ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MÉTIERS DE L'IMAGE ET DU SON

La femis | membre de PSL

ENREGISTRER UNE SÉQUENCE MUSICALE EN DIRECT AU SEIN D'UNE OEUVRE AUDIOVISUELLE

apprendre à mélanger le monde du cinéma et celui de la prise de son musicale



Sacha Mikoff

Promotion Son 2020

Sous la direction de Valérie Deloof et Jean-Pierre Laforce

06.11.52.14.14
sacha.mikoff@hotmail.fr

SOMMAIRE

INTRODUCTION……**4**

I. ADAPTER LA PRISE DE SON À LA MUSIQUE ET À L'IMAGE……**7**

1. Comprendre et préparer une séquence musicale avant d'aborder les questions techniques.……**8**

a. Le travail avec les musiciens……8
b. Le travail sur les instruments……11

2. Appréhender et traiter l'acoustique d'un décor……**12**

a. L'influence psycho-acoustique d'un lieu pour un interprète……12
b. Définitions de quelques notions d'acoustique……14
c. Traitements acoustiques envisageables dans des conditions de tournage……16

3. Utiliser le matériel technique approprié à la prise de son musicale……**18**

a. La différence de dynamique entre le dialogue et la musique……18
b. La réponse en fréquence……20
c. La prise de son de proximité (close miking)……22
d. La prise de son au couple stéréophonique……23
e. La prise de son multicanal……26

4. La prise de son « invisible »……**29**

a. La miniaturisation des microphones……29
b. La transmission en hautes-fréquences……30

5. De la théorie à la pratique……**33**

a. Essais dans différents cas de figures……33
b. Conclusion des essais……37

6. Parallèle avec mon film de fin d'études……**38**

7. Conclusion de la première partie……**40**

II. COMMENT LA PRISE DE SON S'ADAPTE À LA MISE EN SCÈNE……41

1. ***En quoi le découpage influence la façon dont un ingénieur du son aborde une séquence musicale ?……42***

   a. *La temporalité de la musique contre celle du cinéma……42*
   b. *Proposer un retour son aux musiciens ……43*

2. ***La prise de son en rapport à l'image……44***

   a. *La distance au musicien……44*
   b. *Écrire, repérer et découper l'acoustique……47*
   c. *Cadre et stéréophonie……49*
   d. *Le mouvement……50*

3. ***Quand la prise de son studio prend le dessus……52***

4. ***L'émotion dans l'imperfection ……53***
5. ***Conclusion de la deuxième partie……54***

III. PENSER LA PRISE DE SON POUR LA CHAINE DE POST-PRODUCTION……56

1. ***La gestion d'un enregistrement multipiste sur le tournage…… 57***

   a. *L'économie de moyens : l'utilisation d'un seul enregistreur……57*
   b. *Récupérer le signal d'un microphone de différentes façons……58*
   c. *Le réseau DANTE……59*
   d. *L'utilisation simultanée de plusieurs enregistreurs……62*
   e. *Différencier l'équipe son « cinéma » de l'équipe son « musique »……65*
   f. *Étude de cas « extrêmes » !…… 66*

2. ***Les conséquences d'un enregistrement musical pour la post-production…… 69***

3. ***Recréer l'acoustique d'un décor…… 71***

   a. *Le principe de la réverbération par convolution…… 71*
   b. *L'utilisation de la réverbération par convolution pour des séquences musicales…… 72*

4. ***Les alternatives à la prise de son direct pour des séquences musicales…… 74***

   a. *L'enregistrement « In situ »……74*
   b. *L'enregistrement fait en studio……75*

CONCLUSION…… 77
REMERCIEMENTS…… 79
BIBLIOGRAPHIE……80

INTRODUCTION

Rares sont les films où les scènes musicales sont tournées en son direct. Pour cause, ce genre de séquences « atypiques » nécessitent une organisation différente, une équipe adaptée, des musiciens capables de jouer en live sans que ça ne soit re-enregistré en post-production, mais surtout : du temps. Malgré cela, quelques oeuvres audiovisuelles arrivent à sortir du lot, car le fait d'être tournées en son direct n'est pas une éventualité mais une nécessité. Bertrand Tavernier confirme cela lorsqu'il parle de la prise de son de son film « *Autour de Minuit* », mettant en scène Herbie Hancock et Dexter Gordon : « *Il me semblait impossible de faire un film sur le jazz si je ne me mettais pas dans le même état de danger que les musiciens eux-mêmes. Je voulais donc que le film soit enregistré en son direct* »[1]

Lorsque j'ai eu l'envie d'écrire ce mémoire autour de la prise de son musicale en directe et que parallèlement, j'ai remarqué les moyens que cela nécessitait, j'ai compris que la question de sa pertinence devait être interrogée. Je pense que toutes les séquences musicales n'ont pas la nécessité d'être enregistrées en son direct. En effet, il existe dans certains cas des solutions plus simples et moins onéreuses.

En revanche, qu'aurait donné le film « *Autour de Minuit* » si il n'avait pas été enregistré en son direct ? Il est difficile d'imaginer Bertrand Tavernier demander à Dexter Gordon de mimer un solo de saxophone durant trois minutes afin de pouvoir filmer cette séquence en playback. La musique jouée en live est semblable à la performance qu'un acteur pourrait avoir face caméra : chaque prise est différente et apporte des nuances et des propositions qui ne seront jamais deux fois les mêmes, et si le désir d'un metteur en scène est de filmer cette spontanéité, d'avoir une trace de la performance livrée en live, il est alors pertinent d'adapter un dispositif technique à cette intention de mise en scène.

Lorsque j'ai parlé avec Raphaël Sohier[2] - monteur son du film « *Woman at War* » - de la pertinence d'une prise de son musicale en direct, voici ce qu'il m'a répondu : « *Il y a quelque chose qui est lié à la vérité. Dans « Woman at War » on ne cherche pas à savoir ce qui est vrai ou faux. J'ai l'impression que la force de ce film c'est qu'on ne se pose jamais la question de ce qu'on entend. Ca devient évident que ce que l'on voit c'est ce que l'on entend, on passe outre la technique et on ne se pose plus la question.* »

Il est nécessaire de se demander pourquoi un metteur en scène a besoin d'une séquence musicale en son direct. Pour certains cinéastes, avoir de la musique dans une scène et l'inclure volontairement dans le jeu a un sens. La musique a un rythme, un temps, une ambiance… Si la

[1] Citation de Bertrand Tavernier, suite à un entretien avec Thierry Maligne pour son livre « Filmer le Jazz »

[2] Entretien réalisé avec Raphaël Sohier à Paris, Février 2020

musique est incluse dans le jeu, on connecte alors la temporalité de la musique qui est hors du cinéma, à la temporalité des personnages, à leurs actions.

Comme dirait Erwan Kerzanet[3] à propos de « *Holy Motors* » : « *Donc qu'est-ce que veut dire le fait d'avoir de la musique en son direct ? C'est le témoignage que ça a lieu dans le réel. Il n'y a rien de plus jouissif que de te dire « j'ai rêvé de ça » et de lui donner une existence. Le fait que tu fasses du live donne une consistance, une énergie qui vient du vrai, qui donne accès au réel. Le direct, le live, ça donne le sentiment de participer, de passer par la tête de l'interprète* »

Ce qui est passionnant dans la prise de son musicale à l'image, c'est qu'elle cherche à répondre aux exigences de la prise de son musicale « habituelle » faite en studio, mais doit également s'adapter à des contraintes liées à l'image, tout en allant dans le sens de la mise en scène. En ça, ce thème est un véritable terrain de jeu pour tout ingénieur du son car il n'existe aucune règle. Lorsque j'ai commencé à effectuer des recherches sur ce sujet, aucun ouvrage n'en parlait clairement. Certains ingénieurs du son parlent de leurs expériences, comme l'excellente interview de Henri d'Armancourt et Guillaume de la Villéon[4] sur la prise de son du titre « *Say Something* » de Justin Timberlake. Mais aujourd'hui, aucun livre n'est entièrement dédié à cela. Ce sujet m'a paru alors intéressant car il était pour moi un véritable terrain d'investigation. La prise de son musicale en direct pose à la fois des questions techniques (*quels outils utiliser pour enregistrer de la musique ? Quel microphone peut s'adapter à la fois à ce que l'on enregistre, mais aussi peut répondre aux contraintes posées par l'image ?*) mais également des questions artistiques (*comment la prise de son peut-elle être un geste de mise en scène ?*).

Nous tenterons dans ce mémoire de comprendre comment la prise de son d'une séquence musicale est abordée dans le but de répondre aux exigences techniques de ce qu'impose ce type d'enregistrement, mais aussi de comprendre comment cela influe sur la mise en scène et l'accompagne.

Dans le but de préciser mon sujet, j'ai fait le choix de n'aborder que les séquences tournées entièrement en son direct, avec un dispositif technique qui se veut « invisible ». C'est à dire que j'aimerais m'intéresser aux séquences où les contraintes de l'image sont maximales, où aucun microphone ne doit dévoiler la présence de l'ingénieur du son. De ce fait, les séquences de concert ou d'enregistrements studios ne sont pas comprises dans mon corpus.

Afin d'enrichir mon mémoire de différents point de vue, j'ai réalisé divers entretiens avec des ingénieurs du son professionnels, mais aussi des monteurs son, afin d'avoir leur avis sur cette question, que ce soit au tournage ou en post-production.

---

[3] Entretien réalisé avec Erwan Kerzanet à Paris, Février 2020

[4] https://fr.audiofanzine.com/prise-de-son-mixage/editorial/dossiers/la-blogotheque-dans-les-coulisses-de-say-something.html

Dans un premier temps, nous tenterons de comprendre les différences fondamentales entre la prise de son de voix parlées ou criées, avec la prise de son musicale afin de définir quels outils seront les plus adaptés. Puis nous chercherons à définir quels moyens existent pour rendre cette prise de son « invisible » et en ça, s'adapter complètement aux contraintes de l'image. Pour appuyer ces propos, j'ai réalisé plusieurs essais avec du matériel adapté à la prise de son musicale invisible.

Dans un second temps, nous utiliserons ces notions techniques pour tenter de comprendre comment utiliser ces outils à des fins artistiques, afin de suivre des intentions de mise en scène. Le film que j'ai eu la chance de réaliser dans mon cursus à la Fémis, « *Alma* », sera un des exemples de réflexions artistiques autour de la prise de son musicale en direct.

Enfin, nous ouvrirons la notion de prise de son musicale aux questions de post-production, dans le but de comprendre ce que cela implique et comment faire pour faciliter au mieux le travail des différents techniciens arrivants après le tournage.

Le but de ce mémoire n'est pas de définir une façon d'aborder une prise de son musicale en direct, mais plutôt de définir de manière non exhaustive les outils existants et adaptés à nos contraintes. Nous verrons aussi les différents aspects de ce type de prise de son en comparaison avec une prise de son « classique » afin de pouvoir donner à un ingénieur du son des clés pour aborder plus sereinement ce type d'enregistrement.

PREMIÈRE PARTIE

ADAPTER LA PRISE DE SON À LA MUSIQUE ET À L'IMAGE

1. Comprendre et préparer une séquence musicale avant d'aborder les questions techniques

a. Le travail avec les musiciens

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, le désir qu'a un metteur en scène de travailler une séquence musicale en son direct peut venir d'une volonté d'avoir accès au réel, via l'interprétation des musiciens. Mais aussi, capter une performance « live » pourrait être comparé à la performance d'un acteur qui jouerait son texte pour la première fois face à la caméra. Ces situations nécessitent certes, un dispositif technique particulier (qu'on détaillera par la suite) mais il ne faudra pas oublier que la réussite d'une séquence musicale vient en grande partie du travail effectué par les musiciens pour traduire avec leur langage, l'émotion que cherche à ressentir le metteur en scène.

Une chose que j'ai eu tendance à négliger sur « Alma », mon film de fin d'études, a été de travailler la séquence finale avec les musiciens en amont du tournage. En effet, dans ce film, la question de la performance live arrive à plusieurs reprises. La première fois avec le personnage principal, Gabrielle, qui joue au piano le thème du film. La seconde fois, avec un groupe de swing qui interprète deux de leurs morceaux sur scène et la troisième fois, avec un batteur et un pianiste qui interprètent le thème pour accompagner le personnage principal mimant le fait de jouer de la contrebasse.

Lorsque j'ai écrit cette dernière séquence, mon attention s'est rapidement fixée sur deux points : **Quelle personne allait interpréter la musique et quel dispositif de prise de son serait le plus approprié ?** Mais je n'avais pas assez anticipé la question de la **performance musicale**. Sachant que le batteur choisi était professeur de batterie depuis plusieurs années, je pensais qu'il allait être évident pour lui d'interpréter le morceau. Lorsque qu'il est arrivé sur le plateau avec le pianiste (qui était un musicien provenant d'un milieu totalement différent, et donc ils allaient jouer ensemble pour la première fois), je lui ai fait écouter le morceau et lui ai dit qu'on allait avoir deux heures pour le répéter et en profiter pour installer le dispositif de prise de son. C'est lorsqu'il a commencé à jouer que j'ai compris que je m'étais trop concentré sur son physique, capital pour la narration, mais pas assez sur ses qualités de musicien. En effet, il savait jouer de la batterie, mais son habitude de jeu et son toucher se rapprochait d'avantage du rock que du jazz. Le thème du film étant composé par un trio de jazz, j'avais du mal à le faire aller vers un style plus fin, plus épuré. Nous avons donc passé beaucoup de temps à travailler cet aspect, mais je sentais qu'il n'était pas très à l'aise et malheureusement, je regrette un peu de ne pas avoir été plus attentif à cette problématique en amont du tournage car je trouve que cela se ressent dans cette séquence.

Avec cette expérience, j'ai compris tout d'abord que la question de la performance musicale équivaut au travail d'un comédien qui répète une séquence avec le metteur en scène.

Deuxièmement, j'ai remarqué que - sauf si la personne jouant de la musique dans le film est un comédien - un musicien n'est pas familier à l'univers d'un plateau de tournage. Il faut se dire qu'ils arrivent généralement pour une seule séquence sur un plateau où tout le monde se connait et que la mise en place d'une séquence de fiction n'a rien à voir avec l'organisation d'un enregistrement en studio, nous verrons cela dans la suite de ce mémoire. Il y a aussi des questions de rapport au cadre, de « jeu », de costumes, de maquillage, de fatigue (dans mon cas, pour des raisons de plan de travail, la séquence en question devait être tournée de nuit). Tous ces facteurs font que le musicien arrive sur le tournage avec des difficultés supplémentaires. Quand on sait que le metteur en scène ne retiendra au final que l'interprétation de ce même musicien, il est important de trouver des solutions pour que lorsqu'il jouera, ce dernier se sente le plus à l'aise possible. Il faut qu'il soit en confiance afin d'oublier qu'il est sur un tournage et ainsi laisser toute son énergie dans l'interprétation du morceau.

Au cours d'un entretien avec Erwan Kerzanet[5] (*ingénieur du son de Holy Motors, Taj Mahal, Annette*), il m'expliqua que lors d'une réunion de pré-production pour le prochain film de Léos Carax « *Annette* », une dramadie musicale, il dit à l'équipe de production: « Si on veut faire une comédie musicale en live – et là on est en train de développer des moyens considérables pour le faire – mais que les acteurs/chanteurs qui arrivent sur le plateau ne sont pas assez bons pour être gardés dans la bande son, alors tout ça devra être refait ensuite et on aura dépensé de l'énergie et de l'argent pour rien. Il faut absolument que quelqu'un suive la préparation des chanteurs en préparation puis en marge du tournage, en suivant un plan de travail parallèle au notre, pour nous assurer qu'ils soient tous prêts le jour J techniquement mais aussi sur l'interprétation. »

Suite à cette demande, une personne fût choisie pour travailler avec les acteurs (Adam Driver, Marion Cotillard…) sur l'interprétation des morceaux, leurs techniques vocales et même parfois sur des techniques de piano pour certaines séquences. Grâce à tout ce travail accompli en parallèle, quasiment tout le son direct du film put être préservé. Seulement deux journées de post-synchronisation ont été nécessaires pour Adam Driver et une journée et demie pour Marion Cotillard.

Je pense que le travail avec les musiciens en amont du tournage est une étape cruciale pour la qualité de la bande son finale du film. Si avoir du son direct retranscrit le désir de filmer le « réel », il faut faire en sorte que ce dernier s'approche le plus possible du fantasme qu'en a le metteur en scène. Je pense également que l'ingénieur du son a un rôle important dans le processus de fabrication d'une séquence musicale. En effet, il est possible qu'un metteur en scène soit extrêmement conscient du travail qu'il faut avoir avec des acteurs pour une séquence de comédie. Cependant il n'est pas rare de ne pas se rendre compte qu'il faut ce même travail pour jouer de la musique ceci afin d'être en place rythmiquement et tonalement, pour au final s'affranchir de questions de mise en place et laisser ainsi toute sa concentration à l'émotion.

[5] *Entretien réalisé avec Erwan Kerzanet à Paris, Février 2020*

Comme je le disais auparavant, un musicien est un artiste qui n'est pas forcément sensibilisé au monde du cinéma, à la fourmilière que peut être un plateau de tournage. La meilleure chose à faire pour le préparer est d'organiser des répétitions et si possible les faire dans des conditions semblables à celles du tournage.

Par exemple, dans le but de préparer au mieux la séquence des accordéons dans « *Holy Motors* », Erwan Kerzanet tint à organiser des répétitions dans un lieu qui ressemblerait acoustiquement au décor qui avait été choisi pour le film : une église. Ils décidèrent donc de répéter dans un gymnase. N'ayant pas le budget pour équiper tous les musiciens d'un retour son indépendant, il fallait qu'ils puissent jouer le morceau et avancer comme un cortège, en s'entendant les uns les autres, au début cela fut très difficile. En effet, pour le batteur qui se situait tout au fond du cortège, entendre les accordéonistes au devant du groupe paraissait impossible, mais petit à petit à force de travail et de connaissance du morceau, chaque musicien trouva le niveau « juste » afin de pouvoir jouer tout en entendant les autres, dans une acoustique qui n'était pas forcément idéale à la production d'un morceau de musique. Erwan profita même que tous les musiciens soient réunis pour apporter plusieurs microphones et tester, écouter les différences entre plusieurs systèmes. Ces répétitions furent extrêmement bénéfiques pour cette séquence, car une fois sur place, Léos Carax put se concentrer sur l'énergie et l'expression des visages plutôt que sur des questions de mises en place techniques.

J'ai moi même expérimenté cet avantage sur mon film avec le groupe de swing en charge de la seconde occurence musicale. J'ai eu la chance d'assister à leur répétition une semaine avant le tournage et pouvoir ainsi travailler avec eux les deux morceaux qui allaient être joués dans le film. Avec moi étaient présents Noëmy Oraison, l'ingénieure du son, ainsi que Arnold Zeilig, le perchman. Cette rencontre fut extrêmement bénéfique, car nous avons pris le temps d'adapter la structure des deux morceaux afin que cela colle au mieux à l'énergie et au rythme de la séquence. Nous avons opté pour un solo de trompette plutôt qu'un solo de guitare, afin que ce soit plus visuel et nous avons même travaillé une partie du morceau qui n'existait pas : Un duo de scat[6] entre le chanteur et le trompettiste. En effet, je savais que je voulais traduire un sentiment de malaise, d'étrangeté par la musique. Je leur ai donc proposé d'inventer une partie où ils feraient à tour de rôle un solo face caméra, comme s'ils s'adressaient au personnage du film. Nous avons pris beaucoup de plaisir à imaginer cette séquence ensemble et je suis très satisfait du résultat final.

[6] *Style vocal propre au jazz, chant sur des syllabes arbitraires.*

b. Le travail sur les instruments

Un autre point que j'aimerais aborder sur la préparation d'une séquence musicale est le choix des instruments. En effet, sur la préparation de la séquence finale de « *Alma* », nous avons passé un moment avec le batteur et l'ingénieure du son à tester plusieurs baguettes pour écouter quel était le rendu le plus intéressant pour l'équilibre piano / batterie. En effet, des baguettes « classiques » provoquaient un son trop puissant dans le salon, et excitaient trop l'acoustique de la pièce. A contrario, des balais donnaient un son trop faible et manquaient d'énergie. Notre choix s'est alors porté sur des baguettes en brins de paille (*Cf. photo 1.b*) qui donnaient un parfait équilibre entre attaque et niveau sonore atténué.



1.b - Baguettes de batterie « Broomsticks » de la marque, faites avec des brins de paille.

Un autre travail fut celui de « casser » la résonance des cymbales en accrochant… du papier toilette sur le côté inférieur de la cymbale. Cette technique existe avec du tissu, mais faute d'en avoir sous la main nous avons fait avec ce que nous avions. Le papier absorbe ainsi une partie des vibrations et limite le niveau sonore de la cymbale dans la pièce. Nous avons opéré cette même technique sur les fûts (toms et caisse claire), qui prenaient trop de place dans l'équilibre piano / batterie. Une fois la batterie atténuée, ce fut au tour du piano ! Nous avions demandé à ce qu'il soit accordé juste avant le tournage. Le seul problème était la pédale qui grinçait, mais un simple coup de WD40 suffit à faire taire le grincement dysharmonieux.



Séquence finale de mon film de fin d'études « Alma ». Les papiers étant accrochés sous les cymbales et les fûts, le résultat s'entend mais ne se voit pas !

Lorsque j'ai demandé à Pierric Guennegan[7] ce qu'il ferait autrement si il avait plus de temps et de moyen, à propos de l'enregistrement d'une séquence musicale, il m'a répondu : « *J'assisterai d'avantage aux répétitions !* ». Cela démontre bien que la technique est une chose, mais ce qu'il ne faut pas oublier dans la musique, c'est qu'il s'agit avant toutes choses d'humains et d'émotions véhiculées.

Pour bien réfléchir une prise de son, il faut comprendre la nature de ce que l'on compte enregistrer. Nous avons vu qu'il est fondamental d'avoir la confiance des musiciens afin de se concentrer sur l'essentiel. Mais il est également primordial pour un ingénieur du son de comprendre l'oeuvre qu'il va enregistrer et comment elle sera interprétée. La prise de son consiste aussi à faire des choix esthétiques. Dans la suite ce ce mémoire, nous verrons qu'un couple de deux microphones à l'espacement très large n'aura pas le même rendu qu'une prise de son multi-microphonique et il est important de comprendre que les moyens doivent s'adapter à la finalité mais que cette finalité ne doit pas dépendre des moyens.

Nous tenterons dans la suite de ce mémoire de comprendre comment traduire les intentions d'un metteur en scène, afin d'élaborer un dispositif technique adapté au mieux à la façon dont il imagine une séquence musicale.

2. Appréhender et traiter l'acoustique d'un décor

a. L'influence psycho-acoustique d'un lieu pour un interprète

« Quand tu enregistres de la musique en direct, il faut qu'il y ait une adéquation entre la musique jouée et le lieu où tu es. Si un orchestre symphonique joue dans une église, tu n'entendras rien, si tu écoutes un quatuor à cordes dans un bus, c'est pas génial »[8].

La musique a un rapport étroit avec l'acoustique. Depuis la nuit des temps, l'écriture musicale est pensée pour être interprétée dans un endroit précis. La musique de chambre, comme son nom l'indique, est destinée à être jouée dans l'intimité des intérieurs de nobles. A l'opposé, un orgue ne peut sonner qu'avec la longue réverbération d'une église.

D'après Christian Hugonnet et Pierre Walder dans leur livre intitulé « *La prise de son stéréophonique* », un instrument de musique a besoin d'un minimum de réverbération pour bien sonner. Un guitariste aura l'impression de mieux jouer en mettant de la réverbération sur son amplificateur, un flutiste préférera s'échauffer dans une cage d'escalier ou un couloir réverbérant avant de rentrer sur scène. En effet, un instrument acoustique est rarement conçu pour être écouté de trop près. Si vous écoutez un violon à moins de vingt centimètres des

[7] *Entretien réalisé avec Pierric Guennegan à Paris, Février 2020*

[8] *Entretien réalisé avec Erwan Kerzanet à Paris, Février 2020*

cordes, le son paraîtra sec et chirurgical, voir aggressif. La plupart des instruments acoustiques ont besoin de vivre dans une pièce afin de sonner de manière plus agréable. A contrario, si plusieurs musiciens jouent en même temps dans un endroit avec un temps de réverbération trop long, il sera difficile pour eux de s'entendre convenablement, étant donné le capharnaüm généré par l'acoustique du lieu dans lequel ils jouent.

Durant la construction du décor du film « *Autour de Minuit* » de Bertrand Tavernier, Herbie Hancock passa sur le plateau et dit au chef décorateur : « J'espère que vous penserez au son, car quand je joue du piano, j'ai surtout besoin d'entendre la contrebasse. J'ai besoin d'entendre les espaces sonores très précisément car c'est là dessus que je vais m'appuyer », ce à quoi, Alexandre Trauner répondit : « Je connais les problèmes du son, j'ai fabriqué les décors du premier film français parlant ». Quand Herbie Hancock revenu quelques semaines plus tard pour essayer le piano, il dit: « Si seulement tous les clubs de jazz pouvaient sonner comme ça, notre vie serait plus belle ». [9]

C'est pour moi un des rôles majeurs de l'ingénieur du son, que de s'assurer de la cohérence entre musique et acoustique. Dans une équipe de tournage, il est un des seuls à avoir une réelle conscience de ce que l'acoustique d'une pièce peut avoir comme incidence sur la performance musicale et le rendu sonore.

Pour exemple, sur le TFE Réalisation d'une étudiante de ma promotion sur lequel j'étais ingénieur du son, était prévu une séquence où une chorale devait interpréter un morceau de Hector Berlioz. À la base, la séquence devait être tournée dans un gymnase ayant une acoustique tout à fait cohérente avec style de musique jouée. Ayant assisté aux repérages, je savais que le temps de réverbération de cette pièce n'était pas trop long (à l'inverse de ce que l'on pourrait s'imaginer en pensant à ce type d'espace). De plus, ce lieu étant l'espace de répétition de la chorale, les musiciens étaient habitués à son acoustique et à la façon dont leurs voix se mélangeaient harmonieusement. Malheureusement, au dernier moment pour des contraintes d'image et de production, la réalisatrice décida de ne plus tourner cette séquence dans le gymnase, mais dans une salle de cinéma (la salle Renoir de La Fémis). J'ai directement averti mon équipe qu'il serait beaucoup plus difficile pour les musiciens de chanter dans une acoustique aussi mat que celle de la salle Renoir et que le rendu serait beaucoup plus sec et moins mélodieux.

Bien que soutenu par le monteur son et la mixeuse du film, nos voix ne furent pas entendues et la séquence se tourna en salle Renoir. Finalement, en plus d'avoir l'impression d'être privés de leur espace habituel de répétition, aucun chanteur ne chanta juste et un enregistrement dût être refait après le tournage dans leur gymnase, afin de remplacer tout ce qui avait été enregistré en direct par un re-recording.

---

[9] *Anecdote issue du livre de Thierry Maligne « Filmer le Jazz »*



Plan de la chorale, du film « *Une obscure dissonance du désir* » de Miao Yu

Je n'ai aucune rancoeur quant à cette expérience, mais cela m'a appris à m'écouter d'avantage et savoir être plus ferme quand cela est nécessaire. Si le matériel du second enregistrement avait été payant, cette « erreur » aurait eu un coup important pour la production (location d'un Cantar X3, environ sept microphones Schoeps, etc…). J'ai aussi compris que sur des séquences musicales, l'ingénieur du son était l'un des seuls à pouvoir faire la passerelle entre les musiciens, l'équipe de production et la mise en scène.

b. Définitions de quelques notions d'acoustique

Après avoir expliqué quelles étaient les conséquences d'une acoustique inadaptée pour les musiciens et pour le rendu final de l'enregistrement, il me semble intéressant de comprendre plus théoriquement la relation entre une source sonore et l'acoustique d'un lieu.

Dans une salle, les chemins parcourus par une onde sonore sont multiples. Imaginons qu'un violoniste joue en plein milieu d'un hangar :

- Dans un premier temps il va y avoir ***l'onde directe***. La clarté est due au son direct qui est porteur de l'information *utile,* on peut apparenter cela à de la précision.
- Dans un second temps, il y aura ***la première réflexion*** qui sera l'onde réfléchie ayant suivi le plus court chemin pour arriver jusqu'aux oreilles de l'auditeur.
- Ensuite il y aura ***toutes les autres réflexions*** (2,3,4…) qui seront de plus en plus rapprochées entre elles, avec une énergie qui diminuera en fonction de la distance parcourue, le nombre de réflexions et la nature des matériaux rencontrés.
- Et enfin, les innombrables réflexions qui deviendront indissociables et qui forment ***le champ diffus***.

Par conséquent, à l'emplacement de l'auditeur, deux champs sonores se superposent :

- Le **champ direct**, comprenant l'onde directe.
- Le **champ réverbéré**, comprenant les premières réflexions et le champ diffus.

Ces deux champs vont former le **champ global**.

Il faut savoir que lorsqu'un violoniste joue, on appellera « **intensité du champ direct » (dB)** le niveau non réverbéré de son violon. Ce dernier, décroit de 6 dB par doublement de la distance. C'est à dire que si à 1m, ce violoniste produit un son direct de 60 dB, à 2m il sera égal à 54 dB et à 10m environ 40 dB. En revanche, l'intensité du **champ réverbéré (dB)** (premières réflexions + champ diffus) restera constante. La distance à laquelle l'intensité du champ direct est identique à celle du champ réverbéré est appelée la **distance critique**. Cette notion est importante et sera utilisée plus tard dans ce mémoire, par exemple, pour le placement d'un couple stéréophonique dans une salle.

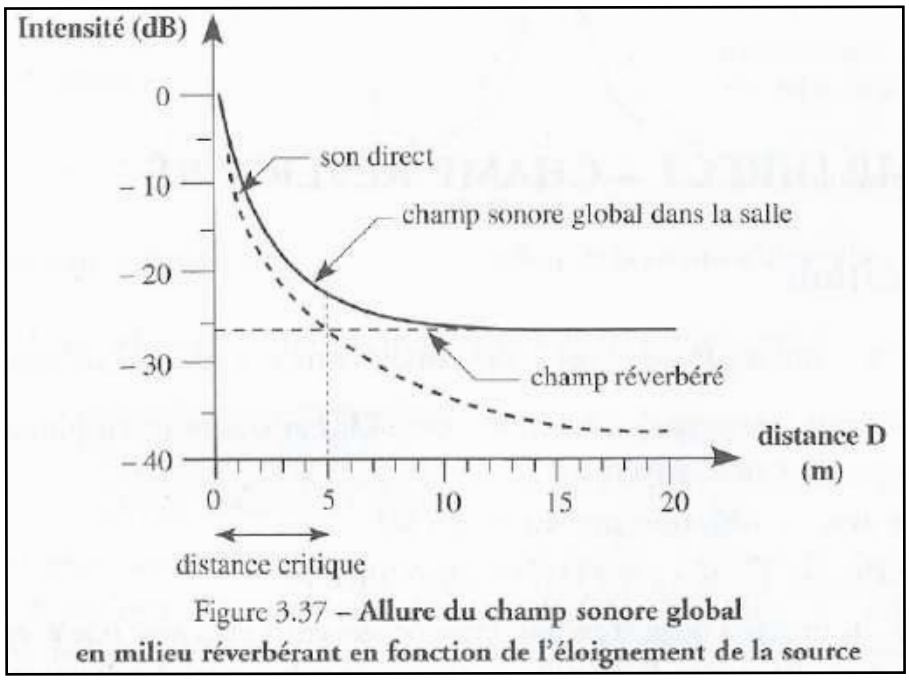


Figure 3.37 – **Allure du champ sonore global en milieu réverbérant en fonction de l'éloignement de la source**

Figure tirée du livre « La prise de son stéréophonique » de Christian Hugonnet et Pierre Walder

Un autre phénomène acoustique qu'il est important de connaitre lorsqu'on aborde une prise de son musicale dans une salle est celui de la **fréquence propre**. Les « fréquences propres » sont les fréquences de vibration naturelle de la salle auxquelles correspondent des **ondes stationnaires**.

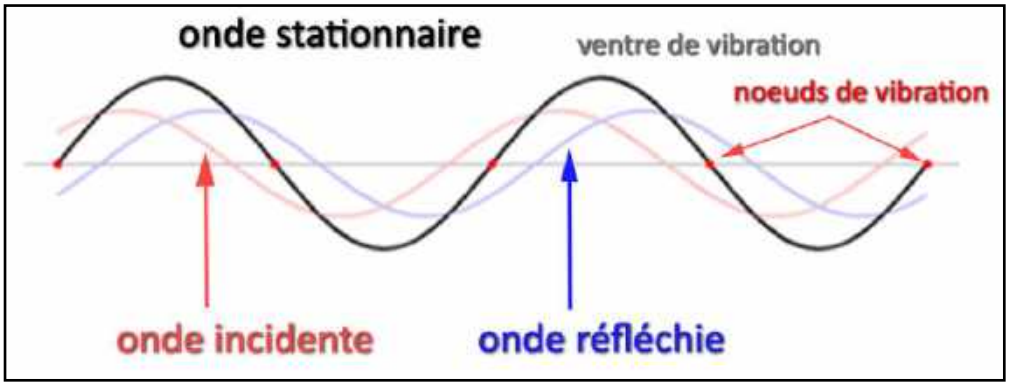


Schéma d'une onde stationnaire

Etant donné que **f = c / λ** (*f= fréquence; c=célérité du son; λ= longueur d'onde*), si une pièce a deux murs parallèles de 3,4m de distance, alors la fréquence de l'onde stationnaire sera de 100 Hz. Ce qui veut dire que si un auditeur se dispose à un noeud, alors il n'entendra plus aucune fréquence de 100 Hz provenant de la source. Si il se dispose à un ventre, il entendra un surplus au niveau de 100 Hz.

Ces ondes stationnaires apparaissent dans une salle ayant plusieurs dimensions identiques (l=L=h), mais également dans une salle où les dimensions sont des multiples d'autres (par exemple : 20m x 40m x 10m). Pour supprimer les résonances marquées, le mieux est de proscrire les parois parallèles.

Cependant, sur un décor de tournage il n'est pas toujours possible de décider du parallélisme des murs. Pour nous, il est intéressant de savoir comment travailler l'acoustique d'un lieu de manière rapide et efficace lorsque l'on arrive sur un décor qui peut être source de problèmes d'acoustique.

c. Traitements acoustiques envisageables dans des conditions de tournage

« Comme matériel je venais seulement avec un micro et un Nagra. Par contre j'avais un caddie entier de moquettes et de borniols[10] »[11]

Les notions d'acoustiques vues précédemment démontrent une chose : il est important pour un ingénieur du son d'assister aux repérages des décors, afin de pouvoir se rendre compte de ce type de problème. Imaginons qu'un metteur en scène veuille filmer un trompettiste dans un endroit ayant un temps de réverbération beaucoup trop important, il est intéressant d'être conscient de cette problématique pour qu'au tournage, l'ingénieur du son ramène de quoi travailler l'acoustique du lieu.

Il existe plusieurs axes de réflexions : soit le temps de réverbération est trop long et donc il peut être difficile pour les musiciens de jouer un morceau avec beaucoup de notes ou beaucoup d'instruments sans que cela soit vite confus, soit le temps de réverbération est trop court, alors l'acoustique devient trop sèche et il faut alors trouver une solution pour « agrandir » l'espace.

Lorsque le temps de réverbération est trop long, il est possible de « casser » l'acoustique en pendant du borniol au plafond, parallèle au sol. Mais aussi en le tendant hors-champ, à la verticale, avec l'aide des machinistes, afin que le tissu absorbe les réflexions. Pierric Guennegan utilise le tissu des sièges de voiture, d'après lui c'est léger et très efficace pour absorber des ondes gênantes. La pose de moquette au sol peut être une solution très intéressante pour

---

[10] Tissu noir épais, de coton ou de velours

[11] Entretien réalisé avec Pierric Guennegan à Paris, Février 2020

limiter les réflexions du plancher, en revanche il faut toujours écouter avant de valider une installation, car la mise en place de surfaces absorbantes à proximité des sources peut nuire à la clarté du champ direct.

Il est possible également d'installer de la laine de roche, mais cela demande des moyens plus complexes. Cependant, cela peut-être une solution si un décor doit être fabriqué en plateau et qu'il est possible de travailler en collaboration avec l'équipe de décoration pour qu'ils s'occupent d'installer ce matériel pendant la construction du décor.

En revanche, si un décor est trop sec et que la musique a besoin de plus de réverbération, il faudra dans un premier temps enlever tous les éléments absorbants (tissus, tableaux, meubles..) et par la suite introduire des surfaces réfléchissantes : par exemple, des tables renversées peuvent faire de très bon panneaux de bois.
Tout ce travail sur l'acoustique d'un décor est très intéressant, voire inévitable, si la prise de son



Installation de panneaux absorbants sur un tournage - Photographie trouvée sur internet

se fait dans les mêmes conditions que l'écoute humaine : avec deux microphones et à une distance définie par le cadre. En revanche, il existe un moyen de s'affranchir de l'acoustique quand elle n'est pas favorable au style de musique joué : **l'utilisation de microphones de proximités**.

En effet, ils capteront d'avantage le son direct ainsi que les premières réflexions, mais tout ce qui concerne le champ réverbéré sera évité grâce à la faible distance entre la source et le microphone. Le travail de l'ingénieur du son sera alors d'utiliser ses connaissances sur les microphones pour pouvoir utiliser les meilleurs outils en fonction des instruments qui seront enregistrés.

3. Utiliser le matériel technique approprié à la prise de son musicale

Il me semble important de préciser que ce mémoire ne sera pas un livre de recettes sur la prise de son musicale au cinéma. A chaque instrument correspond une infinité de choix et de placements de microphones et c'est en ça que la subjectivité d'un ingénieur du son est un atout pour la mise en scène du film. Car en fonction de ce qu'il interprétera d'un désir de mise en scène, il adaptera ses connaissances techniques à la finalité qu'il cherche à atteindre. En partant de ce principe, aucune prise de son ne se ressemblera et ainsi aucun film ne véhiculera la même émotion.

Afin d'écrire cette partie, je me suis intéressé à plusieurs ouvrages : « *La prise de son stéréophonique* » écrit par Christian Hugonnet et Pierre Walder, « *Techniques de prise de son* » de Robert Caplain, et « *Le son au cinéma et dans l'audiovisuel* » de Bernard Guiraud. Ces trois livres expliquent très bien les multiples façons de positionner un microphone sur un instrument. Ce qui m'intéresse dans mon mémoire, c'est de comprendre les caractéristiques techniques des microphones afin de savoir pourquoi en choisir un plutôt qu'un autre.

Mais il faut savoir qu'après la théorie, il y a la pratique et qu'il est important de se dire qu'un dispositif tant qu'il n'a pas été testé, n'est pas voué à être le meilleur choix possible. J'ai donc en parallèle de mes recherches théoriques, fait des essais avec différents microphones, dans différents cas de figures.

Nous allons d'abord tenter de comprendre les différences fondamentales entre les caractéristiques d'une voix parlée - comme il est habituel d'enregistrer au cinéma - et les caractéristiques d'une voix chantée ou d'un instrument de musique.

Ensuite, nous tenterons de découvrir quels moyens techniques peuvent permettre d'adapter notre prise de son aux contraintes du cinéma et comment les outils dont nous disposons habituellement en tournage peuvent être utilisés en musique.

a. La différence de dynamique entre le dialogue et la musique

La première chose à laquelle il faut penser lorsqu'on aborde une prise de son musicale, c'est qu'une voix parlée ne se comporte pas de la même façon qu'une voix chantée, pas plus qu'une batterie ou que n'importe quel autre type d'instrument. Avec la parole, le niveau moyen d'un dialogue se situe à environ **45 dB SPL**[12]**.** Les niveaux les plus faibles (voix chuchotée) seront proches de 30 dB SPL et les niveaux les plus forts (voix criée) seront aux alentours de 80 dB SPL.

[12] *SPL : Sound Pressure Level; le niveau de pression acoustique*

Dans ce cas, la différence entre les niveaux les plus faibles et les plus fort est donc de 50 dB SPL : c'est ce qu'on appelle ***la dynamique***.

Mais prenons l'exemple d'un instrument de musique ayant un fort niveau acoustique : la batterie. Un coup de caisse claire engendre une crête de **137 dB SPL**. Si le metteur en scène décide de faire un gros plan sur une caisse claire, percher avec un microphone statique (couramment utilisé sur une perche) peut représenter un risque, car le niveau de la caisse claire peut faire saturer la membrane du microphone. Même en baissant le gain, le son sera saturé à la prise.

La marque de microphone Danoise « DPA » a mis en ligne des essais de différents microphones sur un enregistrement de trompette. Sur cet enregistrement, nous pouvons constater le résultat d'un microphone inadapté à de hauts niveaux SPL :



Pour écouter [13]

La solution à ce problème est d'utiliser des technologiques conçues pour des hautes pressions acoustiques. Il en existe plusieurs :

- L'utilisation d'un **microphone dynamique** (*ex: Shure SM57, Beyer M88*)
- L'utilisation d'un microphone possédant un **atténuateur** (*ex: Neumann KM140*)
- L'utilisation d'une variante « **Lo-Sens**[14] » d'un microphone existant (*ex: DPA 4061*)

Si le choix du microphone est cohérent par rapport au niveau SPL de la source, alors le résultat sera bien meilleur. Voici un exemple de ce même enregistrement de trompette, avec un microphone adapté :



Pour écouter [15]

[13] *https://soundcloud.com/dpamicrophones/fluegelhorn-close-miked*

[14] *Lo-Sens = Low Sensibility = Basse sensibilité*

[15] *https://soundcloud.com/dpamicrophones/fluegelhorn-close-miked-fair*

Il est possible qu'à l'inverse, si le microphone choisi est adapté à de hautes pressions acoustiques, mais que la source dégage un niveau SPL trop faible, le bruit propre créé par le microphone lui même polluera le signal.

Que faire alors quand la source que l'on veut enregistrer fluctue entre un niveau SPL faible et un niveau SPL fort ? Existe-t-il de telles sources ? La réponse est : oui, évidemment ! La voix chantée est un très bon exemple. En chant, on peut passer du pianissimo, situé autour de 40 dB, au fortissimo pouvant atteindre 120 dB, voire 130 dB pour les voix d'opéra. Ce qui nous donne une dynamique d'environ **90 dB**. Il faut donc pouvoir à la fois aller chercher des petits sons précis, mais aussi encaisser de forts niveaux sonores. Il est alors possible de placer un microphone sur notre chanteur dans le but d'enregistrer les chuchotements ou les respirations et de percher avec un microphone dynamique (par exemple, le Beyer M88) afin de pouvoir s'adapter à de forts niveaux SPL.

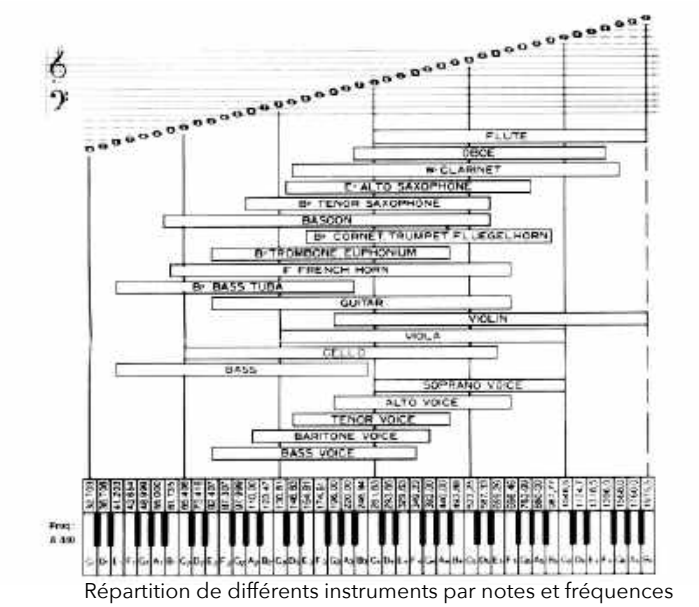
Une autre solution, utilisée par Erwan Kerzanet sur une séquence de « *Holy Motors* », où Kylie Minogue chante dans la Samaritaine, est de poser deux HF (*voir partie I.4.b*) sur la chanteuse. Un HF haute sensibilité et un HF basse sensibilité. Ainsi, lors des parties fortissimo, il suffit de fermer le microphone haute sensibilité, qui alors saturera et de garder que le microphone basse sensibilité. Le choix de mettre deux HF plutôt qu'un seul additionné d'une perche a été fait, car pour des raisons de cadre (la séquence a été filmée avec deux caméras, un gros plan et un plan très large, la perche aurait été trop loin pour le gros plan).

Si jamais le budget du film ne permet pas d'avoir d'autres choix qu'une perche, il faudra alors prendre de la distance avec la source sonore. Etant donné que **le niveau acoustique d'une source diminue de 6 dB à chaque fois que la distance est doublée**, il suffit de reculer jusqu'à ce que la membrane du microphone ne sature plus. En revanche, cela présente le risque d'avoir un rendu sonore avec trop de champ réverbéré et pas assez de champ direct, ce qui se traduirait par un manque de présence et de clarté.

b. La réponse en fréquence

La fréquence moyenne de la voix parlée est de 130 Hz chez les hommes et 210 Hz chez les femmes. Au cinéma, les microphones utilisés ne sont généralement pas très généreux dans les basses fréquences (en dessous de 100 Hz) car ce sont des fréquences que nous ne retrouvons pas dans la voix humaine. Par exemple, pour la série des microphones KM140 / KM150 de chez Neumann il y a une atténuation des basses fréquences à partir de 400 Hz, jusqu'à 12 dB d'atténuation à 40 Hz.

En musique, la plupart des instruments ne descendent pas aussi bas, mais il y a évidemment des exceptions. Par exemple, la grosse caisse : le corps[16] du son se situe à 60/80 Hz. Pour la contrebasse, la corde la plus grave représente une fréquence de 41 Hz (mi 0).



Répartition de différents instruments par notes et fréquences

A chaque microphone correspond une courbe de réponse en fréquence : **elle représente la variation de sensibilité d'un microphone en fonction de la fréquence d'un son**. Cette mesure est faite dans l'axe du microphone, en champ libre. On fixe généralement la référence 0 dB par rapport à la valeur mesurée à 1000 Hz. La courbe théorique serait une droite horizontale, mais en pratique certains microphones sont plutôt adaptés à des basses fréquences tandis que d'autres sont plus adaptés aux hautes fréquences.

Il faut donc adapter le microphone à l'instrument que l'on souhaite enregistrer. Il existe des microphones conçus spécialement pour la bonne restitution des basses fréquences. Par exemple, le D112 de la marque AKG possède une solide réponse en fréquence en dessous de 100 Hz, il est donc idéal pour l'enregistrement d'une grosse caisse.

Un autre système de microphones intéressant pour la prise de son de basses fréquences (et qui est aussi plus discret, cela peut être un avantage pour le cacher à l'image) sont les microphones de surfaces, appelés également « **PZM (Pressure Zone Modulation**)» (*Cf.Photo 3.b.1*). Ce sont des microphones plats, qui fonctionnent mieux lorsqu'ils sont placés sur une surface plane. Une fois que le son produit par une source sonore, percute la surface sur laquelle est posée le PZM, ce dernier capte alors les vibrations générées, tandis que le diaphragme crée une charge électrique transmise ensuite au préamplificateur. Ces microphones sont généralement utilisés à l'intérieur d'une grosse caisse, mais peuvent aussi être accrochés à l'intérieur du couvercle d'un piano à queue.

[16] Partie du son qui est différente de l'attaque, et permet de donner de la rondeur au son.



3.b.1 **-** Le PZM Shure Beta91A à l'intérieur d'une grosse caisse

c. La prise de son de proximité (close miking)

Comme nous le disions précédemment, lorsque nous voulons nous affranchir de l'acoustique d'une salle pour avoir une prise de son plus précise, il faut placer les microphones près de la source sonore. Cela revient à faire une prise de son de « proximité ». Il est intéressant d'avoir recours à ce type de prise de son lorsqu'un instrument se situe près d'un autre et que l'on veut pouvoir isoler au maximum les deux instruments indépendamment. Par exemple, si l'objectif est d'enregistrer un duo piano / batterie, il peut être intéressant de placer des microphones de proximité sur le piano afin de pouvoir remonter son niveau au mixage.

Les avantages d'une prise de son de proximité sont donc **de pouvoir isoler au plus possible une source sonore, de s'affranchir de l'acoustique, de gagner en précision et d'augmenter le rapport signal sur bruit**. Mais cela peut changer la perception du son. Mettez un microphone à 10 cm d'un violon et écoutez : l'extrême précision de la prise de son ne mettra en avant que la mécanique de l'instrument et le frottement de l'archer sur les cordes. Le son d'un violon a besoin de se développer naturellement dans l'air et c'est également le cas de beaucoup d'autres instruments à cordes.

D'autre part, plus on se place proche d'une source sonore, plus le niveau qu'elle dégagera sera fort. En proximité, les transitoires[17] peuvent atteindre facilement jusqu'à 20 dB de plus que le niveau moyen. Il faut donc bien faire attention à vérifier le niveau que peut encaisser un microphone lorsqu'on se met très proche (*voir chapitre I.3.a*).

Il faut savoir que tous les microphones directionnels ont un **effet de proximité**. C'est à dire que lorsque la source est très proche de la cellule du microphone, il y a une amplification des basses fréquences. Ceci provient du fait que les longueurs d'onde traversant l'avant et l'arrière du microphone sont en déphasage à cet endroit. Ce phénomène n'existe pas sur les microphones omnidirectionnels. Sur certains microphones existe un filtre coupe bas (passe-haut) afin d'atténuer cet effet de proximité.

[17] *Première information de l'onde sonore*

Pour finir, de par la complexité du rayonnement sonore, tout microphone proche d'un instrument ne captera qu'une partie d'un spectre rayonné. Son timbre varie dans des proportions importantes, liées en grande partie à sa directivité spectrale.

Prenons l'exemple d'un piano : si l'auditeur place ses oreilles à l'intérieur du piano, proche de la jonction entre le couvercle et la table d'harmonie, il n'entendra que ses basses fréquences. En revanche, si il se positionne près du bord droit du piano, il n'entendra que ses hautes fréquences. Il faut donc faire attention à ne pas privilégier une gamme de fréquences lors du placement d'un microphone. Une autre solution consisterait à placer plusieurs microphones.

d. La prise de son au couple stéréophonique

Depuis plus de trente ans, Pierric Guennegan ne travaille quasiment qu'au couple stéréophonique[18]. D'après lui, c'est important de savoir enregistrer une performance musicale avec seulement deux microphones, car sur certains projets il n'est pas d'avoir beaucoup de matériel. Il faut donc savoir s'adapter aux moyens et connaitre les principes de base de la prise de son stéréophonique.

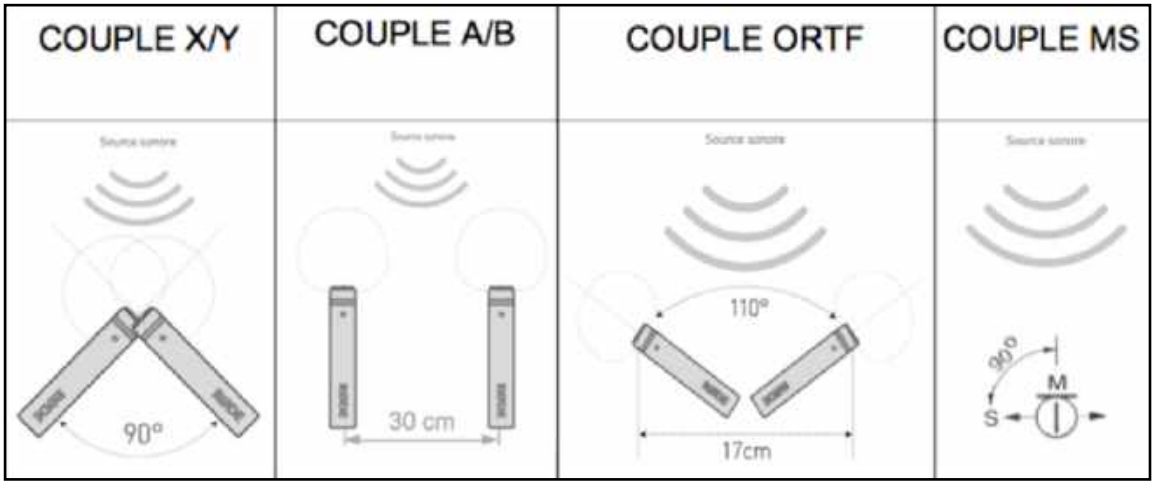


Schéma de différentes prises de son stéréophoniques

Il existe deux sortes de systèmes de prise de son stéréophonique : la **stéréo d'intensité** et la **stéréo de phase**.

La **stéréo d'intensité** a pour principe de récréer la sensation de stéréo par la différence d'intensité que chaque micro va capter. Selon la position de la source, l'un des deux microphones sera plus directement orienté vers celle-ci au dépend de l'autre et captera donc plus de niveau sonore. Elle aura l'avantage de présenter une bonne compatibilité mono, car les capsules des deux microphones utilisées sont superposées. Mais l'image stéréo qu'elle reproduira ne sera pas aussi naturelle que lorsque l'on fait appel à la stéréo de phase.

[18] *Entretien réalisé avec Pierric Guennegan à Paris, Février 2020*

Le couple XY et le couple MS utilisent la stéréo d'intensité. Il sont dit à « coïncidence de phase ».

Dans le cas de la **stéréo de phase**, les deux microphones utilisés ne sont pas superposés et par conséquent le signal sonore n'atteindra pas les deux capsules au même moment. Le son ayant une vitesse de 340 m/s dans l'air, ces différences de temps seront minimes, mais suffisantes pour recréer la sensation de largeur stéréo.

La stéréo de phase est utilisée dans les prises de son en couple ORTF et grand AB. Elle n'est pas recommandée lorsque l'enregistrement que l'on doit faire doit avoir une bonne compatibilité mono.

Par rapport à la restitution de l'espace et de la largeur stéréophonique, chaque couple aura un rendu différent :

- Le couple **XY** et le couple **MS** auront une localisation du centre de l'image stéréo assez précise, mais souffriront d'un manque d'espace et de profondeur.
- Le couple **ORTF** aura une image stéréophonique homogène (localisation, profondeur) et un angle utile de prise de son de 90°, ce qui est favorable dans de nombreux cas. Cependant il donnera la sensation d'un « trou » au centre de l'image stéréophonique.
- Le couple **AB** restituera avec beaucoup d'ampleur les grandes masses sonores en milieu semi-réverbérant, mais la localisation ne sera possible que sur les transitoires.

Il faut donc choisir le couple le plus adapté à l'image stéréophonique recherchée. Par exemple, si on enregistre une chanteuse accompagnée de deux guitaristes, l'un à gauche et l'autre à droite, l'utilisation d'un couple XY ou MS peut être intéressant pour bien avoir la voix au centre et sentir une stéréo sur les deux guitares. En revanche, si l'on enregistre un orchestre symphonique, il faudra sans doute privilégier un couple plus « large » afin de favoriser le rendu d'espace et de profondeur.

Une fois le système de prise de son choisi, il faut maintenant le placer à un endroit où le rendu sonore sera le plus intéressant. En théorie, son placement a pour but de reproduire l'image sonore perçue par un auditeur situé de façon « idéale » dans une salle. En pratique, ce placement idéal se trouve nettement plus haut que la tête de cet auditeur fictif. Comme dirait Christian Hugonnet et Pierre Walder[19], c'est là où les sons seront captés avec « leur épanouissement naturel et l'acoustique de lieu ». Si l'on éloigne progressivement un système stéréophonique d'une source sonore, les premières réflexions viendront enrichir le son direct et l'énergie du champ réverbéré sera mise en valeur.

[19] *Citation tirée du livre « Théorie et pratique de la prise de son stéréophonique » p.172*

Il faut aussi tenir compte de **l'angle utile** de prise de son, celui-ci varie en fonction de l'angle physique des capsules. En l'occurence, si l'angle physique augmente, l'angle utile de prise de son diminue et réciproquement. Par exemple, pour un système où deux capsules de directivité cardioïde sont espacées de 17 cm, on obtiendra pour un angle physique de 110° (cas du couple ORTF) un angle utile de 90°. Mais lorsque l'on ferme l'angle physique à 50° on obtient un angle utile de 160°. Il est également possible d'augmenter l'angle utile en diminuant l'espacement des deux capsules. En revanche, dans les deux cas, le fait de diminuer l'angle physique ou de réduire l'espacement entre les capsules peut nuire à l'homogénéité de l'espace stéréophonique reproduit.

Pour résumer, pour placer un couple stéréo correctement, il faut :

- Évaluer la **distance critique** entre la source et le champ diffus généré par l'acoustique de la salle. Ce sera « théoriquement » la distance la plus favorable pour placer le couple. Il faut ensuite écouter et ajuster en avançant ou en reculant le couple.
- Déterminer l'**axe** sur lequel placer le couple symétriquement aux sources sonores.
- Choisir un **système de prise de son** cohérent avec la nature de la formation à enregistrer et le désir ou non d'avoir une restitution de la profondeur et de l'espace.
- Faire en sorte que l**'angle utile** de prise de son soit légèrement supérieur à l'angle sous lequel est vu l'ensemble des sources sonores.

Il faut évidemment toujours aller écouter et ajuster le rendu de ce couple car il n'y a pas de « recette » fonctionnant à tous les coups. Chaque instrument, chaque salle, chaque musicien est différent et c'est à l'ingénieur du son de se servir de ces principes théoriques pour avoir une base. Mais il doit ensuite utiliser ses oreilles et sa subjectivité pour réajuster le placement du couple en fonction de ce qu'il pense être le mieux pour le son qu'il veut avoir.

Pour ce qui est de la directivité, en terme de restitution des fréquences, un microphone omnidirectionnel offre un excellent rendu aux fréquences graves mais subit une légère atténuation dans les hautes fréquences, tandis qu'un microphone cardioïde compense cette atténuation grâce à une légère accentuation de ces fréquences.

Certaines marques de microphones ont inventé des sphères[20] (*Cf. Photo 3.d.1*) permettant de rendre les microphones omnidirectionnels plus directionnels dans les hautes fréquences mais aussi de compenser l'atténuation de ces mêmes fréquences aigues. De ce fait, le microphone garde son excellent rendu dans les basses fréquences et devient encore plus transparent dans les hautes fréquences. Le fait de « rajouter » des aigus va préciser la localisation, notamment sur un couple AB où cette dernière peut être moins précise que sur un couple ORTF.

[20] *https://www.dpamicrophones.com/accessories/acoustic-pressure-equalizer-ball-for-4006*

Pour améliorer la localisation d'un couple AB omnidirectionnel, il est également possible de mettre entre les deux capsules un disque absorbant, à la verticale (*Cf. Photo 3.d.2*). Ce disque est appelé « *Disque Jecklin* ».



3.d.1 **-** Sphère DPA, APE30RS



3.d.2 **-** Disque Jecklin « fait maison »

e. La prise de son multicanal

Aujourd'hui, lorsque nous allons voir un film au cinéma, il se cache non pas deux mais trois enceintes derrière l'écran : **Gauche - Centre - Droit**. Si le canal central n'existait pas, le spectateur aurait l'impression d'un « trou sonore » au centre de l'image, due à l'espace notable entre l'enceinte de gauche et l'enceinte de droite. Ce phénomène peut être minime si le spectateur se trouve à équidistance de ces deux enceintes, mais si il est amené à être assis d'un côté de la salle son ressenti sonore sera alors perturbé.

Durant un atelier organisé par L'AFSI (*Association Française du Son à l'Image*) sur la prise de son musicale acoustique[21], Bergame Periaux expliquait que la qualité de la captation était cruciale pour le bon déroulement d'un mixage en 5.1, avec une attention particulière portée au canal central. En effet, d'après son expérience, alimenter le canal central avec des microphones de proximité ne fonctionne pas. Il faut vraiment penser à prévoir un microphone plus distant, permettant de capter des informations uniquement pour alimenter le centre, en complément d'un couple stéréo.
De nos jours, il existe de multiples systèmes pensés pour la prise de son LCR. En parlant avec différents ingénieurs du sons, voici les systèmes les plus utilisés :

- Le « ***Decca Tree*** » qui consiste à placer trois microphones omnidirectionnels. Deux microphones sur le même axe, séparés de 60 cm minimum et un troisième microphone formant un triangle équilatéral avec les deux autres. Ce sytème est beaucoup utilisé pour la prise de son orchestrale, généralement positionné au dessus du chef d'orchestre. Il a

[21] *https://www.afsi.eu/articles/14089-atelier-musique-n2-du-25-06-2016-compte-rendu*

l'avantage de pouvoir donner une restitution plus « juste » de l'espace grâce à l'écart important entre chaque microphones. En revanche, il est bien plus imposant que d'autres systèmes et peut ne pas être très pratique dans certaines conditions de tournage.

- « ***L'Albert Tripiste*** » qui est beaucoup plus compact que le Decca Tree. Ce système consiste à regrouper trois microphones miniatures (les CCM de Schoeps ou les MKH 8000 Sennheiser) dans une seule bonnette qu'il est possible de tenir avec une simple perche. Ce système équivaut à un ORTF avec un centre au milieu. En revanche, la faible distance entre chaque capsule donnera l'impression « d'images fantômes ». C'est à dire que l'auditeur aura l'impression d'une double localisation des sources comprises dans les angles de recoupement de chaque couple (Gauche / Centre; Centre / Droit).

Il existe également des dispositifs « Surround » cherchant à restituer une prise de son 5.0.
De nombreux systèmes existent, mais je préfère n'en citer que deux car ce sont les seuls sur lesquels j'ai pu échanger dans mes entretiens avec François de Morant[22] et Pierric Guennegan[23].

- Le « ***DPA 5100*** » , aussi appelé « *la selle de vélo* » par François de Morant. Ce dispositif compacte et léger (530g) permet d'être placé très facilement sur un pied de micro. Il capte alors un environnement sonore à 360° grâce à ses cinq microphones : gauche, centre, droit, arrière gauche et arrière droit. En revanche, après en avoir parlé avec Raphaël Sohier[24] qui a eu l'occasion d'écouter le rendu de ce système beaucoup utilisé pour la prise de son des séquences musicales de « *Woman at War* », il souligne que ce dispositif restitue l'espace et la profondeur de manière très resserrée et la captation des basses fréquences est moins bonne qu'avec des microphones omnidirectionnels.

- le « ***Soundfield ST450 MKII*** » est un microphone à quatre capsules, permettant grâce à une opération de post-production de pouvoir choisir entre la restitution d'un centre uniquement, ou de stéréo, de MS et de 5.0. C'est encore une fois très compact, mais la restitution de l'espace ne sera jamais aussi bonne qu'avec un système se basant sur une différence temporelle entre chaque capsule, plutôt qu'une différence d'intensité.

C'est donc à l'ingénieur du son suivant les conditions de tournage et la nécessité ou non de devoir restituer le plus fidèlement possible l'espace dans lequel la séquence est filmée, de choisir entre un système compact, mais ayant une prise de son moins « large » ou bien au contraire, d'avoir une prise de son riche en espace et en profondeur qui sera plus lourde à gérer.

---

[22] Entretien réalisé avec François de Morant, à Paris, Septembre 2019

[23] Entretien réalisé avec Pierric Guennegan à Paris, Février 2020

[24] Entretien réalisé avec Raphaël Sohier à Paris, Février 2020

Pour mon film de fin d'études, j'ai fait le choix avec Noëmy Oraison d'utiliser un système Decca Tree (*Cf. Photo 3.e*), avec trois microphones DPA 4006, pour la prise de son LCR, ainsi qu'un couple AB constitué de deux DPA 4041 pour pouvoir alimenter le canal Ls (Arrière-gauche) et Rs (Arrière-droit). Avec le recul de la post-production, je pense que nous aurions gagné à espacer d'avantage les trois microphones constituants le Decca Tree. Par faute de moyens, nous ne pouvions espacer les capsules que de 30 cm environ, alors que pour avoir un meilleur ressenti de la localisation, il aurait fallu avoir au moins le double de distance. Cependant, ce système nous a offert une prise de son très intéressante et ce fût une base solide pour les différentes occurrences musicales de mon film.



3.e - Système « Decca Tree » utilisé sur mon film, constitué de trois microphones DPA 4006

Nous avons dans cette troisième partie, tenté de comprendre quels microphones étaient les plus adaptés à la prise de son musicale. La plupart des ingénieurs du son aiment le mélange entre la précision des microphones de proximité et la sensation naturelle d'espace que l'on a avec un couple stéréophonique.

Pour mon film, nous avons également opté pour ce mélange. Pour chaque séquence musicale, nous mettions d'abord en place les instruments pour savoir comment ils allaient sonner dans la pièce, puis en écoutant à différents points d'écoutes, nous déterminions la position du système Decca Tree. Il était très important durant cette étape d'avoir le silence de la part du reste de l'équipe, car le placement d'un couple stéréo peut se jouer à quelques centimètres et il est important de pouvoir écouter attentivement différentes propositions. Nous avions donc fait en

sorte de pouvoir consacrer un moment à la mise en place du son, avant de faire venir le reste de l'équipe pour installer la suite. Une fois que la position du couple était déterminée, nous placions des microphones de proximité (aussi appelés « appoints ») sur chaque instrument, pour ramener de la présence.

Particulièrement lorsqu'une oeuvre musicale est filmée, il est judicieux de couvrir chaque instrument d'un ou plusieurs microphones de proximité, car en fonction de la mise en scène, il est possible de voir les musiciens dans un plan large, pour ensuite avoir un gros plan sur l'un deux. Le microphone de proximité peut alors être utilisé pour « coller » à l'image.

Evidemment, c'est une discussion qu'il faut avoir avec le metteur en scène en amont afin de prévoir une prise de son cohérente à l'image. Si il compte filmer toute la scène en plan large, peut être que le choix de placer un microphone de proximité n'est pas très judicieux, à part si il faut ramener du niveau sur un instrument plus faible qu'un autre.

En revanche, si un microphone de proximité est nécessaire, comment pouvoir le cacher proche d'un instrument ou d'une voix sans qu'il soit visible à l'image ? Est-ce qu'il existe des microphones assez discrets qui puissent avoir les mêmes caractéristiques techniques que les microphones utilisés habituellement ?

4. La prise de son « invisible »

a. La miniaturisation des microphones

Pour répondre aux contraintes de l'image, il a toujours été question de dissimuler des microphones. Il existe aujourd'hui, plusieurs moyens d'effectuer une prise de son de la manière la plus discrète possible.

Certains microphones existent en version miniature. C'est le cas de la série « CCM » de Schoeps. Ces microphones mesurent 4,6 cm de long contre 13,6 cm pour la version classique du CMC. Ils existent dans toutes les directivités connues afin de répondre à toutes les attentes. Ils fonctionnent comme un CMC6[25] , c'est à dire que ce sont des microphones électrostatiques, nécessitant une alimentation de 48V. Ils conservent donc les mêmes atouts et faiblesses (plus sensibles mais moins adaptés à de hauts niveaux SPL, plus fragiles).

Il est aussi possible de déporter la capsule du corps d'un microphone, en utilisant un « câble actif ». Ce système existe pour toutes les grandes marques de microphone : Schoeps, Neumann, DPA… Il est intéressant de noter qu'il est possible de combiner la miniaturisation d'un microphone électrostatique Neumann grâce à l'utilisation d'un câble de déport et l'atténuation

[25] *Microphone Schoeps de la série « Colette »*

des corps de la série KM100. Cela donne un microphone inférieur à 5cm pouvant résister à de hautes pressions acoustiques.

Ensuite, il existe évidemment les microphones « Lavalier », plus couramment appelés microphones HF. Ce système est utilisé sur 90% des tournages afin d'équiper les acteurs en complément d'une prise de son à la perche. Aujourd'hui, il existe des microphones Lavalier pouvant mesurer jusqu'à **3,5mm** pour les Countryman B6 ou bien **3mm** pour les DPA 6060. L'avantage de ces microphones est qu'il existe également des variantes basse sensibilité pour pouvoir enregistrer de hautes pressions acoustiques. C'est le cas de la version 4061 ou 6061 de la marque DPA. Ces microphones peuvent enregistrer une caisse claire ou bien une voix d'opéra sans que le signal audio ne sature.

Pour finir, DPA a créé une série de microphones dédiés à la prise de son musicale. Il s'agit des 4099, qui sont des microphones électrostatiques supercardioïdes. Ils existent en plusieurs sensibilités, afin de répondre à différentes pressions acoustiques. Ils sont plus gros que des microphones Lavalier, mais dans certaines circonstances peuvent se dissimuler aisément devant (ou dans) un instrument de musique. Pour cela, DPA a d'ailleurs sorti plusieurs accessoires de fixation.

Prenons pour exemple un plan large sur un piano à queue situé dans une grande pièce vide, il sera alors possible de dissimuler des microphones miniatures dans le piano. En revanche un autre problème surviendra : **les câbles** qui raccordent ces microphones à l'enregistreur seront visibles.

Un autre exemple cette fois ci plus concret : dans la séquence des accordéons, du film « Holy Motors », étant donné que le cortège avançait d'environ 50 mètres tout au long de la séquence, il était impossible de relier tous les microphones cachés sur les musiciens à des câbles, eux mêmes reliés à l'enregistreur. Il a donc fallu prévoir de quoi transmettre à l'enregistreur le signal capté par ces microphones, en s'affranchissant de liaisons filaires.

b. La transmission en hautes-fréquences

Le principe de la transmission hertzienne, aussi appelée transmission HF (hautes-fréquences) est une notion à la fois très connue et très complexe. L'expliquer dans les détails serait l'objet d'un second mémoire. Je vais donc en quelques mots tenter d'aborder son principe de fonctionnement, afin de se concentrer sur d'autres questions plus pertinentes relatives à mon sujet.

Théoriquement, les liaisons HF analogiques consistent à transmettre un signal audio via les ondes radio (hautes-fréquences). La méthode la plus utilisée est la modulation de fréquence,

appelée « FM ». L'onde radio émise est appelée « *onde porteuse* ». Sa fréquence module vers le haut ou vers le bas en fonction de l'amplitude du signal audio. Afin d'extraire le signal audio, le récepteur HF doit démoduler l'onde porteuse.

En analogique, la dynamique transportable par modulation de fréquence n'est que de 50 dB. Il faut donc pour pouvoir transmettre un signal audio, le compresser[26] à un ratio de 2 pour 1 pour ensuite l'expandre[27] à l'inverse sur le récepteur. Cela se fait grâce à un ***compandeur*** (contraction des deux mots : compresseur et expandeur). Cette limite peut être un problème pour de la musique, car comme nous l'avons vu dans le chapitre 1.3.a, un instrument de musique ou une voix chantée peut avoir une dynamique bien plus importante qu'une voix parlée. Par exemple, si un batteur joue le début d'un morceau aux balais, en effleurant la caisse claire puis passe aux baguettes sur un refrain, la technique de modulation de fréquence sera alors incapable de restituer les niveaux faibles du début du morceau, et les hauts niveaux du refrain.

Un second problème des liaisons HF analogiques concerne la restitution des fréquences situées à l'extrémité du spectre audible (20 Hz - 20 000 Hz). En effet, le compandeur est optimisé pour le signal sonore d'une voix (90 Hz à 8000 Hz en moyenne), mais il est beaucoup moins efficace dans les sons secs et aigus ou les sons très graves. Ce qui pose problème à nouveau pour l'enregistrement musical. Rien que pour une batterie, les fréquences les plus intéressantes d'une grosse caisse sont en dessous de 100 Hz et les cymbales peuvent monter largement au dessus de 8000 Hz. L'utilisation d'un système HF à transmission analogique n'est donc pas le plus adapté pour de la musique.

D'après François de Morant, la solution la plus viable est d'utiliser des HF à transmission numérique. Le principe est simple : une source sonore émet une onde acoustique, traduite en signal analogique par le microphone. Ce signal arrive dans l'émetteur HF où il est amplifié puis numérisé sur une fréquence de 48.000 Hz et sur une dynamique de 24 bits. On obtient un signal binaire (composé de 0 et de 1) qui est transmis au récepteur via la connexion hautes fréquences. L'opération inverse est enfin réalisée dans le récepteur afin de délivrer à l'enregistreur un signal analogique. Le signal peut aussi être directement livré à l'enregistreur sous sa forme numérique en AES[28].

Par exemple, les ZMT développés par la société Zaxcom, peuvent encaisser jusqu'à 126 dB de dynamique sans problème. De plus, l'absence de compandeur fait que le signal audio est moins sujet aux distorsions harmoniques, mais permet aussi de transmettre sans aucun risque les basses fréquences et les hautes fréquences sans que cela influe sur la qualité de la transmission.

---

[26] Compresseur : réduit la dynamique, c'est à dire l'écart entre les niveaux les plus faibles et les niveaux les plus forts.

[27] Expandeur : augmente la dynamique, c'est à dire l'écart entre les niveaux les plus faibles et les niveaux les plus forts.

[28] Standard publié par Audio Engineering Society, définit une interface de transmission audio-numérique

À mon sens, c'est pour ces raisons là que l'utilisation de HF numériques me semble plus appropriée pour à la prise de son musicale que des HF analogiques. En revanche, le gros défaut de ces appareils est que le temps de conversion analogique / numérique induit un délai. Il varie entre 8 ms à 2 ms suivant les constructeurs.

Il existe un autre problème connu penchant en faveur des HF numériques : ***l'intermodulation***.

Le technique de transmission du signal des HF analogiques se basant sur la modulation de fréquence, il existe un phénomène d'intermodulation. Lorsque plusieurs émetteurs HF fonctionnent en même temps dans un même espace et qu'ils sont trop proches en termes de fréquence et de distance, on peut observer l'arrivée de fréquences parasites. Pour éviter ce problème, il faut éloigner le plus possible les émetteurs entre eux et mettre en place un « *plan de fréquence* », c'est à dire qu'il faut attribuer des fréquences à chaque émetteur en respectant des règles très précises pour éviter ce phénomène d'intermodulation. En pratique, avec des HF analogiques il faudra espacer les fréquences de chaque émetteurs de 20 MHz minimum pour ne pas risquer ce phénomène, alors qu'avec des HF numériques, puisque la technique de transmission se base sur de la modulation de phase, il n'y a plus ce problème et donc il est possible d'espacer les émetteurs de seulement 1 MHz.

C'est un réel atout quand on veut utiliser plusieurs émetteurs HF, car aujourd'hui, les plages de fréquences sont de plus en plus étroites à cause de l'arrivée de la télévision numérique (TNT) et de la 4G. De fait, il ne reste plus beaucoup de place pour pouvoir se permettre d'avoir 20 MHz minimum de différence entre chaque fréquence des émetteurs utilisés et si l'on veut utiliser plusieurs émetteurs HF dans un même espace, il me semble moins risqué d'opter pour des HF numériques afin d'éviter ce risque d'intermodulation.

Par exemple, dans la vidéo réalisée par la Blogothèque du titre « *Say Something* » de Justin Timberlake[29], l'équipe son (française) a eu quelques surprises car ils voulaient équiper Justin Timberlake de plusieurs HF afin de pouvoir placer deux Lavalier pour enregistrer sa voix à deux niveaux différents. Un HF pour enregistrer sa guitare et un récepteur HF pour avoir un retour son dans une oreillette. Le problème fût que la proximité physique de ces émetteurs créa des fréquences parasites dues à des phénomènes d'intermodulation. Pour palier à ce soucis, ils enlevèrent le second microphone pour la voix et ils répartirent les émetteurs à plusieurs endroits du corps (un émetteur à la cheville, un émetteur à la ceinture, un émetteur autour de la taille…). Une autre solution consiste à réduire la puissance d'émission des émetteurs, mais cela implique qu'il faut que les récepteurs soient plus proches ou qu'ils soient boostés (en utilisant des antennes spéciales par exemple).

[29] *https://www.youtube.com/watch?v=8MPbR6Cbwi4*

Pour finir, il est tout à fait possible de brancher sur un émetteur HF, plutôt qu'un Lavalier, un microphone statique ou dynamique. On peut donc par exemple, placer un microphone de taille imposante dans une grosse caisse (par exemple, un AKG D112 ou un SHURE Beta 91A) que l'on reliera à un émetteur HF, à l'intérieur de l'instrument et de manière absolument invisible.



HF utilisés par l'équipe son du tournage de la Blogothèque pour la captation du morceau « *Say Something* » de Justin Timberlake

5. De la théorie à la pratique

a. Essais dans différents cas de figures

La miniaturisation du dispositif technique a-t-elle une influence sur la qualité de la prise de son ?

Il est très difficile d'avoir la réponse à cette question en regardant les fiches techniques sur les sites constructeurs, car ils vantent tous les mérites de leur fabrication. Pour avoir une idée plus claire sur la question, j'ai demandé à la marque DPA s'ils étaient d'accord pour me prêter du matériel que je ne pouvais pas me permettre de louer. A ma grande surprise, ils ont bien voulu collaborer à mon étude.

J'ai donc eu la chance de pouvoir tester des microphones de la série 4099 (avec des sensibilités différentes), des microphones Lavalier 4061[30] et un microphone sub-miniature : le DPA 6061[31] (3mm de diamètre).

[30] *Version basse sensibilité du 4060*
[31] *Version basse sensibilité du 6060*

Malheureusement, je n'ai pas pu louer de systèmes HF, j'ai donc réalisé mes essais en reliant tous les microphones avec des câbles.

J'ai donc voulu tester ces microphones dans trois situations différentes :

- La prise de son d'une **batterie**
- La prise de son d'un **piano à queue**
- La prise de son d'un duo **chant** et **piano à queue**

Les trois essais ont été réalisés en imaginant une image fictive, où l'idée était à chaque fois de voir l'instrument en entier.

La batterie a été choisie pour la complexité de sa prise de son. Aujourd'hui en studio, l'enregistrement d'une batterie se fait avec environ une dizaine de microphones placés au millimètre près. Je voulais voir jusqu'à quel point il était possible de placer autant de microphones sans qu'ils ne se voient à l'image et quel allait être le rendu. Mais cet instrument m'intéressait également pour le haut niveau acoustique qu'il dégage.

Ensuite, j'ai voulu enregistrer un piano à queue, car c'est un instrument qui a une bande de fréquences très étendue. En théorie, un piano de 88 touches peut aller de 32 Hz (Do -1) à 4186 Hz (Do7). De plus, l'endroit de l'enregistrement m'intéressait car il s'agissait d'un grand salon, tandis que les deux autres enregistrements ont été réalisés dans un studio à l'acoustique très sèche. Le salon m'a donc permis d'écouter le rendu d'une telle prise de son dans une acoustique qui n'est pas prévue pour ça.

Enfin, j'ai enregistré une amie, Cécile Lapergue, chantant la « *Barcarolle* » d'Offenbach, accompagnée d'un pianiste. L'idée était d'entendre le rendu de deux instruments confondus dans un même espace, mais aussi de se rendre compte à quel point des microphones miniatures pouvaient encaisser de fortes dynamiques, en l'occurence, celle d'une voix lyrique.

Pour moi, ces essais furent très intéressant car l'enregistrement d'une batterie et d'un piano était un exercice déjà pratiqué sur mon film de fin d'études. Cela m'intéressait de voir avec du recul, en ayant connaissance des pièges rencontrés sur mon tournage et avec les recherches effectuées pour ce mémoire, comment ma pensée changeait et comment je déciderais aujourd'hui d'aborder ces enregistrements.

- ***Niveau acoustique et dynamique :*** Ayant bien choisi les microphones avec des sensibilités adaptées aux instruments que j'allais enregistrer, je n'ai eu aucun problème de cet ordre là. Pour de la batterie et du piano, des microphones atténués sont préconisés. Pour la voix, ayant répété en amont avec la chanteuse, j'avais remarqué qu'elle n'allait jamais dans des

niveaux très faibles. Un microphone à basse sensibilité était alors compatible avec les moments où elle chantait le plus fort, mais aussi avec son niveau moyen.

- ***La réponse en fréquence :*** Ce point a demandé plus d'adaptation. En effet, pour l'enregistrement de la batterie et notamment de la grosse caisse, aucun des microphones n'était idéal. Que ce soit le DPA 4061 ou le DPA 4099, le résultat manquait cruellement de basses fréquences, de « corps ». La grosse caisse faisait « *poc poc…* » plutôt que de faire « *boum boum!* ». Après avoir essayé plusieurs placements avec les microphones miniatures (sans succès) la solution fût de cacher un microphone adapté à la prise de son d'une grosse caisse (en l'occurence, un *Electro-voice RE20*) du côté de la peau de frappe, à côté de la pédale de grosse caisse. Le microphone était perpendiculaire à la peau et pointait 10 cm à droite de la batte. Ce placement apportait à la fois la frappe de la pédale mais aussi les résonances de la peau. Ce fût nettement plus convainquant que les microphones miniatures. Une autre solution aurait été de mettre un microphone à l'intérieur de la grosse caisse, mais dans ce cas là si l'on ne veut pas que le câble sorte du fût, il faut alors pouvoir brancher ce microphone à un système HF. De plus, un tel placement peut être très intéressant pour la résonance, mais peut manquer d'attaque. Il faudrait alors ajouter un second microphone côté frappe pour pouvoir mixer les deux sons ensemble.

  Une autre difficulté fût d'enregistrer les basses fréquences du piano. Avec des microphones aussi petits, il est difficile d'aller chercher la rondeur des notes les plus graves. Cependant, dans mes essais je cherchais à avoir un son qui était cohérent avec le plan, c'est à dire à distance de l'instrument. Les basses fréquences donnant la sensation d'être proche, ce n'était alors pas un problème de ne pas pouvoir correctement les enregistrer. En revanche, si l'intention de l'ingénieur du son est de réussir à les capter il faudra alors se tourner vers des microphones moins petits (exemple, la série CCM de Schoeps).

  Pour tout le reste, ces microphones avaient une réponse en fréquence très bonne, du bas-médium aux aigus.

- ***La directivité :*** La plupart des microphones Lavalier ont une directivité omnidirectionnelle. En l'occurence, c'est le cas pour le 4061 et le 6061. De ce fait, ils sont énormément sujets à la diaphonie[32]. De plus, pour pouvoir cacher un microphone, il faut parfois le placer en fonction de l'image plutôt qu'en fonction d'un placement théoriquement idéal.

  Dans mon cas, sur la **batterie**, les microphones des fûts (tom aigu, médium, basse..) devaient être accrochés sur le bord des cercles, pointés vers le plafond (*Cf. photo 5.a.1*). De ce fait, le son des fûts était capté, mais pas seulement : cymbales, caisse claire, acoustique… Au final, le

[32] *Diaphonie : Le fait d'entendre une autre source sonore en plus de celle qui nous intéresse*

son était plus « aéré » qu'une prise de son faite en studio, mais le résultat restait tout à fait exploitable et à mon sens, cohérent à l'image.

Pour le **piano**, j'ai réalisé des essais avec des microphones Lavalier placés au dessus des cordes, sur la table d'harmonie (*Cf. photo 5.a.2 & 5.a.3*). La directivité omnidirectionnelle de ces microphones est un avantage pour capter une étendue de cordes la plus large possible. Mais en revanche, ces microphones captaient les réflexions du couvercle du à sa proximité. Cela apportait une résonance autour de 900 Hz qu'il a fallu enlever en post-production.

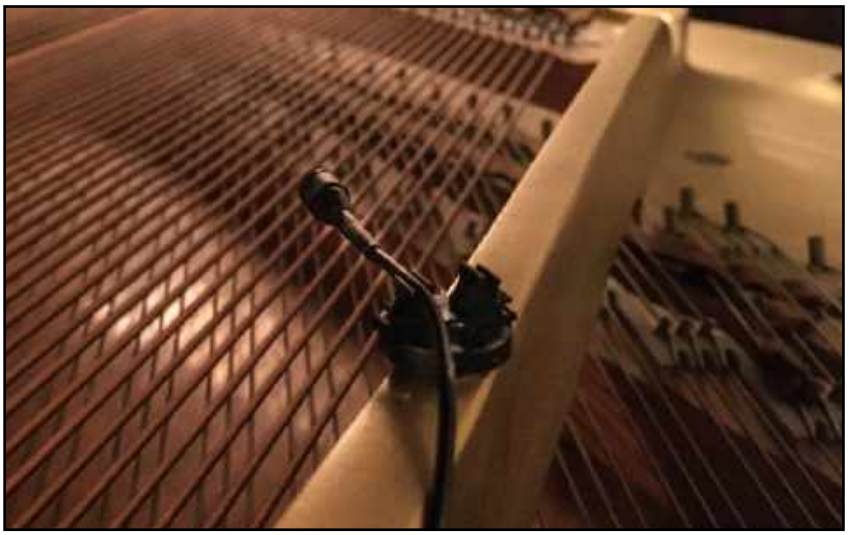
Pour la **voix**, le microphone placé dans les cheveux de la chanteuse apportait un mélange de son direct et d'acoustique qui m'a paru très juste.



5.a.1 - Placement d'un microphone lavalier (DPA 4061) sur un fût de batterie



5.a.2 - Placement de deux microphones lavalier (DPA 4061) dans un piano à queue



5.a.3 - Placement d'un microphone lavalier (DPA 4061) dans un piano à queue

b. Conclusion des essais

De toute évidence, la prise de son de ces trois cas de figures n'aurait pas été concluante avec seulement des microphones cachés sur les instruments (hormis la voix, à condition qu'elle soit seule). À l'écoute, de tels placements donnent la sensation d'être trop proches, d'avoir « la tête dans l'instrument ». C'est en aucun cas une sensation naturelle d'écoute et ce dispositif ne se suffit pas à lui même pour être convaincant. C'est pour cela que sur chaque prise de son, je rajoutais un système plus diffus afin de pouvoir mixer les microphones de proximité (appelés « ***appoints*** ») avec les microphones diffus (appelés « ***microphones d'air*** »).

Sur la batterie, un couple XY a été placé en hauteur, en imaginant un bord cadre à ne pas franchir, ainsi qu'un microphone omnidirectionnel placé dans une autre pièce. Sur le piano, un couple ORTF était placé à mi distance entre le champ direct et le champ diffus. J'avais également placé un couple AB, plus loin dans la pièce, pour capter le rayonnement naturel du piano dans l'acoustique de la pièce.

Le mélange fût très probant pour la batterie, en revanche pour le piano à queue, l'équilibre entre les microphones d'appoints et les microphones d'air était plus délicat, du fait de la sur-proximité des microphones placés à quelques centimètres des cordes. Sur le dernier essai avec la chanteuse, j'ai placé en plus deux microphones sur le bord du couvercle du piano, pointés vers l'intérieur de la table d'harmonie. De ce fait, le son avait le temps de se développer un peu plus, avant d'être capté par le microphone (la distance était d'environ 30-40cm entre les cordes et la capsule du microphone) et le résultat fût beaucoup plus convaincant.

Pour conclure, je pense que tant qu'il n'y a pas de risque de diaphonie avec d'autres sources sonores à proximité, il faut essayer le plus possible d'éloigner les microphones de la source afin d'obtenir un son plus naturel. Si ce n'est pas possible, il sera toujours possible d'utiliser ces

microphones mais cela demandera plus de travail au mixage (élimination de l'effet de proximité, suppression des résonances, reverberation…).

Voici un lien permettant d'écouter ces essais :

Pour écouter [33]

6. Parallèle avec mon film de fin d'études

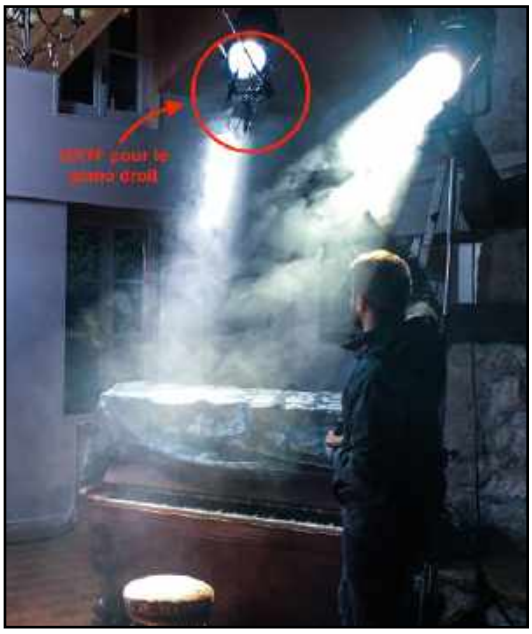
Par comparaison avec mon film de fin d'études, je me rends compte d'erreurs que j'ai pu commettre sur plusieurs points. La séquence qui nous a demandé le plus de travail fût celle de fin : en descendant du grenier, Bruno s'aperçoit qu'il y a un batteur et un pianiste qui jouent le morceau qu'il avait composé à l'époque. Il se place au centre des deux personnages et mime le thème à la contrebasse.

Avec Noëmy, nous avions opté pour le dispositif suivant :

- Un couple ***Decca Tree*** à une distance favorable pour avoir un mélange harmonieux entre les sons directs et les sons réverbérés.
- Un ***couple AB*** assez large pour nourrir les canaux arrière droit et arrière gauche.
- Un ***couple ORTF*** au dessus du piano et de la batterie, à la limite du bord cadre, pour ajouter de l'air.
- Des ***microphones de proximité***. Pour la batterie : grosse caisse frappe, caisse claire frappe, caisse claire timbre. Pour le piano : un Lavalier à l'intérieur du piano droit et un système tripiste derrière la table d'harmonie.

Le principal problème fût que les couples ORTF (*Cf. photo 6.1 et 6.2*) n'étaient pas un choix très judicieux compte tenu de la hauteur du cadre. Etant placés trop hauts, ils étaient trop larges et pas assez précis. Le résultat manquait de centre et de focalisation sur l'instrument pointé. De plus, ils captaient beaucoup de réflexions de la part des autres instruments. Un choix peut-être plus intéressant aurait été d'opter pour un couple XY ou un couple MS, afin de focaliser la directivité vers un point plus précis. Mais il aurait également été possible d'utiliser des microphones encore plus directifs (par exemple, des microphones semi-canons) pour fabriquer

[33] *https://www.youtube.com/watch?v=IcsfoQTyXIc&feature=youtu.be*



6.1 - Placement du couple ORTF de la batterie



6.2 - Placement du couple ORTF de la batterie



6.3 - Placement du Decca Tree

des couples allant chercher très précisément des sources sonores. William Flageollet a utilisé cette technique à plusieurs reprises pour le film « *Autour de Minuit* » de Bertrand Tavernier.

Un autre problème fût d'avoir opté pour un seul microphone lavalier à l'intérieur du piano, alors qu'une stéréo aurait été plus agréable. Le résultat d'un seul microphone placé au centre du piano donna un son assez agressif et difficilement mixable, alors que deux microphones placés respectivement vers les graves et les aigus aurait peut-être donnés un son un peu plus doux et une sensation d'écoute plus naturelle.

Malgré ces deux points, je suis très heureux du résultat final. Je pense que ce qui a largement aidé à ce que la prise de son soit réussie fût le placement du Decca Tree. Il a été compliqué pour Noëmy de trouver l'endroit juste mais après plusieurs essais et de multiples retouches, il trouva ça place sur le lustre du salon (*Cf. photo 6.3*).

7. Conclusion de la première partie

Il existe donc, à mon sens, des solutions très convaincantes pour effectuer la prise de son d'instruments acoustiques en dissimulant des microphones. Dans certains contextes, un travail en post-production sera obligatoire, mais je pense qu'avec les outils dont nous disposons aujourd'hui, il est tout à fait possible d'appréhender la prise de son d'une séquence instrumentale, où le dispositif technique se veut invisible, sans crainte. Certes, le résultat sera moins propre qu'une prise de son faite en studio, mais j'ai la sensation que cela a moins d'importance, à partir du moment où l'instrument est à l'image, ou imaginé dans un espace.

Il suffit ensuite de multiplier les moyens en fonction de la séquence à enregistrer et d'adapter le placement des microphones à la façon dont l'instrument rayonnera. Comme dirait Pierric Guennegan[34] : « À partir du moment où tu sais comment rayonne un instrument et que tu sais comment fonctionne un microphone, tu devrais pouvoir t'en sortir ! ».

En revanche, l'installation de microphones de proximité ***ne doit pas être systématique***. Ils doivent être utilisés pour rajouter de la présence et de la précision à une source qui en manque, que ce soit pour ajuster l'équilibre entre plusieurs instruments, ou bien pour pouvoir aller chercher un gros plan sonore dans le but de correspondre à une valeur visuelle du plan.

Je profite de cette conclusion pour remercier à nouveau DPA et Audio 2 qui m'ont permis de réaliser des essais avec les outils dont je parle dans mon mémoire de manière théorique. Ce n'est pas la même chose de supposer la manière dont un microphone va réagir, que de simplement l'écouter. Cela a énormément nourri mes réflexions autour des questions que je me posais sur la prise de son musicale se voulant « invisible ».

Il est maintenant au rôle de l'ingénieur du son d'utiliser ces différents outils et ses connaissances techniques pour ajuster au mieux sa prise de son à une oeuvre audiovisuelle.

Nous allons à présent tenter de comprendre suivant plusieurs exemples, comment la mise en scène induit un dispositif de prise de son, mais aussi découvrir en discutant avec des ingénieurs du son sur des expériences qu'ils ont eues, la réflexion qu'ils ont pu avoir avant de se lancer dans la prise de son d'une séquence musicale. Nous allons aussi analyser le rapport du son à l'image et définir quels sont les moyens qui permettent d'être cohérent à condition que ce soit une intention, à un cadre ou à un mouvement de caméra.

---

[34] Entretien réalisé avec Pierric Guennegan à Paris, Février 2020

DEUXIÈME PARTIE

COMMENT LA PRISE DE SON S'ADAPTE À LA MISE EN SCÈNE ?

1. *En quoi le découpage influence la façon dont un ingénieur du son aborde une séquence musicale ?*

a. *La temporalité de la musique contre celle du cinéma*

Comme nous l'avions vu dans l'introduction, l'envie de faire du son direct, de capter le « réel », implique que ce « réel » ne sera jamais strictement identique d'une prise à l'autre, car il y a justement dans cette envie, le désir de capter quelque chose d'unique.

Paradoxalement, la musique répond à des modes d'écriture très précis. En règle générale, un morceau suit une partition. Cette partition se base sur un rythme qui suit un tempo et des notes qui suivent une tonalité. Autant de paramètres qui font qu'il est difficilement possible de reproduire deux fois le même morceau sans qu'il y ait des variations entre les deux versions.

Sur une prise de son filmée, il est très difficile de faire raccorder une prise avec une autre, car les micros fluctuations entre chaque prises rendent les raccords très compliqués. Si sur une prise, les musiciens jouent à 100 bpm[35] et que sur la prise d'après ils jouent à 105 bpm, il faudra ralentir de 5 bpm la deuxième prise pour qu'elle raccorde avec la première. Sur un CD c'est encore possible de raccorder ces deux prises sans problème, mais à partir du moment où les musiciens sont filmés, si le son est ralenti cela veut dire qu'il se désynchronisera petit à petit par rapport à l'image. Dans notre exemple, si la cadence d'enregistrement est de 24 images par seconde, au bout de 10 secondes il y aura 12 images de décalage entre le son et l'image. C'est un problème qu'a rencontré Valérie Deloof sur le montage son du film « *Les malheurs de Sophie* ».

Il est important pour un metteur en scène d'avoir conscience que le fait de vouloir de la musique en son direct soulève des questions de montage. S'offre à lui trois façons différentes de filmer la séquence : **soit en un seul plan séquence, soit avec une seule caméra qui filmera plusieurs plans montés les uns à la suite des autres, soit avec plusieurs caméras**. Dans le cas du plan séquence ou du multi-caméra, la question des raccords ne se pose à priori pas, à moins que… Dans certains cas où la performance live n'est pas satisfaisante pour l'intégralité du morceau, il est possible au montage de vouloir prendre le couplet d'une prise et le refrain d'une autre. Dans ce cas, il peut être bon de faire en sorte de pouvoir raccorder en tempo et en tonalité les deux prises. Dans le cas d'une séquence musicale découpée, c'est à dire où l'action est couverte sous plusieurs plans mais dans le but de recréer une continuité, il faut de toute évidence faire en sorte de pouvoir raccorder la musique d'un plan à un autre. Mais comment ?

[35] *BPM : Battement Par Minute = unité de mesure utilisée pour exprimer le tempo du morceau*

Pour faire jouer les musiciens sur un même tempo, la solution la plus simple consiste à leur procurer un métronome afin qu'ils aient une référence fixe de tempo. Il existe trois méthodes plus ou moins efficaces pour qu'ils ressentent le tempo : **par l'ouïe, par la vue ou par le toucher**.

La méthode par l'ouïe consiste à faire entendre au musicien le tempo. Nous parlerons plus en détail des moyens existants pour pouvoir faire entendre discrètement un son de manière invisible dans la partie II.1.b.

La méthode par la vue consiste à utiliser un métronome ayant comme possibilité d'être visuel. Plutôt qu'un son, des flashs lumineux donneront les battements. Ce dispositif peut être disposé hors du cadre, en revanche ce n'est pas évident pour le musicien de se concentrer sur les flashs en plus de devoir jouer en live.

La dernière méthode, par le toucher, est une trouvaille de Martin de Torcy sur le tournage de « *El Rey de todo el mundo* », film de Carlos Saura. Pour une séquence musicale d'un duo guitare-voix improvisé au dernier moment, l'ingénieur du son improvisa un métronome vibrant grâce à une application sur son téléphone. Il plaça le téléphone dans la chaussette du guitariste, ce qui permis aux musiciens de jouer au même tempo sur chaque prise.

b. Proposer un retour son aux musiciens

La méthode la plus simple et la plus discrète pour faire en sorte que les musiciens puissent se caler sur un tempo constant reste la diffusion d'un métronome dans une oreillette. Pour la séquence finale de mon film, nous avions proposé aux musiciens des écouteurs noirs, discrets, reliés à un récepteur HF Sennheiser. L'avantage de ce système est que le musicien peut régler le niveau de son retour comme il le souhaite. Cependant, il reste totalement libre grâce au fait que le récepteur soit sans fil. En revanche, ce n'est pas le système le plus discret car l'oreillette est reliée par un fil au récepteur. Il faut donc pouvoir dissimuler le câble dans les cheveux et dans les vêtements (ce qui est possible si le comédien.ne a les cheveux longs), en revanche, si la nuque est dénudée cela devient plus compliqué.



« Les Apartés » de Olivier Calautti - 2019

Exemple d'oreillette dissimulée sur une comédienne. Ses cheveux étants assez longs, il fût possible de cacher le câble sous les cheveux, puis sous ses vêtements.

Il existe des oreillettes plus discrètes, fabriquées par la société « Phonak[36] ». Il s'agit de micros-oreillettes récupérant un signal par ondes radio. Pour émettre le signal de l'enregistreur à l'oreillette, il faut un émetteur particulier s'appelant « *Roger Base Station* ».

Sur mon film, pour permettre aux musiciens d'avoir un retour son par personne, avec une balance[37] individuelle, le choix fût d'utiliser une table de mixage. Ce choix a également été fait pour d'autres raisons, mais grâce à ça, Noëmy pouvait ajuster la balance à tout moment très simplement. C'est un confort pour les musiciens de pouvoir demander à s'entendre différemment des autres, ou bien de pouvoir choisir ce qu'ils écoutent.

Sur « *Woman at War* » de Benedikt Erlingsson, la totalité des morceaux du film furent enregistrés en studio, en amont du tournage pour pouvoir être diffusés dans les oreillettes des musiciens afin qu'ils se basent dessus pour jouer tout le temps la même chose. Cette technique s'appelle la « *diffusion de playback* ».

Sur « *Annette* » , le dernier film de Léos Carax, Erwan Kerzanet diffusa en plus du playback un métronome dans les oreillettes des musiciens. Il profita de la diffusion de ce métronome pour l'enregistrer sur une piste indépendante, afin de livrer au montage une piste audio comportant seulement le click. D'après lui, cela peut servir à la monteuse pour visualiser où est-ce que les coupes tombent justes par rapport à la musique.

A noter que ces oreillettes restituent toutes un mélange monophonique. Certains systèmes permettent de restituer un signal stéréo. Les plus connus sont les « Ears Monitor », en revanche c'est un système beaucoup moins discret que les « Phonak » et ce sont des oreillettes filaires et non HF.

2. La prise de son en rapport à l'image

a. La distance au musicien

Comme nous l'avons vu plus tôt, le rendu esthétique de la prise de son d'un instrument est directement lié à la distance d'un microphone par rapport à la source. La plupart des instruments acoustiques ont besoin d'un minimum d'air pour être captés naturellement. Une prise de son d'un violon réalisée de très près laissera entendre la dureté de l'attaque et une accentuation des bruits parasites. Pour du chant par exemple, la prise de son de proximité amplifiera le souffle de la voix, les moindres nuances seront accusées. Ces effets, souvent mal aimés en prise de son studio peuvent avoir un intérêt quand ils sont liés à une image.

---

[36] https://www.dcaudiovisuel.com/product_info.php/cPath/1_14/products_id/606

[37] Equilibre entre chaque piste audio

L'image donne à voir des personnages et ces personnages n'étants pas des robots, il peut être touchant de créer de l'empathie en laissant entendre leurs imperfections. Une prise de son qui ira « lisser » les défauts peut à mon sens créer de la distance avec les personnages. Même si ce n'est pas qualifié « d'esthétique studio », entendre les marteaux contre les cordes d'un piano, ou bien un archer frotter les cordes d'un violon peut avoir du sens suivant l'oeuvre dans laquelle cette prise de son s'inclue.

Durant le montage son de la série « *The Eddy* » réalisée par Damien Chazelle, le monteur son est allé récupérer toutes les respirations et les bruits de bouches enregistrés par la perche durant la performance live d'une chanteuse de la série, afin d'être encore plus proche de ce personnage. Le fait d'entendre ces « défauts » laisse entendre que ce personnage a des fragilités palpables. A mon sens, cette prise de son permet de renforcer l'empathie que peut avoir un spectateur pour ce personnage.

Mais à l'inverse, une prise de son très proche amène la sensation d'être extrêmement précis et la précision, ou bien la maitrise, peuvent parfois donner la sensation d'être distant par rapport à l'ambiance insufflée par une image. A nouveau dans le cas de « *The Eddy* » , deux prises de son étaient réalisées en parallèle pour chaque séquence musicale. Une prise de son « cinéma » avec l'attirail classique : perches, microphones HF, couple stéréo, etc… mais également une prise de son plutôt « musique » faite par une deuxième personne, avec un ensemble de microphones davantage dédiés à la prise de son de studio. Cette seconde prise de son était plus « propre » que la prise de son cinéma, du fait qu'elle ait été réalisée avec essentiellement des microphones de proximité tandis que la prise de son cinéma était essentiellement basée sur un mélange perche - couple stéréophonique. Arrivé au mixage, Damien Chazelle trouva que la prise de son « musique » était beaucoup trop propre et qu'elle ne collait pas avec l'émotion que lui inspirait l'image. Ils ont donc favorisé la prise de son cinéma sur la plupart des séquences musicales. Même si elle était moins précise et moins faite dans les règles de l'art de l'enregistrement studio, la distance des microphones aux instruments apportait une intégration naturelle de l'acoustique dans la prise de son. Le côté « imparfait » de la prise de son amenait de la vie à l'image.

Je pense qu'avant d'élaborer un dispositif technique extrêmement compliqué, il faut se demander : **quelle distance ai-je envie d'avoir avec les musiciens ?** Aucune réponse toute faite n'existe et aucun film n'aura besoin du même rapport image et son.

Par exemple dans le cadre d'un **gros plan** à l'image, Damien Chazelle choisit dans « *The Eddy* » d'être en gros plan sonore lorsqu'il filme Joanna Kulig afin d'entendre les plus infimes bruits de bouches et respirations du personnage, tandis que Alain Gomis dans « *Félicité* » prend le parti d'être très à distance des chanteurs qu'il filme, afin d'entendre le mélange de toutes ces voix plutôt que de souligner la performance singulière d'une des choristes. Dans ce second cas,

l'émotion ne sera pas créée par l'empathie que l'on aura pour un personnage mais plutôt par la force d'un groupe de voix.



A gauche « The Eddy » de Damien Chazelle , à droite « Félicité » de Alain Gomis

Deux gros plans visuels, deux prises de son totalement différentes

De plus, prendre de la distance peut permettre de restituer un musicien dans un contexte plutôt que de pointer du doigt les qualités techniques d'une performance musicale. Par exemple, dans une très belle vidéo de La Blogothèque, captant l'artiste Bon Iver en train de chanter avec deux autres personnes dans le hall d'entrée d'un immeuble parisien, le parti pris de prise de son fût d'être distant. On remarque que l'ingénieur du son ne dispose que d'un couple XY sur un enregistreur portable. Le résultat de ce dispositif est très juste par rapport à la vidéo, car il nous permet d'apprécier le fond : un artiste reconnu chante en tout simplicité dans un endroit inattendu, plutôt que de souligner la forme.

Extrait de la vidéo de Bon Iver [38]

[38] *https://www.youtube.com/watch?v=x5Swa9CYgRk*

b. Ecrire, repérer et découper l'acoustique

Une chose dont je suis persuadé est que l'acoustique est un des éléments sonores qui se pense le plus tôt dans la fabrication d'un film. Il existe de nombreuses solutions techniques pour faire en sorte de s'affranchir de l'acoustique, pour entendre une source au milieu d'un immense brouhaha, pour hiérarchiser l'écoute. Mais de mon point de vue, c'est très compliqué (à moins que ce soit un effet) d'accepter une acoustique d'église si un musicien joue dans une voiture.

L'acoustique a pour moi une force extrêmement puissante. Un musicien qui joue dans une chambre ne me procurera pas la même émotion que si il joue dans un hangar. En effet, pour moi une acoustique ayant un temps de réverbération élevé (TR60[39]) produit une sensation de solitude, de perdition. Ce sentiment se retrouve très bien dans le cas d'une personne qui hurle au milieu des montagnes. Le fait de n'entendre rien d'autre que le son de son cri résonner jusqu'à disparaitre amène ce sentiment de solitude. A l'inverse, il me paraitrait étrange d'entendre un discours très sérieux où l'attention est portée sur le fond, résonner au milieu des montagnes.

Partant de ce principe là, il est intéressant d'intégrer de telles sensations dès l'écriture d'un scénario. Cela peut venir d'un scénariste ou d'un réalisateur, mais je pense qu'il est légitime pour un ingénieur du son de questionner la pertinence d'un décor par rapport à une émotion ressentie à la lecture d'un scénario.



Photo 2.b.1 - Gabrielle joue seule dans le grand salon vide de la maison de son père

Durant l'écriture de mon film de fin d'études, j'ai essayé de penser l'acoustique des lieux en rapport avec les émotions que je voulais provoquer. Par exemple, dans une des séquences, Gabrielle (le personnage principal) se retrouve seule chez elle à jouer du piano (*Cf.Photo 2.b.1*). Le son du piano rayonne fortement dans la pièce (un grand salon en bois) pour marquer qu'elle

[39] TR60 : Temps à partir du moment où une source sonore s'arrête, que mettra la réverbération à chuter de 60 dB.

est enfin seule et qu'elle s'empare de la maison. Chaque note reste tenue plusieurs secondes et le ton de ce qu'elle joue est très léger et très doux. Cela traduit pour moi un laisser aller, une sensation de bien être.

Une fois cette intention écrite sur le scénario, il est important de faire en sorte qu'elle soit possible en pratique. Pour cela, il est bon de repérer les décors afin de vérifier si oui ou non cette intention sonore est cohérente au lieu. Si le lieu correspond visuellement à l'idée que l'on se fait d'un certain type d'acoustique, mais qu'en réalité il n'a pas la même acoustique, par exemple : un immense hangar vide qui a un son très sec car de la laine de verre est cachée partout, il faudra alors travailler cette acoustique (*voir partie 1.2.c*) ou bien signaler l'éventualité de changer de décor.

Enfin, il est intéressant de réfléchir à un découpage qui pourrait appuyer ou non cette intention. Un musicien seul dans un plan très large ne dégagera pas le même ressenti qu'en gros plan. Par rapport à ce même exemple, j'ai eu envie au découpage de faire ressentir au spectateur la solitude du personnage par le son mais aussi par l'image. Le fait d'avoir de la distance avec l'instrument et de comprendre l'espace nous a permis de pouvoir jouer de cette acoustique sans que le spectateur ne se pose trop de questions sur la cohérence du son et de l'image. Dans « *I Feel Good* » de Gustave Kerven et Benoit Delépine, certaines séquences d'interludes représentent des musiciens jouant seuls dans d'immenses espaces vides (*Cf. Photo 2.b.2*). L'image ne met pas en avant l'humain ni la performance musicale, mais au contraire crée de la distance avec ce qu'il se passe afin, d'être porté par le son résonnant dans ces lieux.



Photo 2.b.2 **-** Extrait d'une des interludes de « *I Feel Good* »

c. Cadre et stéréophonie

La différence fondamentale entre une prise de son musicale pensée pour un CD et une prise de son musicale pensée pour le cinéma, est le rapport du son avec l'image. D'après Guillaume le Braz : « En CD tu vas chercher une image stéréophonique que tu fantasmes. Tu peux faire ce que tu veux, partir dans des gros délires, alors qu'à l'image tu vas essayer de coller à ce que tu vois et tu vas avoir envie de situer les instruments là où ils sont… ce qui est peut-être une erreur d'ailleurs. »[40]

Comme nous le disions dans la partie I.3.e, il existe au cinéma un canal central en plus des canaux gauche et droit, permettant de préciser ce qu'il se passe au centre de l'image. C'est donc à l'ingénieur du son et au metteur en scène de voir si il est intéressant ou non de localiser à l'aide du son les musiciens que l'on voit à l'image.

Accorder la place au son qu'un musicien devrait avoir par rapport à sa position à l'image est possible. Soit en pan-potant[41] un microphone de proximité à gauche ou à droite de manière artificielle, soit en plaçant un couple stéréophonique cohérent à l'image. En effet, si l'intention de mise en scène est d'être du point de vue de la caméra, la sensation la plus naturelle au son serait d'avoir un couple stéréophonique au dessus de la caméra. En pratique, il est toujours plus judicieux de le placer plus en hauteur afin d'éviter de capter les bruits générés par l'équipe technique (cadreur, machinerie, assistant caméra, etc…). C'est ensuite à l'ingénieur du son de choisir le système de prise de son stéréophonique le plus cohérent par rapport à la sensation qu'il veut provoquer : un couple AB ou ORTF pour la profondeur et l'espace, mais moins précis au centre. Ou bien un couple XY ou MS pour une localisation plus évidente, mais moins large. (*Voir partie I.3.d*).

Sur la vidéo du morceau de « *Say Something* » de Justin Timberlake, réalisée par la Blogothèque, un des deux ingénieurs du son suivait constamment la caméra avec un couple ORTF vissé à une perche, afin d'avoir une sensation naturelle d'écoute par rapport au point de vue suggéré par la caméra.

A noter qu'il est intéressant de localiser les sources à l'oreille, que ce soit en terme de profondeur que de latéralisation. Cela permet d'être encore plus immergé dans l'image 2D. En revanche, si la scène est découpée en champ / contre-champ, l'inversion des sources dans la stéréo peut vite devenir indigeste. Il faut donc avoir une idée en amont du découpage de la séquence avant de vouloir mettre en place un dispositif restituant la localisation stéréophonique des musiciens par rapport à l'image. Par exemple, sur un plan séquence, cet effet peut être très probant. En revanche, ce n'est pas une règle à appliquer dès que possible. Le déplacement d'une source à gauche, puis à droite, puis à nouveau à gauche et à droite, peut être un peu

---

[40] Entretien réalisé avec Guillaume le Braz à Paris, Février 2020

[41] En plaçant artificiellement la source sonore à gauche ou à droite dans l'image stéréophonique

forcé et systématique. Il faut savoir utiliser cette possibilité au bon moment pour que « l'effet » ne prenne pas la main sur le message.

d. Le mouvement

Le mouvement agit sur la latéralisation d'un son par rapport à un espace sonore stéréophonique, mais aussi sur sa profondeur, c'est à dire le rapport entre champ direct et champ réverbéré. Sur le tournage d'Alma, j'ai essayé de créer du mouvement sonore à deux reprises. Je vais me servir de ces deux cas pour imager mon propos.

- ***Premier exemple :*** *Gabrielle joue dans le salon - Mouvement de profondeur*

Commençons par la question de distance. Dans le plan où Gabrielle joue dans le salon, l'intention de mise en scène fût de commencer avec le son du piano qui résonne dans toute la pièce afin de montrer qu'elle est enfin seule et qu'elle s'approprie l'espace, puis petit à petit, apporter un intérêt à ce qu'elle joue et être touché par la puissance de chaque note, comme si nous étions au coeur de sa perception.

Pour tenter d'aller dans ce sens, nous avions cherché avec Téo, le chef opérateur et Noëmy, l'ingénieure du son, à avoir un travelling avant à l'image et au son. Nous avions opté d'être dos à elle et de ne pas voir son visage, afin que ce soit au son de faire parvenir les émotions recherchées. Pour contrebalancer ce « manque » à l'image, nous avions décidé avec Noëmy de nous rapprocher du son du piano de façon très prononcée, afin d'entendre la mécanique de l'instrument, le poids de chacune des notes et d'être dans une image mentale que Gabrielle se fait du morceau qu'elle joue, au moment où elle le joue.



Pour écouter [42]

[42] *https://soundcloud.com/sacha-mikoff/alma_travellingsonore_lr*

- ***Deuxième exemple :*** *Bruno découvre les musiciens de Blue Bird, puis joue avec eux - Mouvement de profondeur et mouvement de latéralisation*

Explication théorique : Dans cette séquence qui conclue le film, l'idée était d'être dans la subjectivité de Bruno : il descend les escaliers puis découvre qu'il y a un batteur et un pianiste qui jouent le thème du morceau qu'il avait composé à l'époque. Pour retranscrire cette intention, la caméra quitte Bruno fixant la source sonore (au son : une batterie qui remplie toute l'acoustique du salon) puis se dirige lentement vers ce son. Plus la caméra s'approche de ce que l'on entend, plus le champ direct prend le dessus sur le champ réverbéré, plus le spectateur comprend qu'il va vraiment trouver ce qu'il pense trouver, bien que ce ne soit pas « normal ».

Au moment où l'on découvre le batteur, le son n'est plus aussi envahissant qu'avant et la caméra continue son panoramique, laissant les éléments de la batterie se déplacer dans la stéréo par rapport à leur position dans le cadre. Est alors retranscrit le fait que Bruno découvre petit à petit ce qu'il se passe. La caméra se dirige ensuite vers le pianiste, laissant la batterie plus à gauche dans la stéréo et à nouveau dans un rapport de profondeur où le champ réverbéré reprend le dessus sur le champ direct. Avec ce mouvement, la caméra ne fait que passer, sans s'arrêter ni pointer du doigt, comme si ce qui était en train de se passer n'était pas la finalité. Enfin, lorsque le pianiste joue, le piano remplie l'espace accompagné de la batterie en arrière plan. Là, on a de nouveau l'impression d'être à la place de Bruno, la focalisation sonore suit la focalisation visuelle. Tout devient très cohérent, comme si ce qu'il se passait existait vraiment. Bruno commence à jouer, puis se fait rejoindre par les deux autres musiciens tandis que la caméra passe d'un gros plan sur le visage de Bruno jusqu'à un plan large avec les trois musiciens.

Plutôt que de jouer la cohérence avec le plan et d'avoir un son de plus en plus diffus, l'idée était d'avoir un son de plus en plus propre, comme si l'enregistrement était fait en studio. Cela afin de suggérer que ce que l'on voit et que ce que l'on entend n'est peut-être pas naturel et de comprendre que cette séquence n'est qu'un fantasme de Bruno. C'est à partir du moment où le point de vue sonore se détache du point de vue suggéré par l'image que le spectateur ressent cette séquence comme un moment hors de la réalité.

Pour écouter [43]

[43] *https://soundcloud.com/sacha-mikoff/alma-sequencefinale-lr*

Explication technique : Pour pouvoir jouer à la fois sur une prise de son « naturelle » dans un espace ayant une acoustique propre, mais aussi sur une prise de son plus précise, nous avons opté pour un mélange entre un système tripiste + perche, mais aussi des microphones de proximité, pour pouvoir s'affranchir de l'acoustique à tout moment. Une perche suit le point de vue de la caméra pour préciser au son ce qui est filmé. Les microphones de proximité sont pan-potés à gauche et à droite suivant la position des instruments à l'image. Pour la première partie, le système tripiste est utilisé afin de recréer une sensation d'écoute naturelle. Puis à la fin, ce sont seulement les microphones de proximité qui sont utilisés, avec une réverbération artificielle qui crée un mélange rappelant des sensations connues sur des enregistrements CD.

3. Quand la prise de son studio prend le dessus

Comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, la finalité de cette séquence était de tendre vers un enregistrement de plus en plus proche et précis, afin d'avoir l'impression d'un morceau tiré d'un CD.

Il me semble qu'un autre exemple peut donner cette sensation : ***la scène des accordéons de Holy Motors***.

Dans cette séquence lorsque Denis Lavant entre dans l'église en jouant de l'accordéon, le son est distant et correspond parfaitement à l'image. L'accordéon est au centre de l'image stéréo et le champ réverbéré prime sur le champ direct, puis le personnage se rapproche et le champ direct prend l'avantage. À partir de ce moment, les instruments sont tout le temps sur le même plan sonore, ce qui veut dire que chaque instrument a sa place dans le mixage. Bien qu'on soit dans une église (qui est un lieu très réverbérant), tous les instruments se définissent clairement, ce qui n'est pas vraiment cohérent avec un point d'écoute naturel. On peut confirmer cet effet en fin de séquence, car lorsque le groupe de musiciens s'éloigne petit à petit, le son de chaque instrument est toujours aussi proche et précis.

Je trouve cet exemple intéressant car il dénote avec la sensation d'écoute naturelle que l'on aurait avec le point de vue suggéré par l'image. Le fait que la prise de son commence avec un point de vue « naturel » puis tende vers une prise de son studio, donne une impression de grandeur, de voyage. Le fait d'avoir un son qui ne correspond plus du tout à la répartition de l'espace que l'on imagine, invite le spectateur à se laisser emporter, le libère de ses repères pour lui permettre de partir dans la folie des musiciens et du message qu'ils expriment.

Cette sensation est due au fait que les instruments sont toujours très précis et en avant plan, alors que l'on ne voit pas tous les musiciens. Mais elle est également due au fait qu'ils soient répartis dans l'image stéréophonique sans que cela corresponde forcément à ce que l'on voit.

Pour pouvoir entendre chaque instrument de manière distincte et pouvoir ainsi les répartir n'importe où dans l'image stéréophonique, Erwan Kerzanet équipa huit accordéonistes en microphones HF basse sensibilité, il récupéra les sorties « line out » des amplificateurs de la basse et de la guitare en HF, il équipa le joueur d'harmonica ainsi que le percussionniste en HF et accrocha un enregistreur dans le dos du batteur afin de lui placer des microphones statiques branchés en filaire (deux overheads, une microphone caisse claire et un microphone grosse caisse). En plus de tout ces microphones de proximité, il utilisa une perche pointée sur Denis Lavant et un couple ORTF perché au dessus de la caméra, non pas pour la latéralisation mais pour avoir un peu d'acoustique. Accrocher un couple stéréo dans l'église aurait été peu probant étant donné que le cortège était sans cesse en mouvement, le couple n'aurait été placé idéalement que pour une infime partie du morceau et il aurait été trop loin pour tout le reste.

Nous pouvons noter que Léos Carax se sert de la suite de cet enregistrement pour superposer la musique aux images d'une autre séquence. La qualité « studio » de cette prise de son nous fait alors totalement oublier que ce que l'on entend correspondait à une image et de ce fait, nous acceptons tout à fait de voir d'autres images sur ce même son sans se poser de question.



La séquence des accordéons - Holy Motors

Pour écouter [44]

4. L'émotion dans l'imperfection

À l'inverse de *Holy Motors*, certaines séquences de films jouent de l'imperfection du son direct pour provoquer une émotion que le spectateur n'aurait probablement pas dans une prise de son studio. Par exemple, dans la séquence finale du film « *Woman at War* », Benedikt Erlingsson filme un pianiste jouant un morceau dans le couloir d'un l'orphelinat. Le morceau est lent et doux, chaque note est à peine appuyée. Le piano est désaccordé et l'acoustique du couloir n'est pas du tout idéale pour la prise de son d'un piano. Pourtant, il y a une fragilité qui en ressort qui est extrêmement touchante. François de Morant, l'ingénieur du son a placé deux microphones DPA 4060 à l'intérieur du piano droit et un système surround DPA 5100 en hauteur, dans le

[44] *https://www.youtube.com/watch?v=IR9ktdI4LFM*

couloir. Les microphones à l'intérieur du piano ramènent le son des marteaux qui touchent délicatement les cordes, tandis que le système surround retranscrit fidèlement l'acoustique du couloir de l'orphelinat.

À propos de cette scène avec Raphaël Sohier, le monteur son du film, me dit : « C'est clair qu'on aurait mis un très beau piano enregistré avec une très belle prise de son, ça nous aurait amené quelque chose d'autre. Mais je suis sûr que cette fragilité à un moment est touchante. Le côté désaccordé apporte également quelque chose. »

Pour aller dans ce sens, je me permets de retranscrire une citation de Bertrand Tavernier, parlant de son film « *Autour de minuit* » à la soirée de l'AFSI en hommage à William Flageollet : « La prise de Dexter qui n'était pas parfaite était dix fois plus émouvante que la prise parfaite de Wayne Shorter. Il y avait quelque chose de cassé, de blessé dans la prise de Dexter qui convenait avec le personnage. Il ne faut pas qu'on cherche une perfection. Il faut qu'on cherche quelque chose qui aille avec l'émotion. »

5. Conclusion de la deuxième partie

Je pense que la notion d'imperfection n'est pas à appliquer à chaque film, mais c'est une variante très intéressante de la finalité d'une prise de son directe pour une séquence musicale. Il ne faut pas chercher à avoir forcément la plus belle prise de son possible lorsque l'on aborde un film, mais plutôt se demander quelle est l'émotion recherchée. Est-ce que la séquence demande une prise de son très précise ? Est-ce que chaque instrument doit être audible et mixé au premier plan ou au contraire, faut-il que l'ensemble donne l'impression d'appartenir naturellement au lieu dans lequel il se trouve ? Faut-il que la sensation d'écoute soit cohérente à ce que l'on voit à l'image ?

En comparant « *Woman at War* » avec « *Holy Motors* » il est clair qu'il n'existe pas qu'une seule façon d'aborder la prise de son d'une séquence musicale et que le seul moyen de savoir comme s'y prendre est de bien comprendre l'intention de mise en scène du réalisateur. Il existe tellement d'outils aujourd'hui pour faire de la prise de son que l'on peut vite se perdre dans la technique et en oublier l'artistique. Certaines intentions peuvent être claires dès la lecture du script, mais la seule façon de comprendre le message qu'un metteur en scène veut faire passer dans son film est d'en discuter avec lui. Même si il n'a pas les mots pour traduire ses intentions, il est possible d'en parler autour de divers exemples comme ceux que nous venons de décrire précédemment.

Une fois que l'intention est comprise, c'est à l'ingénieur du son de faire en sorte que le fantasme d'un metteur en scène soit traduit de la manière la plus juste du point de vue de la technique sonore. La responsabilité de l'ingénieur du son est donc de « capter » ce qu'il se passe dans le réel et de le transformer en signaux électriques. Mais pour que ce geste de mise en scène soit traduit le plus fidèlement possible, il faut s'assurer que les intentions contenues dans la matière fournie par l'ingénieur du son soient bien transmises étape par étape lors de la fabrication de la bande son du film.

À une époque où il est possible d'enregistrer des centaines de pistes simultanées, comment penser la prise de son pour la chaine de post-production ?

Nous allons tenter d'y répondre dans cette troisième partie, en cherchant les moyens existants pour enregistrer et gérer autant de pistes qu'il y a de microphones, puis en se questionnant sur ce qu'il faut « livrer » aux différents maillons de la chaine de post-production pour que les intentions soient gardées. Nous verrons qu'il existe une manière bien particulière d'aborder la prise de son d'une séquence musicale et nous finirons par citer quelques exemples de films musicaux qui ne sont pas enregistrés en son direct, pour comprendre comment le travail du son y est abordé.

TROISIÈME PARTIE

PENSER LA PRISE DE SON POUR LA CHAINE DE POST-PRODUCTION

Comme nous l'avons vu dans les parties I et II, la prise de son d'une séquence musicale peut engager beaucoup de moyens, à condition que ces moyens soient cohérents avec la finalité à atteindre. À moins de faire une prise de son avec un couple stéréophonique, le nombre de pistes à enregistrer peut vite devenir énorme. Sur mon film de fin d'études, nous nous sommes confrontés à la question suivante : ***comment pouvoir enregistrer autant de pistes tout en ayant la possibilité de gérer les retours de chaque musicien, mais aussi de fournir une mise à plat de bonne qualité permettant de pouvoir vérifier si la prise est bonne ou non ?***

Il faut savoir que pour des conditions de production, l'équipe son de mon film n'était constituée que de deux personnes : une ingénieure du son et un perchman. Il fallait donc trouver un moyen pratique pour que Noëmy puisse gérer autant de paramètres, seule.

1. La gestion d'un enregistrement multipiste sur le tournage

a. L'économie de moyens : l'utilisation d'un seul enregistreur

La prise de son au cinéma doit répondre à des exigences de workflow[45]. C'est à dire, que certains aspects techniques sur la manière d'enregistrer une séquence sont à prendre en compte afin de faciliter la transmission du travail de l'ingénieur du son à la chaine de post-production. Ces aspects techniques se retrouvent dans **la gestion des métadonnées des fichiers audio** (*nom de la séquence, nom des différentes pistes, etc…*), dans **la synchronisation du son à l'image** (*utilisation de timecode*), **la structure de l'enregistrement des rushes** (*avoir un dossier principal comportant des sous-dossiers par jour de tournage, sur toute la période de la fabrication du film*). Ces contraintes doivent être respectées pour chaque séquence du film, afin de pouvoir appliquer la même méthode de travail sur une séquence de dialogue enregistrée avec une seule perche, et sur une séquence musicale enregistrée avec 60 microphones.

Pour éviter d'avoir plusieurs supports d'enregistrement, il est préférable de centraliser tous les microphones sur un seul enregistreur. N'avoir qu'un seul appareil implique de devoir brancher tous les microphones à l'enregistreur.

En raisonnant de manière très pragmatique, il existe aujourd'hui deux enregistreurs professionnels sur lesquels on peut brancher de nombreux microphones sans passer par une table de mixage : **Le Cantar X3 de Aaton (***8 préamplis micros - 24 pistes d'enregistrement***) et le Scorpio de Sound Devices (***16 préamplis micros - 32 pistes d'enregistrement***).**

Cela veut dire que pour une séquence musicale nécessitant 8 microphones, il est tout à fait possible d'utiliser un Cantar X3 sans avoir besoin de matériel supplémentaire. En revanche, si ce

[45] *Le workflow sert à décrire le circuit des traitements, les tâches à répartir entre les différents acteurs d'un processus, les délais, les contrôles et modes de validation, et à fournir à chacun des acteurs les informations nécessaires à l'exécution de sa tâche.*

même enregistrement nécessite 10 microphones, il faut soit trouver une solution pour pré-amplifier les deux microphones restants avant de les faire rentrer dans le Cantar X3, soit utiliser un enregistreur capable d'amplifier plus de 8 microphones.

Sur mon film, nous avions décidé d'utiliser un Cantar X3 sur toute la durée du tournage, afin d'avoir un enregistreur répondant parfaitement aux contraintes actuelles de workflow imposées dans le système de fabrication des films. Cependant, il fallait trouver une solution pour pouvoir amplifier plus de 8 microphones étant donné que nous avions une séquence en demandant 17.

b. Récupérer le signal d'un microphone de différentes façons

Avant de parler du procédé utilisé sur mon film, j'aimerais expliquer les différentes façons d'amplifier jusqu'à 24 microphones pour un enregistrement fait à l'aide d'un cantar X3. Ces méthodes sont évidemment applicables sur d'autres enregistreurs dotés des mêmes entrées que le Cantar X3.

- **Les entrées ligne :** La plupart des enregistreurs possèdent en plus d'entrées « microphone », des entrées « ligne ». Ce sont des entrées dans lesquelles il faut que le signal audio soit déjà amplifié (à la différence des entrées microphone où il y a un préamplificateur qui va amplifier le faible signal audio). Pour brancher un microphone en niveau ligne, il faut d'abord le faire passer par un périphérique externe (par exemple, une table de mixage) doté d'un préamplificateur. Il suffit ensuite de faire sortir le signal audio en niveau ligne. En l'occurence, le cantar X3 étant doté de 4 entrées « ligne », nous passons de 8 microphones possibles à 12 ! Mais ce n'était pas encore suffisant…

- **Les entrées numériques :** Lorsqu'un signal audio entre en niveau microphone ou niveau ligne, on le qualifie de signal « analogique ». L'enregistreur se chargera de convertir le signal analogique en signal numérique, sur une fréquence d'échantillonnage et un nombre de bits définis par l'utilisateur (en général, 48 000 Hz et 24 bits). Mais il est possible de rentrer directement en numérique, avec un signal déjà converti, en entrant dans les entrées « AES-3 » ou « AES-42 ». l'AES est un standard de transmission permettant de transporter un signal audio-numérique. Pour l'AES-3, le principe est le même que pour une entrée niveau ligne : il faut alors amplifier le signal dans un périphérique externe, puis le numériser pour le faire sortir en « AES-3 » jusqu'à l'entrée du même nom dans l'enregistreur. L'AES-42 en revanche, est un protocole permettant de brancher un microphone numérique et donc d'envoyer des ordres depuis l'enregistreur et une alimentation fantôme . Le convertisseur numérique se situe dans le corps du microphone, ce qui permet de délivrer directement du microphone un signal numérisé. Pas besoin donc de passer par un périphérique externe supplémentaire. Mais il est tout à fait possible d'utiliser une entrée AES-42 pour récupérer un signal numérique provenant

d'un port en AES-3. En revanche, il n'est pas possible de contrôler ou d'alimenter un microphone depuis une entrée « AES-3 ». Pour les signaux entrants en AES-3 et AES-42, il est possible d'appliquer un gain « digital » une fois le signal reçu dans l'enregistreur. Ce gain peut être négatif ou positif. Le mémoire d'un étudiant, Dorian Racine, de l'université d'Aix-Marseille explique très bien le principe de fonctionnement des microphones numériques, et leurs utilisations en tournage[46].

Avec ces différentes méthodes d'acquisition d'un signal audio ou numérique, il est possible de multiplier le nombre de microphones. Pour prendre l'exemple du Cantar X3, il est maintenant possible d'utiliser les 8 entrées « microphone », les 4 entrées « lignes », les 8 entrées « AES-3 » et les 4 entrées « AES-42 ». Ce qui fait un total de 24 pistes indépendantes et simultanées. Dans le cas de mon film, cela permettait de pouvoir enregistrer les 17 microphones. En revanche, cela implique d'avoir plusieurs périphériques permettant de transmettre à l'enregistreur des signaux amplifiés et/ou convertis. Pour simplifier les choses, il existe une technique permettant de rassembler jusqu'à 64 pistes en un seul câble RJ45 : le réseau DANTE.

c. Le réseau DANTE

Le réseau **DANTE** (Digital Audio Network Through Ethernet) est un système combiné de matériel informatique et d'un logiciel utilisé pour transporter de l'audio numérique multicanal sur un réseau IP standard ou Ethernet. L'audio est non compressé et la latence est très faible. Un ordinateur peut être nécessaire pour configurer le réseau à l'aide du logiciel « *Dante Controller* ».

Chaque lien Ethernet Gigabit peut transporter jusqu'à 64 canaux, dans chaque direction, à un échantillonnage de 48kHz. Le taux d'échantillonnage maximum est de 192kHz et la profondeur maximale est de 32 bits.

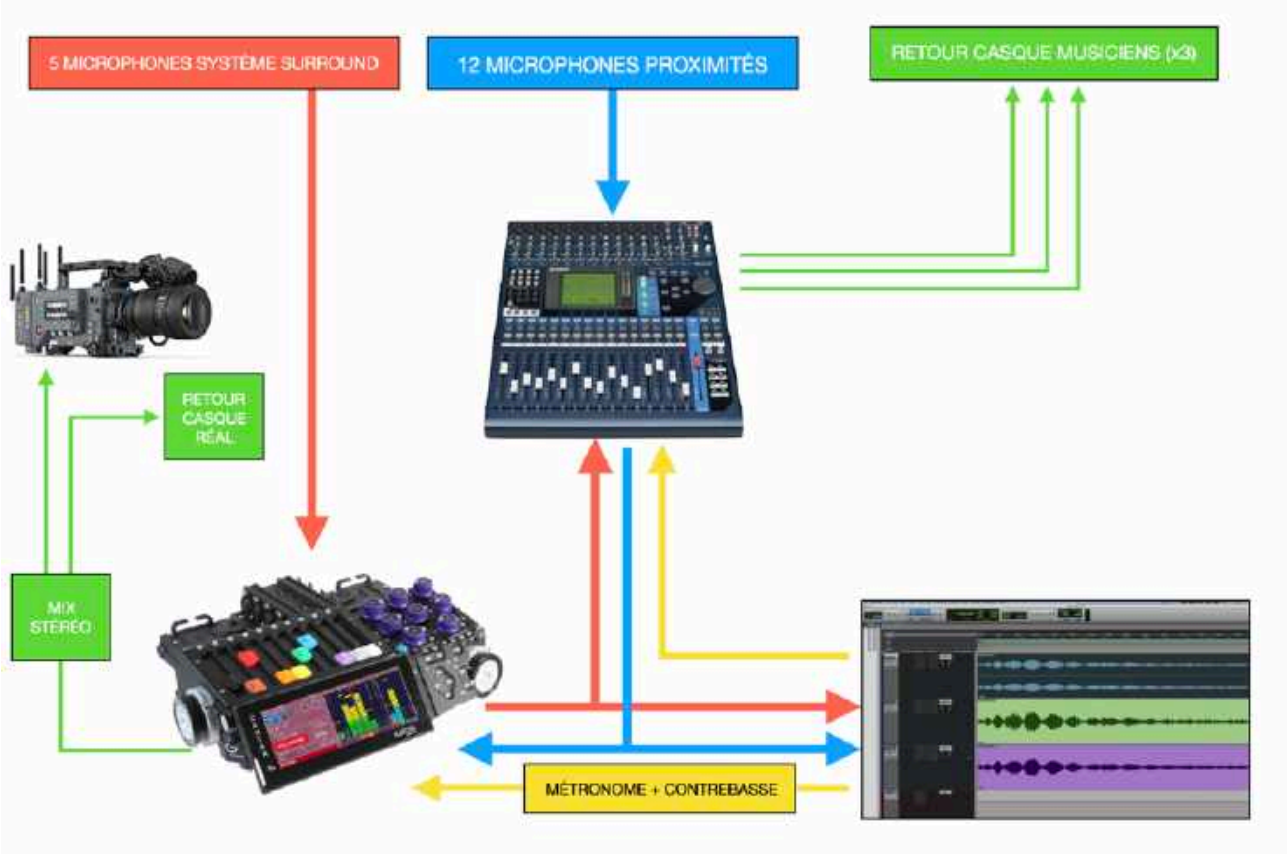
Le système DANTE fut une solution très intéressante sur mon film, car certaines séquences nécessitait de devoir récupérer de nombreuses pistes, mais également de créer des passerelles entre Protools, l'enregistreur et une table de mixage pour envoyer certains sons dans les oreillettes des musiciens.

[46] *https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01379230/document*

La méthode fut la suivante :

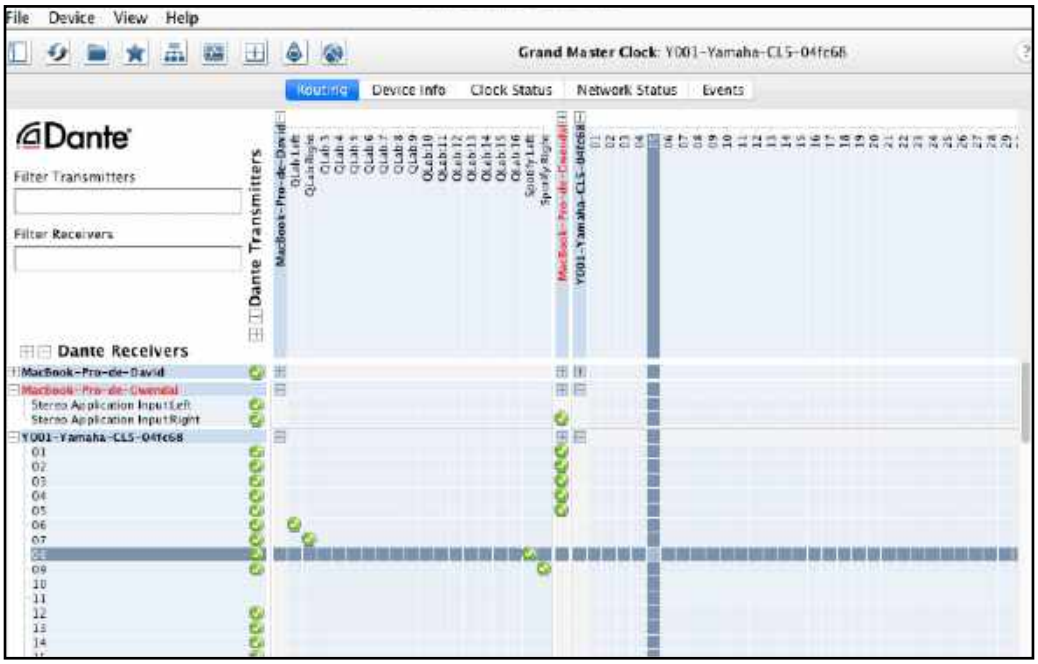
- Tous les microphones de proximité, la perche et les microphones HF étaient envoyés vers une table de mixage (en l'occurence la Yamaha 01V)
- Les microphones statiques étaient directement branchés dans le Cantar X3, pour la qualité de ses préamplificateurs.
- Une session Protools était prête à envoyer un métronome ainsi qu'une ligne de contrebasse, sur des canaux indépendants, pour la séquence finale du film.

Pour expliquer clairement l'avantage de pouvoir relier tout ces périphériques entre eux, dans tous les sens, voici un schéma de l'installation :



Le système DANTE permet de connecter plusieurs périphériques entre eux en créant un « Réseau en étoile ». C'est à dire que les périphériques sont reliés à un système central appelé « Routeur ». Il est ensuite possible d'envoyer des signaux audio dans n'importe quel sens. Par exemple, dans notre cas le Cantar X3 recevait les 12 microphones branchés à la table de mixage, ainsi que les deux pistes envoyées depuis Protools et envoyait en parallèle les 5 microphones Surround vers la table de mixage et dans Protools.

L'orchestration de tous ces canaux s'est faite grâce au logiciel « Dante Controller », qui permet depuis un ordinateur branché au routeur de décider quel périphérique envoie quel canal à quel autre périphérique. (*Cf.Photo 3.c.1*). Grâce à ce système, nous avions regroupé toutes les pistes sur la table de mixage afin de pouvoir gérer les départs auxiliaires dans le but d'alimenter les trois retours des musiciens. Ensuite, nous avions utilisé le Cantar X3 comme enregistreur principal, afin de pouvoir garder la même structure d'enregistrement que le reste du film, mais nous avions également utilisé la connexion avec protools comme un enregistrement de backup. Vu qu'il était possible en quelques clics de router les 17 microphones où l'on voulait, créer un passage supplémentaire vers protools était rassurant dans le cas où le Cantar X3 aurait eu un problème. De plus, c'était une façon de pouvoir relancer un des enregistrements très rapidement en envoyant ce que l'on voulait (seulement la batterie ou seulement le piano, etc…) tout en enregistrant sur le Cantar X3.



3.c.1 **-** Routing des différents périphériques à l'aide du logiciel « Dante Controller »

Parlons maintenant du **mixdown**. Le mixdown est un mixage effectué sur une ou deux pistes, ayant comme finalité d'être livré au montage image comme une mise à plat des différentes pistes enregistrées par l'ingénieur du son. Il y a ensuite, à l'étape du montage son, une conformation qui a pour but de relier grâce au mixdown les différentes pistes enregistrées sur le tournage, tout en respectant les coupes et les effets appliqués au montage image.

Il est donc très important pour donner une directive claire à la chaine de post-production d'effectuer un mixdown représentatif des intentions de l'ingénieur du son. Il faut savoir que c'est ce mixdown qu'écoutera le réalisateur durant toute la durée du montage image.

La solution adoptée sur mon film fut de faire l'équilibre du mixdown durant les répétitions, au casque, en commençant avec tous les envois des pistes au niveau - ∞ dans le mixdown, puis de monter un par un les envois afin de créer un équilibre correct entre chaque microphone. Par la suite, durant les prises, les réajustements n'étaient pas effectués sur le niveau des envois dans le mixdown mais directement sur le gain de chaque piste.

Cependant certains projets nécessitent plus de pistes qu'il n'y a sur un Cantar X3 ou sur un Scorpio. Avec le réseau Dante il est possible d'utiliser un enregistreur capable d'enregistrer encore plus de pistes. L'enregistreur PIX 970 (*Cf.Photo 3.c.2*) de Sound Devices, par exemple, peut aller jusqu'à 64 pistes.



***3.c.2** - L'enregistreur PIX 970 de Sound Devices*

Mais comme ces enregistreurs sont uniquement conçus pour enregistrer de nombreuses pistes, ils ne s'avèrent pas très adaptés au tournage notamment des séquences plus simples (ergonomie, ne fonctionne pas sur batterie, connectiques non adaptées à un nombre réduit de pistes, etc…).

Il existe un moyen d'utiliser plusieurs enregistreurs « de tournage » simultanément, en créant des passerelles allant dans les deux sens, et en synchronisant les enregistrements pour avoir une seule référence temporelle.

d. L'utilisation simultanée de plusieurs enregistreurs

J'ai eu la chance de parler avec Erwan Kerzanet[47] de la manière dont il a abordé la séquence des accordéons dans « *Holy Motors* » et la dramadie musicale « *Annette* ». Ces deux tournages étant espacés de huit ans, il est intéressant de comparer les procédés utilisés.

[47] *Entretien réalisé avec Erwan Kerzanet à Paris, Février 2020*

Holy Motors de Léos Carax - 2012

A l'époque où « *Holy Motors* » fut tourné ni le Cantar X3 ni le Scorpio n'existaient. Il fallait un dispositif permettant d'être mobile, afin de pouvoir devancer le cortège et avancer sur une cinquantaine de mètres, tout en enregistrant entre 20 à 30 pistes en simultané.

L'enregistreur utilisé sur la totalité du tournage était un Cantar X2 (*5 entrées « microphones », 4 entrées « lignes », 8 pistes d'enregistrement*) et il voulait pouvoir aborder cette séquence beaucoup plus lourde qu'une séquence classique, en gardant la même structure d'enregistrement. Les types de microphones utilisés pour enregistrer cette séquence sont détaillés dans la partie II.3.

L'idée était d'avoir un enregistreur «principal» pouvant proposer un mixdown stéréo au montage image et plusieurs enregistreurs « secondaires » enregistrant les multipiste. Il y avait donc en plus de Erwan, trois autres assistants son, portants chacun un Cantar X2 en harnais afin de pouvoir avancer eux aussi. Chaque Cantar enregistrait une famille d'instruments (accordéons, instruments électriques, autres) et générait un mixdown par famille d'instrument. Ce mixdown était ensuite envoyé en HF à l'enregistreur « principal », qui récupérait les trois mixdowns sur trois pistes du Cantar X2. Rentrait également dans l'enregistreur « principal » la perche et le couple stéréo perché. Erwan pouvait ainsi mixer les trois réductions monophoniques des trois autres Cantar X2 + la perche + le couple stéréo, afin de créer un ultime mixdown.

Il pouvait ainsi écouter le mélange de tous les microphones en direct et mixer le son qui était le plus cohérent par rapport à l'image qu'il voyait. Ce mélange stéréo fut ensuite envoyé au montage image. Pour ne pas avoir de problème lors de la conformation au montage son, il était plus prudent de synchroniser en plus du mixdown une piste de chaque enregistreur (avec le volume au plus bas), afin de pouvoir relinker facilement les pistes de chaque enregistreur à cette piste synchronisée. En revanche, le monitoring de tous ces mixdowns était dépendant de la qualité de la transmission HF entre les émetteurs des Cantar « secondaires » et le récepteur du Cantar « principal ».

En terme de synchronisation, les quatre enregistreurs et la caméra étaient synchronisés par timecode, ceci afin d'avoir une référence temporelle à l'image près. Mais il est possible d'être encore plus précis en synchronisant tous les appareils audio grâce à un signal d'horloge appelé « Word Clock ». Celui-ci permet de définir une machine « maître » qui générera un signal déterminé par la fréquence d'échantillonnage. En l'occurence, en cinéma, il est question de 48.000 impulsions par seconde. En revanche, à la différence du timecode, le signal wordclock nécessite de relier les périphériques en filaire, via un câble coaxial d'impédance 75 ohms. Cette option de synchronisation est donc possible si le dispositif d'enregistrement peut rester relativement immobile.

Annette - Léos Carax - 2020

Sur ce film, le dispositif d'enregistrement n'avait pas besoin d'être aussi mobile que sur « Holy Motors ». En revanche, il fallait pouvoir enregistrer beaucoup plus de pistes et envoyer beaucoup de retours sons différents dans des oreillettes indépendantes les unes des autres.
La solution adoptée est semblable à celle que nous venons de voir, mais avec des moyens plus importants et plus actuels.

Dans les faits, il y avait trois Cantar X3 reliés non pas en HF, mais grâce à un réseau DANTE. Ce qui permettait à chaque enregistreur de pouvoir envoyer de l'audio, mais également d'en recevoir en parallèle. Les trois Cantar X3 étaient synchronisés en timecode, mais aussi en wordclock, afin d'être raccord au sample[48] près.

En plus de l'enregistreur d'Erwan dont nous allons parler plus en détail après, il y avait un enregistreur (pour les **input**) qui s'occupait d'enregistrer tous les microphones dédiés à la prise de son instrumentale (microphones de proximité, Decca Tree, couples stéréo, etc…), et il y avait également un troisième enregistreur (pour les **output**) qui était directement relié à une session Protools contenant les enregistrements studios des morceaux, afin de pouvoir diffuser un playback dans les oreillettes des chanteurs et musiciens (voix témoins et instrumentation).

Erwan lui, disposait d'un Cantar X3 « maître » dans lequel il enregistrait tous les microphones « classiques » : perche, HF, couple stéréo…, ainsi qu'un retour stéréo des microphones dédiés à la prise de son instrumentale mais aussi un retour stéréo du playback. Il se servait du fait de pouvoir récupérer des réductions stéréo de chaque enregistreur pour mixer lui même le mixdown qui allait être ensuite livré à la post-production.

Synchroniser une session protools en timecode

Pour finir cette partie, il me semblait intéressant de partager une astuce que j'ai apprise lors de mon stage en juillet 2019. Certains boitiers de timecode offrent la possibilité de générer des DATA, rendant possible l'échange de données avec un ordinateur doté d'un port USB. Par exemple, les boitiers « Tiny Lockit » de Ambient ont cette fonctionnalité là. Il suffit de connecter un boitier récepteur depuis la sortie Lemo5, à l'entrée USB d'un ordinateur. Le timecode reçu par le boitier sera ainsi distribué à Protools, permettant à ce dernier de pouvoir enregistrer de manière parfaitement synchrone sans être forcément relié par un câble et une carte son en wordclock.

[48] *1 sample = 1/48 000ème de seconde si la fréquence d'échantillonnage est de 48kHz.*

e. Différencier l'équipe son « cinéma » de l'équipe son « musique »

Comme nous venons de voir, il est possible de prendre en charge la totalité de la prise de son du film, sans dissocier les séquences musicales des séquences plus « classiques ». En revanche, certains ingénieurs du son préfèrent se concentrer sur la prise de son « cinéma » et laisser la prise de son musicale à une autre personne. Parmi les rencontres que j'ai pu faire, ce fut le cas sur « *Woman at War* » et « *The Eddy* ».

Le principe est simple : l'ingénieur du son garant de la bande son de la totalité du film cherche à prendre le son des séquences musicales de la même manière que le reste du film. C'est à dire qu'il utilisera les outils dont il dispose : une à deux perches « à l'image », des microphones hf et un ou plusieurs couples stéréo. Comme nous l'avons vu dans la partie II.2.a, cette méthode là amène à être un peu moins précis, plus distant mais aussi plus vivant. En complément, un second ingénieur du son vient sur le tournage uniquement pour les séquences musicales, avec du matériel adapté à la prise de son d'instruments de musique (microphones miniatures DPA, Decca Tree, etc…) et s'occupe d'enregistrer la performance musicale comme si il s'agissait de faire un CD.

Pour cela, il dispose d'un ordinateur doté de Protools relié à une carte son, récupérant les divers microphones. Dans le cas de « *The Eddy* », l'ingénieur du son musique était placé dans une autre pièce isolée acoustiquement et il avait une paire d'enceintes afin de pouvoir écouter tous les microphones et les mixer en direct. (*Cf. Photo 1.e.1*)



1.e.1 - Photographie trouvée sur internet du tournage de « *The Eddy* »

Il est important de préciser que si la prise de son musique de « *The Eddy* » était si impressionnante, c'est en partie parce qu'elle allait servir à réaliser par la suite un CD de la bande originale du film. Il fallait donc pouvoir répondre à des attentes de mixage studio (microphones de proximité très précis).

En revanche, cette séparation des postes implique un alourdissement de l'étape de conformation du son au moment du montage son. Le fait que la moitié de l'enregistrement soit fait sur protools nécessite que quelqu'un, en plus de faire le lien entre le mixdown du Cantar et les rushes son, doit aller chercher les différentes pistes enregistrées sur Protools afin de les importer dans la session de montage son, sur le même timecode que le mixdown synchrone du Cantar.

C'est pour cela qu'il est capital de pouvoir parler du workflow, en amont du tournage, afin de mettre d'accord l'ingénieur du son, le monteur image et le monteur son / mixeur sur la façon dont va être abordé le tournage.

Pour le tournage de « *Woman at war* », bien qu'il y ait eu deux ingénieurs du son sur les séquences musicales, Raphaël Sohier (le monteur son du film) était chargé de superviser toute la fabrication de la bande son du film afin de répondre au mieux aux attentes du metteur en scène et c'est lui qui a constitué l'équipe son du film. Grâce à ça et à cette transparence entre tous les postes, il n'y eu aucune « mauvaise surprise » et chaque décision fut prise afin de correspondre au mieux aux méthodes de travail de chacun.

f. Étude de cas « extrêmes » !

À mon sens, il est intéressant d'analyser des cas « extrêmes » afin de remarquer que bien que les moyens mis en place soient impressionnants, ce n'est rien de plus qu'une multiplication des outils abordés tout au long de ce mémoire, car comme nous le disions dans la conclusion de la première partie : *Il suffit de multiplier les moyens en fonction de la séquence à enregistrer*. Il faut croire que cette pensée est parvenue jusqu'aux oreilles de Simon Hayes, l'ingénieur du son de la comédie musicale « *Cats* » de Tom Hooper, sortie en 2019.

Un article très intéressant fut mis en ligne sur internet afin d'expliquer le dispositif de prise de son de ce film[49]. Bien qu'il n'y ait eut « seulement » des voix à enregistrer, les moyens mis en place furent très ambitieux (*Cf.Photo 1.f.1*) afin de réussir à enregistrer quarante à cinquante comédiens qui dansent et chantent dans la plupart des séquences du film.

[49] *https://magazine.local695.com/magazine/fall-2019/mixing-live-singing-vocals-on-cats?fbclid=IwAR2kcPg3OwSkHK6dG7D8QSM1lqYjNb9RDVPkErbnB1PQ9Tz2Wu438WCDbvc*



1.f.1 - Photographie du matériel utilisé par l'équipe de Simon Hayes sur le tournage de « Cats ».

Les deux premières consoles font parties du « pôle enregistrement », la seconde roulante est dédiée à la gestion du playback et du métronome et la dernière roulante contient la table de mixage gérant tous les envois dans les oreillettes des musiciens.



1.f.2 - Fabrication des cabanes acoustiques pour le piano

Afin de pouvoir enregistrer au mieux les voix des chanteurs, les microphones Lavalier (DPA 4061) étaient placés sur leur front, avec parfois un second microphone réglé sur un gain plus faible dans le but de ne jamais utiliser le limiteur de l'émetteur HF. Etant donné qu'il y avait 18 solistes et 6 chanteurs secondaires à équiper par jour, cinq personnes étaient disposées à ne faire que ça, afin de pouvoir libérer les comédiens le plus vite possible. En plus de ces 24 chanteurs, environ 25 autres chantaient en fond mais ne devaient pas forcément être équipés.

Pour qu'ils aient une référence musicale sur laquelle chanter, chaque chanteur était équipé d'oreillettes stéréos, dans lesquelles était diffusé un playback envoyé depuis protools pour les morceaux, mais aussi un métronome et un pianiste qui jouait en direct (depuis une cabine insonorisée : *Cf.Photo 1.f.2*) entre les morceaux ou sur les parties hors-tempo, afin de pouvoir accompagner les chanteurs au mieux.

Il y avait donc par séquence : 24 pistes de voix, une piste de playback, une piste de métronome, une piste de piano et une à deux perches numériques (cependant rarement utilisées).

Pour récupérer toutes ces pistes, l'ingénieur du son disposait de deux tables de mixage AD 149 12 canaux, ce qui lui permettait de moduler les 24 microphones, puis d'enregistrer sur deux enregistreurs : un Zaxcom Deva 16 et un Zaxcom Deva 24. Les autres sources (piano, playback, etc..) rentraient directement dans les entrées lignes de l'enregistreur et les perches numériques (Super Cmit 5), pouvant délivrer un signal déjà converti en numérique, étaient branchées directement dans les entrées AES-42.

Simon Hayes livrait ensuite trois mixages différents à la post-production : un mixage mono des 18 chanteurs solistes, un mixage mono des chanteurs restants et un mixage mono du playback mélangé au piano. Grâce à cela, la personne en charge du montage pouvait avoir la main sur le niveau des voix des solistes indépendamment des autres, mais aussi la main sur la musique.

Enfin, pour que chaque chanteur puisse avoir dans son retour son un équilibre qui lui convenait, une personne était en charge de gérer les envois dans les réseaux casques à l'aide d'une table de mixage numérique dédiée à ça.

Tous les périphériques communiquaient au travers du réseau DANTE et étaient synchronisés avec les différentes caméras à l'aide de timecode.

Nous avons abordés dans ce mémoire les « grands principes » de la prise de son musicale au cinéma (ou sur toute oeuvre audiovisuelle). Le principe de ces recherches est de pouvoir donner à un ingénieur du son qui n'a jamais effectué de telle prise de son, tous les outils pour qu'il puisse comprendre et anticiper au mieux les enjeux de ce type de travail.

Il me parait intéressant, pour terminer ce mémoire, de proposer une ouverture sur la post-production d'une séquence musicale, enregistrée avec cinq à dix fois plus de matériel qu'une séquence de cinéma plus classique.

2. Les conséquences d'un enregistrement musical pour la post-production

Comme nous avons pu le voir, un enregistrement musical peut nécessiter un nombre de pistes important si l'on veut pouvoir couvrir chaque instrument et musicien d'une formation. Dans mon cas, quasiment 20 pistes ont été enregistrées pour les séquences musicales, pour le film « Cats » il s'agissait d'en moyenne 30 pistes par plan et pour « A Star is Born[50] » les séquences de concert ont demandées jusqu'à 61 pistes d'enregistrement. Il est évident qu'une prise de son aussi lourde n'est pas habituelle dans le schéma de fabrication « classique » d'un film. Nous allons tenter de comprendre ce que cela implique.

La conformation : Dans un premier temps, il va y avoir une étape de conformation beaucoup plus importante. Comme nous le disions auparavant, le fait d'enregistrer autant de pistes nécessite parfois d'avoir plusieurs enregistreurs, parfois même des enregistreurs différents (par exemple dans le cadre de la série « *The Eddy* » : un Cantar X3 et un Protools HD). Il faudra donc passer un temps considérable à aller chercher les enregistrements multipiste de chaque morceau afin de pouvoir récupérer tous les microphones synchrones à l'image.

Le montage musique : Il y a ensuite l'étape du montage de la musique. Dans un schéma « classique » de post-production, après avoir été enregistré, le son passe entre les mains d'un monteur des directs, d'un monteur son et d'un mixeur. Mais sur certains films musicaux, la charge de travail devient tellement lourde qu'il faut appeler une personne supplémentaire qui s'occupera de faire le montage de la musique à part. Son travail consiste à synchroniser tous les microphones entre eux (l'étape de conformation), à choisir des parties d'un morceau sur d'autres prises si jamais les parties montées ne sont pas convaincantes, mais aussi de récupérer seulement un ou deux instruments d'une autre prise pour les faire raccorder sur la prise montée. Pour faire ce travail, Raphaël Sohier a fait appel à Cecile Coutelier pour le montage de la musique de « *Woman at War* ». « Je pense que la présence d'une monteuse musique est absolument nécessaire. Elle a une formation de musique classique, elle est capable de lire des partitions. Elle a fait des choix et des raccords grâce à cette connaissance pointue de la musique.

[50] *La version de 2018, réalisé par Bradley Cooper*

C'était très précieux car elle travaillait dans la salle à côté, elle nous faisait écouter, on faisait des retours, elle retouchait. On travaillait en équipe quoi ..! »[51]

La remise en phase : Plus il y a de microphones enregistrés en même temps, plus il y aura de problèmes de phase. C'est à dire que la distance entre une source et deux microphones n'étant jamais la même, une fois additionné, les deux pistes pourront être en opposition de phase et donc donner la sensation d'un son plus pauvre, avec des fréquences manquantes. Pour éviter ce phénomène, il faut remettre en phase à la main les pistes entre elles. Mais lorsqu'il y a 60 pistes cela devient vite très long, mais nécessaire.



Capture d'écran de la session de montage musique de la séquence finale de mon film « *Alma* »

Le nettoyage des pistes : Les enregistrements musicaux étant réalisés dans des conditions moins maitrisées qu'un studio de musique, il est possible de devoir enlever les bruits parasites enregistrés par les microphones. Par exemple, sur le tournage de « *Say Something* » réalisé par La Blogothèque, les ingénieurs du son ont dû passer à la moulinette une bonne partie des pistes enregistrées : « C'était d'ailleurs la première étape du mix. Le nettoyage des sources pour enlever par exemple les bruits de pas, les sons des systèmes d'aération dans les micros d'ambiance, etc. La phase de traitement avec le fameux iZotope RX est nécessaire. Pour tous les tournages de la Blogothèque, RX est toujours mis à contribution. »[52]. Il a été de même sur mon propre film, sur les séquences de piano, je devais enlever les craquements du travelling sur non pas un mais sept microphones différents, ce qui m'a pris un temps considérable.

---

[51] Entretien réalisé avec Raphaël Sohier à Paris, Février 2020

[52] https://fr.audiofanzine.com/prise-de-son-mixage/editorial/dossiers/les-coulisses-du-mixage-de-say-something-de-justin-timberlake.html

Le mixage de la musique : Il faut ensuite s'occuper de mixer toutes ces pistes, car le faire en auditorium serait chronophage et aurait un coût trop important. Cependant, certains mixeurs préfèrent quand même le faire dans ces conditions (c'est le cas du mixage des musiques de Woman at War). Pour mon film, nous avons opté pour un pré-mixage des musiques, afin de livrer les instruments ou les types de microphones regroupés par stems[53]. Par exemple, dans le cas de la séquence finale, le mixeur disposait d'un stem batterie, d'un stem piano, d'une piste de contrebasse, d'un stem 5.0 des microphones « d'ambiance » et d'une perche. Il gagnait du temps car le travail d'équalisation, de compression, d'équilibre au sein des différents microphones était déjà fait. Il suffisait alors de trouver l'équilibre entre les différents instruments et les microphones plus aérés pour que cela corresponde à l'image et à l'intention de mixage. Sur « *Holy Motors* », un pré-mixage de la séquence des accordéons a été effectué très tôt pendant la post-production du film, afin de pouvoir donner au montage image, un son de bonne qualité avec des intentions de mixage plus précises.

La fabrication d'une version internationale (Vi) : Sur certains films, la production demande à avoir le mixage instrumental indépendant des voix, afin de pouvoir doubler le film dans d'autres langues. Par exemple, sur « Les Malheurs de Sophie », le film étant destiné aux enfants il allait être entièrement doublé. La monteuse son - Valérie Deloof - a demandé à ce qu'un enregistrement indépendant des voix soit réalisé. Malheureusement, cet enregistrement a été fait mais sans métronome, ce qui impliqua l'utilisation de time stretch sur le clavecin afin de ralentir la prise et de la faire correspondre au tempo de la musique filmée. C'est pour éviter ce genre de situations que la compréhension des besoins de la post-production en amont du tournage est capitale.

Comme dirait Raphaël Sohier : « En étant à l'AFSI, ça fait des années que je me bats pour que les gens se parlent. Tout sera cohérent sur l'ensemble du film si on prépare ensemble les choses, qu'on se met d'accord et qu'on réfléchi ensemble aux solutions techniques qui sont les plus appropriées pour le film. Car on ne parle pas d'une théorie systématique à appliquer mais d'une adaptation à chaque cas particulier qu'est un film. Quand ça se passe mal, c'est que cette communication n'a pas été faite et que la prise de son a été réalisée en dépit du bon sens ».

3. Recréer l'acoustique d'un décor

a. Le principe de la réverbération par convolution

Il est possible aujourd'hui de fournir à la post-production une empreinte du décor dans lequel a été tourné une séquence musicale grâce au principe d'IR (Impulse Response[54]). En effet, chaque espace a sa propre signature acoustique et se définit par sa réponse impulsionnelle obtenue en

[53] *Groupe de plusieurs pistes*

[54] *Réponse impulsionnelle*

utilisant un bruit fort et en observant l'enregistrement de ce son dans l'espace considéré. Cette réponse permet de distinguer différentes phases dans la production du phénomène : d'abord les réflexions directes de la source, puis les premières réflexions inférieures à 50ms et enfin les réflexions tardives supérieures à 50ms. La réverbération à convolution se sert de ce principe afin d'analyser la réponse impulsionnelle d'un lieu, afin de recréer artificiellement ses caractéristiques acoustiques.

Il existe plusieurs méthodes pour capturer l'empreinte d'un décor, mais la plus utilisée est la diffusion d'un signal balayant à niveau égal toutes les fréquences entre 5 Hz et 22 kHz. Ce signal est appelé « Sweep ». Avant et après chaque sweep se trouve un son nommé « Blip » permettant de porter les informations concernant la fréquence d'échantillonnage du sweep, sa longueur, ainsi que la durée des silences avant et après le sweep. La méthode consiste à diffuser ce sweep à fort niveau dans l'espace voulant être simulé en post-production, à travers une enceinte la plus neutre possible et ce en plaçant un ou plusieurs microphones à la distance où l'on juge la réverbération intéressante **(***Cf. Photo 3.a***)**. Cet enregistrement sera ensuite analysé par un logiciel de réverbération par convolution et permettra ainsi de recréer la réverbération du lieu à l'endroit où les microphones étaient situés.

Il est important de préciser qu'étant donné que ce sera l'enregistrement du sweep qui permettra au logiciel de recréer artificiellement la réverbération, chaque élément de la chaîne de diffusion et de captation aura une incidence sur le résultat final. Cela veut dire que si l'enceinte dans laquelle est diffusée le sweep à une amplification de 5 dB sur les fréquences autours de 2kHz, la réverbération aura également une bosse autour de 2kHz. C'est la même chose concernant les microphones, les préamplificateurs, les câbles, etc.

Il est également possible de capturer la réponse impulsionnelle de n'importe quel périphérique en enregistrant un sweep passant par l'outil en question (réverbération analogique, enceinte, téléphone…)

b. L'utilisation de la réverbération par convolution pour des séquences musicales

Lors d'une conférence organisée par Stéphane Bucher sur le thème du « son direct et de la post-production », Olivier Dô Huu expliquait que pour la série « *The Eddy* » sur laquelle il était mixeur, il enregistra avec Stéphane Bucher plusieurs sweeps durant le tournage, dans le but de pouvoir capter l'acoustique de tous les lieux dans lesquels étaient tournées des séquences avec de la musique.

En effet, la musique génère souvent un niveau sonore supérieur à celui d'une voix parlée et donc par conséquent excitera d'avantage l'acoustique d'un lieu. Il est donc quasiment

systématique de porter une attention particulière à la réverbération lorsqu'il s'agit d'une séquence musicale.

Olivier prit soin d'enregistrer les sweeps à différentes distances du système de diffusion, afin de pouvoir recréer facilement différents points d'écoute en mixage. D'après lui, ce système fut extrêmement convaincant, car cela représentait un gain de temps considérable au mixage pour travailler toutes les séquences musicales.

Durant cette conférence, les mixeurs et monteurs son insistaient sur le fait que les ingénieurs du son devaient absolument profiter du fait d'être présents sur les décors pour capturer les acoustiques et qu'il fallait prévoir cette étape dans le plan de travail du tournage afin de pouvoir le faire correctement, si possible à plusieurs distances et à plusieurs hauteurs.

Un autre avantage de capturer la réponse impulsionnelle d'un lieu concerne les séquences où la musique est diffusée à travers une sonorisation. La diffusion du sweep sera alors faite grâce au même système que celui utilisé pour diffuser la musique et la réponse impulsionnelle prendra alors en compte les caractéristiques techniques des enceintes afin de pouvoir raccorder à 100% avec le son direct. Cette méthode a été utilisée sur mon film à plusieurs reprises pour recréer l'acoustique du salon et celle de la salle des fêtes : les résultats ont été très convaincants !



3.a **-** Enregistrement de la réponse impulsionnelle d'une église, avec une enceinte placée au milieu de l'allée centrale, diffusant un sweep face à l'ingénieur du son qui cherche à placer un couple AB (source audioease.com)

4. Les alternatives à la prise de son direct pour des séquences musicales

Nous pouvons constater qu'un enregistrement musical au sein d'une oeuvre audiovisuelle demande une préparation très importante et un dialogue total entre l'équipe de tournage et l'équipe de post-production. Cela a également un coût : matériel supplémentaire, enregistreur plus conséquent, techniciens supplémentaires… Et certaines productions ne peuvent pas se permettre de mettre autant de moyens dans l'enregistrement en direct de telles séquences. Il est également possible que les comédiens ne sachent pas suffisamment jouer de la musique au point d'être enregistré en direct. Quelles sont alors les autres solutions pour avoir un son le plus cohérent à l'image possible ?
Nous allons tenter de comprendre quelles sont les alternatives à la prise de son d'une séquence musicale en direct, voir si cela représente des solutions plus simples et moins chères et enfin déterminer si cela aurait des conséquences sur la valeur artistique du projet.

a. L'enregistrement fait « In situ »

Sur le tournage de « *Woman at War* », Raphaël Sohier demanda à ce que tous les morceaux soient enregistrés « In situ », c'est à dire sur les mêmes décors que pendant les prises de son filmées. Cette demande a été faite car étant donné les situations climatiques très complexes (la plupart des séquences du film ont été tournées en extérieur, en Islande), il était possible que certaines prises de son direct ne soient pas totalement exploitables. Le but de ces enregistrements (appelés « re-recording ») n'étaient pas de remplacer totalement les prises de son faites en direct, mais plutôt de permettre à la monteuse musique d'aller récupérer une piste de caisse-claire sur le re-recording d'un des morceaux, ou bien le couplet d'une partie de piano. Les enregistrements faits en studio en amont du tournage servaient de référence afin que le groupe joue exactement au même tempo, sur les prises filmées et sur les prises non filmées.

Ces « re-recording » étaient réalisés dans les mêmes lieux afin d'enregistrer la même acoustique que celle enregistrée en direct, et donc d'une part de correspondre parfaitement au lieu que l'on voit à l'image, mais également de pouvoir passer de l'enregistrement fait en direct au re-recording de manière parfaitement raccord. L'ingénieur du son musique sur le tournage profitait que ces prises ne soient pas filmées pour placer les microphones de proximité légèrement différemment afin d'avoir un son plus précis.

Cette solution peut également répondre à des contraintes de montage. Par exemple, sur le film de fin d'études d'une étudiante de ma promotion il était question de filmer un groupe de jazz pour une séquence de mariage. La réalisatrice voulait que le groupe de musique soit filmé sous plusieurs angles, mais tenait à profiter de la venue du groupe pour enregistrer leur performance musicale. La solution adoptée fut d'enregistrer le morceau en début de journée dans le décor, en utilisant des microphones de proximité dédiés à la prise de son musicale, mais également

des microphones restituant l'acoustique du décor d'une manière adaptée au mixage 5.1 du film. Ensuite, les microphones furent rangés et les musiciens n'avaient plus qu'à faire semblant de jouer sur l'enregistrement effectué en amont. Cela impliquait de devoir choisir immédiatement la prise sur laquelle ils allaient jouer, quitte à devoir faire un peu de montage musique sur le tournage. Pour répondre à ces contraintes, nous enregistrions en parallèle du Cantar X3 sur un Protools, les deux appareils étant reliés entre eux grâce au réseau DANTE. Il suffisait ensuite de faire l'édition sur Protools, puis d'utiliser ce montage comme base de playback pour les musiciens.

Cette solution permis de préserver les qualités acoustiques du décor, en revanche, cela impliqua pour les musiciens de devoir rejouer exactement les parties enregistrées sur le playback. Cela peut vite être une complication sur certaines oeuvres. Par exemple, cette solution avait été proposée pour le tournage de « *Autour de Minuit* » de Bertrand Tavernier, mais ce dernier refusa car d'après lui, il était impossible pour les musiciens de rejouer deux fois le même solo et c'était contraire à l'intention qu'il avait de capter des performances live.

b. L'enregistrement fait en studio

Une autre alternative consiste à enregistrer les morceaux de musique du film dans un studio d'enregistrement. La plupart de temps, si ce choix est fait, l'enregistrement se fait alors en amont du tournage afin que les musiciens puissent jouer et chanter par dessus cet enregistrement. Mais dans certains cas, il peut être fait en post-production dans le but de rattraper des problèmes de tournage (les musiciens n'arrivaient pas à bien jouer le morceau, le morceau a été enregistré dans des tempi trop différents ce qui rend le montage impossible, etc…). Ce fut le cas sur le film « *Mon Cousin* » de Jan Kounen. Raphaël Sohier, monteur du film imposa que le morceau de musique enregistré en direct soit totalement refait en studio, car sur le tournage le morceau n'était pas totalement abouti et l'enregistrement avait été fait sans microphones de proximité, et donc manquait de présence et de précision sur certains plans.

Si l'enregistrement se fait donc en studio, il faut être conscient des risques que cela implique. Dans un premier temps, les enregistrements musicaux destinés a être mixés pour un CD sont souvent faits avec des microphones de proximité. Pour les prises de son vocales destinées à être intégrées à un mixage à l'image, cela peut être très dangereux car la prise de son de proximité s'entend, notamment dans l'accentuation des basses et hautes fréquences, mais aussi dans la captation de sons très spécifiques (souffle, bruit de bouche…). Valérie Deloof a eu ce problème lors du montage son du film « *Les chansons d'amour* » de Christophe Honoré, pour lequel toutes les prises de voix avaient été réalisées en amont afin de permettre aux comédiens de chanter en playback sur le tournage. Malheureusement, toutes ces voix étaient trop « collées » au microphone, ce qui rendait l'intégration à l'image très compliquée sur les plans serrés mais encore plus sur les plans larges.

La solution serait alors d'éloigner le microphone des voix, mais cela veut dire que l'acoustique du studio sera enregistrée en plus du son direct de la voix. Dans le cas où la séquence se passe en intérieur cela peut fonctionner. Mais pour les séquences extérieures, cela devient vite compliqué à raccorder. Dans tous les cas, donner de la distance entre le microphone et la voix permet d'atténuer l'effet de proximité. Mais il faut en revanche trouver le juste équilibre entre distance et acoustique. Ce problème d'enregistrement de proximité vient du fait que les équipes de prise de son studio ne sont absolument pas habituées à devoir adapter leurs méthodes à un mixage « cinéma ». Là encore, la communication entre les différents collaborateurs peut permettre d'éviter ce genre de surprise.

Un autre point devant être abordé lorsque les musiques sont enregistrées en studio, concerne la « livraison » des enregistrements. Si le studio s'occupe de mixer les musiques, il faut faire attention à ce qu'ils livrent des stems et non pas un mixage stéréo comprenant toutes les pistes. En effet, dans la mesure où la finalité est de mixer le son à l'image il est important d'avoir la main sur les voix indépendamment de la musique mais aussi, parfois, de pouvoir dissocier les différentes familles d'instruments, pour les répartir dans le système 5.1 les différentes pistes. De plus, un mixage stéréo destiné à la musique est souvent beaucoup plus compressé qu'un mixage cinéma. Cela vient du fait que la dynamique des systèmes d'écoute de musique est moins importante que celle d'une salle de cinéma. Toujours sur « *Les chansons d'amour* », Valérie Deloof a connu ce problème. Elle a donc dû récupérer les sessions d'enregistrements avant mixage afin de pouvoir travailler chaque pistes séparément dans le but de recréer des stems par instruments et de pouvoir mettre toutes les voix sur le canal central.

Même si les morceaux doivent être mixés pour un CD, dans le but de pouvoir diffuser la bande originale du film indépendamment du support visuel, il est capital pour un enregistrement fait en studio de penser au fait que le son sera avant tout intégré à l'image et qu'il faudra alors adapter la prise de son - bien qu'elle soit faite en studio de musique - aux contraintes d'un mixage audiovisuel.

Pour conclure, la prise de son en studio peut être une solution à moindre coût, à condition qu'elle soit pensée pour être intégrée au film et non de manière totalement indépendante du reste de la post-production. De la même façon que pour une prise de son faite en re-recording « in situ », il sera impossible pour les musiciens d'improviser sur l'enregistrement studio, étant donné qu'ils devront mimer lors du tournage, la performance musicale réalisée pour l'enregistrement.

CONCLUSION

Ce mémoire avait pour ambition de pouvoir aider un jeune ingénieur du son à aborder au mieux la prise de son d'une séquence musicale enregistrée en direct, comprendre ses enjeux et adapter un dispositif à la finalité voulue.

Il a fallu dans un premier temps comprendre les spécificités de la prise de son musicale, sans parler d'image, afin de se rendre compte qu'elle répondait à des demandes particulières (dynamique plus importante, spectre fréquentiel plus riche…), puis de voir quels outils pouvaient répondre à ces contraintes tout en restant les plus discrets possible. Dans le but d'enrichir mon mémoire et de proposer une écoute critique du matériel - en théorie - le plus adapté à cette demande, j'ai eu la chance de pouvoir réaliser des essais avec des microphones prêtés par la marque DPA (représentés par Audio 2). Je me suis également basé sur l'expérience de prise de son vécue sur mon film de fin d'études, ce dernier posant beaucoup de questions sur la prise de son musicale en direct. Ce film étant tourné cinq mois avant le début de la rédaction de ce mémoire, il était intéressant de comparer le cheminement de ma pensée à l'époque du tournage et aujourd'hui, avec d'avantage de connaissances sur le sujet.

Une fois ces outils et concepts abordés, le coeur de ce mémoire de recherche fut de relier ces connaissances techniques à une demande de mise en scène particulière. Il existe tellement de moyens d'aborder la prise de son d'une séquence musicale, qu'il était capital de comprendre le sens d'une telle séquence, afin d'élaborer un dispositif complètement cohérent à l'intention de mise en scène. Une fois de plus, je fis le lien direct avec l'expérience vécue sur mon film et les questions que je pose dans mon mémoire. Mais j'ai également eu la chance de pouvoir parler de son et de mise en scène avec plusieurs ingénieurs du son, dont Erwan Kerzanet qui m'a raconté son schéma de pensée et le travail qu'il a accompli avec Léos Carax, sur les films « *Holy Motors* » et « *Annette* ».

Pour finir, il était intéressant d'après moi pour aller au bout de la recherche, de s'intéresser à la façon de « livrer » cette prise de son aux différents collaborateurs du film en charge de la post-production. Dans le but de répondre au mieux aux attentes du montage, montage son et mixage, il fallait d'abord comprendre ce qu'impliquait la prise de son d'une séquence musicale, notamment par rapport au nombre beaucoup plus important de pistes enregistrées, mais aussi l'utilisation de plusieurs enregistreurs fonctionnant en parallèle et parfois même, l'intervention d'un second ingénieur du son spécialisé dans la prise de son musicale. Pour étayer mes propos, la rencontre avec des ingénieurs du son fut précieuse, mais j'ai eu également recours à des interviews de « Production sound mixer » sur des films à gros budgets, comme la dernière comédie musicale de Tom Hooper : « *Cats* ».

Ce qui m'a passionné dans les recherches effectuées et l'écriture de ce mémoire a été de me rendre compte qu'il n'existait pas de « dispositif parfait » pour la prise de son instrumentale en direct. Il a été question durant toute la durée d'enquête, de trouver des liens entre l'univers de la prise de son audiovisuelle et celui de la prise de son musicale en studio. Aucun outil ne répond à toutes les exigences de ce mélange de prises de son, mais il existe aujourd'hui une variété de moyens tellement immense, qu'il devient un véritable jeu pour l'ingénieur du son d'aller créer son dispositif le plus approprié, en allant chercher les différents éléments de la chaine sonore, afin de répondre au mieux à une intention de mise en scène.

Vu que le « dispositif parfait » n'existe pas, tout est possible. C'est pour cela que certains ingénieurs du son perchent des films musicaux entiers au Neumann U87, alors que ce sont des microphones « dédiés » à la prise de son studio, ou bien que d'autres utilisent des microphones miniatures DPA 4061 pour l'enregistrement d'une caisse claire, alors qu'ils sont vendus comme des microphones spécialisés pour la voix.

La récupération et la synchronisation d'autant de source est elle aussi passionnante. Comme pour les microphones, aucun enregistreur aujourd'hui ne permet d'enregistrer plus de 32 pistes en répondant à des contraintes de workflow et d'ergonomie. Il est donc à l'ingénieur du son de trouver des solutions pour faire fonctionner plusieurs périphériques simultanément, tout en gardant un aspect « pratique » et mobile.

L'écriture de ce mémoire, en plus de m'avoir appris énormément mais aussi d'avoir poussé ma réflexion sur des questions que je me posais dès la fabrication de mon film, m'a également confirmé que ce métier était formidable et qu'il promettait de ne jamais être redondant. Chaque film étant singulier, il existe de ce fait autant de dispositifs techniques que d'oeuvres audiovisuelles.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les professionnels du son qui ont eu la gentillesse de me donner de leur temps et de leur savoir, dans le but de m'aider à écrire ce mémoire. Par ordre alphabétique : **Guillaume le Braz, Stéphane Bucher, Pierric Guennegan, Erwan Kerzanet, Dominique Lancelot, François de Morant, Laurent Malan, Raphaël Sohier.**

Un grand merci également à **Christophe Bonneau** de la société « Audio 2 », importateur exclusif des microphones DPA, grâce à qui j'ai eu la chance de pouvoir réaliser moi même de nombreux essais afin d'enrichir mon mémoire d'exemples concrets, et merci à mon ami **Simon Blévis** de m'avoir aidé à préparer tout ces essais, ainsi qu'à **Théo Cancelli** et **Cécile Lapergue**.

Merci à l'**AFSI** et particulièrement à **Laure-Anne Darras** et **Marie Massiani** d'avoir acceptés de me partager des documents dans le but d'étoffer mes recherches.

Merci à **Sylvain Adas** et **Miao Yu** et **Olivier Calautti** de m'avoir confié la prise de son des séquences musicales de leurs films, mais pas que ! Car c'est aussi grâce à ce genre d'expériences concrètes que j'ai pu affiner mon point de vue sur le son et la mise en scène.

Merci à **Laura Jorge**, pour son indéfaillible soutien, sa patience quotidienne et pour tout le reste.

Merci à **Noëmy Oraison** et **Arnold Zeilig** d'avoir brillamment affrontés le challenge qu'était la prise de son de mon film de fin d'études, et c'est en bonne partie grâce à eux que j'en suis si fier aujourd'hui, mais également merci à toute l'équipe de tournage et de post-production de m'avoir permis de lui donner vie comme il est aujourd'hui.

Merci à **Nassim El Mounabbih** et **Joy Berliet** de Dinosaures pour m'avoir prêté du matériel afin de pouvoir réaliser mes essais dans de meilleures conditions.

Merci à **ma mère** pour ses relectures attentives et au courage qu'elle a eu de se plonger dans la lecture d'un mémoire aussi technique.

Merci au personnel de la Fémis pour leur accompagnement tout au long de cette année, **Barbara Turquier, Tania Press, Adrien Gueydan, Hélène Orfèvre, Arnaud Cachau, Lucille Waterlot, Michael Stab, Olivier Kalonji, Jacques Descomps, Valérie Deloof et Jean-Pierre Laforce.**

Et enfin, merci à mes camarades de promotion, mais surtout mes amis, avec qui j'ai pris un plaisir immense à partager ces quatre années : **Claire Ballu, Victor Fleurant, Noëmy Oraison, Thibaut Sichet et Sylvain Adas.**

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

- CAPLAIN Robert, *Techniques de prise de son*, 2017
- FISCHETTI Antonio, *Initiation à l'acoustique*, 2001
- GUIRAUD Bernard, *Le son au cinéma est dans l'audiovisuel*, 2011
- GUIRAUD Bernard, *Le film, musique et son*, 2005
- HUGONNET Christian et WALDER Pierre , *Théorie et pratique de la prise de son stéréophonique*, 2003
- MAGNIER Vincent, *Pratique des liaisons HF pour la prise de son et la sonorisation*, 2014
- MALIGNE Thierry, *Filmer le jazz*, 2011
- PINEL Vincent, *Genres et mouvements au cinéma*, 2006
- PLAIS Mélanie, *À la recherche de la prise de son invisible. Cas du piano à queue en concert*, 2012

Articles

- AFSI, Atelier musique n°2 [*https://www.afsi.eu/articles/14089-atelier-musique-n2-du-25-06-2016-compte-rendu*]
- AUDIOFANZINE, Interview d'Henri d'Armancourt & Guillaume de la Villéon - 1ère partie [*https://fr.audiofanzine.com/prise-de-son-mixage/editorial/dossiers/la-blogotheque-dans-les-coulisses-de-say-something.html*]
- AUDIOFANZINE, Interview d'Henri d'Armancourt & Guillaume de la Villéon - 2ème partie [*https://fr.audiofanzine.com/prise-de-son-mixage/editorial/dossiers/les-coulisses-du-mixage-de-say-something-de-justin-timberlake.html*]
- AUDIOFANZINE, Réverbs et processeurs à convolution [*https://fr.audiofanzine.com/reverb-a-convolution-logicielle/editorial/dossiers/viva-la-convolution.html*]
- AREITEC, Présentation des avantages des HF numériques Zaxcom au Satis 2015 [*https://areitec.fr/hf-numeriques-zaxcom-au-satis-2015presentation-des-avantages-des/*]
- DPA, Quel micro choisir ? [*https://www.dpa-by-audio2.fr/quel-micro-choisir/*]
- DPA, Prise de son close miking, [*https://www.dpa-by-audio2.fr/prise-de-son-close-miking/*]
- IATSE LOCAL 695, Mixing Live Singing Vocals on Cats, [*https://magazine.local695.com/magazine/fall-2019/mixing-live-singing-vocals-on-cats?fbclid=IwAR2kcPg3OwSkHK6dG7D8QSM1lqYjNb9RDVPkErbnB1PQ9Tz2Wu438WCDbvc*]
- LA BOITE NOIRE DU MUSICIEN, Les secrets pour le choix et le placement d'un microphone en enregistrement, [*http://www.laboitenoiredumusicien.com/le-mag/comment-placer-un-micro-en-enregistrement--n4831/*]
- LE BLOG SONORE, Never Clip : réserve ou dynamique supplémentaire ?, [*https://leblogsonore.com/neverclip/*]
- LE BLOG SONORE, Test des liaisons HF 1er épisode, *[https://leblogsonore.com/tests-des-liaisons-hf-1er-episode/*]
- SOUND AND PICTURE, How Sound Mixer Steven Morrow Captured Authentic Vocals and 61 Tracks of Immersive Concert Audio for 'A Star is Born' [*https://soundandpicture.com/2019/02/oscars-sound-mixer-steven-morrow-a-star-is-born/?fbclid=IwAR2hDtB8K4zfzCpxgjCgbQ0g3GkWpo9G0CUz427wGJ8EN935koxmX_t4LFE*]

Filmographie

- ACHACHE Jean, *Avant Minuit*, 1985
- CALAUTTI Olivier, *Les Apartés*, 2019
- CARAX Léos, *Holy Motors*, 2012
- CARAX Léos, *Annette*, 2020
- CHAZELLE Damien, *The Eddy*, 2020
- COOPER Bradley, *A Star is Born*, 2018
- DELÉPINE Benoît, KERVERN Gustave, *I Feel Good*, 2018
- ERLINGSSON, *Woman at War*, 2018
- GOMIS Alain, *Félicité*, 2017
- HONORÉ Christophe, *Les Chansons d'amour*, 2007
- HONORÉ Christophe, *Les Malheurs de Sophie*, 2015
- HOOPER Tom, *Cats*, 2019
- KOUNEN Jan, *Mon Cousin*, 2020
- LA BLOGOTHÈQUE, *Say Something*, 2018
- LA BLOGOTHÈQUE, *For Emma, Forever ago*, 2008
- SAURA Carlos, *El Rey de todo del mundo*, 2020
- TAVERNIER Bertrand, *Autour de Minuit*, 1986
- YU Miao, *Une obscure dissonance du désir*, 2020