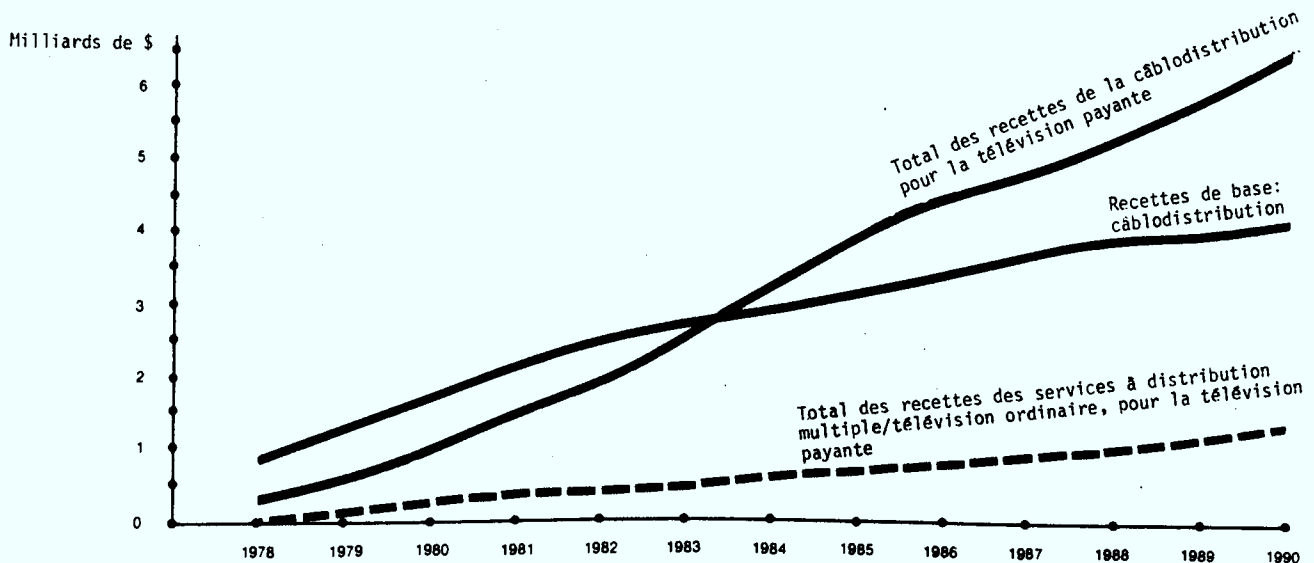


| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre de foyers avec téléviseur (MM) | 74.2 | 75.6 | 77.7 | 79.1 | 80.7 | 82.2 | 83.7 | 85.2 | 86.3 | 87.5 | 88.7 | 89.8 | 91.1 |
| Nombre de foyers abonnés au câble (MM) ^{1/} | 9.3 | 13.9 | 18.0 | 21.6 | 24.9 | 28.3 | 31.9 | 35.3 | 38.5 | 41.2 | 43.4 | 45.6 | 47.9 |
| Nombre de foyers abonnés à la télévision payante | 3.3 | 5.7 | 8.8 | 12.2 | 14.4 | 16.9 | 20.0 | 23.6 | 25.1 | 26.6 | 28.3 | 30.0 | 31.9 |
| % de tous les foyers avec téléviseur | 4.4 | 7.5 | 11.3 | 15.1 | 18.1 | 20.6 | 23.9 | 27.7 | 29.0 | 29.9 | 31.9 | 33.4 | 35.0 |
| % de foyers abonnés au câble | 35.5 | 41.0 | 48.9 | 56.1 | 57.8 | 59.7 | 62.7 | 66.9 | 65.2 | 64.6 | 65.2 | 65.8 | 66.6 |
| Services de télévision payante/abonnés ^{2/} | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.7 |
| Coût mensuel par service de télévision payante ^{3/} | 8.09 | 8.44 | 8.80 | 8.85 | 8.95 | 9.15 | 9.45 | 9.80 | 9.80 | 9.80 | 9.80 | 9.80 | 9.80 |
| Total des recettes de la câblodistribution pour la télévision payante (MM) | 320 | 577 | 929 | 1425 | 1855 | 2412 | 3175 | 3885 | 4422 | 4695 | 5321 | 5650 | 6377 |

1. Les chiffres sont basés sur les données d'exploitation de la câblodistribution de 1978 à 1981. Les projections de l'industrie du câble à l'égard de la télévision payante utilisent communément les abonnements à la télévision payante au lieu du nombre d'abonnés en tant qu'unité de mesure de base. Étant donné l'incertitude considérable de l'avenir de la télévision payante et de la télévision à péage (par émission), des services de télétexte de la télévision payante ainsi que de ses taux multiétagés et autres, toutes les projections sont hypothétiques. Nous sommes arrivés à une estimation conservatrice de 13,4 millions d'abonnements à la télévision payante et à 1,1 service de télévision payante par abonné à ce système, pour un total estimatif de 12,2 millions de foyers recevant au moins un service de télévision payante par le câble. Pour 1982-1985, nous avons augmenté de 18% par année le nombre de foyers possédant la télévision payante. Pour 1986-1990, nous avons réduit cette croissance à 6,2% par année.
2. Les projections des exploitants des systèmes multiples de câblodistribution visant les nouveaux grands marchés urbains en 1980 et 1981 ont montré en général une anticipation de 1,6 abonnement à la télévision payante par abonné au service de câblodistribution de base. Même si certains exploitants de systèmes multiples ont utilisé des projections plus ou moins élevées, les propositions de câblodistribution de Dallas, de Portland, d'Omaha, d'Atlanta, de Los Angeles et d'autres villes ont été basées sur un rapport 1:1,6.
3. Les frais moyens d'abonnement à la télévision payante pour 1978-1980 sont basés sur des rapports de l'industrie - de The Pay TV Census - 1980 (Paul Kagan Associates Inc., Carmel, Californie, 1981). Les tarifs de la télévision payante se sont accrus de 4,33% de 1978 à 1979 et de 4,27% de 1979 à 1980. Ces chiffres représentent des réductions en dollars constants pour chaque année et nous avons considéré que cette tendance devrait continuer. Cependant, la concurrence accrue qui se livre entre les programmeurs de la production de la télévision payante augmentera probablement les prix de gros qui seront imposés aux exploitants de la câblodistribution.

TABLEAU 3

Recettes des services à distribution multiple et de la télévision ordinaire

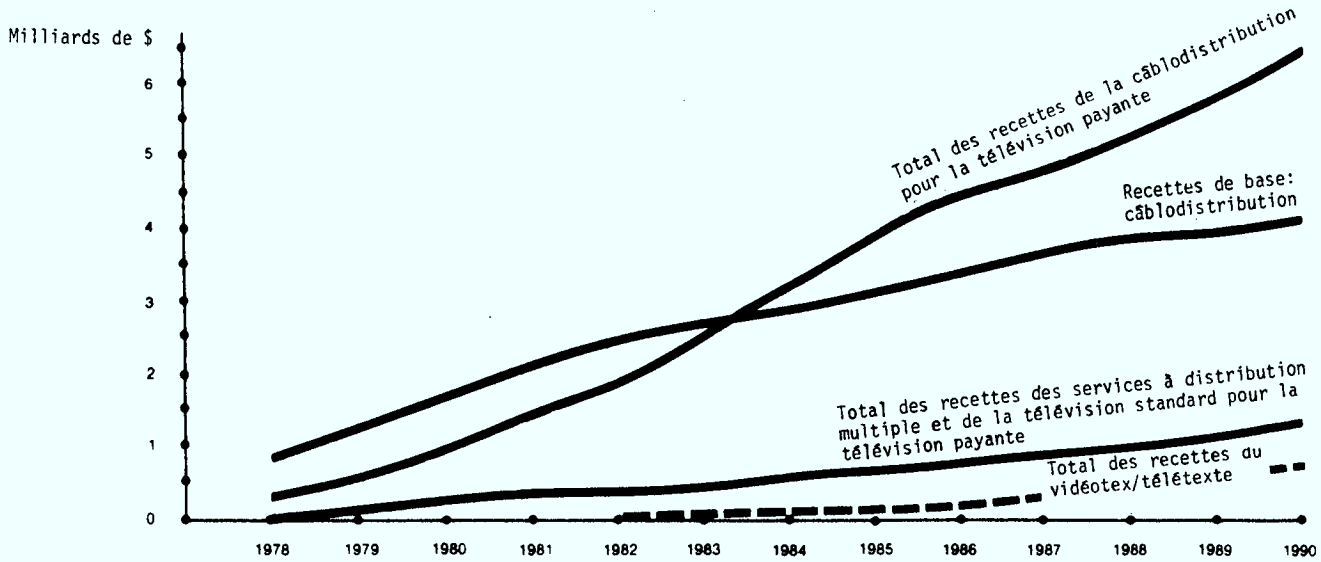


| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| Nombre de foyers avec téléviseur (MM) | 74.2 | 75.6 | 77.7 | 79.1 | 80.7 | 82.2 | 83.7 | 85.2 | 86.3 | 87.5 | 88.7 | 89.8 | 91.1 |
| Nombre de foyers qui ont accès à des services à distribution multiple ou de télévision ordinaire (MM) ^{1/} | 6.3 | 16.9 | 24.5 | 27.6 | 31.1 | 35.1 | 41.0 | 81.0 | 82.0 | 83.0 | 84.0 | 85.0 | 86.0 |
| Nombre de foyers abonnés à un service à distribution multiple/télévision ordinaire (MM) ^{2/} | .3 | .7 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.8 | 3.3 | 3.9 | 4.6 | 5.4 | 6.4 |
| % de tous les foyers avec téléviseur | .4 | .9 | 1.6 | 1.8 | 2.1 | 2.4 | 2.8 | 3.3 | 3.8 | 4.5 | 5.2 | 6.0 | 6.9 |
| Services de télévision payante par abonné à la télévision payante | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.3 |
| Coût mensuel par chaîne de télévision payante ^{3/} | 14.53 | 17.27 | 17.84 | 17.84 | 16.69 | 15.62 | 12.00 | 10.00 | 9.00 | 8.82 | 8.82 | 8.82 | 8.82 |
| Total des recettes des services à distribution multiple/télévision ordinaire, à partir de la télévision payante (MM) | 50 | 140 | 267 | 314 | 346 | 382 | 518 | 571 | 737 | 825 | 973 | 1143 | 1354 |

- Chiffres basés sur les données d'exploitation de l'industrie des services à distribution multiple et de la télévision ordinaire pour 1978-1981, comme rapporté dans The Pay TV Census 1981 (Paul Kagan Associates, Carmel, Californie, 1981).
- Les répercussions à long terme de la concurrence des services à distribution multiple et de la télévision ordinaire par rapport aux abonnés de la câblodistribution et de la télévision payante ne sont que partiellement connues. Étant donné que les services à distribution multiple à deux canaux ne sont disponibles à l'heure actuelle que sur une base expérimentale, que l'on discute à l'heure actuelle de la possibilité de tels services sur des canaux multiples et que la télévision ordinaire sur deux canaux est en train d'être introduite, ces technologies livreront probablement une âpre concurrence à la câblodistribution à l'égard des services de télévision payante non interactifs.
- La moyenne des tarifs mensuels actuels de la télévision ordinaire est tombée de 19,58\$ par mois en 1979 à 19,37\$ en 1980. Les frais des services à distribution multiple ont augmenté de 14,24\$ à 15,08\$ dans une période comparable. Étant donné la concurrence que se livrent le SDO et la câblodistribution, nous pensons que les tarifs de la télévision ordinaire et des services à distribution multiple baisseront à des totaux comparables à ceux du SDO et de la câblodistribution. Nous prévoyons que les coûts mensuels baisseront à la moyenne du tarif individuel d'un canal de câble de télévision payante en 1986 et qu'ils resteront à 10% au-dessous de ce chiffre pendant la période de 1987 à 1990.

TABLEAU 4

Recettes de la vidéo/télétexte

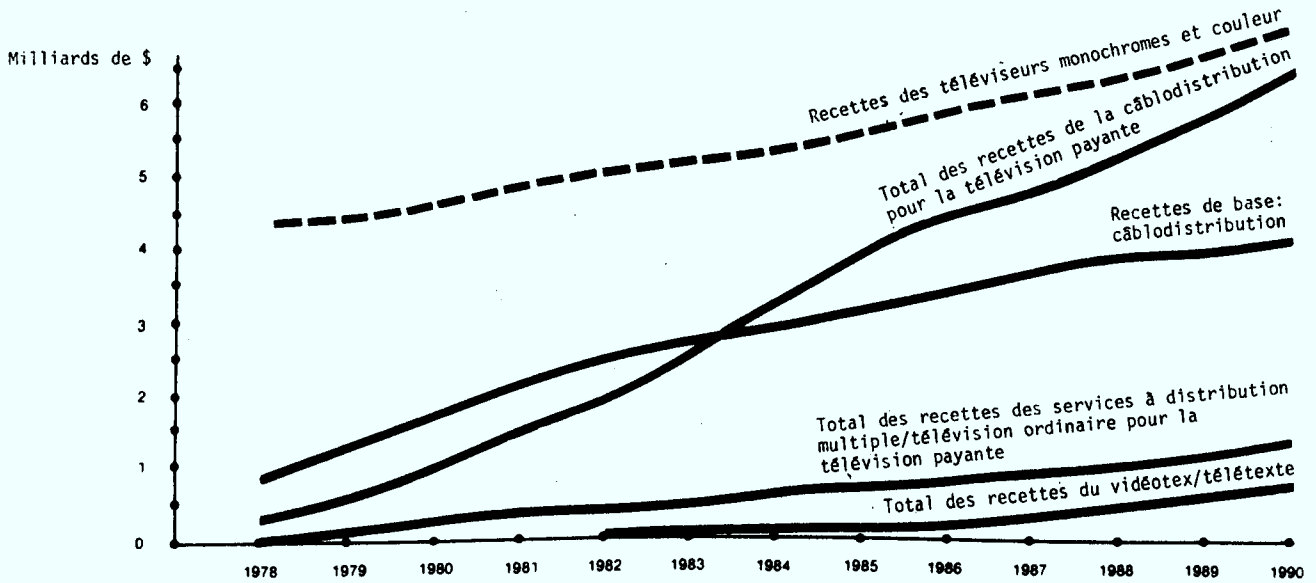


| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre de foyers avec téléviseur (MM) | 76.0 | 77.3 | 79.3 | 80.7 | 82.1 | 83.5 | 84.9 | 86.3 | 87.5 | 88.7 | 88.9 | 91.0 | 92.3 |
| Nombre de foyers abonnés au câble (MM) | 9.3 | 13.9 | 18.0 | 21.6 | 24.9 | 28.3 | 31.9 | 35.3 | 38.5 | 41.2 | 43.4 | 45.6 | 47.9 |
| Nombre de foyers abonnés à la télévision payante (MM) | 3.3 | 5.7 | 8.8 | 12.2 | 14.4 | 16.9 | 20.0 | 23.6 | 25.1 | 26.6 | 28.3 | 30.0 | 31.9 |
| Nombre de foyers abonnés à un service à distribution multiple/télévision ordinaire (MM) | .3 | .7 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.8 | 3.3 | 3.9 | 4.6 | 5.4 | 6.4 |
| Nombre de foyers abonnés au vidéotex/télétexte par un service à distribution multiple/télévision ordinaire par câble, par ondes hertziennes et téléphone (MM) 1/ | -- | -- | -- | .02 | .05 | .1 | .5 | 1.5 | 3.0 | 5.0 | 7.0 | 10.0 | 14.0 |
| Moyenne des recettes/abonné/mois | -- | -- | -- | -- | 3.00 | 3.0 | 3.3 | 3.5 | 3.8 | 4.0 | 4.3 | 4.5 | 4.8 |
| Total des recettes (MM) | -- | -- | -- | -- | .04 | 3.6 | 19.5 | 63.0 | 135 | 240 | 357 | 540 | 792 |

1. Ces projections sont plus conservatrices que celles qu'effectue l'industrie du vidéotex/télétexte. Par exemple, dans Viewdata Report, mai 1981, 1:34, les prévisions sont de 2,5 millions de foyers équipés de vidéotex/télétexte d'ici 1985, alors que nos chiffres sont de 1,5 million. Selon toute une gamme de sources, les prévisions relatives au pourcentage de foyers américains équipés de télévision et utilisant des services d'information électronique à domicile passeraient de 25% à 90% d'ici 1990, alors que nos chiffres sont de 16%. IRD News, dans son numéro du 14 mars 1980, p. 4, estime à 500 millions de dollars les frais directs et à 2,75 milliards les recettes publicitaires des services de télétexte et de vidéotex, pour un total de 3,5 milliards.

TABLEAU 5

Dépenses des consommateurs pour la télévision monochrome et couleur



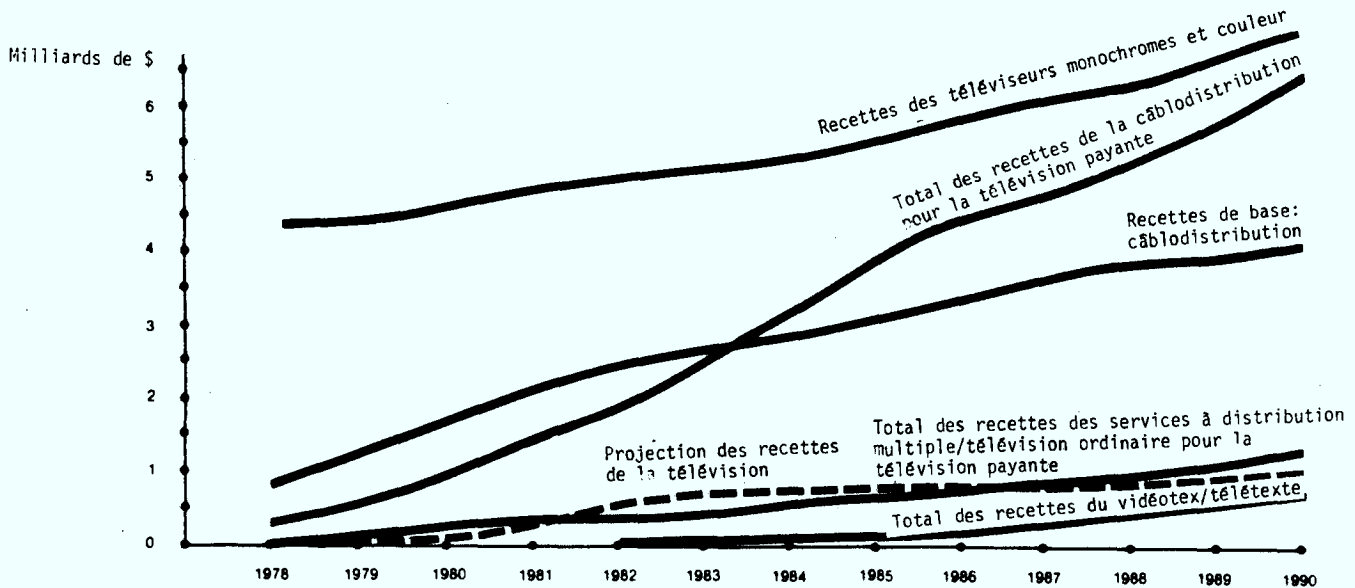
| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre de téléviseurs monochromes vendus (MM) _{1/} | 6.4 | 6.5 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.3 |
| Nombre de téléviseurs couleur vendus (MM) _{1/} | 10.5 | 10.2 | 10.6 | 10.7 | 10.7 | 10.8 | 10.9 | 11.0 | 11.2 | 11.3 | 11.4 | 11.6 | 11.7 |
| Nombre total de téléviseurs (MM) | 16.9 | 16.7 | 17.2 | 17.3 | 17.3 | 17.4 | 17.4 | 17.5 | 17.7 | 17.8 | 17.8 | 18.0 | 18.0 |
| Prix moyen/téléviseur _{2/} | \$249 | 253 | 262 | 272 | 283 | 294 | 306 | 319 | 331 | 344 | 358 | 373 | 387 |
| Chiffre d'affaires total (MM) | 4223 | 4245 | 4532 | 4705 | 4896 | 5116 | 5324 | 5582 | 5859 | 6123 | 6372 | 6714 | 6966 |

1. Le nombre de téléviseurs vendus entre 1978 et 1980 est tiré de Electronic Market Data Book 1981, Electronic Industries Association, 1981. Les projections des ventes de téléviseurs monochromes sont basées sur la continuation des modèles de 1955 à 1980. Les projections des ventes de téléviseurs couleur sont basées sur la continuation du modèle de 1973 à 1980. Ces dernières ne comprennent pas les ventes des appareils de télévision à projection. Un recensement des téléviseurs dans les foyers, effectué par RCA en 1981, indique que plus de 43 millions d'appareils de télévision couleur aux États-Unis datent de plus de six ans et auront besoin d'être remplacés. Nos estimations sont conservatrices par comparaison à une projection que l'on pourrait établir à partir de ce chiffre.
2. Nous prévoyons que le prix de l'ensemble des composantes électroniques internes des téléviseurs actuels baissera d'environ 30% et que les augmentations qui pourront peut-être se manifester proviendront de la préférence des consommateurs à l'égard d'un son de meilleur qualité, de la disponibilité de la mémoire d'un micro-ordinateur et des capacités d'affichage pour les services de vidéotex ou de télétexte. Le principal élément de l'augmentation annuelle moyenne de 4% dans le prix des téléviseurs indiquée ici correspond à l'augmentation du nombre de téléviseurs couleur vendus, proportionnellement au nombre total de ventes d'appareils de télévision.

KALBA BOWEN ASSOCIATES INC.

TABLEAU 6

Projection des dépenses des consommateurs de la télévision



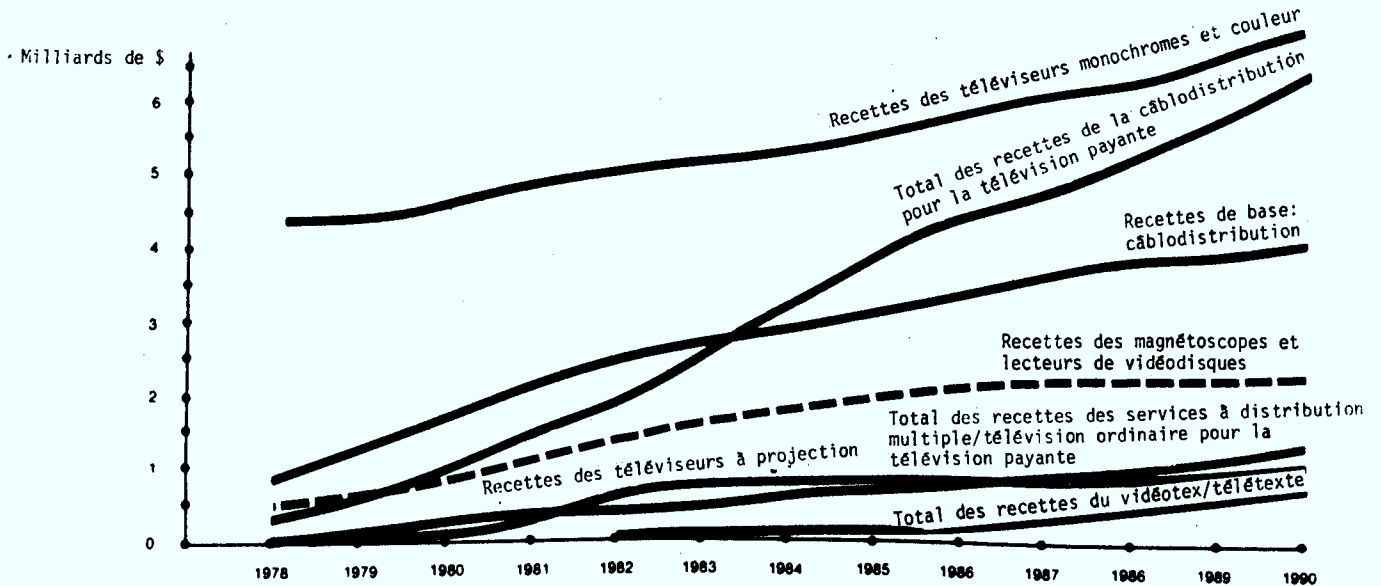
| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Total de téléviseurs à non-projection vendus (MM) | 16.9 | 16.7 | 17.2 | 17.3 | 17.3 | 17.4 | 17.4 | 17.5 | 17.7 | 17.8 | 17.8 | 18.0 | 18.0 |
| Total de téléviseurs à projection vendus (MM) ^{1/} | .015 | .026 | .057 | .118 | .244 | .260 | .280 | .300 | .320 | .340 | .360 | .380 | .430 |
| Prix moyen/téléviseur à projection ^{2/} | 2400 | 2640 | 2904 | 2760 | 2620 | 2490 | 2420 | 2370 | 2350 | 2320 | 2300 | 2280 | 2220 |
| Total des ventes de téléviseurs à projection (MM) | 36 | 69 | 166 | 326 | 639 | 647 | 677 | 711 | 752 | 789 | 828 | 866 | 955 |

1. Le nombre d'appareils de télévision à projection vendus de 1978 à novembre 1981 sont les chiffres réels rapportés à l'Electronic Industries Association. Les chiffres de 1981 englobent une augmentation de 8,33% pour décembre. Avant l'introduction de la télévision à haute définition, nous devons prendre pour hypothèse que les ventes unitaires d'appareils de télévision à projection demeureront dans la gamme de 1,5% à 2% des téléviseurs à non-projection vendus, le chiffre de vente (en dollars constants) se situant entre 13% et 14% de la vente de téléviseurs à non-projection.

2. En ce qui concerne les prix moyens des téléviseurs à projection, nous prenons ici pour hypothèse une courbe d'apprentissage de production de 5%. En utilisant les prix moyens de 1981 comme base, chaque fois que le volume de production cumulatif double, le coût unitaire tombe de 5%.

TABLEAU 7

Dépenses des consommateurs pour les magnétoscopes/
vidéocassettes

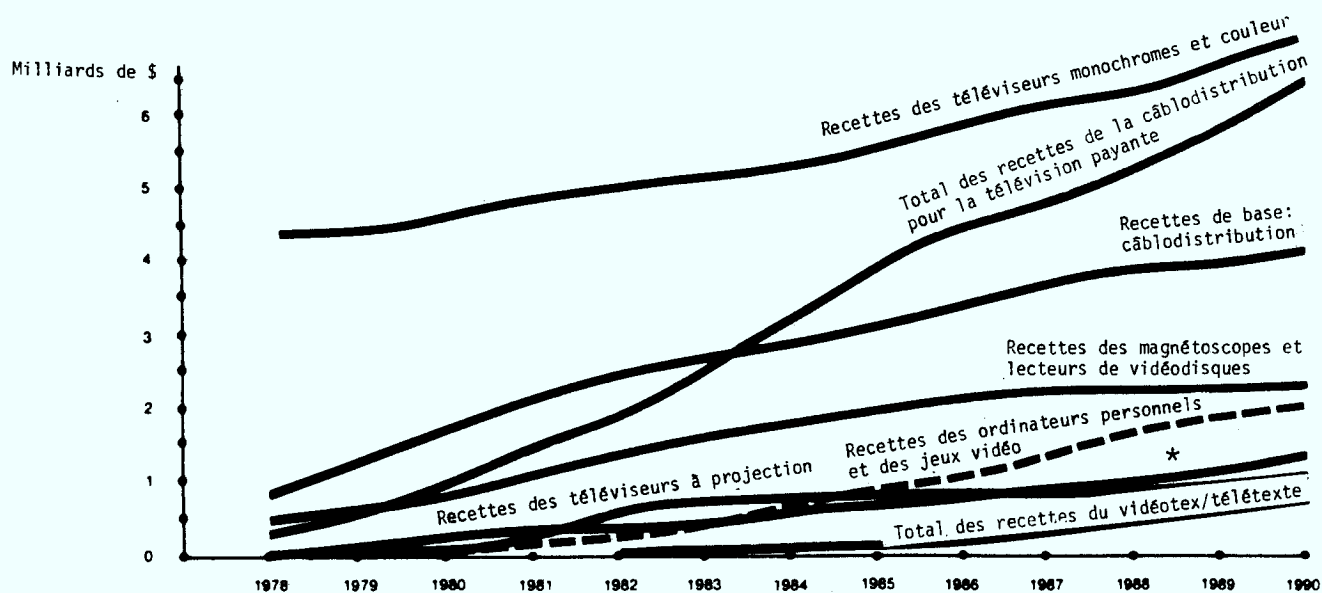


| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre de foyers avec téléviseur (MM) | 74.2 | 75.6 | 77.7 | 79.1 | 80.7 | 82.2 | 83.7 | 85.2 | 86.3 | 87.5 | 88.7 | 89.9 | 91.1 |
| Nombre de magnétoscopes/ disques vendus (MM) ^{1/} | 401 | 475 | 875 | 1290 | 1690 | 2050 | 2480 | 3000 | 3383 | 3505 | 3632 | 3763 | 3900 |
| Prix unitaire moyen ^{1/} | 1160 | 1077 | 1000 | 922 | 850 | 784 | 723 | 667 | 650 | 634 | 621 | 608 | 596 |
| Volume total (MM) | 465 | 511 | 875 | 1109 | 1436 | 1607 | 1793 | 2001 | 2198 | 2222 | 2255 | 2288 | 2324 |

1. Les ventes unitaires pour 1978-1980 sont basées uniquement sur les ventes de magnétoscopes. Les prix et les ventes unitaires prévus pour 1981-1985 sont tirés de *The Emerging Video Disc Market*, Argus Research, 1980. Les projections jusqu'en 1990 sont basées sur l'hypothèse d'une courbe d'apprentissage de 5%. Nous avons également pris pour hypothèse qu'une fois que les ventes de magnétoscopes et de lecteurs de vidéo-disques correspondront au tiers des ventes d'appareils de télévision couleur, la croissance de ces deux types de dispositif sera parallèle.

TABLEAU 8

Dépenses des consommateurs pour les ordinateurs personnels et les jeux vidéo



* Total des recettes des services à distribution multiple/
télévision ordinaire pour la télévision payante

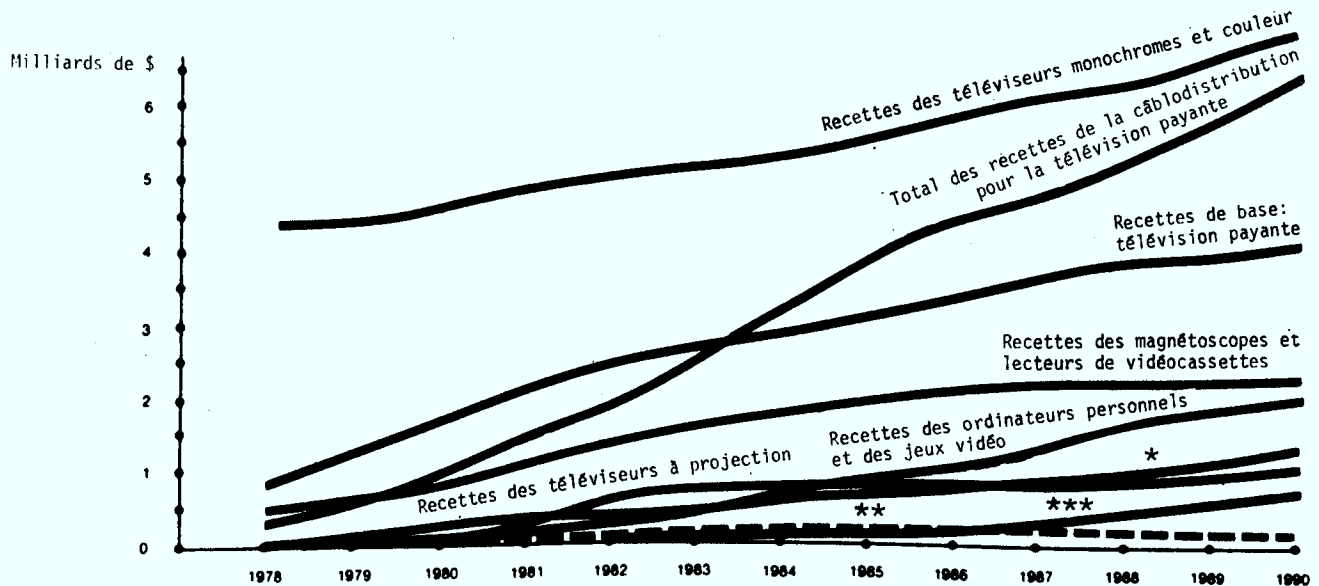
| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre de foyers avec téléviseurs (MM) | 74.2 | 75.6 | 77.7 | 79.1 | 80.7 | 82.2 | 83.7 | 85.2 | 86.3 | 87.5 | 88.7 | 89.0 | 91.1 |
| Total des ordinateurs personnels et des jeux vidéo pour grand public (MM) _{1/} | .020 | .075 | .124 | .222 | .398 | .713 | 1.27 | 1.76 | 2.45 | 3.41 | 4.07 | 4.87 | 5.82 |
| Coût unitaire _{2/} | 1893 | 1576 | 1312 | 1117 | 940 | 792 | 666 | 561 | 472 | 452 | 434 | 416 | 400 |
| Total des ventes (MM) | 37.9 | 118 | 162 | 248 | 374 | 565 | 846 | 987 | 1156 | 1541 | 1766 | 2026 | 2328 |

1. Le nombre d'ordinateurs personnels vendus s'est élevé à 250 000 en 1979, 400 000 en 1980 et 600 000 en 1981. Ces chiffres comprennent les "petits ordinateurs" utilisés dans le commerce, l'éducation et l'ingénierie. Environ 31% des ventes d'ordinateurs personnels sont destinées à une utilisation personnelle à domicile (voir Preliminary Prospectus, Apple Computer Inc., Morgan Stanley and Company, décembre 1980; *Electronic News*, 7 septembre 1981, p. 4). Nous prévoyons la continuation d'une croissance élevée de la vente d'ordinateurs personnels à des fins de jeux vidéo et de services de texte, avec liaison à des bases de données par la câblo-distribution ou le téléphone, comme récepteurs sans communication, service à distribution multiple ou SDD pour la transmission sur les fréquences de diffusion.
2. Deux vastes étages d'ordinateurs personnels ont été regroupés. L'étage le plus raffiné se compose d'ordinateurs individuels effectuant des fonctions primaires d'information et coûtant de 1 500\$ à 4 000\$ pour le matériel et le logiciel. L'étage le moins raffiné se compose d'utilisateurs qui recherchent avant tout le divertissement et qui dépensent typiquement de 200\$ à 500\$ pour leur appareil.

KALBA BOWEN ASSOCIATES INC.

TABLEAU 9

Résumé des dépenses des consommateurs pour la vidéo à domicile



* Total des recettes des services à distribution multiple/
télévision ordinaire pour la télévision payante

** Recettes de la vidéo
grand public

*** Total des recettes du
vidéotex/télétexte

| Projections | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|--|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Recettes de base de la câblodistribution (MM) | 810 | 1261 | 1695 | 2125 | 2375 | 2621 | 2863 | 3075 | 3354 | 3589 | 3781 | 3972 | 4173 |
| Recettes de la télévision payante provenant de la câblodistribution (MM) | 320 | 577 | 929 | 1425 | 1855 | 2412 | 3175 | 3885 | 4422 | 4695 | 5321 | 5650 | 6377 |
| Recettes de la télévision payante provenant des services à distribution multiple/télévision ordinaire/SDD (MM) | 50 | 140 | 267 | 314 | 346 | 382 | 518 | 571 | 737 | 825 | 973 | 1143 | 1354 |
| Recettes du vidéotex/télétexte (MM) | -- | -- | -- | -- | .04 | 3.6 | 19.5 | 63.0 | 135 | 240 | 357 | 540 | 798 |
| Ventes de téléviseurs monochromes et couleur (MM) | 4223 | 4245 | 4532 | 4705 | 4896 | 5116 | 5324 | 5582 | 5859 | 6123 | 6372 | 6714 | 6966 |
| Ventes de téléviseurs à projection (MM) | 36 | 69 | 166 | 326 | 639 | 647 | 627 | 711 | 752 | 789 | 828 | 866 | 955 |
| Ventes de magnétoscopes et lecteurs de vidéodisques (MM) | 465 | 511 | 875 | 1189 | 1436 | 1607 | 1793 | 2001 | 2198 | 2222 | 2255 | 2288 | 2324 |
| Ventes d'ordinateurs personnels et de jeux vidéo (MM) | 379 | 118 | 162 | 248 | 374 | 565 | 846 | 987 | 1156 | 1541 | 1766 | 2026 | 2328 |
| Total | 6,748 | 6,921 | 8,626 | 10,332 | 11,921 | 13,354 | 15,215 | 16,875 | 18,613 | 20,024 | 21,653 | 23,199 | 25,275 |
| Nombre total de foyers avec téléviseur (MM) | 76.0 | 77.3 | 79.3 | 80.7 | 82.1 | 83.5 | 84.9 | 86.3 | 87.5 | 88.7 | 89.9 | 91.0 | 92.3 |
| Dépenses moyennes/foyer avec téléviseur pour des services de vidéo grand public/an | 88.8 | 89.5 | 108.9 | 128.0 | 145 | 160 | 179 | 195 | 213 | 226 | 241 | 255 | 274 |

Cela proviendra peut-être des livres, des quotidiens, des salles de cinéma ou d'autres catégories auxquelles nous n'avons pas encore pensé.

Passons maintenant au tableau 9. Il montre le rapport de chacune de ces catégories de dépenses les unes en fonction des autres. Mais que nous disent dans l'ensemble ces neuf tableaux? 1) Que l'on peut prévoir que la gamme de services de divertissement et de communication dont disposera le grand public augmentera rapidement jusqu'en 1990 grâce à de nouvelles technologies comme la câblodistribution, la télévision payante, la télévision ordinaire, les services à distribution multiple, la vidéo grand public, les magnétoscopes, les lecteurs de disques, le télétexte, le vidéotex, etc. 2) Que les consommateurs dépenseront plus du double d'argent pour obtenir de l'information au cours de la décennie de 1980 à 1990, tandis que les dépenses totales des consommateurs demeureront les mêmes pour tous les services de communication. 3) Que la télévision à haute définition offre des occasions d'accroître le marché de quasiment chacune de ces catégories de technologie et de service. Mais, jusqu'à présent, nous avons regardé la situation sans tenir compte de la télévision à haute définition. Voyons un peu maintenant ce qui pourrait arriver lorsque la télévision à haute définition entrera sur le marché et la façon dont cela se passera.

LE COÛT ET LES VENTES D'APPAREILS DE TVHD

Pour essayer de prévoir la situation des ventes d'appareils de télévision à haute définition, nous avons dû revenir aux neuf tableaux. Je pense que, dans une certaine mesure, ces tableaux sont un peu comme un écran de fumée qui nous protège de la réponse à savoir "combien se vendra-t-il d'appareils de télévision?". Comme le montre le tableau 10, nous avons ici une projection de la vente d'appareils de télévision à haute définition à partir des années 1984 et 1985, qui utiliseront la câblodistribution ainsi que les magnétoscopes et les lecteurs de vidéodisques. Nous n'avons pas du tout tenu compte des transmissions hertziennes ou par SDD.

Au cours des années 1986 à 1991, nos prévisions continuent de détailler le nombre d'appareils de télévision à haute définition qui se vendront probablement dans chacune de ces catégories ainsi qu'en fonction des satellites à diffusion directe. En réalité, on pourrait utiliser pour chacune de ces technologies les modèles que nous anticipons à l'égard des appareils de télévision à haute définition. À partir de 1990, aucune différence n'est faite entre les appareils de télévision à haute définition destinés à la réception des SDD, de la câblodistribution ou à la visualisation des vidéocassettes ou des vidéodisques. Les projections de coûts figurent dans la colonne d'extrême droite; pour elles, nous avons pris pour hypothèse une courbe d'apprentissage de 10% pour la production des composantes de la télévision à haute définition jusqu'en 1990 et de 8% par la suite. Autrement dit, chaque fois

TABLEAU 10

| | Canaux SDD/TVHD ¹ | Total cumulatif des téléviseurs TVHD vendus/loués (000) | | | | Coût des téléviseurs TVHD | | |
|------|---------------------------------|---|---------------|-------------------------------|-----------------------|--|------------------------------|----------------------------|
| | | Télé SDD | Télé câble | Magnétos/ vidéo disques | Nbre total app. | Unités de vis. TVHD ² | Récept. TVHD ³ | Coût ⁴ total |
| 1984 | - | - | 5 | 2 | 7 | 1700 | 700 | 2400 |
| 1985 | - | - | 20 | 10 | 30 | 1400 | 400 | 1800 |
| 1986 | - | - | 85 | 40 | 125 | 900 | 100 | 1000 |
| 1987 | 3 | 20 | 160 | 80 | 260 | 810 | 90 | 900 |
| 1988 | 3 | 80 | 320 | 160 | 560 | 730 | 80 | 810 |
| 1989 | 4 | 120 | 440 | 260 | 820 | 680 | 75 | 755 |
| 1990 | 4 | 160 | 640 | 320 | 1120 | 650 | 70 | 720 |
| 1999 | 12-18 | - | - | - | 29720 | 435 | 45 | 480 |

REMARQUES:

1. Cela ne comprend pas la transmission analogique de services de satellite fixe vers les systèmes de câblodistribution ou les cinémas, ni les autres services de câble, de vidéocassette ou de vidéodisques.
2. Les unités de visualisation de TVHD comportent une mémoire d'image.
3. Le récepteur de TVHD est un syntonisateur qui convertit le signal du SDD ou de la câblodistribution en une entrée numérique à la mémoire d'image de l'appareil d'affichage. Pour 1986 et 1987, les prix sont donnés pour les quantités de prototypes. Les prix réels varieront selon le volume.
4. L'équipement électronique extérieur nécessaire pour la réception SDD n'est pas compris dans ces chiffres. Les coûts sont environ les mêmes pour le SDD de la TVHD ou celui de la norme NTSC. En nous basant sur le volume de production correspondant aux années indiquées ci-dessus, nous prévoyons que ces coûts annuels seront de: 1 000\$, 700\$, 500\$, 450\$, 400\$, 360\$, 330\$, 275\$, 240\$.

KALBA BOWEN ASSOCIATES INC.

que le nombre total de téléviseurs vendus double, le coût de chaque composante se trouve réduit de 10% jusqu'en 1990 et de 8% par la suite.

Nos estimations à l'égard d'une chaîne de télévision à haute définition d'un SDD sont très générales. Elles démontrent que, selon nous, il faudrait un nombre minimum de canaux différents pour atteindre une masse critique qui stimule l'intérêt des consommateurs dans la télévision à haute définition. L'environnement actuel de la vidéo grand public a radicalement changé les attentes du consommateur à l'égard de la programmation télévisuelle. Ces attentes à l'égard de la vidéo grand public se sont grandement accrues, tant au niveau qualité que diversité. Nous estimons qu'il faudra au moins trois canaux de haute définition pour que les consommateurs la connaissent suffisamment afin de stimuler la demande initiale.

Pour envisager la vente d'appareils de télévision à haute définition d'une autre façon, nous avons considéré la courbe de croissance de la vente d'appareils de télévision couleur aux États-Unis entre 1954 et 1969 et nous avons appliqué cette courbe à la croissance des appareils de TVHD dans les foyers américains entre 1984 et 1999. On peut voir les résultats de cette projection dans la colonne d'extrême droite du tableau 11.

TABLEAU 11

Comparaisons de deux projections pour la TVHD

| | Nombre d'appareils de TVHD prévisible aux États-Unis dans notre scénario (000) | Nombre de foyers équipés de TVHD aux États-Unis, une extrapolation du nombre de foyers équipés de télévision couleur entre 1954 et 1959 (000) |
|------|--|--|
| 1984 | 7 | 8 |
| 1985 | 30 | 17 |
| 1986 | 125 | 43 |
| 1987 | 250 | 175 |
| 1988 | 560 | 355 |
| 1989 | 820 | 539 |
| 1990 | 1 120 | 637 |
| 1991 | - | 831 |
| 1992 | - | 1 125 |
| 1993 | - | 1 810 |
| 1994 | - | 2 997 |
| 1995 | - | 5 199 |
| 1996 | - | 9 661 |
| 1997 | - | 16 479 |
| 1998 | - | 24 829 |
| 1999 | 29 720 | 33 472 |

Pour essayer de prévoir d'une autre manière le nombre d'appareils de TVHD qui se vendront, nous nous sommes servis de la courbe de croissance de la vente d'appareils de télévision couleur aux États-Unis entre 1954 et 1969. Nous avons appliqué cette même courbe à la croissance des appareils de TVHD dans les foyers américains entre 1984 et 1999. La colonne d'extrême droite donne les résultats de nos calculs. Le but de ces comparaisons était de nous donner un certain sentiment de la façon dont nos projections de la croissance de la TVHD se comparait à la croissance réelle de la télévision couleur aux États-Unis.

KALBA BOWEN ASSOCIATES INC.

M. Bowen: Pour terminer cet exposé, on pourrait raisonnablement se demander ce qu'il manque dans notre scénario. En premier lieu, on remarque qu'il n'y a aucune politique nationale. Les intérêts nationaux stratégiques de deux pays, les États-Unis et le Canada, ne sont pas nécessairement bien servis par le développement de la télévision à haute définition à l'heure actuelle. Il est vrai que ces deux pays ont de superbes possibilités de transmission, qui deviendront les mécanismes de livraison des produits et services de la télévision à haute définition. Mais ces deux pays se trouvent dans une situation où ils devront importer toute une base technique et des capacités industrielles s'ils veulent bénéficier de l'avènement de la télévision à haute définition.

À l'heure actuelle, les intérêts nationaux stratégiques du Japon dans la télévision à haute définition sont manifestes. La NHK a commencé par répondre aux préoccupations des consommateurs qui voulaient une meilleure perception et une meilleure réception vidéo. La MITI a commencé par la relation qui existait entre la politique industrielle et la politique gouvernementale et, même si cet organisme n'a pas encore pris position à l'égard de la télévision à haute définition, il établira certainement un rapport à cet égard entre un marché mondial pour la vente d'appareils de télévision à haute définition et le rôle du Japon en tant que producteur de ces produits.

En ce qui a trait aux États-Unis, selon nous, la télévision à haute définition a été utilisée jusqu'à présent pour différencier des produits dans une technologie de transmission spécifique, comme l'a fait CBS dans son usage du SDD; pour permettre à de grandes maisons de production de réduire leurs frais de production; et, enfin, pour que certains fabricants de matériel de production vidéo fournissent les équipements périphériques et les composantes. La situation est plus vague pour le Canada et l'Europe occidentale.

En conclusion, je pense qu'il faut garder à l'esprit quatre points dans un scénario de télévision à haute définition. Le plus important est peut-être l'obstacle de la réglementation. Que ce soit aux États-Unis ou au Canada, pour se développer, la télévision à haute définition doit être relativement exempte de réglementation, plutôt que d'être soumise à des contraintes comme l'est depuis dix ans l'industrie canadienne de la télévision payante.

Également, les États-Unis et le Canada, qui ont de riches possibilités de transmission, devraient, tant qu'ils sont en avance dans ce domaine, exploiter leurs avantages à cet égard, particulièrement au point de vue du câble et des satellites. Les capacités de programmation de ces deux pays aux fins de la télévision à haute définition sont très fortes, tant dans la vidéo que le film. Notre programmation vidéo bénéficiera au monde entier.

Mais, en fin de compte, au point de vue stratégique et économique, les perspectives de la télévision à haute définition aux États-Unis et au Canada sont faibles, à moins que nous capturions notre marché interne des appareils de télévision à haute définition. Je vous remercie beaucoup de votre attention.

Merci, M. Bowen et M. Guite. Nous avons encore le temps pour deux petites questions avant de passer à la décision suivante.

George Kenney, Laboratoires Philips, Philips Amérique du Nord: J'ai été très intéressé par votre analyse du jeu des sommes zéro au niveau des dépenses. Je vous poserai la même question au sujet du temps. Est-ce que nous ne faisons pas concurrence, en fait, au temps du consommateur - est-ce que nous n'essayons pas d'empiéter sur son match de tennis, sur son ski ou sur les jeux vidéo des ordinateurs personnels? Comment allons-nous attirer les gens pour qu'ils regardent leur appareil de télévision à haute définition? Allons-nous revendre les vieux films en les projetant avec deux fois plus de lignes?

M. Bowen: Laissez moi vous répondre en termes de minutes d'écoute. Les Japonais utilisent une mesure différente, soit le temps passé à regarder la télévision par appareil. Mais cela s'élève à environ une heure de plus par foyer équipé d'un téléviseur, par comparaison à ce qui se passe chez nous, aux États-Unis. J'ai le regret de dire que je ne connais pas les chiffres pour le Canada. Notre temps d'écoute de la télévision, aux États-Unis, est actuellement de 6 heures 40 minutes. C'est le nombre d'heures pendant lesquelles les appareils sont allumés. Je pense que ce que l'on trouvera, c'est que l'utilisation est différente. Selon KBA, aux États-Unis, les appareils de télévision sont allumés pendant bien plus d'heures qu'on ne regarde, en fait, activement la télévision.

Nous restons également attentifs à d'autres techniques de mesure qui sont en train d'être mises au point pour déterminer la satisfaction que procure l'écoute des émissions et pour segmenter qualitativement les heures d'écoute. S'il n'y a guère de précision dans les mesures d'écoute à l'heure actuelle, cela ne disparaîtra pas de sitôt. Mais le nombre d'heures pendant lesquelles l'appareil de télévision reste allumé n'a pas diminué et rien n'indique que ce chiffre baissera aux États-Unis, au Canada ou au Japon.

M. Guite: Lorsque vous segmentez les gens par niveau d'instruction et catégorie socio-économique, et que vous prenez dans chaque groupe la catégorie de ceux qui regardent beaucoup la télévision et ceux qui la regardent moins, vous vous apercevez que les premiers sont moins susceptibles de voter, moins susceptibles de participer à toute activité relative au gouvernement, moins susceptibles d'avoir participé récemment à une rencontre familiale. Il ne fait aucun doute que le temps d'écoute de la télévision est pris à même un certain temps limité et est redistribué à l'intérieur de nos vies personnelles.

Bob Barrett, CAU Electronics: Dans vos projections, vous avez comparé la télévision à haute définition à l'introduction du FM et de la télévision couleur, deux grandes expansions d'un système existant. Le FM a ajouté le stéréo et la haute fidélité et la télévision a ajouté la couleur. La même chose avec les vidéo-disques, etc. Les appareils de télévision à haute définition n'existaient pas auparavant; ils sont totalement nouveaux. Ne craignez-vous pas que le consommateur moyen, qui est probablement assez satisfait de son appareil de télévision actuel, ne considère la télévision à haute définition comme un gadget de plus, un peu comme le son quadrphonique l'a été dans les années 1970?

M. Guite: Vous avez raison. Ce qui nous a intéressé particulièrement dans nos comparaisons avec le FM et la télévision couleur, c'est le temps extrêmement long qu'il a fallu pour que ces innovations percent, en supposant qu'il s'agissait de progrès réellement majeurs. Donc, la télévision à haute définition n'apparaîtra certainement pas plus rapidement, car ce n'est pas une réalisation absolument sensationnelle. Au contraire, elle prendra peut-être beaucoup plus longtemps. CBS s'inquiétait de l'accueil que le consommateur allait réserver à la télévision à haute définition et a financé des recherches dans plusieurs villes où l'on a effectué des démonstrations de télévision à haute définition. Les résultats ont été publiés. Il s'agissait de voir quel genre de valeur le consommateur attache à la réception de la télévision à haute définition par comparaison à autre chose.

M. Bowen: J'ajouterai que les résultats particuliers qu'ils ont obtenus à partir de cette recherche montrent que plus de 80% des gens qui ont vu les démonstrations de télévision à haute définition dans trois centres régionaux ont dit qu'ils payeraient le double de ce qu'ils payent à l'heure actuelle pour leur appareil de télévision couleur afin de recevoir des images à haute définition comme celles qu'ils venaient de voir dans la démonstration.

Merci, M. Bowen et merci, M. Guite. Je pense que cette question en soulève d'autres, mais le temps qui nous est imparti nous empêche d'y répondre. N'oubliez pas que demain et après-demain, vous aurez l'occasion de répondre et de poser ces questions au cours des ateliers.

L'ÉTAT ACTUEL DU DÉVELOPPEMENT DU MATÉRIEL ET D'ÉMISSIONS POUR LA TVHD

Takashi Fujio

Laboratoires de recherche technique de la NHK, Tokyo, Japon
et

Yoshinobu Ohba

Centre de diffusion de la NHK, Tokyo, Japon

1. INTRODUCTION

La NHK a consacré beaucoup d'efforts à mettre au point du matériel de télévision à haute définition à 1 125 lignes de balayage. En collaboration avec plusieurs fabricants japonais, plusieurs équipements expérimentaux ont été mis au point, comme des caméras de télévision, un télécinéma à laser pour les films de 70 millimètres, des magnétoscopes, des codeurs et récepteurs couleur pour la transmission FM par satellite, des dispositifs de visualisation et des écrans couleur de haute finesse. Ce matériel est utilisé pour faire avancer l'étude du système de diffusion de la TVHD dans les essais de production d'émissions, de prises de vues en extérieur et de transmission de signaux, de manière à assurer l'effet d'immédiateté que donnent les images de haute finesse sur grand écran.

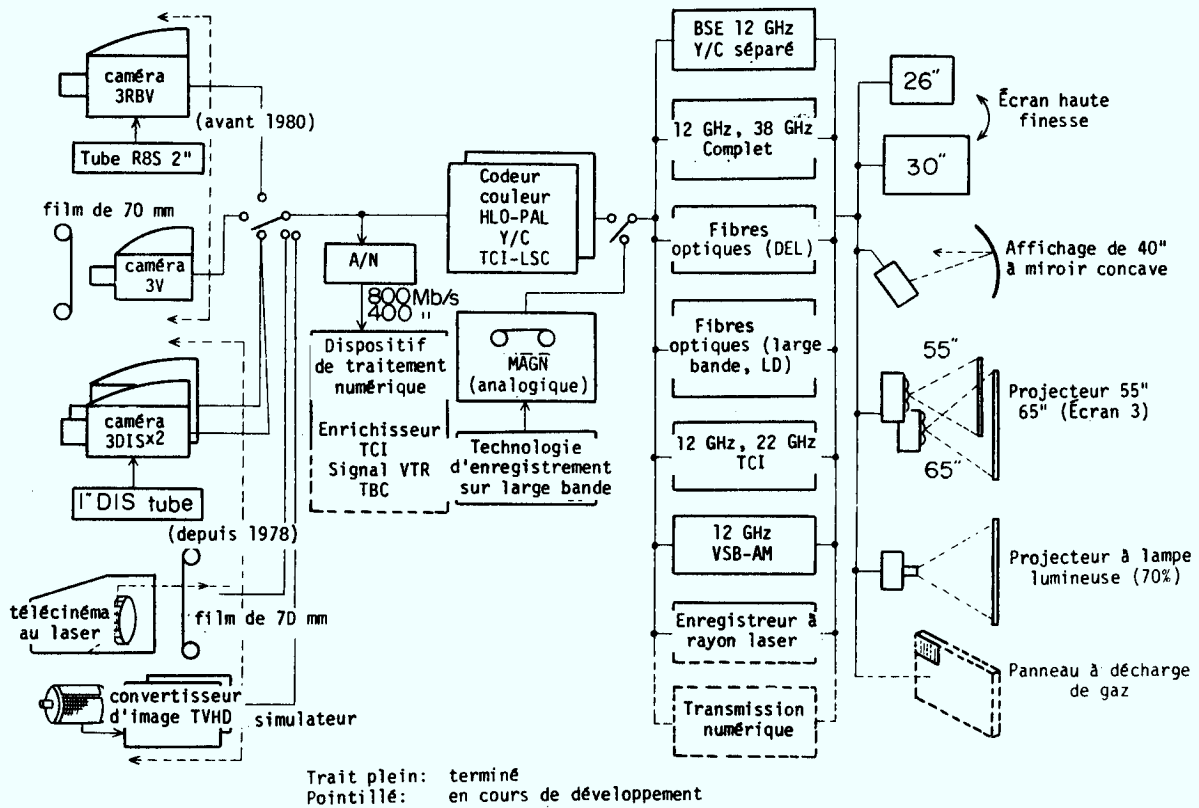
2. DÉVELOPPEMENT DU MATÉRIEL DE TVHD

Presque tout le matériel de TVHD a été mis au point chez NHK et il fonctionne selon la norme provisoire de cet organisme, comme le montrent le tableau 1 et l'illustration 1⁽¹⁾.

2.1 Caméra

Les caméras de TVHD ont commencé à être mises au point dès le début des recherches en 1973. Au premier stade des recherches, on a fabriqué une caméra couleur à trois tubes RVB⁽²⁾ à titre d'essai en utilisant un vidicon à mise au point électrostatique de 1,5 pouce (8480).

Au deuxième stade, on a mis au point une caméra à tube Saticon (RBS) de 2 pouces de haute finesse, à faisceau de retour, en se basant sur le point de vue que la haute finesse serait le facteur le plus important de la caméra. En fait, sa finesse était suffisamment bonne par comparaison aux caractéristiques du système autres que celles de la caméra. Cette caméra a été très utile pour émettre des signaux dans les essais d'évaluation. On a également mis au point une caméra monochrome⁽³⁾ fonctionnant jusqu'à 2 125 lignes de balayage à l'aide d'un RBS. La bande du signal vidéo était de plus de 100 MHz. Cette caméra contribue à la recherche⁽⁴⁾ des systèmes de balayage en combinaison avec un écran monochrome de 27 pouces⁽⁵⁾.



Illus. 1 Divers matériels de TVHD déjà mis au point

| | Caractéristiques de balayage | Caméras | Dispositif de visualisation | Codeurs, équipement de transmission |
|-------------|--|---|---|--|
| Mono-chrome | 265-2125 lignes 50/60 trames rapports d'entrelacement 1:1 - 5:1 | Caméra RBS de 2" Caméra DIS de 1" | Écran de 27" (proportion d'image 4:3) | Signal complet (NTSC, PAL, SECAM HLO-PAL système gamma linéaire) Dispositif de transmission avec Y-C séparé Modulateur démodulateur FM à large bande Dispositif de transmission par fibres optiques <u>Magnétoscope (analogique)</u> |
| Couleur | 1125 lignes 50/60 trames rapport d'entrelacement 2:1 f_y : 19 - 20 MHz f_w : 7 MHz f_N : 5,5 MHz | Caméras vidéo RBS de 2" à 3 tubes DIS de 1" à 3 tubes cinécaméras vidicon de 1,5" à 3 tubes Cinéprojecteur de 70 mm FSS à laser (fonctionnement continu) | Affichage au laser Écran de 22" (a= 4:3, P= 310 μ m) Écran x 3 de 26" (0,5 m x 1 m) Écran de 30" (a= 5:3, P= 340 μ m) Projecteur de 55" (3 tubes) Lampe lumineuse Écran de 26" (a= 5:3, P= 370 μ m) | |

Remarques: RBS: Return Beam Saticon - Saticon à faisceau de retour.
DIS: Diode-gun Impregnated-cathode Saticon (Saticon à cathode imprégnée et canon à diode).
a: rapport de proportion d'image, P: masque d'ombre

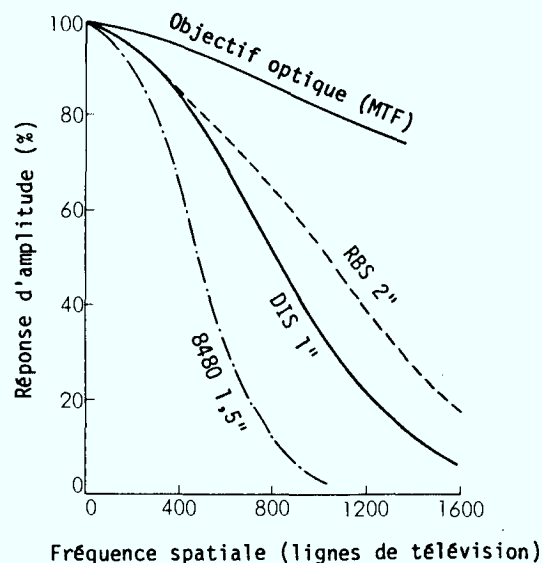
Tableau 1 Matériel de TVHD mis au point par NHK

Cependant, le retard de capacité d'une RBS est si grand qu'on ne peut pas utiliser une telle caméra pour filmer des images en mouvement. Après cela, on s'est efforcé de mettre au point un tube de caméra de haute finesse et à faible retard, ce qui a donné un saticon de un pouce à cathode imprégnée et canon à diode (DIS)(⁶). Une caméra couleur à trois tubes(⁷) a été mise au point à l'aide de ce DIS. Cette caméra a permis de filmer pour la première fois des images en mouvement avec une haute finesse et un faible retard, ce qui a donné un bon espoir d'obtenir une caméra pratique. La caméra et les écrans de visualisation ont été montrés pour la première fois lors d'une démonstration faite dans les laboratoires de recherche technique de la NHK en 1980 ainsi que dans des expositions qui ont eu lieu dans tout le Japon ainsi qu'à une démonstration effectuée aux États-Unis en 1981 et 1982. Le système a été hautement prisé à chacune de ces manifestations.

Les caractéristiques de cette caméra sont les suivantes:

- (1) Mode presque analogue à celui d'une caméra d'usage pratique
- (2) Registre de haute précision
- (3) Empêche autant que possible les oscillations et améliore la stabilité.

On trouvera les principales caractéristiques de cette caméra au tableau 2. On peut régler le balayage du DIS à environ 10% de plus que dans le cas d'un tube de un pouce. La finesse se rapproche de celle d'une caméra 3 RBS (voir l'illustration 2). En fait, il n'y a pas de différence entre les deux caméras lorsque l'on projette des images sur un écran cathodique de 30 pouces.



Illus. 2 Réponse d'amplitude de divers tubes de caméra

| | | | |
|--|-------------------|------------------------|-------------------|
| Caméra | 3 RBS | 3 DIS | 1 RBS |
| Année de mise au point | 1975 | 1980 | 1974 |
| Nombre de lignes de balayage | 1125 | 1125 | (<2125) |
| Largeur de bande du signal vidéo (MHz) | 50 | 60 | 110 |
| Tube de prise d'image | RBS 2" | DIS 1" | RBS 2" |
| Système optique | 85mm, F4 | zoom 14x, F2,1 | 55mm, F3,5 |
| Sensibilité | 2001x, F5,6 | 200 1x, F2,8 | 14001x, F8 |
| Finesse limite (lignes de télévision) | { centre bords | + de 1500 + de 1000 | 1600 + de 1200 |
| Rapport signal/bruit* (dB) | 38 | 39 | 36 |
| Retard** (%) | environ 30 | - de 1 | - |
| Défaut de calage (%) | cercle 80% | - de 0,1 | - de 0,03 |
| | hors du cercle | - de 0,2 | - de 0,03 |

* Rapport signal/bruit du signal de luminance pour une largeur de bande vidéo de 30 MHz

** Après 3 trames pour une intensité standard du signal

Tableau 2 Caractéristiques de diverses caméras

Le retard est très petit et on remarque davantage de flou par un effet d'intégration que par la caractéristique du retard. Étant donné que la finesse de l'image est élevée, il y a parfois une grande différence entre les parties immobiles de l'image et celles qui se déplacent, ce qui donne une impression peu naturelle. Ce problème demandera d'autres études en relation avec le système global.

À l'heure actuelle, la sensibilité est moins grande, par comparaison à celle des caméras standard traditionnelles, en raison de la présence d'une intensité élevée du signal (0,5 μ A) nécessaire pour obtenir le rapport S/B recherché et à cause du faible coefficient d'utilisation de la lumière qui provient, entre autres, d'une proportion d'image de 5:3.

Tout comme l'intensité standard actuelle du signal peut faire l'objet d'études, on peut améliorer la sensibilité par le système optique. On peut obtenir un calage presque total de l'image sur tout l'écran. Récemment, plusieurs fabricants japonais, suivant en cela la NHK, ont mis au point des caméras de 1 125 lignes en utilisant des Plumbicons, ou des Saticons (MS) à focalisation magnétique et déviation statique.

Dans la perspective de l'avenir des tubes de caméra d'un système de télévision à haute définition, il serait souhaitable de parvenir à long terme à mettre au point une caméra transistorisée comme une CCD. Cependant, à l'heure actuelle, il n'y a pas d'autre choix que de dépendre d'un tube de caméra mais, naturellement ses caractéristiques devront être améliorées.

2.2 Magnétoscope(8)

Les laboratoires de recherche technique de la NHK travaillent depuis plus de dix ans à l'enregistrement magnétique sur large bande, et ce sous plusieurs aspects, comme la tête d'enregistrement, le mécanisme d'entraînement et le traitement du signal. En se basant sur la recherche de l'enregistrement magnétique et du traitement du signal, on a mis au point un prototype de magnétoscope pour la télévision à haute définition en se servant de l'enregistrement analogique (FM). C'est ce que nous appellerons le magnétoscope à haute définition (illus. 3).

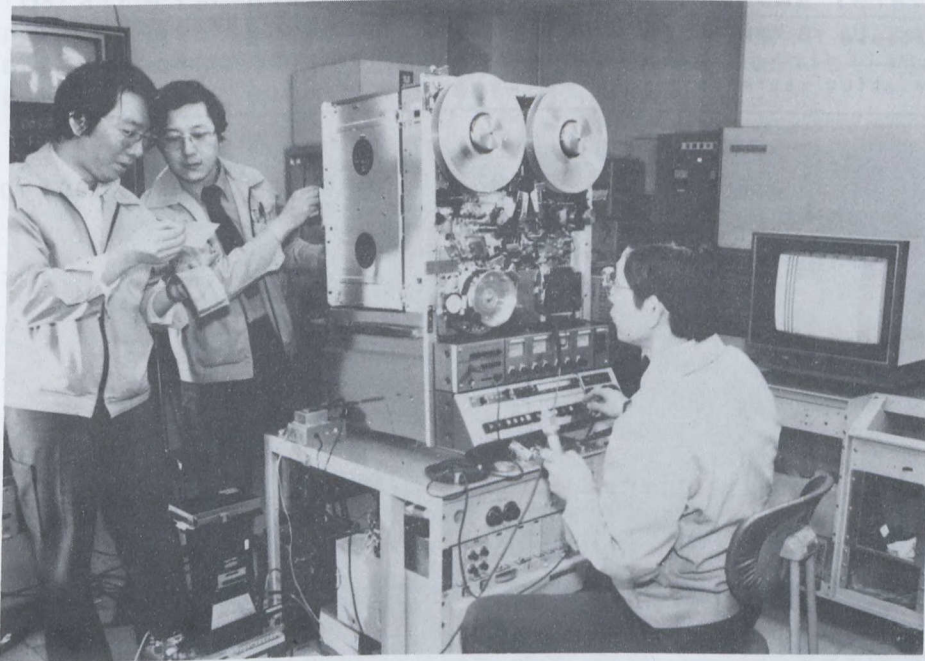
On a utilisé une version modifiée d'une machine de un pouce de type C pour le système mécanique en se servant de la technique de pointe dans le mécanisme de la tête rotative. On a doublé la vitesse de rotation du tambour de la tête pour enregistrer les signaux sur large bande de la télévision à haute définition et on a modifié la largeur de piste de la tête de manière à doubler aussi la vitesse de défilement de la bande.

On utilise la tête d'enregistrement sur large bande avec la fréquence de résonance élevée (60 MHz) en combinaison avec une bande (Co) enduite de Fe₂O₃. Le signal d'enregistrement est le

signal séparé Y-C, la partie Y et la partie C étant enregistrées sur les deux pistes de la bande après modulation de fréquence. Les caractéristiques du magnéto prototype sont résumées au tableau 3. Pour augmenter le rapport S/B démodulé dans un rapport P/B limité du signal RF, on a utilisé une nouvelle technique d'égalisation de lecture.

Le correcteur d'erreur en base de temps (TBC) a été construit en utilisant la technologie numérique à haute vitesse, y compris le convertisseur A/N-N/A pour le signal de la télévision à haute définition. Le rendement global du signal vidéo du magnéto figure au tableau 4. La durée est de 48 minutes avec la bande sur bobine de 10,5 pouces.

Le magnéto à haute définition a été mis au point en équilibrant divers facteurs en se basant sur des analyses théoriques et des tests pratiques. Il a été essayé en extérieur et a donné des images d'une qualité satisfaisante. Il est utilisé pour la production d'émissions d'essai de la TVHD.



Illus. 3 Magnéto TVHD

2.3 Télécinéma à rayon laser de film de 70 mm⁽⁹⁾

Les films de cinéma, pleins de force et de beauté, constituent une importante source d'émissions attrayantes pour la télévision à haute définition. Pour convertir des images de films en signaux de télévision à haute définition sans dégrader leur qualité, il faut du matériel de transmission de télécinéma de haute qualité.

| | | |
|-----------------------------------|--|--------------------|
| Système mécanique | Type C de 1" modifié | |
| Vitesse d'écriture | 51,7 m/s | |
| Vitesse de défilement de la bande | 48,8 cm/s | |
| Bande utilisée | (Co) Y-enduite de Fe ₂ O ₃ | |
| Signal d'enregistrement | Y/C séparé | |
| Largeur de piste | Y | C |
| | 110 µm | 50 µm |
| Tête | Mn-Zn ferrite | Mn-Zn ferrite |
| Largeur de bande vidéo (MHz) | 20 | 7 (séqu. de ligne) |
| Porteuse FM (MHz) | 30 - 40 | 12 |
| Déviaton maximale, vidéo (MHz) | 10 | 3 |

Tableau 3 Caractéristiques du magnétoscope prototype

| Signal | Largeur de bande (MHz) | Rapport S/B (dB) non pondéré | Moiré (dB) | Erreur résiduelle en base de temps (nS) |
|--------|------------------------|------------------------------|------------|---|
| Y | 20 | 42 | <-40 | 2nS |
| C | 7 | 45 | <-40 | - |

Tableau 4 Rendement global du magnétoscope

La NHK a effectué des travaux de recherche et de développement sur du matériel de télécinéma pour la transmission de films de 70 mm, qui sont les films de cinéma de la plus haute qualité qui soit. L'illustration 4 donne une idée de l'aspect de ce matériel.

Au début, on a réalisé un prototype de télécinéma 3 V alliant une caméra 3 V utilisant trois vidicons de haute finesse et un ciné-projecteur de 70 mm⁽¹⁰⁾. Cependant, la finesse et le rapport S/B n'étaient pas satisfaisants pour un système de télévision à haute définition.

Dans ces circonstances, on a commencé à mettre au point un télécinéma absolument nouveau à rayon laser. Ce nouveau matériel utilise effectivement les propriétés d'un rayon laser et, en principe, on peut obtenir une haute finesse et un rapport S/B élevé. D'autre part, les images du film qui se déplacent continuellement sont lues en fondu enchaîné, de sorte que le télécinéma permet de choisir librement la vitesse de défilement du film et les caractéristiques de balayage de l'image de télévision. Un télécinéma à laser présente de nombreux avantages au point de vue rendement et fonctions. Il offre de vastes possibilités pour le système de télévision à haute définition.



Illus. 4 Télécinéma à laser

Le principe de base du télécinéma à laser consiste à lire les images en balayant directement les surfaces du film avec un rayon laser qui offre le summum de directivité, d'intensité lumineuse et de monochromaticité. On peut ainsi obtenir une qualité d'image excellente au point de vue finesse, rapport S/B et reproductibilité chromatique.

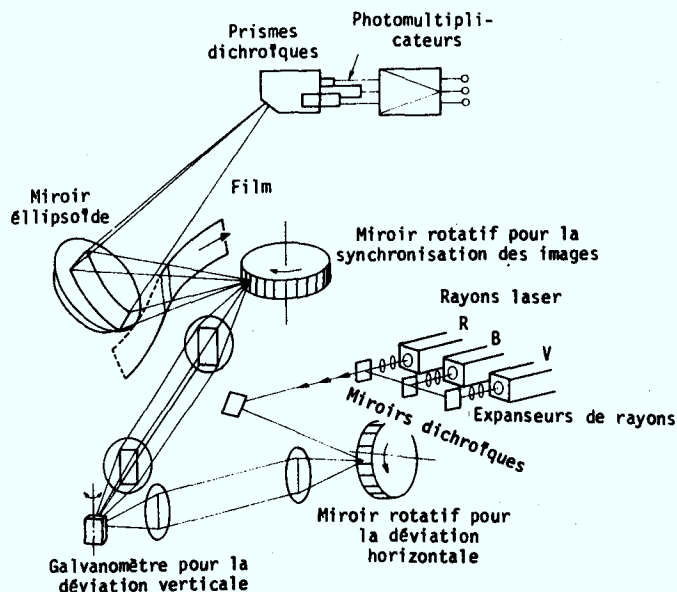
Trois rayons laser pour le R, le V et le B sont combinés en un seul faisceau et une trame est formée par déviation horizontale et verticale. Cette trame est mise au point sur un plan de film par l'intermédiaire d'un miroir polygonal rotatif pour la synchronisation d'images, assurant un blocage de phases entre la fréquence d'image du film et celle de la télévision. Le faisceau laser qui passe à travers le film est décomposé en ses composantes R, V et B, dont chacune est convertie en un signal électrique par un photomultiplicateur.

La trame change d'une image à l'autre dans le film qui défile continuellement par l'action d'un fondu enchaîné produit par la séparation du faisceau à même les arêtes qui se trouvent entre les deux faces d'un miroir polygonal rotatif, ce qui assure la synchronisation des images.

L'illustration 5 montre le principe de construction du télécinéma à laser et le tableau 5 en donne les caractéristiques. La réponse d'ouverture du rayon laser de balayage est d'environ 50% dans un canal vert avec 1 000 lignes de TV. Le rapport signal/bruit est d'environ 44 dB (non pondéré) dans un canal vert pour une largeur de bande vidéo de 30 MHz. Avec ce télécinéma à laser, on reproduit de superbes images présentant une excellente résolution, un très bon rapport signal/bruit et une parfaite saturation des couleurs. En ce qui concerne particulièrement le bruit aléatoire, cet équipement n'en produit que vraiment très peu et, si l'on veut reproduire une diapositive à grain fin, le bruit aléatoire englobant le bruit de la granularité est presque imperceptible sur l'écran cathodique.

| | | | |
|-------------------|-----------------------|--|---|
| Laser F.S.S. | Déviation horizontale | | Miroir polygonal rotatif à 25 facettes (81 000 t/mn) |
| | Déviation verticale | | Galvanomètre |
| | Laser R | | He-Ne (632,8 nm) 15mW |
| | Laser V | | Ar ⁺ (514,5 nm) 5mW |
| | Laser D | | He-Cd (441,6 nm) 10mW |
| Transport du film | | | Continu |
| Lecture d'image | | | Système de fondu enchaîné par un miroir polygonal rotatif à 48 facettes |
| Capacités | Registre des couleurs | | Négligeable sur toute la surface de l'image |
| | Réponse d'ouverture | | > 1 000 lignes de TV (-10dB) |

Tableau 5 Caractéristiques du télécinéma à laser



Illus. 5 Schéma optique du télécinéma à laser de 70 mm

2.4 Matériel de transmission(11) ~ (18)

En plus du matériel de TVHD mentionné ci-dessus, nous mettons au point bien d'autres équipements qui ont été utilisés dans diverses expériences de transmission de la TVHD:

- un codeur chromatique qui convertit les signaux de sortie de la caméra de télévision en signaux de télédiffusion et un décodeur chromatique qui décode le signal reçu en signaux chromatiques primaires RVB ainsi qu'un multiplexeur de signal audio PCM;
- un modulateur et un démodulateur FM à large bande pour la transmission de la TVHD;
- un système de transmission de TVHD à large bande utilisant les fibres optiques;
- un émetteur-récepteur à micro-ondes pour les essais de transmission dans les bandes d'ondes centimétriques et millimétriques.

3. TESTS EXPÉRIMENTAUX POUR UN SERVICE DE TVHD

3.1 Expériences de transmission d'un signal de TVHD

Le satellite de diffusion expérimental japonais "YURI" (BSE) a été lancé en avril 1978. Les laboratoires de recherche technique de la NHK ont effectué trois essais de transmission de la TVHD par le BSE, en collaboration avec la ministère japonais des Postes et Télécommunications(19).

Étant donné que la puissance de transmission du BSE est faible, on a utilisé le système de transmission séparé de Y-C dans lequel le signal de luminance et les composantes de chrominance séquentielles de ligne ont été transmises par des voies FM individuelles afin d'assurer l'efficacité de la transmission des signaux.

L'expérience a démontré que l'on pouvait obtenir une qualité d'image présentant un bon rapport signal/bruit avec une antenne de réception de 1,6 m de diamètre.

Pour le système de radiodiffusion de la TVHD, il faudra mettre au point de nouveaux moyens de transmission et une nouvelle bande de fréquences. On a étudié l'utilisation d'une bande millimétrique (dans le domaine de la transmission de la TVHD). On a également mis au point un équipement de transmission doté d'un amplificateur de puissance IMPATT de 400 mW pour la bande des 38 GHz pour la TVHD et on a effectué des essais de transmission de signal de la TVHD entre les laboratoires de la NHK et le Centre de radio-télédiffusion de la NHK à Tokyo. Il est apparu clairement, au cours de ces tests, que l'on pouvait transmettre un signal de TVHD (HLO-PAL) avec un rapport S/B de détection de seuil à une distance de 8 kilomètres en présence de chutes de pluie de 5 mm/heure en utilisant des antennes de 40 cm de diamètre à la réception.

3.2 Tests de captation d'images en extérieur et production d'émissions d'essai

Afin d'obtenir la sensation de réalisme que produit un affichage de télévision à haute définition sur grand écran, on a utilisé l'année dernière (1981), à titre d'essai, un système de



Illus. 6 Essai en extérieur d'une caméra de TVHD

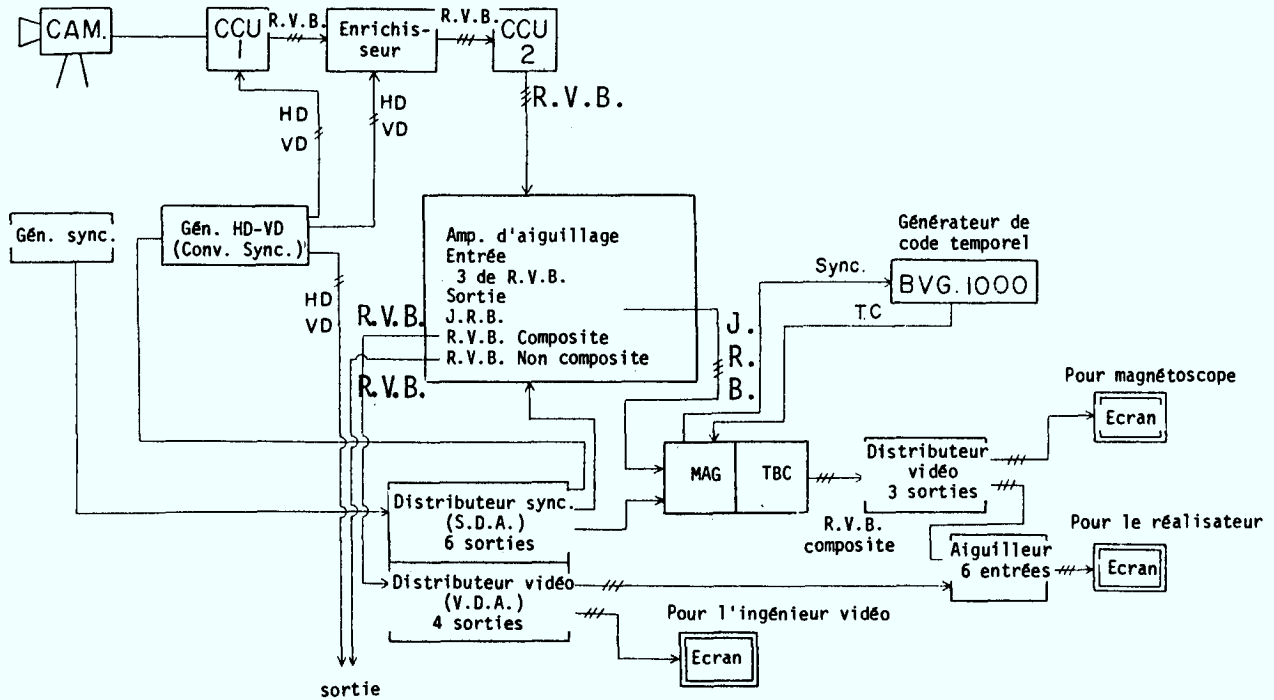
TVHD pour diffuser des émissions sportives en extérieur (ill. 6). Le système, comprenant une caméra, un magnétoscope et des dispositifs d'affichage, a fonctionné de manière satisfaisante.

Les images reproduites étaient nettement supérieures à celles de la télévision actuelle et la sensation de réalisme était très impressionnante, ainsi que le son stéréo.

En octobre 1981, une équipe de production de la NHK spécialement formée à cette fin a produit de façon expérimentale une émission spéciale de TVHD. L'équipe a visité diverses régions du Japon afin de capter des scènes typiquement japonaises décrivant la beauté du Japon - sa tranquillité et son dynamisme. L'émission s'est avérée très attrayante et tous ceux qui l'ont vue ont hautement estimé la qualité de l'image et la sensation de réalisme. Les réalisateurs ont été particulièrement enchantés de la force de la TVHD et ont décrit son excellence en ces termes:

- 1) "Je ne me lassais pas de regarder les images dans lesquelles les oiseaux se baignaient dans l'eau des torrents où les feuilles glissaient sur la surface. J'allais toujours de découverte en découverte et de surprise en surprise en regardant chaque partie des images. Par comparaison aux images de la télévision ordinaire, la qualité était nettement supérieure, un peu comme si le foyer de la caméra de la télévision ordinaire était dérégulé. Cela me fascinait beaucoup."
- 2) "La télévision à haute définition donne un sentiment de clarté ou un genre de vraiment différent que les images imprimées actuelles ne donnent jamais. Lorsque vous la regardez, vous estimez qu'il manque quelque chose à l'image de la télévision ordinaire. J'aimerais prendre quelque chose comme un parchemin traditionnel. Je pense qu'elle donne d'excellents résultats pour décrire la culture japonaise traditionnelle à cause de la grandeur des images et de la puissance d'expression. En regardant les images de haute définition sur l'écran de 65 pouces mis au point pour le grand public, j'ai l'impression que le grand écran donne une plus forte impression et la sensation de la réalité, par comparaison aux images de la télévision ordinaire. La proportion d'image de 5 à 3 est également excellente pour prendre des joutes de baseball ou des courses de chevaux. Je regrette que le rapport d'image de 4 à 3 de la télévision ordinaire nous ennuie une fois que l'on a vu des images de TVHD."

L'illustration 7 montre le schéma fonctionnel vidéo et de synchronisation du car de reportage OB de la TVHD.



Illus. 7 Schéma fonctionnel vidéo et de synchronisation du car de reportage OB de la TVHD

BIBLIOGRAPHIE

- (1) T. Fujio et ses collègues, High-Definition Television, monographie technique de la NHK n° 32, juin 1982.
- (2) H. Kusaka, T. Nishizawa, A 1 125-line High Definition Three-Vidicon Color Camera, rapport technique NHK, vol. 16, n° 10, pp. 8-13, 1973.
- (3) T. Saito, A High Definition Television Camera - 2 125 Lines Real Time Scanning, rapport technique NHK, vol. 18, n° 11, pp. 26-29, 1975.
- (4) T. Mitsuhashi, A Study on Relations between Scanning Line Numbers and TB Picture Quality, rapport technique NHK, vol. 22, n° 6, pp. 12-18, 1979.
- (5) T. Mitsuhashi, A 2 125-line High Definition B & W CRT Display, rapport technique NHK, vol. 18, n° 11, pp. 30-33, 1975.
- (6) Y. Isozaki, J. Kumada et ses collègues, 1-inch for High-Definition Color Television Cameras, IEEE Trans. on Electron Devices, vol. ED-28, n° 12, 1981.
- (7) J. Kumada, The Present Situation of High Definition Television Cameras, TEBS 67-5, ITE of Japan, nov. 1980.
- (8) H. Shibaya, T. Yoshida, Video Tape Recorder, monographie technique de la NHK, n° 32, juin 1982.
- (9) T. Ishida, H. Masuko, 70 mm Film Laser Telecine, monographie technique de la NHK, n° 32, juin 1982.
- (10) T. Taneda, T. Ishida, 70 mm Motion Picture and Telecine of High-Definition Television, rapport technique NHK, vol. 18, n° 11, 1975.
- (11) K. Yasunaga, Development of a 14 GHz Wideband High Power Transmitter, rapport technique NHK, vol. 21, n° 4, 1978.
- (12) M. Hata et ses collègues, 14 GHz Transmitter for HDTV Transmission Experiments, Natl. Conv. of IECE 8, n° 1898, 1977.
- (13) H. Hayashida et ses collègues, A Mobile Earth Station for the Medium-Scale Broadcasting Satellite for Experimental Purposes, rapport technique NHK, vol. 20, n° 6, 1977.
- (14) K. Konno, K. Takano, Radio Transmission Experiment in 38 GHz Band, monographie technique de la NHK, n° 32, juin 1982.
- (15) J. Kumada, T. Mitsuhashi, Transmission of High-Definition TV Signal by Using an Optical Fiber Cable, rapport technique NHK, vol. 21, n° 1, pp. 19-25, 1978.

- (16) J. Ishida, T. Komoto, Asai, Ono, Kajioka et Tokunaga, Optical Transmission of Wideland Video Signals, IECE Natl. Conv. Pub. 2251, 1979.
- (17) Sato, Asatani, High-Definition TV Signal Transmission Using Semi-conductor Laser Diodes, IECE Technical Report, vol. 81, n° 25, CS-81-14, pp. 7-12, 1981.
- (18) T. Komoto, J. Ishida, FM Transmission of High-Definition Television Using Optical Fiber, IECE Natl. Conv. Pub. 2248, 1980.
- (19) T. Komoto et ses collègues, YC Separate Transmission of High-Definition Television Signal by BSE, ITE, TGIT, vol. 3, n° 26, IT 40-11, 1979.

LA TVHD: UN SUCCÈS OU UNE FAILLITE POUR LE CÂBLE

V.C. Reed

Skyline Cablevision Limitée
Ottawa, Canada

Si l'on doit mettre au point un système de télévision à haute définition au Canada, il faudra qu'il suive un cours différent de celui de toute nouvelle technologie qui a été introduite jusqu'à présent dans l'industrie de la télévision. Par exemple, lorsque la couleur est arrivée, elle a été compatible à la fois en amont et en aval avec les systèmes monochromes. On pouvait recevoir des émissions en couleur sur un appareil en noir et blanc et des émissions monochromes sur un appareil couleur; autrement dit, il a été relativement facile d'introduire la nouvelle technologie de la transmission de la couleur.

Cependant, avec l'introduction d'un système de télévision à haute définition, et particulièrement si la proportion d'image change, il sera difficile d'obtenir une compatibilité quelconque. Cela n'empêche point que l'on doive s'efforcer d'obtenir une compatibilité en aval. En regardant la situation d'un autre point de vue, il sera peut-être nécessaire, à mon avis, que le nouveau récepteur à haute finesse puisse recevoir non seulement les émissions qui lui sont destinées, mais également celles que l'on reçoit à l'heure actuelle dans le pays. Les gens ne voudront tout simplement pas avoir deux appareils de télévision dans la même pièce pour regarder la télévision et c'est pour cela que la réussite de l'introduction d'un système à haute définition implique que le récepteur doit être compatible en aval. La compatibilité en amont serait nettement plus difficile, car elle nécessiterait une modification du système de transmission ainsi que la présence d'un dispositif de conversion de ligne, de démodulation et de remodulation dans le récepteur classique. Il ne faut pas abandonner la compatibilité en amont, car on doit y consacrer beaucoup de ressources et d'efforts pour déterminer son côté pratique.

Par contre, un des points que l'on peut laisser tomber sans autre forme de procès, c'est la transmission et la distribution de tous les services dans les deux systèmes ou même le dédoublement du service national dans les deux systèmes pour quelque période que ce soit.

Comment pourrait donc se développer un système à haute définition au Canada? Premièrement, il faut qu'il se développe sans que l'on essaie d'extraire encore un autre "dividende social" et sans obstacle de la part d'organismes bureaucratiques.

Il faut essayer différentes choses; certaines réussiront alors que d'autres seront vouées à l'échec, mais il faut que ceux qui réussissent soient raisonnablement récompensés et que ceux qui ne réussissent pas puissent tenter de nouveau leur chance.

Un des premiers secteurs qui utilisera cette nouvelle technologie sera l'industrie cinématographique et non pas celle de la télédiffusion. Elle l'utilisera dans la production de films. Ces derniers seront projetés dans un genre de cinéma totalement différent de ce que nous connaissons aujourd'hui. Ce sera un lieu relativement petit, qui pourra recevoir de 15 à 20 personnes dans chaque salle, un genre de café-cinéma, de restaurant-cinéma ou de pizzeria-cinéma, montrant des films en avant-première où l'on servira à boire et à manger, ou simplement des environnements agréables dans lesquels un droit d'entrée permettra de défrayer le coût du film. Je pense qu'il se développera un système de distribution centralisé plutôt que l'installation d'équipement vidéo à chaque endroit.

La télévision à haute définition ouvre également des possibilités dans le domaine des panneaux-réclames électroniques. Cela conviendra parfaitement aux centres commerciaux et l'on pourra peut-être, en fin de compte, les utiliser à l'extérieur. Ce système fonctionnerait à son mieux avec un dispositif frontal et à mémoire relié entre le réseau de câblodistribution et chaque endroit.

Bien entendu, l'application rêvée de la télévision à haute définition sur le câble, c'est la télévision payante. La réussite d'une telle application dépend totalement de la prolifération de récepteurs à haute définition, ce qui serait directement proportionnel à la compatibilité ou à la non-compatibilité du récepteur en aval.

Étant donné la situation économique du Canada, il est peu probable qu'il soit de bonne politique d'introduire un système de télévision à haute définition financé par une taxe et, étant donné la baisse des recettes des systèmes de télévision qui diffusent de la publicité, il est également improbable que nous aurons un réseau national de quelque sorte que ce soit avec un nouveau système.

Par conséquent, il semble que, dans l'avenir prévisible, la seule façon dont un système de télévision à haute définition pourrait se développer ici au Canada soit par la câblodistribution et par des sources locales utilisant des bandes magnétoscopiques recyclées.

Mais qu'en est-il des problèmes de la distribution de la TVHD par le câble? Laissez-moi dire qu'ils sont nombreux et qu'il faudra des travaux de recherche innovateurs considérables pour résoudre le problème de la transmission.

Premièrement, il y aura un problème de bruit. Il semble que la largeur de bande globale minimale du câble soit de 30 MHz, et peut-être même plus. Pour maintenir la même finesse horizontale que perçoit le téléspectateur, soit une résolution d'environ 400 lignes, sur un nouvel écran et avec une proportion d'image de cinq sur trois au lieu de quatre sur trois, il faudrait 100 lignes de plus de résolution, soit une largeur de bande 20% plus grande. Également, juste pour maintenir la résolution que l'on perçoit à l'heure actuelle et augmenter le nombre de lignes verticales de 525 à 1 125, c'est-à-dire plus de deux fois le balayage, il faudra doubler la largeur de bande du système de transmission. Donc, pour maintenir la même résolution horizontale perçue dans le système, et sans améliorer en quoi que ce soit la finesse de l'image, il nous faudra une largeur de bande environ deux fois et demie plus grande, soit à peu près 10 MHz pour la luminance. Pour chaque tranche supplémentaire de 100 lignes de finesse horizontale dans un système à 1 125 lignes verticales, avec une proportion d'image de trois sur cinq, la largeur de bande requise est d'environ 2,25 MHz. Le système proposé par la NHK du Japon utilise une voie de luminance de 20 MHz. Le rapport signal/bruit est de 55 dB. Malheureusement, les systèmes de câblodistribution ne sont pas exempts de bruit. Avec les méthodes actuelles, il ne sera tout simplement pas possible de maintenir un rapport de porteuse/bruit qui produise le rapport signal/bruit sur cette seule largeur de bande. Le deuxième grand problème provient des produits de la distorsion de troisième ordre qui apparaissent dans la bande passante lorsque ce signal à large bande est transmis sur le câble avec vingt ou trente signaux NTSC standard. Ces battements peuvent, en réalité, constituer un plus grand problème que celui du rapport de la porteuse/bruit.

Il ne sert à rien d'essayer de minimiser les problèmes. Ils sont très réels et très vastes. Il existe des solutions, dont certaines ne seront peut-être pas économiques au point de vue pratique, mais j'ai confiance que l'on en trouvera de bonnes s'il existe des stimulants à cet effet. On ne peut pas considérer l'industrie de la câblodistribution au Canada comme l'enfant prodigue de certains ministères ni de certains organismes de réglementation du gouvernement. En fait, l'industrie de la câblodistribution s'est vue continuellement refuser la technologie et les occasions au cours des années. La câblodistribution canadienne connaissait les avantages du développement de la télévision payante bien avant qu'elle ait été introduite aux États-Unis. En février prochain, elle sera lancée au Canada, la seule implication de l'industrie de la câblodistribution étant qu'elle n'en a pas l'exclusivité et cela bien longtemps après qu'elle ait été introduite aux États-Unis.

Dans le cadre du développement de la télévision à haute définition, si l'industrie du câble découvrait que cela allait devenir le mode de transmission d'un système national ou du service de quelqu'un d'autre, il n'y a aucun doute qu'elle ne manifesterait guère d'enthousiasme à dépenser de fortes sommes d'argent et à consacrer de grands efforts à mettre au point un système de transmission par le câble. L'industrie de la câblodistribution ne s'opposerait pas à transmettre ces signaux, à condition que ces voies de distribution soient louées auprès de câblodistributeurs.

Dans cette technologie naissante, il existe des occasions considérables de collaboration pour mettre au point des politiques et, peut-être, pour créer une industrie. Les représentants du gouvernement, les organismes de réglementation et l'industrie doivent, avant tout, mettre au point une politique à l'égard de la télévision à haute définition. Cette politique doit être définie en termes absolus et mise au point maintenant - pas plus tard. Par exemple, pour l'instant, s'il n'y a pas de politique et si, dans quelques années, on annonce qu'il y aura un réseau de télévision national à haute définition distribué directement à domicile par satellite, l'industrie de la câblodistribution ne ferait que répondre: "N'avons-nous pas bien fait de ne rien faire, parce que nous savions que la politique gouvernementale essaierait de nouveau d'exclure les systèmes de câblodistribution de cette nouvelle technologie".

C'est là un scénario très plausible de la façon dont la politique pourrait se développer à l'égard de cette nouvelle technologie et nous en sommes tous conscients. Donc, à moins qu'il y ait un effort conscient de réunir tous les groupes intéressés, il est fort probable que chacun choisira une avenue dont il peut contrôler les effets.

Dans la nouvelle technologie de la télévision à haute définition qui est en train de se développer, nous pouvons voir des industries comme les entreprises de téléphone, les câblodistributeurs ou de nouveaux entrepreneurs mettre au point un système complètement fermé en dehors de l'environnement réglementé, pour livrer au grand public et au monde des affaires le cinéma de l'avenir, ainsi qu'une multitude d'autres services non diffusés. Le choix repose réellement entre les mains des faiseurs de politique et, demain, il sera trop tard pour commencer à formuler cette politique.

LA TVHD ET LES SERVICES DE VIDÉOTEX ET DE TÉLÉTEXTE

Basil J. Crozier et Keith Y. Chang

Ministère des Communications
Canada

Comme tous les autres systèmes vidéotex qui existent dans le monde, Télidon est un média qui évolue rapidement, mais contrairement à la plupart d'entre eux, il acceptera rapidement des systèmes de visualisation de haute finesse et facilitera, en fait, l'avènement de la télévision numérique.

Le Télidon est un code de communication qui a été conçu au Centre des recherches en communication (CRC) du gouvernement canadien, dans les années 1970. Ce n'est que depuis cinq ans qu'il a été mis en oeuvre en dehors du laboratoire. Au cours de ce laps de temps, il a suscité un intérêt international croissant, qui a conduit à son adoption comme la norme nord-américaine et une norme internationale, et a entraîné le développement d'une nouvelle industrie ainsi que la disponibilité commerciale d'équipement et de services Télidon. Selon des prévisions conservatrices, on prévoit que d'ici 1985, il y aura de 250 000 à 400 000 terminaux Télidon au Canada et les possibilités d'un marché national et international de plusieurs milliards de dollars ont poussé les Canadiens à investir une somme estimative de 90 millions de dollars dans ce nouveau média.

Cette communication a pour but de vous présenter le monde du vidéotex et, en particulier Télidon. Nous y décrivons les caractéristiques du Télidon, pour que vous le compreniez mieux et, ce faisant, pour que vous puissiez mieux juger par vous-mêmes des possibilités de certaines applications spécialisées qui, je pense, ont besoin à la fois du Télidon et de visualisation à haute finesse. Dans la conclusion, je ferai quelques commentaires sur les répercussions du Télidon en tant que système de mémoire/traitement d'images pour la télévision numérique.

LE VIDÉOTEX

Le vidéotex est un mode de communication qui n'évolue que depuis les dix dernières années. Le terme "vidéotex" est un générique pour des systèmes d'information d'ordinateur qui peuvent utiliser un appareil de télévision pour afficher les données. La Grande-Bretagne a mis au point le premier système de vidéotex - Prestel, au début des années 1970 et ce service comprend maintenant des centaines de milliers de pages d'information, et plus de cent mille terminaux (utilisateurs). Il y a trois normes de vidéotex reconnues sur le plan international (C.C.I.T.T./C.C.I.R.): Prestel, ainsi que le

système français - Antiope, et le système canadien - Télidon. En juin 1982, l'Association canadienne de normalisation (ACNOR) et l'American National Standards Institute (ANSI) ont adopté conjointement le Télidon comme la base de la norme du vidéotex nord-américain - "La syntaxe nord-américaine du protocole de niveau de présentation". L'établissement de normes internationales et l'évolution des marchés du vidéotex verront Télidon trouver sa place dans les foyers et les bureaux de l'avenir d'ici une dizaine d'années.

LE TÉLIDON:

- . un système de vidéotex unique en son genre basé sur l'infographie
- . un protocole de communication (code) qui assure l'échange efficace de graphiques entre des terminaux informatiques sur des lignes de communication à bande étroite
- . une extension de la table du code ASCII pour définir les graphiques
- . l'édition électronique
- . un mode de divertissement/information contrôlé par l'utilisateur
- . tout cela et bien plus encore.

Le Télidon diffère fondamentalement des systèmes européens qui l'ont précédé, par sa méthode de codage et la présentation des informations graphiques. Il emploie un schéma de codage communément connu sous l'appellation d'alpha-géométrique. Par comparaison à la méthode européenne, qui consiste à composer une image par une mosaïque d'éléments (80 x 60 pels), l'image de Télidon est constituée d'une série d'éléments géométriques primaires transmis sous la forme d'un code d'instructions de description d'images (IDI) de la base de données au terminal décodeur. Le décodeur, qui contient un micro-processeur et des mémoires, décode alors l'IDI et décide ce qu'il faut dessiner et où le dessiner sur l'écran.

Grâce aux codes IDI, il faut moins de données pour transmettre l'image, ce qui réduit l'espace de mémoire informatique nécessaire et les exigences de transmission. Le nombre de données nécessaires dépend du niveau de détail du graphique. À titre d'exemple, une page type de graphique Télidon contient 500 octets de données.

Le Télidon fonctionne par codage, transmission et décodage de textes et de graphiques, ou des deux, sous forme d'information numérique. Le coeur de Télidon est l'Instruction de description de l'image, c'est-à-dire des codes qui permettent à un ordinateur de définir un élément géométrique (un point, une ligne, un arc, un rectangle et un polygone) à l'aide d'un minimum d'information.

Une image particulière peut se composer d'une série d'autant d'éléments géométriques que l'on veut ainsi que de textes. Les attributs d'un élément particulier sont simplement définis par son emplacement, sa forme et sa couleur en relation avec l'image globale. Parmi les autres caractéristiques, citons les surimpressions, l'animation, le clignotement et un choix très souple de couleurs et de motifs de remplissage, ainsi qu'une qualité d'image photographique. Les images photographiques sont produites selon la technique de l'IDI du "point d'incrément" et d'une manière analogue au fac-similé, qui fait apparaître l'image point par point et ligne par ligne, donnant ainsi beaucoup de finesse.

Dans le décodage des IDI, un micro-processeur logé dans le terminal Télidon reconnaît la forme géométrique qu'il faut dessiner et, grâce à un algorithme approprié, il reconstruit l'image dans une mémoire de carte binaire (représentant l'image de télévision) qui fait changer l'image sur l'écran.

Une des caractéristiques les plus importantes du codage de Télidon est qu'il est indépendant du terminal. L'information codée à l'heure actuelle en tant que IDI est compatible avec la télévision en couleur et monochrome, ainsi qu'avec les écrans de finesse faible, moyenne ou élevée, ce qui la rend compatible avec les améliorations futures de la technologie de la visualisation. Cette souplesse d'emploi est attribuée à la méthode de la définition des graphiques et à l'intelligence du terminal décodeur qui adapte la présentation aux caractéristiques du média utilisé pour l'affichage. L'emplacement et la forme des éléments géométriques ne sont pas définis en tant que coordonnées absolues mais sont relatifs à un espace coordonné abstrait, unitaire, bi ou tri dimensionnel (0-1, 0-1, 0-1).

Par exemple, un rectangle centré dans cet espace coordonné pourrait être défini par ses angles opposés en diagonale en tant que 0,25, 0,25 et 0,75, 0,75. En recréant ce rectangle, un décodeur Télidon l'adapte à la résolution des cartes linéaires (image de télévision), l'objet occupant toujours le même pourcentage de la superficie générale de l'écran. Les terminaux actuels fonctionnent avec des cartes binaires de 200 sur 256 éléments, mais au fur et à mesure que les besoins et l'économie le dicteront, on peut s'attendre à ce qu'elles soient étendues à de plus fortes résolutions pour que la finesse des lignes en diagonale ou des courbes devienne "plus nette". Le code accepte à l'heure actuelle des résolutions de plus de 250 000 sur 250 000 éléments imagiers.

Le Télidon d'aujourd'hui

Il existe à l'heure actuelle un réseau de Télidon qui s'étend à travers tout le Canada et dans d'autres pays. Ce réseau englobe l'accès à des banques de données locales, nationales et internationales par téléphone, câble coaxial et fibres optiques, ainsi que l'accès à l'information Télidon à partir de stations de télévision et de satellites (Télétexte). Ces services sont utilisés par des groupements commerciaux particuliers ainsi que par des maisons d'enseignement et le grand public. À l'heure actuelle, les fonctions comprennent l'accès à une documentation informatique constamment mise à jour (encyclopédie vivante), à des programmes interactifs (analyse/calcul), à l'échange de messages entre utilisateurs, à des transferts électroniques de fonds (opérations commerciales) et à des jeux informatiques. Si l'on se fie aux statistiques d'utilisation, il semble que chaque utilisateur accède à quelque trente images (pages) d'information chaque jour.

La demande et l'intérêt à l'égard du Télidon ne cessent de croître. Même en cette époque de compression économique, le nombre d'entreprises ou de groupements qui fournissent directement des services Télidon a dépassé la centaine au cours des trois dernières années. Aux États-Unis, le Télidon est utilisé par l'Association de normalisation (ANSI), ainsi que par des entreprises comme AT & T, Time Inc, Times Mirror, CBS, NBC et les ordinateurs Apple. Sa présence en tant que code pictorial et graphique ne peut servir qu'à améliorer l'introduction de services informatiques auprès du grand public et dans les bureaux (une image vaut mille mots).

Applications

On peut utiliser le Télidon dans des applications spécialisées où l'on recherche à créer ou communiquer des images détaillées qui peuvent avoir besoin d'être modifiées ou traitées. En tant que graphique (IDI), le Télidon peut se comparer à ce que l'on appelle couramment des "images temporaires" créées par l'ordinateur. Une image temporaire, c'est ce que j'appellerais une page du Télidon, car sa présentation est dynamique - on voit les graphiques apparaître dans d'ordre dans lequel l'artiste, ou qui que ce soit d'autre, l'a créée et, étant donné que l'image est constituée par une série d'éléments indépendants, on peut facilement la modifier. Le code Télidon permet de programmer au préalable le retardement de la présentation d'une image. Il permet d'étiqueter une série d'éléments indépendants en tant qu'objets dont on peut varier la grandeur, et que l'on peut faire tourner, animer et modifier. La finesse et la rapidité du traitement ne sont pas à l'heure actuelle une limite aux possibilités de Télidon. En fait, Télidon pourrait facilement

accepter des micro-processeurs plus puissants, des algorithmes plus rapides et une plus grande finesse. Lorsque l'économie, les systèmes de transmission et le marché pourront accepter une plus haute finesse, Télidon sera là.

Le Télidon et les affichages de haute finesse offrent également de merveilleuses possibilités dans le domaine des dessins techniques ou d'ingénierie. Les professionnels ont déjà accepté la conception assistée par ordinateur (CAO), mais ils ne peuvent guère communiquer ces graphiques à travers les frontières, sans parler des communications entre leurs propres bureaux internationaux. Étant donné son efficacité et le fait qu'il constitue une norme internationale, le Télidon se prête on ne peut mieux à cette application. Il est basé sur les mêmes primitives graphiques d'ordinateur que la CAO et peut offrir un emmagasinage rentable, assurer la transmission et permettre l'affichage de dessins précis pour les semi-conducteurs, la fabrication, le bâtiment et même le contrôle des systèmes. Au Manitoba (Canada), la Société provinciale de téléphone utilise le Télidon pour surveiller tout son système. Par suite des défauts de son réseau de télécommunication, un programme informatique génère le graphique d'alerte approprié ainsi que l'information représentant l'implantation du système. L'information s'affiche automatiquement sur les écrans au centre de contrôle et les gestionnaires et les techniciens qui se trouvent dans les divers endroits peuvent y avoir accès.

La bureautique et la productivité sont probablement les deux sujets dont on parle le plus à l'heure actuelle. Pour la première fois, le simple employé de bureau représente le plus fort pourcentage de la population active. Nous passons rapidement d'une société industrielle à une société d'information. Les deux facteurs qui nous poussent dans cette direction sont l'expansion globale des affaires dans les entreprises multinationales et l'introduction de l'automatisation et de la robotique dans les chaînes de fabrication.

Nous avons introduit des changements mineurs dans l'environnement des bureaux sous la forme de calculatrices, de machines à écrire électroniques, de machines à photocopier et de traitement de texte, mais cela n'a guère augmenté l'efficacité. Ces innovations mineures de l'automatisation des bureaux s'intégreront aux ordinateurs et aux télécommunications, le bureau de l'avenir étant caractérisé par des postes de travail multifonctionnels et très polyvalents, pouvant communiquer avec le monde entier. En alliant les images aux ordinateurs et aux télécommunications, Télidon jouera naturellement un rôle important dans ce processus de l'automatisation des bureaux. En réalité, bien des services envisagés pour la bureautique sont déjà disponibles dans bien des systèmes actuels de Télidon. Citons, entre autres, l'accès à des bases de données commerciales

et d'informations, les programmes computationnels, les transferts électroniques de fonds et d'autres formes de services de courrier électronique, etc. Bell Canada offre à l'heure actuelle un poste de travail raffiné qui allie le téléphone à un terminal alpha-numérique et à un terminal de vidéotex Télidon en un seul appareil compact appelé le Visuphone. Il s'agit, en réalité, d'un appareil de communication de bureau multifonctionnel très souple qui met l'information directement entre les mains et sous le contrôle de l'utilisateur. Il faut espérer qu'étant donné que l'information se distribue automatiquement, l'employé de bureau pourra consacrer plus de temps à la créativité.

Au fur et à mesure que cette automatisation progresse, on perçoit le besoin de terminaux de plus haute finesse. Le système ultime devra pouvoir également créer, emmagasiner et distribuer la lettre ordinaire de 8½" sur 11" et permettre les téléconférences ainsi que les transmissions de fac-similés.

On peut penser à d'autres applications du Télidon et à des affichages de haute finesse dans les domaines de la formation spécialisée et de l'analyse. Étant donné que la vie est un processus continu d'apprentissage, il y aura toujours une demande pour des méthodes efficaces de formation. On commence à reconnaître que les ordinateurs constituent un outil pédagogique utile et leur efficacité en ce domaine dépend énormément de l'accessibilité à des logiciels pédagogiques. Ces facteurs, ainsi que le fait que nous pensons en images, nous conduit une fois de plus à Télidon.

L'apprentissage par la simulation offre de nombreuses possibilités, mais ces dernières ne peuvent être efficaces que si elles incorporent l'utilisation de l'ordinateur et de graphiques détaillés. Tout comme l'on n'écrit plus en gravant sur la pierre, il faut que les programmes de simulation puissent être facilement modifiés pour les adapter aux changements. Un des domaines d'étude initiaux de Télidon impliquait l'utilisation d'un espace visuel commun, où un certain nombre d'individus situés n'importe où dans le monde pouvaient interagir et modifier le même graphique, le même programme ou la même situation. Un tel système présente d'énormes possibilités dans la formation des forces armées, des sociétés et des institutions.

Il existe bien d'autres domaines d'application qui nécessitent la possibilité de créer ou de communiquer des images détaillées pouvant être modifiées ou traitées. Ce n'est qu'une question de besoin et d'économie avant que Télidon ne s'applique à la médecine, à la cartographie, à la surveillance des satellites et à la navigation. Il sera fort avantageux, et dans certains cas, important, de disposer d'affichages à haute définition pour développer ce genre d'application.

Télidon et la télévision à haute définition

Lorsque je dis que le Télidon facilite l'introduction de la télévision à haute définition et de la télévision numérique, trois points me viennent à l'esprit:

- 1) Tous les systèmes à haute finesse proposés mentionnent l'utilisation et les avantages d'une mémoire numérique d'image au récepteur ou à l'intérieur de celui-ci.
- 2) On s'attend à ce que le Télidon capte un marché considérable et il est en train d'être introduit en tant que composante du téléviseur grand public.
- 3) Le Télidon se prêtera fort bien aux affichages à haute finesse.

En fait, Télidon met essentiellement en place le récepteur d'un système de télévision numérique.

Les avantages de la mémoire d'image sont bien connus. Elle permet de traiter l'image en fonction du code (Télidon), de la mettre à jour et de la restituer ou de l'améliorer, tout en offrant une perception de finesse 30% supérieure au plan binaire actuel.

Le Télidon et le système de vidéotex japonais "Captain" (qui n'a pas encore été décrit totalement à l'échelle internationale) sont tous deux basés sur le principe d'emmagasiner une image dans une mémoire planaire binaire. Ces technologies ayant devancé la télévision à haute définition, et étant donné les projections commerciales, le marché accueillera le vidéotex avant la télévision à haute définition et cela met effectivement en place le récepteur d'un système de télévision numérique.

Le Télidon ne sera pas utilisé pour décrire géométriquement le contenu des images vidéo, mais le docteur S. Schlien, de notre Centre des recherches en communication, étudie à l'heure actuelle ses possibilités photographiques et de mise à jour ainsi que la synthèse de la parole pour une mémoire planaire de 512 sur 512 bits, avec 8 millions de teintes de couleur. Le seul point sur lequel j'aimerais insister en ce qui concerne l'introduction imminente de la télévision numérique, c'est qu'étant donné que les plans sont binaires, la taille la plus probable serait de 1 024 sur 512, ce qui donnerait une finesse perçue de plus de 1 300 par 660 ainsi que la proportion d'image plus grande et souhaitable de 2:1. En identifiant un système à haute définition compatible, il faut regarder vers l'avenir et ne pas compromettre la télévision numérique.

Remerciements: Nos plus sincères remerciements à John Storey, Ted Balleшта (Centre de recherches en communication) et Doug O'Brien (Norpak) pour leurs contributions.

L'ÉVOLUTION DES NORMES D'ÉMISSION ET AUTRES

Weston E. Vivian

Introduction

Chaque fabricant qui fournira aux producteurs ou autres de l'équipement de TVHD de première génération, que ce soit des caméras ou du matériel d'enregistrement, de transmission ou de visualisation, essaiera de livrer sur le marché de l'équipement conçu pour créer et renforcer les besoins des utilisateurs pour sa marque plutôt que celle d'un concurrent. On peut s'attendre à l'évolution de non pas une seule norme de rendement d'équipement mondiale de facto, mais plusieurs. Parmi ces normes, chaque pays choisira celle qui favorise le plus ses fabricants ou ses producteurs d'émissions, ou les deux.

Dans certains pays, les sociétés professionnelles d'ingénieurs et certains fabricants multinationaux qui s'intéressent à unifier les marchés à l'échelle mondiale souhaitent non pas plusieurs mais une seule norme mondiale, et encore faut-il que cette norme soit rapidement mise au point de façon à gaspiller le moins de richesse publique et d'investissement privé que possible par suite de l'abandon de certains modèles.

Nous verrons peut-être s'élaborer au cours de la présente décennie une norme mondiale avantageuse et durable pour l'enregistrement et la visualisation. Cela arrivera peut-être également pour la transmission, mais si on adopte trop tôt une norme pour cet aspect de la TVHD, ce que je crains, elle sera démodée avant que le marché soit pénétré d'une façon considérable, ou pire encore, bien des largeurs de bande de transmission seront probablement inutilement attribuées, altérant toute productivité et diminuant le nombre de voies de diffusion de satellite disponibles pour chaque pays tout en élevant les coûts de transmission pour tout le média.

Je passerai en revue aujourd'hui (1) la portée des normes de TVHD qui, selon moi, sont nécessaires; (2) les perceptions de divers intéressés à l'égard d'un modèle approprié et d'un rythme d'évolution des normes de TVHD; (3) les efforts que l'on déploie actuellement pour mettre au point ou retarder l'établissement de normes de la TVHD, de jure ou de facto; (4) les moyens d'inclure dans les normes de transmission les algorithmes de compression qui évoluent lentement à l'heure actuelle; (5) les conséquences de la concurrence de la transmission numérique par rapport à la transmission analogique; (6) les normes actuelles de l'enregistrement, de la transmission et de la visualisation pour la télévision ordinaire qui, selon moi, pourraient être étendues de manière à englober une définition plus élevée; (7) les normes

qui, selon moi, ne devraient pas être étendues ni même gardées; et (8) une suggestion pour une norme "intérimaire" de transmission.

Sujet 1 Portée des normes nécessaires

L'illustration 1 représente le contexte actuel de normalisation. Vous reconnaîtrez tous les mots utilisés dans cette illustration.

Les illustrations 2 et 3 représentent le contexte de normalisation qui, selon moi, correspondra à la situation d'ici la fin de la décennie, contexte qui découle de deux hypothèses: 1) d'ici là, chaque nouvel appareil de télévision de haute qualité aura une mémoire d'image et 2) la norme de transmission sera formulée dans le cadre de travail conceptuel de l'interconnexion des systèmes ouverts de l'Organisme international de normalisation (ISO) plutôt que dans celui du NAB comme par le passé. Dans le cadre de travail de l'ISO, quelles que soient les normes d'enregistrement et de montage qui évolueront, elles constitueront les normes des niveaux de protocole de 2 à 6. Quant aux normes de transmission, elles constitueront les normes des niveaux de protocole de 1 à 5. Certes, les normes de transmission de niveau 1 comprendront, comme auparavant, les paramètres du spectre pour une fréquence porteuse, pour la modulation et pour l'interférence entre les canaux; mais j'espère qu'elles ne comprendront pas les paramètres de la porteuse de chrominance, ni de la porteuse audio, ni de la porteuse de télétexte, ni de la synchronisation des images, car il faut souhaiter que ces paramètres n'existeront pas. Je m'attends plutôt à ce que les normes de transmission des niveaux 2 à 4 comprennent de nouveaux éléments: la synchronisation des formats de données, le nombre réel d'émissions en multiplexage temporel, l'identité de l'algorithme de compression pour chacune de ces émissions et, peut-être, une pondération d'énergie binaire transmise. Autrement dit, le contexte de normalisation de la TVHD de demain sera très différent de celui du NTSC, PAL ou SECAM d'hier. La transmission par "multiplex analogique de composantes" (MAC) proposée par l'Independent Broadcast Authority du Royaume-Uni (UK/IBA) est un contexte intermédiaire.

Sujet 2 Perceptions de divers intéressés à l'égard d'un modèle approprié et d'un rythme d'évolution de ces normes

Des producteurs de cinéma aventureux comme Coppola disent que la TVHD est un merveilleux nouvel outil qu'on devrait utiliser dans les studios dès qu'il sera disponible. Ils veulent collaborer dès maintenant avec les fabricants pour établir des lignes directrices à l'égard du rendement des caméras et de

l'équipement d'enregistrement. Les propriétaires de cinémas auxquels les producteurs livreront leurs oeuvres ne manifestent guère d'intérêt envers la TVHD.

Les fabricants japonais qui mettent activement au point des caméras et des équipements d'enregistrement de TVHD, et qui ont effectué les premiers essais de diffusion de TVHD par SDD, font ressortir les avantages que la TVHD présente aux téléspectateurs, et ils préparent fièvreusement leur nouvel essai sur SDD qui devrait avoir lieu dans quelques années. Cependant, ils ne parlent guère de normes. Je pense qu'ils essaient de ne pas se mettre à dos la FCC ou tout autre organisme analogue qui existe dans les autres pays.

Les fabricants américains et canadiens qui regardent les Japonais se disent entre eux: "Nous ne voulons aucune norme de TVHD de quelque sorte que ce soit avant que nous sachions comment rapatrier ici la production qui se fait au Japon."

Parmi les réseaux de télévision américains, CBS a présenté une demande à la FCC et a obtenu l'autorisation d'établir un service pilote coûteux et complet de TVHD par SDD. CBS talonne la FCC pour que cet organisme accorde une large bande à 12 GHz pour la TVHD. C'est ce que CBS veut tout de suite. Aujourd'hui, tout comme les fabricants japonais avec lesquels elle travaille, CBS fait ressortir les avantages que la TVHD représente pour les téléspectateurs. Étant donné que CBS livre maintenant une télévision NTSC à ces auditoires par l'intermédiaire de ses nombreuses stations affiliées qui transmettent le service par voie terrestre et que CBS ne veut pas effrayer ses affiliés, elle fait également des essais de propagation terrestre de la TVHD. CBS a l'intention de commencer à archiver sa programmation pour la TVHD, à enregistrer des émissions qu'elle utilisera dans quelques années. Donc, CBS désire réellement accélérer l'élaboration de normes d'enregistrement de la TVHD. (Si l'on pouvait s'entendre sur des normes d'enregistrement de la TVHD à l'échelle internationale, cela faciliterait les échanges commerciaux de ces émissions entre les pays.) CBS discutera des options de transmission et de modulation, mais elle ne semble pas prête à insister pour que l'on mette au point des normes particulières à long terme pour la transmission.

Les stations affiliées de CBS et les autres réseaux américains sont dans l'attente, n'étant ni pour ni contre. Ils ne voient pas encore très bien ce que sera leur rôle. Étant donné qu'ils ont prospéré dans le monde par le passé, ils aimeraient bloquer tout changement. Mais les cotes d'écoute sont à la baisse. Ils craignent que la câblodistribution prenne le dessus, avec ou sans la TVHD. Même s'ils ont peur que la TVHD aggrave cette situation, ce n'est pas pour eux une grande préoccupation. Les sociétés américaines d'ingénierie sont heureuses d'avoir l'occasion de travailler à l'élaboration d'une toute nouvelle norme de télévision et de la façonner. L'effort, puis les résultats, créent des emplois passionnants et très

rémunérateurs pour eux. La Federal Communications Commission américaine (FCC), le ministère canadien des Communications et d'autres organismes nationaux qui attribuent les fréquences dans leur pays n'aiment pas l'appétit spectral vorace de la TVHD. Mais, dans à peine quelques années, ils devront participer à une CARR au cours de laquelle on discutera de la TVHD. Ils doivent attribuer les fréquences du spectre. Ils doivent déterminer des créneaux orbitaux. Ils aimeraient que, d'ici là, il y ait suffisamment de politiques mises au point pour se présenter devant leurs collègues avec confiance et dire quelque chose de plausible, que ce soit optimal ou non. Il vaut mieux quelque chose que rien du tout.

L'UK/IBA pousse son approche basée sur le MAC. La BBC résiste. Le MAC offre un meilleur rendement que le NTSC, le PAL ou le SECAM, mais il n'est pas aussi bon que le prototype de la TVHD japonaise.

En résumé, les fabricants et les producteurs insisteront de plus en plus pour avoir des normes relatives aux caméras, aux matériels d'enregistrement, d'édition et de visualisation, et ils laisseront arriver les normes relatives à la transmission. De façon inverse, les organismes de réglementation du spectre des fréquences et les télédiffuseurs intéressés insisteront pour que l'on commence à attribuer des fréquences, mais encore faudra-t-il que cela soit assez souple, car ils auront confiance que les normes de la transmission et du matériel ne tarderont pas à suivre.

Mais qu'en est-il de la compatibilité avec la norme NTSC? À chaque rencontre, on en déclare la nécessité avec ferveur. Mais personne n'a encore proposé une méthode efficace en ce sens. Personne ne veut être non plus le coupable qui détruirait toute possibilité de compatibilité. Lorsque le besoin s'en fera sentir, nous découvrirons tous quelque éminence grise sans défense sur laquelle nous jetterons le blâme.

Sujet 3 Efforts actuels pour lancer ou retarder l'élaboration de normes de TVHD, de jure ou de facto

Un conférencier a déjà décrit aujourd'hui les activités récentes du comité JCIC qui examine ce sujet, le rôle du nouveau comité NAB et les préoccupations du CCIR et de la SMPTE.

Depuis quelque temps déjà, la CMTT, constituée par un effort conjoint du CCIR et du CCITT, a passé en revue les normes de la téléconférence, notamment celles qui ont trait à une forte compression. Mais, étant donné que la mobilité des images est plus importante dans la diffusion de la TVHD que dans les téléconférences, il est fort probable que les normes seront différentes dans les deux cas. Ni l'Electronic Industries Association ni la National Cable Television Association ne semblent s'intéresser à la TVHD. Il y a quelques jours, j'ai demandé à un représentant pertinent de la FCC si cet organisme ou tout autre agence américaine avait institué une autorité de normalisation quelconque pour la TVHD. Il m'a répondu non.

Il est bien manifeste que, pour soutenir son approche basée sur le MAC, l'UK/IBA ne peut s'empêcher de s'opposer à des normes plus avancées que le MAC. Oui, les efforts de l'IBA peuvent retarder quelque chose de mieux.

On dit, à mi-voix, que CBS essaie de retarder l'élaboration des normes de la TVHD en demandant si fort l'impossible que rien n'arrivera jamais. Il y a peut-être quelqu'un chez CBS qui agit ainsi. Mais certainement pas Joe Flaherty. Je pense qu'il veut faire sa marque dans l'histoire avec la TVHD.

Sujet 4 Quelques moyens de concilier dans des normes les algorithmes de compression qui se font jour lentement

NEC et maintenant GE offrent sur le marché des produits qui utilisent des algorithmes à faible rapport. On essaie également de vérifier des algorithmes de rapport plus élevé dans des laboratoires de R & D. Hier, John Rossi, de CBS, a démontré les répartitions redondantes de probabilités, d'une image à l'autre, pour diverses séries d'images de télévision qu'il considère comme représentatives. Ces répartitions confirment ce que nous connaissons intuitivement depuis plusieurs années, à savoir que, d'une part la plupart des éléments imagiers d'une image de télévision ne changent guère et, d'autre part, que la capacité d'information dont on dispose dans la largeur de bande et la portée dynamique de la transmission NTSC est sous-utilisée. On peut certes transmettre la télévision, et notamment la TVHD, avec un très haut degré de précision à l'intérieur d'une largeur de bande bien moins grande que la voie actuelle du NTSC. Un jour (peut-être dans plusieurs décennies?) pourra-t-on transmettre raisonnablement bien la télévision NTSC dans le monde entier par l'intermédiaire des circuits téléphoniques du réseau numérique des services intégrés (ISDN) de 256 kilobits à la seconde que les entreprises de téléphone sont en train de préparer. Ces entreprises veulent regagner le rôle prépondérant qu'elles détenaient auparavant dans les télécommunications et elles travailleront infatigablement à la technologie de la compression.

Au fur et à mesure que les algorithmes de compression de la largeur de bande augmentent, que peuvent donc faire les concepteurs de systèmes, ceux qui attribuent le spectre des fréquences et ceux qui élaborent des normes, en face de cette lente évolution?

Supposons que chaque année, ou tous les deux ou trois ans, on commercialise et utilise un algorithme meilleur que le précédent.

Première option. On pourrait accorder aux radiotélédiffuseurs des canaux dont la largeur de bande serait fixe et on les obligerait à transmettre leurs émissions sur ces voies exactement comme ils le faisaient au début.

Deuxième option. On pourrait exiger des radiotélédiffuseurs qu'ils réduisent périodiquement leur largeur de bande. Pour certaines applications, cela serait économique. Par exemple, mes collègues et moi-même croyons que les premiers utilisateurs de la TVHD seront des établissements commerciaux de divertissement, comme les bars et les restaurants qui offrent un écran de télévision à leur clientèle. Étant donné que l'équipement qu'ils possèdent n'est pas simplement là pour informer ou amuser le propriétaire, mais bien pour attirer des clients, le propriétaire désirera obtenir un rendement aussi spectaculaire et moderne qu'il le peut. Si, au fil des années, les amplificateurs et les expanseurs de fréquence intermédiaire de leurs récepteurs doivent être remplacés par la version suivante (pas l'écran proprement dit, qui constitue la partie onéreuse du matériel) le propriétaire amortira la perte que représente le coût du remplacement en ne versant qu'une larme de crocodile.

Troisième option. On pourrait attribuer aux radiotélédiffuseurs des canaux dont la largeur de bande serait fixe, mais les normes de transmission sur cette largeur de bande ne seraient définies qu'en tant que: 1) une réserve de largeur de bande, avec les niveaux connexes d'interférence entre les canaux, 2) des paramètres pour un signal de transmission à une seule onde porteuse modulée d'une façon numérique et à phases multiples ainsi qu'à plusieurs niveaux, et 3) des paramètres pour un signal de transmission de rechange, du type "échantillon de AM analogique et facultatif". (Tous les signaux standard de la TVHD pourront être numériques en série ou multilignes jusqu'au modulateur de l'émetteur et au-delà du démodulateur du récepteur mais, pour minimiser la demande de largeur de bande de transmission, le signal devrait être aussi près que possible de l'AM analogique à partir du modulateur jusqu'au démodulateur, en passant par la transmission.) Le titulaire d'un permis d'exploitation de canal aurait la liberté d'émettre dans la largeur de bande autorisée, non seulement un mais plusieurs programmes indépendants multiplexés dans le temps, des émissions totalement indépendantes, pour lesquelles on utiliserait un algorithme ou une série quelconque d'algorithmes de compression/expansion codés dans les récepteurs. Le choix de l'algorithme de chaque émission changerait d'heure en heure ou de minute en minute, selon le rythme de changement de l'image dans les émissions particulières transmises à ce moment-là.

Autrement dit, dans la troisième option, la décision à l'égard de la valeur subjective qu'un certain niveau de résolution offre aux téléspectateurs n'est pas résolue d'avance dans les laboratoires des ingénieurs ni dans les salles de conférence des organismes de réglementation, mais est déterminée au moment de l'emploi dans le studio du producteur et le marché des commanditaires, par des gens dont la raison d'être est d'attirer, de plaire et de desservir le marché humain. Laissons-les donc décider, jour après jour, émission après émission, le mélange de paramètres techniques qu'il désirent, tout comme ils décident à l'heure actuelle du mélange d'émissions

qu'ils veulent. Pour des images de bulletin de nouvelles sensationnelles et pour des matchs de football, il choisiront certainement beaucoup de mégahertz. Pour les romans-savons, probablement beaucoup moins. Pour les annonceurs de nouvelles, peu de mégahertz. Les méthodes actuelles d'attribution du spectre des fréquences de la télévision hertzienne ne laissent à l'heure actuelle aucune liberté aux commercialisateurs. Je pense que cette situation n'est pas à l'avantage de bien des téléspectateurs. Tout comme le mélange de paramètres techniques des voies téléphoniques et des voies de transmission de données sont devenus plus souples, et tout comme les canaux de la câblodistribution le deviendront dès que les convertisseurs de compression/expansion qui sont en train d'être mis au point entreront sur le marché, ainsi devrait être la télévision hertzienne, la TVHD tout comme la NTSC.

Si l'on veut pénétrer le marché de la TVHD à peu de frais, il faudrait que les réserves de largeur de bande à cet égard soit suffisamment grandes pour permettre la transmission analogique en modulation d'amplitude d'un programme de TVHD non comprimé, sans mémoire d'image au récepteur. Les 30 mégahertz que CBS a proposés à la FCC devraient suffire. Peut-être qu'une largeur de bande inférieure basée sur la méthode MAC de l'UK/IBA serait meilleure.

Sujet 5 Quelles sont les conséquences de la mise en oeuvre de la transmission analogique par rapport à celle de la transmission numérique?

Lorsqu'on songe à utiliser la transmission numérique à l'intérieur de la plaquette d'un micro-processeur, dans une mémoire d'image, dans un processeur de compression/expansion, et peut-être même dans un vidéodisque ou dans un câble de fibres optiques transocéanique, cela est merveilleux. Cette solution offre une formidable portée dynamique. Un étalonnage stable. Elle peut être régénérée; car, une copie après l'autre, on peut réduire les erreurs à quasiment zéro. Il existe des algorithmes d'analyse d'erreur qui reconnaissent et corrigent les erreurs isolées et on les utilise déjà beaucoup.

Mais lorsqu'on songe à la transmission hertzienne d'une TVHD à large bande, la transmission numérique n'offre pas un si beau tableau. Fondamentalement, la transmission numérique convertit simplement la portée dynamique de l'amplitude dans la largeur de bande. En ce qui a trait à la transmission hertzienne sur cette planète, où les bandes passantes sont plutôt rares, ce serait aller dans la mauvaise direction.

Si l'on utilise un codage multiphasés et à multiniveaux, il est certainement possible de réduire la largeur de bande de la transmission numérique. Mais lorsque l'on pondère l'énergie binaire du signal pour obtenir une erreur minimale à l'autre extrémité (c'est-à-dire que l'on envoie les bits les plus

importants avec le plus d'énergie possible et les bits les moins importants avec le moins d'énergie possible), un tel codage produit des signaux qui ressemblent à une distribution du spectre analogique.

À condition que l'on entrelace fréquemment des signaux d'étalonnage comme on le fait selon la norme NTSC actuelle, et que l'on utilise des mémoires d'image, la transmission hertziennne analogique peut s'accommoder du multiplexage temporel des émissions dont j'ai parlé précédemment; elle peut accommoder un balayage souple, point sur lequel je reviendrai dans une minute; elle peut également tenir compte de l'embrouillage de la position temporelle ainsi que de la fréquence et de l'amplitude; et on peut réaliser une intégration linéaire cohérente. Il ne faut pas sous-estimer cette vieille méthode.

Sujet 6 Quelles sont les normes actuelles que l'on pourrait élargir pour englober la TVHD?

Pour répondre à cette question, je ne considérerai ici que les normes des appareils d'enregistrement vidéo, la clef de toutes les questions qui ne traitent pas de l'émetteur.

La norme AA/11 que le CCIR a recommandée en février 1982 pour l'interconnexion numérique des caméras, des appareils d'enregistrement et des écrans de visualisation sera probablement adoptée très bientôt à l'échelle mondiale. Même si, telle qu'elle est rédigée à l'heure actuelle, cette norme ne suffirait pas pour la TVHD, on peut certainement l'élargir à cet effet. Les taux d'échantillonnage stipulés dans la recommandation AA/11 peuvent être élevés de, disons, 13,5 mégahertz pour la luminance et 6,75 mégahertz pour la chrominance, à environ 70 mégahertz et 35 mégahertz respectivement, de façon à tenir compte premièrement du quadruplage de la finesse de la TVHD (2 x 2) et, deuxièmement, de l'augmentation de cinq à quatre dans la proportion d'image. Hier, M. Kerns Powers, de la Société RCA, a discuté de certaines considérations pertinentes, et M. Donald Fink le fera également bientôt aujourd'hui.

Il n'y a probablement pas besoin de mettre au point trop vite une norme pour l'enregistrement numérique de la TVHD. Fort heureusement, aux États-Unis et au Canada, nous n'aurons pas besoin de faire trop d'efforts pour y arriver. La NHK et ses cohortes japonaises établiront bientôt de facto une norme à cet égard, au fur et à mesure qu'ils conçoivent et produisent du matériel pour honorer les premières grandes commandes de caméras, d'appareils d'enregistrement et d'équipement de visualisation pour la TVHD, ainsi que l'équipement de vidéodisque connexe. Bien entendu, aux États-Unis et au Canada, nous pourrions établir une norme de jure différente de celle que mettront au point les Japonais. Mais notre norme n'aurait probablement guère de pertinence, tout comme toute norme de jure sur les réseaux locaux américains de transmission de données n'aurait guère de

pertinence si on n'y incluait pas le nouveau produit annulaire qu'IBM est en train de mettre au point. Au mieux de ma connaissance, aucun fabricant américain ne se prépare à équivaloir le volume de production des Japonais. Nous pouvons probablement nous ménager du temps et des ennuis en acceptant rapidement la norme d'enregistrement de facto que les Japonais choisiront, car nous devons certainement le faire à la longue de toute façon.

Sujet 7 Quelles sont les normes actuelles que l'on ne devrait pas élargir pour englober la TVHD?

Pour répondre à cette question, je ne considérerai ici que les normes de transmission, étant donné que je viens de parler des normes relatives aux appareils d'enregistrement il y a quelques instants.

Premièrement, je pense que nous devrions mettre de côté toutes les normes qui demandent une image vidéo totale par trame. Autrement dit, nous mettrions de côté les normes NTSC, PAL et SECAM ainsi que le MAC de l'UK/IBA (même si je l'aime). Pourquoi? Parce que toutes ces normes, qui ont été formulées avant que l'on puisse réaliser des mémoires d'image, stipulent que quelle que soit la mesure dans laquelle un changement visuel a pu arriver dans le dernier dixième de seconde ou dans les dernières secondes, il faut envoyer de toute façon une trame complète dans chaque intervalle incrémental temporel de trame qui suit. Avec la mémoire d'image, il n'y a peut-être pas besoin d'envoyer une trame complète si souvent; certainement une fois au début, et aussi immédiatement après un grand changement d'image à la caméra; et peut-être même par la suite seulement de façon incrémentale lors de moments tranquilles, lorsque l'image n'a pas beaucoup changé pendant quelques secondes.

Deuxièmement, je pense que nous devrions mettre de côté toutes les normes qui exigent des ondes porteuses séparées pour le son, ou des porteuses vidéo biphasées. Au cours des deux derniers jours vous avez entendu pourquoi. L'information de chrominance et l'information de luminance du signal vidéo de la TVHD, ainsi que le son, et tout le télétexte devraient être englobés dans un seul courant de données en série et non pas sur des fréquences et en multiplexage phasé comme c'est le cas à l'heure actuelle. Le MAC de l'UK/IBA envoie la chrominance en série après la luminance.

Troisièmement, la TVHD doit pouvoir desservir également les ordinateurs personnels, tout comme le fera le vidéodisque interactif. Au cours des quelques prochaines années, on vendra beaucoup plus d'écrans à haute définition pour des ordinateurs personnels que pour la TVHD. Donc, une partie du marché réservée à une présentation de plus haute qualité se sera déjà développée et sera prête pour la prochaine étape. Par exemple, les consommateurs d'ordinateurs personnels peuvent se procurer

aujourd'hui pour environ 1 000\$ une mémoire d'image enfichable de 1 024 lignes sur 1 024 lignes, à niveau de 3 bits et 8 couleurs (il s'agit plus particulièrement de l'ordinateur personnel avancé de la Nippon Electric Corp., modèle 1982, dont on ne peut voir dans la fenêtre de visualisation qu'un quart de l'image, soit 512 lignes par 512 lignes) (les ordinateurs personnels Corvus Concept et Xerox Star ainsi que le modèle à venir Apple Lisa ont le même genre d'affichage). Bien des mémoires d'image de ce genre sont en train d'être achetées. Dans quelques années, le prix tombera à la moitié de ce qu'il est à l'heure actuelle.

Sujet 8 Une suggestion pour une "norme" intérimaire de transmission

Nous devons tenir compte des géométries de balayage de trame de transmission beaucoup plus flexibles que le balayage rectangulaire de la caméra auquel nous sommes si habitués. Dans l'illustration 4, les lignes de balayage dans la plage de 1,1 à 1,4 constituent un balayage rectangulaire ordinaire sur une partie de l'image totale. Les lignes de balayage de la zone 2,1 à 2,4 continuent par un balayage trapézoïdal. Il faut remarquer que chaque ligne de balayage successive à l'intérieur de ce trapèze nécessite un plus long temps de balayage. Les lignes dans la zone 3,1 à 3,4 continuent par un balayage trapézoïdal, qui se dégénère en triangle. Suivent les zones 4,1 à 4,4, 5,1 à 5,4, puis 6,1 à 6,4. Pourquoi cette complexité? Parce que pour ainsi dire toutes les séquences d'image de caméra se composent d'un certain nombre de sous-images localisées séparées, petites et grandes, qui restent relativement fixes, mais qui, au cours de brèves périodes, se déplacent en un mouvement relatif presque uniforme les unes par rapport aux autres. L'image suivante d'une telle séquence peut effectivement être générée à partir de l'image précédente, à l'aide d'une extrapolation de prédiction, linéaire ou non linéaire, en définissant les zones qui bougent, le mouvement, le détail des bords et le changement différentiel résiduel à l'intérieur de chaque zone. Des balayages de transmission comme ceux représentés à l'illustration 4 facilitent cette pénétration. (Ni la caméra ni l'écran du récepteur n'ont besoin d'un tel balayage; seul l'émetteur en a besoin.) L'analyseur de compression calcule les choix de zones. Le modèle de zone proprement dit est envoyé au récepteur. Le codeur de l'émetteur balaie la mémoire d'image d'entrée selon les instructions. Le décodeur du récepteur interprète le signal conformément au modèle de zone.

Une telle souplesse de balayage n'altère pas la compatibilité de la TVHD avec la NTSC. Elle n'empêche pas non plus l'utilisation d'une division du spectre passe-bas/passe-haut multiplexé dans le temps, comme plusieurs conférenciers l'ont mentionné ici. Mais ce genre de balayage nécessite l'utilisation d'une mémoire d'image comme intermédiaire entre la TVHD et la NTSC. Aucune autre boîte noire ne fait tant preuve de bon sens.

Ainsi, je suggère que la "norme" fondamentale intérimaire que l'on pourrait mettre au point pour la transmission est la suivante: mettre de côté une bande généreuse mais pas plus large que ne le nécessite une simple transmission analogique; prendre pour hypothèse que l'on utilisera un seul courant de données en série; fixer les caractéristiques ISO/OSI pour le courant de données transmis; prendre pour hypothèse que l'on utilisera peut-être un balayage non rectangulaire; permettre aux fournisseurs d'émissions de commercialiser autant d'émissions qu'ils pourront insérer dans la bande. Ne pas se presser pour établir des normes détaillées et rigides.

Le matériel et le logiciel nécessaires pour le développement d'un tel système se concrétisent extrêmement vite. Par exemple, chez AT & T, on est en train de mettre au point un multiplicateur numérique de jonction Josephson spécifiquement destiné à être utilisé dans la compression vidéo; il devrait assurer une multiplication de 8 bits sur 12 bits en deux nanosecondes. Par exemple, également, chez NEC, on met également au point une puce de mémoire d'un mégabit.

Ne nous pressons pas de mettre au point de nouveaux algorithmes de compression. Ne nous pressons pas d'identifier de nouveaux marchés.

Je vous remercie de votre attention.

Illustration 1

Normes nécessaires: le contexte d'aujourd'hui

| <u>Créer l'image "C"</u> | <u>Enregistrement et montage "R"</u> | <u>Livraison "DL"</u> | <u>Visualisation "DS"</u> |
|--|--|--|----------------------------------|
| (caméra; balayeur) | (bande; disque) | (terrestre ou géostationnaire; câble; fibre) | |
| | Articles de la colonne C, plus: | articles de la colonne R, plus: | articles de la colonne DL, plus: |
| largeur de bande H | RVB ou composite | spectre du canal | sensibilité à la réception |
| lignes V nombre, longueur et entrelacement | modulation composite référence de phase stabilité de phase | diaphotie et espacement des porteuses et modulation (l,c,a,tx) | registre |
| proportion d'image | | modulation de télétexte | |
| | accumulation de l'erreur | | |
| taux de balayage | | | |
| synchronisation trame, ligne | | | |
| portée de l'intensité | | | |

Illustration 2

Normes nécessaires: le contexte de la mémoire d'image

| <u>Créer l'image "C"</u> | <u>Enregistrement et montage "R"</u> | <u>Livraison "DL"</u> | <u>Visualisation "DS"</u> |
|--|--|--|---------------------------------------|
| Articles de la page précédente colonne C, plus: | Caractéristiques de protocole de l'ISO pour: | Caractéristiques de protocole de l'ISO pour: | Articles de la colonne DL, plus: |
| gradients de finesse (du centre vers les bords) | taux binaire maximum | spectre du canal espacement et diaphotie | sensibilité à la réception |
| | synchronisation binaire | | logique de la mémoire |
| modèle d'échantillonnage (H,V,T) | synchronisation de mot | | registre |
| | logique de la mémoire | porteuse et modulation (une seulement) | voies multiples annulation algorithme |
| | | distribution de l'énergie par mot binaire | |
| | | sync. de format | |
| | | nombre d'émissions | |
| | | identité de chacune | |
| | | algorithme de compression pour chacune | |

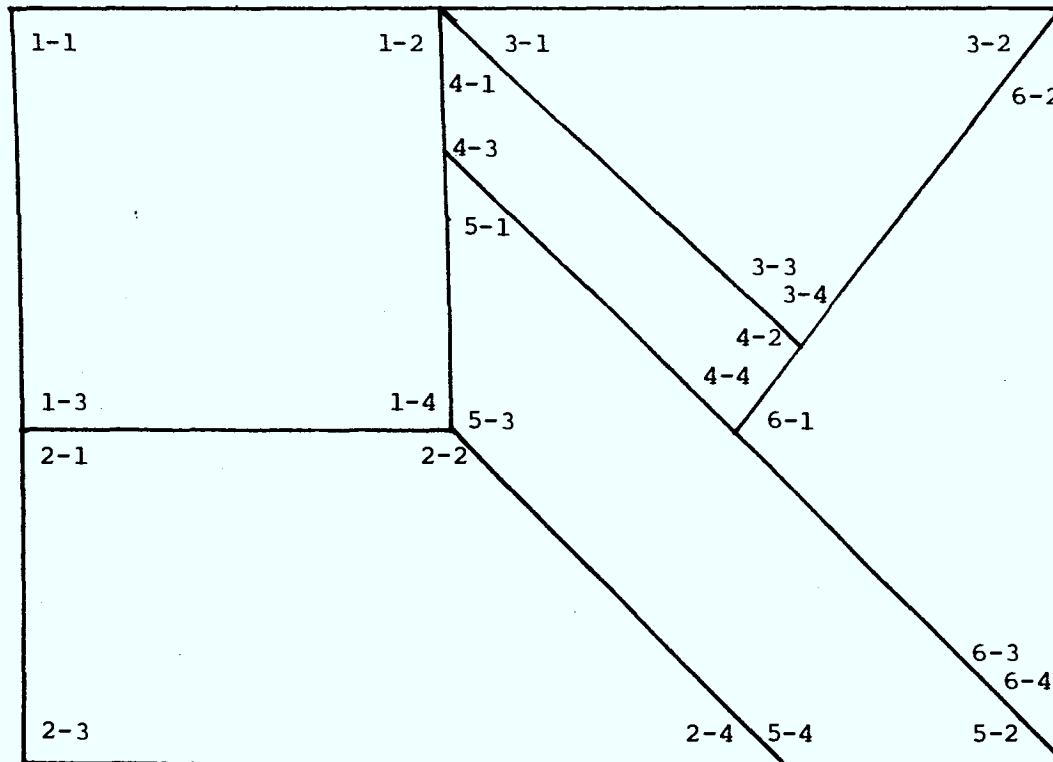
Illustration 3

NIVEAUX DE PROTOCOLE DE L'ISO/OSI

7. DEMANDE
6. PRÉSENTATION
5. SÉANCE
4. TRANSPORT (MESSAGE)
3. RÉSEAU (PAQUETS)
2. LIAISON DE DONNÉES (IMAGE)
1. PHYSIQUE (BIT)

Illustration 4

Balayage de trame nonconventionnel (une option, le balayage trapézoïdal)



LES MÉCANISMES ET LES ACTIVITÉS RELATIVES AUX NORMES CANADIENNES

D.G. Amero, A.R. Bastikar, K. Richardson et K. Yokoyama

Ministère des Communications
CanadaRÉSUMÉ

Les efforts gigantesques qui se déploient de nos jours pour améliorer la qualité du signal de la vidéo de la télévision et les solutions qui commencent à s'élaborer à propos de la TVHD et de la TVDA font que l'on se demande comment ces nouveaux services seront introduits. Il est essentiel que l'on mette au point, en temps opportun, des normes largement acceptées, en tenant compte de la compatibilité avec les systèmes existants ainsi que de l'acceptation rapide de la technologie de pointe. Pour qu'un organisme chargé de décréter des normes fonctionne convenablement, il faut que divers mécanismes et activités connexes soient en place. Son élaboration inclut les aspects de réglementation appliqués à l'échelle nationale et internationale. Les fabricants bénéficient des normes, de même que les usagers des nouveaux services et ceux qui les fournissent.

1. INTRODUCTION*

Nous arrivons à la fin de la béatitude qui a accompagné les améliorations considérables qui se sont manifestées dans la qualité de la vidéo selon les normes NTSC, PAL et SECAM au cours des deux dernières décennies. Nous voyons aujourd'hui se manifester de grands efforts pour améliorer la production, la transmission et l'emmagasinage de la télévision et des films. Nous devenons de plus en plus conscients des solutions avancées que l'on propose pour la télévision à haute définition (TVHD) et la télévision à définition améliorée (TVDA). Les répercussions de ce nouveau mode de télévision sur la technologie de base et sur ses applications sont si grandes qu'il faut planifier administrativement avec prudence son introduction avec la plus grande priorité. Au coeur de cette planification résident les mécanismes établis pour déterminer les effets que les utilisations possibles de cette technologie auront sur les normes et les règlements actuels, ainsi que les changements et le

* Cette communication est tirée des résultats d'un contrat passé entre le ministère des Communications, Direction des télécommunications nationales, et Philip A. Lapp Limited (référence 1).

**Les auteurs assument la pleine responsabilité des opinions exprimées dans cette communication.

développement de ces éléments à l'égard de la fourniture des nouveaux services. Dans cette communication, les auteurs se proposent de passer en revue le processus de l'établissement des normes canadiennes.

2. LE BUT DES NORMES

Il existe toujours un besoin pour des normes lorsque les progrès technologiques offrent de nouveaux services de communication et lorsque des changements socio-économiques touchent ou altèrent nos habitudes de consommation, comme le pouvoir d'achat, des changements dans les règlements, les tendances commerciales, la nouveauté, un nouveau symbole de standing, etc. Dans le cadre des plans administratifs visant à introduire un nouveau service comme la TVHD, il faut considérer deux écoles de pensée: soit faire un saut quantique dans la TVHD et accepter les conséquences de l'incompatibilité avec les systèmes actuels ou maintenir la compatibilité durant un certain temps, pendant que l'on améliore les récepteurs, la conception des réseaux, la programmation, etc. De tels progrès devraient continuer jusqu'à ce qu'une partie raisonnable de l'industrie ait accepté la nouvelle technologie et que l'abandon de la technologie existante ne fragmente pas l'industrie.

La réussite de l'une ou l'autre voie dépendra des normes mises au point pour soutenir ces systèmes.

Manifestement, du point de vue de la fabrication, une norme qui serait largement acceptée au niveau géographique signifiera un plus grand marché pour un produit particulier. Pour les fournisseurs de services, des modèles de réseau, des procédures d'entretien et des fonctions d'exploitation optimales pourront être mises au point et leurs coûts seront étalés sur des réseaux plus vastes ou sur un plus grand nombre de réseaux englobant une plus grande couche de la population. Les réseaux pourront partager de la même manière les frais de production et de distribution des services programmés et non programmés. Pour les utilisateurs, les normes pourraient signifier une série de caractéristiques sur lesquelles les devis des appels d'offre de terminaux seraient basés. De façon générale, une norme largement acceptée signifie des sources multiples de matériel destiné à l'utilisateur. On préserve la mobilité de l'utilisateur et des terminaux de ces derniers lorsqu'on régit par des normes établies les procédures de fonctionnement usuelles que suivent les utilisateurs et la compatibilité des terminaux.

Dans le cas de la TVHD, il n'existe pas de normes acceptées à l'échelle internationale, sauf celles que la NHK, du Japon, a proposées. Les concepts et la technologie changent rapidement. Les fabricants canadiens ont particulièrement l'occasion de capter une bonne partie du marché potentiel de la TVHD en utilisant des dispositifs de technologie de pointe si l'on peut établir des mécanismes pour élaborer des normes à l'égard du service et du matériel initial.

Le choix d'une norme particulière peut avoir de profondes répercussions sur le coût du service et sa disponibilité. Du point de vue du consommateur, de nouvelles normes signifient fréquemment la nécessité de changer un appareil pour se conformer aux goûts du jour. Dans le domaine de la télévision, cette répercussion sur le consommateur a grandement affecté le choix des normes et l'introduction de nouvelles normes. Les pressions qu'a exercées le public ont limité la liberté de dévier vers des horizons totalement nouveaux.

On trouvera dans les chapitres suivants une discussion sur les modalités qui régissent à l'heure actuelle l'établissement des normes au Canada.

3. LES NORMES AU CANADA

La plupart des entreprises industrielles et commerciales utilisent des normes sous une forme ou une autre. Il s'agit souvent de normes internes mises au point et utilisées par une seule entreprise ou un seul fabricant, ou de normes industrielles élaborées par une association industrielle et destinées à ses membres. Au Canada, les normes sont trop fréquemment mises au point par des fabricants étrangers et imposées aux Canadiens par le simple fait que les produits ou les marchandises sont vendus dans notre pays.

Au fur et à mesure qu'elle s'est développée, cette structure fragmentée de la normalisation a milité contre l'objectif fondamental des normes: celui de fournir une norme largement acceptable pour des marchandises et des services, afin de faciliter le commerce sur le plan national et international.

3.1 Le Conseil canadien des normes et le Système des normes nationales

Pour mettre un peu d'ordre dans le processus de normalisation, le Conseil canadien des normes (CCN) a été créé par une loi du Parlement en octobre 1970, à titre de l'Institution nationale de coordination pour la normalisation volontaire au Canada. Le CCN gère un Système de normes nationales (SNN) constitué d'organismes intéressés à une normalisation volontaire. Ce système a été créé de façon à offrir aux organismes canadiens intéressés dans de telles activités un moyen de fonctionner et de collaborer afin de reconnaître, d'établir et d'améliorer la normalisation. Il a été conçu de manière à permettre une normalisation globale qui satisfasse les exigences et les responsabilités à la fois nationales et internationales.

Le système se compose maintenant du Conseil des normes, de cinq organismes accrédités rédacteurs de normes (ORN), de deux comités nationaux canadiens qui s'intéressent à la normalisation internationale, d'un organisme de certification et de plusieurs comités consultatifs et de coordination. Un programme restreint d'accréditation des organismes d'essai est en cours.

Parmi les organismes accrédités rédacteurs de normes du Système des normes nationales, celui qui s'intéresse le plus aux normes de communication est l'Association canadienne de normalisation (ACNOR).

Dans le cadre de son programme général, chaque organisme rédacteur de normes fonctionne dans un groupe préalablement convenu de domaines désignés dont il peut présenter le fruit de ses travaux au Conseil des normes pour approbation en tant que Normes nationales du Canada (NNC), le principal résultat du Système des Normes nationales. Il est essentiel de décrire les normes en tant que normes nationales du Canada pour qu'on puisse les reconnaître comme telles au niveau international et pour que le Canada participe effectivement au développement des normes internationales. Ainsi, on élargit considérablement le commerce au-delà d'un marché local.

Conjointement avec les ORN, le CCN effectue à l'heure actuelle une revue complète de tout le processus d'élaboration et d'approbation des NNC, en recherchant à perfectionner ce processus. On s'attend à ce qu'il y ait un jour plusieurs milliers de NNC qui satisferont une grande partie des exigences canadiennes de normalisation. Les progrès ont été lents jusqu'à présent, mais cela devrait s'améliorer maintenant que les organismes rédacteurs de normes ont adopté des politiques visant à traiter le gros de leurs normes en tant que NNC.

3.2 Les normes internationales

De par sa définition même, le terme télécommunication englobe les communications à distance; il en ressort que l'exploitation internationale des télécommunications, ainsi que les normes y afférentes, sont fondamentales pour l'industrie. Le Canada participe à l'élaboration des normes régissant les télécommunications internationales par l'entremise de la Direction de la normalisation internationale du CCN et par son adhésion à l'Union internationale des télécommunications (UIT).

La Direction de la normalisation internationale du CCN a la responsabilité de l'administration générale des comités nationaux canadiens de deux grands organismes internationaux qui rédigent des normes, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (CEI).

3.3 L'Organisation internationale de normalisation (ISO)

L'ISO est un organisme de normalisation spécialisé créé en 1946 à Londres, lors d'une réunion du Comité de coordination de la normalisation des Nations Unies et de 25 organismes de normalisation nationaux. L'ISO a pour objet de promouvoir l'élaboration des normes afin de faciliter l'échange international des biens et services, et de développer la collaboration entre les nations dans la sphère des activités intellectuelles, scientifiques, technologiques et économiques. Les organismes nationaux de normalisation peuvent appartenir à l'ISO, mais il ne peut y en avoir qu'un seul par pays.

Le Comité national canadien qui représente le Canada à l'ISO (CNC/ISO) a la responsabilité, par l'intermédiaire du Conseil canadien des normes, de superviser et de diriger de façon générale la participation du Canada aux travaux de l'ISO. Les organismes accrédités de rédaction de normes sont encouragés à utiliser les normes reconnues sur le plan international comme base des normes nationales, chaque fois que les pratiques et les conditions canadiennes le permettent.

3.4 La Commission électrotechnique internationale (CEI)

La Commission électrotechnique internationale, qui a été créée en 1906, travaille à peu près de la même façon que l'ISO mais confine ses activités au domaine de l'électrotechnique. Depuis avril 1972, le Conseil canadien des normes représente le Canada à la CEI.

Le Comité national canadien de la CEI (CNC/CEI), dont la structure est semblable à celle du Comité national canadien de l'ISO, a la responsabilité, devant le Conseil, de la supervision et de la direction générale de la participation du Canada aux travaux de la CEI.

3.5 Gestion, par le CCN, de la participation canadienne à l'ISO et à la CEI

La Direction de la normalisation internationale du CCN a la responsabilité de l'administration générale des travaux de normalisation de la CEI et de l'ISO au Canada et elle assure le secrétariat du CNC/ISO et du CNC/CEI.

Les deux organismes effectuent leurs travaux de normalisation internationale par l'intermédiaire des comités techniques de l'ISO et de la CEI ainsi que par leurs sous-comités et groupes de travail subordonnés.

Dans le cas des travaux de l'ISO, ce sont les comités consultatifs canadiens (CCC) qui assurent la participation canadienne et, dans le cas des travaux de la CEI, ce sont les sous-comités canadiens (SCC). Il y a un CCC ou un SCC pour chaque comité technique international dont les travaux intéressent le Canada. Les membres des CCC et des SCC participent directement aux travaux de normalisation internationale qu'effectuent les comités techniques associés; ce sont des particuliers, des producteurs, des utilisateurs et autres, selon le sujet étudié.

Depuis un certain nombre d'années, le CCN s'est efforcé de réduire les doublons ou les chevauchements des travaux de normalisation nationale et internationale. Cet effort a été déployé sur deux fronts: améliorer les communications entre les organismes chargés de rédiger des normes au Canada et les individus participant aux travaux de normalisation internationale, permettant ainsi aux organismes canadiens de tenir compte des résultats des travaux de normalisation internationale; et promouvoir les normes canadiennes en tant que normes internationales, selon le besoin.

En 1977, le CCN a formé un Comité consultatif de la normalisation internationale. Ce comité, composé de membres des comités exécutifs ou d'autres personnes selon leurs antécédents et leurs intérêts, offre une tribune où l'on peut discuter de problèmes communs aux deux comités nationaux.

3.6 L'Union internationale des télécommunications (UIT)

L'UIT a été créé en 1932 par une fusion d'organismes qui s'intéressaient à ce moment-là aux règlements internationaux du téléphone, du télégraphe et de la radio. Une seule convention, signée par 80 pays, a été rédigée et agréementée de trois séries de règlements: l'une pour la radio, l'autre pour le télégraphe et la troisième pour le téléphone. À l'heure actuelle, l'Union regroupe 157 pays membres.

Les Conventions de télécommunications sont des ententes qui ressemblent à un traité entre gouvernements. Leur objectif est de faciliter les relations et la coopération entre les pays à l'aide de services de télécommunications efficaces, tout en reconnaissant pleinement le droit souverain de chaque pays de réglementer ses télécommunications. La Convention des télécommunications internationales qui est en vigueur à l'heure actuelle est une sorte de constitution de l'Union, qui spécifie l'organisation interne de l'UIT et énonce les principes généraux régissant les télécommunications.

L'UIT se consacre, entre autres, à entretenir et à élargir la collaboration internationale pour l'amélioration et l'utilisation rationnelle des télécommunications de toutes sortes.

En particulier, les responsabilités de l'Union sont les suivantes:

- l'attribution effective du spectre des radiofréquences et l'homologation des affectations du spectre afin d'éviter des interférences nuisibles entre les stations de radio de divers pays;
- la coordination des efforts en vue d'harmoniser le développement d'installations de télécommunications, notamment celles utilisant des techniques spatiales, afin de bénéficier au maximum de leurs possibilités.

L'UIT se compose de quatre organismes permanents: le Secrétariat général; le Comité international d'enregistrement des fréquences (CIEF); le Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR) et le Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (CCITT).

Ces deux derniers organismes, que l'on appelle souvent les CCI, acceptent quatre types de participants: des gouvernements, des organismes d'exploitation privés reconnus (OEPR), des organismes scientifiques ou industriels (OSI) et des organismes internationaux et régionaux.

Les gouvernements de l'UIT, dans ce cas le gouvernement canadien représenté par le ministère des Communications, sont membres des CCI. Les organismes privés reconnus, sous réserve de la procédure appropriée et de l'approbation du gouvernement, peuvent devenir membres du CCITT ou du CCIR, ou des deux.

Suite à leur adhésion, ils ont un siège au Comité exécutif de l'Organisme national canadien du CCIR (ONC/CCIR), s'ils sont membres du CCIR, ou un siège au Comité directeur du CCITT (ONC/CCITT), s'ils sont membres du CCITT.

Les OSI qui sont engagés dans l'étude des problèmes de télécommunications, ou dans la conception ou la fabrication d'équipement destiné à des services de télécommunications, peuvent eux aussi être admis à titre consultatif pour participer aux travaux des CCI. Les organismes internationaux et régionaux, qui coordonnent leurs travaux avec l'UIT et ont des intérêts connexes, peuvent être admis à participer aux travaux de l'un ou l'autre des CCI ou des deux.

Les règlements de la radio de l'UIT constituent la base d'un développement ordonné et du partage du spectre des radiofréquences dans le monde entier. Le Canada, qui est représenté par le ministère des Communications, s'intéresse à l'élaboration des règlements de la radio en raison de sa grande utilisation d'installations utilisant le spectre. C'est la raison pour laquelle le ministère participe à l'élaboration de ces règlements par ses travaux au CCIR. Il faut remarquer que le CCIR ne produit pas directement lui-même des normes ou des règlements, le fruit de ses travaux étant principalement des recommandations que le CCIR considère suffisamment complètes pour servir de base à la coordination internationale des services de radio qui se parta-

gent le spectre des fréquences. Ces recommandations forment habituellement la base technique des Conférences administratives mondiales des radiocommunications (CAMR), à l'occasion desquelles on prépare et approuve les règlements de l'UIT sur les radiocommunications. Ces règlements constituent légalement une partie de la Convention des télécommunications de l'UIT et s'apparentent donc plutôt à un traité entre gouvernements.

Même si le ministère des Communications joue le rôle primordial du gouvernement canadien dans les travaux du CCIR, le ministère de la Défense nationale, le ministère des Transports, le Conseil national de recherches et le Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes participent directement à ces travaux. De plus, la Société Radio-Canada (SRC), Téléglobe Canada, Télésat Canada, la Canadian Association of Broadcasters (CAB), les Télécommunications CNCP et le Réseau téléphonique transcanadien (RTT) participent tous au CCIR en tant qu'agences d'exploitation privées reconnues canadiennes (OEPR). Finalement, SPAR Aérospace Limitée et Les recherches Bell Northern participent en tant qu'organismes scientifiques et industriels canadiens (OSI).

3.7 Le rôle des normes dans la loi canadienne

Toutes les normes que le CCN émet par l'intermédiaire du système des normes nationales, ainsi que les autres normes émises par les ORN et les autres organismes qui rédigent des normes, sont purement volontaires d'un point de vue juridique. Les associations spécialisées peuvent exiger individuellement de leurs membres qu'ils suivent leurs propres normes et en faire même une condition d'adhésion, mais c'est là une question interne. Les règlements de l'UIT ont la force d'un traité international, mais uniquement à l'égard du trafic des télécommunications entre le Canada et les autres pays et elles ne sont pas obligatoires à l'intérieur même du Canada, hormis les exceptions ci-dessous.

Dans cette situation, on peut se demander si les normes volontaires sont utiles, alors qu'on ne peut pas les imposer. La réponse à cette question est que, premièrement le commerce et d'autres pressions considérables font que l'on est presque obligé de respecter la norme et, deuxièmement, lorsque cela est nécessaire, on fait référence aux normes dans les lois, les règlements et les décrets à divers niveaux. Par exemple, la série de normes du Code de l'électricité émise par la CSA se retrouve dans de nombreux décrets visant la construction ainsi que dans d'autres instruments juridiques.

L'avantage de cette méthode, qui garde bien séparés les mécanismes d'établissement des normes et leur application, est que les organismes qui établissent les normes peuvent les élaborer et les modifier au fur et à mesure que la technologie évolue et que d'autres besoins se manifestent, sans avoir pour

cela recours aux mécanismes législatifs. Parallèlement, on peut rédiger une loi ou un règlement pour s'assurer que l'on utilise la "dernière version" d'une norme particulière dans une situation spécifique, ce qui permet aux lois, décrets ou règlements de profiter des plus récentes normes technologiques.

Il y a une exception à cette situation. Lorsqu'un ministère, comme celui des Communications, a le droit d'établir des règlements ou des normes en vertu d'une loi particulière, comme la Loi sur la radio, les règlements ou les normes qu'il élabore ont force de loi sur les titulaires des permis ministériels auxquels ces normes et ces processus de diffusion s'appliquent. Les normes et les procédures de radiodiffusion du ministère des Communications en sont un exemple, et les titulaires qui ne respectent pas ces normes peuvent perdre leur permis.

4. IMPLICATIONS INTERNATIONALES

Le Canada est membre du General Agreement on Tariffs and Trade (GATT). Une des ententes multilatérales du GATT est l'"Agreement on Technical Barriers to Trade" (également connu sous le terme "Code des normes"), qui est entré en vigueur le 1er janvier 1980.

De façon générale, cette entente a pour objectif de s'assurer que l'établissement de normes et de règlements techniques ne crée pas d'obstacles au commerce international. Cette entente exige ce qui suit des signataires:

- s'assurer qu'ils ne préparent pas, n'adoptent pas et n'appliquent pas des règlements et des normes techniques en vue de créer des obstacles au commerce international. D'autre part, il faut traiter les produits importés du territoire de l'une des parties d'une manière qui n'est pas moins favorable que celle que l'on accorde aux produits d'origine nationale et à des produits analogues provenant de tout pays, en relation avec les règlements et normes techniques. Les signataires doivent également s'assurer que ni les règlements techniques ni les normes elles-mêmes pas plus que leur application n'auront pour effet de créer des obstacles inutiles au commerce international.

5. LE RÔLE DU MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS

L'article 5 de la loi sur la radio donne le pouvoir au ministre des Communications "...de réglementer et de contrôler toutes les questions techniques relatives à la planification, à la construction et à l'exploitation des installations de radiodiffusion..." et en particulier de "...prescrire les exigences techniques à l'égard des appareils de radio utilisés dans les entreprises de radiodiffusion et les exigences techniques en relation avec ces installations et leur exploita-

tion". De plus, en vertu de l'article 7, le ministre peut décréter des règlements classant les stations de radio et prescrivant, en ce qui concerne chaque classe de station:

- i) le genre d'appareil de radio à installer, y compris les caractéristiques techniques et la manière dont l'installation sera faite,
- ii) les fréquences et la puissance à utiliser, et
- iii) la nature du service à rendre, sauf dans le cas d'un service de radiodiffusion.

En pratique, l'exercice de ces pouvoirs implique un processus consultatif avec toutes les parties intéressées, tout en tenant compte des ententes internationales et bilatérales existantes. Par exemple, le Comité consultatif technique de la radiodiffusion, composé de radiodiffuseurs, d'organismes de réglementation et de fabricants, conseille le ministère sur des questions de radiodiffusion, particulièrement à l'égard de l'utilisation du spectre des radiofréquences. L'Office de planification technique de la radio canadienne, qui se compose également de représentants de fabricants et d'usagers, élabore les normes techniques de l'équipement de transmission.

Le ministère s'intéresse vivement au développement des nouvelles technologies et à l'établissement d'un cadre de travail qui guidera l'introduction de nouveaux services aux Canadiens. Il considère qu'il y a un grand besoin de normes, tant au niveau national qu'international, afin de maintenir la position des industries canadiennes de télécommunications qui sont hautement efficaces et favoriser leur croissance. À ce titre, il s'est placé dans le rôle de catalyseur pour des choses comme le vidéotex, en établissant le Comité consultatif du vidéotex canadien. Ce comité, qui est présidé par le ministère, se compose de représentants intéressés de l'industrie et des utilisateurs. Il a pour mandat de conseiller le sous-ministre des Communications sur toutes les questions concernant le télétexte/vidéotex au Canada. Fruit de son travail, il a émis pour étude et commentaires de la part de l'industrie de la télédiffusion un projet de normes de télédiffusion (NR-14) décrivant l'utilisation de l'intervalle de suppression de trame pour la diffusion du vidéotex.

Le processus de consultation qui a été utilisé récemment pour lancer les normes du vidéotex peut servir de modèle à l'élaboration future des normes de la TVHD, mais le mécanisme qui sera réellement employé dépendra sans aucun doute des applications prévues, que ce soit dans le commerce et l'industrie, ou dans la télédiffusion. Si on envisage ce dernier service, il faudra alors établir un mécanisme qui s'attaque à la question fondamentale de savoir si la TVHD doit s'intégrer dans les plans existants de répartition des canaux (au Canada et entre le Canada et les États-Unis). Étant donné que nous fonctionnons maintenant essentiellement dans un média saturé, la question de savoir quels

sont les services qui, le cas échéant, doivent être mis de côté, devient un problème de société et de réglementation. Cela peut aller à l'encontre de la forte tendance actuelle des règlements techniques à obtenir davantage du spectre existant.

6. NORMES FUTURES DE LA TVHD AU CANADA

L'établissement de normes volontaires est depuis toujours un long processus. La principale raison pour cela est que, si les normes doivent être utiles et durables, elles doivent résulter d'un consensus parfois difficilement gagné et de l'entente de tous les utilisateurs possibles. Cependant, le mécanisme actuel qui régit l'établissement de ces normes au Canada manque quelque peu de coordination. Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, le système actuel a produit quelques bons résultats dans les travaux récents du CCPRMT et du CIPOM, dans le domaine de la technologie de l'information. Il est difficile d'évaluer la probabilité du succès qui résidera peut-être dans l'entente à l'égard de normes pour la TVHD dans l'organisation actuelle.

Il faut remarquer que le ministère des Communications entreprend une révision du processus de l'établissement des normes au Canada. Dans le cadre de cette révision, le ministère a passé un contrat pour une étude indépendante des activités actuelles, ce qui devrait donner lieu à des recommandations sur le développement futur, l'approbation et l'application des normes nationales dans le domaine des télécommunications et de la technologie de l'information. Il faut espérer que la TVHD bénéficiera de la révision de la structure canadienne, si cette dernière est appliquée. Un organisme indépendant pourrait entreprendre rapidement l'élaboration des normes nationales de télécommunication pour la TVHD.

Il est particulièrement important d'établir promptement des normes pour la TVHD si l'on veut que les fabricants et les consommateurs canadiens bénéficient de l'introduction de la nouvelle technologie dans tout un nouveau média d'information.

7. CONCLUSION

Dans cette communication, nous avons essayé de passer en revue le sujet complexe du processus d'établissement des normes au Canada, particulièrement en ce qui a trait à la télévision à haute définition. Nous avons également examiné le but et le besoin de ces normes, de même que les organismes nationaux et internationaux qui ont un effet sur le Système des normes nationales du Conseil canadien des normes.

L'étude qu'effectue actuellement le ministère des Communications peut fort bien aider à l'établissement précoce de normes canadiennes pour la TVHD. Ceux qui oeuvrent au développement d'une telle nouvelle technologie reconnaissent le besoin urgent pour des normes de ce genre. Également,

l'introduction planifiée du service utilisant certaines normes transitoires peut aider à abaisser les coûts pour le consommateur et les fabricants.

Si le Canada doit prendre de l'avance dans la production et l'utilisation de systèmes de TVHD, il faut un ensemble complet de normes préliminaires. Cela pourra également aider les fabricants canadiens à obtenir une partie importante des nouveaux marchés. Il semble que si nous réussissons à élaborer des normes préliminaires, cela favorisera beaucoup la réalisation de cet objectif.

BIBLIOGRAPHIE

1. "A Study of the Role of the Department of Communications in Telecommunications Standardization", Philip A. Lapp Limited, pour la Direction des télécommunications nationales du ministère des Communications, Ottawa, sous contrat du MAS n° OST81-00-228, daté de juin 1982.

SUJET: LA TVHD: NIRVANA ÉLECTRONIQUE?

Président: Robert O'Reilly, Radio-Canada

Ce premier atelier examine les questions touchant les besoins et les marchés de la TVHD. Un panéliste note que pour l'oeil humain, le format d'image est d'environ 2:1; il pense qu'un format semblable pour la TVHD retiendrait davantage l'intérêt du spectateur. La meilleure façon de procéder, dit-il, serait d'adopter de nouvelles normes pour la TVHD sans chercher une quelconque compatibilité avec la télévision actuelle. Le mode de distribution, ajoute-t-il, ne devrait pas être le câble en raison de sa largeur de bande fort limitée mais la diffusion directe par satellite, le disque vidéo et peut-être la vidéocassette. Bien entendu, il faudrait employer un large écran afin d'inciter les consommateurs à se procurer le matériel de réception et d'image. Avant de pouvoir assister à l'implantation de la TVHD, il faudra trouver la réponse à un certain nombre de questions. À quel rythme la TVHD sera-t-elle introduite? Quelle importance accordera-t-on à l'investissement non négligeable que constituent les téléviseurs actuels? Quelle devrait être notre orientation à l'échelle nationale pour nous assurer une juste part du marché mondial? Il n'y a pas que les radiodiffuseurs: il ne faudrait pas oublier les besoins des autres utilisateurs: bars, cinémas, discagogos vidéo et les revues. Quelqu'un souligne que l'Amérique du Nord devrait s'intéresser davantage à la technologie, au développement et à la manufacture des services para-informatiques.

Suit un débat sur l'aptitude du câble à transmettre la TVHD. D'aucuns doutent que la technologie actuelle du câble soit compatible avec la TVHD, et cette opinion se trouve renforcée d'un point de vue non technique si l'on considère que sa myriade de canaux constituent le meilleur argument de vente du câble. Si la TVHD a besoin de deux ou trois largeurs de bande pour pouvoir transmettre, il est peu probable qu'elle soit bien accueillie par l'industrie du câble. Quelqu'un réfute cet argument en disant que le câble ayant atteint une profonde pénétration serait pour un ou deux canaux de TVHD le meilleur moyen de distribution avec la diffusion directe par satellite et les disques vidéo. On peut voir qu'à l'heure actuelle, le spectre des fréquences tel qu'il est alloué en Europe, par exemple, écarte toute possibilité de radiodiffusion de la TVHD.

Un réaménagement technique de l'industrie du câble reste possible. On peut concevoir une ville entière dont les ramifications électriques seraient faites de fibres optiques, et nous possédons d'ores et déjà la technologie pour y arriver. On peut se demander si ce réaménagement viendrait de l'industrie du téléphone ou du câble.

On discute de la coutume d'attribuer le monopole du câble sur une base territoriale. On pense que ce contrôle par une compagnie unique est trop puissant et devrait être soumis à une certaine forme de régie publique. Par contre, on se demande si cette régie serait nécessaire dans le cas où une compagnie de câble posséderait la capacité suffisante (comme cela a été le cas à ce jour) pour fournir tous les services exigés par le public.

On cite divers cas mis en parallèle avec la TVHD, comme par exemple l'apparition des disques long jeu, le téléphone, la radio FM et le disque numérique compact. On disait au début que ces innovations n'étaient pas compatibles, que ce n'étaient que "jouets de riches". Ces exemples, souligne-t-on, montrent que la TVHD ne devrait pas être compromise par la question de la compatibilité.

Le monde du cinéma s'accorde à reconnaître l'utilité d'une image élargie. Quant à l'industrie de la télévision, elle cherche à raffiner la définition d'image à partir des normes actuelles, ce qui fait que les perfectionnements attendus seront à peine perceptibles à l'observateur. On fait remarquer que si l'on consacre tant d'argent à la conversion des appareils à la "définition renforcée", on hésitera beaucoup à convertir à la TVHD.

Le problème d'esthétique que soulève la "pollution visuelle" causée par la prolifération des antennes paraboliques de radio satellite sur les toitures de nos maisons est également évoqué. Quelqu'un répond que le problème ne sera pas très grave si l'on emploie des petites antennes de deux ou trois pieds de diamètre, comparé aux antennes yagis VHF.

On exprime l'opinion que tout en se montrant circonspect dans l'établissement des normes de la TVHD, on devrait se dépêcher de penser aux satellites qui vont transmettre ce service. Finalement, le groupe se penche sur la question philosophique et primordiale de savoir POURQUOI on doit considérer la TVHD. Quel perfectionnement nous apporte-t-elle?

SUJET: LA TVHD: LES COÛTS, LES BÉNÉFICES ET LES MARCHÉS

Président: Robert O'Reilly, Radio-Canada

L'atelier s'ouvre par un échange de vues sur les possibilités d'affaires que présente la TVHD. Les USA ne bénéficient que de 50 p. cent de la fabrication des téléviseurs et autres appareils vidéo. C'est pire au Canada: nous n'avons qu'un pour cent du marché et même moins. Au Japon, le développement des appareils de TVHD est très avancé. D'autre part, il est possible pour le Canada d'implanter un système de diffusion directe par satellite sur large bande et d'utiliser les fibres optiques et les câbles correspondants.

Il est possible que les utilisations se fassent d'abord dans le monde industriel où le besoin de la TVHD s'est déjà fait sentir et où l'on n'a pas encore fait d'importantes mises de fonds en matériel de définition ordinaire. Il en est ainsi en médecine, en robotique, en soudage. En médecine, par exemple, on explore les organes internes à l'aide de sondes à fibres optiques. En soudage, la fibre optique permet de faire des examens minutieux des travaux. En robotique, la perception spatiale s'en trouve améliorée.

Quelqu'un observe que la diffusion des émissions par satellite fait de celui-ci une sorte de kiosque à revues suspendu dans le ciel. Présentement, il existe 55 réseaux nationaux aux USA regroupant 40 000 stations terrestres. Ces réseaux offrent des émissions de toutes sortes, depuis l'enseignement des langues jusqu'aux actualités. La TVHD deviendrait ni plus ni moins qu'un puissant magazine, faisant concurrence aux autres moyens de loisirs et de dépenser de l'argent.

On pose nombre de questions sur le besoin de la TVHD, la qualité du matériel diffusé et sur les effets de la TVHD sur la vie privée des gens. On réitère que l'objet est d'améliorer l'effet de réalisme chez le spectateur, quoique l'on fasse observer qu'actuellement, celui-ci ne voit le monde qu'en surface puisqu'il n'en entend parler qu'à travers des "topos de 30 secondes" qui n'atteignent guère la partie analytique du cerveau, au contraire, puisqu'elles l'endorment.

On fait remarquer que le contenu est façonné par le medium et qu'il est encore trop tôt pour s'interroger sur la façon dont ceux qui vont alimenter le contenu exploiteront la TVHD. Ainsi, les premières émissions étaient des émissions radiophoniques illustrées d'images parce que les réalisateurs étaient heureux de l'ancien medium et ils ont appliqué leur expérience directement au nouveau medium avant de s'initier aux nouvelles possibilités de la télévision.

On observe ensuite que les pressions se font de plus en plus fortes vers la TVHD parce que, pense-t-on, la qualité des productions dont on dispose n'atteint pas les téléviseurs de nos maisons. Par contre, on fait remarquer que l'on pourrait obtenir des améliorations appréciables dans la qualité technique avec les normes de télévision actuelles, ce qui remet en question la nécessité de la TVHD. Quelqu'un fait observer que dans cinquante ans, les gens souhaiteront l'existence d'une télévision à haute définition tout comme de nos jours on utilise des moquettes partout, ce qui n'était pas le cas il y a une vingtaine d'années où le prélat suffisait.

La mode change, le niveau de vie monte et on a les moyens de se payer de nouvelles innovations. La TVHD est inévitable. Par conséquent, il est indispensable de tirer au clair où et comment elle sera utilisée plus longtemps que dix ou vingt ans.

L'atelier en conclut "que les ingénieurs font de piètres sociologues". On n'arrive pas à faire l'unanimité sur la valeur de la TVHD par rapport à la télévision à définition renforcée. On n'est d'accord que sur une chose: lorsque les gens verront la TVHD, ils l'achèteront.

SUJET: LE MATÉRIEL DE PRODUCTION POUR LA TVHD

Président: Marcel Auclair, directeur adjoint des services studios au siège de l'ingénierie de Radio-Canada à Montréal.

Le président souhaite la bienvenue aux participants et présente les panélistes. Il propose les thèmes de discussion suivants: le système exclusivement numérique, la télévision à définition renforcée et le renforcement au récepteur.

Le premier panéliste souligne que la TV éducative est une autre utilisation possible de l'appareillage TVHD pour ses productions. Les arts et les sciences ne peuvent que bénéficier d'un raffinement de la résolution et du rendement couleur.

On s'informe des techniques d'enregistrement employées en TVHD. Dans combien de temps aura-t-on besoin de ce genre d'appareillage? Combien les clients sont-ils prêts à déboursier? Ces appareils seront-ils analogiques ou numériques? On fait observer que les techniques de réduction binaire rendront impossible la manipulation en post-production en raison des défauts qu'elles créent.

L'un des panélistes exprime l'opinion que le système TVHD idéal permettrait de reproduire sur écran tout ce que l'oeil peut voir et qu'il faudrait une fréquence trame de 900 M bits/s ou une largeur de bande de 450 MHz pour y arriver. Le panéliste continue en disant qu'il est possible de réduire cette exigence de maintes façons, par exemple en restreignant le contenu d'image. Cependant seules les techniques numériques peuvent réaliser une fréquence de bits acceptable "et tromper l'oeil humain la plupart du temps".

On souligne que l'appareillage TVHD pour la production se répartit en quatre catégories: le matériel de prises de vues, les dispositifs de stockage d'images, le matériel de post-production et le produit final. Ce sont les appareils de prise de vues et de post-production qui déterminent les caractéristiques d'un système. Quant aux deux autres catégories, comme elles ont trait au médium, l'équipement vidéo ne peut vraiment pas concurrencer le film pour les prises de vues en raison du coût, de la fiabilité et de l'encombrement. Par contre, l'électronique présente un léger avantage en post-production à cause de la facilité de manipulation. La mise au point de l'appareillage TVHD pour la production dépend de trois facteurs: 1° de l'existence d'une norme; 2° de notre connaissance des caractéristiques du système; 3° de l'essor du marché. On pense que le format d'image est encore plus important que la résolution. On en conclut que l'on devrait éviter de faire des compromis en établissant les caractéristiques de la TVHD.

Quelqu'un se demande si la TVHD est vraiment nécessaire, tant nos systèmes actuels présentent un potentiel énorme. Étant donné que la technologie de la TVHD est actuellement passablement précaire, il est plus probable que les satellites qui seront lancés au cours des cinq ou huit prochaines années transmettront la télévision renforcée plutôt que la haute définition. On note que nous en arrivons au point où nous pouvons prévoir un système dépourvu des contraintes actuelles.

Dans la discussion qui s'ensuit, on rappelle que le format d'image est plus important que la résolution. L'expérience cinématographique montre bien que la réduction de la résolution pour gagner en format d'image rapporte davantage au guichet. Un format d'image de 1,85 serait idéal pour la TVHD.

On discute sur les contraintes imposées par un rapport d'image élevé aux dispositifs et objectifs de prises de vues. On fait observer que les capteurs à semi-conducteurs permettraient d'éviter cette difficulté. On en conclut que les contraintes actuelles en technologie ne devraient pas nous empêcher de reconnaître les buts de la TVHD.

Sur la question de la TVHD comparée à la télévision renforcée, on fait remarquer que pour obtenir la télévision renforcée, il faudrait pouvoir utiliser une caméra donnant deux fois plus de lignes et capable d'une plus grande vitesse de trame. On note que la réduction de définition ainsi obtenue ne ferait qu'augmenter, par contre, le flou associé au mouvement.

On souligne que l'idée de télévision renforcée nécessite encore beaucoup d'information et d'études. On fait observer que dans un contexte de studio de télévision numérique, on devra avoir recours au traitement en temps "non réel". Voilà qui ne serait guère acceptable pour les actualités sportives.

Au cours du débat sur les normes de la TVHD, on fait remarquer que l'essor et la fabrication du matériel de TVHD sont entravés par l'absence d'une norme et le manque de connaissance des caractéristiques souhaitables pour la TVHD.

La demande d'un produit perfectionné, souligne-t-on, ne vient ordinairement pas du public. Par contre, ceux qui ont assisté à la démonstration de la TVHD NHK-CBS aux USA sont prêts à déboursier le double du prix d'un téléviseur actuel pour se procurer un appareil TVHD.

Au sujet de la comparaison de la TVHD et de la cinématographie, on note que 85% des productions qui passent aux grandes heures d'écoute sont originalement faites sur film.

On fait observer encore que les caméras vidéo de qualité standard sont utilisées dans la production cinématographique et que, en fait, la demande de ces appareils dépasse l'offre. Même si cette caméra apparaît complexe, elle n'en est pas moins fiable.

Quant à la recherche et au développement, on en conclut qu'il ne se fait pas de recherche en TVHD en Amérique du Nord et qu'il en faudrait, au contraire, pour établir la compatibilité et la psycho-physique de la TVHD. Les essais qui se font au Japon devraient être répétés ici. L'atelier précise donc les aspects suivants:

- 1° Il y a lieu de définir les caractéristiques de la TVHD. Il existe un urgent besoin de procéder aux mêmes essais que les Japonais ont réalisés pour établir les conditions de l'équipement de production. Qui en assumera les frais? La réponse reste en suspens.
- 2° Ces essais devraient nous mener à la création d'une norme. Sinon une norme surgira d'elle-même.
- 3° Le format d'image, dans une certaine mesure, est considéré plus important que la résolution.
- 4° Les contraintes actuelles de la technologie ne devraient pas avoir d'effet limitatif sur les spécifications de la TVHD, comme par exemple des compromis.
- 5° On devrait approfondir davantage les recherches en télévision renforcée comme solution de rechange et en tant que premier pas vers la TVHD.
- 6° Point d'unanimité sur l'opportunité d'adopter une TVHD analogique ou numérique.
- 7° Point d'unanimité non plus au sujet des avantages de la TVHD par rapport aux caméras cinématographiques.

SUJET: LA TVHD: LE RÊVE DES PRODUCTEURS?

Président: H. Greenberg

Dès le début de l'atelier, il est dit que les producteurs cherchent une nouvelle méthode de production ou d'exposition permettant de montrer leurs réalisations sous leur meilleur jour.

On considère que la TVHD fournit l'occasion au producteur de donner davantage libre cours à sa créativité, grâce au large écran où il peut mettre encore plus d'action. On souligne qu'avec la technologie des microprocesseurs, la TVHD peut faire naître des innovations en programmation. Ainsi les téléspectateurs pourraient participer aux émissions en leur donnant une direction particulière.

Au cours de la discussion sur la production des films et des émissions, on remarque un besoin de recherche sur la production originale d'images de manière à donner aux images vidéo une qualité cinéma. On mentionne qu'une compagnie du Texas offre déjà un service semblable: en effet, elle se charge de revêtir d'une qualité cinématographique toute bande magnétoscopique qu'on lui envoie. Le système caméra/objectif de la télévision peut, avec l'aide d'un ordinateur au besoin, produire les effets dont sont capables les cinécaméras: flous, verre passé à la vaseline, objectif diffuseur, etc. De même, la caméra TV doit pouvoir fournir la mobilité et la souplesse qui caractérisent la caméra cinématographique.

Le marché de la TVHD exige sérieuse considération. La TVHD permet en effet une plus grande créativité (fine résolution et format élargi) et il serait dommage de ne viser que le marché consommateur, surtout si la TVHD ne doit aboutir qu'à la conversion des formats actuels de télévision. On estime que le consommateur moyen continuera de regarder son appareil mal ajusté, hors foyer, lui procurant des émissions en vert, magenta ou bleu, saupoudrées de neige ... sans s'en plaindre. On se demande si le coût élevé de la TVHD en vaut la peine pour le consommateur qui n'en appréciera peut-être pas la qualité. Si la TVHD ne doit aboutir qu'à l'écran de la TV du consommateur, il serait sage d'engager des sommes sur le scénario plutôt que sur la technologie. On estime donc que l'on gagnerait davantage à orienter la TVHD vers un marché plus restreint comme les salles de cinéma de 100 à 150 places, les mini-salles, les cinémas-restaurants, les salles d'exposition ou des émissions scientifiques particulières comme la médecine. D'autres entrevoient un marché pour la TVHD au plan de la consommation, comme par exemple Télidon, les jeux d'informatique, la diffusion directe par satellite à la Place des Arts ou au Centre national des arts avec possibilité d'une participation active de l'auditoire soit par la DDS ou la fibre optique: le consommateur

cesserait d'être passif pour devenir actif. L'atelier n'est guère fixé sur la nature du marché vers lequel la TVHD devrait s'orienter ni sur le choix de ceux à qui pareilles images de qualité devraient être destinées. On souligne qu'aux États-Unis, beaucoup de foyers possèdent un Betamax ou VHS de $\frac{1}{2}$ ". La même somme est allée à l'achat de grands écrans de projection. Néanmoins, dans 90 pour cent de ces foyers couleur, foyer et brillance sont généralement mal ajustés.

On discute aussi formats. On demande à un producteur quel format il choisirait, entre 1:1,33 et 1:1,85, si l'argent n'entraîne pas en ligne de compte: il répond le format 1:1,85. Un autre producteur se dit à la recherche de n'importe quelle technique propre à améliorer son produit. À l'heure actuelle son produit n'est pas vu à sa vraie valeur lorsqu'on le montre à la télévision ordinaire. On estime que les priorités touchant les changements de format pour la TVHD ne viendront pas au niveau du consommateur. La recherche en psychologie montre que le format large est préférable en ce que le spectateur jouit d'une plus grande liberté de vision. En outre la TVHD met davantage d'information sur l'écran à la disposition du spectateur. On demande si nos méthodes actuelles de montage magnétoscopique abusent du zoom comprimé et de la manipulation électronique qui restreignent la liberté de choix du spectateur. La TVHD supprimerait ces techniques de production.

L'utilisation de la télévision à haute définition à bande magnétoscopique conventionnelle est discutée, puis on se demande si la diffusion d'une image rétrécie et la diffusion directe par satellite peuvent élargir le champ du logiciel. Ainsi la profession médicale pourrait profiter de la TVHD pour les opérations ou dans des techniques nécessitant une image à fine résolution. L'enseignement des sciences, comme la technologie de l'holographie ou du laser, pourrait profiter de la TVHD.

On se demande si l'on se propose d'exploiter la TVHD pour les meilleures raisons. On ne doit pas la considérer comme une fin en soi, c'est-à-dire l'utilisation universelle de larges écrans. Tâchons-nous de découvrir des utilisations de cette technologie plutôt que d'essayer de chercher une technique pour répondre à un besoin? Après tout, déjà avec la cinématographie, nous bénéficions de la haute définition et nous devons tâcher d'éviter de confondre image originellement produite par la TVHD et film transféré et montré au moyen de la TVHD.

Il ne fait aucun doute que la TVHD constitue un nouvel outil pour la post-production et le montage. Les incrustations et les techniques optiques délicates se font plus facilement par l'électronique que par la cinématographie. Non seulement la production s'en trouve accélérée mais comme on épargne du temps, on épargne aussi de l'argent. Avec les procédés et l'équipement

actuels, les scènes-raccords combinant film et vidéo posent des difficultés que la TVHD ferait disparaître. Une production utilisant toute les techniques disponibles doit être un succès financier avant que les producteurs puissent profiter des nombreux procédés à leur disposition. Une récente production hollywoodienne, "Tron", qui faisait appel à des dessins informatiques et à tous les trucs électroniques, n'attira que fort peu de monde comparé à un film d'aventure comme "Raiders of the Lost Ark".

On est unanime à reconnaître l'absence au Canada d'un département de recherche et développement au sein d'une agence gouvernementale qui pourrait entreprendre la recherche dans des domaines comme la TVHD. Le Canada peut apporter une contribution importante, et selon notre évaluation très réaliste de l'industrie du cinéma, il faudrait subventionner des recherches techniques et développer de nouvelles idées en regard des progrès technologiques. Le gouvernement doit faire davantage financièrement pour aider cette industrie en plein essor pour la télévision. Il faudrait davantage réaliser des productions cinématographiques et vidéoscopiques à grand succès financier afin que l'on puisse réinvestir cet argent dans le développement d'images encore plus perfectionnées.

SUJET: LA TVHD: UNE TECHNOLOGIE À LA RECHERCHE D'APPLICATIONS

Président: K.P. Daviès, Société Radio-Canada
O. Roscoe, Ministère des Communications

L'atelier s'ouvre par un exposé sur l'attitude envisagée par l'industrie du cinéma à l'égard de la télévision à haute définition. Les rapports que cette industrie pourraient avoir avec cette technique se fondent 1° sur la cinématographie électronique, et 2° sur un système de livraison par satellite desservant un auditoire mondial dans des cinémas vidéo. On envisage aussi la télévision payante ou par abonnement comme faisant partie du système de livraison.

Déverser une grande production partout, sur le marché mondial, présenterait beaucoup d'avantages. Cela réduirait tout d'abord la piraterie. Par exemple, on estime que le nombre de copies illégales de "Star Wars" équivaut à celui des impressions autorisées en circulation avant la date de publication. Actuellement, le nombre considérable d'impressions légitimes les expose à la piraterie: pour contourner la difficulté, il suffirait de les diffuser en une seule fois à partir de la même source. En outre, la publicité préliminaire crée un marché pour les copies. Ensuite un lancement électronique simultané aurait également des conséquences financières considérables. Dans le système actuel de publication, qui est séquentiel, il y a des films de qualité qui ne rejoignent guère leurs auditoires cibles à cause de la critique négative. Par contre, un film distribué partout simultanément atteindrait son point de rentabilité en une journée. La distribution universelle directement par satellite réduirait les frais de publicité en abrégant la campagne de la réclame à deux jours précédant le lancement. La distribution par satellite pourrait ouvrir des marchés mondiaux aux producteurs isolés géographiquement, comme ceux d'Australie.

On appuie trop sur l'emploi de la TVHD dans le monde de la télévision. L'industrie du cinéma servira de champ d'expérience, par conséquent il y va de l'intérêt des entreprises de télévision de coopérer. L'expérience de l'industrie du cinéma ne manquera pas de changer les procédés et peut-être même les structures de l'industrie de la radiodiffusion.

Nous ne savons pas encore ce que donne le système de CBS, qui utilise des caméras et des magnétoscopes et qui fait ensuite le montage des bandes pour en faire des films. On ne sait pas non plus ce que coûte le procédé. Du reste, on n'a pas encore fait la preuve que le médium électronique permet de réaliser des économies sur le coût de production d'origine. Les producteurs d'émissions dramatiques qui ont eu recours à la bande magnéto-scopique ont défoncé leur budget. Il se peut que le vidéo-disque se prête davantage au montage cinématographique.

Si le monde de la radiodiffusion ne fixe pas les normes, le cinéma s'en chargera et au point où en sont les choses, ce sera probablement le système NHK qui prévaudra, devenant par le fait même la norme en usage. Quoi qu'il en soit, l'industrie du cinéma ne veut qu'une seule norme pour le monde entier. L'emploi des normes de télévision actuelles et la distribution des bandes MS sont moins intéressantes que le film. Quant à la télévision à définition renforcée, elle ne constitue guère une bonne solution pour la production cinématographique. Si la TDR était adoptée, elle écarterait probablement le développement de la TVHD pour longtemps et peut-être pour toujours.

Il semble que la norme de 1 125 lignes ne fournirait pas une résolution suffisante pour le cinéma. Il faudrait de 1 500 à 2 000 lignes, ce qui est encore bien loin à l'horizon. Il faudrait encore beaucoup de recherche et les études théoriques ne sont même pas commencées. Rien ne prouve cependant qu'il existe un rapport entre la faible résolution des films et la réceptivité des auditoires. Le "Concert pour Bangladesh" fut tourné en 16 mm, agrandi à 70 mm: la présentation commerciale fut un succès.

Les éducateurs disposent désormais d'une panoplie d'aides pédagogiques audio-visuelles dont certaines procurent des résultats satisfaisants à un coût nominal, sauf dans les applications très particulières comme en médecine (notamment en histologie et en anatomie). C'est ainsi que la TVHD découvre qu'elle se heurte à des formes concurrentes et que son coût élevé lui nuit. Donc, les institutions d'enseignement ne pourront point se payer la TVHD tant que son coût ne se comparera pas favorablement à la télévision ordinaire.

La TVHD pourrait servir à l'éducation permanente et aux cours de perfectionnement, comme c'est le cas de beaucoup d'organismes qui utilisent la vidéocassette avec succès. Par contre, la norme NTSC devient une contrainte pour les utilisations au foyer.

Si l'on s'interroge sur les applications possibles de la TVHD, on peut entrevoir qu'une présentation impressionnante procurant une perception magnifiée de la réalité (ou de l'irréel), ou encore "une expérience accrue", ne manquera pas d'exercer un attrait sur le consommateur qui déboursera ses sous même si la qualité n'y est pas, comme c'est le cas, par exemple, du Walkman de Sony ou des appareils stéréophoniques à 800\$ pour automobiles. La demande pour un perfectionnement des graphiques dans les jeux vidéo vient encore à l'appui de cette thèse.

On discute recherche et développement en application de la TVHD et quelqu'un rappelle que les besoins militaires, qui de tout temps ont été à la fine pointe de la technologie, pourraient accélérer l'essor de la TVHD. Les technologistes devraient faire appel aux artistes en R&D. On rappelle encore que lorsque l'on utilisait le film ou la bande magnétique en pédagogie, les simulations obtenues facilitaient l'enseignement et en augmentaient la qualité.

SUJET: COMMENT FAIRE PARVENIR LA TVHD AU CONSOMMATEUR

Président: A. Toth, BNR

L'atelier s'ouvre par des échanges sur les aspects de la TVHD étrangers à la radiodiffusion et en vient bientôt à la question de la compatibilité. Ce qui milite en faveur des systèmes compatibles, souligne-t-on, c'est qu'ils fournissent au consommateur une amélioration provisoire avant qu'il puisse profiter du large écran, lui évitant ainsi de changer son téléviseur tout de suite. La compatibilité peut aider la télévision distribuée en ce qu'elle fait concurrence, à court terme, au câble, au disque et à la bande et, à long terme, en ce qu'elle fait miroiter la promesse de services perfectionnés. Les systèmes compatibles seraient particulièrement bien accueillis en Europe où les largeurs de bande commencent à se faire rares. Donc il est possible que les systèmes à composants analogiques et multiplexés deviennent un format commun. Bien plus, les formats compatibles doivent tenir compte du fait que dans beaucoup de systèmes de câble, leur capacité est déjà exploitée à fond, ce qui laisse peu de place à la TVHD qui exige une bande plus large que celle utilisée actuellement.

Les raisons qui viennent à la rescousse des systèmes non compatibles se fondent surtout sur les prochains progrès de la technique. Par exemple, la super intégration et les mémoires de trames permettront un traitement très poussé dans le récepteur même, ouvrant ainsi la voie à la transmission. La diffusion directe par satellite sera chose commune avant 1990 et constituera un moyen à la fois pratique et économique d'atteindre le consommateur chez lui. Quant à la réception par satellite, il est indispensable que, de toute façon, un nouveau dispositif récepteur soit annexé à son téléviseur, dispositif qui comprendrait même la conversion à la compatibilité. Côté transmission par satellite, les signaux à composants distincts sont moins sujets au brouillage que les signaux composés et il se pourrait même qu'on les préfère à la modulation. La fibre optique fournira un autre moyen d'acheminer la TVHD. Même actuellement, la fibre a atteint un développement tel qu'on n'a plus besoin de répéteurs qu'à des intervalles de 20 km. L'atelier prend acte qu'il existe une forte tendance vers l'adoption d'une norme universelle pour la production et que pareille norme pourrait même servir à des applications étrangères à la radiodiffusion.

SUJET: LA TVHD: UN DÉVELOPPEMENT ORDONNÉ -

Président: R. Zeitoun, Ministère des Communications

L'atelier se penche longuement sur le rôle des principes et des règlements de l'industrie de la radiodiffusion. Certains mettent en garde contre la surréglementation. Lorsqu'un secteur hautement technique est trop rigoureusement réglementé, il arrive que l'évolution technologique finisse par rattraper ces règlements et les rendent périmés. Pire encore, une réglementation rigoureuse retarde cette évolution technologique: les manufacturiers hésitent à produire en fonction de besoins qui échappent aux normes et c'est la recherche qui en souffre.

Les règlements ne devraient pas protéger une industrie plutôt qu'une autre, autrement on nuirait à l'esprit d'une saine concurrence laquelle, pense-t-on, est "l'idéal". On se demande s'il y a lieu de réglementer la TVHD si elle n'était pas employée en radiodiffusion, mais répandue sur disques en circuit fermé par abonnement, soit pour l'information commerciale soit comme service postal électronique. On finit par conclure que l'on devrait envisager avec prudence toute réglementation officielle dans les aspects de la TVHD touchant la production, comme le format d'image, par exemple.

La contribution nord-américaine au développement de la TVHD a été à ce jour passablement limitée et c'est ainsi que nous sommes en train de laisser passer l'occasion d'imposer des normes. À moins que le gouvernement et l'industrie ne se dépêchent d'appuyer les travaux de recherche en TVHD, on se trouvera de présence de normes qui nous sont imposées par des étrangers.

On aborde ensuite la question de la compatibilité de la TVHD. On ne saurait ignorer que le public a beaucoup investi dans l'actuelle technologie de la radiodiffusion. Quel que soit le système dont il s'agit, les perfectionnements finissent par rattraper les spécifications fondamentales, si bien que des systèmes tout nouveaux s'imposent. On pourrait en citer bien des exemples empruntés au passé, tel le disque 33 1/3 rpm et la radio FM. Par contre, aucun n'a pu avoir les conséquences économiques qu'un système TVHD non compatible pourrait avoir.

On reconnaît que tout compromis pour réaliser la compatibilité présente des risques. Quel compromis, quant à la qualité, serait acceptable au nom d'un format TVHD compatible, fût-il de 20%, 30% ou 50%? Il est possible d'adopter une attitude puriste et de se refuser à tout compromis, mais ce serait là poser une exigence qui pousserait la technologie actuelle à la limite. C'est ce dont au Japon NHK se rend compte

et attend l'adoption d'une largeur de bande comprimée (donc un compromis) avant de mettre son système à la portée du public. L'utilisation de la transmission directe par satellite obligera également à un compromis parce que la TVHD impose de lourdes exigences quant au spectre de fréquence, qui constitue une ressource fort limitée.

La TVDR* et la TVHD sont considérées comme deux puissantes sources de développement pour l'avenir. L'industrie cherche présentement à vendre quelque chose de nouveau aux consommateurs. La TVDR va évoluer probablement par suite de cette pression considérable, que les perfectionnements justifient la chose ou pas. Déjà, pour favoriser cette évolution nous disposons de tubes cathodiques, de filtres en peigne et de LSI** bon marché, mais perfectionnés. Ces récepteurs utiliseront les écrans actuels de 20 à 26 po. et vont éliminer les anomalies de battement, d'oscillement, de battement de couleurs, etc., qui parfois gâtent les images NTSC, PAL et SECAM.

La seconde source d'évolution, la TVHD, pourrait être un système non compatible de l'avenir et qui se passe de compromis. Ce sera le jour où l'on pourra regarder des images fines et larges à un coût à la portée du public (disons dans dix ou quinze ans). Il faut espérer que la TVHD bénéficiera d'une norme adoptée à l'échelle de la planète en souhaitant que PAL, NTSC et SECAM puissent s'y associer de quelque manière. C'est ce qui exigera un immense effort, mais la fin en vaut vraiment la peine.

Finalement, la séance dérive vers la question du spectre disponible pour la TVHD. Des expériences et des décisions consécutives quant à la largeur de bande s'imposent. On pense qu'à l'avenir, les lignes de démarcations entre les services de radiodiffusion et les satellites fixes de communication seront moins précises, ce qui supprimera le besoin d'y apporter des distinctions.

Au cours des entretiens, le mémoire ci-joint rédigé par M. D. Fink fut déposé pour fins de discussion.

* Télévision à définition renforcée.

** Large scale integration.

SUJET: LES ÉQUIPEMENTS DOMESTIQUES POUR LA TVHD

Président: A.G. DAY, INGÉNIEUR, A.C.R.

L'atelier explore la nouvelle technologie de l'affichage, les débouchés qu'elle présente à l'industrie et l'évolution probable du matériel de télévision destiné aux foyers.

On pose le principe que l'ERE (l'expérience du revenu élargi) ne peut exister que si la JVD (la juste et valable différence) atteint une importance telle que la JND (la juste et notable différence) du produit se mérite l'irrésistible adhésion du public.

Avec le temps la qualité des produits s'est améliorée, si bien que les futurs systèmes devront comporter des perfectionnements évidents pour être acceptés, comme par exemple: des téléviseurs d'une résolution de 500 lignes au lieu de 300.

La dimension de l'écran est importante et les participants ne sont pas portés à croire que la télévision de projection remporte beaucoup de succès à domicile, même s'il s'agit "de la seule technique pratique dont on dispose de nos jours". Les écrans peuvent avoir de 30 à 40 po. de largeur, et l'équipement a un encombrement tel qu'il peut passer facilement dans une porte ordinaire. Quant à la brillance actuelle de l'écran, elle peut être retenue.

Les commandes peuvent probablement se trouver éloignées de l'écran et le son stéréophonique ne ferait qu'agrémenter l'audition, surtout avec un écran assez grand. On trouve déjà la stéréophonie même dans de petits récepteurs. La stéréophonie se montre particulièrement efficace dans certains cas, comme pour le bruit de foule et les commentaires hors-champ.

Le matériel permettra d'améliorer sensiblement la réponse colorimétrique et d'éviter particulièrement les anomalies d'intermodulation de couleurs. Pour le foyer, on peut entrevoir trois genres de récepteurs: d'abord, le modèle actuel, puis un nouveau récepteur qui rappelle le modèle actuel mais que l'on perfectionne au moyen d'une "boîte noire" et, enfin, un récepteur TVHD spécial comprenant un dispositif de traitement intégré plus un large écran. Le prix de ce dernier appareil ne devrait pas être tellement plus cher que le précédent.

L'évolution du récepteur découle, non pas de la demande du public, mais de la concurrence de l'industrie. Les grands perfectionnements comprendront le filtre en peigne, qui fait déjà partie de certains modèles, et une amélioration du battement couleur et de la résolution, la réduction de la visibilité des

lignes et du papillotement périphérique. Un élément important, c'est une mémoire d'images constituée d'une pastille qui permettrait non seulement de raffiner le traitement d'images mais encore d'afficher celles-ci en séquence plutôt qu'en entrelacement.

Il ne semble pas y avoir de difficultés insurmontables en distribution de THVD directement par satellite, à 12 ou 22 GHz, quoique l'on reconnaisse que le champ dynamique sera beaucoup plus ample dans les régions 1 et 3 que dans la région 2 à 12 GHz. La diffusion par satellite peut éviter les contraintes de qualité que l'on reproche à la diffusion NTSC par liaisons terrestres.

Les limitations NTSC en résolution, une fois que la bande latérale résiduelle de 6 MHz ne constitue plus une contrainte importante, sont attribuables au procédé de décodage couleur et à la matrice de points de l'écran qui, actuellement, limitent les largeurs de bande à environ 4 MHz. Par contre, il existe désormais des écrans haute résolution dont les points ont été améliorés dans un rapport supérieur à 2:1.

D'une façon générale, on concède qu'il existe beaucoup de solutions de rechange présentant beaucoup d'avantages: résolution, format d'image, réduction du bruit et, naturellement, le coût, question primordiale. Malgré tout, les perfectionnements les plus souhaitables sont d'abord le format d'image, la densité linéaire (doublée peut-être) et l'élimination du battement couleur.

CONCLUSIONS

KEN DAVIES

M. Davies rappelle que le but d'une séance plénière, c'est de passer en revue les principaux aspects des réunions d'ateliers, de tâcher de tirer des conclusions, d'essayer de répondre aux questions soulevées au sujet de la TVHD et de tenter de formuler des directives. Il se dit satisfait de la quantité et de la qualité des échanges entre les participants et le colloque. Il ajoute que le colloque a probablement soulevé encore plus de questions qu'il n'en a résolues, mais qu'elles se présentent désormais dans un ordre logique. Il invite ensuite les présidents de chaque atelier à présenter leurs sommaires.

M. DAVIES

M. Davies souligne que la TVHD est beaucoup plus qu'une question de résolution et que le contenu, le format d'image, le contraste, le rapport signal-bruit ne sont pas moins importants. Nous pouvons d'ores et déjà entrevoir l'avènement d'un nouveau format dans lequel les composants comme le dispositif de prise de vues, l'affichage sur écran, le traitement ou la transmission peuvent s'inspirer de normes différentes et que ce ne sera guère une tâche facile que de concevoir les diverses interfaces visant à minimiser les anomalies.

Nous avons vu que la TVHD a un excellent avenir en cinématographie électronique et que la télévision se prête parfaitement à la transmission directe par satellite, par câble et par les moyens de télédiffusion actuels. Il reste encore énormément de travail à faire en technologie d'affichage sur écran pour obtenir une image TVHD idéale. Le récepteur devra se doter d'une mémoire d'images pour réaliser la séparation des fonctions envisagées et pour conserver une fréquence trame acceptable en transmission.

M. Davies conclut que le monde de la TVHD vise une cible en mouvement et que le défi est d'autant plus grand que les normes actuelles permettent d'obtenir des images de plus en plus belles.

DON FINK

M. Fink tient à rappeler que le colloque a permis de franchir des étapes importantes. Il rappelle que l'avènement des normes pour la télévision en noir et blanc et en couleur adoptées aux USA résulta du fait que la FCC avait menacé d'enrayer l'essor de l'industrie en l'absence d'une norme. Il souligne que si le Japon réussit à implanter un système de TVHD non compatible dans le monde, il n'en faudra pas davantage pour propulser la TVHD. Il ajoute qu'à son avis, c'est la première fois qu'il y a échange

de mémoires et de vues sur un sujet d'importance aussi considérable pour l'industrie électronique. Pour conclure, M. Fink propose que l'on continue de tenir des colloques du genre au moins à tous les deux ans.

DISCOURS DE CLÔTURE DU COLLOQUE DE LA TVHD

Ottawa, du 18 au 21 octobre 1982

Donald C. Fink
Président du groupe d'étude du
SMPTÉ sur la télévision à haute définition

J'ai demandé à M. Ken Davies de m'accorder quelques minutes car il est important que nous, les invités des organisateurs canadiens de ce colloque (de même que nos hôtes canadiens) comprenions que nous avons franchi une étape cette semaine. Permettez-moi de revenir en arrière quelque peu pour justifier une telle affirmation. Il est arrivé que deux catastrophes ont précédé l'avènement de la télévision monochrome et en couleur aux États-Unis. En 1939, la Federal Communications Commission retirait l'autorisation de diffusion des émissions commerciales et annonçait du même souffle que cette autorisation ne serait point renouvelée - ce qui interdisait toute croissance de l'industrie de la télévision - tant qu'un accord n'aurait pas été conclu sur les normes de la télévision en noir et blanc. Telle fut la raison pour fonder le premier National Television System Committee (NTSC). Le fait de faire passer le nombre de lignes de 441 à 525 a permis au NTSC de confirmer la valeur des travaux antérieurs tout en réalisant l'accord de l'industrie. En 1941, le NTSC présenta ses normes au FCC, ce qui leva l'impasse. Dès lors, la télévision noir et blanc commença à se développer aux USA.

En 1948, le FCC annonçait qu'il existait un tel encombrement des canaux qu'il n'émettrait pas d'autres permis de station de télévision jusqu'à nouvel ordre. À la nouvelle de ce désastre, certains ont vu rouge, comme le général David Sarnoff de RCA et M. William Paley de CBS. Grâce à leur zèle et à celui de bien des chefs d'industrie, on s'employa à débrouiller cette nouvelle impasse et à lancer la télévision en couleur sur canal guère plus large que la norme d'alors, soit 6 MHz. C'est ainsi que se créa un second NTSC dans le but de présenter un nouvel accord au FCC, soit des normes de télévision couleur compatibles. L'accord définitif n'eut lieu qu'en 1953, un an après la levée du gel des permis d'exploitation. Puis en 1954, le FCC autorisa lesdites normes, ce qui n'empêcha pas qu'il s'écoula une dizaine d'années avant que la vente des récepteurs en couleur se reflète sensiblement sur l'industrie.

Ces réalisations, dont les fruits se sont répandus dans le monde entier de nos jours, ne se sont pas produites uniquement parce que l'on avait trouvé les justes réponses aux problèmes techniques, mais encore parce que des individus et des organismes puissants se sont élevés contre toute intervention dans leurs affaires. Ils répondaient à une menace dirigée contre la croissance de leurs marchés.

Je ne saurais dire avec certitude d'où pareille menace pourrait surgir, propre à nous amener la télévision à haute définition, mais ce dont je suis sûr, c'est qu'elle viendra. Il est possible, par exemple, qu'un service public TVHD non compatible naisse de l'implantation de la diffusion directe par satellite à l'intention des îles japonaises avec l'emploi d'un système NHK à 1 125 lignes et qu'avec les années, on finisse par reconnaître le succès de son service public: il servirait dès lors de fondement à un nouveau marché de la télévision. Le reste du monde de la télévision ne mettra pas grand temps à réagir et à proclamer qu'il est désormais à la merci des promoteurs japonais. Tel est le genre de menace qui déclencherait une production massive de la TVHD en dehors du Japon - probablement trop tard, hélas!

Pourquoi vous ai-je tracé cet historique et ce scénario? Uniquement pour vous souligner que cette semaine, pour la première fois à mon sens, nous avons pris part à quatre journées où nous avons entendu d'excellents mémoires, bien documentés, et à des échanges fructueux entre experts. La participation active et enthousiaste de tout le monde fut vraiment extraordinaire.

Je puis vous dire, monsieur Davies, ainsi qu'à tous vos collaborateurs, qui avez organisé ce colloque, au nom de tous ceux qui sont venus de l'étranger, que nous vous sommes extrêmement redevables. Il a fallu beaucoup de réflexion et d'organisation pour mettre ce colloque sur pied, beaucoup de dévouement pour le réaliser d'aussi splendide façon. Les installations, l'hôtel, la façon dont le personnel a participé sur tous les plans s'inspirent des meilleures traditions et reflètent un professionnalisme achevé.

L'élan donné à l'art de la TVHD au cours de nos réunions doit se conserver. J'ignore à quels échelons dans le gouvernement canadien on doit s'adresser pour obtenir l'autorisation de répondre aux desiderata de la main-d'oeuvre et du financement, mais je souhaite ardemment que nous tenions un autre colloque du genre, peut-être pas à tous les ans, mais au moins à tous les deux ans. Pourquoi est-il particulièrement approprié de tenir des réunions sur la TVHD au Canada? Je pense que votre pays constitue un point de rencontre idéal pour de telles présentations et de tels échanges. Le Canada n'est pas, du moins pas encore, une menace pour le reste du monde dans l'affaire qui nous occupe. Ici, au Canada, vous pouvez inviter quiconque a de l'importance en technique TVHD et l'on répondra à votre invitation, comme ce fut le cas cette semaine. Le Japon est représenté par ses plus grands talents. Il en est de même des entreprises de radiodiffusion des îles britanniques, lesquelles, soit dit en passant, sont à couteaux tirés sur des questions techniques et politiques ayant trait aux normes de transmission directe par satellite en Europe. Des spécialistes de France et

d'Allemagne sont ici. Une bonne moitié du groupe d'étude du SMPTE sur la TVHD est ici: ce sont les principaux collaborateurs. L'une des raisons pour lesquelles nous sommes ici, c'est que nous ne nous sentons point menacés. Nous sommes prêts à échanger. Voilà donc une étape de franchise.

En terminant, permettez-moi de féliciter M. Davies et tous ceux qui ont organisé ces réunions il y a un an et qui les ont menées à bonne fin avec tant de brio. Je me propose d'écrire au ministère des Communications et au chef de la Société Radio-Canada pour leur demander de nous permettre de maintenir et même d'accroître le dynamisme de ces assises dans les années à venir.

Merci beaucoup.

LES VUES D'UN INGÉNIEUR SUR LA LIGNE D'ACTION À SUIVRE

Donald Fink

Directeur du groupe d'étude de la TVHD de la SMPTE, USA

La technologie de la télévision à haute définition peut désormais être utilisée dans la production de films destinés aux salles de cinéma. Lorsque éventuellement ces films seront transmis dans les foyers soit par câble soit en direct par satellite, le téléspectateur jouira d'une image beaucoup plus limpide que celle que nous procurent nos normes actuelles de 525 ou 625 lignes. La Japan Broadcasting Corporation (NHK) a fait la démonstration de la TVHD à 1125 lignes et de grands producteurs ont commencé à l'utiliser à Hollywood. Par contre la TVHD n'est pas prête à pénétrer dans les foyers en raison de la largeur du spectre nécessaire et parce que les téléviseurs à large écran pour images TVHD ne sont pas encore sur le marché.

Le développement actuel des circuits intégrés, qui permet le traitement des signaux comme jamais on ne l'avait fait jusqu'ici, et l'évolution du marché de masse des microplaquettes laissent entrevoir une association entre émetteur et récepteur fort perfectionnés. Ces systèmes vont grandement réduire l'occupation du spectre tout en augmentant la probabilité de l'introduction des services opérationnels dans les foyers.

Le progrès des circuits intégrés donnera également lieu à l'apparition de l'écran mural plat et à bon marché que vingt années de recherches n'ont pu encore matérialiser. Il ne semble pas que les systèmes de projection à rayons cathodiques se vendent meilleur marché et atteignent une production de masse: pourtant, ils représentent le seul moyen de réaliser la TVHD à grand écran.

Parmi les aspects de la TVHD au foyer qui intéressent le public, soulignons: a) la nécessité que les récepteurs actuels puissent capter les émissions de TVHD sans la moindre dégradation de leur rendement; b) l'existence d'une norme TVHD unique dans le monde entier, objectif auquel nous devons viser; c) la rareté des fréquences réservées à la transmission directe de la TVHD par satellite et d) les avantages d'aborder la question de la normalisation de la TVHD dans un esprit de prudence plutôt que de précipitation. L'introduction prochaine de la TVHD dans l'industrie cinématographique constituera en quelque sorte un laboratoire d'où jaillira une expérience utile qui s'alliera avec profit aux perfectionnements attendus dans les dispositifs à circuits intégrés.

Deux forces motivent l'intérêt actuel pour la TVHD. La première est que l'industrie du cinéma reconnaît l'économie importante (de l'ordre de 20 p. cent) que la TVHD peut lui faire

réaliser dans les frais généraux grâce à l'emploi de caméras TVHD et du matériel connexe: viseurs, écrans de contrôle, magnétoscopes et pupitres de montage, outre que ce matériel réduit de beaucoup le temps de prises de vue, de traitement et de montage nécessité par l'utilisation de la pellicule.

La seconde force, c'est que l'industrie de la télévision entrevoit l'amélioration incroyable que gagnerait l'image reçue au foyer grâce à l'écran élargi et à la stéréophonie. Devant un grand écran vu de près, la vision périphérique entre en jeu et lorsque le détail de l'image demeure satisfaisant, on constate que le téléspectateur se sent davantage captivé par l'émission qu'il regarde, son intérêt étant encore doublé s'il entend le son en stéréophonie.

Les travaux de recherche en TVHD se poursuivent dans plusieurs pays, surtout au Japon. Après plus de dix années de recherche, après y avoir consacré \$200 millions, la NHK a mis au point à Tokyo un système de 1 125 lignes avec le concours de Sony, Matsushita et Ikegami.

Le système de NHK emploie donc des images balayées à 1 125 lignes par trame, 30 images par seconde et entrelacées, un rapport d'image de 5:3, une largeur de bande en noir et blanc de 20 MHz (pour la luminance) et une largeur de bande de 6 MHz en couleur (pour la chrominance). On a fait la démonstration de ce système à Tokyo en opérant la transmission et la réception par satellite et en employant une modulation FM d'une largeur de bande de 100 MHz, tout en utilisant des signaux analogiques. Tout le matériel nécessaire (caméras, magnétoscopes, amplificateurs, émetteurs, récepteurs et vue directe et par projection) a été mis au point et peut fonctionner à partir d'un studio ordinaire et hors studio. Les images que l'on a pu voir en février 1982 par projection sur un écran mesurant huit pieds en diagonale et sur téléviseur de deux pieds étaient d'excellente qualité. Leur résolution était égale à celle obtenue en projetant un film de 35 mm et leur rapport signal-bruit était supérieur à 43 décibels.

Aux États-Unis, un autre système TVHD utilisé en cinématographie fut expérimenté en octobre 1981 chez Compact Video Systems Inc. La caméra de studio fonctionnait à 655 lignes, 30 images par seconde entrelacées, le signal de chrominance étant entrelacé en fréquence avec le signal de luminance sur une sous-porteuse de 7,16 MHz. La largeur de bande totale occupée par la transmission était de 10 MHz. Ce système utilise quatre mémoires d'images numériques, ce qui facilite les valeurs de couleur et de luminance entre les trames, d'où un gain dans l'efficacité du stockage des bandes magnétoscopiques. Au fur et à mesure que les frais diminueront, cette technologie jouera un grand rôle dans la compression du signal durant la transmission.

Compact Video Systems enregistre le signal sur bande de 2 po., lequel est reporté sur pellicule de 35 mm par procédé secret puis projeté par projecteur ordinaire. Les images ainsi produites ont été considérées par des spécialistes comme aussi belles que celles d'un film de 35 mm projetées dans une salle de visionnement et égales, sinon plus belles encore, à celles d'un cinéma de quartier ordinaire. Cette réalisation, qui emploie une largeur de bande de seulement 10 MHz, laisse entrevoir des perspectives considérables quant au choix ultime de la largeur de bande lorsque la TVHD sera normalisée.

LA TVHD AU FOYER

La TVHD va-t-elle s'implanter dans les foyers? Il ne faudrait pas trop se hâter. Deux obstacles se dressent: le premier et le plus fondamental, c'est que la transmission des images TVHD exige une très large bande (soit 25 MHz) par rapport à la norme conventionnelle (seulement 6 MHz). La rareté du spectre mis à la portée des signaux TVHD pour la transmission terrestre conventionnelle rend la chose problématique sinon impossible. Heureusement que nous disposons d'autres moyens comme le câble coaxial, le câble à fibre optique et la transmission directe par satellite. Ainsi CBS a demandé à la Federal Communications Commission l'autorisation d'installer un système de satellite expérimental à trois voies pour la TVHD dans la bande de 12 GHz, lequel commencerait à fonctionner vers 1985. De son côté, Comsat Satellite Television Corporation se propose des expériences en TVHD faisant appel à un satellite et employant la norme NTSC.

Le second obstacle à l'avènement de la TVHD au foyer, c'est l'absence d'un récepteur approprié (qu'il s'agisse d'un télé-récepteur, d'un écran ou d'une TV plate de 2 m, de brillance suffisante, d'un poids léger, consommant peu de courant et d'un coût acceptable). Les essais qui ont été faits dans ce sens depuis une vingtaine d'années ont été d'une lenteur décevante. Le perfectionnement des images projetées par tubes cathodiques, ainsi que l'ont montré NHK et CBS en 1982, semblent être la seule avenue qui s'ouvre à nous pour les prochaines années. Il est probable que ces systèmes de projection coûteront encore beaucoup trop cher pour attirer un vaste marché au plan des maisons privées.

L'ÉCONOMIE DU SPECTRE

Les exigences spectrales de la TVHD sont tellement considérables que les ingénieurs sont contraints de trouver les moyens les plus ingénieux possibles pour transmettre l'information avec la plus grande parcimonie dans l'emploi du

spectre. Le chemin de cet objectif est d'ores et déjà bien établi grâce aux circuits à très grande intégration qui peuvent stocker une image de télévision couleur entière et peuvent aussi permettre le traitement du signal de manière à diminuer la redondance et autres formes d'anomalies spectrales. Ainsi il existe actuellement du matériel pouvant stocker 200 000 éléments d'image (soit le détail d'une image de télévision ordinaire d'après les normes actuelles), chaque élément comportant huit bits, ce qui fait grosso modo quelque 2 000 000 de bits. Présentement, ces mémoires d'images coûtent au moins \$10 000 et sont utilisées dans les laboratoires de recherche pour la conversion de programme des normes de 525 et 625 lignes. Pourtant, on s'attend que leur prix va baisser au cours des dix prochaines années et qu'il sera à la portée des consommateurs pour les récepteurs conventionnels. On pourra aussi s'en servir dans les récepteurs de TVHD de l'avenir.

Ainsi donc une telle réalisation, c'est-à-dire l'incorporation des mémoires d'images et des circuits intégrés auxiliaires dans les récepteurs privés, créerait une forme nouvelle d'association entre un émetteur perfectionné (dont le signal économiserait l'emploi du spectre) et un récepteur non moins perfectionné qui opérerait le traitement inverse du signal de manière à récupérer l'information de l'image entière avant sa projection sur l'écran. Ce traitement permettrait aussi aux récepteurs d'utiliser l'une quelconque des normes de transmission qui demeurent nombreuses. En particulier, les transmissions sur une norme régionale donnée pourraient être transformées en une autre. Ainsi, grâce à la même méthode, les transmissions de la TVHD pourraient être transformées pour les récepteurs conventionnels fonctionnant selon les normes NTSC, PAL et SECAM, si bien que les émissions TVHD pourraient être vues sur chaque récepteur sans rien perdre de la qualité pour laquelle ils ont été conçus. La conversion du genre dont nous venons de parler s'effectuerait à partir d'une "boîte noire", c'est-à-dire un décodeur annexé au récepteur.

De l'avis de ceux qui travaillent aux systèmes TVHD, la livraison d'une TV à grande définition et de haute qualité aux foyers ne sera guère possible tant qu'il n'y aura pas connivence entre émetteurs et récepteurs perfectionnés. S'il est certain que cette réalisation se fera éventuellement, il n'en demeure pas moins vrai que l'on doit, dès à présent, s'ingénier à éviter les complexités et les frais inutiles pour l'avenir. Par conséquent, il est bon de soulever certaines questions touchant la ligne de conduite à suivre, dans laquelle entrent des aspects politiques et économiques propres à nuire à la réalisation d'un service de TVHD à l'intention du public.

ASPECTS SOCIAUX

La perspective d'implanter la TVHD présente beaucoup d'aspects importants comme la nécessité d'assurer une exploitation continue sans la moindre dégradation de rendement dans 500 millions de télé-récepteurs dans le monde. Quel que soit le genre de service TVHD en usage, il est indispensable d'adopter des normes de conversion qui permettront aux récepteurs NTSC, PAL ou SECAM actuels et futurs de pouvoir capter les émissions TVHD.

Soulignons que la conversion des normes serait grandement simplifiée, à tout le moins au début du service TVHD, pourvu que le nombre de lignes des images TVHD soit le double des images ordinaires à convertir (par exemple 1 050 lignes à 525 lignes NTSC et 1 250 lignes à 625 lignes PAL et SECAM). Or, comme le système à 1 125 lignes a déjà été démontré, les perspectives de normes multiples et incompatibles semblent bien réelles.

Sans doute des considérations économiques et politiques militent en faveur des normes multiples. Envisageons la question. N'est-il pas souhaitable que les gouvernements du monde profitent des avantages de n'établir qu'une norme pour le monde entier pour la TVHD? L'opportunité d'en venir à un consensus international sur des normes uniques pour la TVHD découle de l'accord unanime d'octobre 1981 signé par le Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR) où les consortia NTSC, PAL et SECAM furent largement représentés. Ces normes ayant trait aux signaux vidéo numériques seraient employées par toutes les stations, quelles que soient les normes utilisées pour la transmission (NTSC, PAL et SECAM). On se rallie de plus en plus à la nécessité de normes internationales embrassant tous les aspects des opérations de studio et de production en extérieur, ce qui ne manquerait pas de faciliter l'échange et l'interconnexion des sources d'émissions. Même si cette tendance vers la normalisation internationale des méthodes de production et d'exploitation ne signifie pas en soi une évolution vers la reconnaissance internationale des normes TVHD, elle n'indique pas moins clairement que le monde technique est désormais prêt à mesurer les risques de la prolifération des normes régionales et que la technologie nécessaire à la normalisation mondiale de la TVHD est tout à fait réalisable.

Autre importante considération: la répartition des coûts des études techniques que suppose la fabrication du matériel. Le matériel de studio et de cinématographie est produit par centaines et par milliers et les frais qu'entraînent les moyens techniques de fournir des normes multiples constituent une forte proportion du prix unitaire. Par contre, les récepteurs domestiques sont produits par millions et les coûts nécessités par la production de deux normes de TVHD sont si largement répartis que le prix de revient est insignifiant. Pourtant la

perspective d'un libre-échange sur tous les marchés d'équipement TVHD laisse présager qu'une norme unique pour la TVHD serait davantage bénéfique pour le public si la chose était possible. Il est plus probable encore (ce qui en tout cas serait préférable à la situation actuelle où nous nous retrouvons devant trois normes incompatibles) que l'on adopte deux normes de TVHD. Une norme recevrait l'assentiment des États-Unis et du Japon (qui utilisent la norme NTSC de 525 lignes actuellement) et l'autre rallierait les Européens (qui emploient PAL et SECAM).

Autre difficulté: c'est la grande largeur de bande indispensable à la réception de la TVHD par satellite. Le nombre de fréquences attribuées dans les bandes qui se prêtent à la diffusion directe par satellite (DDS) restera restreint tant que l'on n'aura pas découvert le moyen de comprimer la largeur de bande. En attendant, une voie de TVHD opérationnelle imposerait des frais supplémentaires aux exploitants pour empiéter sur deux ou trois canaux de télévision ordinaires. Dans les pays soucieux de maximiser la diversité de leurs sources d'information, cette question ne manquera pas d'être sérieuse.

Il n'est pas moins important de se pencher sur le choix du moment pour effectuer la normalisation internationale. Dans l'immédiat, un effort à outrance serait inopportun, parce que le progrès technique et la réduction des coûts des circuits intégrés se font avec une extrême rapidité. Une décision trop hâtive sur les normes finirait, selon toute probabilité, par être rattrapée par les événements et être submergée par l'évolution technique.

Cette question soulève une considération analogue: la nécessité pour tous les gouvernements d'améliorer leurs services actuellement fournis sous les normes NTSC, PAL et SECAM. Or aucun de ces services n'a actuellement son potentiel ultime. Ces dernières années, par exemple, la résolution horizontale des images NTSC dans les récepteurs munis de filtres de lignes en peigne a augmenté de 50 p. cent, permettant ainsi la récupération complète de la résolution de luminance nécessaire pour une transmission selon les règles du FCC régissant le système NTSC.

L'incorporation dans les récepteurs de mémoires de trames entières et des circuits intégrés pertinents ne peut qu'améliorer la résolution verticale et faciliter encore le traitement du signal en supprimant le papillotement lumineux, en accroissant la stabilité des réglages du récepteur et en éliminant complètement l'intermodulation de couleur et de luminance.

En effet, ce n'est que lorsque le plein potentiel des systèmes NTSC, PAL et SECAM sera ainsi réalisé qu'il sera possible, au moyen de sondages du marché (où l'on comparera le rendement des récepteurs conventionnels avec les récepteurs TVHD), de se faire une idée de la valeur que le spectateur attache aux appareils TVHD.

Ce qui invite encore au développement des normes TVHD pour la diffusion à domicile, c'est le fait qu'il semble probable que la TVHD sera utilisée par l'industrie cinématographique très bientôt. L'emploi des méthodes de TVHD en cinématographie constituera la pierre de touche à partir de laquelle on jugera du succès ou de l'échec des procédés techniques particuliers, pour la plus grande utilité de ceux qui sont engagés dans la planification des normes mondiales de la TVHD.

PRIORITÉS DE LA PLANIFICATION EN TVHD

Le déroulement probable des événements devant conduire à l'implantation de la TVHD dans les foyers apparaît clair désormais. La première étape est déjà passée. Des démonstrations convaincantes de la NHK prouvent que la TVHD est viable et que tout le matériel nécessaire existe. Les autorités de la radiodiffusion et les entreprises manufacturières des autres pays possèdent une "preuve d'existence" sur laquelle elles peuvent se fier pour organiser leurs activités en fonction de la TVHD.

La première priorité, la plus pressante peut-être, est une décision ayant trait à un satellite de radiodiffusion directe pour le service TVHD dans la bande de 12 GHz. En Europe, en Afrique et en Asie, la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (CAMR) de 1977 a décidé d'un plan visant la transmission des services PAL et SECAM avec contenu de chrominance entrelacé en fréquence avec le composant en luminance. Ce plan a l'avantage que la simple démodulation du signal de répéteur FM au récepteur fournirait le signal standard PAL ou SECAM pour lequel le récepteur est fait. Or ce plan comporte un sérieux inconvénient: il ne prévoit aucunement l'élargissement de la bande de luminance indispensable pour la conversion du DDS à la TVHD. Un autre moyen d'utiliser ces canaux de 12 GHz a été proposé par l'Independent Broadcasting Authority du Royaume-Uni (IBA). Le système proposé par l'IBA permettrait un tel élargissement. Ces solutions méritent une attention immédiate dans les régions 1 et 3. Dans la région 2 (l'Amérique), les décisions quant à l'utilisation de la bande de 12 GHz pour la diffusion de la TVHD directement par satellite peuvent se faire dans le contexte d'une rencontre de la RARC en 1983. La planification de la conférence régionale devrait prévoir l'expérimentation et l'introduction graduelle de la TVHD directement par satellite sur bande 12 GHz, étant donné que la technologie évolue vers le plan de la RARC.

Une deuxième priorité à laquelle on devrait s'arrêter sans tarder est l'emploi de deux ou trois voies de câblotélévision voisines alimentées par un satellite domestique pour pouvoir fournir les services conventionnels et TVHD simultanément. Cette perspective est plus immédiate au Canada et aux États-Unis où

respectivement la moitié et le tiers des foyers qui ont la télévision ont des prises pour câble, plus immédiate en tout cas que dans les pays où la câblodiffusion est moins répandue. Dans cette option, une voie de câble acheminerait le signal NTSC, PAL ou SECAM de la même façon que pour la diffusion actuelle, sauf que le signal de luminance serait limité aux fréquences inférieures à celles du signal de chrominance. Une ou deux voies voisines seraient alors utilisées pour acheminer l'information liminance-chrominance haute fréquence supplémentaire qui ne pourrait pas être reçue par les récepteurs conventionnels mais serait captée par les récepteurs TVHD pour produire des images TVHD. Bien que beaucoup de systèmes canadiens et américains se proposent d'avoir une centaine de canaux de 6 MHz pour la télévision et le service d'information interactif destinés aux foyers, une décision devrait être prise sans tarder pour réserver un certain nombre de canaux de double ou triple largeur pour usage possible en TVHD.

Une troisième priorité propose l'utilisation des satellites dans la catégorie du service "fixe" pour la distribution des émissions TVHD aux stations de télévision terrestres qui les diffuseraient ensuite à la population environnante. L'une des possibilités est l'emploi des portions du spectre au niveau des gigahertz. Dans cette proposition, la station terrestre émettrait les signaux TVHD en gigahertz sous une forme recevable par les récepteurs NTSC, PAL et SECAM conventionnels (en utilisant un format de canal assez semblable à celui que nous venons de décrire). Le signal gigahertz contiendrait aussi une information luminance-chrominance additionnelle nécessaire aux récepteurs TVHD.

On objectera que pareille méthode de diffusion terrestre a l'inconvénient que la propagation dans le spectre gigahertz donne lieu à de sérieux blocages par suite des obstructions qui existent entre émetteur et récepteur. Ce problème de propagation contraste avec la diffusion VHF et UHF conventionnelle où le blocage complet ne se produit que lorsque l'obstruction est très considérable par rapport à la longueur d'onde utilisée. Même alors, la diffraction autour de tels objets ne nuit pas à la réception derrière eux. Il importe que les administrations nationales connaissent le plus tôt possible l'étendue de la diffusion en gigahertz envisagée. Aux États-Unis, CBS vient d'annoncer une expérience dans ce domaine.

Pendant que ces questions sont à l'étude et que les résultats sont mis à l'épreuve, l'essor de la technologie des circuits à super intégration se poursuit. Il est une autre priorité de la TVHD qu'il ne faudrait pas oublier, soit la nécessité de motiver l'industrie des semiconducteurs qui se doit de consacrer des investissements importants dans des mémoires de trames et autres circuits intégrés qui seront surtout utilisés en

TVHD. À l'heure actuelle, le développement et la production des circuits à super intégration sont surtout motivés par le marché de l'informatique. Ceux qui sont engagés dans la mise au point de systèmes en TVHD devraient se hâter de déterminer les besoins techniques et le marché des récepteurs TVHD. Ils doivent convaincre l'industrie des semiconducteurs que les études actuelles visant la production éventuelle de masse des circuits intégrés TVHD sont justifiées.

Enfin, tous les gouvernements ne devraient pas perdre de vue la nécessité d'implanter une TVHD nationale le plus tôt possible, surtout lorsque tellement d'efforts et d'argent ont été consacrés à cette technologie ces dix dernières années, en particulier au Japon. Si l'on considère que selon toute probabilité NHK implantera la TVHD par diffusion directe par satellite dans quelques années à l'intention de la population japonaise, ce qui ne manquera pas de pousser les autres pays à en faire autant, il est urgent d'entreprendre une action et des études précises qui autrement seraient inexistantes.

+ + + + + + + + + + + + + + + + +

M. Donald Fink est président du groupe d'étude de la télévision à haute définition au sein de la US Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE). Il est l'ancien vice-président du US National Television System Committee qui a mis au point les normes couleurs NTSC vers 1950. Il a été administrateur à l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) à partir de sa fondation en 1963 jusqu'en 1974. Il en est toujours le directeur émérite.

Cet article représente les vues personnelles de l'auteur; elles ne sont pas nécessairement celles des sociétés dont il fait partie. Elles s'inspirent d'un mémoire commandé par la Tobin Foundation pour être lu à une récente réunion à Leeds Castle, en Angleterre, de 25 personnalités du monde des télécommunications. Un rapport sur cette réunion, comprenant un entretien sur la TVHD, sera communiqué à Inter Media.

| <u>AUTEUR</u> | <u>AFFILIATION</u> | <u>PAYS</u> | <u>SÉANCE</u> |
|-----------------|--|----------------------|----------------------|
| Ahmed, S.N. | Ministère des Communications | Canada | 2.8 |
| Amero, R. | Ministère des Communications | Canada | 5.2 |
| Barrette, R.E. | CAE | Canada | 4.2 |
| Bastikar, A.R. | Ministère des Communications | Canada | 5.2 |
| Bowen, Carrol | Kalba Bowen Assoc. | É.-U. | 3.1 |
| Bowen, Robert | Ministère des Communciations | Canada | 2.9 |
| Chang, K.Y. | Ministère des Communications | Canada | 4.3 |
| Childs, Ian | BBC | Angleterre | 1.2 |
| Chouinard, G. | Ministère des Communications | Canada | 3.2 |
| Crozier, B. | Ministère des Communications | Canada | 4.3 |
| Dubois, E. | INRS Télécommunications | Canada | 2.6 |
| Fink, Donald | SMPTE | É.-U. | 5.3 |
| Fujio, Takashi | NHK | Japon | 1.3, 2.10, 3.3 |
| Guite, Michel | Kalba Bowen Assoc. | É.-U. | 3.1 |
| Hara, Elmer H. | Ministère des Communications | Canada | 2.4 |
| Hogan, Wm. H. | Ruxton Limited | É.-U. | 4.1 |
| Hunt, M.J. | Ministère des Communications | Canada | 2.8 |
| Jackson, R.N. | Philips Research Laboratories | R.-U. et Pays-Bas | 2.7 |
| Koenig, Joseph | Interactive Image Technologies | Canada | 3.5 |
| Lowry, John D. | Digital Video Systems | Canada | 2.4 |
| O'Reilly, R.R. | Société Radio-Canada | Canada | 1.1 |
| Ohba, Yoshinobu | NHK | Japon | 3.3 |
| Powers, Kerns | RCA | É.-U. | 1.6 |
| Prasada, B. | BNR | Canada | 2.5 |
| Reed, V.C. | Skyline Cablevision | Canada | 3.4 |
| Rhodes, C. | Scientific Atlanta | É.-U. | 1.5 |
| Richardson, K. | Ministère des Communications | Canada | 5.2 |
| Robson, T.S. | IBA | Angleterre | 1.4 |
| Rossi, John P. | CBS Technology Center | É.-U. | 2.2 |
| Tan, S.L. | Philips Research Laboratories | R.-U. et Pays-Bas | 2.7 |
| Toth, S.L. | Philips Research Laboratories | Canada | 2.1 |
| Vivian, Western | University of Michigan & Kalba Bowen Assoc. | É.-U. | 5.1 |
| Welch, B.L. | CAE | Canada | 4.2 |
| Wendland, B. | Université de Dortmund | R.F.A. | 2.3 |



QUEEN TK 6630 .A1 H5414 1982
Hara, Elmer H., 1933-
Colloque 1982 la television

DATE DUE
DATE DE RETOUR

| | | | | |
|----|------------|------|--|--|
| 16 | APR AVR | 1985 | | |
| 2 | SEP | 1985 | | |
| 6 | MAY MAI | 1986 | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

