

## Découverte d'un métier au service du patrimoine sonore : sauvegarder et valoriser les archives sonores de la BnF

Discovery of a special profession serving sound heritage save and enhance the BnF's sound archives

**Cédric Bergeat**<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Technicien du son chargé de la numérisation et de la restauration sonore, direction des Collections, département Son, vidéo, multimédia de la BnF

**Mots-clés** : Patrimoine sonore – Obsolescence des supports – Sauvegarde - Conservation – Numérisation – Restauration sonore

**Keywords** : Sound Recording – Media obsolescence – Preservation - Conservation – Digitization – Sound restoration

### Résumé :

La dégradation progressive et inéluctable des archives sonores est une épée de Damoclès constante pour le support physique en tant que tel et pour la matière sonore qu'il abrite. C'est donc au technicien du son qu'incombera la tâche d'extraire le contenu audio le plus fidèlement possible avant qu'il ne soit trop tard. Cet article propose une immersion dans ce métier singulier et peu connu où l'accent sera mis sur le support disque en particulier : évoquer sa genèse, ses évolutions apportées au fil des années et les menaces qui pèsent sur lui permettront de mieux appréhender les nombreuses contraintes auxquelles le technicien du son est confronté, et d'aborder les choix qu'il devra opérer dans ses procédures de transfert numérique et de restauration sonore. Enfin, une autre forme de valorisation audio sera mentionnée : celle de la bande son du film de Delphine Seyrig « Sois belle et tais-toi » qui a nécessité une approche bien différente et plus intime encore pour faire revivre les voix de ces 23 actrices et rendre possible sa diffusion en salles de cinéma.

### Abstract :

The progressive and inescapable degradation of sound archives is a constant Damocles sword for the audio media as such and for the sound of material it contains. So, it is up to the sound technician to extract it as faithfully as possible before it's too late. This article offers an immersion in this unusual and little-known job and we will especially focus on the phonograph record. To evoke his genesis, his development over the years and the threats that weigh on him will allow to easily realize the many constraints the sound operator is confronted to and to approach the choices he will have to make in his analog-digital transfer and audio restoration processing. Then, another example of audio enhancement will be mentioned : the original soundtrack of D. Seyrig's film "Sois belle et tais-toi" which required a very different and more sensitive approach in order to rediscover the voices of 23 well-known actresses and make possible his broadcast in movie theaters.

### Introduction :

La mission principale du technicien du son au sein des studios Son de la BnF est la sauvegarde, la transmission et la valorisation d'un patrimoine sonore fragile et ancien. En fonction des périodes et des progrès techniques réalisés, la matière sonore a été fixée sur différents types de supports : depuis l'invention du phonographe (1877) et l'apparition du cylindre en cire (1886), se succéderont par la suite différentes générations de disques, suivis des supports magnétiques puis optiques. Instables et en péril de par leur composition intrinsèque, vulnérables du fait de mauvaises conditions de stockage dans le passé ou tout simplement altérés par de trop nombreuses lectures, ces différents supports subiront

à court ou moyen terme une dégradation inexorable et évolutive. C'est donc dans le cadre du *Plan de sauvegarde et de numérisation de la BnF* et dans un souci de pérennisation de ce précieux patrimoine, que l'opérateur du son s'emploie chaque jour avec passion et une certaine approche artisanale, d'extraire, de sauvegarder, puis de restaurer cet héritage sonore pour les générations actuelles et futures. Les studios Son de la BnF implantés sur le Centre de conservation de Bussy-Saint-Georges sont donc amenés à traiter une grande variété de supports audio que l'on peut classer en trois grandes catégories.

**Les supports mécaniques**, en termes de volumétrie, ce premier ensemble représente dans les collections de la BnF quelques 7500 cylindres en cire, 400.000 disques 78 tours, 450.000 disques microsillon, 12.000 *disques à gravure directe (acétate/Pyral)*. On distingue ensuite **les supports magnétiques** qui regroupent les fils magnétiques, les bandes magnétiques ¼ pouce, cassettes audio analogiques, cassettes numériques *DAT*, et enfin **les supports optiques** (CD, CD-ROM, MiniDisc...).

Étant donné la diversité des supports et la richesse du sujet abordé, nous nous focaliserons essentiellement sur les supports mécaniques et plus particulièrement sur les différentes générations de disques qui occupent un volume non négligeable dans les collections de la BnF. Nous aborderons pour cela, les origines et l'évolution technique des supports mécaniques qui ont connu différentes mutations au fil du temps et qui, nous le verrons, influenceront considérablement sur les procédures et méthodes de travail.

Au terme de cet article, j'évoquerai enfin une autre facette de ce métier, et une autre forme de valorisation d'un contenu sonore. En effet, les studios audiovisuels du centre de conservation de Bussy-Saint-Georges sont ponctuellement sollicités pour intervenir sur des films documentaires, en traitant aussi bien l'image que la bande son dans leur ensemble. Le dernier projet en date était le film «Sois belle et tais-toi !» de Delphine Seyrig qui nous a été confié par le Centre Simone de Beauvoir afin de lui redonner vie. L'implication et le travail réalisés par les studios Son et vidéo de la BnF ont permis de découvrir ou redécouvrir une œuvre majeure sortie en salle de cinéma en 2023 et prochainement visible sur le site Gallica en 2025.

D'une manière générale, la sauvegarde et la pérennisation des fonds sonores issus de supports physiques anciens passent nécessairement par la dématérialisation et donc par une phase de transfert numérique. Dès lors, le technicien du son est confronté à cohabiter avec deux technologies différentes qui se font face et qui ne parlent pas le même langage : l'univers analogique et l'univers numérique. Afin que ces deux entités puissent s'interfacer et échanger des données de manière optimale, les studios Son de la BnF sont équipés en conséquence :

- d'une grande variété d'appareils de lecture analogiques tous supports confondus, tels que des magnétophones à bandes ¼ de pouce assez rares, différentes platines disques ou encore d'un *Archéophone* pour les cylindres en cire ;
- d'outils numériques pour la captation sonore du support, le montage et la restauration : convertisseur analogique/numérique haute résolution, station de travail audio numérique, systèmes d'écoute dédiés, un certain nombre de solutions logiciels et plug-ins pour les traitements numériques.

Cependant, cet équipement et l'ouïe du technicien du son ne suffiront pas à maîtriser la chaîne de reproduction toute entière si l'on ne replace pas le support traité dans son contexte historique, tout en prenant en compte sa composition propre et les dégradations qui peuvent en découler. Des connaissances solides sur ces points précis sont indispensables pour apporter les meilleures solutions techniques lors de la numérisation d'un original. Dans cette optique, apportons quelques précisions afin de mieux appréhender ce que cela implique en terme de procédure de travail.

## Deux périodes, deux modes de gravure

L'évolution des supports mécaniques s'étend de 1877 à l'invention du microsillon en 1948 (Fig.1). C'est une période riche en expérimentations et améliorations techniques où se succéderont deux périodes (acoustique et électrique) et qui verra deux méthodes de gravure cohabiter du moins dans un premier temps : la gravure verticale et la gravure latérale.

Quelques dates clés :

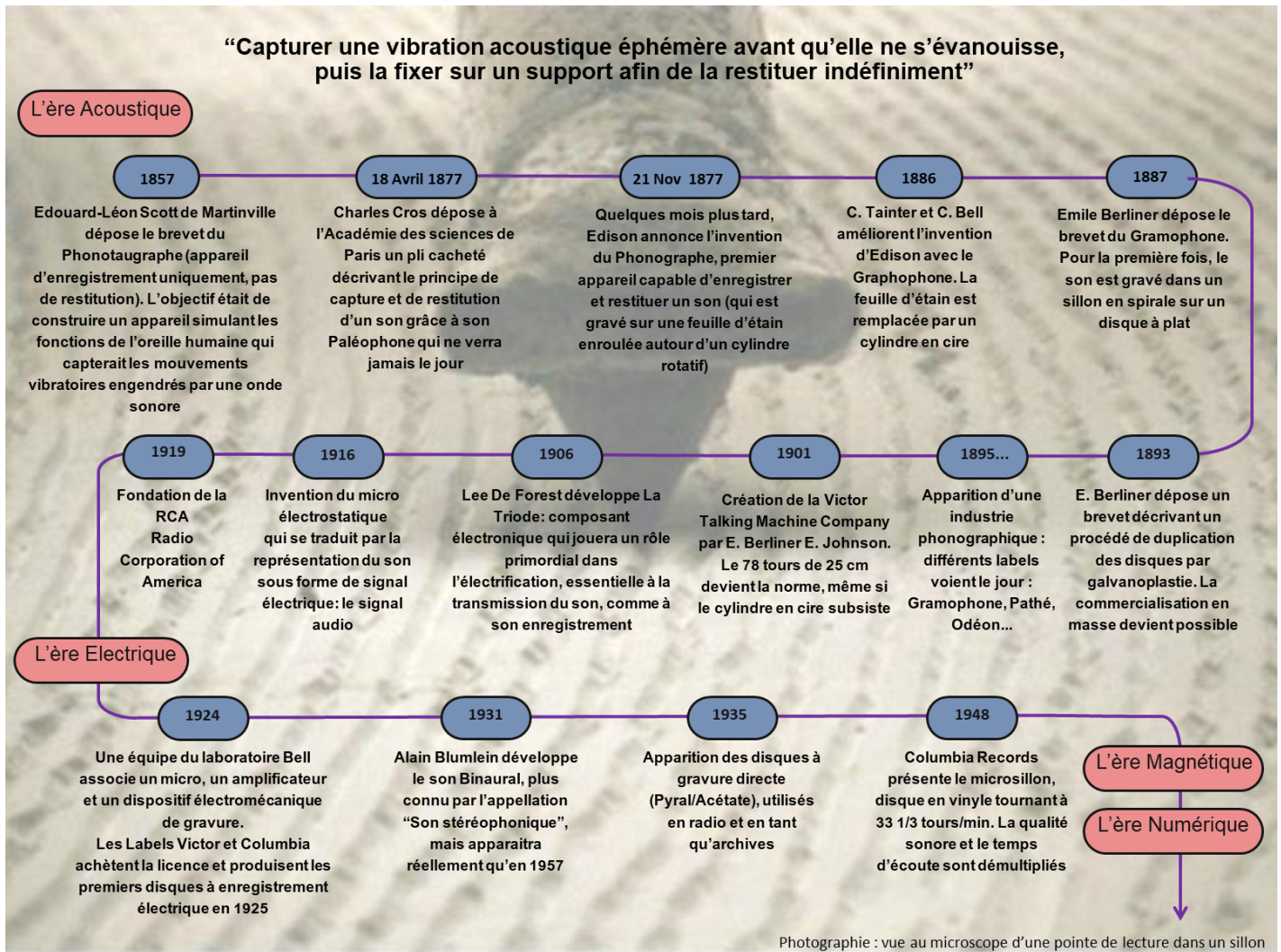


Figure 1 - Invention et évolution de la captation sonore © C. Bergeat

**L'ère acoustique :**

Le principe de fonctionnement de la captation sonore acoustique se déroule de la manière suivante : en enregistrement, les ondes sonores produites par un instrument ou une voix sont captées par un large pavillon au bout duquel une membrane transmet à son tour les vibrations sonores à un stylet fixé en son centre pour ensuite les graver dans la matière. Le motif gravé est «analogue» à l'onde sonore qui a fait vibrer la membrane. En lecture, c'est le processus inverse : en passant dans le sillon, la pointe fait entrer en vibration la membrane, puis cette dernière restitue le son par l'intermédiaire du pavillon qui va naturellement jouer un rôle d'amplificateur. A titre d'exemple, voici comment se déroulait un enregistrement sonore durant cette période acoustique (Fig. 2) : les musiciens devaient se regrouper autour d'un grand pavillon qui captait et concentrait l'essentiel de l'énergie des instruments.



Figure 2 - Séance d'enregistrement d'un orchestre sous l'ère acoustique (à gauche), studio d'enregistrement vers 1900 (à droite) ©EMI Archives

Ils étaient donc placés stratégiquement de manière à ce que les instruments délivrant le moins d'énergie acoustique soient situés près du pavillon, tandis que les autres étaient les plus éloignés ; la difficulté étant de délivrer suffisamment de puissance sonore pour faire vibrer la membrane, mais aussi faire en sorte que certains instruments ne recouvrent pas les autres.

Durant cette période acoustique l'inventivité va bon train et de nombreuses améliorations techniques sont apportées : en tout premier lieu avec le cylindre pour lequel la feuille d'étain sera remplacée par de la cire en 1886, puis avec l'apparition du gramophone et du disque à plat dont la composition et les revêtements évolueront au fil du temps : tout d'abord en *caoutchouc vulcanisé*, cette matière sera assez vite remplacée (1900) par de la *gomme-laque (Shellac)* qui améliora grandement le rendu sonore et qu'on qualifiera de «procédé homogène». Néanmoins, cette matière importée augmente très sensiblement le coût de fabrication. Ces premières générations perfectibles en étaient à leurs balbutiements et en pleine (r)évolution technique. Les imperfections étaient nombreuses durant cette période avec notamment des enregistrements qui ne retranscrivaient qu'une petite partie du spectre audio audible par l'Homme. Sachant qu'un individu normalement constitué peut entendre les fréquences situées entre 20Hz et 20.000Hz, le disque ne restituait les fréquences qu'entre 250Hz et 2500Hz. Cela signifie que les extrémités



hautes (fréquences aiguës) et basses (fréquences graves) d'un instrument ou d'une voix se retrouvaient amputées et tronquées d'une partie de leur *timbre*, ne laissant passer que les fréquences médium. Prenons l'exemple d'une grosse caisse de batterie dont la fondamentale se situe aux alentours de 40 Hz : celle-ci serait tout bonnement inaudible dans ce cas de figure.

### L'ère électrique :

L'enregistrement électrique fonctionne sur le même concept analogique que pour l'ère acoustique à la différence près que les vibrations des ondes sonores produites seront capturées par la membrane d'un micro statique pour être ensuite converties en une fluctuation de voltage, puis un amplificateur de signal et des enceintes se chargeront du reste. La mise au point du microphone et du développement de l'amplification apportera de réels progrès sonores, offrant une *bande passante* plus étendue et permettant de pouvoir doser indépendamment le niveau sonore de tel ou tel instrument.

Parallèlement (1923), la firme Columbia, réfléchira à un autre procédé de fabrication dans le but d'utiliser moins de quantité de gomme-laque. Il mettra donc au point le procédé *Coat Paper Sheet*. Il est dit «hétérogène» car la disponibilité des matières premières sera tributaire des conflits mondiaux et de la situation géopolitique du moment. Cela engendra des compositions très disparates selon les labels. Les deux procédés cohabiteront jusqu'à l'arrivée du microsillon et de sa surface en polychlorure de vinyle (PVC) qui sera un véritable bon en avant en terme de qualité et de quantité d'informations sonores qui pouvaient y être inscrites. Moins rugueux en surface que la gomme laque, le polychlorure de vinyle génère moins de frottements et donc moins de bruit de fond. D'une fidélité accrue, il est cette fois en mesure de reproduire toute la plage de fréquence audible par l'Homme.

### La gravure verticale (jusqu'en 1925)

Pour inscrire le son sur le disque, le burin graveur se déplaçait de haut en bas pour tracer un sillon plus ou moins en profondeur en fonction des variations de pression acoustique et de l'intensité sonore transmise. Cette technique était utilisée sur les cylindres en cire, mais aussi sur les disques Pathé saphir. Les accidents de lecture étaient fréquents (sorties de sillon), la qualité sonore médiocre (*distorsion*) et la bande passante fréquentielle limitée.

### La gravure latérale

Appelée aussi gravure à plat, le principe a été décrit en 1878 par Charles Cros, mais sera développée plus tard par Emile Berliner. Contrairement à la gravure verticale, la profondeur de gravure appliquée par le burin est ici constante. Les variations de pression acoustique sont inscrites latéralement par le burin graveur. Globalement, cette technique offre une meilleure restitution du contenu sonore avec une bande passante fréquentielle plus étendue. Il s'agit du même procédé de fabrication utilisé encore aujourd'hui pour le disque microsillon contemporain.

## Procédure préalable avant le transfert analogique/numérique

### Le nettoyage du support

Avant d'être conservés et traités par la BnF, la plupart des disques anciens ont eu mille vies et sont passés de main en main au travers des générations. D'autres ont été entreposés dans de mauvaises conditions, malmenés pendant des décennies par manque de soin ou ignorance des dégradations physico-chimiques qui les menaceraient. Progressivement, des moisissures .... Au fil du temps, des moisissures se sont développées, des poussières ou impuretés de toutes sortes se sont accumulées puis incrustées dans le sillon. Ces corps étrangers microscopiques seront des obstacles de taille au passage de la pointe de lecture, mais surtout des obstacles audibles qui vont générer de nombreux événements sonores indésirables (craquements, *clics*, distorsions...). C'est encore plus problématique et prégnant pour les disques à gravure directe (Pyral) car la surface de ce type de disque est recouverte d'une laque composée de nitrate ou d'acétate de cellulose ainsi que d'un plastifiant à base d'huile de ricin. C'est la dégradation chimique de cette huile qui va provoquer une exsudation d'acide palmitique et stéarique en formant une couche blanche à la surface, ce qui va par la même occasion obstruer le sillon.

Quelque soit la composition du support, une étape de nettoyage est primordiale en amont de la phase de numérisation. Celle-ci est effectuée à l'aide d'un dispositif (Fig. 3) fonctionnant sur le même principe qu'une platine disque à la différence près, qu'elle est équipée d'un bras à l'extrémité duquel se trouve un fil en nylon en lieu et place de la tête de lecture et de la pointe.



Figure 3 - Loricraft Professional Record Cleaner  
© C. Bergat.

Une solution de nettoyage<sup>1</sup> est appliquée sur le disque à l'aide d'un pinceau afin de dissoudre ces différentes impuretés et corps étrangers. Au passage du fil dans le sillon, ces derniers se décrochent puis sont aspirés par une pompe au travers du bras de lecture. S'ensuit une phase de rinçage et de séchage (Fig. 4).



Figure 4 - Etape de séchage des originaux  
© C. Bergat.

1 «Mise au point d'une technique de nettoyage préalable à la numérisation des disques à gravure directe», Thi-Phuong Nguyen et al., Support Tracé, n°4, 2004

Il existe cependant d'autres techniques de nettoyage qui offrent des résultats satisfaisants comme les bains à ultrasons. La figure 5 représente deux états au même instant «T» d'une même portion de disque avant et après cette phase de nettoyage. Visuellement, on constate très clairement l'efficacité après nettoyage. Toutefois et en moindre proportion, quelques bruits transitoires résiduels et sporadiques demeurent et sont liés à d'autres défauts et irrégularités de surface comme les rayures. D'un point de vue sonore ce «défrichage» permet d'obtenir une base de travail et un rendu sonore plus sain.

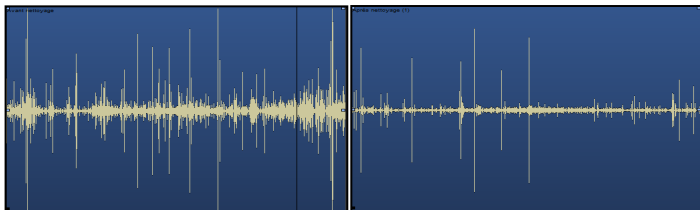


Figure 5 - Avant nettoyage et après nettoyage © C. Bergeat.

On peut considérer cette étape comme une première phase de restauration puisqu'elle va permettre d'éliminer un nombre de bruits impulsionnels (clics...) mais aussi d'atténuer mécaniquement d'autres bruits indésirables plus diffus comme des *bruits de surface* ou du *souffle* ; autant d'éléments indésirables qu'il n'y aura pas à traiter lors de la restauration numérique. Néanmoins dans certains cas critiques, la surface du support est tellement fragile ou dégradée que nous priorisons l'extraction et la sauvegarde du contenu sonore sans effectuer de nettoyage préalable.

## Principales dégradations rencontrées sur les supports originaux

La plupart du temps, un nettoyage de ce type est suffisant pour une relecture optimale. Mais parfois la situation est beaucoup plus complexe, voire catastrophique. Les dégradations observées peuvent montrer plusieurs visages et niveaux de gravité, rendant la relecture beaucoup plus complexe, voire impossible dans certains cas extrêmes : un disque peut par exemple présenter de nombreuses rayures, ou son sillon se révéler très endommagé (Fig. 6A). Le trou au centre du disque peut avoir été légèrement excentré et provoquer un phénomène de *pleurage*. De manière récurrente, on constate aussi de nombreuses irrégularités de surface sur le support (Fig. 6B) qui peut être voilé, fêlé ou encore cassé en deux ou trois morceaux (Fig. 6C). Pour ce dernier cas précisément, il sera reconstitué provisoirement dans la mesure du possible, puis lu avec ses incidents de lecture qui seront corrigés *a posteriori* durant la phase de restauration.



Figure 6 - A) apparition de la couche interne en coton ©BnF, B) disque cassé et reconstitué ©, C) usure prononcée du sillon © C. Bergeat.

Ces différentes altérations entraînent parfois des incidents de lecture en provoquant des sauts de sillon intempestifs lors du passage de la pointe. Il est donc parfois impossible de relire le support à sa vitesse nominale et nous sommes contraints

d'effectuer une lecture au ralenti (à la moitié de sa vitesse ou plus si nécessaire) lors de l'enregistrement, puis de reconstituer sa vitesse d'origine numériquement. L'autre solution consiste à passer en lecture forcée en maintenant le bras de lecture et la cellule afin d'accompagner la pointe dans le sillon récalcitrant, puis d'effectuer un montage numérique à l'étape suivante.

Toutefois, c'est encore le *disque à gravure directe* qui, de par sa composition acétate, va subir les dégradations les plus alarmantes. On constate avec le temps une rigidification et une rétraction du vernis se manifestant par des craquelures ainsi que des *délamellations* (Fig. 7). Ce processus chimique est irréversible et évolutif. La lecture classique est donc impossible car la continuité du sillon est rompue. Dans ce cas précis, un procédé de lecture optique développé par des chercheurs en collaboration avec l'Institut national de l'audiovisuel (INA), permet dans certains cas de relire un sillon sans contact, ni pointe de lecture puis de reconstituer numériquement les fragments audio entre eux (Fig. 7).



Figure 7 - Blanchiment et délamellation, craquelures © C. Bergeat, agrandissement au niveau d'une fracture avec les raccords à effectuer © INA.

## Chaîne d'acquisition numérique : choix techniques et optimisation des réglages selon les caractéristiques du support original

Avant de traiter un document sonore, il faut avant tout le replacer dans son contexte originel d'un point de vue historique et technique : identifier sa composition, sa marque commerciale ainsi que la période à laquelle il a été enregistré. Il conviendra également d'effectuer un diagnostic général sur l'état physique du support et de son sillon. A partir de ces indices récoltés en amont, une solution technique appropriée est adoptée dans le but de réaliser deux versions numériques : une copie droite et une copie restaurée.

**La copie droite** est un transfert numérique linéaire, sans coloration sonore, ni aucun acte de modification fréquentielle (égalisation) ou dynamique (compression du signal). L'objectif est d'extraire le contenu sonore analogique puis de le restituer de la manière la plus transparente qui soit. Les paramètres de lecture (vitesse de rotation, courbe de correction du pré ampli, format des pistes : mono/stéréo...) seront ajustés en fonction du support traité et des indications renseignées ou non sur l'étiquette centrale.

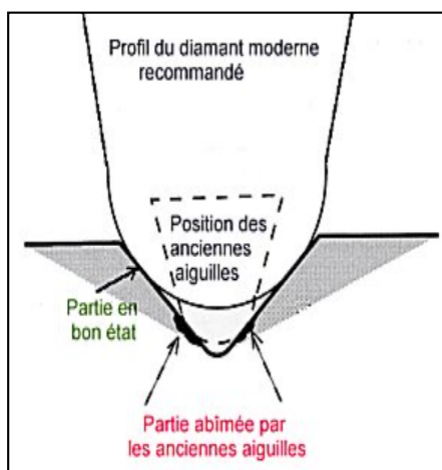
Les bruits indésirables générés naturellement par le support disque en question comme les bruits mécaniques (*rumble*, souffle, bruits de surface, etc.) ou par son état physique feront partie intégrante de son identité sonore et seront donc sciemment laissés intacts.

Une attention toute particulière sera apportée à cette version qui sera considérée comme la copie master numérique dite «de référence». Elle sera aussi la base de travail de la future copie restaurée. Dans ce contexte, le technicien du son devra effectuer un certain nombre de choix techniques qui influenceront directement sur la qualité du transfert et sur la couleur sonore finale. Raison pour laquelle cette phase préparatoire doit être rigoureuse et ne peut pas être négligée.

- Choix du meilleur exemplaire : il est courant à la BnF d'avoir le disque en plusieurs exemplaires, avec le même contenu sonore, mais dans un état physique différent ou avec un autre numéro de matrice à partir duquel le disque a été moulé.

- Choix de la pointe de lecture (ou *stylus*) : les studios sont équipés d'un large panel de pointes de lecture afin de lire tous types de disques, des plus anciens au plus récents. Il en existe de différentes formes (sphérique/conique, elliptique...) et de différentes tailles. La théorie veut que, plus la fabrication du disque est ancienne, plus son sillon est large et plus le stylus le sera également. A l'inverse, le vinyle contemporain nécessite une pointe très fine. Mais en pratique, le technicien du son affinera son choix en fonction de la restitution sonore qu'il obtiendra, car c'est avant tout son oreille qui fera la différence. Plusieurs essais de lecture seront effectués dans le but d'extraire le maximum de matière sonore tout en obtenant le son le plus riche en fréquences. Il s'agira également de limiter les nombreux bruits parasites indésirables et autres bruits de surface, en un mot, optimiser le *rapport signal/bruit*.

Il est aussi commun de voir des sillons très abîmés. Un grand nombre de disques anciens ont été lus avec les appareils d'époque, type Gramophone. Le bras de lecture était lourd (parfois jusqu'à 100 g) sans oublier l'aiguille acérée qui pouvait être en acier ou d'un autre alliage qu'il soit d'origine végétale ou animale (fibre de bambou, ivoire, épine de porc-épic, cactus...). Cela avait pour conséquence, pour certaines d'entre-elles, de «labourer» littéralement le fond du sillon après quelques lectures et se traduisait par des pertes d'informations audio et une dégradation du signal. Pour pallier ce cas précis, l'objectif du technicien du son sera de choisir une pointe avec un profil permettant d'épouser au mieux la forme du sillon et de lire sur des flancs encore plus ou moins vierges de tout passage d'une aiguille (Fig. 8).



**Figure 8** - Réduction du bruit par une pointe appropriée ©M.- F. Calas, J. - M. Fontaine.

Ce choix va influencer grandement sur le rendu sonore et sera déterminant pour la future copie restaurée. C'est pourquoi le temps nécessaire est pris en amont de la numérisation afin de choisir celle qui conviendra le mieux.

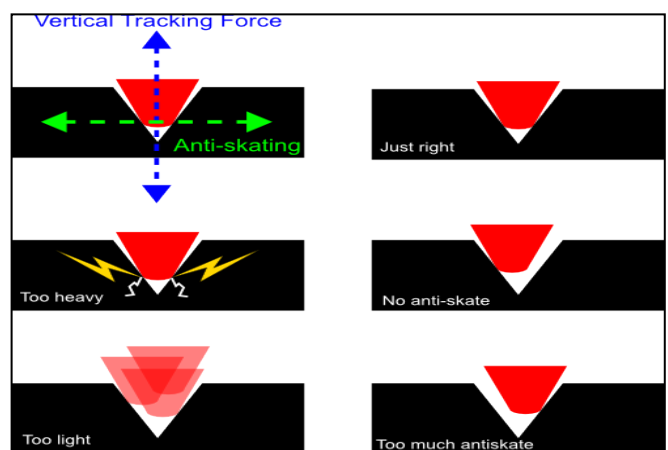
- Choix d'une cellule phono adaptée

Tout comme la pointe de lecture, c'est un maillon essentiel de la chaîne de reproduction. On peut faire l'analogie avec le micro pour le chanteur : il s'agit d'un transducteur qui va convertir le mouvement mécanique (vibration) de la pointe de lecture qui se déplace dans le sillon en un signal électrique. Celui-ci sera ensuite amplifié et traité par un préampli phono puis diffusé sur les enceintes.

Il existe deux principales technologies de cellules : à aimant mobile ou à bobine mobile et vont se différencier par des caractéristiques techniques différentes : niveau de sortie électrique, réponse en fréquence audible, robustesse, couleur sonore, etc.).

- Réglage de la force d'appui verticale du bras de lecture appliqué sur la pointe. Chacune d'entre elle possède des spécificités propres et des intervalles fixés par le constructeur (Fig. 9).

Réglage de l'anti-skating du bras de lecture qui permet de compenser la force centripète (Fig. 9), lorsque le disque tourne sur une platine disque, la pointe de lecture est soumise à une force qui a tendance à ramener le bras de lecture vers le centre du disque. Si ce phénomène est mal maîtrisé, cela engendrera une pression trop forte sur le flanc intérieur du sillon au détriment du flanc extérieur ou inversement. Un bon réglage permettra d'équilibrer les forces en présence et d'optimiser la captation du contenu sonore. Par ailleurs il limitera l'usure du sillon, mais aussi les sorties de sillon notamment pour les disques à gravure verticale. Ce paramètre sera également utile pour certains disques Pathé Saphir dont la lecture s'effectue de l'intérieur vers l'extérieur. Il sera inversé pour accompagner le bras et donc la pointe de lecture dans cette dynamique.



**Figure 9** - Vue en coupe d'une pointe dans un sillon : à gauche réglage de la force d'appui, à droite réglage de l'anti-skating.

- Vitesse de rotation : 78t, 33t, 45t sont les vitesses plus communes. Cependant la vitesse peut varier entre 80 et au-delà de 100 tours/min pour certains disques Pathé saphir sur lesquels l'information n'est pas systématiquement indiquée. Le technicien devra trancher et retrouver la bonne hauteur tonale à l'oreille.

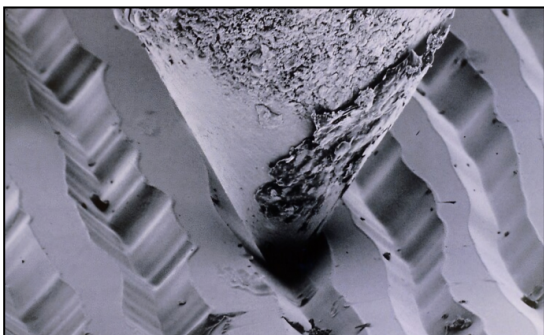
- Préamplification du signal et courbe de correction

Le premier rôle d'un pré-amplificateur va être très logiquement d'amplifier un signal qui est très faible en

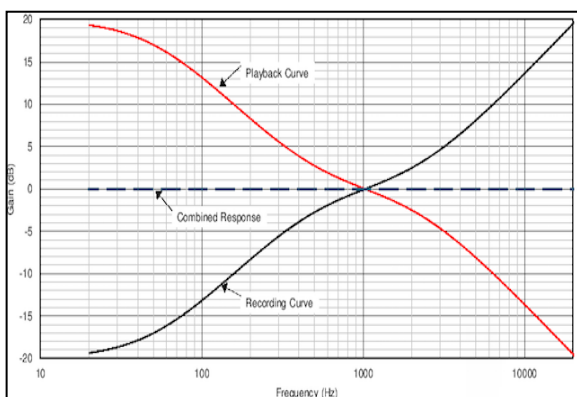


sortie de cellule phono (entre 0.2 et 4 mV) afin d'être suffisamment fort pour être diffusé dans les enceintes. Il possède cependant une seconde fonction essentielle qui est celle d'appliquer une courbe de correction. A quoi sert-elle et comment fonctionne-t-elle ?

L'arrivée de la période électrique a été la promesse de grands progrès techniques en termes de qualité sonore, mais fallait-il encore que l'information audio tienne sur la surface d'un disque. Et effectivement, ce dernier va être confronté à ses propres limites physiques : l'enregistrement d'un son sur la matrice d'un disque consiste à graver sa modulation sur une surface vierge à l'aide d'un burin graveur. Or, il faut savoir que les composantes graves d'un son entraînent des mouvements de forte amplitude et qu'inversement, les fréquences aiguës génèrent des mouvements de burin de faible amplitude (Fig.10). Résultat, sans correction éventuelle, les fréquences graves prendraient physiquement trop de place sur le support et risqueraient d'interférer et d'envoyer le burin dans le sillon voisin. Les fréquences aiguës seraient quant à elles quasiment inaudibles et noyées dans le bruit de fond inhérent au disque. C'est là qu'intervient la courbe de correction qui va régir ces différences d'amplitude entre les graves et les aigus : comme le montre la courbe de correction RIAA (Fig. 11), durant la phase de gravure, celle-ci va d'un côté diminuer graduellement l'amplitude des fréquences les plus graves et de l'autre augmenter au fur et à mesure que les fréquences seront aiguës, jusqu'à obtenir un relief de sillon plus significatif.



**Figure 10** - Pointe dans un sillon : vue au microscope. Les flancs étroits correspondent à des sons aigus, tandis que les flancs larges représentent des sons graves.



**Figure 11** - Caractéristiques de la courbe de correction RIAA.

Durant la phase de lecture, c'est la correction strictement identique, mais inversée qui sera appliquée dans le but de restituer l'équilibre de l'enregistrement d'origine et de l'adapter à la taille du support.

Concrètement cette courbe de correction a permis notamment d'augmenter la durée des faces et d'améliorer la bande passante.

Dès l'avènement de la période électrique, chaque label phonographique avait chacun de son côté conçu sa propre correction sans se concerter au préalable (EMI, Decca, Columbia, US MID 30, HMV, WESTREX ...). Il faudra attendre 1954 pour voir arriver une normalisation standardisée plus connue sous l'acronyme *RIAA* qui est toujours d'actualité aujourd'hui. Nos studios sont donc équipés de préamplis spécifiques permettant d'appliquer la courbe adéquate (Fig. 12), à savoir qu'aucune correction n'est appliquée pour les disques faisant partie de la période acoustique (courbe Flat).



**Figure 12** - Préampli phono avec les différentes courbes proposées © C. Bergeat.

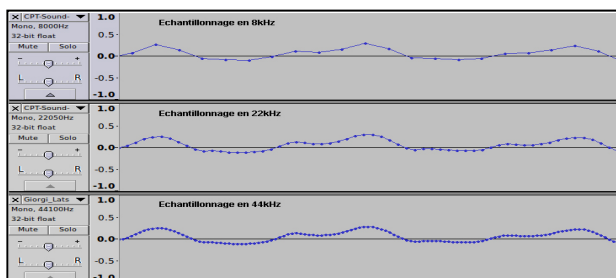
Chacun de ces choix techniques pris en amont, va avoir une incidence directe sur le rendu sonore de la copie droite : telle pointe de lecture amènera plus d'intelligibilité ou une bande passante plus étendue, mais en contrepartie générera plus de bruits de surface ou de *distorsion*, tandis qu'un réglage spécifique de la force d'appui ou de l'anti-skating apportera lui aussi son lot d'avantages et d'inconvénients... Stratégiquement, il y aura donc, dès cette étape, des partis pris à assumer et des compromis techniques à faire, tout en prenant en compte des capacités et des options de traitements numériques qui sont à notre disposition pour la future copie restaurée. Cette étape s'achèvera nécessairement par une écoute analytique et comparative avant de valider le processus de report numérique avec toutes les variables en question.

## Le transfert analogique / numérique

C'est le convertisseur analogique-numérique (CAN) qui va permettre de transformer et traduire le signal analogique en flux de données numériques. Il est l'élément central dans un studio son puisqu'il assure l'exactitude, la précision et la transparence du signal converti numériquement à l'aide des deux paramètres suivants :

### La fréquence d'échantillonnage.

Elle s'exprime en Hertz (Hz). C'est le nombre de fois par seconde où une mesure du signal analogique est effectuée. Le principe est de prendre des photos instantanées régulières, qui mesurent un état de l'amplitude du signal analogique à un instant «T». A titre indicatif, la fréquence d'échantillonnage d'un Compact Disc que l'on achète aujourd'hui dans le commerce est de 44 100 Hz. Ce qui signifie que le convertisseur va mesurer 44 100 fois/seconde l'état du signal audio à un instant «T». Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée, plus la sinusoïde est détaillée (Fig. 13).



**Figure 13** - Echantillonnage d'une sinusoïde à plusieurs fréquences.

**La quantification appelée aussi «la profondeur de bits»** : elle définit sur quel nombre de valeurs possibles la mesure d'un échantillon sera calculée.

- 1 bit = 2 valeurs de quantification possibles
- 2 bits = 4 valeurs de quantification possibles
- 3 bits = 8 valeurs de quantification possibles
- 16 bits = 65 536 valeurs de quantification possibles ( $2^{16}$ ) => Compact Disc
- 24 bits = 16 777 216 valeurs de quantification possibles ( $2^{24}$ ) => norme utilisée dans les studios de la BnF

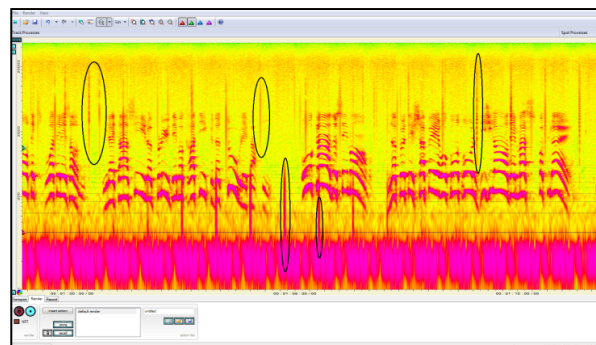
En pratique, un plus grand nombre de bits permettra d'obtenir des données plus fines d'un échantillon, à l'instar des pixels pour l'image : plus ils seront nombreux, plus l'image sera détaillée. Il en sera de même pour un signal audio. On obtiendra une plus grande précision de l'onde sonore numérisée mais aussi des défauts sonores indésirables qui l'accompagne. Il sera ainsi plus aisé en phase de restauration sonore de les identifier pour ensuite les isoler et effectuer les retouches nécessaires : c'est pourquoi la résolution préconisée pour la numérisation des archives sonores est le 24 bits/96kHz.

**La copie restaurée** est une version modifiée de la copie droite qui aura subi un certain nombre de traitements audio en vue d'améliorer la qualité sonore perçue, tout en apportant un confort d'écoute à l'auditeur. Cette version valorisée pourra être destinée à une mise en ligne sur [Gallica](#) par exemple ou être utilisée dans le cadre de manifestations culturelles et de demandes ponctuelles.

Les disques comme les cylindres se caractérisent par une lecture dite «mécanique». Il se crée alors un contact physique entre le support audio et la tête de lecture dont il émanera toute une variété de bruits indésirables *pulsionnels* (clics, craquements, bruits cycliques...). Le contenu sonore peut également être altéré par l'état de conservation ou des irrégularités de surface du support original (rayures, fêlures, disque voilé), tandis qu'une usure prononcée du sillon ou la nature même du support pourra potentiellement être à l'origine d'un phénomène de distorsion. Plus ennuyeux encore, des fréquences parasites complexes, composées d'une *fréquence fondamentale* et de nombreuses *harmoniques*, peuvent s'insinuer, parfois de manière anarchique sur l'intégralité de la plage de fréquence audible par l'Homme.

Pour répondre à ces problématiques de natures très différentes, plusieurs solutions logicielles ainsi qu'une série de plug-ins spécifiques sont à notre disposition et souvent complémentaires. Certaines d'entre elles proposent aujourd'hui des interfaces permettant d'afficher

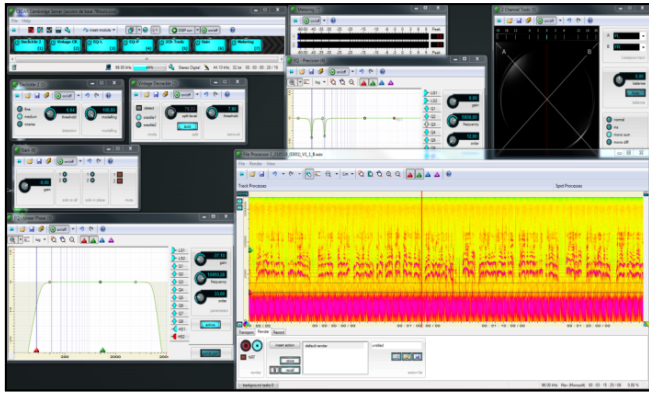
une représentation spectrale d'un fichier audio. Cette visualisation permet en quelque sorte de «voir ce que l'on entend» et de cibler tel ou tel évènement sonore avec une très grande précision, ce qui n'est pas possible avec la forme d'onde classique (*Waveform*). Une anomalie devient ainsi rapidement identifiable comme pour ce disque fêlé (Fig. 14) : on distingue très nettement le bruit cyclique et impulsionnel caractéristique (traits verticaux rouges) que génère cette fêlure à chaque rotation sur la platine. On constate également que ces évènements sonores indésirables pénètrent très largement dans le signal utile et sur toute la plage de fréquence disponible.



**Figure 14** - Interface Cedar Cambridge, représentation spectrale à partir d'un disque fêlé. L'abscisse représente le temps, l'ordonnée, les fréquences (du son le plus grave au plus aigu) ; les couleurs donnent quant à elles une indication sur l'amplitude du signal (volume) ©C. Bergeat.

Concrètement, la procédure de restauration sonore consiste à chaîner et paramétrer un certain nombre de modules de traitements les uns derrière les autres selon les problématiques rencontrées et dans un ordre que l'on aura défini (Fig.15). Chacun d'entre eux fonctionne à partir d'un algorithme de détection qui lui est propre afin qu'il identifie puis, traite l'élément pour lequel il a été programmé. Tel module aura pour mission d'identifier et supprimer des bruits impulsionnels comme des clics, quand un autre se chargera de cibler des craquements ou du souffle. Différents paramètres sont ensuite affinés par le technicien, notamment le paramètre de seuil à partir duquel les modules de traitement doivent agir et avec quelle intensité ils doivent le faire : trop léger, ils ne détecteront pas d'anomalies et n'auront aucune ou très peu d'action dessus, tandis qu'un seuil trop important pourra avoir de nombreuses conséquences néfastes pour le signal audio en créant des *artefacts* numériques ou en altérant le signal. Le réglage de ce seuil doit donc se faire avec précaution et parcimonie. Dès lors que la chaîne de correction sonore convient, elle sera appliquée sur l'intégralité du fichier audio.





**Figure 15** - Interface Cedar Cambridge avec ses différents modules de traitement ©C. Bergeat.

Suite à cette première passe de restauration numérique, il subsistera quelques défauts résiduels passés au travers de ce premier « tamisage ». Parmi eux, certains seront plus délicats et sensibles à corriger que d'autres, car eux-mêmes noyés dans le signal utile qu'il ne faut pas impacter. C'est là qu'intervient la phase de retouche manuelle : à l'instar de certains logiciels de retouches photos, il est possible d'intervenir très précisément sur un élément indésirable dans le signal audio. Cette approche plus « chirurgicale », assistée par cette représentation spectrale, permet de rentrer dans l'infiniment petit et de traiter des zones inaccessibles en temps normal. Il devient ainsi possible de copier/coller, déplacer, supprimer tel ou tel élément audio avec précision sur l'échelle temporelle ou fréquentielle. Néanmoins, cette phase doit s'effectuer avec minutie car le risque de perdre une petite particule sonore faisant partie intégrante du signal que l'on traite est toujours présent.

Nous interviendrons également sur le traitement fréquentiel à différentes étapes dans le processus de restauration avec des plug-ins d'égalisation. Cette phase permet d'effectuer un « nettoyage » par le biais de corrections fréquentielles. Elle est d'abord utilisée de manière soustractive en atténuant la bande de fréquence incriminée. Il s'agira par exemple d'atténuer des surpressions acoustiques où demeurent une énergie excessive et des résonances indésirables. On pourra également filtrer des bruits plus diffus caractéristiques du disque comme le *rumble* avec un *filtre coupe-bas* ou atténuer un souffle avec un *filtre coupe-haut*. D'autres filtres en cloche plus sélectifs (*filtre notch*) peuvent être nécessaires pour isoler plus précisément telle ou telle fréquence parasite.

Puis, l'égalisation sera appliquée de manière additive pour amplifier et mettre en valeur le spectre de la voix par exemple ou ajouter un peu plus de présence sur un instrument en particulier.

Face à l'efficacité de ces différents traitements, il faut malgré tout rester vigilant et ne pas tomber dans l'écueil du sur-traitement : la tentation pourrait être de vouloir « trop nettoyer » pour en fin de compte « aseptiser » le contenu sonore, au risque de lui faire perdre son identité sonore et son esthétique originelle. Aussi est-il conseillé d'intervenir en plusieurs passes et par petites touches afin de préserver et d'éviter toute altération du signal.

Voici [deux exemples d'extraits sonores issus de 78 tours avant et après traitements de restauration](#)

- 1) voix parlée (Mahatma Gandhi) - 1947
- 2) orchestre Boléro de Ravel - 1948 Orchestre national de la radiodiffusion française

Une écoute au casque ou avec des enceintes de bonne qualité est conseillée.

## Conclusion

Le technicien du son est en théorie la dernière personne à intervenir sur les supports analogiques d'origine. Qu'ils soient mécaniques ou magnétiques certains d'entre eux sont amenés à se dégrader plus vite que d'autres, jusqu'à devenir illisibles. Il a donc la responsabilité d'extraire et de sauvegarder de manière pérenne ce patrimoine sonore de la manière la plus fidèle qui soit, toujours dans un souci de transmission et de valorisation pour les générations futures. Pour cela, il est garant du respect de l'esthétique originelle et l'intégrité du contenu. Grâce à différentes techniques à la fois modernes et artisanales, il est possible de redonner vie à une matière sonore enfouie dans un support altéré par le temps et ainsi de restituer au mieux l'émotion et le son naturel d'une voix ou d'un instrument comme si nous étions en présence de l'interprète ou du musicien.

Pour remplir cet objectif, il pourra dans un premier temps se reposer sur son expérience et ses connaissances techniques concrètes, mais il demeure néanmoins une part de subjectivité inhérente à toute pratique impliquant « une sensation », (qu'elle soit sonore, visuelle ou olfactive). Ici, l'opérateur du son sera guidé par son ouïe qui lui est propre. Inévitablement, il en découlera un ressenti et un jugement personnel qui influenceront sur ses choix et ses réglages techniques.

Par ailleurs, un technicien faisant partie de cette génération qui a eu l'opportunité de baigner à la fois dans l'univers analogique, puis d'avoir connu cette transition vers le numérique, aura naturellement une oreille plus affûtée et réceptive à ces deux couleurs sonores qui cohabitent dans son environnement professionnel : des repères non négligeables sur lesquels il pourra également s'appuyer.

Quoi qu'il en soit, le technicien du son devra donc composer avec ces différentes variables pour trouver ce fragile équilibre qui lui permettra d'obtenir un résultat cohérent et universel aux oreilles de tous.

## Restauration de la bande son du documentaire «Sois belle et tais-toi !»

En 1977, l'actrice Delphine Seyrig termine le montage de son documentaire *Sois belle et tais-toi !*, une série d'interviews de 23 actrices, de Jane Fonda à Maria Schneider, qui témoignent face caméra de leur rapport intime au cinéma de cette époque, marqué par la domination masculine et le sexisme. Pour ce projet, Delphine Seyrig est accompagnée de la réalisatrice Carole Roussopoulos. C'est elle qui filme à l'aide d'un équipement de vidéo légère appelé *Portapak*, une caméra Sony et un micro accompagnés d'un magnétoscope portable sur bande ½ pouce (Fig.16). Le montage final est ensuite réalisé sur deux bandes 1 Pouce IVC. Au fil de ses recherches, le Centre audiovisuel Simone de Beauvoir a retrouvé deux bandes 1 Pouce : la première partie du film avant l'enregistrement du doublage des actrices en français en *voice over*, la seconde partie du film avec le doublage. Ces sont ces deux éléments qui ont été confiés aux studios de la BnF pour la restauration de l'image d'un côté et de la bande son en parallèle.



**Figure 16** - Tournage de *Sois belle et tais-toi !* ©Archives Familles Seyrig et Roussopoulos / Centre audiovisuel Simone de Beauvoir

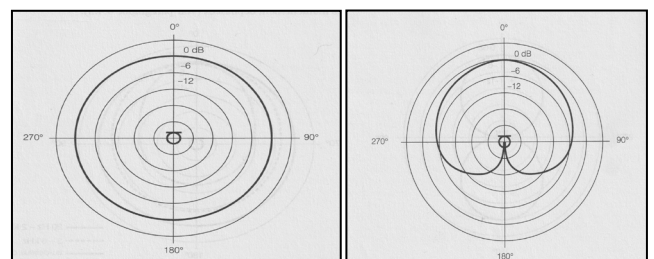
Le matériel utilisé était un dispositif d'enregistrement analogique à bande vidéo autonome car alimenté par batterie. Il permettait d'enregistrer l'image et le son de manière synchrone sur une même bande et était pourvu d'un petit micro intégré auquel on pouvait y adjoindre un micro auxiliaire en sus, si besoin. À sa sortie commerciale, cet équipement avait pour première ambition d'élargir au plus grand nombre une technologie jusqu'alors réservée aux professionnels, en visant les institutions, les associations, les artistes et les amateurs les plus aisés. Faciles à utiliser, ces équipements vidéo avaient aussi pour avantage d'être compacts permettant ainsi de capter plus facilement une émotion, une intimité ainsi que la spontanéité du moment : caractéristiques qui ont sans doute séduit d'emblée Delphine Seyrig dans la façon de mettre en œuvre sa vision artistique et la manière de tourner ce projet. Cet équipement portable et pionnier pour l'époque qui a tout de même permis de démocratiser le tournage vidéo, présentait néanmoins des qualités techniques limitées, plus proches des appareils destinés aux amateurs.

La bande son qui a été extraite du support vidéo est en fait constituée d'une seule et unique *piste Mono* sur laquelle se retrouvent sans distinction tous les éléments sonores, aussi bien les voix que les ambiances acoustiques ou encore les parasites en tous genres. Il était donc impossible d'isoler ces différentes sources audio pour les traiter indépendamment.

À la première écoute, il en ressort un son globalement sourd, étouffé, qui donne cette sensation que les actrices parlent comme si elles se trouvaient dans une boîte en carton, impactant l'intelligibilité et la présence de la voix. Autre problème de taille : une *ronflette* particulièrement désagréable et de manière omniprésente. Cette pollution sonore est due à des perturbations électromagnétiques générées sans doute par la qualité du matériel d'enregistrement utilisé à l'époque (mauvais blindage des composants : isolation des câbles, batterie,...).

De plus, des maladresses techniques et un manque de précautions lors du tournage n'ont pas arrangé la qualité de la prise de son. Comme dans toute captation sonore, le choix, la qualité du micro ainsi que la prise en compte de l'environnement dans lequel elle se déroule est décisif : la réalisatrice a souhaité que chacune des actrices soit interviewée dans son intimité propre, dans des lieux et des acoustiques très différentes (intérieur/extérieur). Ces différentes sessions d'enregistrement ont probablement été effectuées avec des micros omnidirectionnels qui captent le son sur 360°, plutôt qu'avec un micro à directivité cardioïde (Fig. 17). Résultat, les voix des actrices ont souvent tendance à être recouvertes plus qu'il ne le faudrait par l'environnement sonore qui les entoure (interviews effectuées dans un appartement avec la fenêtre ouverte donnant sur la rue avec le bruit des voitures ou pendant qu'un avion atterrit, interview au bord d'une plage avec le bruit des vagues, réverbération naturelle d'une pièce, etc.).

«L'effet de proximité » causé plus particulièrement par ce type de micro provoque une amplification des basses fréquences soulignant un peu plus cette sensation sonore de lourdeur. Par ailleurs, des distorsions ponctuelles apparaissent en plusieurs endroits, ce qui révèle une mauvaise distance du micro par rapport à la source sonore et une gestion des gains d'entrée (niveaux) approximative. Les entretiens sont également ponctués d'incidents sonores involontaires provoqués par les actrices pendant le tournage et captés inévitablement (exemple : micro qui tombe de son support, etc.).



**Figure 17** - Diagrammes polaires : directivité omnidirectionnelle (à gauche), directivité cardioïde (à droite) ©Son & Enregistrement : Rumsey/Mc Cormick

Enfin, les bandes originales qui ont été retrouvées et à partir desquelles nous sommes repartis étaient en réalité des copies successives (reports). Pour le son, cela a eu pour conséquence de générer une couche de souffle de bande supplémentaire et une remontée du bruit de fond.

Toutes ces raisons évoquées ont eu une incidence directe et négative sur l'ensemble de la bande son. Pour pallier à ces problèmes très disparates, il a fallu procéder par étape :

1- La seule et unique piste audio (mono) à notre disposition a été découpée en plusieurs sections audio et réorganisée sur autant de pistes qu'il y avait d'actrices et d'ambiances différentes afin de traiter le signal indépendamment pour chacune d'entre elles.

2- Phase de débruitage : cette action plus connue sous son terme anglo-saxon «denoising» consiste à atténuer des bruits de fond de différentes natures qui peuvent impacter sensiblement l'intelligibilité générale d'un contenu sonore. Cela peut être un bruit ambiant qui nous entoure au quotidien sans que l'on y prête plus vraiment attention (comme le bruit de la pluie, du vent ou des vagues, le ronronnement d'une climatisation ou d'un frigo, le trafic routier...). Dans le cas précis du documentaire, il y a également cette ronflette omniprésente. Si ces sources sonores sont mal contrôlées dès la prise de son, c'est autant d'éléments invasifs et perturbateurs qui viennent porter préjudice à la clarté des différentes voix.

Pour remédier à cet inconfort sonore, ils existent différentes solutions numériques spécifiques. Certaines d'entre elles permettent par exemple de prélever l'empreinte sonore stationnaire du bruit de fond incriminé, puis de soustraire sa composante du signal utile (Fig. 18). Un autre outil de denoising permet de diviser le signal audio en plusieurs plages de fréquence (grave, bas medium, medium, aigu...) puis de filtrer et d'atténuer tel ou tel bruit dans une zone fréquentielle bien précise. Ces traitements complémentaires ou non selon la situation, peuvent se révéler très efficaces, mais le paramétrage reste complexe et le résultat peut être dévastateur. Bien maîtrisée, cette phase permettra au final d'alléger et d'aérer l'ensemble.



Figure 18 - Plug-in De-Noiser ©C. Bergéat

3- Comme pour les disques, une étape de retouche audio manuelle (Fig. 14) a été nécessaire afin de supprimer des distorsions agressives et un bon nombre d'incidents sonores ponctuels qui n'auraient pas été compatibles avec une diffusion en salle.

4- *Egalisation fréquentielle* des différentes voix, puis mixage (Fig. 19) : un nettoyage fréquentiel est effectué afin de supprimer/atténuer des résonances dues à l'acoustique d'un lieu. Des suppressions (énergie excessive) qui n'ont pas lieu d'être peuvent également apparaître et générer une sensation d'agressivité à l'oreille. Cette étape permettra d'ajouter aussi plus de « présence » et de replacer la voix « devant ». Enfin un mixage des différentes sources a été nécessaire pour homogénéiser l'ensemble des niveaux et obtenir une bande son globalement plus équilibrée.



Figure 19 - Phase de mixage et traitements numériques ©C. Bergéat.

Pour ce projet, l'objectif principal était de soulever ce «voile de poussière » qui masquait l'essentiel : les voix de ces 23 actrices et l'émotion singulière qui en émane. Il n'était bien sûr pas question de supprimer toutes traces de ces imprécisions techniques citées plus haut, c'est au contraire ce qui rend ce documentaire authentique. Il s'agissait plutôt d'agir au cas par cas et de s'interroger sur ce qui est vraiment nuisible à l'intelligibilité des voix et ce qui l'est moins. Il faut également s'atteler à ce qu'il n'y ait jamais d'interventions techniques intrusives ou abusives au risque de perdre l'identité artistique et l'âme que la réalisatrice a bien voulu lui donner. Ainsi, les ambiances naturelles en fond sonore qui créent l'intimité et plantent le décor autour des actrices font partie intégrante du documentaire. Cependant l'énergie sonore qu'elles généraient, semblait parfois excessive et non maîtrisée. Celles-ci ont bien sûr été préservées, mais il a été nécessaire de les lisser afin de rendre l'ensemble plus homogène et au service de la voix. C'est donc dans cette optique que toutes les problématiques ont été traitées.



## Notes :

**Archéophone** : créé en France en 1998 par Henri Chamoux, ce dispositif moderne est destiné à la lecture des cylindres phonographiques en cire ou en celluloid produits entre 1888 et 1929. Il permet également une lecture moins invasive et plus respectueuse pour ce support extrêmement fragile. <[https://www.archeophone.org/html/main/archeophone\\_caracteristiques.html](https://www.archeophone.org/html/main/archeophone_caracteristiques.html)>

**Artefacts** : manifestations de motifs sonores numériques indésirables.

**Bande passante** : définit la plage de fréquence qui peut être reproduite/entendue, ex : la plage de fréquence humaine pour une personne en bonne santé est 20Hz-20.000Hz.

**Caoutchouc vulcanisé** : appelé ébonite : rigidification du caoutchouc par un procédé de vulcanisation.

**Coat paper sheet** : procédé de fabrication d'un disque (breveté par le label Columbia en 1924). Le support est ici constitué d'une base en papier, elle-même enduite de gomme-laque mais uniquement en surface, ce qui rend ce procédé moins onéreux.

**Clic** : son parasite transitoire de courte durée, pouvant provenir d'une poussière sur le sillon, d'une rayure au contact de la pointe de lecture.

**DAT (Digital Audio Tape)** : support audio professionnel d'enregistrement et de lecture numérique sur bande magnétique (conçu par Sony à la fin des années 1980).

**Délamellation** : décollement de matière laissant apparaître l'âme en zinc en dessous. Dans la littérature, on trouve également le terme délamination pour décrire le même phénomène.

**Disque à gravure directe** : disque vierge à l'origine, composé d'une âme en zinc, en aluminium ou en verre et recouvert d'un vernis à base d'acétate, puis de nitrate de cellulose. Il a été produit principalement pour la radio TSF à partir de 1929. Les émissions étaient enregistrées en amont grâce à ce disque qui était gravé en direct pour être rediffusé par la suite.

**Distorsion** : altération de la forme d'onde dont les pics sont écrêtés. Sensation de saturation.

**Egalisation fréquentielle** : traitement audio qui permet d'agir sur le niveau sonore d'une fréquence en particulier ou sur une bande de fréquence plus large (graves, mediums, aigus). Il peut s'agir d'atténuer ou de couper littéralement des fréquences ou bandes de fréquences indésirables, soit d'amplifier des zones spécifiques afin de les mettre en avant.

**Filtre coupe-bas** : atténue les fréquences en-dessous de la fréquence de coupure (seuil) déterminée par l'opérateur du son.



**Filtre coupe-haut** : atténue les fréquences au-dessus de la fréquence de coupure (seuil) déterminée par l'opérateur du son.



**Filtre notch** : équivalent d'un filtre «en cloche», mais très sélectif permettant d'isoler une fréquence parasite très précisément.



**Fréquence fondamentale** : correspond à la plus basse fréquence produite par la vibration d'un objet sonore (parasite, instrument, voix...).

**Gomme-laque (ou Shellac)** : substance obtenue à partir de la sécrétion d'un insecte asiatique et d'un mélange de poudre d'ardoise servant de base pour la surface d'un 78 tours. Fragile, ce matériau nécessitait une gravure de sillon très large (environ 4 fois celle d'un microsillon sur disque vinyle) et donc une pointe de lecture adaptée.

**Harmoniques** : sont des multiples de la fréquence fondamentale qui permettent de définir le timbre caractéristique de tel ou tel instrument par exemple.

**Piste mono** : piste sonore constituée d'un seul canal audio.

**Pleurage** : déformation de la hauteur du son d'origine due à une fluctuation de la vitesse.

**Rapport signal/bruit** : relation entre le signal audio souhaité et le bruit de fond indésirable dans un enregistrement audio.

**RIAA** : Recording Industry Association of America

**Ronflette** : bruits émanant de perturbations électriques ou électroniques avec une fréquence fondamentale autour de 50 HZ en Europe et 60 HZ aux Etats-Unis.

**Rumble** : mot anglais désignant un bruit sourd situé principalement dans les basses fréquences et généré par des vibrations mécaniques inhérentes au fonctionnement d'une platine disque.

**Son (bruit) transitoire/impulsionnel** : évènement sonore de très courte durée.

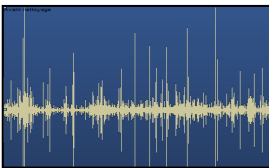
**Souffle** : bruit diffus composé de hautes fréquences, provenant du contact entre la pointe et le sillon du disque.

**Stylus** : mot anglais désignant la pointe de lecture.

**Timbre** : ensemble de caractéristiques du son qui permet de reconnaître un instrument ou une voix et qui définira leur identité sonore.

**Voice-over** : signifie « voix au-dessus » en français. Technique de voix off souvent utilisée dans l'univers audiovisuel. La voix d'origine est souvent gardée en fond sonore tandis que la voix traduite (un peu plus forte) est superposée par-dessus l'originale.

**Waveform audio** : représentation graphique du son qui permet de visualiser les variations d'amplitude du signal audio.



## Bibliographie

Burrow T. *La fabrique du son : la première histoire visuelle de l'enregistrement sonore*. Paris : Textuel, 2017, 349 p. Trad. de : *The art of sound*.

Calas M. F., Fontaine J. M. 1996. *La conservation des documents sonores*. Paris : Cnrs, 203 p. (Conservation du patrimoine)

Lesueur D. 2004. *L'histoire du disque et de l'enregistrement*. Chatou : Carnot ; New-York : Carnot USA books, 175 p.

Nguyen T. P., Verrier L., Carou A. & Bouvet S. 1994. «Mise au point d'une technique de nettoyage préalable à la numérisation des disques à gravure directe», *Support Tracé*, 4, p. 56-62.

Rumsey F., McCormick T. & Bourre J. P. 2002. *Son & enregistrement*. Paris : Eyrolles, 442 p.

**En savoir plus** sur le film documentaire réalisé par Delphine Seyrig «Sois belle et tais-toi»

[Sur X](#) : Centre audiovisuel Simone de Beauvoir

[VANITY FAIR](#) : Cinéma : pourquoi il faut (re)voir «Sois belle et tais-toi» de Delphine Seyrig, un manifeste féministe pré #MeToo

[FRANCE CULTURE](#) : "Sois belle et tais-toi !" de Delphine Seyrig : pourquoi (re)voir ce film précurseur de #MeToo : *épisode 6/7* 16 fév. 2023, 53 mn.

## Contact

[cedric.bergeat@bnf.fr](mailto:cedric.bergeat@bnf.fr)