
L'empâtage des pistes sonores photographiques

La mise sur le marché de nouveaux types de lecteurs des pistes sonores analogiques dits "lecteurs inversés" fait apparaître la possibilité d'éliminer l'opération de redéveloppement des pistes son analogique sur les copies d'exploitation. Devant les enjeux économiques importants notamment pour les secteurs des laboratoires et de l'exploitation, le Département *Laboratoires* de la CST a décidé de mettre en place un groupe d'étude sur ce problème. Différents essais sont actuellement en cours afin de déterminer les conditions dans lesquelles cette opération de redéveloppement peut être éliminée et d'évaluer ses conséquences sur les conditions d'établissement des négatifs son, sur le tirage des copies de série et leur exploitation en salle.

Situation actuelle

Aujourd'hui, dans le monde entier, les pistes sonores analogiques des copies couleur font l'objet d'une opération de redéveloppement pour conserver l'argent dans cette seule zone de la pellicule et rendre la piste sonore opaque dans l'infrarouge.

Piste son noir et blanc ou couleur

Dans les lecteurs sonores standards, la lampe à incandescence éclairant la piste analogique émet principalement dans l'infrarouge et les cellules utilisées, à gaz (sélénium) au début du cinéma sonore puis, actuellement, du type "solar" (silicium) ont leur maximum de sensibilité dans l'infrarouge (1100 nm^[1]). Tant que les films étaient en noir et blanc ou en Technicolor, la piste argentique (naturellement opaque à l'infrarouge) pouvait être reproduite normalement avec les lecteurs standards équipés de lampes à incandescence. Dans les émulsions couleur, les colorants utilisés sont tous plus ou moins transparents à l'infrarouge. Ces émulsions ne pouvaient donc pas permettre d'établir, sans modification du traitement, des pistes sonores reproductibles sur les lecteurs optiques. Pour rendre opaque à l'infrarouge les pistes sonores des films couleur, il a été nécessaire de maintenir l'argent métal dans la couche de l'émulsion, à ce seul emplacement de la pellicule.

Ce résultat est obtenu en procédant à un redéveloppement de la zone de la piste sonore au cours du traitement des copies positives. Après les opérations de développement chromogène et de blanchiment, un révélateur en pâte, très actif, est déposé sur le film au seul emplacement de la piste sonore, au moyen d'une molette, ou par injection sur les machines de traitement modernes, très rapides, d'où le nom "d'empâtage". Cette opération permet de maintenir l'argent métal dans cette seule zone de la pellicule mais présente quelques contraintes :

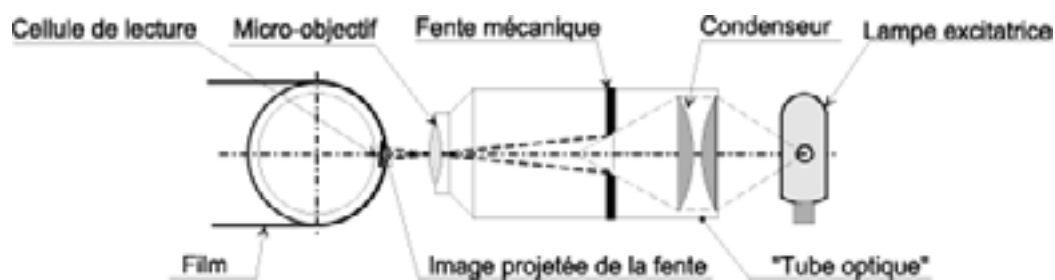
- Elle doit être exécutée avec précision afin que la zone redéveloppée n'empiète pas sur les images, sous peine de faire apparaître une zone bleutée, visible sur la partie gauche des images projetées.
- Elle ne permet pas d'optimiser facilement la qualité de la piste sonore en raison du surdéveloppement qui favorise l'étalement de l'image photographique.

Il faut tout de même bien reconnaître que cette technique des "pistes empâtées" (aujourd'hui, parfaitement maîtrisée par les laboratoires) a permis, depuis de nombreuses années, et probablement pour quelques unes encore, une reproduction sonore analogique de très haute qualité dans les salles de cinéma.

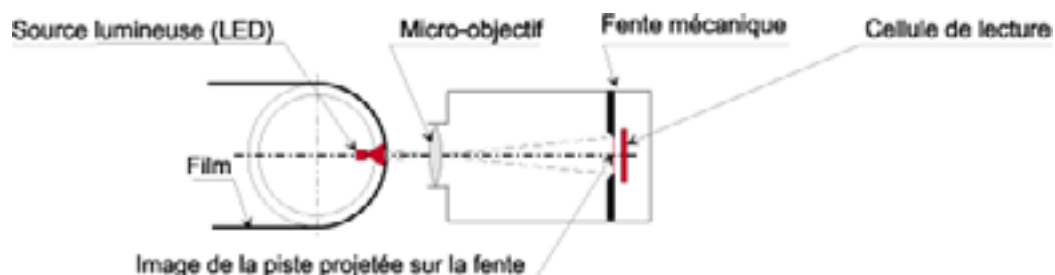
Evolution des équipements de projection

Depuis deux ans environ, plusieurs fabricants de projecteurs ont équipé leurs appareils d'un nouveau type de

lecteur sonore, souvent appelé "lecteur inversé" en raison de sa conception (lecteur à piste projetée) inverse des lecteurs habituels à fente projetée équipant la plupart des projecteurs.



Lecteur conventionnel à fente projetée



Lecteur "inversé" avec piste éclairée par LED

Dans ce type de lecteur, la piste sonore est éclairée par une série de diodes électroluminescentes (LED) et non plus par une lampe excitatrice à incandescence. De telles sources lumineuses ont la particularité d'avoir un spectre d'émission très étroit et donc de n'éclairer que dans une seule couleur, rouge dans le cas présent (longueur d'onde 600 nm).

Dans ce type de lecteur, seule la densité du colorant correspondant au spectre d'émission des LED modulera l'intensité du pinceau lumineux frappant la cellule. De tels lecteurs permettent de mieux exploiter les pistes sonores analogiques car moins sensibles à l'étalement photographique de l'image redéveloppée.

De plus, de par leur conception, l'éclairage de la piste est beaucoup plus uniforme que dans les lecteurs traditionnels équipés d'une lampe à incandescence, cette amélioration contribue à réduire les distorsions non linéaires dans de bonnes proportions. Ils permettent également une amélioration importante de la diaphonie entre piste.

Elimination de l'empâtage

Depuis longtemps, les laboratoires cinématographiques ont cherché à éliminer cette opération mais aucune solution satisfaisante n'avait encore été proposée. Seules les pistes photographiques des films super 8, en particulier celles exploitées dans les avions (dans les années 70/80), avaient échappées à l'empâtage car devenu impossible en raison de leurs faibles dimensions (quelques 1/10 mm). Les lecteurs étaient équipés d'un filtre éliminant l'infrarouge, placé entre la lampe excitatrice et le tube optique du lecteur. Les résultats étaient acceptables pour ce type d'exploitation (avions) mais le bruit de fond restait non négligeable. De ce fait, à cette époque, le procédé n'a pu être étendu aux formats 16 et 35 mm.

Aujourd'hui, l'apparition de ces lecteurs équipés de LED et les performances des préamplificateurs à très faible bruit de fond, rend possible la lecture des pistes de colorants des films 35 mm (sans argent) à condition que le colorant de la piste soit opaque pour le spectre d'émission de la LED.

La suppression du redéveloppement apparaît d'autant plus intéressante aujourd'hui que les pistes numériques enregistrées photographiquement sur les copies sont des pistes de colorants, toujours reproduites à partir d'un éclairage par LED.

Un problème mondial

A ce jour, dans le monde entier, les piste photographiques analogiques des films 35 mm sont toujours redéveloppées et donc opaques à l'infrarouge. Si une piste non redéveloppée est lue sur un lecteur standard (à lampe à incandescence) l'atténuation du signal est telle (supérieure à 30 dB) que le niveau du son devient inaudible.

Si l'on veut conserver au film cinématographique son caractère universel - une piste son analogique peut être reproduite, depuis l'apparition du cinéma sonore, dans n'importe quel pays au monde - il ne peut être question de supprimer le redéveloppement tant que l'ensemble du parc de projecteur n'est pas en mesure de reproduire correctement ce type de piste.

A ce jour, on estime qu'en France, environ 8 à 10 % du parc est équipé de nouveaux lecteurs à LED permettant, à la fois, la reproduction des pistes empâtées et des pistes de colorant. Les installateurs indiquent équiper aujourd'hui, essentiellement les projecteurs de ces types de lecteurs. Les modèles actuellement proposés sont généralement combinés analogique et numérique Dolby SRD. D'autres sociétés indiquent proposer prochainement d'autres lecteurs mixtes à LED pouvant reproduire un autre standard numérique (ou peut-être même plusieurs ?).

Une compatibilité totale

La compatibilité ne se pose pas seulement pour la reproduction des pistes redéveloppées ou non sur chacun des deux types de lecteurs ; elle se pose également pour le tirage des copies de série. Il paraît difficile de ne pas pouvoir tirer d'un même négatif son des copies avec ou sans redéveloppement. Si ce n'était pas le cas, il deviendrait difficile, à terme, de tirer des copies à partir des éléments d'origine établis pour des pistes redéveloppées. Il semble peu réaliste de penser que les laboratoires pourraient conserver longtemps deux chaînes de traitement pour les copies de série, avec et sans empâtage !...

Il est donc essentiel de déterminer des conditions qui permettront de procéder au tirage de pistes de colorants (sans redéveloppement) à partir de négatifs son optimisés pour le tirage avec redéveloppement de la piste son. Si une réelle incompatibilité apparaît entre les deux procédures, il y a fort à parier que le redéveloppement des pistes son perdurera quelques années encore...

Etat des recherches

Différents articles de la presse internationale indiquent que les grands laboratoires américains envisagent la suppression du redéveloppement, selon les sources, pour les années 2000 à 2005.

Actuellement les principaux fabricants de pellicule, des laboratoires américains et Dolby indiquent travailler sur ce sujet. Un de ces articles^[2], mentionnait notamment l'incompatibilité de lecture entre les lecteurs conventionnels à lampe à incandescence et les lecteurs à LED. Une piste analogique redéveloppée n'est pas reproduite avec la même qualité sur les deux types de lecteurs : un tirage optimisé pour un lecteur incandescence (conventionnel) est distordu lors de sa lecture sur un lecteur à LED et vice-versa. Dans les deux cas, le taux de cross-modulation est de l'ordre de 1 % sur le lecteur pour lequel il a été compensé et de 7 % environ sur l'autre. Selon les auteurs de l'article, il est possible d'établir des tirages compatibles avec les deux types de lecteurs en adoptant des pistes "high-magenta". Il s'agit de pistes redéveloppées traditionnellement, donc avec maintien de l'argent, mais filtrées différemment au tirage, pour n'impressionner que la couche de colorant magenta. De telles pistes permettraient, selon l'auteur, de bénéficier d'amélioration de la qualité de la reproduction sonore avec les lecteurs à LED tout en maintenant la compatibilité avec les lecteurs actuels. Par contre, l'exposition des négatifs "son" destinés à l'établissement de tirages "high-magenta" ne semble pas

totallement compatible avec le tirage de copies conventionnelles, avec empâtage.

Participation de la CST

Le Département *Laboratoires* de la CST a donc mis en place, en son sein, un groupe d'étude pour évaluer les possibilités techniques et les conséquences de l'élimination du redéveloppement ou du "non empâtage" des pistes son analogique des copies 35 mm. L'objectif n'est pas de proposer "à tout prix" une suppression de ce redéveloppement, mais d'être en mesure de répondre au marché mondial le jour où il sera décidé internationalement de tirer des copies à pistes analogiques sans argent.

Dans une première phase, une série d'essais ont été entrepris, dans les trois principaux laboratoires de tirage de copies de séries : ECLAIR, GTC, LTC. A partir d'un même négatif "son" comportant des essais de cross-modulation, enregistré par Ciné Stéréo, chacun de ces trois laboratoires a établi des tirages, sur pellicule positive couleur, pour permettre d'évaluer comparativement l'incidence des trois possibilités précédemment mentionnées :

- Tirage et traitement standard, avec redéveloppement de la piste.
- Tirage avec filtrage pour ne sensibiliser que la couche magenta et redéveloppement de la piste - tirage dit "high-magenta".
- Tirage avec filtrage pour n'impressionner que la couche cyan, sans redéveloppement de la piste.

Les différents tirages établis par les trois laboratoires ont ensuite été analysés à la CST sur deux types de lecteurs :

- Un lecteur analogique standard avec lampe à incandescence (Lecteur de la caméra d'enregistrement son optique de la CST).
- Un lecteur à LED (lecteur Kinoton).

Résultats des essais

Les premiers résultats des essais ont fait apparaître des différences moindres entre les deux types de lecteurs que ceux mentionnés dans l'article de la SMPTE. Une seconde série de mesures n'a pas confirmé exactement ces résultats, se rapprochant plus de ceux mentionnés dans cet article. Nous procédons actuellement, avec les différents laboratoires et fabricants de pellicules à des essais complémentaires pour déterminer les possibilités de compatibilité entre ces différents tirages et équipements.

La possibilité de reproduire les pistes cyan sur les lecteurs standards a été envisagée en introduisant un filtre coupant l'infrarouge entre la lampe excitatrice et le tube optique. Ce premier essai fait apparaître une possibilité de reproduction, mais en ajoutant un préamplificateur à faible niveau de bruit entre la cellule de lecture (type solar) et l'entrée des préamplificateurs. Le type de préamplificateur nécessaire sera étudié dans la prochaine phase.

Rédaction : **Michel Baptiste** (mbaptiste@cst.fr)

[1] 1 nano-mètre (nm) = 10^{-9} mètre = 1/1000 mm

[2] Red Readers, Silver, High-Magenta, and Cyan Analog Sound Track - Review and Status by Paul R. Golberg - SMPTE Journal, May 1998