

L'ENREGISTREMENT DES PROGRAMMES DE TELEVISION A HAUTE DEFINITION SUR FILMS
CINEMATOGRAPHIQUES ET SES APPLICATIONS

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

(1990)

1. Etat actuel des équipements

1.1 Introduction

L'emploi de la TVHD pour la production de films destinés à l'échange international de programmes de télévision et à d'autres utilisations telles que la projection cinématographique directe en salle revêt une importance croissante. La qualité élevée qui est une caractéristique intrinsèque de l'image de TVHD et du son d'accompagnement permet de faire des enregistrements sur films d'une qualité élevée pour l'échange des programmes. La mise au point de méthodes permettant de procéder au transfert des programmes avec un faible niveau de dégradation progresse rapidement. L'équipement doit permettre notamment le traitement de l'image pour adapter le signal vidéo aux caractéristiques d'émulsion du film et la transformation des paramètres de balayage TVHD en ceux du film 35 mm classique. En particulier, des convertisseurs de fréquence image peuvent être nécessaires, ce qui demande un traitement complexe. L'équipement doit aussi être capable d'enregistrement audio à haute qualité.

Deux méthodes offrant le niveau souhaité de qualité d'image ont été recensées, à savoir:

Enregistrement par rayon laser

La pellicule couleur (positive ou négative) est exposée directement au moyen de trois rayons laser modulés (correspondant à R, G, B) qui balayent la trame du film. Cette méthode peut être utilisée en temps réel et offre une résolution limitée essentiellement par la taille des rayons laser focalisés.

* Le Directeur du CCIR est prié de porter cette Recommandation à l'attention de l'ISO, de la CEI et de la SMPTE.

Enregistrement par faisceau électronique

L'image de TVHD est divisée en trois composantes (R, G, B) et un film monochrome internégatif distinct est utilisé pour chaque composante par exposition directe à un faisceau électronique à modulation et balayage dans une chambre sous vide. La déviation et la modulation du faisceau électronique sont très semblables à celles d'un tube cathodique. En conséquence, les films internégatifs traités sont synchronisés et exposés au moyen de filtres en couleur appropriés sur une pellicule couleur dans une exposition optique classique de grande stabilité. Le processus est utilisable uniquement pour les applications qui ne sont pas en temps réel, généralement en association avec un appareil de reproduction TVHD incrémentiel et une mémoire de trame.

Dans tout processus de ce genre, on peut seulement obtenir des images de qualité élevée par une adaptation soignée de l'image traitée aux caractéristiques de couleur et aux caractéristiques gamma de la pellicule couleur.

Note - Le Rapport 469 porte sur l'enregistrement de programmes de télévision à 525/625 lignes sur films cinématographiques.

1.2 Enregistrement par rayon laser

Il est indiqué dans [CCIR, 1986-1990a] que les japonais ont mis au point un système d'enregistrement de programmes de télévision à haute définition sur des films de 35 mm utilisant trois rayons laser de couleurs rouge, verte et bleue. Etant donné que l'on peut aisément obtenir des résultats satisfaisants avec les rayons précis de ces lasers, on a la possibilité d'utiliser comme moyen d'enregistrement des films à grain fin, même s'ils sont de faible sensibilité, pour l'enregistrement en temps réel. Ainsi, on peut obtenir sur les films en couleur des images à haute résolution avec un bruit granulaire de faible intensité et un niveau de saturation des couleurs élevé. Pour obtenir une qualité élevée dans les régions de l'image comportant des mouvements, on utilise des techniques de conversion de balayage avec adaptation du mouvement.

Les films en couleur choisis pour l'enregistrement peuvent être de types variés - négatif, internégatif, intermédiaire ou positif (diapositif), ce qui permet de réduire au maximum la détérioration de la qualité dans un processus d'impression optique.

Le son est également enregistré grâce à un rayon laser avec un système d'enregistrement de type à champ variable. L'équipement a été conçu à cette fin. Ce système, comme dans le cas des enregistrements vidéo, utilise une grande intensité du rayon laser, ce qui permet d'employer des films à faible sensibilité et à pouvoir de résolution élevé. On peut également utiliser le diapositif en couleur au même titre que le simple film négatif sonore de 35 mm et l'on obtient ainsi une excellente qualité sonore avec une réponse en fréquence satisfaisante et un bon rapport signal/bruit. Ce système d'enregistrement, combiné à un système de diminution du bruit, fournit des sons d'une qualité appropriée, qui s'adaptent bien aux images de la télévision à haute définition.

1.3 Enregistrement par faisceau électronique

Il est indiqué dans [CCIR, 1986-1990b] qu'un enregistreur à faisceau électronique (EBR) pour le transfert des images de télévision à haute définition sur films cinématographiques à 35 mm a été mis au point au Japon. Par ce procédé, le faisceau électronique stimule directement l'émulsion du film. Aucun système optique n'est nécessaire. La profondeur du foyer du faisceau électronique est assez grande pour accepter sans affectation du foyer une ondulation du film pouvant aller jusqu'à 3 mm. En outre, dans la mesure où le faisceau électronique ne pénètre pas dans le support du film, il ne se pose pas de problème de halo. Le faisceau électronique est aisément dévié par procédé électromagnétique de façon à former une trame, de sorte qu'une image latente nette et précise est produite sur le film, même si l'enregistrement doit s'effectuer sous vide. Afin d'améliorer la qualité d'une piste sonore, on a mis au point un enregistrement par faisceau électronique destiné également aux pistes sonores. Cet enregistrement améliore les caractéristiques des transitoires et permet d'obtenir une distorsion globale inférieure à 1% à 1 kHz et des caractéristiques de fréquences de -3 dB à 25 kHz.

Un autre avantage de l'EBR appliqué au son, vient du fait que l'on peut utiliser un film à grain fin et à faible sensibilité, tel que le Fuji 71337, ce qui permet d'améliorer le rapport signal/bruit. Puisque le faisceau électronique ne pénètre pas dans le support du film, il n'est pas nécessaire d'utiliser le support teinté pour éliminer le halo.

2. Expérience de production cinématographique par des moyens électroniques de TVHD

Le Document [CCIR, 1986-90c] décrit une expérience de production cinématographique par des moyens électroniques de TVHD. En effet, les résultats encourageants obtenus lors de précédentes expériences ont conduit la RAI à réaliser en 1986 son premier film HD de long métrage. La production intitulée "Julia et Julia" a profité d'une distribution internationale et d'une équipe technique hors de pair composée de spécialistes appartenant tant à la RAI qu'au cinéma italien. Les images ont été distribuées sur film de 35 mm et sur magnétoscope à la plupart des principaux circuits internationaux; sa distribution est prévue sur disques vidéo.

2.1 Transfert de la bande au film

Le transfert d'image de la bande du magnétoscope au film en 35 mm est un des processus les plus délicats du cycle de production.

Un système d'enregistrement par faisceau électronique, tel que décrit au § 3, a été utilisé.

2.2 Production de la bande-mère électronique

2.2.1 Tournage

Les techniques et l'équipement utilisés pour le tournage ont été les suivants:

- le tournage dans les studios et à l'extérieur a été effectué avec deux caméras, deux magnétoscopes, un mélangeur vidéo et d'autres équipements auxiliaires.

- les caméras film ont été utilisées lorsque cela était nécessaire pour cadrer la scène de plus de deux angles simultanément et pour effectuer des ralentis ou des prises de vues par hélicoptère;
- étant donné que la production a été destinée à être projetée dans les cinémas, un projecteur vidéo HD à grand écran a été largement utilisé (3 m \approx 120" en diagonale) afin d'être en mesure de mieux évaluer la qualité des images;
- pour le tournage extérieur, l'équipement a été installé dans une camionnette et dans un car transportant les caméras;
- pour le tournage en studio, la technique d'incrustation-couleur a été largement utilisée pour simuler les scènes d'extérieur visibles des fenêtres.

2.2.2 Post-production vidéo

Le montage électronique a été effectué en deux étapes: montage en différé avec des équipements NTSC et montage en direct avec des équipements HD.

La raison de ce choix a été le coût et le manque de disponibilité d'un nombre suffisant de magnétoscopes HD ainsi que la possibilité d'établir la distinction entre le moment de la décision artistique et celui de la décision technique.

Les copies de travail pour le montage NTSC en différé ont été obtenus par conversion optique en reproduisant les enregistrements originaux HD à une fréquence de trame de 59,94 Hz au lieu de 60 Hz.

Un mélangeur vidéo a été utilisé au cours du tournage en direct principalement pour les fondus, et un correcteur colorométrique a été utilisé pour l'équilibrage de la colorimétrie dans certaines scènes.

2.2.3 Post-production sonore

La production en audiofréquence a été effectuée avec des techniques classiques. La nécessité de réaliser des pistes sonores correspondant à des normes différentes (60 Hz, 59,94 Hz, 50 Hz, 24 images/s a demandé un travail considérable de synchronisation et de copies.

La piste sonore définitive a été successivement enregistrée en stéréo Dolby sur les magnétoscopes appartenant à différentes normes et a été enregistrée optiquement sur la copie film.

2.3 Résultats

Du point de vue de la technique et de la production, les résultats les plus importants ont été les suivants:

- a) En dépit du manque d'expérience des techniques de télévision, le réalisateur et le directeur de prises de vues ont facilement appris la façon d'utiliser les procédés électroniques et ont apprécié les avantages d'être en mesure de contrôler en temps réel les choix artistiques et techniques.

b) La technique actuelle est suffisante pour satisfaire la plupart des besoins de production; néanmoins, il devrait être utile d'employer des équipements supplémentaires tels que:

- un magnétoscope portable pour les enregistrements dans des conditions particulières c'est-à-dire tournage en hélicoptère, tournage à bord des navires, etc.;
- un système qui permettra de corrélérer la position et le mouvement d'images au premier plan et à l'arrière-plan afin de produire des incrustations-couleur plus réalistes et des effets spéciaux plus complexes.

c) Les caractéristiques des équipements TVHD ont été généralement positives et ont répondu aux besoins; néanmoins certains aspects n'ont pas été complètement satisfaisants, en particulier la rémanence des tubes de caméra qui limitent le mouvement dans les scènes sombres et le rapport signal/bruit (S/N) peu élevé du magnétoscope analogique qui ne permet pas d'aller un peu plus loin que la troisième génération.

d) Le passage de 30 images par seconde du système électronique utilisé, aux 24 images par seconde du film peut conduire à un rendu du mouvement incorrect (saccades). Ce défaut étant visible seulement après le transfert sur film, un simulateur de saccades a été utilisé pendant le tournage afin de contrôler et si nécessaire de modifier les mouvements de la caméra et ceux des acteurs dans les scènes les plus difficiles.

On est déjà venu partiellement à bout d'un certain nombre des problèmes mentionnés au point c) ci-dessus, grâce à une nouvelle génération d'équipements, caractérisée par des caméras de meilleure sensibilité (un diaphragme supplémentaire en comparaison de l'ancien modèle), et par un magnétoscope à composants numériques ayant un débit binaire de 1,2 Gbit/s et une possibilité de multigénération satisfaisante même dans le cas de post-production très complexe. Lorsque des senseurs à dispositif à couplage de charge seront disponibles, le problème de la rémanence sera résolu du même coup.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR

[1986-1990]: a. 11/147 (Japon); b. 11/148 (Japon); c. 11/473 (Italie).

BIBLIOGRAPHIE

LIONETTI E. - "Julia et Julia - the first movie made by HDTV electronic means". 129th SMPTE Technical Conference. 31 octobre - 4 novembre 1987.

NHK [1986] Laser-beam film recorder for high-definition television, 23ème Assemblée générale de l'URA, Istanbul.

OZAKI, Y. [décembre, 1986] Enregistrement des images à faisceau électronique sur un film à 35 mm destiné à la TVHD. Image Technology, Vol. 68, N° 12.

OZAKI, Y. et autres [juin, 1987] Transfert de la TVHD en un film 35 mm par enregistrement à faisceau laser et enregistrement à faisceau électronique. 15th International Television Symposium, Montreux.

SUGIURA, Y., NOJIRI, Y. et OKADA, K. [juillet, 1984] HDTV laser-beam recording on 35 mm color film and its application to electro-cinematography, SMPTE J.

SUGIURA, Y. et al. [juin, 1987] HDTV to 35 mm film transfer via laser beam recording and electron beam recording, 15th International Television Symposium, Montreux.

VISINTIN F. - "Projet de film électronique de la RAI". Revue de l'UER, Technique, avril 1988.