

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE LOUIS LUMIÈRE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

LÉA CHEVRIER

**EXPÉRIMENTATION DES TECHNIQUES BINAURALES APPLIQUÉES AU
DOCUMENTAIRE RADIOPHONIQUE**

CRÉATION D'UN DOCUMENTAIRE RADIOPHONIQUE SUR LA CLAUSTROPHOBIE

PROMOTION SON 2015

SOUS LA DIRECTION DE

ALAN BLUM

HERVÉ DÉJARDIN

RAPPORTEUR

ERIC URBAIN

REMERCIEMENTS

Je remercie Alan Blum de m'avoir guidé tout au long de ce mémoire.

Je remercie Radio France de m'avoir ouvert ses portes dans le cadre d'un stage, de m'avoir prêté le matériel nécessaire à la réalisation de ce mémoire, malgré ces temps de grève difficiles.

Je remercie Hervé Déjardin pour son accueil chaleureux au studio 117.

Je remercie Gérard Pelé et Laurent Millot pour leur aide quant à l'élaboration d'un sujet de mémoire.

Je remercie Fabienne Laumonier qui m'a tant apporté, et grâce à qui j'ai pu réaliser ce documentaire sur la claustrophobie.

Je remercie Claire Ajagamelle de m'avoir, le temps d'une interview, livré une partie d'elle-même.

Je remercie Chloé Leprince pour l'intérêt et la confiance qu'elle a portés à mon projet de documentaire.

Je remercie Isabelle Viaud-Delmon pour ses conseils.

Je remercie Hélène Merlin, Chloé Leprince, Fabienne Laumonier, Chloé Calvet, Cloé Chope, Christian Lahondes, Frédéric Changenet, Sandrine Bréchet, Philippe Cabon, Laurent César et Stéphane Foulon d'avoir donné de leur temps afin de passer mes tests d'écoute binaurale.

Je remercie Florent Fajole pour ses conseils de lecture.

Je remercie Corine Lobjoie de m'avoir permis de rencontrer Claire Ajagamelle.

Je remercie mes parents pour leur lecture attentionnée.

Je remercie mon oncle et ma tante pour leur aide en anglais.

Je remercie toutes celles et ceux qui m'ont entourée pendant ces quelques mois de travail.

Enfin, je vous remercie vous, cher lecteur.

RÉSUMÉ

« Ce qui, selon moi, va faire le succès [des] techniques [binaurales], c'est ce qu'on va mettre à l'intérieur, c'est à dire le contenu, sous-entendu la production, l'écriture, la sémantique, les codes. Et là il y a plein de choses à travailler. »¹

Voici une phrase d'Hervé Déjardin² qui résume assez bien la démarche entreprise dans ce mémoire. Non que ce travail cherche à rendre le binaural célèbre, mais qu'il est centré sur une réflexion autour de l'écriture sonore par le biais de ces techniques. En effet, de nombreuses recherches visant à solutionner les problèmes techniques du binaural existent déjà, mais peu d'entre elles traitent de sémantique et de contenu. Ce mémoire aborde des questions autant techniques que créatives, dans le but d'apporter des pistes de réflexion autour de l'écriture sonore en binaural.

La démarche de ce mémoire consiste en l'intégration des techniques binaurales dans le processus de création de deux extraits d'un documentaire radiophonique sur la claustrophobie. De l'élaboration du sujet à la post-production en passant par des expérimentations de prises de son binaurales, toutes les étapes qui ont mené à la réalisation de ces deux séquences sonores documentaires sont décrites dans ce mémoire, avec comme fil conducteur une réflexion sur *l'espace sonore*, notion qui est mise en parallèle avec la claustrophobie, pathologie de *l'espace*.

Cette recherche s'adresse donc à tous les ingénieurs du son qui s'intéressent aux techniques binaurales mais également aux auteurs et réalisateurs qui cherchent des moyens d'expression par le biais d'un travail sur l'espace sonore.

Mots clefs : *Techniques binaurales, prise de son, espace sonore, écriture sonore, claustrophobie, documentaire radiophonique.*

¹ Propos d'Hervé Déjardin, recueillis par Erwan Lecomte pour le magazine Sciences et Avenir, le 30 avril 2014, <http://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/20130430.OBS7693/l-incroyable-experience-du-son-3d.html>.

² Hervé Déjardin est ingénieur du son détaché au service qualité et innovation de Radio France pour le développement du son multicanal et binaural.

ABSTRACT

« According to me, what will make binaural technology successful is what's inside, that is to say the contents, the underlying production, the writing, the semantics and the codes. Therefore there are many things to work on. »³

This quote by Hervé Dejardin⁴ summarises the purpose of this essay. This essay regarding working with sound space does not try to make binaural audio famous but is focusing on sound writing using this technology. There is lot of existing research which aims to answer technical problems, but few of them are looking at semantics and contents. This essay is both technical and creative and aims to provoke thinking around binaural sound writing.

The approach of this essay consists in including binaural technology in the creation process of two radiophonic documentary extracts about claustrophobia. Taking you on a journey from the subject's development to the postproduction, via experimenting with binaural sound recordings, all these steps that have lead to the production of these two documentary extracts are described in this essay, which common lead is a reflexion on the notion of *sound space*, in parallel to claustrophobia, a pathology of closed spaces.

This research is intended for any sound engineer who shows an interest in binaural technology, as well as authors and directors who are looking at various means of expressions through working with *sound space*.

Key words: *Binaural technology, sound recording, sound space, sound writing, claustrophobia, radio documentary.*

³ Hervé Déjardin's Sentiments, written by Erwan Lecomte for the magazine Sciences et Avenir, the 30rd of Avril 2014, <http://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/20130430.OBS7693/l-incroyable-experience-du-son-3d.html>.

⁴ Hervé Dejardin is a sound engineer working on quality and innovation for binaural and multichannel development at Radio France.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	8
-------------------	---

CHAPITRE I

LA CRÉATION RADIOPHONIQUE.....	11
--------------------------------	----

I.1 DE LA DIFFICULTÉ DE DÉFINIR LE TERME « DOCUMENTAIRE RADIOPHONIQUE ».....	11
I.2 DU RELAIS À LA FORME ARTISTIQUE.....	13
I.2.A LA RADIO A D'ABORD UNE FONCTION DE RELAIS.....	13
I.2.B VERS UNE FORME ARTISTIQUE.....	14
I.2.C LE LANGAGE RADIOPHONIQUE.....	15

CHAPITRE II

LES PRINCIPES DU BINAURAL.....	19
--------------------------------	----

II.1 LE BINAURAL : TECHNIQUE SONORE SPATIALE.....	19
II.1.A PRINCIPES PHYSIQUES.....	19
II.1.B LES LIMITES DU BINAURAL.....	22
II.2 LE BINAURAL NATIF : PREMIERS ESSAIS DE PRISE DE SON À DUBLIN.....	23
II.3 LA SYNTHÈSE BINAURALE ET LE SPAT.....	25

CHAPITRE III

ELABORER UN SUJET DE DOCUMENTAIRE	30
---	----

III.1 PARTIR DU SON POUR DÉGAGER DES IDÉES DE SUJET.....	30
III.2 LES PHOBIES DE L'ESPACE ET LA CLAUSTROPHOBIE.....	31
III.3 LE BINAURAL COMME THÉRAPIE.....	33

CHAPITRE IV

LA PRISE DE SON.....	35
----------------------	----

IV.1 LA VOIX.....	35
IV.1.A LA VOIX ET LA MONOPHONIE.....	35
IV.1.B LES POINTS D'ÉCOUTE.....	39
IV.1.C LE MOUVEMENT DE RAPPROCHEMENT.....	43
IV.1.D LE MOUVEMENT DE ROTATION AUTOUR DE L'AUDITEUR.....	45
IV.1.E BILAN DES TESTS ET INTERVIEW.....	47
IV.2 LE TRAVAIL SUR LES SCÈNES SONORES.....	48
IV.2.A AMBIANCES INTÉRIEURES.....	48
IV.2.B AMBIANCES EXTÉRIEURES.....	51
IV.2.C BILAN : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES.....	57

CHAPITRE V

TESTS D'ÉCOUTE.....	59
---------------------	----

V.1 LES VOIX.....	60
V.2 LES AMBIANCES.....	65

CHAPITRE VI	
L'ESPACE COMME CRITÈRE D'ÉCRITURE SONORE.....	69
VI.1 L'ODYSSÉE DE L'ESPACE.....	69
VI.2 LE BOND DU XXÈME SIÈCLE.....	70
VI.2.A LE CONCEPT.....	71
VI.2.B LA COMPOSITION.....	72
VI.2.C LA DIFFUSION.....	74
VI.2.D L'ÉCOUTE.....	75
CHAPITRE VII	
LA POST PRODUCTION.....	77
VII.1. SÉQUENCE DU MÉTRO.....	78
VII.1.A LES VOIX.....	78
VII.1.B LA CRÉATION SONORE.....	80
VII.2 SÉQUENCE DE LA VOITURE	84
VII.2.A LES VOIX.....	85
VII.2.B LA CRÉATION SONORE.....	86
VII.3. BILAN.....	90
CONCLUSION.....	92
BIBLIOGRAPHIE.....	94
DISCOGRAPHIE ET FILMOGRAPHIE.....	100
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	103
ANNEXES.....	104
I. L'ESPACE DANS L'HISTOIRE DE LA MUSIQUE PRÉ-XXÈME.....	104
II. LA CONVOLUTION.....	106
1. APPROCHE MATHÉMATIQUE.....	106
2. APPROCHE PHYSIQUE.....	107
III. LES TECHNIQUES D'AMÉLIORATION DU BINAURAL.....	108
1. LES TECHNIQUES D'INDIVIDUALISATION DES HRTF.....	108
2. LE HEAD TRACKING.....	109
IV. MATÉRIEL DE PRISE DE SON UTILISÉ PENDANT CE MÉMOIRE.....	110
1. LA TÊTE ARTIFICIELLE.....	110
2. LES MICROPHONES DPA 4060.....	111
3. LE MICROPHONE DPA 5100.....	112
4. L'ENREGISTREUR SOUND DEVICE 788.....	113
V. LE SPAT	115
1. BINAURALISER UNE VOIX MONO.....	115
2. BINAURALISER UN 5.0	116
VI. L'INTERVIEW DE CLAIRE AJAGAMELLE.....	117
VII. RAPPORT SON.....	118
A. DUBLIN : ETÉ 2014.....	118
B. PARIS : LE 17 JANVIER 2015.....	122
C. LES AMBIANCES (RADIO FRANCE DU 16/02/2015 AU 25/02/2015).....	125
D. LES VOIX (RADIO FRANCE DU 16/02/2015 AU 25/02/2015).....	132
VIII. TESTS D'ÉCOUTE.....	137

« Ces œuvres, où la vie est abritée, réveillent la vie que nous abritons. »⁵

⁵ Citation de GUIBERT Emmanuel dans ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Parenthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.80.

INTRODUCTION

Ma curiosité pour le documentaire radiophonique a été déclenchée par l'écoute d'« *Escort Boy* », un reportage sonore d'Anna Salzberg. Surfant sur Arte Radio, mes oreilles s'arrêtent par hasard sur ce dernier. Je suis troublée. Le sujet est difficile à traiter, en voici la phrase de présentation sur le site d'Arte : « *Thierry, 22ans, pédé, prostitué et fier de l'être* ». C'est alors que je réalise les possibilités qu'offre le documentaire radiophonique.

Loin de ressembler aux documentaires télévisés sur la prostitution avec ces visages floutés et ces voix pitchées⁶, « *Escort Boy* » nous plonge au cœur de l'intimité d'un homme. C'est en étant touché par l'humanité de cette voix que l'on oublie tout ce que l'on pense savoir du sujet et qu'une réelle réflexion peut alors commencer.

M'intéressant désormais au documentaire radio, je me suis plongée dans quelques recherches et écoutes. C'est alors que j'ai découvert le site NouvOson de Radio France et avec lui, ses productions binaurales. Et voilà que le binaural, technique qui m'avait autrefois intriguée, revient à mon esprit.

Qu'est-ce que le binaural ? Le terme *binaural* signifie : « *audition par les deux oreilles* », et correspond à l'écoute naturelle. L'enregistrement binaural, quant à lui, consiste à essayer de reproduire cette perception sonore naturelle, par le biais d'un casque audio. Il existe deux méthodes de création d'un son en binaural : soit directement à l'enregistrement (en plaçant une capsule omnidirectionnelle dans chacune des oreilles d'un technicien son ou d'une tête artificielle⁷), soit par traitement du signal (en appliquant des algorithmes basés sur la perception humaine, algorithmes qui seront explicités plus loin dans ce mémoire). Le fait qu'il suffise de deux micros et d'un casque audio pour recréer une scène sonore proche de l'écoute naturelle me fascine depuis longtemps. En réalité, c'est le cerveau qui fait le plus gros du travail. En effet, celui-ci a emmagasiné diverses

⁶ Le néologisme *pitcher* vient de l'anglais *pitch* qui signifie le ton, la hauteur d'une note ou d'une voix. *Pitcher* une voix signifie donc modifier la hauteur de cette dernière. Cette technique est souvent utilisée à la télévision afin de rendre une voix anonyme.

⁷ Une tête artificielle est un système microphonique binaural. Elle a l'apparence d'une tête humaine et possède deux microphones placés dans ses oreilles. *Pour plus d'explications, voir annexe p.110.*

informations depuis notre plus tendre enfance, qui nous permettent de localiser un son : différences de temps et d'intensité entre les oreilles, altérations spectrales spécifiques... Tout un champ physiologique et cognitif à explorer.

Bien entendu, tout cela n'est pas si simple à mettre en place, et la technique binaurale, qui utilise ces phénomènes, est loin d'être parfaite. Un des nombreux problèmes de cette méthode est l'individualité. En effet, chaque personne, ayant des oreilles différentes, a intégré des paramètres uniques de localisation des sons. La production d'un paysage sonore qui serait perçu de la même manière pour tout le monde est donc impossible. Ce problème souligne néanmoins un phénomène tant évident qu'intéressant : chaque individu perçoit le monde différemment. Qui n'a pas un jour rêvé de voir avec les yeux d'un autre ou d'entendre avec les oreilles de son prochain ?

Enfin, mon intérêt pour la technique binaurale découle de sa simplicité d'accès. En effet, je pense qu'il est important qu'un documentaire radio puisse toucher le plus grand nombre sans avoir à investir dans un système onéreux (5.1⁸, home cinéma...), son rôle étant d'informer et de faire découvrir. Ne nécessitant que deux canaux, le format binaural est compatible avec tous les systèmes de diffusion stéréophoniques, et donc tous les médias usuels (radio, télévision, web etc.), et ce, sans besoins techniques supplémentaires. Seul le port d'un casque est nécessaire.

Intriguée à la fois par la technique binaurale et par le documentaire radiophonique, je pars à la recherche d'un sujet de documentaire en binaural. Ma démarche débouchera sur le choix du thème de la claustrophobie, et sera développée dans ce mémoire. Afin de réaliser ce documentaire, j'axerai ma réflexion sur la question suivante : l'exploration des différentes techniques binaurales peut-elle apporter de nouvelles pistes de réflexion quant à l'écriture sonore d'un documentaire radiophonique sur la claustrophobie ? Cette recherche pourra bien sûr s'étendre à d'autres sujets de documentaires radiophoniques et ouvrira une réflexion plus large.

Toute ma démarche débouchant sur la création de deux séquences d'un documentaire radiophonique sur la claustrophobie se découpera en six chapitres, comme suit :

⁸ Le format 5.1 est un système multicanal composé de cinq enceintes et d'un subwoofer (canal de graves) répartis autour de l'auditeur. (*Cf Figure 4 p.28*)

Dans un premier temps, nous étudierons la notion de création radiophonique. Nous essayerons de définir ce qu'est un documentaire radiophonique, puis nous nous demanderons dans quelle mesure la radio peut être un outil de création sonore. Dans un second chapitre, nous nous pencherons sur la technique de captation sonore choisie pour la réalisation de deux séquences de documentaire radiophonique : le binaural. J'expliquerai alors les principes de cette technique à travers mes premiers essais d'enregistrement et de synthèse sonore.

Partant de cette technique, j'expliquerai ensuite comment est né mon choix de travailler sur le thème de la claustrophobie, et en quoi cette démarche est particulière.

Dans un quatrième temps, le binaural et la claustrophobie traitant de la notion d'espace, se posera la question de l'écriture sonore à travers le critère spatial. Nous appuierons notre réflexion sur le travail d'écriture sonore spatiale développé au cours de l'histoire de la musique du XX^{ème} siècle.

Après toutes ces étapes viendra l'heure du tournage. Les tests sonores préalables que j'ai effectués sur les voix et les ambiances seront ici développés, et nous mèneront à comprendre mes choix techniques lors du tournage réel des deux séquences.

Enfin, une fois le tournage terminé, la postproduction se mettra en route et avec elle une réflexion sur la notion de montage et de mixage. Nous développerons notamment un questionnaire sur l'utilisation particulière de la dynamique liée au port du casque, ainsi que sur la répartition des sons dans l'espace grâce à l'utilisation de la synthèse binaurale lors du mixage.

CHAPITRE I

LA CRÉATION RADIOPHONIQUE

I.1 DE LA DIFFICULTÉ DE DÉFINIR LE TERME « DOCUMENTAIRE RADIOPHONIQUE »

Une fois n'est pas coutume, la pluie tombe sur la capitale. Pour me distraire, je me promène sur la page du site web d'Arte Radio : *actualité, reportage, création*, une panoplie de rubriques s'offrent à moi. Vacant ainsi, je décide de cliquer sur *documentaire*, et c'est ainsi que, comme je l'expliquais lors de mon introduction, je tombe sur « *Escort Boy* »⁹, une création sonore d'Anna Salzberg.

Mais que regroupe cette rubrique *documentaire* ? Qu'est-ce qu'un *documentaire radiophonique* ?

En se reportant aux diverses définitions du mot *documentaire*, nous pouvons en déduire que ce dernier comporte certaines caractéristiques. Il est informatif, culturel, didactique et doit exprimer la subjectivité de son auteur. En lui accolant l'adjectif *radiophonique*, nous pourrions en déduire que le documentaire radiophonique aurait les qualités du documentaire, mais serait une production sonore.

Cependant, une interrogation subsiste : « *le documentaire existe-il à la radio* »¹⁰ ? Voici la question que nous pose Jean-François Tétu dans son texte « *Christophe DELEU, Le documentaire radiophonique* ». En effet, si l'on en croit la définition du *Petit Larousse illustré 2015*, un documentaire serait une œuvre uniquement audiovisuelle : « *Documentaire : genre cinématographique ou télévisuel caractérisé par l'exposition de situations réelles (par opposition à fiction)* »¹¹. Le documentaire nécessite-t-il la présence de l'image pour être qualifié de tel ? Y a-t-il une opposition entre les termes *documentaire* et *fiction* ?

⁹ SALZBERG Anna, *Escort Boy*, Arte Radio, 2005.

¹⁰ TETU Jean-François, « *Christophe DELEU, Le documentaire radiophonique* », *Questions de communication*, 2013, p.297-299.

¹¹ Le Petit Larousse Illustré, 2015.

Regardons du côté des auteurs pour essayer d'y voir plus clair. Voici comment Yann Paranthoën, célèbre opérateur du son de la Maison de la Radio, présente son travail à Pilar Arcila dans son film « *Au fil du son* » : « *Ma démarche c'est de partir du réel, d'avoir le réel, et progressivement d'aller vers la fiction tout en préservant le réel pour les faire cohabiter. C'est pour ça que pour moi, il n'y a pas de documentaire. Le documentaire c'est presque un mot qui me paraît péjoratif. Pour moi c'est une fiction aussi, c'est ça que je veux dire. Je ne critique pas le documentaire mais idéalement il faudrait qu'il y ait de l'information, de la fiction, et que le documentaire soit musical aussi, bien qu'il n'y ait pas de musique.* »¹² Voilà qui, contrairement à mes espérances, assombrit davantage notre recherche ! Non seulement, nous nous questionnons sur l'existence même du documentaire radiophonique ; mais en plus, nous devons admettre que la limite entre documentaire et fiction radiophonique reste floue.

A ce stade de la réflexion, et pour pouvoir poursuivre mon travail, je dois faire un choix et proposer ma propre définition du documentaire radiophonique. Je fais alors le postulat de l'existence du documentaire radiophonique et le définis comme suit : *Le documentaire radiophonique est une œuvre sonore, empruntant au réel, afin d'exposer le point de vue subjectif de l'auteur sur un sujet*, bien que, comme le souligne Yann Paranthoën « *Dès le premier geste d'écriture, ça bascule dans la fiction* »¹³.

Cette réflexion quant au *geste d'écriture* ainsi qu'à la *musicalité* d'un documentaire radiophonique, nous pousse à nous questionner désormais sur l'aspect créatif de la radio. Si la radio peut *s'écrire*, c'est bien qu'elle doit posséder un langage, une manière de s'exprimer au monde, et donc un certain sens artistique. Mais quel est donc ce langage de la radio ? Le média radio, car il s'agit d'abord d'un média, peut-il être considéré comme une forme artistique à part entière, ou est-il principalement un art-relais ?

¹² ARCILA Pilar, *Au fil du son, un portrait de Yann Paranthoën*, 2007.

¹³ ROSSET Christian (sous la direction de), Yann Paranthoën, *l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.51.

I.2 DU RELAIS À LA FORME ARTISTIQUE

I.2.A LA RADIO A D'ABORD UNE FONCTION DE RELAIS

Tout d'abord, essayons de définir le mot *radiophonie*. Voici ce que nous dit le dictionnaire *Le Petit Larousse* : « *Radiophonie* : Système de transmission des sons utilisant les propriétés des ondes radioélectriques. »¹⁴ On observe ici l'importance des mots *transmission* et *onde*. Si l'on en croit la définition d'une onde : « *Modification de l'état physique d'un milieu matériel ou immatériel, qui se propage à la suite d'une action locale avec une vitesse finie, déterminée par les caractéristiques des milieux traversés. On distingue les ondes mécaniques (ondes sonores, vagues dans un liquide, etc.), qui se propagent par vibration de la matière, et les ondes électromagnétiques (ondes radio, lumière, etc.), qui se propagent en dehors de tout support matériel, dans le vide.* »¹⁵ La radio serait donc une transmission *immatérielle*.

Si l'on se réfère maintenant à Pierre Schaeffer et son livre « *Essai sur la radio et le cinéma* »¹⁶, l'écrivain avance l'hypothèse que la radio et le cinéma sont des *arts-relais*, tandis que les *arts classiques* (musique, peinture, sculpture...) sont, par opposition, des *arts directs*. Afin d'illustrer son propos, il compare les arts-relais au télégraphe, et associe les arts directs à la poste. Il explique alors que, par le biais de la poste, on transmet une lettre, un colis, un message sous sa forme matérielle : « *Le facteur nous remet une lettre qui contient la propre écriture de notre correspondant. L'objet est là tout entier dans l'enveloppe qu'il a fermée de ses propres mains.* »¹⁷ Le télégraphe, quant à lui, ne transmet que des signaux : « *Le télégramme ne fait que transmettre un signal et ne transmet de la lettre que les signes qu'elle contient.* »¹⁸

La radio ne serait alors qu'un support de transmission. Mais que transmet-elle ? Des sons et donc : de la musique, de la parole, des débats sur la peinture et la sculpture, des lectures de textes littéraires etc. ? En somme, la radio serait un art-relais, dans le sens où

¹⁴ Le Petit Larousse Illustré, 2015.

¹⁵ Le Petit Larousse Illustré, 2015.

¹⁶ SCHAEFFER Pierre, *Essai sur la radio et le cinéma, esthétique et technique des arts-relais 1941-194*, Edition Allia, 2010.

¹⁷ SCHAEFFER Pierre, *Essai sur la radio et le cinéma, esthétique et technique des arts-relais 1941-194*, Edition Allia, 2010, p.37.

¹⁸ SCHAEFFER Pierre, *Essai sur la radio et le cinéma, esthétique et technique des arts-relais 1941-194*, Edition Allia, 2010, p.37.

elle relaierait les autres arts, les arts directs, les arts classiques ; mais ne serait pas elle-même un art.

La radio, âgée d'un peu plus d'un siècle, serait-elle donc restée fidèle à son rôle premier : celui de la transmission d'informations ? Cette dernière considération peut se lire à la lumière de notre civilisation. Qu'est ce qui, aujourd'hui, caractérise notre société moderne si ce n'est le *trop vite*, et le *trop plein* d'information ? Christian Rosset parle très bien de ce phénomène du *trop vite* dans « Yann Paranthoën, *L'art de la radio* » : « *Aujourd'hui – ce n'est pas une surprise, et encore moins une nouveauté, la transmission rapide de l'information est privilégiée, quitte à payer le prix d'une réduction drastique de la manière de la faire passer : au mieux, le direct, une des formes majeures de l'expression radiophonique ; au pire, le montage à la serpe d'un différé bâclé, mais dont on s'accommode à partir du moment où le message est bien reçu.* »¹⁹ Alexandre Castant, dans son livre « *Planètes Sonores* », va dans le même sens : « *La radio est un média où la rapidité et la concision, intimement liées à sa fabrication, ainsi qu'au juste entendement de son propos, traversent également un autre temps, compressé, celui des horaires des programmes à respecter, et la stylistique qui consiste, dans un temps toujours trop bref, à faire œuvre avec des sons.* »²⁰ La difficulté aujourd'hui de la radio, « à faire œuvre avec des sons », serait-elle liée à une problématique de temporalité ?

Et en ce qui concerne le *trop plein* ? Le monde qui nous entoure est bruyant, incessant : « *Tout autour de nous et constamment, des sons s'enchaînent, se superposent, s'entremêlent jusqu'à ce que, trop nombreux, trop prégnants, ils se masquent les uns les autres, l'oreille n'étant alors plus en mesure de discerner ce qu'ils révèlent.* »²¹ La radio est-elle, à l'instar de notre environnement sonore, un flux ininterrompu d'informations qui se déversent constamment ?

I.2.B VERS UNE FORME ARTISTIQUE

Comme pour faire un pied de nez à ces problématiques actuelles du *trop vite* et du *trop plein*, Yann Paranthoën prône la lenteur : « *Toute cette lenteur apparente est indispensable. La vitesse d'exécution [...] ne m'intéresse pas, car elle m'empêcherait de*

¹⁹ ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Paranthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.10.

²⁰ CASTANT Alexandre, *Planètes Sonores, radiophonie, arts, cinéma*. Monografik éditions, 2010, p.31.

²¹ MARIETAN Pierre, *L'environnement sonore*. Champ social éditions, 2005, p.15.

réfléchir [...]»²²; pendant que d'autres font l'éloge d'un équilibre entre bruit et silence : « *Le son existe parce qu'un silence le laisse percevoir. Le silence est perceptible parce qu'un son en détermine la dimension* »²³. En effet, je pense que cet équilibre est primordial. Un trop plein de son annule l'information sonore : notre oreille se ferme face à ce trop plein ; tandis qu'un trop plein de silence fait perdre à l'auditeur son attention. Ce dernier décroche car il cherche l'information ailleurs.

Cette démarche d'opposition au *trop vite* et au *trop plein* relève-t-elle d'une volonté de défendre la radio comme un art à part entière ? En plus d'être un art relais, la radio peut-elle être considérée comme une forme artistique sonore, comme le suggère Daniel Mermet en rappelant la phrase suivante « *« La radio, c'est une expression à part entière », disait Paranthoën en attaquant son œuf mayonnaise à midi chez Madame Marcelle* »²⁴ ? Se considérant comme un « *clandestin coupable de connaître le plaisir de fabriquer* »²⁵, Yann Paranthoën regrettait que « *le seul endroit où il n'y [ait] pas de radio c'est la radio* »²⁶ et installa petit à petit la création radiophonique au cœur de la Maison de la Radio. Mais par quels moyens s'exprime donc la radio ? Quel est le processus de fabrication d'une création radiophonique ? Laissons-nous guider par Yann Paranthoën pour répondre à ces questions, puisque l'on considère ce dernier comme l'un des rares auteurs de radio : « *un auteur, espèce rare et secrète s'il en est.* »²⁷

I.2.c LE LANGAGE RADIOPHONIQUE

Afin d'expliquer ce qui l'a poussé à approfondir son métier de technicien du son et à devenir un artiste de radio, Yann Paranthoën mentionne un manque datant de l'enfance : « *On m'a empêché d'apprendre la langue de mes ancêtres, j'ai dû m'en forger une autre.* »²⁸ D'origine bretonne, la non connaissance de la langue locale l'a amené à

²² ARCILA Pilar, *Au fil du son, un portrait de Yann Paranthoën*, 2007.

²³ MARIETAN Pierre, *L'environnement sonore*. Champ social éditions, 2005, p.17.

²⁴ ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Paranthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.86.

²⁵ PARENTHOEN Yann, *Propos d'un tailleur de son*. Editions phonurgia nova, 2002, p.35.

²⁶ ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Paranthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.86.

²⁷ ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Paranthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.9.

²⁸ ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Paranthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.15.

vouloir trouver un autre langage pour s'exprimer. C'est ainsi que Jean Paranthoën (de son nom de naissance) commence à travailler l'art de la création radiophonique.

« *Je suis à la recherche de couleurs que je ne peux pas nommer, et dont pourtant presque tout dépend.* »²⁹ Cette phrase de Vincent Van Gogh était la devise de Yann Paranthoën. En effet, ce dernier se sentait très proche de la peinture, et admirait le travail du peintre néerlandais. Après sa rencontre avec Gaston Planet, peintre et dessinateur français qu'il enregistre en Vendée pendant l'hiver 1981, Yann Paranthoën s'exprime en ces termes à propos de la peinture : « *C'est comme la radio ! Comme nous, tu vas prendre de la matière en l'extérieur, et ensuite tu vas travailler en intérieur. L'atelier, c'est ton studio ; le studio c'est mon atelier...* »³⁰ Fils d'un tailleur de pierre, Yann Paranthoën compare également son travail radiophonique à la sculpture. « *Moi, j'aimerais me comparer à un peintre ou à un sculpteur, plutôt qu'à un écrivain.* »³¹ Quelle différence Yann Paranthoën fait-il donc entre les arts plastiques et la littérature ? Jean-Yves Bosseur, écrivain et peintre français, exprime son point de vue sur la question : « *Yann travaillait à même la matière sonore, de manière très charnelle en fait. C'est peut-être pour cette raison qu'il se sentait plus proche des arts plastiques que de la musique, où le poids de l'écriture et de modèles structurels très complexes et hautement formalisés est souvent prépondérant.* »³² Une distinction s'opère donc entre les arts *concrets*, comme les arts plastiques ; et les arts *incorporels*, comme la littérature ou la musique ; dans le sens où les uns sont fait avec les *maines*, et les autres avec la *tête*. La notion de *matière sonore*, qui apparaît dans plusieurs de ces citations, prend alors toute son ampleur et explique le lien qui existe entre les arts plastiques et la radio : ces deux pratiques se rejoignent quant au travail de la matière.

Yann Paranthoën insiste beaucoup sur la nécessité de séparer l'art de l'écriture et l'art du son. Il va même jusqu'à affirmer qu'un ingénieur du son devrait être illettré afin de ne pas être tenté d'écrire ! En effet, Yann Paranthoën « *ne fai[t] jamais de script* »³³ et justifie son propos ainsi : « *Parce que si je fais un script, je vais essayer de calquer par*

²⁹ ARCILA Pilar, *Au fil du son, un portrait de Yann Paranthoën*, 2007.

³⁰ ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Paranthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p30.

³¹ PARENTHOËN Yann, *Propos d'un tailleur de son*. Editions phonurgia nova, 2002, p.23.

³² ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Paranthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p102.

³³ PARANTHOËN Yann, *Au fil du son_intervention 1*, Radio Grenouille, 2002.

rapport à ce que j'ai écrit pour faire apparaître ce qu'il y a sur la bande »³⁴ ; or, au contraire, « c'est la matière qui décide. »³⁵

Les propos de Robert Bourgoing dans « *Le magazine radio* » vont dans le même sens : « *La presse écrite et la radio sont des médias très différents. Même si le travail du journaliste exige la même rigueur par rapport à la recherche et à la vérification des informations, la façon de communiquer celles-ci n'obéit pas aux mêmes règles et ne vise pas le même public. Lire en ondes un reportage publié dans un journal écrit ne fait pas de la bonne radio !* »³⁶ L'expression radiophonique doit avant tout être sonore : « *L'expression radio doit naître des sons, ce qui suppose qu'il y ait des sons au départ, qu'on se soit livré à une sorte d'extraction de la réalité sonore, qu'on ait extrait un bloc sonore d'où va naître l'expression. [...] Il ne faut pas venir avec un écrit. Sinon, ce qu'on appelle expression sonore ne sera qu'une illustration de texte et n'aura qu'une fonction illustrative.* »³⁷

Ces lectures m'ont fait réfléchir quant à l'élaboration de mon futur documentaire. En effet, que ce soit au cours de la préparation de mes interviews, du travail de réflexion quant à l'écriture sonore ou encore pendant l'étape de post production, ces questions d'expression par le biais du son doivent être réfléchies. Par exemple, lorsque je prépare une interview, je dois m'efforcer de la rédiger au style parlé. « *La radio est faite pour être écoutée, et non lue* »³⁸. Ainsi, je relis à haute voix mes écrits afin de vérifier le naturalisme de mes paroles. Ainsi posées, les questions amèneront naturellement une réponse au style parlé. Elles seront plus spontanées et moins littéraires. L'auditeur n'en sera que plus touché.

J'ai appris dans ce chapitre que la radio, d'abord art-relais, pouvait relever de l'expression artistique. Une création sonore, pour avoir ce statut, doit être pensée en son et partir de la matière sonore. Deux questions se posent alors : comment vais-je capter, extraire cette matière ? Comment vais-je, par la suite, la sculpter, la retravailler ?

³⁴ PARANTHOËN Yann, Au fil du son_intervention 1, Radio Grenouille, 2002.

³⁵ PARANTHOËN Yann, Au fil du son_intervention 1, Radio Grenouille, 2002.

³⁶ BOURGOING Robert, *Le magazine Radio, Un guide de rédaction pour les journalistes des radios rurales africaines*, 2002.

³⁷ PARENTHOEN Yann, *Propos d'un tailleur de son*. Editions phonurgia nova, 2002, p23.

³⁸ BOURGOING Robert, *Le magazine Radio, Un guide de rédaction pour les journalistes des radios rurales africaines*, 2002.

C'est ici que s'opère une décision importante. En effet, je choisis d'utiliser les techniques binaurales afin de créer mon documentaire radiophonique. Pourquoi ? Premièrement car, comme évoqué dans l'introduction, je suis fascinée par ces techniques depuis plusieurs années et que j'ai ici l'occasion de les pratiquer. Deuxièmement, car j'ai la conviction que le binaural pourrait peut-être apporter une nouvelle manière de penser l'écriture sonore d'un documentaire. Cette hypothèse reste à vérifier, et la suite de ce mémoire en est une expérimentation.

Dans un premier temps, expliquons succinctement les principes de ces fameuses techniques binaurales.

CHAPITRE II

LES PRINCIPES DU BINAURAL

II.1 LE BINAURAL : TECHNIQUE SONORE SPATIALE

II.1.A PRINCIPES PHYSIQUES

Que signifie le terme *binaural* ? *Bi* préfixe qui nous vient du latin signifie : *deux* ; *aural* du latin *auris* signifie : *ce qui est relatif à l'oreille*. L'écoute *binaurale* signifie alors l'écoute avec *deux oreilles*, ce qui correspond à notre écoute naturelle. C'est pour cette raison que la technique dite *binaurale* s'approche d'une reconstitution de l'environnement sonore en trois dimensions, comme dans la vie réelle. En effet, comme évoqué dans l'introduction, notre cerveau emmagasine de nombreuses informations sonores qui nous permettent de localiser un son dans l'espace. Quelles sont donc ces informations ? Pour expliciter ces faits nous allons développer, dans ce qui suit, trois phénomènes psychoacoustiques fondamentaux. Il s'agit de trois différences interaurales, c'est à dire « *[des] différence[s] entre les sons parvenant à l'oreille gauche et à l'oreille droite* »³⁹ et de leur interprétation par notre cerveau. On distinguera les *différences de temps*, les *différences d'intensité* et les *indices spectraux*.

Tout d'abord, explicitons le phénomène de différence de temps (couramment noté T). Nos oreilles étant écartées d'une certaine distance (environ dix-sept centimètres), un son arrivant avec un certain angle d'incidence par rapport au plan de symétrie de notre tête, arrivera avec un certain retard sur une oreille par rapport à l'autre. Par exemple, si une source sonore se trouve à ma droite, l'onde sonore arrivera en premier lieu sur mon oreille droite. Le laps de temps additionnel nécessaire à l'onde pour atteindre mon oreille gauche correspond donc à la distance supplémentaire à parcourir. Ce critère est perceptible par l'oreille surtout pour les fréquences graves. En effet, cette différence de temps se traduit par une différence de phase, analysable par le cerveau si le T est inférieur à la période de l'onde : il suffit alors de détecter le décalage temporel

³⁹ FISCHETTI Antonio, *Initiation à l'acoustique, Cours et exercices*. Editions Belin, 2003, p.223.

entre deux fronts d'ondes. Si, dans le cas contraire, le T est supérieur à la période, le cerveau aura du mal à comparer correctement les phases sans faire d'erreur, plusieurs périodes et donc plusieurs fronts d'ondes étant en jeu. (cf Figure 1. Sur cette figure, la distance entre les points A et B est facilement analysable : la fréquence de l'onde est basse. La distance entre les points D et E, quant à elle, peut être confondue avec la distance entre les points E et F : la fréquence de l'onde est haute.) Ce pourquoi, pour les fréquences aiguës, l'oreille va plutôt se baser sur les différences d'intensité (I).

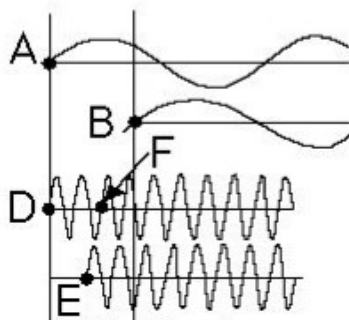


FIGURE 1 : ILLUSTRATION DE LA STRUCTURE FINE DU SON SELON SA FRÉQUENCE⁴⁰

Ces différences d'intensité, quant à elles, reposent essentiellement sur le phénomène d'absorption du son par la tête. En effet, reprenons le même exemple dans lequel une source sonore est située à ma droite. Avant d'atteindre mon oreille gauche, l'onde sonore va devoir parcourir une certaine distance dans laquelle la tête constitue un obstacle. Par des phénomènes de diffraction, de réflexion et d'absorption, surtout pour les fréquences aiguës, l'amplitude de l'onde sera atténuée quand elle arrivera à bon port. Ces deux principes physiques sont utilisés dans la pratique de la prise de son depuis l'avènement de la stéréophonie. En effet, tous les systèmes dits de *couples stéréophoniques*⁴¹ utilisent l'un, l'autre ou les deux critères de différence de temps et d'intensité.

Le dernier phénomène psychoacoustique constitue la particularité de la prise de son binaurale. Il s'agit des indices spectraux, c'est à dire de la déformation du spectre

⁴⁰ BEZARD Pierre, *L'insertion d'un outil de spatialisation binaural dans le flux de post-production et de diffusion sonores*. Sous la direction de ROUCHOUSE Jean et AUSSAL Matthieu. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Juin 2013, p.13.

⁴¹ Un couple stéréophonique est un système de captation sonore composé de deux microphones corrélés. Le principe de la stéréophonie est de faire entendre des signaux sonores différents pour chacune de nos oreilles. Ainsi, à l'écoute, l'auditeur est capable de reconstituer un espace dit *stéréophonique*, correspondant à l'espace situé entre les deux enceintes de diffusion.

d'une source sonore selon sa position dans l'espace par rapport à notre corps. Concrètement, si une personne s'adresse à moi de face, je percevrai sa voix d'une certaine manière. Maintenant, si cette même personne se place derrière moi, sa voix sera modifiée, et il en est ainsi pour chacune des positions de l'espace. Ce fait s'explique par des phénomènes de réflexion, de diffraction et d'absorption du son sur notre corps, et en particulier sur le pavillon de notre oreille qui a une forme très particulière. C'est également ce dernier critère qui nous permet de faire la distinction entre un son venant du haut, du bas, de l'avant ou de l'arrière de notre tête. En effet, si on s'en tient aux critères de différence de temps et d'intensité, il existe une infinité de positions possibles correspondant à un cercle dont la droite reliant nos deux oreilles est la normale, et qui satisfait à ces deux critères. Cette zone est appelée le cône de confusion (*cf. Figure 2*). C'est pourquoi il est nécessaire de prendre en compte les critères spectraux afin d'être en capacité de reconstituer un espace sonore tridimensionnel.

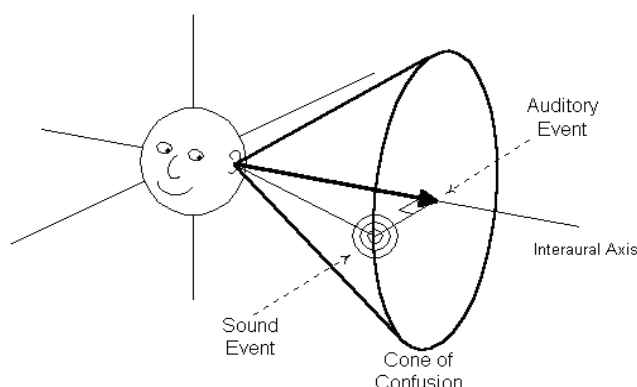


FIGURE 2 : CÔNE DE CONFUSION⁴²

Dans le cas d'une écoute naturelle, une autre modalité permet de lever les ambiguïtés de localisation : il s'agit des mouvements de notre tête. Bouger la tête, parfois de manière inconsciente, permet de percevoir le sens de variation des différences interaurales. Prenons un exemple : j'entends un son sur ma droite, mais je ne sais pas si la source se trouve devant ou derrière moi. Je tourne alors légèrement ma tête sur la droite. Si les différences de temps, d'intensité et de contenu spectral diminuent c'est que

⁴² Source :

http://www.music.miami.edu/programs/mue/Research/jwest/Chap_2/Chap_2_Spatial_Hearing.html

la source se trouve devant moi. Au contraire, si ces différences augmentent c'est qu'elle se trouve derrière moi.

L'ensemble des ces indices acoustiques (T , I et indices spectraux), pour une position de l'espace et pour un individu donnés, se regroupe sous le nom de HRTF (*Head Related Transfer Function*, c'est à dire la fonction de transfert relative à la tête). On considère alors la tête humaine comme une fonction de transfert qui agit sur le phénomène sonore. Chaque personne perçoit un son à une certaine position, à travers le filtre que représente sa tête, filtre qui inclut ces trois différences interaurales.

(cf. Figure 3)

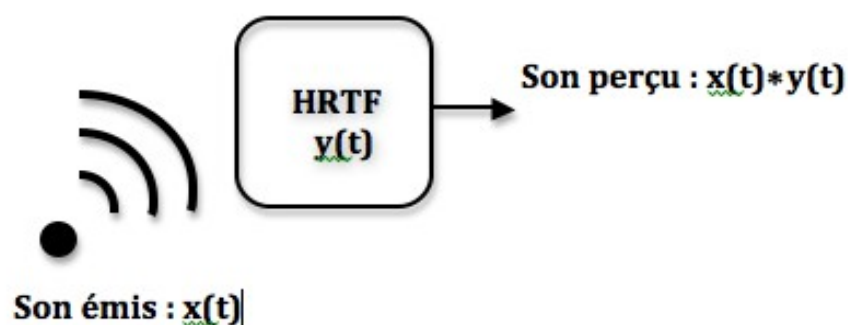


FIGURE 3 : CONVOLUTION⁴³ D'UN SON PAR UNE HRTF, POUR UNE POSITION DONNÉE

(Si le lecteur a besoin de plus d'informations concernant l'audition spatiale, il pourra se référer à Jens Blauert et son ouvrage « *Spatial Hearing* »⁴⁴.)

II.1.B LES LIMITES DU BINAURAL

Reproduire ces phénomènes perceptifs grâce aux techniques binaurales n'est pas chose aisée. En effet, les deux problèmes majeurs qui se posent sont d'une part, *l'individualité*⁴⁵ (chaque personne a une morphologie qui lui est propre et a donc emmagasiné des informations interaurales différentes) et d'autre part, l'impossibilité,

⁴³ Une convolution est l'opération mathématique du domaine temporel équivalente à la multiplication dans le domaine fréquentiel. On passe de l'une à l'autre et réciproquement par une transformée et une transformée inverse de Fourier. *Pour plus de détails, voir annexe p.106.*

⁴⁴ BLAUERT Jens, *Spatial Hearing*, MIT Press, Cambridge, 1996.

⁴⁵ *Pour plus de renseignements quant aux techniques d'individualisation des HRTF, voir annexe p.108.*

lors d'une écoute au casque, de bouger notre tête à l'intérieur du phénomène sonore afin de lever les ambiguïtés du cône de confusion (comme c'est le cas en situation d'écoute naturelle).

La science est en marche actuellement afin d'optimiser les systèmes binauraux. Un travail sur la personnalisation des HRTF est en cours, notamment dans le cadre du projet *BiLi*⁴⁶, afin d'écarter les problèmes de l'individualité. Quant à la possibilité de mouvoir notre tête dans le but de lever les ambiguïtés de localisation, le *Head Tracking* (mot à mot : « *suivre la tête* »)⁴⁷, technique qui consiste à faire varier l'environnement sonore virtuel en temps réel et fonction des mouvements de notre tête, se développe.

Je ne m'étendrai pas plus sur ce sujet, bien que passionnant, le thème de mon mémoire n'étant pas la technique binaurale en soi, mais bien l'apport de cette dernière au processus d'écriture d'un documentaire radiophonique. Nous essayerons donc, en toute connaissance des limites techniques de ce système, de nous affranchir des problèmes du binaural, en restant dans un cadre où cette technique fonctionne suffisamment pour notre travail.

II.2 LE BINAURAL NATIF : PREMIERS ESSAIS DE PRISE DE SON À DUBLIN

(Dans la suite de ce mémoire, vous allez être invités à écouter des fichiers sonores. Afin d'apprécier pleinement le travail de prise de son qui a été réalisé, veuillez trouver ces fichiers, triés par dossiers, dans la clef USB jointe à la version papier. A chaque fois que l'occasion se présentera, le nom du fichier en question vous sera indiqué entre crochets et en gras.)

Il existe deux grandes méthodes pour créer du son en binaural : soit directement à l'enregistrement, c'est ce qu'on appelle le *binaural natif* ou la *prise de son binaurale*, soit à la postproduction, c'est la *synthèse binaurale* ou le *binaural par traitement du signal*. La première méthode était plus simple à mettre en place au début de mes recherches puisque j'avais à ma disposition le matériel nécessaire.

⁴⁶ Le projet BiLi (Binaural Listening, *écoute binaurale*) est un projet de recherche collaboratif sur l'écoute binaurale. Il regroupe des sociétés comme Orange, France Télévision, le CNSM, l'Ircam ou encore Radio France.

⁴⁷ Pour plus de détails concernant le *Head Tracking*, voir annexe p.109.

Me voici donc en quête de sons, armée de deux microphones DPA 4060⁴⁸ dans mes oreilles et d'un enregistreur Zoom H4N⁴⁹. Dublin et Paris sont mes aires de jeu, je m'y promène et recueille ainsi des ambiances sonores en binaural, grâce aux microphones situés dans mes oreilles, et en stéréo, grâce au couple stéréophonique du Zoom. Le principe du binaural natif est simple. Plaçant des microphones au plus près de mes tympans, ces derniers enregistrent les mêmes différences interaurales que celles que je perçois naturellement avec mes oreilles. Mon cerveau peut alors, à la réécoute de ces fichiers, reconstituer l'espace sonore « comme si j'y étais ». Les informations qui permettent à mon cerveau de reconstituer cet espace sont donc inscrites dans le fichier son, et cela dès l'enregistrement.

En écoutant au casque les enregistrements que j'ai effectués, plusieurs éléments me frappent. Tout d'abord, les passages d'un espace *extérieur* à un espace *intérieur* : entrant dans l'auberge de jeunesse dans laquelle je loge, la porte d'entrée se referme derrière moi, puis celle du couloir, et enfin celle de ma chambre. J'entends l'espace se refermer petit à petit, et cette impression d'enfermement me paraît plus forte en binaural qu'en stéréophonie. Tout d'abord je pense qu'entendre ces portes à l'arrière, grâce au binaural, accentue la sensation d'enfermement. Deuxièmement, les sons étant tout autour de moi, j'ai un point d'écoute subjectif : je n'observe pas quelqu'un entrer dans une chambre mais j'y entre moi-même. **(Vous pouvez écouter ces enregistrements en vous référant à la clef USB jointe à ce mémoire. Allez dans le dossier « EXPORT Dublin » puis écoutez les fichiers [Dub_01_4060 et Dub_T01_STEREO]).**

Puis, réécoutant la traversée d'une foule dans un passage couvert de la capitale irlandaise, je me sens un peu étouffée : les voix m'entourent de toutes parts, j'ai l'impression d'être toute petite parmi la foule. **[écoute Dub_02_4060].**

Ce sont ces éléments qui font germer en moi l'idée d'un sujet de documentaire radiophonique sur les phobies de l'espace, comme la claustrophobie ou l'agoraphobie. En effet, je trouve intéressant d'exploiter les possibilités qu'offre le binaural, technique

⁴⁸ Les microphones DPA 4060 sont des capsules miniatures omnidirectionnelles. *Pour plus de détails, voir annexe p.111.*

⁴⁹ Un Zoom H4N est un enregistreur portable numérique quatre pistes. Il possède un couple de microphones intégré (correspondant aux deux premières pistes d'enregistrement) ainsi que deux entrées externes (correspondant aux deux autres pistes).

basée sur la reproduction de l'espace sonore, pour un travail autour d'une pathologie qui touche la perception de l'espace.

D'autres éléments m'avaient fait réfléchir au thème de l'intimité, notamment la notion de rapprochement : me promenant dans une rue en travaux, je m'approche petit à petit des machines creusant le sol, puis je les dépasse. J'ai une perception beaucoup plus nette de ce rapprochement en binaural natif qu'en stéréophonie. **[écoute Dub_03_4060 et Dub_03_STEREO]**. Peut-être qu'en extrapolant ce phénomène avec une voix, on pourrait obtenir la sensation d'une personne qui s'approche de nous, et deviendrait intime par ce mouvement ? Puis, un travail sur les voix elles-mêmes me semble être intéressant. En effet, il est possible d'entendre un chuchotement très proche de notre oreille en binaural ou encore de percevoir, au casque, une voix comme émanant de notre propre corps, donnant alors à entendre un point d'écoute subjectif. Je n'ai malheureusement pas trouvé de protagoniste pour un sujet sur l'intime, et ayant rencontré une personne claustrophobe, je me suis dirigée vers ma première idée. Cependant, je note dans un coin ces caractéristiques propres au binaural. Elles seront sûrement intéressantes à creuser par la suite.

Le problème des prises de son que j'avais effectuées jusqu'alors, était que le couple stéréophonique n'était autre que les microphones du Zoom H4N, qui est un peu léger du point de vue qualitatif. Mes comparaisons binaural/stéréo étaient donc biaisées par ce facteur. C'est pourquoi j'ai, par la suite, fait d'autres enregistrements. En effet, stagiaire à Radio France, j'ai eu la possibilité de m'équiper d'un microphone DPA 5100⁵⁰. Ce système de prise de son est composé de cinq microphones omnidirectionnels DPA, très comparables aux DPA 4060 de mes oreilles, qui me permettent d'obtenir à la fois un fichier stéréo et un fichier multicanal en 5.1, que je pourrai par la suite comparer. Le fichier multicanal va être utilisé dans le cadre de la seconde méthode de création binaurale : la méthode dite de traitement du signal.

II.3 LA SYNTHÈSE BINAURALE ET LE SPAT

Après avoir pu tester le principe du binaural natif, intéressons-nous au binaural par traitement du signal, autrement dit à la synthèse binaurale. La synthèse binaurale permet de pouvoir placer une source monophonique dans l'espace grâce à l'utilisation

⁵⁰ Pour plus d'informations concernant le DPA5100, voir annexe p.112.

des HRTF. Prenons un exemple et supposons que je dispose d'un enregistrement monophonique d'une voix. Dans un premier temps, je souhaite entendre cette voix derrière moi et à une distance de un mètre. Je vais alors convoluer le son monophonique de cette voix avec les HRTF correspondant à 180° d'azimut et à un mètre de distance. Maintenant, j'aimerais que cette voix se déplace de l'arrière à l'avant, toujours avec une distance de un mètre. Je vais alors pouvoir déplacer cette voix en appliquant, pour chaque point de l'espace, les HRTF correspondant aux positions voulues. Pour ce faire, l'espace aura préalablement été discrétisé en un certain nombre de points, pour lesquels les HRTF sont connues. Entre ces points, les valeurs des HRTF seront interpolées⁵¹, c'est à dire déduites mathématiquement des positions connues.

Enfin, si l'on souhaite modifier la distance, le logiciel modifiera le niveau, le filtrage et le rapport son direct/son réverbéré (si une réverbération est utilisée) de la source sonore, en conséquence.

Ces principes de synthèses binaurales peuvent alors être extrapolés à plusieurs sources sonores simultanées. En effet, puisqu'il est possible de placer une source monophonique dans l'espace, il est alors possible d'en placer plusieurs en opérant de la même manière. Ainsi, passons maintenant à cinq sources sonores. Admettons que l'on dispose ces sources à équidistance de l'auditeur, par exemple à deux mètres, et en respectant les azimuts suivants : la première source est à -30° , la seconde à 0° , la troisième à 30° , la quatrième à -120° et la dernière à 120° . Nous venons alors de recréer virtuellement une disposition 5.0 ! Si l'on dispose d'un enregistrement ou d'un mixage en 5.0, et que chacune de ces cinq voies est considérée comme une de ces sources sonores placées dans l'espace, nous allons ainsi pouvoir encoder un fichier 5.0 en un fichier binaural ! Et toutes les autres configurations (quadriphonie, stéréophonie etc.) sont également possibles en opérant de manière identique.

Ce sont ces principes qui sont utilisés dans des logiciels comme le SPAT, logiciel de spatialisation développé par l'IRCAM (Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique), que j'ai utilisé tout au long de ce mémoire. Le fonctionnement interne du logiciel se base sur les sciences de traitement du signal. A chaque source, et

⁵¹ On trouve la définition suivante du mot « Interpolation » dans le dictionnaire Le Petit Larousse Illustré : Opération consistant à déterminer, à partir d'une série statistique succincte aux valeurs trop espacées, de nouvelles valeurs correspondant à un caractère intermédiaire pour lequel aucune mesure n'a été effectuée.

selon la position de cette dernière dans l'espace, le SPAT va appliquer une convolution par la fonction HRTF (*Head Related Transfer Fonction*)⁵² correspondante. (Il est possible de choisir entre différentes HRTF dans une banque de données, afin de travailler avec celle qui nous correspond le mieux. Personnellement, après des tests d'écoute disponibles sur le site de l'Ircam, j'ai choisi de travailler avec l'HRTF de l'Ircam n°1052.) Chaque point de l'espace correspond à des différences interaurales uniques et donc à une HRTF qui lui est propre. C'est ainsi qu'en écoutant le résultat au casque, je perçois la source sonore placée dans l'espace. Bien sûr, découlant de principes mathématiques et d'HRTF imparfaits, le résultat l'est également : l'auditeur peut, par exemple, entendre à l'avant des sons placés à l'arrière et inversement, avoir une sensation d'élévation, c'est à dire entendre des sons en hauteur alors qu'ils ont été placés sur le plan horizontal, ou encore avoir une perception intracrânienne, c'est à dire entendre à l'intérieur de la tête des sons qui étaient censés être externalisés. Cependant, selon les cas, les techniques binaurales restent suffisamment de qualité pour que je puisse les exploiter dans le cadre de la création d'un documentaire radiophonique.

(Si le lecteur souhaite avoir plus d'informations concernant les ambiguïtés avant/arrière, il pourra se référer à l'ouvrage « *Resolution of front-back ambiguity in spatial hearing by listener and source movement* »⁵³ de F.L. Wightman et D.J. Kistler.)

Dans la cabine 117 de la Maison de la Radio, j'ai à ma disposition le plug-in⁵⁴ du logiciel SPAT ainsi que le fameux microphone DPA 5100, décrit précédemment, qui me permet d'enregistrer directement un fichier en 5.0. J'utilise le plug-in SPAT en insert⁵⁵ sur un bus⁵⁶ multicanal dans le logiciel de postproduction sonore Nuendo⁵⁷. J'ouvre la

⁵² La définition d'une HRTF est présente dans le paragraphe II.1.a. Principe du binaural.

⁵³ WIGHTMAN F.L. et KISTLER D.J., *Resolution of front-back ambiguity in spatial hearing by listener and source movement*, J Acoust Soc Am, 1999.

⁵⁴ « De l'anglais « to plug in » : brancher. Non autonome, le plug-in (ou plugin) est un petit logiciel qui se greffe à un programme principal pour lui conférer de nouvelles fonctionnalités ».

<http://www.futura-sciences.com/magazines/high-tech/infos/dico/d/informatique-plug-in-4235/>

⁵⁵ « Insert » signifie « en insertion » dans le jargon des métiers du son. Dans le cas présent, cela signifie que l'on branche un plug-in dans le programme principal.

⁵⁶ « On appelle bus, en informatique, un ensemble de liaisons physiques (câbles, pistes de circuits imprimés, etc.) pouvant être exploitées en commun par plusieurs éléments matériels afin de communiquer. »

<http://www.commentcamarche.net/contents/730-qu-est-ce-qu-un-bus-informatique>

⁵⁷ Nuendo est un logiciel de postproduction audio (édition, séquenceur, traitement audio) développé par l'entreprise Steinberg.

fenêtre du plug-in et procède aux réglages. Je place alors ce que l'on nomme des enceintes virtuelles sur un graphique et dans lesquelles j'envoie mes sources sonores. (cf. Figure 4).



FIGURE 4 : PLACEMENT DES ENCEINTES VIRTUELLES SUR LE LOGICIEL SPAT

Je place donc cinq enceintes virtuelles autour de l'auditeur, en respectant la disposition préconisée par Bergame Périaux (ingénieur du son, formateur à l'INA, responsable de la filière « Son multicannal ») (cf. Figure 5 ci-dessous) :

(Ici, comme ma prise de son est destinée à une écoute au casque, j'effectue mes prises de son en 5.0 et ne garde pas le canal LFE⁵⁸).

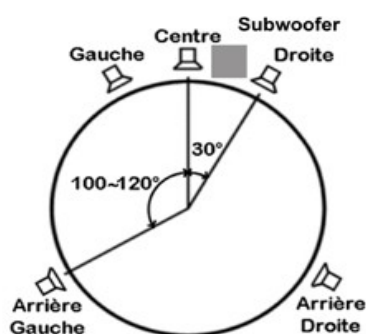


FIGURE 5 : DIAGRAMME DE DISPOSITION DES ENCEINTES DANS UNE CONFIGURATION 5.1⁵⁹

⁵⁸ Le canal LFE est l'abréviation de *Low-Frequency Effect*, c'est à dire le canal d'effet dans les basses fréquences. C'est ce canal que l'on envoie dans le caisson de basse (ou *subwoofer* en anglais).

Chacune de ces enceintes virtuelles est alimentée par le canal du bus correspondant : le canal gauche va à gauche, le droit à droite etc. Enregistrant la sortie de ces enceintes virtuelles, le logiciel SPAT opère ainsi un encodage d'un fichier 5.0 en un fichier binaural.

Tous les logiciels d'encodage binaural fonctionnent sur ce principe. La raison pour laquelle j'ai choisi le logiciel SPAT en particulier est que ce logiciel, en plus d'un encodage 5.0 vers du binaural, permet d'automatiser la trajectoire d'une source sonore dans l'espace, c'est à dire que je vais pouvoir donner à cette source un mouvement et l'enregistrer. Cette fonction est source de créativité et je la prends en compte pour l'élaboration future de mes séquences de documentaire radiophonique.

Si le lecteur souhaite approfondir ses connaissances à propos des techniques binaurales, il pourra consulter l'ouvrage de Durand R.Begault intitulé « *3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia* »⁶⁰.

⁵⁹ Le son multicannal, toute l'actualité du son multicannal, blog de Bergame Périaux
<http://www.lesonmulticanal.com/aide-lecture-5-1-internet/>

⁶⁰ BEGAULT Durand R., *3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia*, Academic Press, Cambridge, MA, 1994.

CHAPITRE III

ELABORER UN SUJET DE DOCUMENTAIRE

III.1 PARTIR DU SON POUR DÉGAGER DES IDÉES DE SUJET

« Et pourquoi ne pas partir plutôt d'une démarche inverse : repérer en extérieur des sons générateurs d'une histoire ? »⁶¹

La découverte des techniques binaurales m'a permis d'engager une réflexion quant à l'élaboration d'un sujet de documentaire radiophonique. En effet, ouvrant des possibilités sur l'exploitation sonore de l'espace, et après avoir fait mes premiers enregistrements à Dublin et Paris, le binaural m'a conduit à vouloir travailler sur le thème des phobies de l'espace. C'est donc en partant du son que j'ai dégagé des idées de sujet, et non l'inverse. En effet, il est coutumier de choisir un sujet et d'en déduire le système de prise de son ainsi que la direction de la création sonore. Pour ma part j'ai trouvé intéressant, dans le cadre de ce mémoire, de prendre le contre-pied de cette méthode en partant d'essais sonores afin d'élaborer une idée de sujet de documentaire radiophonique.

C'est ce positionnement qui m'a valu l'intérêt de Chloé Leprince, responsable des contenus numériques à Radio France. En effet, surprise par mon cheminement, elle s'est intéressée à mon futur documentaire radiophonique sur les phobies de l'espace, et m'a alors proposé d'en créer une version pour le site web NouvOson, plateforme multicanale et binaurale de Radio France. Contrairement aux habitudes de production de NouvOson, le travail qu'on m'a proposé de faire ne sera disponible qu'en binaural et non en multicannal, ce qui me permet d'utiliser, entre autres, les techniques du binaural natif. En effet, le site NouvOson propose toujours une version binaurale et une en 5.1 pour les auditeurs équipés d'un home cinéma. Pour ce faire, le mixage est systématiquement effectué en 8.1, puis est encodé en binaural à l'aide d'un logiciel développé par

⁶¹ PARENTHOEN Yann, *Propos d'un tailleur de son*. Editions phonurgia nova, 2002, p27.

OrangeLab⁶². Cette flexibilité au niveau des formats (en effet, en travaillant de la sorte, on peut obtenir une version 5.1, une binaurale mais également une stéréo au besoin en downmixant⁶³ la version 5.1) est louable mais amenuise cependant les possibilités créatives. En effet, plutôt que de pouvoir utiliser tout l'espace ainsi que les apports bien particuliers du binaural natif, le mixage est restreint à neuf canaux (canal de graves inclus). Le binaural natif reste donc encore aujourd'hui une pratique très peu répandue dans les chaînes de production actuelles. A ma connaissance, seul Bernard Lagnel (ingénieur du son à Radio France)⁶⁴ s'intéresse de près au binaural natif dans l'enceinte de la Maison de la Radio.

Après cette courte parenthèse à propos des habitudes de production de Radio France, revenons à ce qui nous intéresse dans ce chapitre : l'élaboration d'un sujet de documentaire radiophonique. Après des essais en binaural natif, mon choix s'était donc arrêté sur le thème des phobies de l'espace.

III.2 LES PHOBIES DE L'ESPACE ET LA CLAUSTROPHOBIE

Une fois mon sujet choisi, il faut le mûrir. Pour ce faire, commençons par nous renseigner sur ce que sont les phobies de l'espace.

L'agoraphobie, la claustrophobie et l'acrophobie se regroupent sous le nom de « *phobies de l'espace* ». Elles correspondent respectivement à la peur des espaces pleins (foule) ou au contraire vides, à la crainte des espaces confinés, et à la frayeur des espaces en hauteur, appelée également vertige. D'après les spécialistes Mesdames Znaïdi, Viaud-Delmon et Monsieur Jouvent, les patients qui contractent ces maladies ont des distorsions de représentation de l'espace assez similaires⁶⁵. La claustrophobie et

⁶² OrangeLab est le pôle recherche et développement de la société Orange, et s'intéresse, entre autres, au binaural.

⁶³ « *Downmixer* » signifie littéralement « mixer vers le bas », c'est à dire réduire un mixage afin qu'il contienne moins de canaux que le format initial. Prenons l'exemple d'un downmix 5.1 vers stéréo. Pour créer le canal de gauche, on additionne les canaux L (*Left*, gauche), LS (*Left Surround*, arrière gauche) atténué de 3dB, C (*Center*, centre) également atténué de 3dB, et le canal de graves (LFE, *Low Frequency Effect*) atténué de 6dB. On procède de même pour le canal de droite en remplaçant les canaux L et LS respectivement par R (*Right*, droit) et RS (*Right Surround*, arrière droit).

⁶⁴ Bernard Lagnel s'intéresse de près à la prise de son binaurale. Il fait de nombreuses expérimentations à ce sujet et développe ses propres systèmes binauraux. Vous pourrez trouver une partie de son travail de recherche sur ce site internet : http://www.duanrevig.com/excel_bl.html

⁶⁵ ZNAIDI Feryel, VIAUD-DELMON Isabelle et JOUVENT Roland. « Generic virtual reality treatment applied to space-related phobias ». *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 2006, p.175 à 179.

l'agoraphobie sont les deux troubles qui m'intéressent dans le cadre de mon mémoire, ayant trouvé mon inspiration dans les enregistrements de foules et d'espace confinés dublinois. De plus, il est vrai que je trouve peu d'idées sonores qui pourraient exprimer le vertige. Plus tard, je rencontre Claire Ajagamelle, une jeune femme claustrophobe. C'est alors que je me décide pour cette dernière pathologie.

Définissons alors plus précisément ce qu'est la claustrophobie. *Claustro* vient du latin *clautra*, substantif féminin qui signifie *fermeture, clôture*. *Phobie* vient du grec *phobos*, et signifie *effroi, peur*. La claustrophobie est donc la peur des espaces clos, fermés. Dans l'article « *La claustrophobie revisitée* »⁶⁶, on peut lire les paroles rapportées d'un homme qui décrit les sensations physiques qu'il peut ressentir lors d'une crise de claustrophobie : « *Interrogé sur ses sensations intimes, il m'assura qu'il éprouvait dans ces moments une angoisse constrictive, comparable à celle qu'on pourrait ressentir en rampant à travers un passage de plus en plus étroit, jusqu'au point où, collé contre les parois, on ne pourrait plus ni avancer ni reculer. C'est au moment où il lui semblait se trouver dans cette position intolérable que, frappé d'une terreur extrême, il prenait la clef des champs.* »

Lors de ma rencontre avec Claire Ajagamelle, cette dernière soulignait le fait que, chez elle, cette phobie avait pour fondement la peur de ne pas pouvoir s'échapper. Plus que la peur d'un espace clos en soi, Claire ressent le besoin de pouvoir être secourue à tout moment. Elle panique lorsqu'elle est isolée de tout aide extérieure possible, comme dans un ascenseur bloqué, un véhicule lancé sur des petites routes de campagne, ou même au beau milieu d'une forêt ! Aussi paradoxal que cela puisse paraître, Claire peut avoir peur des grands espaces si elle ne voit aucun moyen pour les secours de venir jusqu'à elle. Un espace immense et isolé sera donc également l'objet de ses angoisses.

Enfin, je découvre que la claustrophobie, qui est souvent connue pour la peur des espaces clos, peut également être celle du temps trop court. Se crée alors un parallèle entre ne pas avoir assez d'espace, et ne pas avoir assez de temps. « *Pour un claustrophobe, ne pas avoir assez de temps devant soi peut équivaloir à ne pas avoir assez d'espace moteur. Si le facteur spatial paraît prédominer dans la claustrophobie telle que*

⁶⁶ Recherche clinique PSY, « La claustrophobie revisitée », http://www.recherche-clinique-psy.com/IMG/article_PDF/La-claustrophobie-revisit-e_a173.pdf

nous l'avons envisagée jusqu'ici, et dans la crainte subséquente d'être enterré vivant, c'est le temps qui prévaut dans certains traits de caractère. [...] Certains sujets, [...] ressentent une peur de manquer de temps, de toujours être « bouclés » par leurs obligations... D'autres s'effraient d'avoir beaucoup de temps devant eux ; ils se hâtent d'une activité à une autre parce que le temps non rempli a pour eux la même signification que les espaces vides pour l'agoraphobe. »⁶⁷

Liée à l'espace et au temps, une réflexion d'écriture sonore va pouvoir se mettre en place pour la création de mes deux séquences de documentaire radiophonique.

III.3 LE BINAURAL COMME THÉRAPIE

Cherchant à mieux cerner cette pathologie, Alan Blum, mon directeur de mémoire, me donne le contact d'une spécialiste des phobies appelée Isabelle Viaud-Delmon. Chercheuse en neurosciences comportementales et cognitives normales et pathologiques, Isabelle Viaud-Delmon utilise le principe de la réalité virtuelle afin de traiter ses patients atteints de diverses phobies. Elle équipe ces derniers de lunettes 3-D et d'un casque, diffusant du son binaural ! C'est alors que je découvre que le binaural est utilisé dans le traitement de personnes souffrant de claustrophobie !

En effet, il s'agit là d'une thérapie par exposition, c'est à dire d'une thérapie qui consiste en la manipulation des attributs sensoriels des patients. Ces derniers sont exposés aux scènes qui les angoissent de manière graduelle afin d'être capables, à terme, d'y faire face. Cette thérapie est découpée en trois phases. La première consiste à habituer le patient à l'environnement virtuel dans lequel il est plongé. En effet, il est nécessaire de s'accoutumer aux problèmes techniques inhérents, tels que les petits *delay* (ou retards) entre l'action du patient et sa conséquence dans l'environnement virtuel. La seconde phase consiste à confronter le patient à un environnement qui génère de l'anxiété, mais qui n'est pas directement lié à sa pathologie. Enfin, la dernière phase de la thérapie confronte le patient aux situations anxiogènes propres à sa phobie.

⁶⁷ MALLET Jean et BONAPARTE Marie, *Contribution à l'étude des phobies*, Revue Française de psychanalyse, 1956, p.237 à 293.

Afin de mettre en place cette thérapie, une banque sonore a dû être réalisée. Les sons ont alors été enregistrés en monophonie dans une *chambre anéchoïque*⁶⁸. Ainsi enregistrés, on leur applique les principes du binaural par traitement du signal afin de les placer dans l'espace et de les faire écouter aux patients par le biais d'un casque. Rendre l'espace virtuel crédible est primordial dans une telle thérapie, c'est pourquoi le patient doit pouvoir se mouvoir à l'intérieur de celui-ci. Un système de *Head-Tracking* (qui suit les mouvements de la tête) a donc été mis en place. Pour ce faire, le logiciel SPAT est utilisé et permet un traitement en temps réel de l'information. Pour chaque position de la tête de l'auditeur, ce logiciel applique les HRTF correspondant et permet ainsi à l'environnement virtuel d'évoluer. Ces HRTF sont personnalisés en fonction de chaque patient afin de contourner au mieux les problèmes de l'individualité.

La découverte d'une telle pratique m'a beaucoup intéressée et a confirmé mon choix de sujet de documentaire. Si la claustrophobie est traitée par les technologies binaurales, traiter de la claustrophobie en binaural peut être intéressant. Comme le dit si bien l'expression : « la boucle est bouclée ».

Maintenant que les notions concernant les techniques binaurales sont éclaircies et que mon sujet de documentaire est validé, je peux passer à la phase d'essai de prises de son en vue de mes séquences de documentaire sur la claustrophobie.

⁶⁸ Une *chambre anéchoïque*, ou *chambre sourde*, est une pièce dont les parois sont extrêmement absorbantes. Le but d'un tel lieu est de s'approcher au plus près des conditions de champ libre, c'est à d'éliminer tout phénomène de réverbération dû à la pièce. Ainsi, plaçant une source sonore à l'intérieur de cette pièce, on est capable de n'enregistrer que le son direct de cette dernière.

CHAPITRE IV

LA PRISE DE SON

IV.1 LA VOIX

IV.1.A LA VOIX ET LA MONOPHONIE

« Ce que la radio a de plus intime, c'est la voix. On dit que « la voix, c'est l'âme. » »⁶⁹

« La voix, le timbre et l'inflexion vocale forment un message parallèle qui dit peut être autre chose que ce que disent les mots. »⁷⁰ Porteurs de sens, c'est sur le son, la matière sonore même des voix que je vais être amenée à travailler dans la suite de ce mémoire. Comme l'exprime si bien Yann Paranthoën : *« La voix m'intéresse plus au niveau de la musique qu'au niveau du sens »⁷¹*. En effet, c'est cette musicalité qui va nous éclairer sur ce que ne disent pas les mots. Un tremblement, une hésitation peuvent traduire de la crainte ; un débit rapide et endiablé, de l'excitation etc. Même la couleur de cette voix peut nous renseigner : une voix grave n'exprimera pas les mêmes émotions que si cette même voix est plus aigüe. *« C'est d'abord avec le grain d'une voix que les auditeurs que nous sommes nouent l'essentiel de leur rapport, écrit Jean-Claude Guillebaud, c'est sans doute elle, qui, contrairement à ce qu'on pourrait croire, transmet le sens. »⁷²* Enfin, dans son essai *« Musique »*, Michel Serres développe l'idée selon laquelle le langage est une construction complexe qui provient d'abord d'une matière vivante. Avant d'accéder à un langage sonore, que ce soit la parole ou la musique, il faut préalablement écouter les *« bruits du monde »⁷³*, les imiter, les analyser puis les réutiliser afin de créer ce langage. Il énonce alors : *« bien avant le sens porté par le langage [...], la voix vient du corps, de son*

⁶⁹ ROUE Julie, *La question du « Je »*. Traiter de l'intime dans le documentaire radiophonique. Sous la direction de CANONVILLE Christian et MORTLEY Kaye. Ecole Nationale, p.11.

⁷⁰ IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006, p.9.

⁷¹ ARCILA Pilar, *Au fil du son, un portrait de Yann Paranthoën*, 2007.

⁷² IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006.

⁷³ SERRES Michel, *Musiques*, Editions le pommier, 2011, p.18.

*assise, de l'assiette, de sa tenue à terre, de la sustentation, de la prise animale du sol par la plante des pieds, de l'accrochage solide à de longues racines par les orteils. »*⁷⁴

Un travail sur la matière sonore même de la voix, et donc sur les choix techniques de sa prise de son, peut alors être intéressant à mener.

J'explore donc la voix, élément central du documentaire radiophonique. *Central*, ce mot est-il correctement choisi ? La voix doit-elle toujours se situer au *centre* de l'image sonore ? Doit-elle être enregistrée et restituée en monophonie afin d'être placée de manière stable au centre, comme c'est si souvent le cas ? Je repense alors à une phrase de Yann Parenthoën qui m'a marquée : « *La stéréo c'est un fait donne plus d'importance à la voix, mais elle la rend moins intime. C'est pour ça que j'enregistre la voix en mono : la tendresse passe beaucoup mieux...* »⁷⁵. Julie Roué, dans son mémoire : « *La question du « Je », traiter de l'intime dans le documentaire radiophonique* »⁷⁶ fait la même remarque : « *La monophonie, enfin, est souvent préférée pour donner un effet d'intimité.* »⁷⁷ Il me paraît alors intéressant de remettre ce postulat en question lorsque j'effectuerai mes essais de prise de son.

On remarque que dans le paragraphe précédent, j'ai souvent utilisé le terme : *la voix*. On peut alors se demander si l'emploi du singulier est ici légitime ? *La voix* a-t-elle un statut unique ou en possède-t-elle plusieurs ?

Dans la littérature cinématographique, on peut observer les expressions *voix in* et *voix off*. Que signifient ces termes ? On peut traduire de l'anglais le mot *off* par : *hors, loin*. *In*, au contraire, se traduit par : *dans, dedans, à l'intérieur*. On peut donc en déduire que la *voix in* est, au cinéma, dans le champ tandis que la *voix off* est hors champ. C'est à dire que la *voix in* est prononcée par un personnage visible à l'image, tandis que la *voix off* émane d'un corps invisible.

Cependant, les termes de *voix in* et *voix off* sont également utilisés dans le domaine de la radiophonie. Comment interpréter ces expressions dans un média dépourvu d'image ? On trouve, dans la littérature, d'autres définitions : il y a d'une part les *voix in*, qui « *font*

⁷⁴ SERRES Michel, *Musiques*, Editions le pommier, 2011, p.10.

⁷⁵ PARENTHOEN Yann, *Propos d'un tailleur de son*. Editions phonurgia nova, 2002, p29.

⁷⁶ ROUE Julie, *La question du « Je ». Traiter de l'intime dans le documentaire radiophonique*. Sous la direction de CANONVILLE Christian et MORTLEY Kaye. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière.

⁷⁷ ROUE Julie, *La question du « Je ». Traiter de l'intime dans le documentaire radiophonique*. Sous la direction de CANONVILLE Christian et MORTLEY Kaye. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, p.103.

partie du matériel capté, [...] de la réalité captée, et puis il y a une voix off, une voix hors champ, qui est enregistrée de manière beaucoup plus stable et proche. »⁷⁸ Ici, la différence se situe au niveau de l'enregistrement des voix : les *voix in* sont enregistrées sur le lieu du tournage, dans la masse sonore environnante, « *engluée[s] dans le son référentiel, dans le son d'ambiance, dans les accidents sonores qui se produisent immanquablement* »⁷⁹ ; tandis que les *voix off* sont enregistrées en cabine car « *elles requièrent le non-lieu du studio, [...] l'abstraction de l'auditorium* »⁸⁰.

Toutefois, rien ne nous indique la manière précise dont nous devons enregistrer une *voix off*. En studio, certes, mais avec quelle microphonie ? Et de quelle manière ? Je n'ai trouvé aucune règle écrite à ce sujet. Néanmoins, à l'écoute de nombre d'entre elles, je constate qu'elles sont généralement enregistrées en monophonie, placées au centre de l'image stéréophonique et au premier plan. Et si on changeait ce postulat ? Si on remettait en question cette technique d'enregistrement ? Finalement, l'important est de comprendre, avant de pouvoir remettre en question quoi que ce soit, l'essence même de cette *voix off*. Que doit-elle exprimer ? Quel est son rôle ?

« *Si on enregistre quelqu'un en mettant sa voix au premier plan dans de bonnes conditions d'enregistrement, évidemment sa voix sera entendue différemment, avec une sorte d'autorité* »⁸¹. La *voix off* possède donc, dans un premier temps, un caractère autoritaire : « *La « voix off » tient son autorité à la fois d'être sans corps, de tomber du ciel, de venir d'en haut et d'être solitaire, voix d'un seul, une pour toutes.* »⁸² Ici, on perçoit une notion presque religieuse, divine. François Caillat, cinéaste français né en 1951, essaye, « *sans méconnaître cette posture divine et la difficulté d'y échapper, [...] dans [son] film Trois Soldats Allemands, [de] donner à la voix off une dimension plus humaine.* »⁸³ Il exprime son désir ainsi : « *J'ai voulu descendre sur terre, afin que celui qui parle ne soit plus Dieu, mais simplement un homme parmi les hommes : leur frère, leur témoin.* »⁸⁴ Le rôle de la *voix off* est ici repensé.

La question qui se pose donc à nous, dans le cadre de ce mémoire, est de savoir si les techniques binaurales peuvent justement nous permettre d'explorer de nouvelles façons de concevoir et de fabriquer une *voix off*. Alternier des techniques binaurales avec de la

⁷⁸ CHION Michel dans IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006, p50.

⁷⁹ IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006, p53.

⁸⁰ IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006, p22.

⁸¹ CHION Michel dans IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006, p47.

⁸² IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006, p.24.

⁸³ CAILLAT François dans IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006, p.69.

⁸⁴ CAILLAT François dans IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006, p.69.

monophonie ou inversement, peut-il nous permettre de faire ressortir une voix *off* par rapport aux voix *in* ?

Ces questions quant à l'intimité de la monophonie, d'une part, et quant à la manière d'enregistrer des voix *in* et *off*, d'autre part, seront traitées à travers deux notions : les *points d'écoute* et les *points d'ouïe*. Mais quelle est la différence entre ces deux termes ? Lorsque l'on recherche *point d'ouïe* sur internet, on découvre plusieurs sites web qui proposent de recenser des lieux favorables à l'écoute. Comme les points d'observation ou points de vue qui marquent, sur une carte géographique, les lieux privilégiés pour l'observation d'un paysage, un point d'ouïe serait un lieu, une position géographique, privilégiée afin d'y écouter des sons. On y trouve la définition suivante : « *Point d'ouïe : À l'instar du point de vue (site naturel ou architectural remarquable, belvédère, panorama, habitat pittoresque...), un point d'ouïe est un lieu d'où l'on entend des acoustiques, des ambiances ou sources sonores remarquables. Places publiques, passages couverts, forêts, lacs, falaises, ruelles, fontaines, espaces surplombants ou recoins encastrés, autant de points d'ouïe potentiels, de sites auriculaires remarquables, pour peu qu'on sache y tendre l'oreille.* »⁸⁵ Dans son mémoire « *L'espace dans le documentaire radiophonique* » Rémi Bourcereau définit le point d'ouïe comme suit : « *C'est un endroit depuis lequel nous écoutons, et à partir duquel vont se dessiner des points d'écoute.* »⁸⁶

J'en déduis alors mes définitions personnelles des termes *point d'ouïe* et *point d'écoute*, qui seront utilisés dans la suite de cet écrit. *Point d'ouïe* sera alors le lieu géographique, le positionnement physique de notre corps, qui déterminera notre point d'écoute. *Point d'écoute*, quant à lui, sera identique au point de vue narratif. A l'instar de la littérature, on pourra définir des points d'écoute omniscients, internes, externes... La question suivante se pose alors : peut-on obtenir différents points d'ouïe, et donc divers points d'écoute de l'auditeur par rapport à la voix en utilisant, entre autres, les techniques binaurales ?

⁸⁵ DESARTSONNANTS : Paysage et arts sonore, parcours promenades, installations sonores, sound art, audio art. <http://desartsonnants.over-blog.com/article-paysage-sonore-points-d-ouie-a-partager-108899975.html>

⁸⁶ BOURCEREAU Rémi, *L'espace dans le documentaire radiophonique*. Sous la direction de CREIS Michel et CANONVILLE Christian. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Juin 2009, p. 66.

IV.1.B LES POINTS D'ÉCOUTE

Pour explorer cette question, je m'enregistre à l'aide de différents systèmes de prise de son, de manière simultanée, afin de pouvoir au mieux les comparer. Une tête artificielle (KU100 de chez Neumann) représentant l'interviewer est en face de moi à une distance d'environ un mètre cinquante. Au dessus d'elle est placé le microphone DPA 5100, qui permet d'enregistrer à la fois une piste multicanale en 5.0 et une piste stéréophonique (en ne conservant que les microphones gauche et droit du système). (cf Figure 6) :



FIGURE 6 : TÊTE ARTIFICIELLE KU100 SURMONTÉE DU MICROPHONE DPA 5100.

Un microphone cardioïde mono (Schoeps MK5) est placé juste devant ma bouche, et mes oreilles sont équipées de microphones miniatures : des DPA 4060 omnidirectionnels. (cf Figures 7 et 8 ci-dessous) :



FIGURE 7 : DEUX MICROPHONES DPA 4060

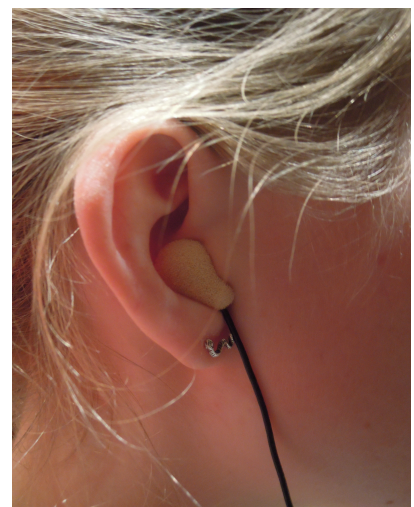


FIGURE 8 : OREILLE ÉQUIPÉE D'UN MICROPHONE DPA 4060

N'ayant ni le besoin ni la possibilité de brancher la totalité des microphones en même temps, je relie seulement ceux qui m'intéressent, selon l'expérience en cours, à un enregistreur Sound Device 788⁸⁷ qui comporte huit entrées micros. (Ce même enregistreur a été utilisé pour tous les tests qui vont suivre dans ce mémoire).

Je peux ainsi enregistrer, au choix, une piste stéréophonique (DPA 5100), une multicanale 5.0 (DPA 5100), une monophonique (microphone mono placé devant moi) et deux en binaural natif (provenant de la tête artificielle et de ma propre tête).

Retournant en studio, j'écoute au casque mes différents enregistrements. J'en déduis alors trois points d'écoute intéressants : un *externe*, un *interne* et un *intime*.

En effet, écoutant le couple stéréophonique ou la prise de son binaurale provenant de la tête artificielle, j'entends la voix comme si elle émanait d'une personne qui me ferait face, donc extérieure à moi. En binaural, cette impression sera d'autant plus forte qu'elle sera accompagnée du phénomène *d'externalisation* propre à ce système. Contrairement à la monophonie et à la stéréophonie au casque où les sources sont perçues comme venant de *l'intérieur* de la tête, une écoute binaurale permet de virtualiser ces sources à *l'extérieur* de notre corps. En résulte une séparation plus profonde entre l'auditeur et la voix qu'il entend. Ce premier point d'écoute est donc appelé *externe*.

[écoute des fichiers Voix 1_T01_STEREO et Voix 1_T01_KU100]. (Vous trouverez cet enregistrement dans le dossier EXPORT VOIX/Voix 1 de la clef USB jointe avec ce mémoire).

Avec le microphone mono, au contraire, la voix est entendue à l'intérieur de la tête de l'auditeur. Elle n'émane plus d'un lieu précis. Désolidarisée de son espace, cette voix est comme suspendue dans l'air, abstraite, mais elle est plus intime aussi. Je rejoins finalement ce que j'avais remis en question dans l'introduction de ce chapitre et m'accorde sur le fait que : « *la mono fait mieux passer la sensibilité d'une personne.* »⁸⁸

C'est pourquoi nous nommerons ce point d'écoute abstrait : *intime*. **[écoute fichier Voix 1_T01_MONO].**

⁸⁷ Pour plus d'information concernant cet enregistreur, voir annexe p.113.

⁸⁸ ARCILA Pilar, *Au fil du son, un portrait de Yann Paranthoën*, 2007.

J'ai également utilisé cette prise monophonique en la « binauralisant »⁸⁹ grâce au logiciel SPAT. Ce processus permet d'externaliser la voix et d'obtenir le même point d'écoute que décrit ci-dessus, tout en gagnant en flexibilité lors du mixage. En effet, les paramètres de spatialisation seront choisis et pourront être automatisés dans le SPAT. Cependant, si on compare ce résultat avec la prise de son binaurale de la tête artificielle, il faut admettre que l'impression d'espace est moins naturelle. Cette technique a donc un rendu sonore de moindre qualité, mais permet non seulement une certaine souplesse au mixage, mais aussi la possibilité d'alléger le nombre de microphones lors de l'interview, qualité non négligeable en situation de documentaire. **[écoute fichier Voix 1_T01_MONOBINO].**

Enfin, après plusieurs essais de positionnement des microphones miniatures à l'intérieur de mes oreilles, tourner les membranes vers l'intérieur de ma tête tout en bouchant mes conduits auditifs me paraît donner le meilleur résultat. Ainsi, j'obtiens un point d'écoute proche du subjectif : cette voix ressemble à celle que j'entends moi même lorsque je parle. Je suis assez étonnée et enthousiasmée par ce résultat : je ne pensais pas obtenir quelque chose d'intéressant en tournant les capsules vers l'intérieur de mes oreilles et donc vers les bouchons d'oreille qui y sont placés. A l'écoute des différents fichiers sons, la présence des bouchons permet d'éviter la formation d'une bosse spectrale dans les mediums (due à la résonance du conduit auditif). (cf Figure 9).

[écoute Voix 1_T02_4060 et Voix 1_T03_4060 pour la comparaison oreilles bouchées (T02) ou non (T03) avec les membranes tournées vers l'extérieur] et [écoute Voix 1_T04_4060 et Voix 1_T05_4060 pour la comparaison oreilles bouchées (T04) ou non (T05) avec les membranes tournées vers l'intérieur]

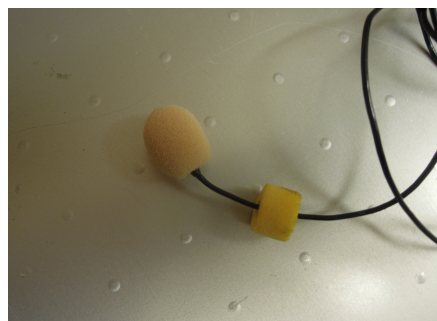


FIGURE 9 : UN MICROPHONE DPA 5100 ÉQUIPÉ D'UN BOUCHON (EN JAUNE SUR LA PHOTO)

⁸⁹ *Binauraliser* est un néologisme qui signifie *rendre un son binaural* ; c'est à dire transformer, encoder un fichier son multicanal en un fichier binaural.

L'orientation des membranes vers l'intérieur et non l'extérieur de ma boîte crânienne permet d'entendre ma voix comme provenant de l'intérieur de mon corps.

[écoute Voix 1_T01_4060 et Voix 1_T04_4060 pour la comparaison membranes tournées vers l'extérieur (T01) ou l'intérieur (T04) avec les oreilles bouchées].

Cependant cette voix manque de timbre, de corps. J'ajoute alors à cet enregistrement binaural le microphone mono, et en réglant les niveaux de l'un par rapport à l'autre, j'obtiens un point d'écoute subjectif tout à fait intéressant que l'on nommera point d'écoute *interne*. **[écoute Voix 1_T04_4060, Voix 1_T04_MONO et Voix 1_T04_4060+MONO].**

Il subsiste cependant un petit bémol à cette technique. En effet, les microphones étant placés très près du corps, ils captent de nombreux sons indésirables : bruits de déglutition, bruits de bouche... De plus, les prises de son binaurales comportent plus de souffle que les monophoniques. Attention à ce dernier facteur lors du montage et du mixage !

Néanmoins, il n'est pas toujours possible d'équiper l'interviewé en binaural natif. Ce pourquoi j'ai essayé de rendre ce même point d'écoute interne en plaçant une enceinte, diffusant l'enregistrement monophonique de la voix, au niveau de la bouche de la tête artificielle KU100. (cf Figure 10 ci-dessous)



FIGURE 10 : PRISE DE SON, PAR UNE TÊTE ARTIFICIELLE, D'UNE VOIX MONO DIFFUSÉE PAR ENCEINTE

Lors de ces essais, j'avais à ma disposition une enceinte Genelec 8010 et le résultat est assez décevant. En effet, bien que de petite taille, cette enceinte ne peut approcher d'aussi près la KU100 qu'il le faudrait. De plus, comme cette enceinte possède deux hauts-parleurs (un tweeter et un boomer), la diffusion du son ne se fait pas de la

même façon qu'une voix humaine. La solution serait donc d'avoir une enceinte de petite taille, de bonne qualité et qui ne possède qu'un seul haut-parleur... mais je ne connais pas l'existence d'une telle enceinte pour le moment !

[écoute Voix 1_T06_KU100ENCEINTE].

Un travail d'écriture pourra alors se mettre en place en fonction des propos que je vais recueillir lors de mon interview. Passer en point d'écoute *interne* lorsque la personne parle au présent et à la première personne, préférer *l'intimité* lorsqu'un sujet fragile est abordé ou encore utiliser *l'externalisation* pour rester en retrait, prendre du recul sur la personne et l'observer de l'extérieur, sont des exemples d'application. Ce travail d'écriture sur les points d'écoute peut également être intéressant pour les voix *off*. En effet, en jonglant entre ces différents points d'écoute, peut-être pourra-t-on distinguer les voix *in* des voix *off*. Ce dernier point sera à tester lors de la création de mes séquences de documentaire radiophonique.

IV.1.C LE MOUVEMENT DE RAPPROCHEMENT

Après ces expérimentations sur les points d'écoute où la voix est statique, je cherche à considérer les déplacements de celle-ci autour de l'auditeur, en commençant par les sensations de rapprochement et d'éloignement.

Pour ce faire, je place une tête artificielle surmontée d'un DPA5100 à un bout de la pièce, et je m'enregistre, traversant cette dernière, un microphone mono (Schoeps MK5) à la main.

A l'écoute de ces enregistrements, je découvre alors que l'apport du binaural, par rapport à la stéréo, se situe notamment en très grande proximité de la tête artificielle. Lorsque l'on chuchote ou parle très près des oreilles de la KU100, on obtient au casque la sensation que quelqu'un parle très près de vous. C'est assez perturbant et touchant à la fois d'entendre, au travers d'un casque, une voix si proche, presque palpable. Je pense que ceci peut-être est source de créativité pour l'auteur et d'émotion pour l'auditeur. **[écoute Voix 2_T06_STEREO et Voix 2_T06_KU100] et [écoute Voix 2_T07_KU100 et Voix 2_T08_STEREO] (Vous trouverez ces fichiers dans le dossier EXPORT VOIX/Voix 2)**

Le DPA5100, quant à lui, amène plus de souffle, détimbre d'avantage la voix et rend la perception de l'espace moins naturelle que la prise de son binaurale native. Le déplacement de la voix est moins prononcé, et l'effet en extrême proximité est moins probant. **[écoute Voix 2_T06_BINO]** et **[écoute Voix 2_T08_BINO]**. Cependant, le mouvement est aussi linéaire qu'en binaural natif : il n'y a pas de trou, de saute, on sent bien la trajectoire. **[écoute Voix 2_T09_4060 et Voix 2_T09_BINO]** et **[écoute Voix 2_T10_4060 et Voix 2_T10_BINO]**.

Une autre possibilité est de *binauraliser* la prise de son monophonique à l'aide d'un logiciel. Ainsi, on pourra dessiner à sa guise les mouvements. Le résultat est de moins bonne qualité sonore qu'en binaural natif. En effet, le placement dans l'espace ainsi que le phénomène d'externalisation sont probants, cependant l'effet de salle est peu naturel, et ce, surtout à partir d'une certaine distance. Au delà de deux mètres, il est plus difficile de rendre authentique la sensation d'espace ainsi que la réverbération du lieu. L'extrême proximité de la voix est également moins bien retranscrite. **[écoute Voix 2_T11_KU100 et Voix 2_T11_MONOBINO]**⁹⁰ Toutefois, cette technique est une alternative intéressante : il est vrai que dans le cadre de l'enregistrement d'un documentaire sonore, on ne peut pas toujours faire déplacer l'interviewé autour d'une tête (artificielle ou réelle équipée de microphones miniatures). Il est parfois plus simple d'avoir recours uniquement à un enregistrement monophonique de la voix, et de retravailler la notion d'espace en studio.

Une dernière solution consiste à enregistrer la voix en mono, puis à la diffuser par une enceinte pour être réenregistrée en binaural natif. Ceci permet d'avoir la qualité sonore du binaural natif, tout en restant simple et léger au tournage. La différence entre le son d'une voix et celui de cette même voix diffusée par une enceinte de qualité existe mais reste acceptable. En effet cette solution est de meilleure qualité que la monophonie binauralisée. **[écoute Voix 2_T12_KU100 et Voix 2_T12_KU100ENCEINTE]**.

En résumé, pour obtenir un effet de rapprochement ou d'éloignement de la voix dans un documentaire radiophonique, on pourra avoir recours à trois solutions différentes. Soit directement à la prise, si les conditions permettent de faire bouger

⁹⁰ Voir la configuration du logiciel SPAT pour binauraliser une voix monophonique p.115.

comme on le souhaite l'interviewé, soit en postproduction. Dans le dernier cas, on utilisera un microphone mono à l'enregistrement. On préférera la méthode native avec diffusion sur enceinte ou la méthode logicielle selon la distance à laquelle on souhaite placer la voix, selon la difficulté de reproduire le mouvement en faisant bouger une enceinte, selon la qualité de l'acoustique voulue, ainsi que selon les moyens dont on dispose (un lieu avec une bonne acoustique et une tête Neumann, ou un logiciel adapté). Tout dépendra du contexte, chaque enregistrement est un cas unique où ces questionnements doivent être considérés.

IV.1.D LE MOUVEMENT DE ROTATION AUTOUR DE L'AUDITEUR

Après l'étude d'un mouvement rectiligne approchant ou éloignant l'auditeur, je m'intéresse au mouvement rotatif l'entourant. Peut-être pourra-t-on ainsi exprimer l'emprise d'un être sur un autre, comme lors d'un interrogatoire par exemple, où une personne questionne son suspect en lui tournant autour ? La claustrophobie n'est-elle pas également une peur d'enfermement par autrui ?

Pour cette expérimentation, j'ai placé la tête artificielle et le DPA5100 la surmontant, au milieu de la pièce, et j'ai procédé à l'enregistrement d'une scène d'interrogatoire.

La KU100, par rapport au couple stéréophonique et au DPA 5100, permet d'avoir une sensation de mouvement plus naturelle, ainsi qu'une plus grande proximité. La voix est mieux timbrée et l'enregistrement possède moins de souffle. **[écoute Voix 2_T13_BINO, Voix 2_T13_ KU100 et Voix 2_T13_STEREO]**. Cependant, dans les deux cas on a une impression étrange. En effet, il subsiste un problème de non crédibilité du mouvement rotatif. On a l'impression que la voix flotte autour de nous, qu'elle n'a pas de corps. Peut-être entendre les bruits de pas ou de vêtements aiderait à redonner de la chair à cette voix ?

Dans un second temps donc, je réenregistre cette scène en portant des chaussures à talons. C'est assez efficace, on se représente beaucoup mieux le mouvement d'un corps autour de nous et non celui d'une voix flottante. De plus, je prends plus de temps en

tournant autour de la KU100 et je crois que c'est ici important. Les mouvements dans la prise de son précédente sont parfois trop rapides, et l'on du mal à imaginer la personne se mouvoir si vite autour de nous. Cependant, malgré une amélioration, on a parfois un doute sur le fait que la voix et les pas viennent du même endroit. **[écoute Voix 2_T14_KU100]**.

Dans un dernier essai, je tourne de manière régulière autour de la KU100 et dans le sens trigonométrique. Ici, le fait que le mouvement rotatif soit régulier est perturbant. J'ai encore plus l'impression que les pas et la voix ne proviennent pas du même endroit. **[écoute Voix 2_T15_KU100]**. En tournant de manière régulière autour de la tête, je pensais faciliter le travail de reconstitution de la scène sonore par le cerveau, mais c'est le contraire qui se produit ! Peut-être que les défauts du système de prise de son sont mis en exergue par le fait que le cerveau anticipe et puisse prévoir le mouvement ? Peut-être que l'explication est ailleurs ? Je n'ai pas le temps dans ce mémoire de me pencher sur cette question, néanmoins intéressante.

J'aimerais ajouter une remarque quant au texte que j'ai utilisé pour ce travail. En effet, si j'ai choisi une scène du film *Inglourious Basterds* de Quentin Tarantino, ce n'est pas anodin. Dans mon souvenir, cette scène dégageait une sensation d'enfermement et d'oppression importante. En la revisionnant, j'ai pu remarquer que l'isolement du spectateur se faisait de manière progressive :

Tout d'abord, le colonel Hans Landa et Mr Lapadite discutent au dehors, au beau milieu d'un champ. On peut entendre des oiseaux, du vent, une ambiance estivale rassurante. Puis, ils entrent dans la maison. Après un instant, comme pour souligner le geste, Mr Lapadite referme la porte de la maison. L'ambiance de dehors se fait alors plus faible mais subsiste toujours, puisqu'une fenêtre est restée ouverte. Après un moment encore, Mr Lapadite demande à une de ses filles d'aller fermer cette fenêtre. Son geste est suivi par la caméra, et on peut observer en gros plan notre propre enfermement. L'ambiance sonore se fait alors plus ténue et sourde. On entend au loin les cris d'un coq et d'une vache, comme pour marquer le relief sonore, et créer ainsi un contraste fort entre l'intérieur où nous sommes retenus, et l'extérieur.

Je garde cette idée de double enfermement à l'esprit. Peut-être cela me sera utile lors de l'écriture de mes séquences de documentaire radiophonique sur la claustrophobie.

IV.1.E BILAN DES TESTS ET INTERVIEW

Ces expérimentations nous ont permis de dégager un certain nombre d'éléments quant à la prise de son de la voix. Nous avons désormais la possibilité d'exploiter trois points d'écoute différents, des sensations de rapprochement, des chuchotements intimes ainsi qu'une déambulation rotative à l'intérieur de laquelle l'auditeur est placé. Tous ces éléments sont à garder à l'esprit dans l'optique de l'écriture future de mes séquences.

Suite à ces tests, j'ai également pu faire mes choix techniques pour le tournage de l'interview de Claire Ajagamelle, une jeune femme claustrophobe que j'ai rencontrée dans le cadre de mon documentaire radiophonique.

Comme je suis accompagnée de Fabienne Laumonier⁹¹, documentariste radio, lors de cette interview, je peux alors équiper cette dernière en binaural natif afin d'avoir un point d'écoute externe. Comme c'est Fabienne qui pose les questions, Claire se place naturellement face à elle.

Enregistrant pour la première fois Claire, je n'imagine pas commencer l'interview en équipant ses oreilles de microphones. Je ne veux pas la déstabiliser, au contraire, j'essaie de la mettre à l'aise. Tant pis pour le point d'écoute interne. J'utilise donc un microphone mono pour capter sa voix. Cette prise me permettra d'avoir un point d'écoute intime, ainsi que de pouvoir la modifier par logiciel ou en la réenregistrant en binaural natif, selon l'effet que je souhaiterai ou non apporter lors de l'écriture de mes séquences.

⁹¹ Fabienne Laumonier est auteure de documentaires radiophoniques. Elle a travaillé notamment pour Arte Radio et France Culture. Son documentaire « Folie blanche » (Arte Radio, 2014) m'a beaucoup inspirée pour ce mémoire. En effet, elle y aborde les sujets de la folie et des sensations physiques qui y sont liées. Cela pourra rejoindre, sur certains points, le thème de la claustrophobie que je vais traiter dans mon documentaire.

A la fin de l'interview, une fois que les liens se sont tissés entre nous trois, je demande à Claire si elle serait d'accord pour raconter une dernière histoire liée à sa claustrophobie avec des micros dans ses oreilles. Avoir vu Fabienne équipée de la sorte ainsi qu'avoir établi un lien de confiance lui permet d'accepter le jeu sans problème. J'obtiens finalement un point d'écoute interne pour un récit !

IV.2 LE TRAVAIL SUR LES SCÈNES SONORES

IV.2.A AMBIANCES INTÉRIEURES

Mais un documentaire radiophonique ne se résume pas à une voix. Etant radiophonique donc *phonique*, c'est à dire relatif aux sons, il se doit de faire entendre des scènes sonores. C'est sur ce travail que je me suis alors penchée. Avant de tourner les séquences de mon documentaire, j'ai voulu, comme avec les voix, procéder à des tests afin de creuser davantage toutes les possibilités que m'offre le binaural. J'avais, à Dublin et Paris, au tout début de ma réflexion sur mon mémoire, commencé à recueillir des ambiances sonores binaurales. Cependant mon équipement technique n'étant pas de qualité suffisante, il ne me permettait pas de faire de bonnes comparaisons entre la prise binaurale et la prise stéréophonique. C'est pourquoi j'ai, quand j'en ai eu la possibilité, fait d'autres enregistrements avec, cette fois-ci, un DPA 5100. Ce système microphonique me servait aussi bien pour la création d'une piste binaurale par traitement du signal (enregistrement en 5.0 puis convolution par les HRTF via le logiciel SPAT) que pour une piste stéréo, ne gardant que les micros gauche et droit du dispositif. L'intérêt de cette méthode est qu'elle permet d'avoir assez peu de matériel à manier, ainsi qu'une comparaison très intéressante avec la piste en binaural natif puisque le DPA 5100 est composé de microphones DPA omnidirectionnels, donc très comparable au microphone DPA 4060 que je place dans mes oreilles. En effet, ces microphones ont la même marque (DPA⁹²) et la même directivité.

Équipée de la sorte, j'enregistre les couloirs, les escaliers, l'ascenseur, le grand hall etc. de la Maison de la Radio où je suis en stage à l'occasion de mes recherches sur le binaural.

⁹² DPA est une marque danoise de fabricants de microphones audio professionnels de grande qualité, fondée par deux anciens employés de B&K (Brüel & Kjær). C'est une référence en matière de microphones de mesure.

Comparant mes trois systèmes de prise de son (stéréo, binaural par traitement du signal et binaural natif) je remarque que le binaural natif permet une qualité de son, quant à la restitution du spectre et de l'espace, bien supérieure au binaural par traitement du signal. La profondeur est plus grande, et le spectre est plus large, surtout dans l'aigu. Lorsque l'on passe de la stéréophonie ou du binaural par traitement du signal au binaural natif, on a l'impression que l'espace s'ouvre. On perçoit plus de profondeur et de naturel dans la répartition des sources à l'écoute de la prise de son native. Quant à la qualité spectrale, la stéréophonie et le binaural natif l'emportent sur le binaural par traitement du signal. En découle une sensation de naturel plus importante dans les deux premiers cas.

On peut entendre ces différents phénomènes dans l'enregistrement du hall de la Maison de la Radio.

[écoute AmbINT_T01_4060, AmbINT_T01_BINO et AmbINT_T01_STEREO] et [écoute AmbINT_T02_4060, AmbINT_T02_BINO et AmbINT_T02_STEREO]⁹³ (Vous trouverez ces fichiers dans le dossier EXPORT AMB/AmbINT).

Marchant du hall principal à une cabine semi-anéchoïque en passant par un couloir et un studio en parquet, je remarque que plus on va vers des ambiances faibles, plus le binaural natif nous révèle sa qualité en terme de souffle. **[écoute AmbINT_T03_4060, AmbINT_T03_BINO et AmbINT_T03_STEREO]**. Une prise de son au binaural natif possède moins de souffle que si elle avait été enregistrée avec le DPA 5100, que ce soit en stéréophonie ou en binaural par traitement du signal. Ceci s'explique pour les deux systèmes binauraux, par le nombre plus petit de microphones de la solution native : deux microphones contre cinq. Pour ce qui est de la prise stéréophonique, les deux systèmes ayant chacun deux microphones, l'explication est ailleurs. Je pense que cela est lié à l'angle de restitution du son qui est théoriquement de trois cent soixante degrés pour un système binaural contre environ soixante pour un couple stéréophonique. Plutôt que d'amasser tout le souffle enregistré sur soixante degrés, le binaural répartit cette même énergie sur une surface beaucoup plus grande, réduisant ainsi le niveau sonore du souffle.

⁹³ Voir la configuration du logiciel SPAT pour binauraliser un fichier 5.0 p.116.

Quant à la sensation d'enfermement, ces prises de son confirment ce que j'avais entendu à Dublin : on perçoit un renforcement de cette dernière grâce aux passages de l'extérieur vers l'intérieur, comme l'entrée dans un ascenseur [**écoute AmbINT_T04_4060, AmbINT_T04_BINO et AmbINT_T04_STEREO**] ou encore grâce à la possibilité d'entendre un claquement de porte à l'arrière en binaural. [**écoute AmbINT_T05_4060, AmbINT_T05_BINO et AmbINT_T05_STEREO**], [**écoute AmbINT_T06_4060 et AmbINT_T07_MONOBINO_180°**].

Je comprends alors plus largement, que le binaural change la place de l'auditeur. Comme me l'a un jour dit Bernard Lagnel (ingénieur du son à Radio France), au détour d'un couloir de la Maison de la Radio, la stéréophonie « *donne à voir* » tandis que le binaural « *donne à entendre* ». L'auditeur n'est plus *face* à une scène sonore qui pourra provoquer chez lui des images imaginaires, mais il est plongé *dans* cette dernière. Plus proche de l'espace sonore qu'il connaît dans la vie de tous les jours, l'auditeur se concentre alors plus sur ce qu'il entend plutôt que sur ce qu'il pourrait imaginer voir de cette scène-écran qu'est la stéréophonie.

Cette observation pose de manière générale la question de la place de l'auditeur. Je me rappelle d'un cours d'écoute critique musicale en multicanal où mon professeur de prise de son de musique classique, Jean Châteauret, parlait en ces termes : « *Le 5.1 pose la question du positionnement de notre corps par rapport au son. L'auditeur se place-t-il en tant que spectateur, face à la scène, ou bien au centre de cette dernière ? Le spectateur est-il inclus dans le récit en 5.1 ?* » Bien sûr, je ne parle pas dans ce mémoire de multicanal mais bien de binaural. Cependant la même question se pose quant à la place de l'auditeur : celui-ci deviendrait-il alors, en quelque sorte, acteur ou bien spectateur (néologisme souvent utilisé dans le monde de l'installation interactive, pour qualifier la capacité d'un visiteur à être à la fois observateur et à la fois actif dans la mise en scène) plutôt que simple auditeur ?

Cette notion fera partie intégrante de mon futur documentaire. En effet, ce renforcement de la sensation d'enfermement grâce à la place de l'auditeur dans la scène est à exploiter dans un sujet qui traite de la claustrophobie. En binaural, les portes qui se referment (ascenseur, voiture, métro etc.) se situent dans le même espace que l'auditeur, et l'enferment. En stéréophonie, il regarde ces portes se refermer.

Puis je remarque que le binaural permet le phénomène *d'externalisation*. C'est à dire que les sons ne sont plus entendus *dans* la tête, comme en stéréophonie au casque, mais *à l'extérieur* de cette dernière. On remarque ce fait dans plusieurs de mes enregistrements de la Maison de la Radio, dont un en particulier. Sortant de l'ascenseur, je me retrouve dans un hall où un jeune garçon s'entraîne à chanter. En binaural natif, ce dernier est situé à gauche et à quelques mètres de nous. En stéréophonie, il est toujours placé à notre gauche, mais on évalue moins facilement la distance : il est entendu dans la tête et n'est pas externalisé. Avec le DPA5100, le petit garçon est entendu plus au centre, mais il est bien placé en profondeur. Le binaural par traitement du signal crée cette externalisation.

[écoute AmbINT_T08_4060, AmbINT_T08_BIN0 et AmbINT_T08_STEREO].

Que ce soit en binaural natif ou binaural par traitement du signal, le phénomène d'externalisation est présent. Cela nous permet de projeter les éléments sonores dans l'espace dans lequel notre propre corps est lui-même plongé. L'espace sonore que nous reconstituons est donc différent de celui créé par la stéréophonie au casque. Cet espace n'est plus confiné dans notre tête, mais nous entoure. Cet élément vient compléter le paragraphe précédent qui parlait de la place différente de l'auditeur *face* ou *à l'intérieur* de la scène sonore.

Bien entendu, cette externalisation n'est pas toujours si flagrante, et ceci dépendra de la qualité du son binaural. Si trop de problèmes persistent (dus à l'individualité, au spectre parfois de piètre qualité du binaural par traitement du signal, d'aberrations spatiales etc.), ce phénomène ne sera pas entendu clairement.

IV.2.B AMBIANCES EXTÉRIEURES

Une fois la Maison de la Radio arpentée, je m'aventure un peu plus dans la ville. Dans son interview, Claire m'avait beaucoup parlé de ses angoisses ressenties dans le métro et la voiture. Je décide donc d'y réaliser mes essais.

Je descends dans le parking souterrain de mon immeuble. Les talons de mes chaussures résonnent et excitent la réverbération du lieu. C'est dans des ambiances réverbérées, comme celle de ce parking, que l'on se rend vraiment compte des différentes positions de l'auditeur dont j'ai parlé plus haut. Les pas sont entendus soit comme provenant d'une femme qu'on imagine marcher, dans un cadre, devant nous ; soit

on s'identifie à celle-ci, et on plonge nous-mêmes dans ce lieu. De même avec les portes de l'ascenseur ou de la voiture qui se ferment. On regarde la scène : *donner à voir*, ou bien on est dans la scène : *donner à entendre*⁹⁴. Le fait que ce phénomène soit plus perceptible dans une ambiance réverbérée s'explique par le fait même de cette réverbération. En effet, c'est l'effet de salle d'un lieu qui nous permet de reconstituer mentalement un espace. En binaural, ce dernier nous entourant, l'espace se construit tout *autour* de nous. En stéréophonie, cet espace se construit *devant* nous.

Dans cette prise de son, on remarque également que la binauralisation a altéré le bas du spectre. En effet, sur cette prise de son en 5.0 encodée en binaural par le SPAT, les fréquences graves sont plus présentes sur la piste stéréophonique que sur la piste 5.0 binauralisée, alors que les mêmes microphones sont en jeu. (En effet, j'utilise le DPA 5100 dans les deux cas. Je garde les cinq microphones pour la piste 5.0, et ne conserve que les microphones gauche et droit pour la piste stéréo). On peut donc en conclure qu'une diminution des graves apparaît dans la chaîne de binauralisation. Il sera donc important de garder à l'esprit cette caractéristique.

Enfin, cette prise de son met en exergue le fait qu'il est plus simple d'enregistrer en proximité des sources ponctuelles avec le DPA 5100, ou avec des systèmes monophoniques ou stéréophoniques classiques, qu'avec les microphones 4060. En effet, approcher ses propres oreilles de la source voulue n'est pas toujours une mince affaire ! Dans le cas présent, cette proximité n'est pas nécessaire sur les sons de poignées de portes ou de clefs de voiture, mais pourrait l'être dans d'autres situations. C'est donc une remarque importante à prendre en compte pour le choix des systèmes de prise de son de mes séquences sonores documentaires. **[écoute AmbEXT_T09_4060, AmbEXT_T09_BINO et AmbEXT_T09_STEREO] (Vous trouverez ces fichiers dans le dossier EXPORT AMB/AmbEXT).**

Une fois arrivée au niveau de la voiture, j'entre à l'intérieur de cette dernière. Pendant que je m'assois, que je mets ma ceinture etc., il est difficile de placer correctement le DPA 5100 sans me gêner. C'est pour cela que les microphones 4060 rendent mieux le point d'écoute interne au moment où je m'installe. Ceux-ci sont réellement positionnés dans mes oreilles et sont donc à la place même du chauffeur, et non à côté. On remarque alors que dans les situations où l'on recherche un point

⁹⁴ Citation de Bernard Lagnel (ingénieur du son à Radio France).

d'écoute interne, il est plus simple de placer correctement les micros miniatures 4060 que le DPA 5100. Le choix d'un système binaural natif peut donc être intéressant dans de telles conditions. **[écoute AmbEXT_10_4060, AmbEXT_10_BINO et AmbEXT_10_STEREO].**

Ensuite, pendant le trajet, on remarque (surtout sur les obstacles type dos d'âne, trous dans la chaussée...) que le couple stéréophonique est plus riche dans le bas du spectre que les microphones 4060. En revanche, la version binaurale par traitement du signal ne possède presque plus de fréquences graves ! Cette remarque sur la présence de la partie grave du spectre confirme ce que nous avons entendu dans la prise de son précédente. Le choix du dispositif de prise de son devra donc également prendre en compte ce critère. **[écoute AmbEXT_T11_4060, AmbEXT_T11_BINO et AmbEXT_T11_STEREO].**

Quant au phénomène de démasquage, on remarque que le binaural permet de faire entendre certaines sources presque inaudibles en stéréophonie. En effet, répartissant l'espace sonore sur 360°, le binaural permet de contourner un certain nombre de problèmes dits de *masquage*⁹⁵, en évitant la superposition de plusieurs sources sonores en un même point de l'espace. Ce phénomène de démasquage est plus probant avec le système binaural natif qu'avec le binaural par traitement du signal. En effet, le timbre et l'espace étant plus précis, le démasquage des sources est accentué. On peut entendre ces différences dans trois fichiers sonores. Tout d'abord, dans le fichier n°12, on entend mieux la discussion qui a lieu entre un homme et une jeune femme en binaural natif qu'en binaural par traitement du signal ou en stéréophonie. **[écoute AmbEXT_T12_4060, AmbEXT_T12_BINO et AmbEXT_T12_STEREO].** Puis, dans le fichier n°13, le système binaural natif permet de démasquer la voix de l'annonce SNCF⁹⁶. Avec les deux autres systèmes, il faut faire un effort plus important pour comprendre ce message. **[écoute AmbEXT_T13_4060, AmbEXT_T13_BINO et AmbEXT_T13_STEREO].** Enfin, dans le fichier n°14, on entend distinctement deux femmes qui parlent à l'avant gauche grâce au binaural natif. A l'écoute des deux autres

⁹⁵ « Le masquage auditif est un phénomène au cours duquel la perception d'un son est affectée par la présence d'un autre son. » <https://elacinatwork.com/fr/blog/quest-ce-que-leffet-de-masquage-auditive/>

⁹⁶ SNCF : Société Nationale des Chemins de fer Français.

fichiers, ces voix se perdent un peu dans la masse sonore environnante. **[écoute AmbEXT_T14_4060, AmbEXT_T14_BINO et AmbEXT_T14_STEREO]**.

Cette particularité du binaural natif à reproduire un espace sonore en trois dimensions, autre que le démasquage, permet la perception de la hauteur, comme ces oiseaux que l'on entend « monter » lorsque l'on passe du fichier stéréophonique au binaural natif; **[écoute AmbEXT_T15_4060, AmbEXT_T15_BINO et AmbEXT_T15_STEREO]** ainsi que la distinction des plans avant/arrière comme le suggèrent les véhicules qui passent à notre droite à la fin de l'exemple sonore précédent. Dans une autre prise sonore, on entend un homme qui passe près de nous en disant « *Déjà que les mecs fassent la radio* ». Le binaural permet d'avoir une perception avant/arrière, ce qui n'est pas possible en stéréophonie. On perçoit bien le mouvement de cet homme : il s'approche de nous puis nous dépasse, passant ainsi à l'arrière. **[écoute AmbEXT_T16_4060, AmbEXT_T16_BINO et AmbEXT_T16_STEREO]**. De même avec cet enregistrement à la station Porte de Pantin où la disposition du quai au milieu des deux voies permet d'entendre un métro à l'avant et un à l'arrière. **[écoute AmbEXT_T17_4060, AmbEXT_T17_BINO et AmbEXT_T17_STEREO]**. Enfin, sur ce passage piéton près de la gare de l'Est, on se retrouve en « sandwich » entre deux voies de circulation. Cela nous permet d'entendre une voiture passer à l'arrière. **[écoute AmbEXT_T18_4060, AmbEXT_T18_BINO et AmbEXT_T18_STEREO]**. Cependant cette perception du plan arrière n'est pas toujours évidente, et dépend grandement des HRTF mis en jeu. Le problème de l'individualité joue ici un rôle important. De plus, le binaural peut amener ce que l'on appelle des *aberrations de localisation*. Certains éléments du plan frontal se retrouvent à l'arrière plan ou inversement. Par exemple, au début de la prise de son suivante, on entend un poste de musique chanter, il s'agit me semble-t-il d'un appel à la prière. Lorsque l'on dépasse celui-ci, il n'est pas évident pour tout le monde de l'entendre passer dans le plan arrière. Il en est de même pour les voitures et bus qui passent et nous dépassent sur la droite. **[écoute AmbEXT_T19_4060, AmbEXT_T19_BINO et AmbEXT_T19_STEREO]**.

Continuant mon périple dans le métro parisien, je m'intéresse aux foules. J'enregistre les allées et venues de cette foule dans un couloir souterrain **[écoute AmbEXT_T20_4060, AmbEXT_T20_BINO et AmbEXT_T20_STEREO]** ainsi que dans la

gare du Nord. Je me place, dans ce dernier lieu, à un point précis où différents courants de personnes, tels des courants marins, se croisent ; nous enfermant ainsi dans une circulation incessante d'individus. **[écoute AmbEXT_T21_4060, AmbEXT_T21_BINO et AmbEXT_T21_STEREO]**. Ce dernier exemple est intéressant. La foule étant tout autour de nous et le lieu étant réverbérant, le binaural natif nous dévoile tout son intérêt. Nous sommes entourés par cette foule, et certaines voix passent tout près de nous, agressant ainsi notre intimité. En binaural par traitement du signal, la dégradation du timbre empêche cette immersion. Quant à la stéréophonie, l'ambiance est belle mais non enveloppante.

Le fichier n°22 est, quant à lui, un cas particulier. **[écoute AmbEXT_T22_4060, AmbEXT_T22_BINO et AmbEXT_T22_STEREO]**. Je me trouve dans une rue où la circulation des voitures est à ma droite tandis qu'un mur est à ma gauche.

Le contraste gauche/droite (respectivement mur/rue) est moins marqué en binaural par traitement du signal. Les voitures sont entendues plus au centre qu'avec les microphones 4060 ou qu'en stéréophonie. Peut-être que la présence du canal central tend à recentrer les sources.

La stéréo est belle et assez proche des microphones 4060 sur le plan spectral. La différence se situe au niveau de la reconstitution mentale de l'espace. Dans ce cas particulier, il y a une confusion en stéréophonie qui est, me semble-t-il, due aux premières réflexions sonores sur le mur de gauche. On perçoit le son des voitures « ricocher » sur ce mur et on ne sait plus alors vraiment ce qui se passe. En binaural (natif ou non) ce problème n'existe pas et il est clair que les voitures sont situées à notre droite. Cependant, le timbre du binaural par traitement du signal pêche un peu.

Malgré toutes ses qualités, la technique du binaural natif possède des fragilités. En voilà trois que j'ai relevées. Premièrement les microphones DPA 4060, étant omnidirectionnels, sont sensibles aux mouvements d'air, et les membranes ont tendance à se coller facilement. Ce phénomène s'est produit lors de l'enregistrement d'une porte de métro se refermant. **[écoute AmbEXT_T23_4060, AmbEXT_T23_BINO et AmbEXT_T23_STEREO]**. Lors de son voyage à Chypre relaté dans « *Omnihead, Le livre blanc de la prise de son binaurale* », Pascal Rueff, preneur de son, avait également remarqué cet inconvénient : « *Les capsules omnidirectionnelles sont sensibles à la pression*

et les déplacements d'air (vent, pression statique) ont tendance à « coller » les membranes avec un bruit caractéristique (grondement dans le grave et l'infragrace). Les bonnettes standard, qui servent à loger les capsules dans le creux des oreilles, sont tout de suite insuffisantes.

Le système Neumann offre une protection intéressante jusqu'à des vents d'une vingtaine de kilomètres/heure (donnée fabricant) mais à la condition de bien vérifier l'appui des bonnettes sur la tête : des entrées d'air sont en effet possibles. »⁹⁷

Deuxièmement, à plusieurs reprises, je découvre un *pop* régulier sur un des deux canaux à l'écoute de mes prises de son. Equipée de microphones binauraux, je ne peux pas contrôler au casque ma prise de son lors de son enregistrement, et ne prends connaissance des problèmes techniques que plus tard, et parfois trop tard... Le seul moyen de parer à cela est de surveiller les vu-mètres en permanence, ce qui n'est pas toujours évident. La création de ces bruits parasites est due à un léger déboîtement de la grille sur le microphone, et engendre un frottement de cette grille sur la membrane. Manipulant régulièrement cette grille afin de pouvoir voir la membrane du microphone et vérifier le bon positionnement de celle-ci vers l'intérieur ou l'extérieur de mon oreille, il est facile de faire une telle erreur. **[écoute AmbINT_T24_4060, AmbINT_T24_BINO et AmbINT_T24_STEREO].**

Enfin, les sons de mon propre corps, dits physiologiques, constituent des bruits parasites. Les déglutitions sont audibles et les éternuements sont difficiles à cacher ! Avec un microphone au bout d'une perche, il est toujours possible d'éloigner cette dernière afin de rejeter ces bruits parasites au maximum. En voici un bel exemple : **[écoute AmbINT_T25_4060, AmbINT_T25_BINO et AmbINT_T25_STEREO].**

Pour finir, une prise de son a retenu toute mon attention. Il s'agit de la prise n°26. **[écoute AmbINT_T26_4060, AmbINT_T26_BINO et AmbINT_T26_STEREO].** Contre toute attente, j'ai découvert que les défauts spectraux et spatiaux du binaural par traitement du signal pouvaient être utilisés afin de servir les intérêts expressifs, ou artistiques. En effet, dans cet enregistrement on entend un escalator ainsi que la voix déformée d'une annonce de la RATP⁹⁸. En binaural natif ou en stéréophonie, l'espace est clair et précis : l'escalator est à droite, la voix est au loin. Au contraire, en binaural par

⁹⁷ OMNIHEAD, *Mondes sonores, Le livre blanc de la prise de son binaurale*, 2003, p.40.

⁹⁸ RATP : Régie Autonome des Transports Parisiens

traitement du signal, tous ces sons se mêlent et s'entremêlent. Le spectre y est également abîmé, donnant alors au tout une impression d'étrangeté. J'ai la sensation d'un lieu quasi fantastique. Si elle est souhaitée, une telle ambiance peut être intéressante à exploiter.

IV.2.C BILAN : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES

Pour conclure sur ces tests de prise de son d'ambiance, je retiendrai tout d'abord une qualité du binaural natif quant au timbre et à la restitution de l'espace en regard du binaural par traitement du signal, bien que, comme nous l'avons vu, utiliser les défauts de cette méthode peut s'avérer créatif.

Deuxièmement, le changement majeur par rapport à une stéréophonie est la place de l'auditeur qui se trouve *dans* la scène sonore et non *face* à elle. Les éléments sonores sont, eux, externalisés, c'est à dire entendus hors de la tête. C'est ce qui permet en partie à l'auditeur de se sentir à l'intérieur de la scène. Cette différence de point d'ouïe est primordiale pour l'écriture sonore de mes séquences de documentaire radiophonique. Il est possible que je décide au montage de passer d'un système à l'autre afin de changer de point d'ouïe et donc de point d'écoute. Peut-être cela soulignera-t-il l'effet immersif du binaural et dynamisera le tout ? Peut-être vaut-il mieux au contraire construire toutes les scènes sonores en binaural ? Je garde ce questionnement en tête pour le moment du montage.

Quant aux effets d'ouverture et de fermeture que nous avons soulignés, ils seront intéressants à traiter dans le cadre d'un documentaire sur la claustrophobie. Je veux parler du fait qu'on ait l'impression que l'espace *s'ouvre* lorsque l'on passe de la stéréophonie au binaural natif, ainsi que cette sensation accrue d'enfermement grâce à l'enveloppement du binaural et de la place de l'auditeur *dans* la scène sonore, dont je parlais plus haut. De même, changer de système de prise de son, passer de la stéréophonie à une prise binaurale, pourra peut-être souligner cet enfermement. L'humain étant sensible aux variations, cela permettra peut-être à l'auditeur de prendre pleinement conscience de l'environnement binaural si une écoute stéréophonique le précède.

Revenons à présent sur les aspects pratiques. Un système binaural natif sera plus adapté dans le cas d'un point d'écoute interne. Il suffira de placer des microphones dans

les oreilles de la personne concernée, et les microphones suivront tout seuls les mouvements de la tête, assurant ainsi un point d'ouïe subjectif. La discrétion des microphones miniatures DPA 4060 peut également être un atout. Toutefois, afin d'enregistrer des sons ponctuels, les systèmes monophoniques et stéréophoniques seront plus adaptés. C'est là que rentre en jeu l'intérêt du fameux DPA 5100 qui permet à la fois d'enregistrer en 5.1 (et donc de créer un environnement binaural par la suite), en quadraphonie⁹⁹, en stéréophonie et en monophonie. C'est donc un système compact et très pratique qui permet de jongler entre les différents formats les plus utilisés. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il est d'usage dans les entreprises, comme Radio France, de produire du son en 5.1 puis de le binauraliser. Ainsi, il est possible de produire différents formats avec le même son d'origine.

Enfin, le système binaural natif possède quelques inconvénients, de sa sensibilité aux déplacements d'air ainsi qu'à la nécessité d'une tierce personne pour le contrôle au casque de l'enregistrement. Une solution existe cependant pour contrer ce dernier problème. Il s'agit de placer des écouteurs intra-auriculaires dans les oreilles de l'ingénieur du son, et de fixer les microphones binauraux par dessus. Le placement de ces derniers sera moins précis, et il subsistera des problèmes de reprise¹⁰⁰. Malgré tout, cette solution peut-être intéressante à creuser dans le cas où l'on est seul pour effectuer la prise de son. Enfin, pour terminer en légèreté, gardons en tête une phrase de Pascal Rueff : « *Si la déglutition automatique peut être contrôlée pour des poses de quelques minutes, les situations «appétissantes» ont tendance à déclencher des afflux de salive impossibles à maîtriser !* »¹⁰¹ Attention donc aux inconvénients de la déglutition, perceptibles en binaural natif !

⁹⁹ Système de prise de son et/ou de diffusion sonore, composé respectivement de quatre microphones et de quatre enceintes.

¹⁰⁰ Dit aussi *repisse* dans le jargon du son, la *reprise* correspond ici à une fuite du son par le casque et la *reprise* de celui-ci par les microphones. Dans une prise de son musicale, il peut également s'agir de la captation intempestive d'un instrument voisin dans un microphone qui ne lui est pas attribué.

¹⁰¹ OMNIHEAD, *Mondes sonores, Le livre blanc de la prise de son binaurale*, 2003, p.40.

CHAPITRE V

TESTS D'ÉCOUTE

Après cette étude personnelle des différents systèmes de production de son binaural, j'aimerais objectiver quelque peu mes résultats. En effet, tout ce qui précède est uniquement basé sur mon propre ressenti et ma propre analyse d'écoute. Cependant, nous connaissons les problèmes d'individualisation et devons prendre du recul sur ce qui a été dit. En effet, ayant utilisé mes propres oreilles pour la prise de son binaurale, et les HRTF de l'IRCAM qui me correspondent le mieux pour la synthèse sonore, je suis dans une position d'écoute privilégiée qui n'appartient qu'à moi. Afin de savoir si mon ressenti peut être valable pour d'autres personnes et ainsi pouvoir adresser mes séquences sonores à quelqu'un d'autre que moi, je fais passer un test d'écoute à onze personnes : six ingénieurs du son de Radio France et cinq sujets dit « naïfs » (c'est à dire, des personnes qui n'ont jamais exercé un métier dans le domaine du son). Il s'agit de comparer différents systèmes de prise de son : stéréo, mono, binaural natif et binaural par traitement du signal. Chaque participant répond aux questions dans l'ordre, et écoute les fichiers sonores à l'aide du logiciel d'édition Protools 10. Cela lui permet de naviguer à sa guise dans chacun des fichiers sonores, et de comparer aisément, à l'aide des touches « solo », chaque système de prise de son (dont il ignore, bien entendu, la nature). Le même casque (un DT 770 PRO, de la marque Beyerdynamic) a été utilisé par chacun des participants. J'ai choisi ce casque pour deux raisons. Premièrement, je voulais utiliser un casque fermé afin de m'extraire des bruits environnants du mieux possible. Deuxièmement, je savais que j'allais être amenée à faire passer ces tests en partie à Radio France et en partie chez moi, puis qu'il fallait que la partie pratique de ce mémoire puisse être écoutée à l'Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière. Comme l'ENS Louis Lumière, Radio France et moi-même possédons ce casque, l'utiliser me permettait de m'assurer qu'un même casque serait utilisé d'un bout à l'autre de la chaîne. En ce qui concerne le niveau d'écoute, chaque participant pouvait le régler à son goût, mais ne devait pas le modifier pendant le test. Pour ce faire, il écoutait, de manière préalable, le

fichier sonore le plus faible et le plus fort, afin d'être en mesure de calibrer son écoute au mieux.

Afin d'assurer une certaine redondance et de vérifier la cohérence des participants avec leur propre réponse, un des fichiers sonores étaient doublé pour chaque question. Par exemple, afin de comparer une prise de son stéréophonique, une prise monophonique et une prise binaural native, quatre fichiers étaient réellement comparés : un stéréo, un mono et deux en binaural natif. Pour chaque question, les systèmes de prise de son étaient dans un ordre différent, et ce, de manière aléatoire afin que l'auditeur ne puisse pas repérer de quel système il s'agit.

Ce test vise à savoir si l'on retrouve, malgré tout, des ressentis et émotions communs aux auditeurs à l'écoute de ces enregistrements. Il se déroule en deux temps, un premier travail porte sur les voix tandis qu'un second porte sur les ambiances sonores.

V.1 LES VOIX

Dans la première partie de ce test, les participants écoutent des voix. Je leur pose alors différentes questions concernant leur perception de cette dernière. Intéressons nous tout d'abord aux différents points d'écoute dont j'ai parlés au chapitre IV.1.B p.37 : les points d'écoute subjectif, interne et externe.

Dans la première question de ce test, je demande aux participants de placer une croix à l'endroit ils entendent la voix, sur un schéma où leur tête et leur nez sont respectivement représentés par un cercle et un triangle. Une petite case en bas à gauche peut être cochée à tout moment, dans le cas où un point d'écoute subjectif est perçu. (*cf. Figure 11*).

1. Placer sur le schéma une croix à l'endroit où la voix est entendue ou cocher la case en bas à gauche si vous avez l'impression d'un « point d'écoute subjectif /interne».			
a	b	c	d
			

FIGURE 11 : PREMIÈRE QUESTION DU TEST D'ÉCOUTE¹⁰²

A l'écoute d'une voix enregistrée à l'aide de la tête artificielle KU100 (l'orateur étant placé en face de la tête artificielle et à environ deux mètres de distance), 92% des ingénieurs du son et 60% des naïfs placent une croix devant eux à une certaine distance, ce qui signifie qu'ils entendent cette voix en face et externalisée. Ainsi, 76% des sujets se retrouvent bien dans le cas d'un point d'écoute *externe*. J'estime que ce résultat est satisfaisant et le garde en tête en vue de la création de mes séquences sonores documentaires.

Dans un second temps, intéressons nous au point d'écoute *subjectif*. 33% des ingénieurs du son et 60% des naïfs, donc 45% des sujets, ont cochés la petit case, et donc entendent un tel point d'écoute, lorsque la voix est enregistrée simultanément à l'aide d'un microphone mono et de deux microphones 4060 placés dans les oreilles du narrateur. Ce chiffre, qui ne représente pas une majorité absolue, représente malgré tout une majorité relative. En effet, le reste des sujets est partagé entre entendre cette voix à l'arrière (cela soulève les problèmes d'aberration avant-arrière qui peuvent exister en binaural), à gauche, devant et proche ou ne se prononce pas. Ces réponses sont minoritaires et la perception d'un point d'écoute subjectif reste malgré tout l'unique choix qui ressorte ici. Un tel système d'enregistrement pourra donc être choisi afin de placer l'auditeur dans

¹⁰² Vous avez accès à l'entièreté de ce test en annexe p.137.

un point d'écoute *interne, subjectif*. On gardera à l'esprit que la plupart des auditeurs le ressentiront comme tel, mais que ce ne sera pas le cas de tous.

De plus, lors de l'écoute d'un enregistrement uniquement monophonique, 66% des ingénieurs du son et 40% des naïfs (donc 50% des sujets) estiment que le point d'écoute est également *subjectif*. L'autre moitié des sujets entend cette voix à l'intérieur de la tête, devant et collée ; ou encore, pour une petite minorité, à gauche ou à l'arrière.

Puis, dans une autre question, lorsque je leur demande d'associer les mots « *intime* » et « *subjectif* » à chacun des fichiers sonores (parmi deux fichiers dont l'un provient d'un microphone monophonique, et l'autre d'un mélange de ce même microphone monophonique et de deux microphones 4060 placés dans les oreilles du narrateur) 55% des sujets (66% des ingénieurs du son et 40% des naïfs) associent le système binaural à un point d'écoute *intime*, et 55% (50% des ingénieurs du son et 60% des naïfs) associent la prise de son uniquement monophonique à un point d'écoute *subjectif*. A l'inverse, 45% des sujets (44% des ingénieurs du son et 60% des naïfs) associent la prise de son binaurale à un point d'écoute *subjectif*, et 45% (50% des ingénieurs du son et 40% des naïfs) associent la prise de son monophonique à un point d'écoute *intime*. Au regard du nombre relativement faible de sujets, on peut conclure que la distinction entre point d'écoute *intime* et *subjectif* est assez floue. Je ne pourrai alors me baser que sur mon ressenti personnel, et sur l'idée largement répandue que la monophonie est ce qu'il y a de plus intime (voir chapitre IV.1.A p.35/36), pour la construction de mes séquences sonores. Je choisirai alors la monophonie pour traduire l'intimité de la voix, et le mélange de binaural natif et de monophonie pour adopter un point d'écoute *subjectif*. Cependant, je reste consciente du fait que cela ne sera pas une évidence pour tous les auditeurs. Je fais également l'hypothèse que les habitudes d'écoute jouent ici un rôle important. En effet, nous avons l'habitude d'écouter de la monophonie mais très peu celle d'écouter une prise de son où les microphones ont été placés à l'intérieur des oreilles du narrateur. Peut-être qu'avec plus d'expérience d'écoute, nous nous ferons un avis plus tranché sur la question. (Cette question pourrait d'ailleurs faire l'objet d'une recherche. Il faudrait alors faire passer un test à des personnes plus ou moins expérimentées en binaural et observer les résultats).

En revanche, dans une autre question, lorsque je demande de comparer, selon un critère de subjectivité, un enregistrement en binaural natif dans lequel les membranes des

microphones sont tournées vers l'intérieur des oreilles du narrateur, avec un enregistrement où ces dernières sont tournées vers l'extérieur, 83% des ingénieurs du son et 60% des naïfs (donc 73%) placent l'enregistrement où les membranes sont tournées vers l'intérieur en première position. Ainsi, dans la mesure du possible et selon les conditions d'enregistrement, nous veillerons à tourner les membranes vers l'intérieur des oreilles de l'auditeur lorsqu'un point d'écoute *subjectif* sera voulu. En effet, bien que les microphones DPA 4060 soient omnidirectionnels, ils ne peuvent être parfaits. Cela implique que plus les fréquences sont élevées, plus les microphones deviennent directifs. C'est en effet dans le haut du spectre que l'on peut percevoir des différences entre les deux fichiers sonores testés dans cette question. Ainsi, pour des fréquences élevées, il est légitime de parler d'orientation et de sens des microphones, même lorsqu'il s'agit de microphones omnidirectionnels.

En vue de la création des deux séquences documentaires, nous pouvons ici conclure qu'il sera relativement aisé de créer un point d'écoute externe, tandis qu'il sera plus complexe de différencier un point d'écoute *intime* d'un point d'écoute *subjectif*. Cependant, lorsque le binaural natif sera choisi pour traduire un point d'écoute *subjectif*, nous préférons tourner les membranes des microphones vers l'intérieur de la tête du narrateur plutôt que vers l'extérieur.

Après cette étude sur les points d'écoute, intéressons nous au *réalisme* des scènes sonores. Je demande aux sujets de classer quatre fichiers sonores selon leur degré de *réalisme*, du plus réaliste au moins réaliste, sachant que la situation de référence est une personne qui parle face à eux. Le premier fichier provient d'un enregistrement stéréophonique, le second d'une prise de son binaurale effectuée à l'aide de la tête artificielle KU100 et le troisième d'une prise de son monophonique binauralisée par le logiciel SPAT (le quatrième est fichier redondant). À l'écoute de ces enregistrements, 83% des ingénieurs du son et 40% des naïfs (donc 64% des sujets) perçoivent que la prise de son effectuée à partir de la tête artificielle KU100 est la plus réaliste. De plus 100% des ingénieurs du son placent l'enregistrement monophonique binauralisé en dernière position. Ainsi, afin de placer une voix dans l'espace, on préférera utiliser la tête artificielle KU100 ou à défaut la stéréophonie. La solution en binaural par traitement du signal sera à exclure.

Puis, je veux tester le critère de proximité. Je demande alors aux auditeurs de classer quatre fichiers selon ce critère, du plus proche au moins proche. Pour ce faire, une même voix, qui se rapproche progressivement de l'auditeur, a été enregistrée simultanément en stéréophonie, en binaural natif (à l'aide d'une tête artificielle KU100), et en binaural par traitement du signal (en binauralisant une prise 5.0 provenant du DPA 5100 via le logiciel SPAT). Ici, le résultat est probant : 80% des sujets (75% des ingénieurs du son et 85% des naïfs) placent la prise de son en binaural natif en première position. De plus, 80% des sujets (83% des ingénieurs du son et 75% des naïfs) placent l'enregistrement en 5.0 binauralisé en dernière position. Ainsi, afin de placer une voix très proche de l'auditeur, comme si elle lui parlait à l'oreille, le binaural natif sera préféré tandis que la prise de son en 5.0 binauralisée sera à éviter.

Cependant, comme je l'avais déjà souligné, faire déplacer l'interviewé comme on le souhaite, dans le cadre d'un documentaire radiophonique, n'est pas toujours chose aisée. J'ai ainsi enregistré une voix à l'aide de deux méthodes alternatives : la première consiste à enregistrer la voix en monophonie, à la diffuser par une enceinte et à réenregistrer le résultat par une tête artificielle en studio ; tandis que la seconde consiste à binauraliser ce même enregistrement monophonique via le plug-in SPAT. Puis, j'ai demandé aux auditeurs de comparer respectivement une des deux méthodes alternatives avec un enregistrement de référence (effectué directement à l'aide d'une tête artificielle) en plaçant, pour chaque fichier sonore, le degré de naturel sur une échelle. Dans les deux cas, 91% des sujets préfèrent la version de référence (où la voix est directement enregistrée à l'aide d'une tête artificielle) à la version alternative. Cependant, on remarque que la différence de naturel est bien plus élevée entre l'enregistrement de référence et la version en monophonie binauralisée, qu'entre ce même enregistrement de référence et la version où on diffuse la voix par une enceinte. Ainsi, dans une telle situation, et si l'on dispose d'un studio et d'une tête artificielle, on préférera rediffuser la voix monophonique par une enceinte afin de la réenregistrer, plutôt que de binauraliser cette voix par logiciel. Cependant, de telles conditions ne sont pas toujours simples à remplir, et binauraliser une voix monophonique par logiciel peut tout de même être une solution satisfaisante.

Parmi les systèmes de prise de son utilisés (stéréophonie, monophonie, binaural natif et binaural par traitement du signal), on remarque que le binaural natif se démarque sur plusieurs des critères testés : point d'écoute externe, réalisme, proximité ; et ressort de manière modérée, mais ressort tout de même, en ce qui concerne le point d'écoute subjectif. En revanche, le binaural par traitement du signal est souvent relégué à la dernière place, tandis que la version stéréophonique se trouve entre les deux. On gardera ce résultat en tête, tout en sachant qu'il est parfois plus pratique de créer une trajectoire à partir d'un logiciel plutôt que de faire bouger une personne ou une enceinte autour d'une tête artificielle. Chaque choix devra donc être pris en pesant le pour et le contre de chaque système.

V.2 LES AMBIANCES

Pour cette partie du test concernant les ambiances, quatre fichiers sonores sont systématiquement comparés : un stéréo, un en binaural natif, un en binaural par traitement du signal (provenant d'une prise de son en 5.0 réalisée à l'aide du DPA 5100, puis binauralisée par le SPAT), et un fichier redondant. Pour chaque question, je demande aux participants de classer ces quatre fichiers selon des critères spécifiques (sauf pour l'avant-dernière question où il s'agit de tracer des trajectoires).

Les premières questions concernent le critère de *naturel*. 84% des ingénieurs du son et 50% des naïfs (donc 69% des sujets) jugent que les ambiances en binaural natif sont les plus naturelles.

Il en est de même pour le critère *d'ouverture* : 67% des ingénieurs du son et 50% des naïfs (donc 60% des sujets) jugent que l'ouverture est plus grande pour des ambiances en binaural natif.

Quant au critère d'enfermement, je fais écouter aux sujets des enregistrements effectués dans un ascenseur. 100% des sujets s'accordent à dire que l'enregistrement en binaural natif est celui qui exprime le mieux une sensation d'enfermement. Cependant, l'enregistrement stéréophonique arrive en deuxième position dans 90% des cas (83% des ingénieurs du son et 100% des naïfs). Ainsi, lorsque l'on en aura la possibilité, on

choisira un système de prise de son en binaural natif. Le cas échéant, une prise de son stéréophonique sera préférée à la binauralisation d'une prise de son en 5.0.

En ce qui concerne l'externalisation, 90% des sujets (100% des ingénieurs du son et 80% des naïfs) estiment que la prise de son en binaural natif est celle qui permet le mieux le phénomène d'externalisation (c'est à dire d'entendre les événements sonores à l'extérieur de notre tête et non à l'intérieur). On choisira donc, si possible, un système de prise de son en binaural natif lorsque l'on souhaite que les sources sonores soient externalisées.

Puis, intéressons nous au point d'écoute subjectif. Pour ce faire, je fais écouter aux sujets des prises de sons dans lesquelles je marche dans un parking, j'entre dans une voiture, j'attache ma ceinture et je démarre. 64% des auditeurs (50% des ingénieurs du son et 80% des naïfs) ont l'impression d'un point d'écoute subjectif à l'écoute du fichier en binaural natif. Le binaural par traitement du signal est, quant à lui, placé en dernière position pour 73% des sujets (67% des ingénieurs du son et 70% des naïfs). Ainsi on optera de préférence pour un système en binaural natif lorsqu'un point d'écoute subjectif sera souhaité.

Quant au critère d'intelligibilité, 82% des sujets (83% des ingénieurs du son et 80% des naïfs) comprennent mieux le flot de paroles (des personnes qui parlent dans un métro, une annonce SNCF etc.) lorsque l'ambiance est enregistrée en binaural natif.

Puis, j'ai demandé aux sujets de tracer différentes trajectoires : celle d'un homme qui parle en se déplaçant, celles de passages de métros et celles de la circulation. Il a été difficile de chiffrer ces tracés, cependant nous pouvons conclure deux choses : la première est que 24% des sujets (39% des ingénieurs du son et 7% des naïfs) remarquent l'apparition d'événements sonores à l'arrière en passant de la stéréophonie au binaural natif ; et la seconde est que 24% des sujets (22% des ingénieurs du son et 27% des naïfs) notent que les trajectoires avec la version en binaural par traitement du signal sont moins claires qu'avec les deux autres systèmes. Ainsi, si l'on veut que l'ambiance sonore soit également présente à l'arrière, on privilégiera un enregistrement en binaural natif. De plus, si l'on souhaite avoir des trajectoires précises, on préférera le binaural natif ou la stéréophonie au binaural par traitement du signal.

Enfin, j'ai voulu tester le sentiment d'immersion dans une foule. 54% des sujets (42% des ingénieurs du son et 70% des naïfs) placent le binaural natif en première position.

41% des sujets (42% des ingénieurs du son et 40% des naïfs) préfèrent quant à eux la version stéréophonique. On voit que ces deux résultats sont assez serrés malgré le fait que le binaural natif reste en première position sur ce critère d'immersion. Ici encore, on choisira le binaural natif ou la stéréophonie lorsque l'on souhaite créer une sensation d'immersion dans une foule.

On remarque ici que le binaural natif se distingue dans la plupart des critères étudiés et qu'il se démarque bien plus pour l'enregistrement d'ambiances que pour l'enregistrement des voix. On peut donc ici conclure que l'intérêt du binaural natif réside surtout dans la restitution des *acoustiques*. En effet, si la sensation d'enfermement ou au contraire celle d'ouverture est plus forte, si l'externalisation des éléments sonores est meilleure, et si l'on se rapproche de la perception d'un point d'écoute subjectif, c'est que *l'acoustique* est mieux ressentie. En revanche, on remarque que le binaural par traitement du signal est, quant à lui, souvent délaissé, aussi bien dans le cas des ambiances que des voix. Selon Hervé Déjardin, cela tient peut-être au fait que le logiciel SPAT utilise des HRTF non lissées, c'est à dire qu'il utilise des résultats d'enregistrement d'HRTF bruts. Des gains très élevés peuvent alors être appliqués à certaines fréquences. Dans la figure ci-dessous, le graphique de gauche représente des HRTF non lissées tandis que la figure de droite représente ces même HRTF mais lissées (*Cf figure 12*) :

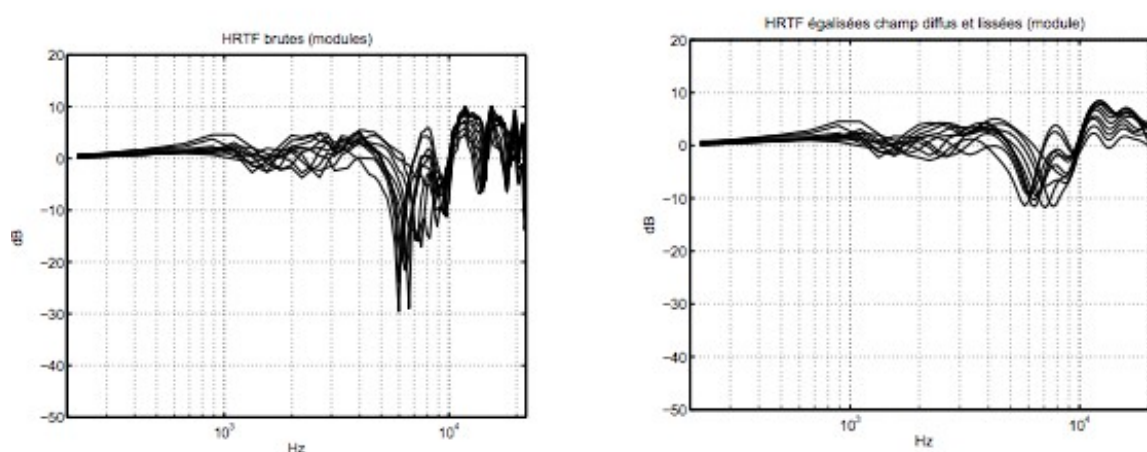


FIGURE 12 : LISSAGE DES HRTF ¹⁰³

¹⁰³ VOVOR Patrick, *Application des techniques d'apprentissages statistiques à la prédiction d'HRTF*, Sous la direction de LEMAIRE Vincent. Université Pierre et Marie Curie, Septembre 2005, p.12.

Une fois mes enregistrements et mes tests effectués, et avant de passer à la phase de post-production, une réflexion s'impose. Réflexion quant à la construction et à l'écriture de mes deux séquences de documentaire. Une recherche sur la notion de l'espace est indispensable afin d'avoir en main les clefs nécessaires à la réalisation d'un documentaire radiophonique enregistré et pensé en binaural.

CHAPITRE VI

L'ESPACE COMME CRITÈRE D'ÉCRITURE SONORE

VI.1 L'ODYSSÉE DE L'ESPACE

« Voici le temps de Rimbaud, le temps d'en finir avec le temps. »¹⁰⁴

Comme le suggère le titre d'un article de Jean-Marc Houpert : « *Du temps à l'espace – l'aventure du XX^{ème} siècle* »¹⁰⁵, le passage du XIX^{ème} au XX^{ème} siècle est, sur le continent européen, marqué par l'essor d'une philosophie de l'espace. Des arts aux sciences, en passant par les conquêtes militaires et politiques, la pensée du monde basée sur la notion du temps se voit remplacée petit à petit par la notion de l'espace : « *Au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle, au moment précis où le temps exerçait l'emprise la plus pressante et la plus oppressante qui soit [...], l'espace me paraît s'être substitué au temps comme expérience première de l'être au monde.* »¹⁰⁶

En effet, le siècle romantique est hanté par la notion d'écoulement inéluctable et irréversible du temps. L'idée de la mort est alors omniprésente : « *qu'il s'agisse de la nature ou de l'homme, qu'il soit question de temporalité ou de temporalisation, ce qui est d'abord perçu, puis, très vite, ressenti, c'est le caractère irréversible du temps et la présence constante de son ombre portée, la mort.* »¹⁰⁷ Dans une lutte pour la vie, les écrivains et philosophes Paul Valéry, Arthur Rimbaud et Stéphane Mallarmé vont essayer de piéger le temps en développant une écriture nouvelle basée sur la notion de l'espace, permettant les caractères de simultanéité et de réversibilité de la lecture : « *Plus d'un aurait pu s'exclamer, à l'instar de Valéry : « Oh ! Jeter un temps hors du temps ! » Mais le*

¹⁰⁴ HOUPERT Jean-Marc, Du temps à l'espace - l'aventure du XX^{ème} siècle, Études littéraires, vol. 33, n° 2, Erudit, 2001, p. 157.

¹⁰⁵ HOUPERT Jean-Marc, Du temps à l'espace - l'aventure du XX^{ème} siècle, Études littéraires, vol. 33, n° 2, Erudit, 2001, p. 148.

¹⁰⁶ HOUPERT Jean-Marc, Du temps à l'espace - l'aventure du XX^{ème} siècle, Études littéraires, vol. 33, n° 2, Erudit, 2001, p. 148.

¹⁰⁷ HOUPERT Jean-Marc, Du temps à l'espace - l'aventure du XX^{ème} siècle, Études littéraires, vol. 33, n° 2, Erudit, 2001, p. 148.

premier à se dresser, en un geste de révolte « absolument » fulgurant, contre la domination funeste et implacable du temps, c'est sans doute Rimbaud. C'est lui qui, « trou[ant] de part en part comme une balle l'horizon de la poésie et de la sensibilité » s'élança, matutinal, pour dénoncer au coq le piège du temps, et tenter, en retour, de prendre le temps au piège - au piège d'un espace où désormais une liberté pouvait s'inventer, chacun, auteur, lecteur, allant à la rencontre, ou à l'encontre de soi-même, en une aventure qui me paraît être celle de l'écriture au XXe siècle. »¹⁰⁸

Toutefois, comme je le disais plus haut, cette révolution philosophique ne se limite pas au domaine de la littérature. Les physiciens et militaires partent à la conquête de l'univers avec notamment l'envoi de Spoutnik 1 par l'URSS le 4 octobre 1957, premier satellite artificiel de la Terre, *« ouvrant ainsi une nouvelle ère, l'aire spatiale »*¹⁰⁹. Puis, Neil Armstrong fait les premiers pas de l'homme sur la Lune en 1969 dans le cadre de la mission *Apollo*. Dans un tout autre domaine, celui des télécommunications, l'arrivée du téléphone portable et d'internet révolutionne la notion d'espace. Quant aux arts, les peintres *« font sauter le cadre et déjouent ainsi l'encadrement académique de l'œuvre pour envahir la vision »*¹¹⁰ pendant que le théâtre remet en cause l'espace scénique en mélangeant les comédiens aux spectateurs. Enfin, le domaine de la musique, sur lequel nous allons nous attarder plus longuement, a énormément acté dans ce sens : *« De même que l'homme moderne, la musique contemporaine, à sa manière, a conquis l'espace. »*¹¹¹

VI.2 LE BOND DU XXÈME SIÈCLE

*« L'idée est de nourrir, fournir et laisser l'espace parler pour lui-même »*¹¹²

Dans ce chapitre, des écoutes vous seront proposées au fil de la lecture. Il s'agit de morceaux en stéréophonie qui ne sont pas à même de restituer un espace en trois dimensions. Cependant, ils permettent tout de même de se faire une bonne idée de la

¹⁰⁸ HOUPERT Jean-Marc, Du temps à l'espace - l'aventure du XXème siècle, Études littéraires, vol. 33, n° 2, Erudit, 2001, p. 155-156.

¹⁰⁹ Encyclopaedia Universalis : <http://www.universalis.fr/encyclopedia/espace-conquete-de-l-espace-et-l-homme/>

¹¹⁰ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, L'espace : musique/philosophie, L'harmattan, 1998, p.395.

¹¹¹ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, L'espace : musique/philosophie, L'harmattan, 1998, p.212.

¹¹² ARTHAUD Antonin dans CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*, L'harmattan, p.319.

notion développée. Comme le dit Stockhausen dans « *Musik im Raum* » : « *Il vaut mieux voir une photographie d'une sculpture que ne rien voir ; l'envie de connaître son original naîtra peut être ainsi.* »¹¹³

Regardons de plus près le travail de l'espace dans l'histoire de la musique du XX^{ème} siècle. Cela pourra être une source d'inspiration en vue de l'écriture spatiale de mes séquences de documentaire radiophonique sur la claustrophobie.

La notion d'espace dans le domaine de la musique ne date pas d'hier. Bien que les avancées majeures concernant l'espace dans l'écriture musicale commencent au XIX^{ème} siècle et soient le fer de lance de la musique du XX^{ème} siècle, les prémices d'une telle recherche datent du IV^{ème} siècle. Cependant, afin de ne pas nous éloigner du sujet qui nous intéresse ici et parce que mon travail d'écriture sonore s'est surtout inspiré de la musique du XX^{ème} siècle, nous bornerons ce qui va suivre à cette période. Néanmoins au cours de mes recherches, j'ai retracé un petit historique du travail de l'espace dans la musique avant le XX^{ème} siècle. Si votre curiosité vous y pousse, vous pouvez le trouver *en annexe p.104*.

VI.2.A LE CONCEPT

Avec l'arrivée du XX^{ème}, le travail de l'espace dans la composition sonore s'accélère considérablement. C'est « *une époque où émerge une notion d'écriture de l'espace nullement inférieure aux autres paramètres musicaux* ». ¹¹⁴ En visionnaires, les compositeurs Edgar Varèse et Karlheinz Stockhausen déclarent respectivement : « *La musique de demain sera spatiale* »¹¹⁵ et « *On peut dire qu'à l'avenir la musique deviendra spatiale. Je crois que le mouvement des sons dans l'espace sera aussi important que la mélodie, l'harmonie, le rythme, la dynamique, le timbre* »¹¹⁶.

En 1966, Pierre Schaeffer publie son « *Traité des objets musicaux* » qui révolutionnera la pensée musicale et sonore en instaurant le principe *d'objet*. Ce principe

¹¹³ STOCKHAUSEN Karlheinz, *Musik im Raum*, B Schott's Söhne Mainz, 1959.

¹¹⁴ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*. L'harmattan, p.388.

¹¹⁵ Portail de la musique contemporaine, *Spatialisation*, <http://www.musiquecontemporaine.fr/doc/index.php/Spatialisation>.

¹¹⁶ Sonhors, Overview Panorama, Musique électroniques. <http://sonhors.free.fr/panorama/sonhors13.htm>

consiste à penser la musique non plus en ligne et phrases mélodiques, notions rattachées au temps, mais à considérer l'œuvre musicale comme la superposition et la succession d'objets sonores, c'est à dire comme décomposable en grains de matière sonore. Ces grains sonores sont caractérisés par leur amplitude, leur timbre, leur volume spatial et leur position dans l'espace. « *L'espace peut dès lors être saisi pour lui-même, de façon autonome, et devenir un principe fondamental d'organisation, de composition, assignable au matériau sonore.* »¹¹⁷

Aujourd'hui encore, cette notion d'objet se développe aussi bien dans le domaine de l'informatique avec la « programmation *orientée objet* » (comme dans les logiciels Max MSP, Pure Data et bien d'autres encore), que dans le domaine du son, avec le développement des technologies de mixage dites *orientées objet*. Ici, le mixeur n'a plus à faire à des canaux audio qu'il répartit dans des haut-parleurs selon des formats normés (comme la monophonie, la stéréophonie ou le 5.1 par exemple) mais place des objets sonores dans l'espace et enregistre ces informations spatiales sous la forme de *métadonnées*¹¹⁸. Ces métadonnées seront ensuite gérées par le décodeur qui, en fonction du dispositif de diffusion, enverra les sons dans tel ou tel haut-parleur.¹¹⁹

Cette évolution globale de la pensée du temporel au spatial est visible dans toutes les étapes de la création d'une œuvre sonore. En effet, que ce soit au cours de sa composition, de sa diffusion et même de sa réception, le paramètre espace est pris en compte par le compositeur.

VI.2.B LA COMPOSITION

L'évolution de la partition musicale est un des éléments qui traduit ce changement de pensée du temporel au spatial. En effet, jusqu'au XX^{ème} siècle, la partition reflète l'idée du temps. Les notes se succèdent, sont caractérisées par leur durée

¹¹⁷ CRITON Pascale dans CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*. L'harmattan, p.134.

¹¹⁸ D'après le dictionnaire Larousse sur internet, « une métadonnée est une donnée servant à caractériser une autre donnée, physique ou numérique. » Par exemple, l'heure et la date à laquelle a été prise une photo sont des métadonnées qui accompagnent le fichier image.

¹¹⁹ Je ne pourrai développer ces notions plus longuement dans le cadre de ce mémoire. Cependant, pour plus d'information concernant ce sujet, vous pouvez consulter le site suivant pour ce qui est de la programmation orientée objet : <http://hdd34.developpez.com/cours/artpoo/> ou encore l'AES (Audio Engineering Society) Convention Paper n°7377, nommé *Spatial Audio Object Coding (SAOC) – The Upcoming MPEG Standard on Parametric Object Based Audio Coding* pour le mixage orienté objet.

(blanche, noire, croche etc.) et sont organisées en mesures, elles-mêmes régies par une carrure et un tempo. Certains compositeurs du XX^{ème} expérimentent une nouvelle manière d'écrire la musique. Juji Yuasa, compositeur japonais, base l'écriture de la partition de *Krono Plastic*, quatuor à cordes composé en 1960, sur « *les relevés topographiques de lieux précis. [L]es sons évoluent conjointement aux courbes de niveaux, et les évènements se succèdent comme des accidents de terrain.* »¹²⁰ Quant à la partition de *Metastaseis*, composition de Iannis Xénakis, elle est tracée sur du papier millimétré. On pourrait alors conclure ainsi : « *D'une certaine manière la musique composée à partir d'une représentation graphique (de lignes et de figures), possède une dimension spatiale. La partition graphique sert effectivement de support à la représentation spatiale, peut-être parce qu'elle défie la représentation temporelle des mesures et des durées plus conventionnelle.* »¹²¹

En 1960, Karlheinz Stockhausen invente un instrument de spatialisation pour la composition de son œuvre *Kontakte*. Il s'agit d'une table rotative entourée de quatre microphones et sur laquelle est posé un cône métallique pourvu d'un haut-parleur. Faisant tourner cette table, le cône projette le son provenant du haut-parleur tour à tour vers chacun des quatre microphones. Diffusé en quadriphonie (sur quatre haut-parleurs), ce procédé permet alors de recréer les effets de rotation du son. Contrairement à ce que nous avons vu auparavant, où la spatialisation résidait dans le placement des instruments lors du concert, *Kontakte* apporte l'idée de conception de la spatialisation au cœur même de la création de l'œuvre. « *Le changement tient à la prise en compte de l'espace sonore comme inhérent à la composition et non plus comme cadre circonstanciel.* »¹²² Pour écouter *Kontackte*, vous pouvez cliquer sur le lien suivant : <https://www.youtube.com/watch?v=NhdEUBj0mgQ>.

Naissent alors des méthodes de composition spatiale. Bien sûr, ce qui suit ne peut être exhaustif, mais regroupe les méthodes d'écriture qui m'ont le plus inspirée pour l'écriture de mes séquences radiophoniques.

Luigi Nono travaille, par exemple, sur la notion de perspective auditive. Certes, cette notion n'est pas nouvelle, mais elle est utilisée chez ce compositeur de manière non

¹²⁰ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*, L'harmattan, p.188.

¹²¹ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*, L'harmattan, p.189.

¹²² CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*, L'harmattan, p.392.

conventionnelle, dans le but de faire ressentir l'espace. Dans son œuvre *Fragmente-Stille, an Diotima* (1980), les éléments ou fragments sonores sont répartis dans l'espace dans des plans différents, de manière à faire prendre conscience à l'auditeur de l'existence même de cet espace. L'utilisation de réverbérations et du silence intensifie cette perception de l'espace. Vous pouvez écouter cette œuvre grâce au lien suivant : https://www.youtube.com/watch?v=escEnvq_GsI.

Cela me donne des idées pour la création de mes séquences documentaires. En effet, lors de l'interview de Claire Ajagamelle, Fabienne Laumonier lui avait posé la question suivante : « *Pourrais-tu me donner cinq mots pour qualifier les termes "angoisse" et "métro" ?* », ce à quoi elle répondit : « *peur, froid, enfermer, noir, mort* ». J'ai donc en ma possession des mots, des éléments que je pourrais répartir dans l'espace de manière éparse, ce qui me permettrait de faire ressentir l'espace à l'auditeur, à la manière de Luigi Nono. Cela pourrait être utile en introduction, afin de plonger, dès le début, l'auditeur dans un univers sonore spatial.

György Ligeti, quant à lui, travaille sur l'étirement du temps. En supprimant le sentiment temporel, la notion d'espace refait surface. Pour ce faire, il ôte de sa composition toute marque rythmique ou harmonique. *Lontano*, composé en 1967, en est un exemple : <https://www.youtube.com/watch?v=l2OQbA3r78M>.

Patrice Hamel, scénographe et metteur en scène français, développe plusieurs principes de composition spatiale du son et de la lumière pour ses spectacles, dont celui des relations étendues. Dans ce principe, « *l'espace [est] envisagé comme étendue*. »¹²³ Le son (ou la lumière) part d'un point et s'élargit jusqu'à envahir tout l'espace. Je pense également utiliser ce procédé dans mes séquences documentaires. En effet, lorsqu'elle est dans le métro, Claire me parle de la lumière de la prochaine station qu'elle observe depuis la rame, en espérant la rejoindre au plus vite. Pour symboliser cette lumière qui grandit petit à petit, ainsi que l'angoisse de Claire qui diminue au fur et à mesure de l'approche de la station, je pourrais commencer par un son au loin, monophonique, qui grandirait graduellement pour finalement envahir tout l'espace.

VI.2.C LA DIFFUSION

La notion de l'espace ne se limite pas à la composition de l'œuvre. La diffusion de celle-ci, comme nous l'avons vu pour les siècles précédents, permet également un travail

¹²³ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*. L'harmattan, p.337.

spatial. Cependant, plutôt que de considérer une architecture existante dans la création et la représentation d'une pièce, comme l'ont fait les compositeurs de l'école Vénitienne avec la Basilique Saint Marc au XVI^{ème} siècle, certaines architectures sont conçues, au XX^{ème} siècle, en parallèle avec l'idée d'une création et d'une diffusion sonore. En effet, Iannis Xénakis était architecte de profession. Cela lui a permis de travailler avec Le Corbusier à la conception de deux édifices. Le premier est une salle sphérique, créée dans le cadre de l'exposition universelle d'Osaka de 1970. Des pièces comme *Polytopes* de Xenakis, ou *Gruppen* et *Momente* de Stockhausen y sont diffusées. Le deuxième est le pavillon Phillips, conçu à partir de la structure de l'œuvre sonore *Metastaseis*. La pièce *Poèmes électroniques* de Varèse y est diffusée à l'occasion de l'exposition universelle de Bruxelles de 1958.

Une autre nouveauté concernant la diffusion du son apparaît au XX^{ème} siècle : il s'agit de l'apparition des enceintes sur scène. En effet, toutes les musiques dites *acousmatiques*¹²⁴, c'est à dire dont on ne voit pas la source, sont diffusées uniquement par des haut-parleurs. Ce principe permet un travail de répartition de ces mêmes haut-parleurs sur la scène et dans la salle de concert. Ainsi naît *l'Acousmonium*. Créé par le GRM (Groupe de Recherches Musicales), *l'Acousmonium* est un orchestre de haut-parleurs conçu pour diffuser de la musique électroacoustique (c'est à dire de la musique préalablement créée en studio) dans une salle de concert.

VI.2.D L'ÉCOUTE

Enfin, une des particularités du XX^{ème} siècle réside dans le questionnement de la place de l'auditeur par rapport à l'œuvre sonore. *Gesang der Jünglinge* (1955-1956), une des premières œuvres de Stockhausen construite sur le concept de l'espace, est projetée sur cinq groupes de haut-parleurs qui entourent les auditeurs. De même, *Gruppen*, du même artiste, a été composée pour trois orchestres, répartis autour des auditeurs. La scène frontale, alors largement répandue comme norme dans la culture du spectacle occidental, est remise en question. Iannis Xénakis, quant à lui, mêle les auditeurs aux musiciens, comme dans *Terretektorh* (1966), ou dans *Nommos Gamma* (1967, 1968).

¹²⁴ A son origine, le terme *acousmatique* était employé par Pythagore, afin de qualifier la manière dont il enseignait. En effet, ce dernier était caché de ses élèves par un rideau, afin que ceux-ci se concentrent uniquement sur le son de sa voix.

Ainsi, selon sa place dans la salle, chaque spectateur entend la pièce de manière singulière.

Ces questionnements sur la place de l'auditeur rejoignent une des idées développées dans le chapitre précédent. En effet, nous avons discuté de la place particulière qu'occupe un auditeur en binaural : celui-ci est *dans* la scène et non *face* à elle.

Après avoir puisé mon inspiration dans les avancées concernant la notion de l'espace dans la musique du XX^{ème} siècle, je suis plus à même de commencer le montage de mes séquences de documentaire sur la claustrophobie.

CHAPITRE VII

LA POST PRODUCTION

Viennent maintenant les moments du montage et du mixage, autrement dit les étapes ultimes et décisives de la post-production qui déterminent « *ce [qui] doit être là, à cet endroit précis du champ sonore, avec cette intensité et selon cette durée.* »¹²⁵

« *Ce que j'appelle montage, ce n'est pas un simple bout à bout, quand on nettoie une bande ou on supprime quelques passages ; le montage, c'est ce qui permet, justement, de changer l'ordre des choses pour trouver une autre vérité de langage, une autre voie, un autre chemin...* »¹²⁶ Le montage consiste donc à choisir, parmi tous les sons que nous avons enregistrés, ceux que nous allons conserver, à les découper soigneusement puis à les agencer de sorte à construire un récit, une narration, un langage. Le montage est un art de la temporalité, du rythme. C'est pendant cette étape que l'on définit la durée des fragments sonores, avec quel rythme ils s'enchaînent et quelle sera la durée totale de la séquence sonore. Cette dernière question est d'ailleurs primordiale : c'est la question des formats. Dans le cadre de ce mémoire, j'ai la chance de ne pas avoir de contrainte quant à la durée totale de mon montage sonore. Je pourrai ainsi, comme le conseille Yann Paranthoën, « *[parler] de la durée de mon émission quand elle [sera] finie.* » En effet, comme il aimait le rappeler : « *C'est la matière qui doit décider, c'est pas toi. Parce que si tu fais déjà le cadre au niveau du minutage, tu vas passer ton temps à couper ou à rallonger.* »¹²⁷

Le mixage est quant à lui un art de l'espace et de la dynamique. Il détermine l'intensité de chaque son, leur placement dans l'espace ainsi que la dynamique générale du montage son, c'est à dire, musicalement parlant, les nuances : *piano, crescendo*,

¹²⁵ ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Paranthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.19.

¹²⁶ PARENTHOEN Yann, *Propos d'un tailleur de son*. Editions phonurgia nova, 2002, p.22.

¹²⁷ ARCILA Pilar, *Au fil du son, un portrait de Yann Paranthoën*, 2007.

*forte*¹²⁸ etc... « *Le son, la voix, d'un champion cycliste, d'un chercheur, d'un comédien, d'un paysan, d'un tailleur de pierres, les éclats sonores du lieu où ils vivent et ils travaillent, tout cela finit par se retrouver sur la bande : [...] ici et là, dans l'espace, isolés, à nu ou fortement mixés, au premier plan ou éloignés.* »¹²⁹ Cette étape sera ici d'une importance capitale, puisque mon travail est, dans le cadre de ce mémoire, axé sur *l'espace* sonore.

A l'écoute des enregistrements de l'interview de Claire, nous choisissons, Fabienne et moi, de travailler sur deux histoires sonores : la première se déroulera dans le métro et la seconde dans une voiture. En effet, voulant axer mon travail sur la notion de l'espace par le biais de l'utilisation du binaural, je choisis de me concentrer sur la création de deux séquences sonores plutôt que sur celle d'un documentaire radiophonique abouti, dans lequel un travail sur l'espace ne pourrait en concerner qu'une partie.

VII.1. SÉQUENCE DU MÉTRO

Lorsque nous avons demandé à Claire de nous parler de l'un des épisodes d'angoisse les plus marquants de sa vie, elle nous raconta une séance chez le psy assez particulière. Dans le cadre d'une thérapie comportementale et cognitive, sa psychologue l'emmena dans le métro. Cette épreuve fut si difficile pour Claire qu'à partir de ce jour elle ne le reprit plus jamais.

Le fil conducteur de cette séquence sera donc l'expression du sentiment d'angoisse que ressent Claire. Afin de souligner cet enfermement et ce sentiment d'oppression, nous allons jouer sur des critères spatiaux. Passer d'un espace vide à un espace plein, d'un espace large à un espace resserré... Telles seront les astuces qui permettront, peut-être, de se rapprocher des angoisses que ressent Claire.

VII.1.A LES VOIX

Cette séquence sonore commence par quelques mots éparpillés dans l'espace : « *noir, angoisse, panique, froid, mort.* » Comme décrit dans le chapitre précédent, c'est le

¹²⁸ *Piano, crescendo* et *forte* sont de mots italiens qu'on utilise en musique pour qualifier l'intensité sonore. Ils signifient respectivement *faible, de plus en plus fort* et *fort*.

¹²⁹ ROSSET Christian (sous la direction de), Yann Parenthoën, *l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.33/34.

travail de Luigi Nono, et notamment sa recherche de la perspective sonore par la répartition de fragments sonores dans l'espace, qui m'avait insufflé cette idée.

Le but de cette introduction est d'une part, de créer un espace sonore autour de l'auditeur afin de le sensibiliser à l'écoute binaurale qui va suivre, et d'autre part, d'installer un climat angoissant en faisant ressortir le mot « mort ». Pour ce faire, je pense répartir les quatre mots précédant « mort » dans l'espace, tandis que ce dernier sera entendu dans la tête. J'hésite alors entre deux solutions. Soit j'utilise l'enregistrement binaural effectué lors de l'interview (microphones DPA 4060 placés dans les oreilles de Fabienne, donc point d'écoute externe) pour placer ces mots dans l'espace et l'enregistrement monophonique pour que le mot « mort » soit entendu dans la tête, soit je les spatialisé de manière artificielle via le plug-in SPAT (technique que j'ai détaillé dans le chapitre II.3 p.25). Deux raisons me poussent à choisir la seconde solution : premièrement le souffle présent sur la prise de son binaurale rend difficile le découpage des mots sans être obligé de placer une ambiance sonore en dessous, or, j'aimerais du silence pour cette introduction. Deuxièmement, avec le binaural natif, je n'ai pas la possibilité de choisir l'angle où seront placés chacun de ces mots. Ils seront tous entendus au centre. Voulant déstabiliser l'auditeur en répartissant les mots tout autour de lui, je décide d'utiliser le plug-in SPAT. J'envoie alors la prise de son monophonique de la voix dans le plug-in et j'automatise¹³⁰ le mouvement.

Puis on entre dans le métro. Pendant toute cette période, la voix de Claire est en monophonie. Ainsi, je m'affranchis le plus possible du souffle et de l'acoustique du lieu d'enregistrement. Cependant, je remarque que l'on entend malgré tout un effet de salle. En effet, il y avait une baie vitrée dans le salon de Claire, et je n'ai pas réussi à me défaire de la réverbération du lieu lors de l'interview. J'obtiens néanmoins une voix *intime* (voir la notion de point d'écoute intime développée au paragraphe IV.1) qui me permet d'être au plus proche du personnage de Claire, mais qui aurait été plus convaincante si l'enregistrement avait été plus sec (c'est à dire avec moins de réverbération).

En revanche, la voix de sa psychothérapeute est en binaural afin d'être entendue avec un point d'écoute externe. En effet, nous restons avec Claire pendant tout le long du trajet en métro. Le point de vue narratif est interne au personnage de Claire, ce qui

¹³⁰ Faire une automation consiste à enregistrer la modification temporelle de certains critères. Ici, j'enregistre le mouvement spatial de la voix.

implique que sa psychothérapeute soit, quant à elle, un personnage¹³¹ externe. Pour rendre ce point d'écoute, je choisis la méthode par traitement du signal afin de pouvoir placer cette voix où je le souhaite au mixage. De plus, ne pouvant avoir accès à une chambre sourde, la réverbération du studio aurait été présente sur un enregistrement en binaural natif, et ne se serait pas forcément bien mélangée avec celle du métro.

Quant aux toutes dernières phrases, j'utilise la prise de son en binaural natif (avec les microphones placés dans les oreilles de Fabienne, face à Claire). Nous ne sommes plus dans le métro, mais nous sommes chez Claire, dans son salon, dont on peut entendre la réverbération. Hors du métro et de l'épisode qu'elle vient de nous conter au présent, Claire nous confie son doute quant à une véritable guérison. Opter pour un point d'écoute externe me paraissait la meilleure solution ici afin de marquer un contraste avec ce qui précède ainsi que de souligner le recul que Claire a sur sa propre maladie.

Dans cette séquence, nous avons donc utilisé les point d'écoute *intimes* et *externes*. Le point d'écoute intime a été créé grâce à la monophonie, tandis que les points d'écoute externes ont été créés soit en binaural natif (pour la scène finale où Claire est dans son salon) soit en binaural par traitement du signal (pour la voix de la psychothérapeute).

VII.1.B LA CRÉATION SONORE

Juste après le mot « mort » qui clôt l'introduction uniquement vocale, une ambiance de métro monte petit à petit, puis s'y ajoute une ambiance de foule. Quelques sons ponctuels de pas, de validation de titre de transport et de portes viennent agrémenter cette nappe sonore.

En ce qui concerne les deux ambiances, je choisis d'utiliser des enregistrements que j'avais effectués en binaural natif. En effet, ce choix me permet d'obtenir une meilleure sensation d'immersion et d'enveloppement. L'auditeur est plongé au cœur du métro parisien. Il peut également entendre des voix passer relativement proches de lui, ce qui renforce le sentiment d'oppression par la foule environnante.

¹³¹ J'utilise ici le terme « personnage » de manière volontaire bien que nous soyons dans le cadre d'un documentaire. En effet, comme le disait Yann Paranthoën, « dès le premier geste d'écriture, ça bascule dans la fiction ». (ROSSET Christian (sous la direction de), Yann Paranthoën, *l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009, p.51.)

Quant aux sons ponctuels, je les avais enregistrés en stéréophonie et avais d'abord pensé à utiliser le plug-in SPAT pour pouvoir les placer à ma guise dans l'espace. En effet, il est à priori possible de spatialiser une prise de son stéréophonique en envoyant chacun des deux canaux dans une source virtuelle, et en écartant ces deux sources virtuelles ainsi créés de soixante degrés. En réalité, le SPAT introduit trop de distorsion de phase qui abîme la stéréophonie. Mieux vaut utiliser des sons monophoniques. Deux choix s'offrent alors à moi : garder la prise de son stéréophonique originelle, ou bien spatialiser ces sons en ne gardant qu'un seul des deux canaux afin de travailler avec une monophonie. En écoutant ces deux versions, je choisis de garder la version stéréophonique originelle. En effet, la profondeur et la largeur de la prise de son priment ici sur la spatialisation.

Une fois sur le quai, on entend un métro partir tandis qu'un autre arrive. J'ai ici utilisé une prise de son en binaural natif que j'avais effectuée à la station « Porte de la Villette » (prise de son que vous avez pu écouter lors de la lecture du paragraphe IV.2.b concernant les ambiances extérieures **[AmbEXT_T17_4060]**). En effet, dans cette station, le quai se situe au milieu des deux voies, ce qui me permet d'avoir un plan sonore à l'arrière (le départ du premier métro) et un à l'avant (l'arrivée du second métro). La prise de son en binaural natif est celle qui restitue le mieux ces deux plans sonores, ce pourquoi elle fait l'objet de mon choix.

Toutes les ambiances qui suivent jusqu'à la fermeture des portes du métro sont en binaural natif. Je souhaite ici conserver les sensations d'espace et d'immersion. Seul le signal sonore du métro diffère. Celui-ci fait bien partie de l'ambiance sonore en binaural natif, mais je décide de le doubler par un second signal sonore monophonique que je pitche (c'est à dire que je modifie sa hauteur, musicalement parlant) et que je spatialise via le SPAT. Entendu très proche de l'auditeur, ce signal sonore prend un caractère agressif. Utilisé seul, ce signal paraîtrait trop artificiel, et ce n'est qu'en mélangeant ces deux techniques que l'on obtient un signal sonore à la fois agressif et crédible.

Les portes du métro se referment. Pour appuyer ce moment clef où Claire a le sentiment de se faire enfermer, je décide d'utiliser une ambiance enregistrée avec le DPA 5100 (*système de prise de son 5.1 décrit en annexe p.112*) et de la binauraliser via le SPAT

comme décrit au chapitre II.3 (p.25 à 28). Les défauts d'un tel système sont ici utiles : l'espace est moins large qu'en binaural natif et les distorsions de phases amènent une atmosphère quelque peu étrange. Ainsi, la fermeture des portes referme l'ambiance sonore.

Seul le souffle du métro est en binaural natif. Cela crée un contraste et permet à l'auditeur de mieux prendre conscience de l'espace confiné dans lequel il se trouve à présent.

Claire est alors saisie d'une crise de panique. En questionnant Claire sur son ressenti lors d'une telle crise d'angoisse, elle me confia qu'elle n'avait plus vraiment conscience du monde extérieur : « *Y'a rien, y'a plus rien qui existe* ». Pour illustrer ce passage du monde réel au monde irrationnel de l'angoisse où « *plus rien n'existe* », je réduis l'espace en un point. Dans le plug-in SPAT, j'automatise le mouvement des cinq enceintes virtuelles de manière à les regrouper petit à petit en un seul point de l'espace, face à l'auditeur, et qui finit par s'éloigner. Toutes les ambiances sonores se retrouvent alors concentrées en un point distant de l'auditeur.

C'est la lecture de « *L'espace : musique/philosophie* »¹³² qui m'avait inspiré cette idée. En effet, dans ce livre, Vita Gruodyté (chercheuse dans les domaines de la musique contemporaine et de l'espace musical) essaye de « *définir quelques modèles de construction sonore, dans lesquels le compositeur module différents niveaux d'espace (dans le sens de l'éloignement) [...] pour rendre une sensation spatiale.* »¹³³ Elle explique alors que l'on peut ressentir un vide dans l'espace avant en ne plaçant que des sources sonores dans la profondeur. Ainsi, en ne plaçant que la voix de Claire à l'avant et le reste de la bande sonore dans la profondeur, un vide est créé autour de Claire, appuyant ainsi ses sentiments de solitude et d'angoisse.

C'est également cette idée qui m'avait poussée à choisir la prise de son en 5.0 plutôt qu'en binaural natif. En effet, cet effet d'éloignement n'est possible qu'en binaural par traitement du signal par l'utilisation et l'automation d'enceintes virtuelles.

En plus du mouvement d'éloignement des enceintes virtuelles qui opère de lui-même un filtrage, j'ajoute un filtre coup-haut glissant que j'automatise de manière à ce

¹³² CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*. L'harmattan, 1998.

¹³³ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*. L'harmattan, 1998, p.209.

qu'il nous prive progressivement de toutes les fréquences aigües puis médiums. A l'instar du documentaire radiophonique « *Petites discussions avec la douleur (1/5), Je viens en aide à mon corps* »¹³⁴, dans lequel une jeune fille nous raconte ses entraînements de natation synchronisée, j'utilise le filtrage afin de créer un contraste entre deux mondes. En effet, dans ce documentaire, l'opposition entre les mondes terrestres et aquatiques est appuyée par un changement spectral : on passe d'un monde spectralement large (le monde terrestre) à un monde très filtré dans les aigus (le monde aquatique). Je transpose alors cette idée afin de marquer le passage du monde réel à celui de l'angoisse.

Toute l'ambiance sonore est alors très faible en niveau. La voix, quant à elle, est toujours présente. Cette grande dynamique est possible grâce au fait que l'on porte un casque. En effet, un casque audio nous coupe (plus ou moins selon la nature du casque) des bruits extérieurs. Une plus grande dynamique est alors disponible, offrant ainsi la possibilité de mixer des événements sonores de manière fine. A l'écoute de cette séquence sonore sur enceintes, je remarque que certaines ambiances ou éléments sonores, qui étaient aisément perceptibles au casque, le sont difficilement sur des enceintes. Afin d'obtenir une compatibilité sur enceintes, je pense qu'il faudrait diminuer la dynamique des ambiances sonores et remonter leur niveau global. Peut-être que des problèmes de masquage, par rapport à la voix, apparaîtraient alors. Cette question serait intéressante à creuser de manière plus approfondie et pourrait l'objet d'un autre sujet de mémoire.

Petit à petit, des crépitements et grésillements naissent tout au bout du tunnel, comme pour illustrer le fait que Claire ait les yeux rivés vers la lumière de la prochaine station. Puis, elle « *aperçoit enfin un tout petit bout de lumière, qui se rapproche, qui se rapproche...* ». Tous ces sons abstraits s'avancent alors petit à petit vers l'auditeur jusqu'à envahir tout l'espace. Ce n'est que l'ouverture de la porte qui permet enfin de faire cesser ces sons angoissants et de libérer Claire de la rame de métro. Cette idée d'envahissement de l'espace par le son est également inspirée de la lecture du livre « *L'espace : musique/philosophie* »¹³⁵ dans lequel Patrice Hamel (scénographe et metteur en scène) développe l'idée de la « *relation d'étendue* ». Pour ce faire, il prend l'exemple d'un spectacle nommé « *Enjeux* » dans lequel il a travaillé. A un moment donné, « *la*

¹³⁴ FEYNER Elsa, *Petites discussions avec la douleur (1/5), Je viens en aide à mon corps*, NouvOson, 2015.

¹³⁵ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*. L'harmattan, 1998.

lumière et le son partent d'un point et s'élargissent finalement à l'espace entier de la scène. » J'ai alors transposé cette idée non à l'espace de la scène mais à l'espace d'écoute binaural, en faisant apparaître des sources sonores à l'avant, sur les côtés mais également à l'arrière afin d'entourer l'auditeur et de remplir l'espace le plus possible.

A partir de l'ouverture de la porte, et ce jusqu'à la fin, je reviens à une prise de son en binaural natif. L'espace se rouvre. La crise d'angoisse de Claire est passée. L'auditeur replonge dans un univers sonore proche de celui qu'il connaît dans la vie de tous les jours. L'environnement sonore est rassurant.

Enfin, on se retrouve chez Claire, dans son salon, espace connu et sécurisant.

Dans cette séquence, nous avons donc utilisé des techniques variées. Tout d'abord le binaural natif pour permettre l'immersion et l'enveloppement. Puis nous avons utilisé de la monophonie binauralisée par le SPAT ou de la stéréophonie pour les éléments ponctuels. Enfin, nous avons utilisé une ambiance en 5.0 binauralisée par le SPAT afin de créer un contraste spatial avec le binaural natif, et afin de pouvoir, lorsque Claire entre en crise de panique, créer une trajectoire pour chacune des enceintes virtuelles.

VII.2 SÉQUENCE DE LA VOITURE

Les trajets en voiture peuvent également être des situations anxiogènes pour Claire. Avant de partir, elle doit étudier la route de manière précise afin de toujours savoir où elle se trouve, de pouvoir se repérer dans l'espace ainsi que de connaître la longueur des tunnels à traverser. Elle essaye ainsi de limiter au maximum les situations qui pourraient déclencher une crise de panique.

Cependant, même sur des chemins qu'elle connaît par cœur, comme le trajet qui la mène sur son lieu de travail, il peut arriver que Claire fasse une crise d'angoisse sans raison apparente. Cette séquence s'articule autour du récit d'un de ces trajets en voiture.

VII.2.A LES VOIX

Pour le début de cette séquence, j'ai choisi d'adopter un point d'écoute subjectif, interne. Comme j'avais pu, à la fin de l'interview de Claire, équiper ses oreilles de deux microphones DPA 4060, j'ai en ma possession un enregistrement en binaural natif. Mélangé au microphone mono (lui même légèrement retardé)¹³⁶, cet enregistrement binaural permet d'avoir une perception différente de la voix de Claire et de s'approcher ainsi d'un *point d'écoute interne*. Ainsi, l'auditeur pourra peut-être s'identifier plus facilement à Claire et ressentir de plus près ses émotions. De plus, ce choix me permet de faire vivre cette voix dans une acoustique et de créer, par la suite, un contraste avec un espace plus clos.

En effet, après plusieurs minutes passées au volant de sa voiture, Claire panique et entre dans une crise d'angoisse. Pour illustrer ce sentiment de panique et d'oppression, je choisis de passer d'un enregistrement binaural (qui contient l'acoustique du lieu d'enregistrement) à un enregistrement monophonique (qui s'affranchit au maximum de l'acoustique de lieu) de la voix. L'espace dans lequel évolue la voix se referme. On passe alors à un *point d'écoute intime*. De plus, je filtre un peu les fréquences aigües afin de souligner ce sentiment d'espace clos.

Puis, lorsque Claire se parle à elle même pour se rassurer, je binauralise sa voix par le plug-in SPAT. Cela me permet d'avoir une voix différente et externe, comme si c'était sa conscience ou une autre personne qui lui parlait. On adopte alors un *point d'écoute externe*. (Ce procédé est identique à celui utilisé dans la séquence du métro en ce qui concerne la voix de la psychothérapeute.)

Une fois arrivée en ville, Claire sort de sa crise de panique. On revient au point d'écoute subjectif du début, avec ce mélange de binaural natif et de monophonie. L'espace s'ouvre, la voix évolue dans une acoustique, on respire.

Enfin, lorsque Claire conclut sur le non sens de sa crise, j'utilise l'enregistrement monophonique. En effet, je souhaite que cette voix soit *off*: l'histoire est terminée, on a ici à faire à un narrateur. Le pouvoir presque divin de la voix *off*, dont je parlais au

¹³⁶ En effet, j'ai pris conscience, lors des tests d'écoute, de l'importance du delay, c'est à dire du retard, qu'il faut appliquer à la piste monophonique par rapport à la binaurale. Notre bouche et nos oreilles étant éloignées d'environ 14cm, il faut appliquer un delay de $(0,14 \times 48)/340 = 20$ samples. (Avec 48 qui correspond à un échantillonnage de 48000 hertz et 340 qui correspond à la vitesse de propagation du son dans l'air).

chapitre IV.1.A (p.35 à 38), transforme cette dernière phrase une sorte de morale, qui conclut alors l'histoire.

Nous avons donc dans cette séquence trois points d'écoute différents : un *interne* (binaural natif avec les microphones placés dans les oreilles de Claire), un *intime* (monophonie) et un *externe* (monophonie binauralisée par le SPAT). De plus, nous avons des fonctions de voix distinctes: une voix *in* et une voix *off*.

Lors de la construction de cette séquence, je rencontre deux problèmes. Premièrement, l'enregistrement binaural contient plus de souffle que l'enregistrement monophonique. Je suis alors obligée d'utiliser un silence raccord pour toute la partie en binaural. Les ambiances étant assez faibles à ce moment, c'est un peu dommage, mais c'est un choix. Je préfère ici avoir la possibilité de faire un travail sur l'espace, quitte à tolérer un peu plus de souffle, plutôt que de choisir la version monophonique. En effet, une prise de son binaurale possède deux microphones, et induit donc plus de souffle qu'une prise de son monophonique, qui n'en possède qu'un. De plus, les microphones du couple binaural sont omnidirectionnels. Le rapport signal (ici la voix) sur bruit est donc plus élevé que dans la prise de son monophonique, qui utilise un microphone directionnel (ici cardioïde). Je garde ce constat en tête à l'avenir, et essayerai autant que possible de faire une interview dans un cadre silencieux.

Deuxièmement, le lieu d'enregistrement étant le salon de Claire et non une voiture, la subjectivité voulue ne fonctionne pas totalement. On entend bien que la voix de Claire a été enregistrée séparément dans un lieu différent de celui de la voiture. Il était malheureusement difficile de faire autrement, puisqu'il serait cruel d'interviewer Claire en l'enfermant dans une voiture !

VII.2.B LA CRÉATION SONORE

Contrairement à la séquence du métro, celle de la voiture commence par du son et non de la voix. On entend une porte qui s'ouvre et qui se referme à l'arrière. Puis, Claire (représentée par des talons de femme) marche dans un parking pour rejoindre sa voiture. Elle y entre et referme la porte.

Je me suis inspirée de la scène d'introduction du film *Inglourious Basterds* pour construire cette séquence. En effet, comme je l'expliquais dans le chapitre IV.I.D (p.45 à 46), Quentin Tarantino enferme le spectateur petit à petit. Première étape, la caméra passe de l'extérieur (la campagne) à l'intérieur d'une maison. Deuxième étape, un personnage ferme la porte de cette maison. Enfin, troisième et dernière étape, un second personnage ferme la fenêtre qui était restée ouverte. Par le biais de deux fermetures successives, le spectateur se retrouve progressivement enfermé, et le sentiment d'oppression qui habitera la scène suivante du film n'en sera que décuplé.

De la même manière, j'ai voulu enfermer progressivement l'auditeur par le claquement de deux portes. Premièrement, on se retrouve enfermé dans le parking, puis dans l'espace clos d'une voiture. Contrairement au film de Quentin Tarantino, je n'ai pas voulu commencer ma séquence à l'extérieur. En effet, j'ai choisi de ne jamais faire entendre l'extérieur dans aucune de mes deux séquences sonores afin d'appuyer le sentiment de claustrophobie.

Deux techniques différentes sont utilisées pour les deux portes de cette séquence. Pour la première porte, j'aimerais qu'elle soit lourde afin d'asseoir le sentiment d'enfermement. Je l'imagine avec un mécanisme doté d'une barre que l'on pousse, comme les portes de sortie de secours. Cependant, je n'ai trouvé aucune porte de ce genre autour de moi qui me satisfasse. J'utilise alors un son monophonique provenant de la sonothèque *Sound Ideas* pour l'ouverture de cette première porte. Puis, je voudrais que cette porte se referme à l'arrière afin d'enfermer l'auditeur dans l'espace du parking. J'aime beaucoup le son d'un des claquements de porte que j'ai enregistré en binaural natif, cependant je trouve que le fait que cette porte se ferme à l'arrière n'est pas évident. Je choisis alors de ne garder qu'une seule des deux pistes stéréophoniques afin de pouvoir binauraliser cette porte via le plug-in SPAT. La présence de cette porte à l'arrière est alors plus distincte. Je remarque également qu'un léger décalage à gauche ou à droite permet de mieux encore percevoir cette porte à l'arrière. **(Vous pouvez ici écouter trois portes [AmbINT_T06_4060, AmbINT_T07_MONOBINO_180° et AmbINT_T07_MONOBINO_-170°]. La première de ces trois portes a été enregistrée en binaural natif. La seconde et la troisième sont des prises de son mono binauralisées par le SPAT. L'une est entendue légèrement à gauche tandis**

que l'autre est à 180° (donc dans le plan de symétrie de la tête)). Puis, j'automatise le mouvement des différents sons qui composent cette porte pour que celle-ci s'ouvre à l'avant, grince en s'éloignant, et claque à l'arrière gauche.

La porte de la voiture, quant à elle, provient seulement d'un enregistrement en binaural natif. On entend distinctement qu'elle se referme à gauche. Elle me plaît telle quelle, et je n'ai nul besoin de la retravailler. Le changement d'ambiance qu'elle opère entre le parking, grand et réverbérant, et l'espace clos de la voiture est également probant.

Pour ce qui est des ambiances sonores, la quasi totalité de cette séquence est construite en binaural natif. En effet, je me suis enregistrée marchant dans mon parking et conduisant, équipée de microphones DPA 4060. Les diverses ambiances de ville et de véhicules, qui j'ai ajoutées au montage, ont également été enregistrées en binaural natif.

Une exception existe cependant. N'ayant pas le temps d'aller enregistrer des oiseaux, j'utilise des ambiances de forêt et de campagne stéréophoniques de la sonothèque *Sound Ideas*. Ce sont les seules ambiances qui ne sont pas en binaural natif.

Jetons d'ailleurs une oreille attentive sur ce passage. J'ai ici voulu traduire la désorientation de Claire : « *Je sais où je suis mais d'un autre côté j'ai la sensation d'être un peu perdue.* » J'ai alors fait bouger l'ensemble des ambiances à l'aide du plug-in SPAT, d'abord de manière circulaire et lente afin de déstabiliser légèrement l'auditeur, puis de manière désordonnée et de plus en plus vite au fur et à mesure que la panique grandit.

Après ce tourbillon d'oiseaux, Claire entre en crise de panique. Pour faire ressentir l'angoisse de ce moment, j'ai voulu trouver un nouveau moyen de refermer l'espace. J'avais envie d'une sensation plus physiologique de cet enfermement, comme si Claire était enfermée dans son propre corps et n'entendait plus les bruits alentour. Cherchant des sons qui pourraient illustrer ce passage, j'ai repensé au fameux « *Virtual Barber Shop* »¹³⁷ (une démonstration du son binaural qui met en scène une séquence de coiffeur). A un moment, on entend que quelqu'un nous enfle un sac plastique sur la tête. Le réalisme de cette scène est très perturbant, on peut presque sentir ce sac sur nous.

¹³⁷ « *The Virtual Barber Shop* » est une démonstration d'écoute binaurale créée par Qsound Labs en 1996. Vous pouvez l'écouter en cliquant sur ce lien : <https://www.youtube.com/watch?v=IUDTlvagjJA>

Dans le cadre d'un sujet sur la claustrophobie, une telle idée pourrait être intéressante à développer : ce sac plastique pouvant faire référence à une sensation d'étouffement.

J'ai alors essayé un tel enregistrement, cependant la matière plastique ne me plaisait guère et ne se fondait pas dans la scène sonore. Et avec du carton ? Ce n'était pas convaincant non plus. Je me suis alors simplement bouché les oreilles, et j'ai remarqué ô combien le son de notre pression sanguine était impressionnant. Équipée de microphones DPA 4060 dans mes oreilles, je me suis alors enregistrée me bouchant très fort les oreilles. A l'écoute de cette prise de son, je trouve que les moments où je me bouche et où je me débouche les oreilles traduisent bien cette transition de la réalité (écoute de l'espace sonore extérieur) à l'angoisse (écoute de l'espace sonore intérieur) et inversement. Cette solution est finalement assez éloignée de l'idée du sac plastique originelle, mais son rôle reste le même : nous enfermer physiquement. Plutôt que d'enfermer notre tête à l'intérieur de quelque chose, nous nous retrouvons enfermés à l'intérieur de cette dernière.

C'est donc cet enregistrement que j'utilise au moment où Claire énonce « je panique ». Toutes les autres ambiances (de ville, d'intérieur de voiture etc.) se taisent alors. On passe à une écoute intériorisée. Une telle expérience n'était possible qu'avec les techniques binaurales. Il est en effet impossible de placer deux microphones de taille normale dans des oreilles !

Claire approche enfin de la ville. Les sons d'ambiance reviennent alors progressivement, mais ils sont devenus monophoniques et filtrés dans les aigus. En effet, Claire a conscience du monde extérieur qui l'entoure, mais reste dans un état de panique. Je souhaite alors que l'espace sonore et l'étendue spectrale demeurent restreints. Je *Pan-Pote*¹³⁸ les deux canaux de mon *stem*¹³⁹ d'ambiance vers le centre afin de rendre les bruits de la ville monophoniques. Seul le son d' « oreilles bouchées » décrit précédemment reste en binaural. Des klaxons arrachent Claire à sa crise panique. Ce

¹³⁸ Pan-Poter est un néologisme qui vient du mot « Pan-Pot », littéralement « bouton de panoramique » en anglais. Ainsi, si les deux canaux d'une prise stéréophonique sont respectivement Pan-Potés à gauche et à droite, on entendra une stéréophonie. Si ces deux canaux sont Pan-Potés au centre, on entendra une monophonie.

¹³⁹ « a stem » en anglais signifie « un lot ». En mixage, un *stem* est un *lot* de pistes. En agissant sur le *stem*, on agit sur toutes les pistes qui lui sont associées. Cela permet de faire du mixage sur tout un groupe de pistes de manière simultanée. On appelle également un *stem* une piste auxiliaire.

sont des sons monophoniques spatialisés à l'aide du plug-in SPAT. Pour souligner le ressaisissement soudain de Claire, la distance et donc le timbre de ces klaxons varient brusquement. L'espace et le spectre s'ouvrent alors instantanément. Le son d'« oreilles bouchées » disparaît, on retourne dans la voiture de Claire au milieu de sons urbains. La crise est passée.

Le contraste entre la monophonie (espace resserré) et le binaural (espace ouvert) permet de prendre conscience de l'espace sonore. C'est à l'écoute du documentaire radiophonique en binaural « *Dans les gants. Dans la tête d'un...boxeur* »¹⁴⁰, dans lequel la monophonie et le binaural sont soit superposés soit alternés, que je prends conscience de l'importance du contraste. En effet, c'est grâce au contraste grand espace/petit espace que l'on entend consciemment l'espace sonore et qu'il peut alors devenir un critère d'écriture sonore.

Enfin, Claire arrive à bon port. Elle se gare, sort de la voiture et se retrouve dans une acoustique similaire au parking du début. Elle claque la portière et ferme la voiture à clef. Le binaural nous permet d'externaliser et de localiser la portière sur notre droite. Nous restons alors extérieurs à cette double fermeture. Ainsi se termine cette séquence sonore.

Dans cette séquence sonore, nous avons donc autant du binaural natif (pour les ambiances, les claquements de portes, le son « d'oreilles bouchées »), de la monophonie binauralisée (claquement de la porte du parking, tournoiement des oiseaux), que de la stéréophonie (ambiances de forêt et de campagne) et de la monophonie (lors de la crise de panique de Claire).

VII.3. BILAN

Comme je l'ai évoqué en introduction de ce chapitre, j'ai voulu me placer dans une démarche de recherche et non de production en choisissant de ne pas construire un documentaire radiophonique dans son ensemble. Cependant, on pourrait imaginer que ces deux séquences sonores fassent partie intégrante d'un documentaire radiophonique plus approfondi sur la claustrophobie. Intercalé avec de la parole, peut-être plus

¹⁴⁰ MOGNOL Alexandre, *Dans les gants. Dans la tête... d'un boxeur*, Arte Radio, 2014.

objective et explicative, ces séquences permettraient de rendre le documentaire vivant en proposant à l'auditeur une expérience sonore spatiale.

A l'écoute de ces séquences, je remarque que la limite entre fiction et documentaire est floue. Les paroles penchent plus du côté du documentaire tandis que la création sonore évoque la fiction. Cela rejoint les paroles de Yann Paranthoën que j'avais évoquées au chapitre I.1 (p.11) : « *Ma démarche c'est de la partir du réel, d'avoir le réel, et progressivement aller vers la fiction tout en préservant le réel pour les faire cohabiter. C'est pour ça que pour moi, y'a pas de documentaire. [...] Idéalement il faudrait qu'il y ait de l'information, de la fiction et que le documentaire soit musical aussi, bien qu'il n'y ait pas de musique.* »¹⁴¹

Enfin, on remarque que de multiples techniques ont été utilisées pour la création de ces deux scènes sonores. Ainsi, la cohabitation de ces différentes techniques est possible et peut également être source de créativité.

¹⁴¹ ARCILA Pilar, *Au fil du son, un portrait de Yann Paranthoën*, France, 2007.

CONCLUSION

Ce mémoire avait pour but d'explorer les techniques binaurales dans le cadre de la création de deux séquences documentaires sur la claustrophobie. Toutes les prises de son comparatives qui ont été créées, dans le cadre de ce mémoire, sont un apport en soi, et permettent à quiconque de se faire une véritable idée du binaural, en ayant la possibilité de vivre une expérience d'écoute. Les résultats des tests d'écoute, basés sur ces prises de son, sont plutôt encourageants et montrent que le binaural, et en particulier le binaural natif, permet d'une part un travail sur les voix, avec notamment la possibilité de créer différents points d'écoute, ou encore d'obtenir une proximité et une intimité accrues ; et d'autre part un travail sur les ambiances sonores, avec une amélioration de la sensation d'immersion, de l'ouverture spatiale ou au contraire de la sensation d'enfermement. Bien que les techniques binaurales possèdent quelques failles inhérentes au système de prise de son ou de synthèse (problèmes d'individualisation, d'abbérations avant/arrière, d'élévation), nous remarquons que certaines sensations sont malgré tout communes à une majorité d'auditeurs.

Ainsi, comme tout système de prise de son, le binaural natif a ses propres avantages et inconvénients. A l'instar des différents couples stéréophoniques qui possèdent chacun leurs propres caractéristiques, le « couple binaural » pourrait être un outil de plus à la panoplie de l'ingénieur du son. Ce couple serait particulièrement performant pour la restitution des acoustiques d'une part, et sur la sensation de proximité avec le visage de l'auditeur d'autre part. De même la synthèse binaurale possède ces propres avantages : avec notamment une souplesse au mixage et une créativité accrue en ce qui concerne la spatialisation ; et ces propres inconvénients : comme la qualité moyenne du timbre.

Au cours de ce mémoire, nous avons également remarqué que le fait même d'utiliser un casque permet d'avoir accès à une grande dynamique. Les éléments sonores peuvent être mixer finement. Cependant, la question de la compatibilité d'un tel mixage avec une diffusion sur enceintes se pose. Serait-il possible de mettre en place une méthode ou un protocole (automatique ou non) qui permettrait d'adapter un mixage au

casque à une écoute sur enceintes, dans le cadre de l'utilisation des techniques binaurales ? Cette question pourrait éventuellement faire l'objet d'un autre mémoire.

Quant à la réalisation de mes séquences sonores, mon choix personnel était de travailler sur le thème de la claustrophobie. Mais ce mémoire, outre le fait de présenter ce travail, pourra peut-être inspirer d'autres créations. C'est en tous cas mon souhait. Ce mémoire avait également pour but d'inviter à la réflexion autour de l'espace sonore à travers les techniques binaurales. Bien d'autres sujets pourront être travaillés. Mon objectif était de prendre le temps. Prendre le temps de réfléchir et de tester les possibilités qu'offrent les techniques binaurales. Prendre ce temps que nous ne possédons pas toujours lorsque nous sommes en situation de production.

Aujourd'hui, le nombre de productions sonores en binaural est croissant . Le site NouvOson a fait son apparition il y a maintenant un peu plus d'un an, et Arte Radio accueille depuis quelques semaines seulement des documentaires en binaural. Beaucoup de travail reste encore à faire, et comme le dit Hervé Déjardin : « *Ce qui, selon moi, va faire le succès [des] techniques [binaurales], c'est ce qu'on va mettre à l'intérieur, c'est à dire le contenu, sous-entendu la production, l'écriture, la sémantique, les codes. Et là il y a plein de choses à travailler.* »¹⁴²

¹⁴² Propos d'Hervé Déjardin, recueillis par Erwan Lecomte pour le magazine Sciences et Avenir, le 30 avril 2014, <http://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/20130430.OBS7693/l-incroyable-experience-du-son-3d.html>.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES

- ARTHAUD Antonin, *Le théâtre et son double*, Essais Folio, 1985.
- BEGAULT Durand R., *3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia*, Academic Press, Cambridge, MA, 1994.
- BLAUERT Jens, *Spatial Hearing*, MIT Press, Cambridge, 1996.
- CASTANT Alexandre, *Planètes Sonores, radiophonie, arts, cinéma*. Monografik, 2010.
- CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*. L'harmattan, 1998.
- FISCHETTI Antonio, *Initiation à l'acoustique, Cours et exercices*. Editions Belin, 2003.
- KEROUAC Jack, *Le livre des rêves*. Flammarion, 1977.
- LOUVIER Alain, *L'orchestre*, Paris, Combre, 1997, p.75.
- MARIETAN Pierre, *L'environnement sonore*. Champ social éditions, 2005.
- ONFRAY Michel, *La lueur des orages désirés*, Grasset et Fasquelle, 2007.
- PARENTHOEN Yann, *Propos d'un tailleur de son*. Editions phonurgia nova, 2002.
- ROSSET Christian (sous la direction de), *Yann Parenthoën, l'art de la radio*. Editions phonurgia nova, 2009.
- SCHAEFFER Pierre, *Essai sur la radio et le cinéma, esthétique et technique des arts-relais 1941-194*. Edition Allia, 2010.
- SERRES Michel, *Musique*. Editions le Pommier, 2011.
- STOCKHAUSEN Karlheinz, *Musik im Raum*, B Schott's Söhne Mainz, 1959.
- WIGHTMAN F.L. Et KISTLER D.J., *Resolution of front-back ambiguity in spatial hearing by listener and source movement*, J Acoust Soc Am, 1999.
- WILLIAMS Michael, *Microphone Arrays for Stereo and Multichannel Sound Recording Volume 1*. Editrice Il Rostro, 2004.

ARTICLES ET REVUES

AES (Audio Engineering Society) Convention Paper n°7377, *Spatial Audio Object Coding (SAOC) – The Upcoming MPEG Standard on Parametric Object Based Audio Coding*, Mai 2008.

Algazi V.Ralph et O.Duda Richard, *Immersive sound for mobile multimedia*, University of California, 2014.

DUTTO Ariane, *La mise en espace de la musique*, Education musicale, Académie de Montpellier.

HOUPERT Jean-Marc, Du temps à l'espace - l'aventure du XXème siècle, *Études littéraires*, vol. 33, n° 2, Erudit, 2001, p. 147-167. URI:
<http://id.erudit.org/iderudit/501298ar>

IMAGES DOCUMENTAIRES, *La voix*, 55/56, 1^{er} trimestre 2006.

MALLET Jean et BONAPARTE Marie, *Contribution à l'étude des phobies*, *Revue Française de psychanalyse*, 1956, p.237 à 293.
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5445916k/f278.image.r=langfr>

RECHERCHE CLINIQUE PSY, *La claustrophobie revisitée*, http://www.recherche-clinique-psy.com/IMG/article_PDF/La-claustrophobie-revisit-e_a173.pdf

TETU Jean-François, « Christophe Deleu, *Le documentaire radiophonique* », *Questions de communication*, 2013, p.297-299.

ZNAIDI Feryel, VIAUD-DELMON Isabelle et JOUVENT Roland. *Generic virtual reality treatment applied to space-related phobias*, *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 2006, p.175 à 179.
<http://www.vrphobia.com/Research/Publications/ARCTT2006.pdf>

MÉMOIRES

BEZARD Pierre, *L'insertion d'un outil de spatialisation binaural dans le flux de post-production et de diffusion sonores*. Sous la direction de ROUCHOUSE Jean et AUSSAL Matthieu. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Juin 2013.

BOURCEREAU Rémi, *L'espace dans le documentaire radiophonique*. Sous la direction de CREIS Michel et CANONVILLE Christian. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Juin 2009.

HELLER François, *Ecoute de contrôle au casque en prise de son multicanal*. Sous la direction de PARMENTIER Matthieu et BLUM Alan. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Juin 2013.

MATAHRI Hanna, *Adaptation d'une pièce musicale de jazz au format ambisonique*. Sous la direction d'Alan Blum et de Charles Michaud. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Juin 2014.

MONK Lasse, *Internalization /Externalization, Mixing using binaural synthesis*, 2014.

ROUE Julie, *La question du « Je »*. Traiter de l'intime dans le documentaire radiophonique. Sous la direction de CANONVILLE Christian et MORTLEY Kaye. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Juin 2008.

VOVOR Patrick, *Application des techniques d'apprentissages statistiques à la prédiction d'HRTF*, Sous la direction de LEMAIRE Vincent. Université Pierre et Marie Curie, Septembre 2005.

<http://www.atiam.ircam.fr/Archives/Stages0405/Vovor.pdf>

COURS, GUIDES ET LIVRES BLANCS

ADDOR (Association pour le développement du documentaire radiophonique et de la création sonore), *Le guide du documentaire radio 2015*,

http://addor.org/IMG/pdf/guide_documentariste_2015.pdf

BOURGOING Robert, *Le magazine Radio, Un guide de rédaction pour les journalistes des radios rurales africaines*, 2002.

<http://www.bourgoing.com/formation/radio/print.html>

BRAULT P., *Traitement du signal, Notes de cours, Département mesures physique, IUT d'Orsay*, 1999, 2000.

OMNIHEAD, *Mondes sonores, Le livre blanc de la prise de son binaurale*, 2003.

SITES INTERNET

AFDERS (Association Française pour le Développement de l'Enregistrement et de la
Reproduction Sonore), 2002-2015,
<http://www.afders.org/spip.php?article79>

Commentcamarche.com,
[http://www.commentcamarche.net/contents/730-qu-est-ce-qu-un-bus-
informatique](http://www.commentcamarche.net/contents/730-qu-est-ce-qu-un-bus-informatique)

DESARTSONNANTS, Paysage et arts sonore, parcours promenades, installations sonores,
sound art, audio art, 2012,
[http://desartsonnants.over-blog.com/article-paysage-sonore-points-d-ouie-a-
partager-108899975.html](http://desartsonnants.over-blog.com/article-paysage-sonore-points-d-ouie-a-partager-108899975.html)

Développez.com, club des développeurs et IT pro, 2000-2015,
<http://hdd34.developpez.com/cours/artpoo/>

Dictionnaire Larousse en ligne,
<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>

DPA, microphone DPA 5100 :
[http://www.dpamicrophones.com/en/Mic-University/Surround-
Techniques/5100.aspx](http://www.dpamicrophones.com/en/Mic-University/Surround-Techniques/5100.aspx)

DPA, microphone DPA 4060 :
[http://www.dpamicrophones.com/en/products.aspx?
c=item&category=128&item=24035](http://www.dpamicrophones.com/en/products.aspx?c=item&category=128&item=24035)

Duanrevig, *La prise de son*, 2006,
http://www.duanrevig.com/excel_bl.html

Elacin, hearing protection, 2014,
[https://elacinatwork.com/fr/blog/quest-ce-que-leffet-de-masquage-
auditive/](https://elacinatwork.com/fr/blog/quest-ce-que-leffet-de-masquage-auditive/)

Encyclopaedia Universalis, 2015,
[http://www.universalis.fr/encyclopedie/espace-conquete-de-l-l-espace-et-l-
homme/](http://www.universalis.fr/encyclopedie/espace-conquete-de-l-l-espace-et-l-homme/)

Flux,

http://www.fluxhome.com/products/plug_ins/ircam_spat-v3

Le son multicanal, toute l'actualité du son multicanal, blog de Bergame Périaux, 2015,

<http://www.lesonmulticanal.com/aide-lecture-5-1-internet/>

MARTELLO Nicolas, *La mise en espace de la musique*, Nikkojazz.fr, 2009.

Omnihead,

<http://www.univ-brest.fr/mstis/omnihead/index.htm>

Portail de la musique contemporaine, *Spatialisation*, 2012,

<http://www.musiquecontemporaine.fr/doc/index.php/Spatialisation>

Radio 3D,

<http://www.binaural.fr/binaural/>

Sciences et Avenir, le 30 avril 2014,

<http://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/20130430.OBS7693/l-incroyable-experience-du-son-3d.html>.

Sonhors, Overview Panorama, Musique électroniques, 2003-2014,

<http://sonhors.free.fr/panorama/sonhors13.htm>

Sound Device 788T User Guide,

http://cdn.sounddevices.com/download/guides/788t_en.pdf

THOMAS Xavier, Radio Grenouille, 2002,

<http://www.radiogrenouille.com/antenne/thematiques/au-fil-du-son-hommage-a-yann-paranthoen/>

WEST Jim, University of Miami, 1998,

http://www.music.miami.edu/programs/mue/Research/jwest/Chap_2/Chap_2_Spatial_Hearing.html

<http://home.scarlet.be/~tsc25528/psy-phobie.htm>

<http://www.futura-sciences.com/magazines/high-tech/infos/dico/d/informatique-plug-in-4235/>

<http://www.commentcamarche.net/contents/730-qu-est-ce-qu-un-bus-informatique>

CONFÉRENCES

ANDRIEU Elise, *Une certaine idée du documentaire*, Festival Longueur d'ondes, le 31 janvier 2015.

Proceedings of the 7th international conference on disability, *Virtual reality and associated technologies*, with ArtAbilitation. 8 to 11 of September, 2008 Maia, Portugal. Published by The University of Reading.

http://centaur.reading.ac.uk/27452/1/ICDVRAT2008_Full_Proceedings_7th_Conf.pdf

DISCOGRAPHIE ET FILMOGRAPHIE

DISCOGRAPHIE STÉRÉOPHONIQUE

DOCUMENTAIRES RADIOPHONIQUES

BOGUCZ Tatjana, *Vu d'en haut*, Arte Radio, 2002.

DEMENOIS Sébastien, *L'école des zombies*, Arte Radio, 2010.

KERVAN Perrine, *Je découvre mon enfant (7) : histoire à faire peur*, Arte Radio, 2005.

LAUMONIER Fabienne, *Folie blanche*, Arte Radio, 2014.

MARECHAUD Cerise, *Peur monstre*, Arte Radio, 2012.

SALZBERG Anna, *Escort Boy*, Arte Radio, 2005.

PARENTHOËN Yann, *Lulu*, INA/Phonurgia Nova, 1992.

PARANTHOËN Yann, *Le temps des seigneurs*, France Culture, 1985.

PARANTHOËN Yann, *L'effraie*, Ouïe/Dire, 2000.

MUSIQUE

BERLIOZ Hector, *Les Troyens*, Final Acte 1

<https://www.youtube.com/watch?v=bjKGkNm4ZAM>

GABRIELI Giovanni, *Canzoni e Sonate*, 1615,

<https://www.youtube.com/watch?v=OoyNutSIB0E>

GABRIELI Giovanni, *Magnificat*, 1597,

<https://www.youtube.com/watch?v=wq-8WgIoMyM>

MONTEVERDI, *Vespro della Beata Vergine* (Les Vêpres de la Vierge), 1610,

<https://www.youtube.com/watch?v=VcsS5Wz02eY>

TALLIS Thomas, *Spem in Alium non habui*, XVI^{ème} siècle,

<https://www.youtube.com/watch?v=iT-ZAAi4UQQ>

VARESE Edgard, *Désert*, 1954,

<https://www.youtube.com/watch?v=jxGp7yexrXw>

XENAKIS Iannis, *Metastaseis*, 1955

DISCOGRAPHIE BINAURALE

DOCUMENTAIRES RADIOPHONIQUES

ASSOUS-PLUNIAN Chloé et MONIMART Sara, *Dans les dents. Dans la tête : détartrage en binaural*, Arte Radio, 2015.

CALM Alice, *16 décembre-19 février*, NouvOson 2014.

FEYNER Elsa, *Petites discussions avec la douleur (1/5), Je viens en aide à mon corps*, NouvOson, 2015.

FEYNER Elsa, *Petites discussions avec la douleur (2/5), Dans la peau d'un félin*, NouvOson, 2015.

FEYNER Elsa, *Petites discussions avec la douleur (3/5), Comme une planète dans mon ventre*, NouvOson, 2015.

FEYNER Elsa, *Petites discussions avec la douleur (4/5), Je ressens avec les mains, avec la peau, avec la tête*, NouvOson, 2015.

FEYNER Elsa, *Petites discussions avec la douleur (5/5), Un regain de flux qui jaillit*, NouvOson, 2015.

MOGNOL Alexandre, *Dans les gants. Dans la tête... d'un boxeur*, Arte Radio, 2014.

MOLECULE, *60°43'Nord*, NouvOson, 2015.

RUEFF Pascal, *L'enfant dans la maison*, Port Rhu, 2002.

FICTIONS RADIOPHONIQUES

RUEFF Pascal, *Cry baby Cry*, 3D Radio, 2015.

RUEFF Pascal, *SPATIH 1.0*, Radio Tchernobyl, 2012.

MUSIQUE

PARMERUD Ake, *Crystal Counterpoint*, NouvOson, 2015.

HARVEY Jonathan, *Mortuos plango, vivos voco*, NouvOson, 2014.

JAUMET Etienne, *Séquence #1*, NouvOson, 2015.

SVENGALISGHOST, *Séquence #3*, NouvOson, 2015.

DÉMONSTRATION BINAURALE

Qsound Labs, *The Virtual Barber Shop*, 1996,

<https://www.youtube.com/watch?v=IUDTlvagjJA>

FILMOGRAPHIE

ARCILA Pilar, *Au fil du son, un portrait de Yann Paranthoën*, France, 2007, 54min30, couleur.

TARANTINO Quentin, *Inglourious Basterds*, Etats-Unis, 2009, 148min, couleur.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : Illustration de la structure fine du son selon sa fréquence.....p.20

BEZARD Pierre, *L'insertion d'un outil de spatialisation binaural dans le flux de post-production et de diffusion sonores*. Sous la direction de ROUCHOUSE Jean et AUSSAL Matthieu. Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Juin 2013, p.13.

FIGURE 2 : Cône de confusion.....p.21
http://www.music.miami.edu/programs/mue/Research/jwest/Chap_2/Chap_2_Spatial_Hearing.html

FIGURE 3 : Convolution d'un son par une HRTF, pour une position donnée.....p.22

FIGURE 4 : Placement des enceintes virtuelles sur le logiciel SPAT.....p.28

FIGURE 5 : Diagramme de disposition des enceintes dans une configuration 5.1.....p.28

Le son multicanal, toute l'actualité du son multicanal, blog de Bergame Périaux
<http://www.lesonmulticanal.com/aide-lecture-5-1-internet/>

FIGURE 6 : Tête artificielle KU100 surmontée du microphone DPA 5100.....p.39

FIGURE 7 : Deux microphones DPA 4060.....p.39

FIGURE 8 : Oreille équipée d'un microphone DPA 4060.....p.39

FIGURE 9 : Un microphone DPA 5100 équipé d'un bouchon (en jaune sur la photo).....p.41

FIGURE 10 : Prise de son, par une tête artificielle, d'une voix mono diffusée par enceinte.....p.42

FIGURE 11 : Première question du test d'écoute.....p.61

FIGURE 12 : Lissage des HRTF.....p.67

VOVOR Patrick, *Application des techniques d'apprentissages statistiques à la prédiction d'HRTF*, Sous la direction de LEMAIRE Vincent. Université Pierre et Marie Curie, Septembre 2005.

<http://www.atiam.ircam.fr/Archives/Stages0405/Vovor.pdf>

ANNEXES

I. L'ESPACE DANS L'HISTOIRE DE LA MUSIQUE PRÉ-XX^{ÈME}

Au IV^{ème} siècle déjà, les compositeurs et musiciens s'interrogeaient sur la notion de l'espace dans la musique. L'idée de faire dialoguer deux parties vocales et de répartir celles-ci dans l'espace existait déjà dans certaines liturgies chrétiennes. Les compositeurs utilisaient ce qu'on appelle l'effet *d'antiphonie*, « *c'est à dire [le] procédé d'alternance à deux chœurs* »¹⁴³. Les choristes étaient alors répartis en deux groupes et placés à deux endroits distincts de l'église (dans différentes galeries ou bien à gauche et à droite du chœur). La mélodie alternait alors de l'un à l'autre. Ce procédé est repris et amplifié au XVI^{ème} siècle par Thomas Tallis, compositeur et organiste anglais. Celui-ci crée un motet pour quarante voix : *Spem in Alium non habui*, en l'honneur du quarantième anniversaire de la reine Elisabeth 1^{ère}, en 1573. Cette œuvre commence par l'exposition d'une voix de femme seule. Petit à petit, d'autres voix s'y ajoutent. Dans cet enregistrement : <https://www.youtube.com/watch?v=iT-ZAAi4UQQ>, l'espace se remplit de gauche à droite et en profondeur. Cette arrivée progressive des choristes permet à l'auditeur de prendre pleinement conscience de l'espace. C'est grâce à cette répartition des voix que les huit chœurs qui composent cette œuvre restent intelligibles : la spatialisation permet ici le *démasquage* des voix.

Puis à la Renaissance toujours, mais en Italie, se développe la spatialisation non seulement des chœurs vocaux mais également des chœurs instrumentaux. L'école Vénitienne, fondée par Adrian Willaert, maître de chapelle de la basilique Saint Marc, est le lieu principal de cette recherche. De par son architecture aux multiples galeries et la présence de deux orgues situés dans des tribunes qui se font face, cette basilique a permis à de nombreux compositeurs de travailler sur la notion d'espace. Les chanteurs et instrumentistes, alors répartis dans les différentes galeries de la basilique, créaient des jeux de questions-réponses spatialisés lors du concert. On peut écouter les *Sacrae Symphoniae* composées en 1597 par Giovanni Gabrieli, l'un des compositeurs les plus

¹⁴³ MARTELLO Nicolas, *La mise en espace de la musique*, Nikkojazz.fr, 2009.

illustres de cette école Vénitienne : <https://www.youtube.com/watch?v=-xAvEtTH7pE>. Dans cette œuvre Gabrieli « *divis[e] son orchestre en groupes identiques permettant les redites de toutes sortes sans impression de monotonie.* »¹⁴⁴ Puis, en Allemagne et en Italie, d'autres compositeurs jouent de cet effet de stéréophonie en plaçant deux chœurs face à face. On pourra écouter *Psalmens Davids* (1619) d'Heinrich Schutz en guise d'exemple : <https://www.youtube.com/watch?v=mWbIpX6osFo> ou encore *Vespro della Beata Vergine* (1610) de Claudio Monteverdi : <https://www.youtube.com/watch?v=VcsS5WzO2eY>.

Un pause s'opère ici quant au travail de l'espace dans l'histoire de la musique, et ne reprendra qu'au XIX^{ème} siècle avec Hector Berlioz. Ce dernier « *instaur[e] le culte du Son, en créant une religion de la matière sonore* »¹⁴⁵. Il publie en 1844 un « *Traité d'instrumentation et d'orchestration* » qui se préoccupe des « *effets d'espace créés par le timbre des instruments ainsi que par leur position géographique dans l'orchestre.* »¹⁴⁶ Il développe ainsi une nouvelle pensée de la musique orchestrale en disposant les instruments dans l'espace et en fonction de leur timbre, de sorte à former des masses sonores. L'écriture de ses œuvres musicales est telle que, navigant d'une masse orchestrale à une autre, Berlioz crée des mouvements de masses sonores. « *D'un traitement linéaire de l'utilisation orchestrale on passe à un traitement volumique de l'orchestre.* »¹⁴⁷

On pourra alors écouter son *Requiem*, et en particulier le *Tuba Mirum*, qui accorde une place importante au travail de l'espace : <https://www.youtube.com/watch?v=xVpHTe5covk>. « *Avec Berlioz et son Requiem (1837), un nouveau pas [dans la mise en espace] est franchi. Dans le fameux Tuba Mirum, en plus d'un orchestre monumental et d'une imposante masse chorale, Berlioz dispose aux quatre points cardinaux quatre groupes de cuivres. L'écriture en canon provoque une rotation artificielle en spirale de motifs de fanfare très courts. [...] Il pose en prime un problème ardu : où doit se trouver l'auditeur ? Problème pratiquement sans solution à moins de concentrer tout le public au foyer idéal de réception du son, intersection des diagonales du carré formé par les quatre groupes de cuivres.* »¹⁴⁸

¹⁴⁴ LOUVIER Alain, *L'orchestre*, Paris, Combre, 1997, p.75.

¹⁴⁵ ONFRAY Michel, *La lueur des orages désirés*, Grasset et Fasquelle, 2007.

¹⁴⁶ DUTTO Ariane, *La mise en espace de la musique*, Education musicale, Académie de Montpellier

¹⁴⁷ CHOUVEL Jean-Marc et SOLOMOS Makis, *L'espace : musique/philosophie*. L'harmattan, p.190.

¹⁴⁸ MARTELLO Nicolas, *La mise en espace de la musique*, Nikkojazz.fr, 2009.

II. LA CONVOLUTION

1. APPROCHE MATHÉMATIQUE

« Le produit de convolution est un outil qui permet de trouver de manière simple la réponse d'un système linéaire et invariant à un signal d'entrée. »¹⁴⁹

Considérons un système $h(t)$, linéaire et invariant dans le temps, $e(t)$ un signal d'entrée et $s(t)$ un signal de sortie :

La réponse temporelle du système $h(t)$ au signal d'entrée $e(t)$ est donnée par :

$$s(t) = e(t) * h(t)$$

Passons maintenant dans le domaine fréquentiel. Soient $H(f)$, $E(f)$ et $S(f)$ les transformées de Fourier respectives des fonctions temporelles $h(t)$, $e(t)$ et $s(t)$:

La réponse fréquentielle du système H au signal E est :

$$S(f) = E(f) \cdot H(f)$$

Ainsi, une multiplication dans le domaine fréquentiel correspond à une convolution dans le domaine temporel.

Considérons maintenant deux fonctions f et g réelles, le produit de convolution de ces deux fonctions s'écrit de la façon suivante :

$$(f * g)(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x - t) \cdot g(t) dt = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot g(x - t) dt$$

¹⁴⁹ Brault P., *Traitement du signal, Notes de cours, Département mesures physique, IUT d'Orsay, 1999, 2000.*

2. APPROCHE PHYSIQUE

« Considéré plus physiquement, l'opérateur de convolution permet de trouver la sortie d'un système linéaire et invariant en effectuant la sommation, pondérée par la réponse impulsionnelle du système, des valeurs passées et présentes (en considérant le système linéaire « causal » donc $g(t_0)=0$) d'un signal d'entrée. »¹⁵⁰

Prenons maintenant un exemple très concret et appliqué au domaine du son :

Soient $E(f)$ la représentation fréquentielle d'une note de violon et $H(f)$ la réponse impulsionnelle d'une église. La multiplication, dans le domaine fréquentiel, de $E(f)$ par $H(f)$ me donnera la sortie $S(f)$, qui correspondra alors au résultat de cette note de violon jouée dans cette église.

¹⁵⁰ Brault P., *Traitement du signal, Notes de cours, Département mesures physique, IUT d'Orsay, 1999, 2000.*

III. LES TECHNIQUES D'AMÉLIORATION DU BINAURAL

1. LES TECHNIQUES D'INDIVIDUALISATION DES HRTF

La thèse de Patrick Vovor intitulée « *Application des techniques d'apprentissages statistiques à la prédiction d'HRTF* » regroupe différentes approches d'individualisation des HRTF. Intéressons nous à cette liste :

« – *Sélection d'un jeu d'HRTF au sein d'une base de données réduite par écoute interactive. Dans cette approche, on dispose d'une base de données de plusieurs jeux d'HRTF correspondant à différents groupes d'individus dont les facultés de localisation auditive sont similaires. Le jeu d'HRTF qui sera associé à l'auditeur est sélectionné à partir de tests de localisation sur plusieurs positions spatiales. Le risque est de choisir un jeu d'HRTF qui est proche de celui de l'auditeur pour certaines positions spatiales (celles testées) et éloigné pour d'autres. C'est une approche simple à mettre en oeuvre, mais elle offre des performances perceptives réduites.*

– *Sélection dans une base de données en fonction d'un critère de proximité morphologique (Zoltkin, Al). Cette approche joue sur la proximité morphologique du sujet dont on doit individualiser les HRTF, avec un sujet de la base. Cette méthode est également simple à mettre en place, mais elle nécessite une base de données importante d'HRTF, couplées à des mesures anthropométriques.*

– *Modèle de signal des HRTF (Middlebrooks). Cette méthode consiste à synthétiser le module d'un jeu d'HRTF d'un sujet, à partir d'un jeu d'HRTF connu, en effectuant des opérations de dilatation/compression (opération de warping) sur l'échelle des fréquences.*

– *Modèle basé sur une décomposition linéaire d'HRTF (Carlile, Jin, Leong). Cette approche utilise une ACP (Analyse en Composantes Principales) qui permet de constater que seul un petit nombre des coefficients obtenus permet de décrire les variations des grandeurs anthropométriques. L'objectif final est d'obtenir les coefficients acoustiques qui permettront de reconstituer un jeu d'HRTF "adapté" à un sujet donné, à partir des mesures d'un nombre réduit de paramètres anthropométriques. Cette technologie fait l'objet d'un brevet déposé.*

– Méthodes basées sur l'interpolation d'HRTF. Cette méthode utilise un algorithme de Clustering qui permet de réduire le nombre de mesures d'HRTF à réaliser sur l'auditeur. Ensuite, une interpolation (linéaire ou non) est effectuée pour reconstruire ses HRTF manquantes. Fahn et Lo utilisent l'algorithme LBG1 pour la phase de Clustering et effectuent une interpolation linéaire pour reconstruire le jeu complet d'HRTF d'un individu. Cependant d'autres méthodes d'interpolations comme l'ACP2 ou les réseaux de neurones (Nishino) sont utilisées. Mr. Durant utilise un algorithme génétique pour approximer les HRTF. »¹⁵¹

2. LE HEAD TRACKING

Le *Head-Tracking* (littéralement « suivre tête ») est un ensemble de techniques qui permettent de suivre les mouvements de la tête de l'auditeur, afin d'adapter son environnement sonore en temps réel. Pour ce faire, on utilise des caméras ou divers capteurs qui envoient leurs données à un processeur. Celui-ci en déduit l'azimut de la tête (c'est à dire son angle dans le plan horizontal) et modifie les HRTF utilisés, en temps réel. Le but est de se rapprocher d'un environnement sonore naturel.

En effet, dans un environnement naturel, si j'entends une source sonore (considérée immobile) devant moi et que je tourne la tête à droite, cette source sonore va se retrouver à ma gauche. Avec un casque maintenant, j'ai beau bouger la tête, cette source reste inlassablement devant moi. Avec le Head-Tracking, les HRTF seront modifiés en temps réel, de telle sorte que cette source passe progressivement du plan frontal à gauche.

De plus, comme je l'expliquais au chapitre II.1.A à la page n°19, bouger notre tête constitue une des astuces qui permet de lever les ambiguïtés avant/arrière. Intégrer cette possibilité à un système binaural permettra donc d'améliorer son rendu.

Pour plus d'informations concernant le head-tracking, le lecteur peut aller lire un article de V. Ralph Algazi et Richard O. Duda intitulé « *Immersive spatial sound for mobile multimedia* ». ¹⁵²

¹⁵¹ VOVOR Patrick, *Application des techniques d'apprentissages statistiques à la prédiction d'HRTF*, Sous la direction de LEMAIRE Vincent. Université Pierre et Marie Curie, Septembre 2005.

¹⁵² Disponible sur ce lien : http://dysonics.com/wp-content/uploads/2014/05/dysonics_immersive_spatial_sound_for_mobile.pdf

IV. MATÉRIEL DE PRISE DE SON UTILISÉ PENDANT CE MÉMOIRE

1. LA TÊTE ARTIFICIELLE

Une tête artificielle est un système microphonique qui a la forme d'une tête humaine et qui permet d'effectuer un enregistrement en binaural natif. Plutôt que d'utiliser ses propres oreilles, ce système est très pratique dans certaines situations (comme lors de longues séances d'enregistrement où il faudrait rester immobile par exemple). De plus, ce système permet de s'affranchir des bruits physiologiques de notre corps (respiration, déglutition etc.).

Voici une photographie prise lors de mes tests sur la voix, dans un studio de Radio France :



Plusieurs fabricants se sont lancés dans la fabrication de têtes artificielles : Neumann, Schoeps, Sennheiser, Knowles Electronics etc.

Dans ce mémoire, j'ai utilisé la tête artificielle KU 100 (Neumann). Voici un extrait de sa description que l'on peut trouver sur le site internet de Neumann¹⁵³ :

« La tête artificielle KU 100 est un microphone stéréophonique de type binaural. Elle ressemble à une tête humaine, et intègre deux capsules, intégrées dans les oreilles. En écoutant au casque un enregistrement réalisé avec la KU 100, on a l'illusion de se trouver à l'emplacement exact où se sont déroulés les événements acoustiques captés.

En utilisant une tête artificielle KU 100, l'écoute stéréo en binaural plonge l'auditeur au

¹⁵³https://www.neumann.com/?lang=fr&id=current_microphones&cid=ku100_description

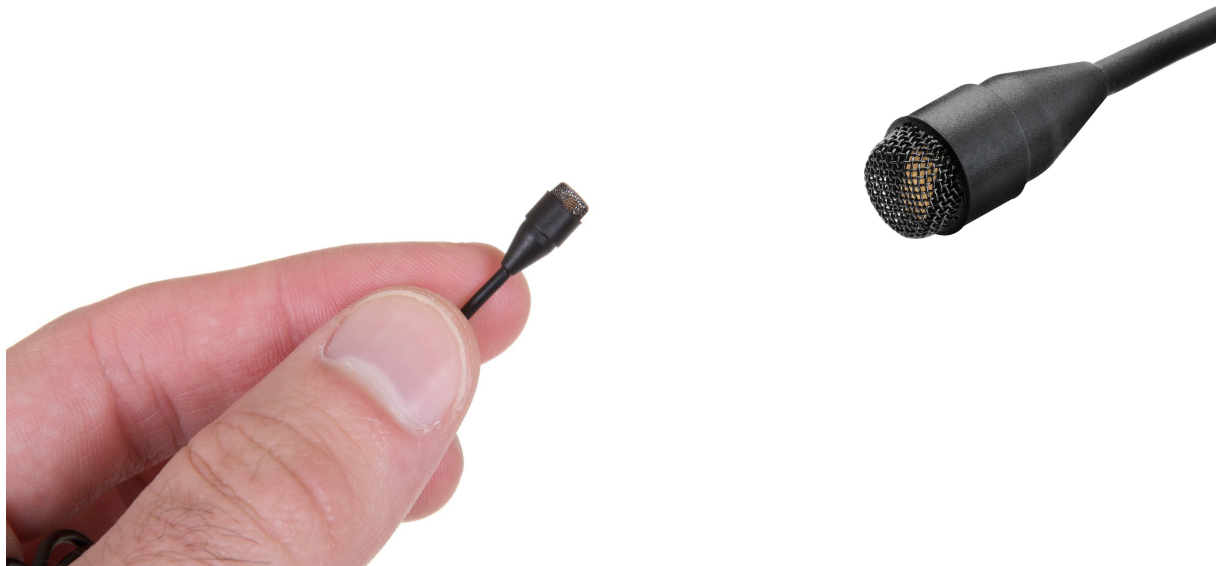
coeur même du phénomène sonore original, contrairement aux autres techniques d'enregistrement faisant intervenir une dimension spatiale, qui projettent l'événement acoustique devant l'auditeur[...]

Lorsqu'il est reproduit sur des enceintes acoustiques, le son ressemble beaucoup à celui qu'on capterait avec des microphones stéréo conventionnels, placés au même endroit, avec un surcroît de qualité : une perception spécifique de la profondeur spatiale.

La tête artificielle KU 100 est tout aussi facile à utiliser dans le cadre de la production de dramatiques radio, ou d'enregistrements musicaux lorsqu'il faut enregistrer simultanément l'acoustique de la salle. »

2. LES MICROPHONES DPA 4060

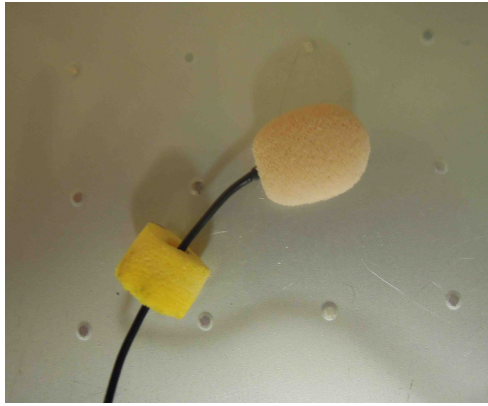
Les microphones DPA 4060 sont des microphones miniatures omnidirectionnels que l'on place à l'intérieur de nos oreilles afin de procéder à un enregistrement en binaural natif. (Les photographies ci-dessous proviennent des sites internet « Talamas »¹⁵⁴ et « Performance Audio »¹⁵⁵):



¹⁵⁴ <http://www.talamas.com/rentals/dpa-4060-omnidirectional-lavalier-microphone-element>

¹⁵⁵ <http://www.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.performanceaudio.com%2Fimages%2Fproducts%2F57%2F1500%2F37159.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.performanceaudio.com%2Fitem%2Fdpa-microphones-4060-bmk%2F37159%2F&h=938&w=1474&tbnid=823cqzJkOFUk9M%3A&zoom=1&docid=I6p0Y9bh3lhecM&ei=IsBdVdnsMYXfUfPlgMAD&tbnid=isch&iact=rc&uact=3&dur=1410&page=1&start=0&ndsp=23&ved=0CElQrQMwCw>

On peut également équiper ces microphones de bouchons d'oreilles afin d'éviter la formation d'une bosse spectrale dans les médiums, due à la cavité du conduit auditif. Sur les photos suivantes, on peut voir ces bouchons en jaune :



Si le lecteur souhaite avoir plus d'informations sur ce microphone, il peut consulter le site DPA à la rubrique « products » par le lien suivant :

[http://www.dpamicrophones.com/en/products.aspx?
c=item&category=128&item=24035](http://www.dpamicrophones.com/en/products.aspx?c=item&category=128&item=24035)

3. LE MICROPHONE DPA 5100

Le microphone DPA 5100 est un système embarqué de prise de son multicanal. Il se compose de cinq microphones disposés selon la norme de diffusion 5.1 (Left : -30°, Right : +30°, Centre : 0°, Surround Left : -110°, Surround Right : +110°). Le canal de grave est constitué de la sommation, du filtrage et de l'atténuation des cinq canaux précédents.

Voici, à gauche, une image extraite du manuel d'utilisation du DPA 5100 ; à droite, une photographie prise pendant la prise de son simultanée de ma voix par la KU 100 et le DPA 5100.

User's Manual
DPA 5100 Mobile Surround Microphone



Si le lecteur désire plus d'informations à ce sujet, il peut se rendre sur le site de DPA à la rubrique « *University/Surround Techniques/5100* » par le lien suivant : <http://www.dpamicrophones.com/en/Mic-University/Surround-Techniques/5100.aspx>

4. L'ENREGISTREUR SOUND DEVICE 788

Le Sound Device 788 est un enregistreur portable qui possède douze pistes d'enregistrement : huit entrées micro, une entrée AES et deux entrées auxiliaires.

Il m'a permis, pendant mon mémoire, de pouvoir enregistrer simultanément :

- Deux microphones 4060 et le DPA 5100 pour les ambiances

- La tête artificielle KU100 et le DPA 5100 ; ou bien un microphone mono, un couple stéréophonique et les deux pistes provenant de la tête artificielle KU100 pour les voix.



Le guide d'utilisation de cet enregistreur est disponible sur le lien suivant :

http://cdn.sounddevices.com/download/guides/788t_en.pdf

V. LE SPAT

1. BINAURALISER UNE VOIX MONO

Voici une des configurations du logiciel SPAT que j'ai utilisé afin de binauraliser une voix monophonique :



Le point jaune représente l'enceinte virtuelle dans laquelle est envoyée la voix monophonique.

Les réglages d'azimut et de distance dépendront de l'endroit où l'on souhaite que la voix soit entendue. Ici, elle est entendue au centre, et à une distance d'environ 2m.

Les réglages de la réverbération associée dépendront également du résultat souhaité. Voici la fenêtre de réglage de la réverbération :



2. BINAURALISER UN 5.0

Voici la configuration que j'ai utilisée pour binauraliser mes prises de son en 5.0¹⁵⁶ :



¹⁵⁶Si le lecteur souhaite aller sur le site de Flux afin d'avoir de plus amples informations sur le logiciel SPAT, il peut aller sur ce lien : http://www.fluxhome.com/products/plug_ins/ircam_spat-v3

VI. L'INTERVIEW DE CLAIRE AJAGAMELLE

Projet sur les pathologies liées à l'espace

- Est-ce que vous pouvez vous présenter ? (*nom – âge – métier*)
- Pouvez-vous me décrire le lieu dans lequel nous sommes ? et comment vous vous sentez dans ce lieu ?
- Si je vous dis « métro », qu'est-ce que ça vous évoque ?
- Selon vous, la claustrophobie c'est quoi ?
- Selon vous , quelles sont les origines de cette maladie ? *est-ce héréditaire ?*

- Quel est votre premier souvenir d'angoisse ? Y'a-t-il eu un élément déclencheur ?
- Pouvez vous nous raconter le souvenir qui vous a fait le plus peur ?
- Un souvenir qui soit vous fait rire sur le moment, ou avec le recul ?
- Pouvez-vous nous décrire cette sensation de claustrophobie ? *une couleur / un son ?*

- Faites-vous des rêves liés à la claustrophobie ?
- Pouvez-vous nous en raconter un ?
- Y'- a-il des rêves récurrents ?
- Pouvez-vous nous en raconter un ?
- Quelle est la situation fantasmée / imaginée, qui vous angoisse le plus ? Ce qui pourrait vous arriver de pire .

- Quelle sont les conséquences de cette maladie sur votre vie quotidienne et sociale ?
- Avez vous une recette – remède pour vous calmer ? Pouvez-vous nous la raconter ?
- Est-ce que cette maladie a développé en vous des compétences particulières ? des talents ?
- Vous allez voir un psychologue ? pouvez-vous nous décrire une séance type ?
- Est-ce que vous pensez pouvoir guérir ?

- Si je vous dis un film ?
- Un livre ?
- Une musique ?
- Selon vous, qu'est-ce qui est beau ?

VII. RAPPORT SON

A. DUBLIN : ETÉ 2014

Numéro de Prise	Lieu & Type d'enregistrement	Observations
00	Temple Bar <i>Prise binaurale seule : DPA 4060 placés dans mes oreilles</i>	Une voiture passe sur la droite : fonctionne bien au début, mais plutôt que de s'éloigner progressivement à l'arrière droite, elle passe à l'arrière gauche, traversant l'espace sonore arrière. On s'approche du violoniste : fonctionne bien Camion passe de l'avant à l'arrière sur la gauche : bien --> pas de souci à l'arrière comme la voiture du début -->> Le Mouvement Relatif
01	Dame Street <i>Prise binaurale seule : DPA 4060 placés dans mes oreilles</i>	Une porte claque à l'arrière droite : fonctionne assez bien Les voitures qui passent de droite à gauche Les piétons que l'on croise en traversant le passage -->> Le Mouvement Relatif et l'Immersion
02	Magasin du château <i>Prise binaurale seule : DPA 4060 placés dans mes oreilles</i>	Passage ext/int : fonctionne mais pas fulgurant. Peut-être faudrait-il plus le marquer en ayant un environnement extérieur plus bruyant. --> à comparer avec de la stéréo -->> Passage extérieur/intérieur
03	Traverser la rue <i>Prise binaurale seule : DPA 4060 placés dans mes oreilles</i>	3 étapes : J'attends : les voitures passent de gauche à droite (et inversement) à l'avant On entend le « bip » piéton à ma gauche Difficulté de bien cerner les deux plans de voitures (celles roulant de gauche à droite et celles de droite à gauche.) En théorie, les voitures les plus proches de moi circulent de droite à gauche (et oui, c'est l'Irlande !) mais parfois, si un élément a un volume sonore plus élevé (camion, bus...), on a l'impression qu'il passe au premier plan. Les voitures s'arrêtent et je traverse : on s'éloigne du « bip » indiquant que le feu piéton est vert . L'éloignement fonctionne, mais il y a comme un saut à un moment donné à l'arrière, le mouvement n'est pas continu.

		-> sensation étrange Puis, je suis de l'autre côté du passage : les voitures circulent à l'arrière -->> Passage avant/arrière
04	Traversée Pont <i>Prise binaurale seule : DPA 4060 placés dans mes oreilles</i>	Les mouettes me semblent venir d'en haut Les voitures circulent clairement de droite à gauche La traversée du 1^{er} pont n'est pas très convaincante, mais pousse à se demander si le thème de « la déambulation à l'intérieur d'une foule » ne mériterait pas d'être creusé Après le 1^{er} pont, on entend bien que la rue est à ma gauche, et le « silence » à ma droite, qui est en fait le fleuve Puis, on entend un bateau à droite. Il passe ensuite en frontal de droite à gauche quand je traverse le 2^{ème} pont La traversée du 2^{ème} pont n'est pas très intéressante non plus Par contre, après la traversée de la rue, je m'engouffre dans un passage/tunnel : on se sent réellement entouré, et les voix semblent venir d'en haut -> c'est un peu angoissant, on se sent petit parmi la foule. La réverbération due au fait que cette ruelle comporte un « toit » en pierre ajoute à cette impression. -->> L'impression d'être petit, encerclé par la foule dans un lieu étroit et « long », type tunnel
05	Entrée dans Ashfield House (auberge de jeunesse) <i>Prise binaurale seule : DPA 4060 placés dans mes oreilles</i>	Le son de la porte qui s'éloigne et se ferme. Le fait que celle-ci se ferme derrière nous n'est pas flagrant. Peut-être aurais-je du rester plus près de la porte lors de la fermeture ? « Merci » : c'est trop court pour s'en rendre compte, mais je crois que ma voix est ressentie comme intérieure, de la même manière que je la perçois dans la vie courante et non comme quelqu'un de l'extérieur l'entend --> à creuser : peut être intéressant pour une voix subjective, une voix intime, une voix off etc... -->> Recherches à faire sur les portes et les voix
06	Demande clef_escaliers_chambre	Au tout début, le changement d'ambiance est rapide mais intéressant --> à creuser : passage petit espace/grand

	<i>Prise binaurale seule : DPA 4060 placés dans mes oreilles</i>	espace (ou le contraire) Ouverture de la porte sur le devant, fermeture à l'arrière : fonctionne, mais n'est pas si flagrant que ça : ai entendu mieux dans CD Alan : lui poser la question Même remarque que précédemment sur la voix -->> Recherche à faire sur les portes, les passages petit/grand volume et les voix
07	Traversée rue <i>Prise binaurale (DPA 4060 placés dans mes oreilles) + couple stéréophonique XY angulés de 90° (micros internes du zoom H4N)</i>	On entend des travaux au loin (gauche) : grande profondeur avec le binaural (beaucoup moins avec la stéréo) Externalisation avec le binaural Par contre, sans la stéréo, le binaural manque de présence (en timbre et en « remplissage » de la zone frontale : voitures...) -->> Externalisation, profondeur
08	Travaux <i>Prise binaurale (DPA 4060 placés dans mes oreilles) + couple stéréophonique XY angulés de 90° (micros internes du zoom H4N)</i>	On s'approche puis on dépasse la zone de travaux : fonctionne très bien, sauf une fois à l'arrière, j'ai une impression de « vacillement » gauche/droite. Externalisation flagrante Cependant : stéréo : plus de présence Je me rends compte que mes angles de prises de son diffèrent trop, ce qui rend la comparaison faussée. Ajouter la stéréo peut être intéressant pour ajouter du grave et de la présence sur le plan frontal (qui peut manquer au binaural), mais attention aux incompatibilités : ici, à environ 1min19, une voiture passe sur la droite puis passe à l'arrière droite (en binaural), en ajoutant la stéréo : la voiture se dédouble ! Une passe à l'arrière et l'autre part à l'avant droite. -->> Externalisation, passage avant/arrière
09	Grafton Street <i>Prise binaurale (DPA 4060 placés dans mes</i>	Promenade dans une rue : beaucoup de musiciens en chemin -> fonctionne bien : on sent quand on s'approche et s'éloigne de chacun. Ps : Je me suis parfois tournée face aux musiciens : ce qui est assez perturbant, notre corps de bougeant pas à

	<i>oreilles) + couple stéréophonique XY angulés de 90° (micros internes du zoom H4N)</i>	l'écoute, on a l'impression que la scène sonore tourne autour de nous (à utiliser comme effet, si celui-ci est voulu --> effet de tournis ?) La stéréo apporte cependant de l'aigu : le binaural seul est un peu sourd. Cela s'entend surtout sur la musique --> Attention à la cohérence de la scène sonore Binaural seul : un peu sourd Bonne immersion et mouvement relatif
10	Shopping center <i>Prise binaurale (DPA 4060 placés dans mes oreilles) + couple stéréophonique XY angulés de 90° (micros internes du zoom H4N)</i>	L'annonce du début : binaural seul : la voix est sourde, comme dans « un bocal », et ressentie dans la tête stéréo seule : voix loin et très détimbrée les 2 : la voix est entendue comme si elle émanait de moi, presque comme je l'entends d'habitude Pas très intéressant si ce n'est le début : passage extérieur/intérieur. On ressent plus ce changement d'ambiance en binaural Beaucoup de souffle en stéréo --> Recherche sur les voix Passage ext/int

B. PARIS : LE 17 JANVIER 2015

Numéro de Prise	Nom de la prise	Observations
00	<i>Métro 5</i>	La porte du métro se referme : l'ambiance change soudain et se referme. L'effet est beaucoup marquant en binaural qu'en stéréo. Un portable sonne. Assez similaire en binaural et en stéréo : sauf l'externalisation -->> Effet d'enfermement Externalisation
01	<i>Stalingrad</i>	Sons caractéristiques du métro quand il « bringuebale ». En binaural : on se sent réellement DANS le métro, en stéréo : on voit la scène de l'extérieur. L'annonce « Stalingrad » : en binaural on localise bien/réaliste. En stéréo : le couple est mal placé : très détimbré. Ce problème de placement est dû à la difficulté de placer un couple stéréo dans un environnement aussi bondé que le métro. -->> Immersion DANS la scène Confort et praticité du binaural natif dans un environnement bondé
02	<i>Ouverture et fermeture</i>	A l'ouverture et à la fermeture : réel changement d'ambiance en binaural. L'image s'ouvre et se referme. Fonctionne moins en stéréo. Un homme dit « pardon ». En binaural : on sent sa présence à notre gauche, assez proche de nous. En stéréo, il est au centre-gauche. -->> Effet d'ouverture et d'enfermement Possibilité de parler « à l'oreille » de quelqu'un
03	<i>SDF Jaurès</i>	Démasquage des paroles du SDF en binaural : grâce à la spatialisation et grâce au meilleur placement des micros. Lorsqu'une dame dit « ha les trucs fluorescents », en stéréo tout se mélange, en binaural la dame est à gauche et le SDF à droite, ce qui permet le démasquage. -->> Démasquage spatial dû à l'angle de prise de son du binaural qui est de 360°, contrairement à un couple stéréo qui ne peut pas dépasser les 180°
04	<i>Pardon</i>	Un homme me dit pardon à l'oreille droite -> même remarque que précédemment + stéréo très détimbrée à cause du mauvais

		placement --> Possibilité de parler « à l'oreille » de quelqu'un Confort et praticité du binaural natif dans un environnement bondé
05	<i>Sortie Métro</i>	Belle porte qui s'ouvre. Très large. L'ambiance change. Dans le métro : confinement. Une fois la porte ouverte : on sent un espace beaucoup plus grand. Ouverture de l'ambiance. --> Effet d'ouverture : petit espace confiné/grand espace
06	<i>Préau Philharmonique</i>	Cette ambiance réverbérée est très enveloppante en binaural. Cependant la stéréo ajoute de l'extrême aigu qui pourrait manquer avec les micros binauraux seuls. --> Enveloppement environnement réverbéré.
07	<i>Cris enfant</i>	On entend un enfant crier. Il arrive du fond à droite, passe à côté de moi et me dépasse. En stéréo, l'effet marche assez bien, on comprend le mouvement, mais le binaural est différent sur la perception de la proximité. En effet, lorsqu'il est à notre niveau, on l'entend bien plus proche au binaural qu'en stéréo. Cela est-il dû au placement des micros ? Ou au binaural en lui-même ? --> Proximité
08	<i>Métro arrière avant</i>	Je suis sur un quai de métro. On entend un premier métro arriver par l'arrière droit et le second par l'avant gauche. Avec les DPA 4060, cela fonctionne très bien. En stéréo, tout est ramené au premier plan. --> Avant/Arrière
09	<i>Entrée dans métro</i>	J'entre dans la rame de métro et la porte se ferme derrière moi. Fonctionne assez bien en binaural --> Plan arrière
10	<i>Toux</i>	Un homme tousse sur la gauche. On l'entend bien à gauche avec les deux systèmes, mais il est externalisé et très précisément localisé avec le binaural. En stéréo, il est « dans la tête » et non à côté de moi.

		-->> Externalisation
11	<i>Le Bocal</i>	On remarque, surtout ici, qu'il y a beaucoup de graves dans le binaural. Il manque un peu d'aigus et le son est un peu sourd. Peut-être est-ce dû à la cavité de mon oreille que je n'ai pas bouchée. Cela dit, ce phénomène peut être exploité dans le cadre de mon documentaire sur la claustrophobie. En effet, cet effet « sous le bocal » peut appuyer la sensation d'enfermement. -->> Son un peu sourd. Manque d'aigu, trop de médium.
12	<i>Gare</i>	Toujours cette impression de « bocal » en binaural Belle réverbération et impression d'espace en binaural Chaussures à talons d'une dame : spatialisation plus précise et un peu plus fluide en binaural (moins de trou) qu'en stéréo + externalisation. -->> Son un peu sourd Spatialisation plus précise et linéaire Externalisation
13	<i>Rue</i>	Binaural : Spatialisation avant (voiture/moto)/arrière (vélo) Spatialisation sur les côtés plus précise : on comprend les mouvements -->> Spatialisation globale/fluidité des mouvements Avant/Arrière
14	<i>Escalator</i>	Bel escalator ! Timbre et spatialisation
15	<i>Bondé</i>	Je suis dans un couloir de métro bondé. L'ambiance y est beaucoup plus pesante en binaural. Le manque d'aigu est cependant notable. -->> Lieu bruyant et réverbéré : pesant -> bien pour claustrophobie. Manque d'aigu cela étant.

C. LES AMBIANCES (RADIO FRANCE DU 16/02/2015 AU 25/02/2015)

Chap	Prise	Lieu	Observations
AmbINT	T01	Hall	L'espace s'ouvre lorsque l'on passe de la stéréo aux 4060. L'espace y est plus naturel, plus profond. Il y a également moins de souffle (d'une part l'énergie se répartit sur 360° et non sur 100°, et d'autre part on a seulement deux micros et non cinq). Les personnes, en parlant, qui passent à notre gauche sont beaucoup plus présentes en binaural natif qu'avec le DPA5100. On a la sensation qu'elles passent près de nous. -->> Ouverture et impression d'espace plus naturelle avec le binaural natif qu'avec le binaural par traitement du signal. Spectre plus équilibré également. Par rapport à la stéréo : implication de l'auditeur à l'intérieur de la scène sonore. Il n'est plus spectateur mais devient acteur. « <i>Le binaural donne à entendre</i> ».
	T02	Agora	Pour des ambiances faibles et réverbérantes, le binaural natif et la stéréo ont une meilleure qualité de timbre et d'espace que le DPA5100. La différence entre le binaural natif et la stéréo sera la place de l'auditeur par rapport à la scène. -->> Respect du timbre en stéréo et en binaural natif. Différence de positionnement de l'auditeur par rapport à la scène : soit il est face à elle, soit à l'intérieur.
	T03	Passages ambiances	Plus on va vers des ambiances faibles, plus l'intérêt du binaural natif en termes de souffle est probant. -->> Faible souffle en binaural natif : seulement deux micros, et répartition de l'énergie sur 360°.
	T04	Ascenseur	A la fermeture de l'ascenseur, le changement d'ambiance, l'enfermement, se ressent plus en binaural. On ne regarde pas un ascenseur se fermer, mais on est dedans --> implication de l'auditeur à l'intérieur de la scène. L'effet fonctionne mieux en binaural natif qu'avec le DPA5100, compte tenu des qualités naturelles en timbre et en profondeur. -->> Impression d'enfermement plus intense en binaural qu'en stéréo : l'espace se referme tout autour de nous, pas seulement devant nous. L'auditeur est <i>dans</i> la scène.
	T05	Ascenseur et porte du couloir	Mêmes remarques que précédemment sur le changement d'ambiance (à l'ouverture de la porte de l'ascenseur ou à la fermeture de la porte du couloir). Le contraste entre une

			atmosphère close et un espace ouvert est plus marquant en binaural natif. -->> Ouverture et impression d'espace plus naturelle avec le binaural natif. Spectre plus équilibré également. Implication de l'auditeur à l'intérieur de la scène sonore. Il n'est plus spectateur mais devient acteur.
	T06	<i>Escaliers</i>	Dans la cage d'escalier, le binaural natif et la stéréo se ressemblent d'un point de vue spectral. La différence se situe sur la répartition du souffle, sur l'externalisation et sur la place de l'auditeur. Le DPA5100, lui, possède moins d'aigu : il a un spectre plus resserré. La porte que l'on entend se refermer lorsque je suis au milieu des escaliers est intéressante de par son environnement réverbéré. On entend ici cette notion d'auditeur à <i>l'intérieur</i> ou <i>face</i> à la scène. En binaural, cette porte se situe dans le même espace que nous, et nous enferme. En stéréo, on regarde cette porte se refermer. -->> Le binaural natif permet une précision spatiale, moins de souffle, celui-ci étant mieux réparti, et une externalisation du son.
	T07	<i>Claquement de porte</i>	La première de ces trois portes a été enregistrée en binaural natif. La seconde et la troisième sont des prises de son mono binauralisées par le SPAT. L'une est entendue légèrement à gauche tandis que l'autre est à 180° (donc dans le plan de symétrie de la tête). Malgré le fait que le SPAT abîme un peu le spectre originel, il est plus clair que la porte claque à l'arrière qu'en binaural natif. Décaler cette porte légèrement sur la gauche (ou la droite) permet également de lever les ambiguïtés avant/arrière.
	T08	<i>Petit garçon</i>	On entend un petit garçon qui chante. En binaural natif, il est situé à gauche à quelques mètres. En stéréo, il est toujours à gauche, mais on évalue moins facilement la distance : il n'est pas externalisé. Avec le DPA5100, il est plus au centre mais bien placé en profondeur. -->> Le binaural permet l'externalisation
BILAN AmbINT			On retient les qualités spectrales du binaural natif, sa restitution de l'espace, et son faible souffle. Enfermement plus intense -->> à creuser pour le documentaire. Cependant, pour des éléments ponctuels (porte etc.) il est parfois préférable de binauraliser une prise monophonique via le SPAT si on veut restituer ce son à

			l'arrière.
AmbEXT	T09	<i>Ascenseur et parking</i>	C'est dans des ambiances réverbérées, comme celle du parking, où on se rend vraiment compte des différentes places de l'auditeur. Les pas sont entendus soit comme provenant d'une femme qu'on imagine marcher, dans un cadre, devant nous ; soit dans un lieu où nous sommes nous même plongés. De même avec l'ascenseur ou encore la porte de la voiture qui se ferme. On regarde la scène : <i>donner à voir</i>, ou bien on est dans la scène : <i>donner à entendre</i>. On remarque également que la binauralisation a ôté la partie grave du spectre : en effet, on a plus de grave sur la piste STEREO que dans la piste BINO, alors que ce sont les mêmes micros. Il est plus simple d'enregistrer en proximité des sources ponctuelles (clefs, porte...) avec le DPA5100. En effet, approcher ses propres oreilles de la source voulue n'est pas toujours une mince affaire. Dans le cas présent, cette proximité n'est pas nécessaire, mais pourrait l'être dans d'autres situations. -->> Une ambiance réverbérée permet de réellement plonger l'auditeur <i>dans</i> la scène. La binauralisation par traitement du signal coupe une partie des basses. Les sources ponctuelles peuvent être plus facilement enregistrées en proximité avec le DPA5100.
	T10	<i>Installation dans la voiture</i>	Pendant l'installation du conducteur, il est difficile de placer correctement le DPA 5100 sans le gêner. C'est pour cela que les 4060 rendent mieux le point d'ouïe subjectif : ils sont réellement à la place du chauffeur, pas à côté. -->> Facilité de placement des microphones 4060 dans certains cas.
	T11	Trajet en voiture	Pendant le trajet, on remarque (surtout sur les obstacles type dos d'âne, trou dans la chaussée...) que le couple stéréo possède plus de graves que les 4060. Par contre, la version binaurale par traitement du signal n'en a presque plus ! Au niveau de l'espace : le binaural permet de démasquer les sources et de mieux comprendre l'espace qui nous entoure. A 1m33 du fichier, on entend une voiture qui passe d'avant en arrière sur notre gauche. En stéréo, cette voiture est masquée,

			en binaural on l'entend distinctement. -->> Le binaural par traitement du signal atténue beaucoup les graves. De manière générale, le binaural permet de démasquer les sources.
	T12	<i>Métro 12</i>	Le binaural natif permet de démasquer les sources. On entend bien mieux la discussion entre un homme et une jeune femme dans cette séquence, qu'avec les deux autres systèmes. Quand le métro est en marche, on entend bien les deux positions de l'auditeur <i>dans</i> ou bien <i>face</i> à la scène sonore, selon si on est en binaural ou en stéréo. -->> Le binaural natif permet le démasquage des sources. Tout d'abord, par rapport à la prise stéréo, la rumeur est répartie sur 360°, ce qui permet de démasquer les sources ponctuelles. D'autre part, par rapport au binaural par traitement du signal, le timbre est plus large et plus clair.
	T13	<i>Annonce SNCF</i>	Le binaural natif permet de démasquer la voix de l'annonce SNCF. En binaural par traitement du signal ou en stéréo, il faut faire un effort plus important pour entendre distinctement cette voix. -->> Démasquage en binaural natif.
	T14	<i>Métro</i>	Démasquage des voix en binaural natif. On entend distinctement deux femmes parler devant moi à gauche. En binaural par traitement du signal ainsi qu'en stéréo, ces voix se perdent un peu dans la masse. La porte du métro qui s'ouvre sur la fin est intéressante. Seul le binaural natif nous fait entendre cette ambiance qui s'ouvre. La stéréo et le DPA 5100 nous font seulement entendre le son de la porte, mais le changement d'ambiance n'est pas flagrant. -->> Démasquage en binaural natif. L'ambiance s'ouvre en binaural natif : élément intéressant quant au sujet des phobies de l'espace.
	T15	<i>Ambiance rue avec oiseaux</i>	Il est curieux de remarquer qu'il y a une différence de perception de la hauteur des oiseaux en binaural par traitement du signal et en stéréo. Le DPA 5100 n'étant pas censé faire entendre le plan zénithal. Peut-être est-ce dû à une différence spectrale : le binaural par traitement du signal possédant moins de graves.

			En binaural natif, il est logique de percevoir ces oiseaux plus en hauteur. Les deux voitures à la fin passent de l'avant à l'arrière en binaural : on les entend s'éloigner distinctement. En stéréo, on comprend qu'elles s'éloignent grâce à nos connaissances, mais si on écoute bien, on les entend rester dans le plan frontal. -->> Perception de la hauteur et du plan arrière en binaural
	T16	<i>Couloir</i>	Un homme passe en disant « Déjà que les mecs fassent la radio ». Le binaural permet d'avoir une perception avant/arrière, ce qui n'est pas possible en stéréo. -->> Perception avant/arrière en binaural.
	T17	<i>Métro avant/arrière</i>	Il est plus clair, lors de l'arrivée du premier métro, que celui-ci est à l'arrière en binaural natif qu'avec les autres systèmes. Cependant, ce n'est pas limpide non plus. La porte qui se referme ensuite, elle, est clairement située à l'arrière en binaural natif, tandis qu'on ne sait pas réellement où la placer avec le DPA 5100. -->> Plan à l'avant et à l'arrière en binaural natif. Certains sons sont plus localisables que d'autres : peut-être faut-il des transitoires ?
	T18	<i>Voiture à l'arrière</i>	En binaural natif, on entend distinctement une voiture passer à l'arrière. EN binaural par traitement du signal, on l'entend sur la fin de son passage, le début étant masqué. En stéréo, on n'entend que la fin également, et sur l'avant gauche. -->> Distinction avant-arrière en binaural natif.
	T19	<i>Musique et Bus</i>	On entend bien l'absence des fréquences basses dans la version binaurale par traitement du signal par rapport aux versions stéréo et binaurale native. -->> La binauralisation par traitement du signal coupe une partie des basses.
	T20	<i>Couloir métro</i>	On se sent plus entouré par le binaural natif. Cette immersion permet d'augmenter le malaise voire l'angoisse face à cette foule qui nous entoure. ? Petit garçon à l'arrière -->> Augmentation de la sensation d'angoisse grâce à la sensation d'immersion : intéressant pour mon documentaire.

	T21	<i>Foule gare du nord</i>	Cet exemple est très intéressant. La foule étant tout autour de moi et le lieu étant réverbérant, le binaural natif nous dévoile tout son intérêt. On est entouré par cette foule, certaines voix passent près de nous. En binaural par traitement du signal, la dégradation du timbre empêche cette immersion. Quant à la stéréo, l'ambiance est belle mais non enveloppante. -->> Bon exemple de l'enveloppement du binaural natif. Conditions = sons tout autour + réverbération
	T22	<i>Rue des fillettes</i>	Le contraste gauche/droite (respectivement mur/rue) est moins marqué en binaural par traitement du signal. Les voitures sont entendues plus au centre qu'avec les 4060 ou en stéréo. Peut-être que la présence du canal central tend à recentrer les sources. Idem que précédemment quant à l'aspect réaliste et naturel des 4060 comparé aux deux autres systèmes. Le timbre pêche en binaural par traitement du signal. On se rend compte sur les voix qu'on entend « ça va ? et le boulot ça va ? » que le binaural natif externalise mieux que me DPA 5100. La stéréo est belle et assez proche des 4060 sur le plan spectral. La différence se situe au niveau de l'espace. Dans ce cas particulier où un mur est à ma gauche et les voitures à ma droite, il y a une confusion en stéréo due aux premières réflexions que sur le mur de gauche. On perçoit le son des voitures « ricocher » sur ce mur et on ne sait plus alors vraiment ce qui se passe. En binaural (natif ou non) on n'a pas ce problème. Il est clair que les voitures sont à droite. -->> Le binaural par traitement du signal réduit la largeur gauche/droite (dans le cas d'un 5.1 binauralisé) et externalise bien moins efficacement qu'en natif. Dans le cas particulier d'une source sonore d'un côté et d'une surface réfléchissante de l'autre, le système stéréo peut porter à confusion. Le binaural est plus clair quant à la spatialisation.
	T23	<i>Fermeture porte métro</i>	Le binaural natif est très sensible aux mouvements d'air. Souvent, sur les fermetures de portes, les membranes se collent, tandis que le DPA 5100 résiste bien. -->> Sensibilité du binaural natif face aux mouvements d'air.
	T24	<i>Pops</i>	Problème lié au binaural natif : apparition de « pops ». Je ne suis pas sûre de l'origine de ce problème. Ces « pops » sont parfois au rythme de ma marche, comme si quelque chose venait à cogner la membrane, ou bien le câble. Je crois que c'est également lié au port d'un casque en mousse anti vent. Ce souci est d'autant plus gênant qu'on ne s'en rend pas compte

			immédiatement. En effet, comme on ne peut pas porter de casque, lorsqu'on travaille en binaural natif, on ne perçoit le problème qu'en regardant les vu-mètres bouger, ce qui n'est pas toujours évident.
	T25	<i>éternuement</i>	Le binaural natif permet le point d'ouïe subjectif quant aux bruits de notre corps. Cet éternuement intempestif en est un bel exemple ! Cependant, contrairement à tout autre système que l'on peut éloigner de soi pour éviter d'enregistrer ces bruits non désirés, le binaural natif nous piège. -->> Point d'ouïe subjectif en binaural natif. Impossibilité de bouger le système binaural natif, pour éviter d'enregistrer les bruits du corps.
	T26	<i>Escalator</i>	Ici se passe quelque chose d'intéressant. Le mélange de l'escalator et de l'annonce indistincte de la RATP est assez étrange en binaural par traitement du signal. La couleur et la non précision spatiale permettent d'en faire ressortir une ambiance particulière, presque fantastique, angoissante. Le réalisme du binaural natif et de la stéréo permet moins cette étrangeté intéressante. -->> Utiliser les défauts du binaural par traitement du signal comme élément créatif.
	T27	<i>Métro 4</i>	La première porte qui se referme est différente pour les 3 systèmes de prise de son. Il y a un crescendo émotionnel quand on passe de la stéréo au binaural natif, en passant par le binaural par traitement du signal. En effet, le point de vue interne que permet le binaural nous plonge dans la scène. La fermeture de la porte nous enferme <i>nous</i>, on ne la regarde pas se refermer sur quelqu'un <i>d'autre</i>. Ensuite, le binaural natif, de par sa qualité spectrale, nous permet de mieux ressentir le poids de la porte (dans le grave), ainsi que son réalisme (précision dans l'aigu). De même, on se sent plus « attaqué » par les nombreuses toux en binaural natif. On peut les entendre très proches de nous.
BILAN AmbEXT			On retient la qualité du binaural natif quant au timbre et la restitution de l'espace. Place de l'auditeur <i>dans</i> la scène + impression d'ouverture lorsque l'on passe de n'importe quel système au binaural natif -->> à creuser pour le documentaire. Voir l'aspect pratique du DPA 5100 ou du binaural natif selon les cas. Problèmes du binaural natif : bruits physiologiques, mouvements d'air.

D. LES VOIX (RADIO FRANCE DU 16/02/2015 AU 25/02/2015)

Chap	Prise	Pistes à comparer	Observations
Voix 1	T01	DIN/KU100	La KU100 possède plus d'aigus. On place la voix dans un espace, on l'externalise. La stéréo est entendue dans la tête. La différence est assez légère. -->> On place la voix dans un espace réel, comme si elle émanait d'une personne en face de nous. La voix n'est plus entendue <u>dans</u> la tête mais à l'extérieur.
	T01	MONO/ MONOBINO	La binauralisation artificielle permet également d'externaliser la voix. Elle n'est plus entendue <u>dans</u> la tête mais à l'extérieur, en face de nous. Ici, la différence est flagrante. En effet, on passe d'une prise mono de proximité où la voix est <u>collée</u> et <u>dans</u> la tête, à une voix spatialisée, éloignée et extériorisée. La piste mono est peut-être cependant plus intime. Elle est plus chaude, possède plus de graves. -->> On voit ici une différence intéressante de point d'ouïe : un interne, intime et un externe.
	T01	MONOBINO/ KU100	L'espace est ressenti plus naturel avec la KU100. Cependant, l'espace est figé et ne pourra être modifié au mixage. Le souffle est également plus fort. Le mono binauralisé est assez pratique en situation de documentaire. Cela permet de ne pas à avoir recours à une microphonie trop diverse. Un seul microphone en proximité suffit (ce qui évite l'apparition de souffle), la spatialisation se fera en studio. -->> Le binaural natif permet un son de meilleure qualité en terme d'espace, de profondeur et de naturel. Cependant, la binauralisation par logiciel permet d'être plus léger sur le terrain, et offre une plus grande liberté au mixage. On s'affranchit également du souffle.
	T02 et T03	4060	<i>Les membranes sont tournées vers l'extérieur</i> T02 : La voix est claire.
		T02 : oreilles	T03 : Une bosse dans le haut medium apparaît. La voix est

		<i>bouchées</i> <i>T03 : oreilles non bouchées</i>	moins claire, plus resserrée. Dans tous les cas, on entend des bruits de déglutition, des bruits de bouche, nombre de bruits parasites. (Ces deux prises comportent beaucoup de souffle, dû à la ventilation non contrôlable du studio) -->> Boucher les oreilles permet d'éviter la création d'une bosse dans le haut-medium, due à la résonnance du conduit auditif. Cependant, en situation de documentaire, il n'est pas très confortable d'avoir les oreilles bouchées. Que ce soit pour l'ingénieur du son dont les oreilles sont le premier outil, ou pour les intervieweurs et interviewés qui sont en situation fragile de communication. Aucun des deux cas ne permet d'éviter les bruits de déglutition et autres sons parasites, propres au binaural natif.
	T04 et T05	<i>4060</i> <i>T04 : oreilles bouchées</i> <i>T05 : oreilles non bouchées</i>	<i>Les membranes sont tournées vers l'intérieur</i> -->> Même conclusion que ci-dessus.
	T01 et T04	<i>T01_4060 : memb vers l'extérieur</i> <i>T04_4060, T04_MONO et T04_4060+MONO: memb vers l'intérieur</i>	<i>Les oreilles sont bouchées</i> T01 : La voix contient moins d'aigus que dans la prise suivante. Elle est également moins proche. T04 : Le son contient plus de plosives et de bruits de bouche. La voix est très proche, et entendue comme émanant de notre tête, mais venant de la périphérie, pas de l'intérieur de cette dernière. On ne perçoit que très peu l'influence de la salle. Le timbre ressemble plus à celui que l'on connaît de sa propre voix, mais il manque de corps, de timbre. Associé à un microphone mono, on obtient une voix proche de celle que l'on perçoit lorsqu'on s'entend soi-même parler. -->> On obtient un point d'ouïe proche du subjectif. La voix ressemble à celle que l'on perçoit lorsque l'on s'entend soi-même parler.

			Cependant, d'un point de vue pratique, il n'est pas évident d'équiper la personne interviewée de la sorte. Trop de technique peut gêner le contact et l'émotion passera moins dans l'enregistrement. --> trouver un autre moyen ? Bernard Lagnel : enregistrer la voix très proche de la KU100 avec un micro mono via une enceinte ?
BILAN Voix 1			On observe ici trois point d'ouïe : un interne (mono), un externe (KU100, mono binauralisée, stéréo) et un subjectif (binaural natif dans les oreilles de l'interviewé). Ces différences pourraient être intéressantes à exploiter dans le cadre d'un documentaire radio. Selon ce que dit la personne interviewée, on pourra changer notre point d'écoute, et ainsi adopter une vision interne (récit intime), subjectif (récit au présent et à la première personne) ou externe (recul, rester en retrait). Cependant, un des problèmes du binaural natif et l'apparition de sons intempestifs : déglutition, bruits de bouche etc...
Voix 2	T06 T07 (proche KU100) T08 (proche DPA5100)	<i>T06 : BINO/MONOBINO STEREO/KU100</i> <i>T07 et T08 : BINO/STEREO / KU100</i>	En stéréo, comme la voix est entendue <u>dans</u> la tête l'effet est moins marquant qu'en binaural. On ne sent pas la présence de quelqu'un qui nous parle à l'oreille, bien que la voix soit proche. Avec la KU100, en extrême proximité, le chuchotement de la voix est entendu très proche au casque, presque palpable. On a l'impression que quelqu'un est à côté de nous. On n'obtient pas un résultat d'une telle proximité avec le DPA5100. Il est plus difficile de viser le bon endroit sur « la selle de cheval » pour obtenir un son qui sera restitué proche de l'oreille. La voix est moins bien timbrée. En mono binauralisée, on n'obtient pas le même réalisme qu'avec la KU100, mais on a une proximité très satisfaisante. En situation de documentaire, cette solution nous permet de ne pas à avoir à faire déplacer la personne autour d'une tête binaurale (artificielle ou non), ce qui peut être un avantage ou un inconvénient, selon les situations. --> On préférera le binaural natif ou le binaural par traitement du signal selon que l'interviewé se déplace ou non, selon le nombre de microphones que l'on peut utiliser et selon la flexibilité que l'on souhaite garder en postproduction.

T09 et T10	<i>BINO/STEREO / KU100</i>	En stéréo, le rapprochement se fait en termes de niveau et de timbre, mais pas de réelle sensation de placement dans l'espace, la voix est toujours entendue <u>dans</u> la tête. La KU100 est la plus naturelle quant à la restitution de l'espace. Avec le DPA5100, l'espace est moins « naturel », mais le déplacement reste linéaire et satisfaisant. La voix est moins bien timbrée.
T11	<i>KU100/ MONOBINO</i>	Au delà de 2m, il est difficile de rendre l'espace aussi naturel avec le SPAT qu'avec la KU100. En deçà de cette distance, la prise KU100 et la prise mono binauralisée sont tout à fait comparables. Sauf en extrême proximité, où, comme on l'avait déjà remarqué, la KU100 est plus convaincante.
T12	<i>KU100/ KU100ENCEINTE</i>	Les prises KU100 avec ma voix réelle ou avec ma voix enregistrée en mono puis diffusée par l'enceinte sont très ressemblantes. Les différences de timbre sont dues au rendu spectral de l'enceinte qui n'est pas parfait. Les écarts de réverbération sont sûrement dus à la différence de directivité de la voix et de l'enceinte. : lorsque je parle et lorsque l'enceinte diffuse ma voix, la salle n'est donc pas excitée de la même manière. -->> Pour obtenir un effet de rapprochement de la voix dans un documentaire radiophonique, on pourra donc avoir recours à trois solutions différentes. Soit directement à la prise, si les conditions permettent de faire bouger comme on le souhaite l'interviewé, soit en postproduction. Dans ce cas, on utilisera un micro mono à l'enregistrement. On préférera la méthode native avec diffusion sur enceinte ou la méthode logicielle selon la distance à laquelle on souhaite placer la voix, selon la difficulté de reproduire le mouvement en faisant bouger une enceinte, selon la qualité de l'acoustique voulue, ainsi que selon les moyens dont on dispose (un lieu avec une bonne acoustique et une tête Neumann ou un logiciel adapté)
BILAN Voix 2		On en conclut que le binaural natif permet d'avoir une meilleure reconstitution de l'espace ainsi qu'un effet d'extrême proximité très intéressant. Cependant, selon les conditions du tournage, on peut être amené à ne vouloir utiliser qu'un microphone mono lors de la prise. Une solution logicielle ou de rediffusion et réenregistrement en binaural natif est alors à envisager. Chacune possède des avantages et inconvénients à prendre en compte pour chaque cas.

Voix 3	T13	<i>BINO/STEREO / KU100 (+ MONO à chaque fois pour les réponses de Mr Lapadite)</i>	Le DPA5100 amène du souffle. L'espace est moins naturel qu'avec la KU100. La voix est moins bien timbrée et la différence entre une position lointaine et une extrême proximité est moins grande. Dans les deux cas, subsiste un problème de non crédibilité du mouvement rotatif. On a l'impression que la voix flotte autour de nous, qu'elle n'a pas de corps. Peut-être entendre les bruits de pas ou de vêtements aiderait à redonner de la chair à cette voix ?
	T14	KU100	(même scène que la T13 mais en portant des chaussures à talons et en prenant plus de temps) En entendant le bruits des pas, la voix prend corps. On n'a moins l'impression qu'elle flotte comme dans la prise précédente. De plus, je prends plus de temps et je crois que c'est ici important. Les mouvements dans la prise précédente sont parfois si rapides que l'on a du mal à imaginer la personne se mouvoir si vite autour de nous.
	T15	KU100	(même scène que la T14 mais en tournant autour de la KU100 de manière régulière et dans le sens trigonométrique) Ici, le fait que le mouvement rotatif soit régulier est perturbant. J'ai parfois l'impression que les pas et la voix ne proviennent pas du même endroit. Je pensais faciliter le travail de reconstitution de la scène sonore par le cerveau en tournant de manière régulière autour de la tête, mais c'est le contraire qui se produit.
BILAN Voix 3			Pour éviter l'impression que la voix flotte, il est important de faire vivre le corps de la personne qui parle (tissus, chaussures etc.) Ne pas aller trop vite est également important. On a du mal à concevoir des mouvements si rapides. Enfin, les mouvements réguliers, plutôt que de nous aider, nous troublent. Peut-être que les défauts du système sont mis en exergue par le fait que le cerveau anticipe et prévoit le mouvement ?

VIII. TESTS D'ÉCOUTE

TABEAU RÉCAPITULATIF DES RÉSULTATS SOUS FORME DE POURCENTAGES :

Thème	Microphonie	Ingénieurs du son	« Naïfs »	Total
Les Voix				
Points d'écoute	KU100 : entendu devant et externalisé	92%	60%	76%
	4060+MONO = point d'écoute subjectif	33%	60%	45%
	MONO = point d'écoute subjectif	67%	30%	50%
	4060+MONO = <i>intime</i>	66%	40%	55%
	4060+MONO = <i>subjectif</i>	44%	60%	45%
	MONO = <i>intime</i>	50%	40%	45%
	MONO = <i>subjectif</i>	50%	60%	55%
	Membranes vers l'intérieur = point d'écoute subjectif	83%	60%	73%
Réalisme	KU100 = le plus réaliste	83%	40%	64%
Proximité	KU100 = le plus proche	75%	85%	80%
Procédés alternatifs	KU100 est mieux que MONOBINO	100%	80%	91%
	KU100 est mieux que KU100+ENCEINTE	83%	100%	91%
Les Ambiances				
Naturel	4060 = le plus naturel	84%	50%	69%
Ouverture Spatiale	4060 = le plus ouvert	67%	50%	60%
Sensation d'enfermement	4060 = en 1er position	100%	100%	100%
	STEREO = en 2ème position	83%	100%	90%
Externalisation	4060 = meilleure externalisation	100%	80%	90%
Point d'écoute subjectif	4060 = en 1 position	50%	80%	64%
	BINO = en dernière position	67%	70%	73%
Intelligibilité	4060 = le plus intelligible	83%	80%	82%
Trajectoire	Apparition de l'arrière lorsque l'on passe de la STEREO aux 4060.	39%	7%	24%
	BINO = trajectoire moins claire	22%	27%	24%
Immersion dans la foule	4060 = la meilleure immersion	42%	70%	54%
	STEREO = la meilleure immersion	42%	40%	41%

Test d'écoute

L'apport des techniques binaurales dans l'écriture d'un documentaire radiophonique

Etudiante en section son à l'ENS Louis Lumière, je travaille actuellement sur mon mémoire de fin d'études. Celui-ci traite de l'apport des techniques binaurales dans le processus d'écriture d'un documentaire radiophonique. Pour ce faire, j'ai mis en place le test d'écoute suivant.

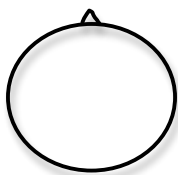
Ce test est divisé en deux parties. La première concerne l'enregistrement de voix ; et la seconde, l'enregistrement de scènes et d'ambiances sonores.

Il vous sera demandé de répondre aux questions dans l'ordre. Pour chacune d'entre elles, vous pouvez ajouter des remarques (noté « Rq ») dans la case prévue à cet effet, ainsi que me poser des questions, je suis là pour ça :)

Merci d'être venu et bonne écoute :

Notes :

1)



Ceci représente votre tête. Le petit triangle symbolise votre nez.

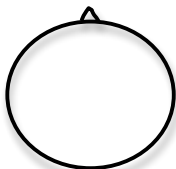
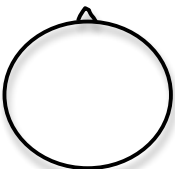
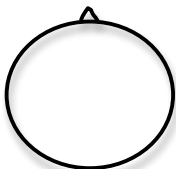
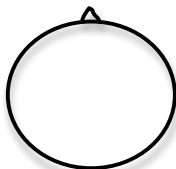
2) Lorsqu'il vous sera demandé de « classer des fichiers » dans un certain ordre, merci de procéder graphiquement et sous une forme verticale, de haut en bas. Par exemple, si je vous demande de classer quatre fichiers selon leur niveau sonore, du plus élevé au plus faible. A l'écoute, vous entendez que A est le son le plus fort. C et D ont les mêmes niveaux sonores et sont plus forts que B. Voici comment vous pouvez représenter cette situation :

A
C D
B

3) Lorsqu'une question comportera deux sous-questions, la case réponse sera divisée en deux. Répondez à la première sous-question dans la case de gauche et à la seconde dans la case de droite.

I. Les voix

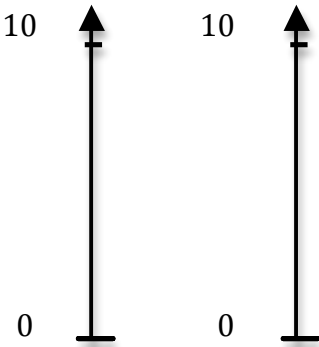
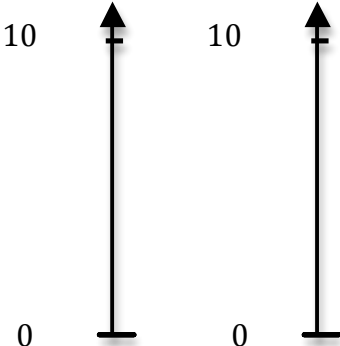
1. Placer sur le schéma une croix à l'endroit où la voix est entendue ou cocher la case en bas à gauche si vous avez l'impression d'un « point d'écoute subjectif /interne».

a	b	c	d
			
☐	☐	☐	☐

Remarque :

2. Classer ces quatre fichiers selon leur réalisme, du plus réaliste au moins réaliste. (La situation réelle est une personne qui parle en face de vous, comme lors d'une interview.)		Rq :
3. Lequel de ces deux fichiers est, pour vous, le plus proche d'un point d'écoute interne/subjectif ?		Rq :

4. Lequel de ces deux fichiers est, pour vous, le plus proche d'un point d'écoute interne/subjectif ? Lequel est le plus intime ?			Rq :
5. Classer ces quatre fichiers selon la sensation d'intimité/de proximité ressentie. Du plus intime au moins intime.			Rq :
6. Classer ces quatre fichiers selon la sensation d'intimité/de proximité ressentie. Du plus intime au moins intime. Une différence de souffle apparaît sur les différentes prises. En effet, elles n'ont pas été enregistrées en même temps, et une ventilation a dû se mettre en route entre temps. Cependant, cela ne devrait pas vous empêcher pas de répondre à la question.			Rq :
7. Classer ces quatre fichiers selon l'impression de naturel ressentie. Du plus naturel au moins naturel. Classer ces mêmes fichiers selon leur degré de proximité. Du plus proche au moins proche.			Rq :

8. Même question que ci-dessus.		Rq :
9. Placer ces deux fichiers sur une échelle de 0 à 10, selon l'impression globale de naturel ressentie. Si vous ne percevez pas la même impression de naturelle selon les distances, merci de le noter en remarque.		Rq :
10. Même question que précédemment.		Rq :

II. Les ambiances

1. Classer ces quatre fichiers selon la sensation de naturel quant à la spatialisation. De l'espace le plus naturel au moins naturel. Dans un second temps, classer ces mêmes fichiers selon l'ouverture spatial, de l'espace le plus ouvert au moins ouvert.			Rq :
2. Même question que ci-dessus.			Rq :
3. Classer ces quatre fichiers selon la sensation d'enfermement ressentie. De l'enfermement le plus intense au moins intense.			Rq :
4. Classer ces quatre fichiers selon la sensation d'externalisation (c'est à dire la sensation d'entendre les sons dans l'espace et non dans la tête) ressentie. Du plus externalisé au moins externalisé.			Rq :

5. Classer ces quatre fichiers selon la sensation d'immersion ressentie. Quel cas est le plus proche d'une écoute subjective/interne pour vous ?		Rq :
6. Même question que précédemment.		Rq :
7. Classer ces quatre fichiers selon l'intelligibilité des voix entendues.		Rq :
8. Même question que précédemment.		Rq :
9. Même question que précédemment.		Rq :
10. Classer ces quatre fichiers selon la perception de la hauteur. Du plus haut au moins haut.		Rq :

11. Dessiner la trajectoire de l'homme que l'on entend.	a 	b 
Rq :	c 	d 
12. Dessiner la ou les trajectoire(s) des métros que l'on entend	a 	b 
Rq :	c 	d 

13. Dessiner la ou les trajectoire(s) principale(s) de la circulation.	a 	b 
Rq :	c 	d 
14. Classer ces quatre fichiers selon la sensation d'immersion dans la foule. De la plus immersive à la moins immersive.		Rq :
15. Même question que précédemment.		Rq :