

LA RESTAURATION DU SON

L'importance et le rôle du son dans l'évolution artistique et technologique de la cinématographique ont été longtemps sous-estimés. La technique du son pour le cinéma reste, aujourd'hui encore, mal connue. Depuis la fin des années 1980 on a mis en œuvre de nouveaux procédés de restauration des bandes sonores, qui font appel, pour une partie du processus, au traitement numérique du signal.

Nous disposons maintenant d'un recul suffisant et d'analyses sur les opérations passées pour dire que les résultats obtenus sur certains défauts par les systèmes numériques de restauration des bandes sonores de films sont peu satisfaisants. Plus que jamais, le restaurateur et l'archiviste, doivent veiller au bon usage des moyens mis en œuvre, surtout depuis le développement d'outils numériques qui se montrent tout à la fois efficaces et redoutables. La qualité des restaurations dépend principalement de l'exacte compréhension des processus d'enregistrement, de recopie, de mixages et de restitution en salle et des opérations de recherche de l'élément à partir duquel on estime pouvoir obtenir un résultat correct. On doit également veiller à bien distinguer les dégradations du temps parmi les nombreux défauts techniques ou artistiques du signal sonore.

Bref rappel de l'évolution de la technique du son au cinéma :

Ce n'est qu'après avoir résolu les problèmes d'amplification et de synchronisme que fut mis au point le cinéma parlant (1927, *The Jazz Singer*). Mais le manque de fiabilité et de maniabilité des premiers procédés de synchronisation entre l'image et le son sur disque phonographique (Chronophone des frères Gaumont et Vitaphone de Thomas Edison) ont conduit à délaisser ces systèmes pour celui de l'inscription photographique des modulations sonores (piste optique à densité variable puis à densité fixe).

Le problème consistait à transformer une vibration sonore en variation de lumière qui, enregistrée sur un film et développée, produirait une image. Celle-ci, traversée par les rayons de la lumière pendant que le film passe dans le projecteur, produirait une variation d'intensité de lumière sur une cellule photoélectrique, qui à son tour réagirait et reproduirait le son.

Le son est composé de vibrations, comme nous le savons tous, et ces vibrations peuvent être transformées en variations électriques par l'utilisation d'un microphone. Dans l'enregistrement optique ces variations électriques servent à moduler la lumière qui frappe le film (le négatif son). Dans la pratique, il y eut deux types différents de son optique expérimentés et utilisés¹.

Densité variable

Le premier est appelé « densité variable » parce que les variations de l'intensité de la lumière² sont générées par des variations de densité sur le film. La piste sonore optique à densité variable est constituée de séries continues de lignes plus ou moins épaisses et plus ou moins noires. Les lignes plus fines ou plus épaisses de la même densité produisent des sons plus hauts ou plus bas, tandis qu'une densité plus ou moins grande des lignes donne un plus ou moins grand volume de son.

Le principal inconvénient de ce type de son - qui commença à disparaître petit à petit des productions à la fin des années 30 - provient de la phase de développement et de tirage où le contraste doit être contrôlé avec la plus grande précision. En fait, une augmentation du contraste produit une reproduction incorrecte des tons de gris, et par conséquent, une distorsion correspondante du son.

Densité fixe

Une autre méthode de modulation de la quantité de lumière consiste à faire varier les dimensions de la surface blanche de la piste sonore. Dans ce cas, les variations électriques produites par les vibrations du son génèrent une zone blanche correspondante, de plus ou moins grande largeur, sur la piste sonore. En d'autres termes, le type de piste sonore optique à densité fixe n'est rien d'autre que le dessin du son analogue à celui obtenu par un oscilloscope, mais dont la forme en "dents de scie" provient d'un cache triangulaire. Là, les sons les plus hauts sont produits par les « dents » les plus pointues de la courbe et les sons les plus forts sont produits par les courbes les plus hautes. A l'inverse, les tons les plus graves et les faibles volumes sont produits par les courbes les plus sinueuses et les moins hautes.

Dans le cas de la piste sonore à densité fixe, le contraste n'est plus un facteur critique (comme c'est le cas pour la densité variable), puisqu'on voit bien que ce qui est lu est la « comparaison » entre une zone aussi noire que possible et une zone aussi blanche que possible.

Le plus sérieux problème avec le son à densité fixe vient des sons parasites et du bruit de fond produit par les saletés et les rayures sur la partie transparente de la piste sonore. Chaque petite trace de

¹ pour le cinéma

² ...sur la cellule photoélectrique

poussière ou de rayure qui passe sur la piste produit une ombre sur la cellule photoélectrique de lecture, qui est interprétée comme un bruit (le typique « clic »).

Pour éviter ce problème la solution la plus évidente consiste à réduire la zone blanche, spécialement quand le son est à volume bas. En effet, lorsque la zone blanche est maximale (il n'y a aucun son) le « clic » devient le plus manifeste. Il existe beaucoup de systèmes³ pour réduire la quantité de zone blanche qui font intervenir judicieusement des caches et des volets.

Utilisation du son magnétique :

Dès les années 1950 l'utilisation du magnétophone à bandes magnétiques et de la bande magnétique 35 mm perforée a été généralisée pour l'enregistrement des sons et le montage des séquences. Parallèlement à ces évolutions furent mis au point des systèmes permettant de mélanger plusieurs sons ensemble (paroles, musiques, effets). Toutefois la reproduction de la bande sonore sur les copies d'exploitation a continué à se faire par procédé de report optique.

Les capacités d'enregistrement lors des transferts du support magnétique vers support film négatif optique ainsi que les possibilités de lecture et d'amplification en salle de ces pistes optiques se sont considérablement améliorées grâce notamment aux corrections électroniques et aux dispositifs de réduction de bruit (souffle) mis en place dans les équipements (Dolby).

Le traitement du signal en général et la restauration en particulier

Les actions dites de traitement du son pour en améliorer la qualité remontent au tout début de l'enregistrement électrique. Des objectifs bien différents sont visés lors de la mise en œuvre et du réglage de systèmes de traitements aussi convient-il de distinguer les opérations directement liées aux processus d'enregistrement d'une part, des retouches exercées à posteriori d'autre part.

- Les traitements effectués par les appareils de lecture des documents.
Des corrections électroniques sont appliquées pour compenser les distorsions que tout enregistrement analogique induit. En effet, le comportement du support change en fonction des caractéristiques du signal sonore qui varient de manière considérable avec l'intensité, la hauteur,... Toutes les technologies analogiques rencontrent cette difficulté : gravure de disques, trace photographique, magnétisation. Aussi les dispositifs de lecture sont-ils dotés des circuits de corrections qui font l'objet de normalisation et peuvent ainsi être étalonnés en toute objectivité.
Dans cette rubrique on peut ajouter les traitements automatiques de réduction de bruit. Lors de l'enregistrement, le signal analogique est modifié selon des modalités très précises, une opération inverse (nous schématisons) est déclenchée à la lecture pour atténuer certains types de bruits de fond (souffle). L'enregistrement magnétique utilise couramment de tels procédés (Dolby A, 1970).
- Les traitements destinés à obtenir une qualité sonore souhaitée
Nous pourrions évoquer ici la mise en œuvre de procédés qui relèvent des techniques "d'effets sonores", (ajouter une réverbération pour ne citer qu'un exemple). De telles interventions dont on sait qu'elles peuvent être très performantes sinon convaincantes, apportent des modifications qui remettent en question la notion d'état authentique de l'œuvre achevée.
- Les traitements destinés à retirer des défauts.
Seulement, le terme "défaut" est difficile à cerner, du point de vue technique et perceptif. S'agit-il d'un défaut intervenu lors de la prise de son ? Lors des différents traitements intermédiaires (développement de la bande son optique) ? Des effets de vieillissement ou d'agression du support ? L'appréciation d'un événement sonore en tant que défaut est d'abord affaire de sens, de signification donnée à l'élément indésirable dans un contexte donné ; la gêne occasionnée est ensuite évaluée. L'approche de la dégradation du son est toujours délicate. Il n'existe pas de référence extérieure sur laquelle appuyer son observation.

Les intentions peuvent être très différentes selon les uns et les autres. Les traitements dits de restauration sont-ils difficiles à cerner en matière d'enregistrement sonore, notamment du fait de l'absence de référence : quel original ?

³ Appelés « noiseless ».

Défauts audio susceptibles d'être traités à l'aide de dispositifs de traitements analogiques et numériques du signal

Les traitements analogiques disponibles restant très limités et peu sélectifs dans leur action, les moyens de traitement numérique des enregistrements sonores se sont développés de manière déterminante à partir des années 1980, développements motivés par la maîtrise croissante du traitement du signal audio, par la réédition des archives phonographiques sur disque compact, par les évolutions techniques cinématographiques et plus généralement par la mise en œuvre des transmissions numériques de l'information.

Les procédés électroniques de filtrage de sons nuisibles ont été élaborés dès l'avènement de la radiodiffusion au début des années 1920 puis de l'enregistrement électrique des disques 78 t (1925). Malheureusement, de tels traitements appliqués de manière figée sur des événements évolutifs suppriment généralement une partie des éléments sonores structurels. En outre une déformation du signal est à redouter.

Les procédés consistant à effectuer des opérations mathématiques (algorithmes) sur le signal numérisé afin de réduire, d'éliminer les défauts furent présentés (1976) avec des exemples spectaculaires parfois maladroits (Caruso) qui ont soulevé immédiatement les questions d'éthique. De nombreux domaines d'applications bénéficient certes de ces nouveaux traitements : (reconnaissance sémantique,...), mais quand il s'agit d'apporter des appréciations subjectives d'enregistrements traités, les discussions, les contestations sont vives. Encore faut-il être en mesure de pouvoir comparer les états "avant" et "après" traitement, ce qui implique l'accès aux documents originaux.

Mais tous ces systèmes ne permettent pas d'obtenir des résultats vraiment satisfaisants sur le bruit de fond et le souffle. D'autres voies de recherches consistant à considérer et traiter le son comme une image sont à l'étude. Certaines solutions pour scanner les pistes optiques semblent exister.

Les étapes d'une restauration numérique :

On procède d'abord à l'écoute et à l'analyse de la bande sonore afin de déterminer le meilleur élément à partir duquel opérer la restauration. Une fois cette recherche faite, on transfère le son sur les systèmes numériques de traitement. Selon le type de système on pourra effectuer certaines opérations en temps réel, d'autres nécessiteront de paramétrer les niveaux d'intervention sur les parties de la bande sonore et d'en écouter le résultat après que le logiciel aura fait le travail. Une fois toutes les opérations de traitement (généralement décomposées en de-clicking, de-crackling, de-noising, montage pour remplacer certains manques) on reporte le résultat sur bande magnétique 35 mm perforée. Dans certains cas il peut être nécessaire de faire un mixage afin d'harmoniser les différentes parties de la bande sonore entre elles et pour la rendre compatible avec les normes modernes de restitution dans les salles de cinéma. Une restauration de bande sonore de film destiné à la projection en salle implique la production d'une nouvelle piste sonore optique.

Quelle que soit l'efficacité relative des systèmes de traitement, ils ne peuvent transformer un son distordu en un son de qualité. C'est pourquoi, en partant du principe qu'il est extrêmement rare qu'un son ait été distordu à l'enregistrement, le travail de recherche qui doit être effectué en amont pour décider du meilleur élément disponible est essentiel.

Le négatif original pourra dans la plupart des cas fournir un son exploitable pour la restauration. Sauf lorsque les champignons ou la décomposition ne permettent plus de voir la trace sonore. Il faudra peut-être effectuer quelques travaux de réparation sur le négatif original afin qu'il puisse passer dans les machines de tirages équipées de débiteurs spécialement usinés (retrait). Le tirage de ce négatif va devoir être fait par la méthode des essais comparatifs. Ceci est un principe de base : le son optique est le résultat d'une compensation entre le négatif et le positif de la diffusion produite par l'éclairage de la fente qui impressionne la piste optique sur la pellicule. Le son qui figure sur un négatif est un son déformé donc distordu. Cette distorsion sera supprimée lors du tirage du positif, à condition de déterminer la bonne exposition qui produira la compensation nécessaire.

Le seul moyen de déterminer la bonne densité positive qui va donner le meilleur résultat consiste à faire une série de tests de tirage à différentes expositions, en commençant par une faible intensité lumineuse et en l'augmentant par fraction d'ampères. Nous tirons ainsi 5 à 8 échantillons de son (de préférence sur du dialogue), puis nous écoutons ces tests en projection en faisant particulièrement attention à la distorsion en haute fréquence et aux sibilantes, au ratio signal sur bruit et au niveau de sortie. Nous pouvons donc ainsi choisir la bonne exposition pour le tirage positif complet du film qui donnera le meilleur résultat avant la restauration proprement dite. La même procédure est efficace aussi bien pour les pistes sonores en densité

fixe qu'en densité variable. Bien entendu toutes les méthodes de tirage humide pourront être employées afin de réduire au maximum l'effet des rayures et accidents de surface du négatif.

Lorsque une ou plusieurs copies positives existent, il faut essayer de se rendre compte de la qualité intrinsèque du son à travers les bruits divers et les crachements provoqués par l'usure du temps. Un son qui est inaudible et complètement distordu ne pourra pas servir d'outil de travail. Si c'est le cas, nous devons rechercher une autre copie parmi celles des archives des autres pays.

Il faut se méfier des « marrons » qui sont des copies de sécurité composites réalisées souvent à partir d'une copie positive. Ces éléments ont été tirés à des lumières convenant pour l'image mais pas forcément à la piste sonore. La qualité de celle-ci peut être alors très mauvaise et la rendre tout à fait impropre à une quelconque restauration.

Qu'il s'agisse d'un élément négatif ou positif la recherche se fait avant tout par rapport à la présence ou non d'une distorsion et, bien sûr, en fonction de la correspondance du son avec l'image. Ensuite on analyse la parole. Se pose alors souvent le problème des conditions d'enregistrement.

Il est souvent difficile de faire la part de ce qui est mauvais enregistrement de la recherche d'effets sonores.

Prenons l'exemple du film "Zéro de conduite". Réalisé aux tous débuts du parlant en France l'analyse de la bande sonore permet de penser que Jean Vigo a dû se trouver face à une nouvelle technique qu'il ne maîtrisait pas complètement. Beaucoup de voix ont été post-synchronisées sans respecter le synchronisme des lèvres et surtout sans chercher à différencier les premiers plans des arrières plans. A d'autres moments où on entend des cris d'enfants saturés on peut se demander s'il ne s'agit pas là de tentatives de recherches d'effets sonores.

Dans d'autres cas, les conditions de tournage ont pu nécessiter le ré-enregistrement des dialogues en post-synchronisation. Le synchronisme des mouvements des lèvres par rapport au texte peut alors être imparfait. Avec l'arrivée de la Nouvelle Vague, de nombreux réalisateurs ont voulu se libérer des contraintes techniques. Il en est parfois résulté un amoindrissement de la qualité des bandes sonores des films.

Tout au long de la chaîne de production de la bande sonore, on doit respecter des règles et des normes qui permettent de s'assurer que le son tel qu'entendu au cours des mixages et du report optique sera correctement restitué dans une salle correctement réglée.

Le restaurateur, l'archiviste, l'opérateur doivent pouvoir identifier les défauts résultant du vieillissement et/ou d'une mauvaise conservation.).

Mais le plus souvent, les travaux de restauration des bandes sonores de films étant généralement sous-traités, l'initiative est laissée à l'opérateur qui utilise les systèmes de traitements de la bande sonore, qu'ils soient numériques ou analogiques. Pour cette raison, et aussi parce qu'il peut être nécessaire de reprendre ultérieurement une restauration, il est indispensable de constituer une documentation complète des toutes les opérations effectuées. On doit pouvoir, pour chaque moment du film restauré, savoir quel son a été restauré, modifié, échangé et sa provenance d'origine.

Conclusion

Les processus analogiques ne sont pas assez précis pour être pleinement efficaces et ne pas altérer les parties non dégradées du signal sonore. Les systèmes existants de traitement numérique ne permettent pas d'obtenir des résultats vraiment satisfaisants sur le bruit de fond large bande et le souffle. D'autres voies de recherches consistant à considérer et traiter le son comme une image sont à l'étude. Certaines solutions passant par la numérisation des pistes optiques au moyen de scanner semblent prometteuses.