



HAL
open science

Composer (avec) l'espace : une pratique musicale polysémique

François-Xavier Féron

► **To cite this version:**

François-Xavier Féron. Composer (avec) l'espace : une pratique musicale polysémique. Cahier Louis-Lumière, 2022, La perception du son spatialisé : un son propre pour un sens figure, 15, pp.70-92. halshs-03918230

HAL Id: halshs-03918230

<https://shs.hal.science/halshs-03918230v1>

Submitted on 7 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La perception du son spatialisé : un son propre pour un sens figuré

sous la direction scientifique de Corsin Vogel et Sylvain Lambinet

P.3

Avant-propos
Vincent Lowy

P.5 À 7

Introduction.
Sylvain Lambinet
et Corsin Vogel

1. Histoires et concepts

P. 10 À 30

Espaces résonants : le son
comme art du lieu
Benôit Turquet

P. 31 À 47

L'immersion sonore : réalités
physique et virtuelle,
réalités psychologiques et
culturelles
Corsin Vogel et
Danièle Dubois

P. 48 À 69

Influence du réalisme,
de l'agentivité et des
représentations
sur l'immersion sonore en
réalité augmentée
Valentin Bauer

P. 70 À 92

Composer (avec) l'espace :
une pratique musicale
polysémique
François-Xavier Féron

2. Pratiques et technologies

P. 96 À 113

Enjeux de l'immersion dans
une acoustique virtuelle pour
les systèmes de spatialisation
auditive
Jean-Pascal Jullien

P. 114 À 125

Méthodes de prise de son en
multicanal / Objets
Jean-Christophe Messonnier,
Jean-Marc Lyzwa et
Alexis Ling

P. 126 À 133

Raconter en son binaural :
entretien avec Léa Chevrier
Alan Blum

P. 134 À 143

Le multicanal étendu au cinéma :
entretien avec Cyril Holtz
Sylvain Lambinet

Varia

P. 146 À 164

Alternative aux analyses de
Fourier globale et glissante pour
les signaux temporels : Analyse-
Resynthèse par Intégration de
Densité Spectrale
Laurent Millot

Notes de recherche

P. 168 À 177

Les enjeux de la transition dans
la composition des paysages
sonores
Hugo Corbel, Master Son 2021,
ENS Louis-Lumière

Filmer la brume, le brouillard
et la fumée : enjeux artistiques
et techniques

Camille Aubriot, Master Cinéma
2020, ENS Louis-Lumière

Reconstitution du procédé de
photographie en relief
de Louis Lumière :

« la Photo-stéréo-synthèse »
Clémence Lavigne, Master
Photographie 2021, ENS Louis-
Lumière

Notes de lecture

P. 180 À 183

*Sensory Experiences: Exploring
meaning and the senses*, Danièle
Dubois, Caroline Cance, Matt Coler,
Arthur Paté, Catherine Guastavino,
John Benjamins Publishing, 2021
Corsin Vogel

*Puissances de la parole. À l'écoute
des films*, Mathias Lavin, Éditions
Mimésis, 2021
Corsin Vogel

Composer (avec) l'espace : une pratique musicale polysémique

| François-Xavier Féron

Résumé

Au fil des siècles, l'espace est devenu pour beaucoup d'artistes une dimension à part entière occupant une place centrale au sein du processus créatif. Si la notion d'espace en musique peut souvent renvoyer à des concepts abstraits, elle est abordée dans cet article en tant que dimension sonore travaillée par les compositeurs et perçue par les auditeurs. Dans une perspective historique, nous reviendrons brièvement sur l'émergence du paradigme spatial dans les musiques de tradition « savante » depuis la Renaissance et nous nous pencherons sur quelques écrits théoriques de la seconde moitié du XXe siècle tentant de mieux circonscrire la notion d'espace. Nous présenterons ensuite, à travers des exemples musicaux puisés dans les répertoires des XXe et XXIe siècles, cinq manières d'approcher et de composer (avec) l'espace : la répartition spatiale des sources sonores, l'exploration ainsi que la simulation des propriétés acoustiques d'un lieu, la création de perspectives sonores et enfin, la prise en compte du rayonnement des sources sonores.

Abstract

Over the centuries, space has become for many artists an integral dimension, becoming a core element in the creative process. If the notion of space in music can often refer to abstract concepts, it is approached in this article as a sound dimension worked on by composers and perceived by listeners. From a historical perspective, we will briefly revisit the emergence of the spatial paradigm in classical music tradition since the Renaissance and we will look upon some theoretical writings from the second half of the 20th century in an effort to better define the notion of space. We will then propose, through musical examples drawn from the repertoires of the 20th and 21st centuries, five ways of approaching and composing (with) space: the spatial distribution of sound sources, the exploration as well as the simulation of the acoustical properties of a place, the design of sound perspectives and finally, taking into account the radiation of sound sources.

« L'espace est une dimension immanente de la musique et il faut tenter de distinguer ce qui relève d'une simple conséquence des conditions acoustiques, de la véritable intégration de l'espace en tant que paramètre structurant. On trouve facilement des descriptifs de dispositifs et d'installations techniques, mais beaucoup plus rarement des documents permettant le croisement analytique entre la partition instrumentale et le vocabulaire spatial. Ce déficit de représentations ne signale pas systématiquement une faible conceptualisation, mais laisse tout de même planer un doute quant à la véritable prise en compte des fonctions de l'espace, de l'ensemble des niveaux perceptifs qui le constitue et de l'efficacité de leurs actions dans l'écriture musicale. » (Bioteau, 2013, p. 1337)

Les syntagmes associant l'idée de son à celle d'espace sont nombreux et ils se réfèrent à différents champs de pratique et de recherche spécifiques : « ceux de l'écologie sonore, de l'acoustique architecturale, de la sociologie urbaine, de la création musicale ou de la linguistique » (Pinard, 2014). En musique, l'espace est devenu au cours du XXe siècle une préoccupation majeure pour de nombreux artistes, au point d'être considéré comme une cinquième dimension sonore – au côté de la hauteur, de la durée, de l'intensité et du timbre. La notion d'espace demeure néanmoins relativement absconse, en raison de sa nature polysémique. Elle renvoie aussi bien à des concepts abstraits qu'à des procédés d'écriture et des dispositifs technologiques contribuant à la formation d'impressions spatiales. Si les ouvrages collectifs consacrés à la notion d'espace en musique se sont essaimés depuis les années 1990

(e.g. *Lien – L'espace du son I, II et III*, 1988, 1991 et 2011 ; *Les cahiers de l'IRCAM*, 1994 ; Genevois et Orlarey, 1998 ; Chouvel et Solomos, 1998 ; Born, 2013 ; Brech et Paland, 2015), une certaine ambiguïté sémantique tend à persister. Composer l'espace... Composer avec l'espace : qu'est-ce que cela signifie pour un artiste et comment cela se traduit-il à l'écoute pour le public ?

Cet article vise à révéler la nature protéiforme de la notion d'espace en montrant comment cette dimension musicale peut être approchée de multiples manières pour donner lieu à différentes formes d'expériences sonores. Il n'est nullement question ici d'aborder l'espace sous un quelconque angle métaphorique, symbolique, philosophique ou sociologique, mais de révéler sa tangibilité à travers l'écoute. C'est pour cette raison que nous avons choisi d'inclure une discographie, comprenant par ailleurs plusieurs enregistrements en 5.1, format permettant de mieux restituer la dimension spatiale de certaines œuvres. Nous reviendrons tout d'abord sur l'émergence au fil des siècles du paradigme spatial dans les musiques dites de tradition « savante » et nous nous pencherons, dans ce contexte, sur quelques écrits théoriques de la seconde moitié du XXe siècle tentant de mieux définir la notion d'espace. Nous verrons alors comment ce paradigme devient un paramètre structurant dans de nombreuses œuvres produites au cours des XXe et XXIe siècles. Pour cela nous nous concentrerons sur cinq types d'approches spatiales : l'éclatement des sources sonores dans l'espace (section 2), l'exploration des propriétés acoustiques d'un espace (section 3), la simulation et la restitution des caractéristiques acoustiques d'un espace (section 4), la création de perspectives sonores (section 5) et enfin, l'exploration du rayonnement spatial des sources sonores (section 6). ►

1. L'émergence du paradigme spatial dans les musiques de tradition « savante »

Quelques jalons historiques

L'espace – en tant que lieu doté de qualités acoustiques et topographiques – a, depuis toujours, eu un impact sur les pratiques artistiques. L'emplacement et le contenu des représentations rupestres seraient ainsi liés aux spécificités acoustiques des cavités à l'intérieur d'une grotte. L'évolution des langages et genres musicaux en occident serait étroitement connectée à l'architecture des lieux dans lesquels la musique était exécutée (Forsyth, 1987). Durant la période classique par exemple, Joseph Haydn (1732-1809) et Ludwig van Beethoven (1770-1827) tirent profit du potentiel des grandes salles de concert pour sublimer les techniques d'écriture orchestrale. Par exemple, Haydn ajuste dans ses symphonies l'instrumentation en fonction des salles où elles devaient être créées, mais ce n'est ici pas tant pour générer une expérience d'écoute spatiale, que pour parfaire l'équilibre instrumental. En revanche, dans le cas des *cori spezzati* (chœurs brisés), une technique que les compositeurs vénitiens ont développée durant la Renaissance au sein de la basilique San Marco, l'espace est non seulement structurant, mais il devient aussi parfaitement tangible à l'écoute des œuvres. S'inspirant des modèles byzantins, cet édifice majestueux en forme de croix est doté de cinq coupoles et de nombreuses tribunes dans lesquelles des groupes de musiciens peuvent être disséminés. La distanciation entre ces groupes permet de rompre avec une écoute frontale resserrée et contribue alors au développement des techniques antiphonales (alternance entre deux chœurs) et polychorales. Les *cori spezzati* marquent ainsi les débuts de la spatialisation sonore qui consiste à explorer

musicalement la perception du positionnement des sources dans l'espace.

« Cette technique n'a pas été inventée par Adrien Willaert, *maestro di capella* à San Marco à Venise de 1527 à 1567, mais elle est devenue davantage connue grâce à ses performances. Ce type de musique, qui à ses débuts était interprétée par deux chœurs de petite taille, s'est musicalement complexifié au XVII^e siècle, avec la répartition aux différents balcons de plusieurs ensembles dont le son splendide et grandiose envahissait les églises. »¹

Adrien Willaert (~1490-1562), suivi de Andrea Gabrieli (1533-1586) et de Giovanni Gabrieli (1555-1612), développent cet art des *cori spezzati* en composant des recueils entiers de pièces spatialisées (SACD Cori Spezzati, 2006). Cette pratique se répand progressivement hors de Venise. Alessandro Striggio (~ 1540-1592) compose le motet *Ecce beatam lucem* (1561) pour 40 voix indépendantes (SACD Alessandro Striggio, 2012), œuvre qui aurait incité Thomas Tallis (1505-1585) à écrire le célèbre *Spem in alium* (1573), un motet pour 40 voix indépendantes réparties au sein de huit chœurs positionnés autour du public (SACD Thomas Tallis, 2003). Cette œuvre iconique est d'ailleurs au cœur d'une installation sonore de Janett Cardiff (1957-) : dans *The Forty Part Motet* (2001), l'artiste canadienne recourt à 40 haut-parleurs pour reproduire individuellement chacune des voix ; les spectateurs sont invités à se déplacer à l'intérieur de l'installation pour vivre, au centre, une expérience immersive totale résultant de la fusion des voix, ou bien pour expérimenter, en périphérie, le point de vue des interprètes en se rapprochant de tel ou tel haut-parleur.

1

« The technique was not invented by Adrien Willaert, *maestro di capella* at San Marco in Venice from 1527–1567, but became well known due to his performances. This music, which at the beginning was sung by two small choirs, developed into a complex musical event by the seventeenth century, with several ensembles placed in different balconies, filling churches with impressive, splendid sound. » (Baumaan, 2015, p. 57, notre trad.)

« J'ai positionné les haut-parleurs en ellipse dans la salle afin que l'auditeur puisse vraiment ressentir la construction sculpturale de la pièce de Tallis. Vous pouvez entendre le son se déplacer d'un chœur à l'autre, passant de l'avant à l'arrière, se répondant en écho ici et là, puis vous sentir submergé par les ondes sonores lorsque tout le monde chante. »²

Au début du XVII^e siècle, l'émergence de l'opéra conduit les compositeurs à explorer la mise en espace des interprètes – en les positionnant notamment en coulisse – afin de renforcer les effets de mise en scène. Sinon, durant les périodes baroque et classique, la spatialisation sonore demeure, dans le répertoire instrumental, une pratique assez rare même s'il existe quelques exceptions notables, comme la *Serenada Notturmo KV 239* pour 2 ensembles et le *Notturmo KV 286* pour 4 ensembles, dans lesquelles Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791) reproduit des effets d'écho (SACD Wolfgang Amadeus Mozart, 2006). En revanche, au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle – durant la période romantique –, l'espace suscite à nouveau un fort intérêt.

Hector Berlioz (1803-1869), Richard Wagner (1813-1883) et Gustav Mahler (1860-1911) développent une véritable pensée de l'espace qui se traduit de différentes façons. Les procédés de spatialisation sont à nouveau explorés comme en témoigne, par exemple, l'utilisation du cor postal en coulisse dans la troisième symphonie (1895-1896) de Mahler (SACD Gustav Mahler, 2003), ou la disposition des quatre groupes de cuivres autour du public dans la *Grande messe des morts* (1837) de Berlioz (SACD Hector Berlioz, 2013). Mais il s'agit aussi d'explorer l'effet d'espace créé par le timbre des instruments et de susciter des impressions spatiales en opposant des

sonorités perçues comme lointaines et d'autres, plus proches. Les indications textuelles sur les partitions font d'ailleurs de plus en plus appel à un champ lexical se rapportant à l'espace. Le rayonnement instrumental, c'est-à-dire la manière dont les instruments projettent le son dans l'espace, est aussi pris en considération, notamment par Wagner qui repense le positionnement des musiciens au sein de l'orchestre en fonction de la puissance des instruments, mais aussi de leur rayonnement. Dans sa quête d'œuvre d'art total, le compositeur allemand fait construire une salle de concert dédiée à sa musique – le *Festpielhaus* de Bayreuth –, une salle qui s'inspire des théâtres grecs antiques et qui présente de nombreuses innovations architecturales répondant à des préoccupations d'ordre visuel comme acoustique. À l'aube du XX^e siècle, l'espace apparaît donc déjà comme une préoccupation centrale et cela, de maintes façons : répartition des sources sonores dans un lieu, prise en compte du rayonnement instrumental, structuration du contenu musical pour engendrer des impressions spatiales, construction de nouvelles salles de concert...

Vers une formalisation de la notion d'espace au XX^e siècle

Au XX^e siècle, les procédés de spatialisation se complexifient et se diversifient de façon remarquable permettant, entre autres, la confection de trajectoires sonores dans l'espace. Mais une quête de tridimensionnalité se fait aussi de plus en plus ressentir dans la manière d'agencer les matériaux au sein d'une œuvre. Cette émancipation de la pensée spatiale est étroitement liée au développement des technologies sonores – lutherie électronique, matériel d'enregistrement et de diffusion, synthèse ►

2

« I placed the speakers around the room in an oval so that the listener would be able to really feel the sculptural construction of the piece by Tallis. You can hear the sound move from one choir to another, jumping back and forth, echoing each other and then experience the overwhelming feeling as the sound waves hit you when all of the singers are singing. » (<https://cardiffmiller.com/installations/the-forty-part-motet/>, notre trad.)

sonore... –, ce qui a ouvert la voie à de nouvelles pratiques compositionnelles et donné naissance, après la Seconde Guerre mondiale, à de nouveaux genres musicaux – musique concrète, musique électronique, dub, *computer music*, musiques mixtes... L'utilisation des haut-parleurs dans les arts électroacoustiques a bouleversé de manière drastique la manière de travailler (avec) l'espace. Celui-ci devient alors un vaste terrain d'expérimentations dans de nombreux domaines – prise de son, sonorisation, travail en studio, composition musicale, installation sonore... –, concourant au développement d'un champ lexical (Merlier, 2006) et insufflant de nouvelles pratiques dans le domaine de la musique instrumentale.

À défaut de revenir en détail sur toutes ces innovations, il nous semble important de nommer quelques personnalités musicales ayant, à nos yeux, fortement contribué à l'émancipation de la pensée spatiale au cours du XXe siècle : Charles Ives (1874-1954), Edgard Varèse (1883-1965), Pierre Schaeffer (1910-1995), John Cage (1912-1992), Henry Brant (1913-2008), Iannis Xenakis (1922-2001), György Ligeti (1923-2006), Luigi Nono (1924-1990), Luciano Berio (1925-2003), Pierre Boulez (1925-2016), Pierre Henry (1927-2017), Karlheinz Stockhausen (1928-2007), Alvin Lucier (1931-2021), François Bayle (1932-), Pauline Oliveros (1932-2016), John Chowning (1934-), Roger Reynolds (1934-), Léo Küpper (1935-), Francis Bayer (1938-2004), Jonathan Harvey (1939-2012), Emmanuel Nunes (1941-2012), Annette Vande Gorne (1946-), Michel Chion (1947-), Philippe Manoury (1952-), Denis Dufour (1953-), Bertrand Merlier (1958-), Marco Stroppa (1959-), Marc-André Dalbavie (1961-)... Les compositrices et compositeurs figurant dans cette liste – qui n'est bien évidemment pas exhaustive –, ont intégré l'espace de manière structurelle dans plusieurs de leurs œuvres et ont, pour la plupart, décrit leurs

approches à travers des écrits théoriques. Dans l'article dont est tirée l'épigraphe de notre texte, le compositeur et musicologue Alain Bioteau (1962-2017) réalise une synthèse de plusieurs de ces écrits – notamment ceux de Stockhausen, Nunes, Brant, Chowning, Vande Gorne et Küpper – et rend compte de la variété des approches, comme de la permanence de certains traits. Avant de révéler cette diversité, nous aimerions revenir brièvement sur d'autres écrits théoriques, ceux de Bayer, Chion et Stroppa. Tous trois ont cherché à formaliser au mieux la notion d'espace en identifiant et définissant certaines approches compositionnelles auxquelles nous nous référerons par la suite.

Dans son ouvrage dédié à la notion d'espace sonore dans les musiques avant-gardistes instrumentales de tradition écrite, Bayer opère une distinction entre l'« espace acoustique extrinsèque » qui fait référence « à la spatialisation physique de l'œuvre musicale dans le lieu de son exécution et de son audition » (Bayer, 1981, p. 13) et l'« espace sonore » qui est porteur d'une « spatialisation intrinsèque, entièrement définie par la situation respective des sons les uns par rapport aux autres, tels qu'ils sont notés dans une partition musicale écrite » (Bayer, 1981, p. 13). Si l'ouvrage se concentre sur ce dernier concept, l'auteur souligne dans son introduction que le déploiement des sources sonores dans un espace acoustique extrinsèque est propice à la formation de trois principaux types d'effets : effets de relief, d'ubiquité et de mobilité. L'effet de relief se traduit par une impression de profondeur « qui provient de l'évaluation acoustique de la distance séparant l'origine supposée du son du sujet récepteur et qui semble nous révéler concrètement d'une façon particulièrement sensible l'existence d'une nouvelle dimension spatiale. » (Bayer, 1981, p. 13). L'effet d'ubiquité sonore prend forme lorsque les signaux acoustiques semblent provenir

de partout. Il intervient lorsque « les différentes sources sonores que le compositeur a pris soin de disperser au préalable dans l'espace sont entendues simultanément. » (Bayer, 1981, p. 14). Enfin, l'effet de mobilité « est directement lié à l'idée d'une circulation des sons d'un groupe instrumental (ou d'une source sonore) à l'autre » (Bayer, 1981, p. 14).

Dans son court essai intitulé *Les deux espaces de la musique concrète*, Chion opère, dans le domaine des musiques sur support, une distinction assez semblable à celle de Bayer, en soulignant la coexistence d'un « espace interne » fixé sur le support d'enregistrement, et d'un « espace externe » lié aux conditions d'écoute dans un lieu particulier. L'espace interne fait indissolublement partie de l'œuvre : il « est aussi constitutif des sons que le sont leur hauteur, leur timbre ou leur grain... » (Chion, 1988, p. 31). L'interprétation dite acousmatique – consistant à projeter au moment du concert une œuvre sur support à travers un orchestre de haut-parleurs – tend à « complexifier, dispatcher, redoubler, amplifier, contrarier, démultiplier, recouvrir, etc... les effets spatiaux internes à l'œuvre par une mise en espace externe » (Chion, 1988, p. 32).

Pour Stroppa, l'espace est une dimension essentielle qu'il explore intensément depuis ses premières œuvres produites au début des années 1980. Il a consacré d'ailleurs plusieurs textes à la question de l'espace (Stroppa, 1992 ; 2007), dont un resté inédit (Stroppa, 1991) dans lequel il met de côté les paramètres caractérisant l'acoustique des salles, pour décrire trois composantes primaires : « la localisation, qui est la perception du placement d'une source par rapport à un auditeur », « la profondeur, qui est la perception d'une distance, c'est-à-dire de l'éloignement d'une même source sonore par rapport à l'auditeur » et enfin, « l'image, qui est liée

à la nature de la source, à la façon qu'elle a de diffuser le son autour d'elle. » (Stroppa, 1991, p. 1)

Croiser tous ces points de vue permet d'avoir une vision assez large sur ce que signifie travailler (avec) l'espace. Dans la suite de cet article, nous parlerons d'*espace physique* pour désigner l'environnement matériel dans lequel sont produits des sons. Il ne s'agit ni plus ni moins de l'espace acoustique extrinsèque pour Bayer, ou bien encore de l'espace hôte pour Reynolds (Reynolds, 1978). Un espace physique est doté de caractéristiques acoustiques propres : une salle de concert, un studio d'enregistrement, une église, un salon, un amphithéâtre, un lieu en plein air..., sonnent différemment en raison de l'importance plus ou moins accrue des phénomènes de réflexion, transmission, absorption et diffusion. L'espace physique interfère ainsi avec les sons produits en les filtrant (résonances), en les prolongeant (réverbération) ou même, en les démultipliant (échos). Il est immanent à toute expérience sonore, à moins que l'auditeur ne se retranche dans une chambre anéchoïque – lieu en théorie totalement dépourvu de réflexions –, ou bien qu'il ne recoure à un casque audio fermé, ce qui lui permettrait alors de s'affranchir des caractéristiques acoustiques de l'environnement dans lequel il se situe. Mais il ne faut pas oublier – si on écarte le cas des musiques de synthèse pure – que le support audio porte en lui l'empreinte d'un autre espace physique : celui dans lequel a été réalisé l'enregistrement. C'est ainsi que les choses se compliquent car cet espace physique n'existe alors plus qu'à travers le son : il s'est muté en espace interne. Quoi qu'il en soit, l'espace physique apparaît dans de nombreuses œuvres comme un élément structurel ou, du moins, structurant. ►

Composer avec l'espace physique consiste avant tout à explorer la topographie d'un lieu pour y déployer un peu partout des sources sonores afin de spatialiser le son, approche dont nous expliquons certains des enjeux dans la section suivante. Mais composer avec l'espace physique consiste aussi à explorer les spécificités acoustiques d'un lieu, à révéler ses singularités pour en faire un partenaire musical, comme cela sera souligné dans la section 3. Ces caractéristiques peuvent aussi être restituées plus ou moins fidèlement suivant les dispositifs d'enregistrement et de diffusion mis en jeu, mais elles peuvent aussi être simulées instrumentalement à travers l'écriture ; l'auditeur est alors projeté dans un autre lieu, un espace artificiel comme nous le verrons dans la section 4. Afin d'illustrer la notion d'espace sonore, chère à Bayer, nous nous tournerons, dans la section 5, vers Varèse et Ligeti, deux compositeurs qui, plus que tout autre, sont parvenus à produire des sensations spatiales robustes sans avoir à disposer les musiciens d'une manière spécifique dans l'espace physique. Enfin, dans la section 6, nous verrons comment le rayonnement des sources sonores – instruments comme haut-parleurs – peut être le siège de nouvelles expériences spatiales. Nous nous intéresserons plus particulièrement dans ce contexte aux recherches pionnières de Stroppa qui, depuis plusieurs années maintenant, compose des figures de rayonnement en recourant à des « totems acoustiques » constitués de plusieurs haut-parleurs empilés les uns sur les autres.

2. Répartir les sources sonores dans l'espace physique pour composer (avec) la spatialisation

Le terme spatialisation est employé ici pour décrire l'ensemble des pratiques ayant trait à la pluralité de localisations des sources sonores et à leur éventuelle

mobilité. Si les *cori spezzati* ont ouvert la voie de la spatialisation sonore, c'est avec l'avènement de la stéréophonie – dont les prémices remontent au théâtrophone conçu par Clément Ader (1841-1925) à la fin du XIXe siècle – que cette pratique s'est émancipée. Afin de révéler la diversité des techniques de spatialisation et de leurs enjeux, revenons sur les investigations spatiales de quelques pionniers incontournables : tout d'abord Charles Ives et Henry Brant qui recourent à l'éclatement des musiciens pour clarifier le contenu musical ; Karlheinz Stockhausen et Iannis Xenakis qui développent une véritable dialectique entre sources statiques et sources mobiles ; John Chowning dont l'algorithme de spatialisation permet de simuler toutes sortes de trajectoires sonores ; Emmanuel Nunes qui, dans *Quodlibet*, explore de manière originale la topographie d'une salle à Lisbonne.

Charles Ives et Henry Brant

Chez Ives et Brant, l'espace physique sert d'agent clarificateur d'une complexité musicale. Dans ses deux contemplations pour orchestre – *Central Park in the Dark* (1906) et *The Unanswered Question* (1908) (SACD Charles Ives, 2016) –, Ives superpose des matériaux sonores hétéroclites qu'il assigne à différents groupes de musiciens éloignés les uns des autres, de sorte qu'ils se mélangent le moins possible. Marqué par la découverte en concert de *The Unanswered Question*, Brant s'engouffre dans cette voie : depuis *Antiphony I* (1953) pour 5 groupes instrumentaux, il ne composera plus que des œuvres spatiales souvent dédiées à des lieux spécifiques (CD The Henry Brant Collection, 2005-2008). Il rédige d'ailleurs l'année suivante un court essai dans lequel il tente de théoriser sa démarche, essai qui sera approfondi plus tard dans un texte où il explique comment l'espace est devenu un aspect essentiel de sa musique (Brant, 1998).

« Dans ses œuvres, Brant sépare les strates sonores produites simultanément en recourant à la distanciation spatiale tout en jouant conjointement sur la dissonance, les différences de tempo et de métrique, les motifs mélodiques et l'instrumentation. Cet effet de juxtaposition issu de la simultanéité de plusieurs types de musique était recherché avant Brant, notamment par Berlioz, Mahler et Ives. Les écrits et les œuvres de Brant regorgent d'exemples montrant comment il utilise conjointement des indices spatiaux avec d'autres indices pour favoriser la ségrégation des flux auditifs. »³

Karlheinz Stockhausen et Iannis Xenakis

Avec la naissance de la musique concrète à Paris en 1948 et celle de la musique électronique à Cologne, deux ans plus tard, la localisation des sons dans l'espace suscite de nouvelles formes d'expérimentations sonores. Stockhausen explore les possibilités de la quadraphonie dans *Gesang der Jünglinge* (1955-56) pour support 4 pistes (CD Karlheinz Stockhausen, 1991) : cette œuvre marque un tournant historique dans l'utilisation de la spatialisation puisque, pour la première fois, la position et le mouvement des sons dans l'espace sont des paramètres aussi importants que la hauteur, le timbre, l'intensité et la durée. Au même moment, le compositeur allemand travaille à l'écriture de *Gruppen* (1955-1957) pour 109 musiciens répartis à travers trois orchestres – chacun dirigé par un chef – disposés en fer à cheval dans la salle de concert. Contrepoint spatial, effets d'ubiquité, rotations sonores..., cette œuvre pose les bases d'une nouvelle grammaire de l'espace (CD Karlheinz Stockhausen, 1992). En 1958, Stockhausen expose ses recherches lors d'une conférence donnée à Darmstadt : intitulée « *Musik im Raum* » [Musique dans l'espace], elle sera publiée et traduite par la suite

dans plusieurs langues (Stockhausen, 1988). Viendront ensuite *Carré* (1958-1960) pour 4 orchestres et chœurs mixtes dirigés par 4 chefs, puis *Kontakte* (1959-60) pour support 4 pistes, pièce qui existe aussi dans une version mixte avec l'ajout d'une partie de piano et de percussion. Dans ces deux œuvres, le public est placé à l'intérieur d'un dispositif instrumental et/ou technologique de type quadraphonique permettant de renforcer le sentiment d'immersion sonore. Pour *Kontakte* (CD Karlheinz Stockhausen, 1991), Stockhausen met au point un système ingénieux permettant de contrôler la vitesse de rotation des sons : un haut-parleur est placé au centre d'une table rotative tandis que quatre microphones, situés autour de celle-ci, captent le signal émis. L'enregistrement 4 pistes ainsi obtenu permet de restituer les rotations sonores en disposant les haut-parleurs aux quatre coins de la salle de concert. Ce ne sont là que les prémices d'une aventure spatiale que le compositeur poursuivra jusqu'à ces derniers jours.

Architecte de formation, Xenakis travaille un temps auprès de Le Corbusier (1887-1965) avec qui il conçoit notamment le pavillon Philips à l'occasion de l'exposition universelle de Bruxelles en 1958. À l'intérieur de cet édifice éphémère dont les parois épousent des formes paraboliques et hyperboliques, sont disposés plus de 400 haut-parleurs à travers lesquels sont spatialisés *Concret PH* (1958) de Xenakis et le célèbre *Poème électronique* (1957-58) de Varèse. Au cours des années 1960, Xenakis se penche sur la question de la spatialisation dynamique du son instrumental. Dans *Eonta* (1964) pour piano et 5 cuivres, les musiciens – hormis le pianiste – occupent au fil de l'œuvre différentes positions sur scène, devant même à certains moments déambuler à l'intérieur d'une zone de promenade (CD Iannis Xenakis, 1988). Puis, dans *Terretektorh* (1966) pour 88 musiciens disséminés au milieu du public, il confectionne toutes sortes de trajectoires sonores, notamment des rotations dont il modifie sans cesse la direction et la vitesse (CD Iannis

3

« In his works Brant uses spatial distance in conjunction with dissonance, differences in tempo and metre, melodic patterns and instrumentation, in order to separate the music into simultaneous layers. The effect of juxtaposing several different types of music played simultaneously was used before Brant, by, for instance, Berlioz, Mahler and Ives. Brant's writings and pieces contain many examples of his usage of spatial cues working in conjunction with other cues to create stream segregation. » (Harley, 1999, p. 150, notre trad.)

Xenakis, 2003) : dans le cas du mouvement circulaire, explique-t-il, « on peut établir une progression uniforme qui ressemble au mouvement de l'aiguille des secondes sur une horloge : même durée temporelle, même distance. On peut aussi créer une accélération ou une décélération de ce mouvement par diverses fonctions mathématiques » (Harley, 1994, p. 15). Les musiciens sont par ailleurs munis de sifflets à sirène et d'instruments percussifs qu'ils doivent jouer, à certains moments, tous ensemble, produisant des effets d'ubiquité remarquables : la matière sonore semble littéralement explosée dans l'espace en une multitude de fragments ou bien provenir de partout en même temps. Tout comme Stockhausen, Xenakis explorera tout au long de sa vie la question de l'espace à travers sa musique.

John Chowning

Pionnier de la synthèse sonore par ordinateur, le compositeur et chercheur John Chowning est profondément marqué par l'expérience de *Kontakte* en concert, œuvre qu'il a interprétée d'ailleurs en tant que percussionniste en 1967. Au sein de l'université de Stanford, il met au point à cette époque, non seulement la technique révolutionnaire de synthèse par modulation de fréquence, mais aussi un algorithme de spatialisation lui permettant de façonner des trajectoires sonores pouvant sortir du cadre délimité par les quatre haut-parleurs de son dispositif quadraphonique.

« En 1967, j'avais terminé le système de traitement spatial qui me permettait de positionner le son en des points de l'espace situés à l'extérieur du périmètre du carré que dessinaient les

haut-parleurs. L'année suivante, j'ai trouvé une solution graphique permettant de contrôler les variations de fréquence liées à l'effet Doppler en fonction de la vitesse radiale. J'avais réalisé que, pour modéliser correctement l'effet Doppler, il fallait utiliser des lignes à retard variable, mais cette option n'était pas pratique en raison des limites de calcul. »⁴

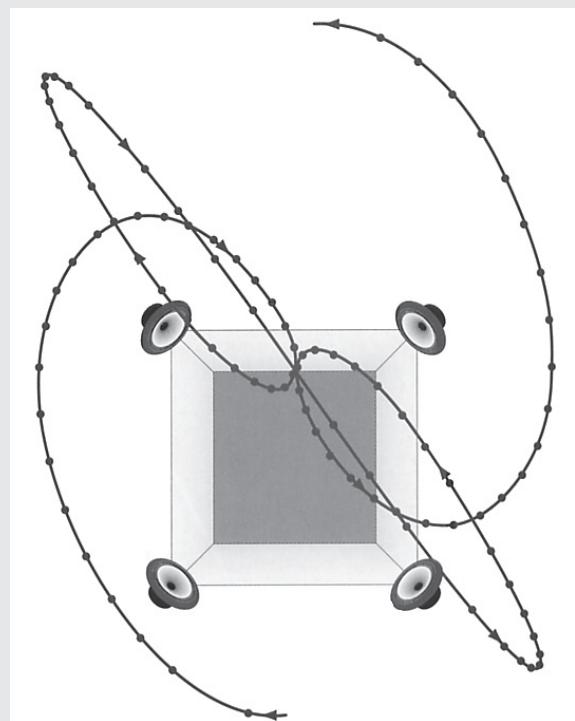


Figure 1. Une figure de spatialisation réalisée par John Chowning dans *Turenas* (1971-72) à partir de son algorithme de spatialisation. Les points représentent la position de la source apparente à intervalle de temps constant rendant ainsi des effets d'accélération et de ralentissement caractérisant cette trajectoire sonore (© John Chowning, avec son aimable autorisation).

L'algorithme de Chowning agit sur l'amplitude des signaux acoustiques émis par chaque haut-parleur pour définir la direction de la source, et sur le dosage entre le signal direct et le signal réverbéré pour modifier la profondeur apparente. Afin d'accroître la sensation de vitesse dans les mouvements rapides, il simule l'effet Doppler en élevant légèrement les fréquences lorsque les sources se rapprochent ou, au contraire, en les abaissant lorsqu'elles s'éloignent (Chowning, 1971). *Turenas* (1971-72) pour sons de synthèse fixés sur support 4 pistes révèle l'efficacité de cet algorithme en mettant en scène des trajectoires sonores d'une rare complexité reproduisant dans certains passages des figures de Lissajous (Figure 1) (CD John Chowning, 1988).

Emmanuel Nunes

Nunes est peut-être l'un des compositeurs à avoir développé le plus une pensée théorique autour de la question de l'espace. « Le lecteur qui recherchera la plus grande acuité dans l'examen des rapports concrets entre écriture musicale et écriture de l'espace, des fonctions en jeu, de la construction d'une pensée et de la tentative d'une théorisation générale, trouvera dans les textes d'Emmanuel Nunes le plus haut degré d'intégration », souligne à juste titre Bioteau (2013, p. 1365). Nous nous contenterons ici d'aborder succinctement le processus de création de *Quodlibet* (1987-88) composé pour un lieu spécifique – le *Coliseu dos Recreios* à Lisbonne – dont il connaissait les défauts acoustiques pour s'y être souvent rendu lorsqu'il était jeune. Il décide ainsi de placer le public uniquement au parterre de cette immense salle octogonale. Les 79 musiciens occupent non seulement la scène, mais aussi les premières loges, les deuxième loges et la galerie supérieure

proche de la voûte. Ils sont regroupés en quatre catégories : un orchestre de 45 musiciens immobiles, 7 solistes immobiles, 6 percussionnistes semi-mobiles responsables de 10 *sets* d'instruments invisibles pour le public, et un ensemble de 21 instrumentistes mobiles (CD Emmanuel Nunes, 2001). Dans cette œuvre originellement conçue *in situ* – mais ayant fait l'objet d'une adaptation dans la salle Wagram à Paris en 1992 dans le cadre du festival d'Automne –, la stratégie de Nunes s'appuie « sur un découpage du *Coliseu* en des sous-espaces aux propriétés spécifiques, dont les deux paramètres qui ressortent sont la diffusion du son et la localisation des sources. » (Bioteau, 2013, p. 1353). Durant des tests préliminaires, le compositeur ausculte ces sous-espaces depuis le parterre en demandant à quelques instrumentistes de produire des sons depuis différents endroits. « Ceci m'a fourni, *explique-t-il*, une information sur certaines spécificités des endroits par rapport aux instruments, notamment en ce qui concerne, à l'audition, les degrés de reconnaissance de leurs localisations respectives, ainsi que l'influence de celles-ci dans une perception plus ou moins diffuse de chaque famille d'instruments » (Nunes, 2001, p. 8). Si ces tests acoustiques de nature empirique n'ont aucune prétention scientifique, ils l'ont aidé à développer une poétique de la distance – jouant sur les sensations de proximité et d'éloignement des sources – ainsi que des modulations instables, expression qu'il emploie pour se référer à « un *jeu de prédominance* entre une forte perception des trajectoires sonores et une localisation affirmée des sources mises en jeu » (Nunes, 2001, p. 8). Ce type de modulation devient instable lorsqu'on entend « un changement tellement rapide de situations qu'il devient par moments impossible de tracer nettement une frontière auditive entre localisations et trajectoires » (Nunes, 2001, p. 8). ►

4

« By 1967 I had completed the spatial processing system that would allow me to place a sound at a discrete location outside the perimeter of a square where there was a loudspeaker at each of its corners. In the following year I achieved a graphic solution to controlling the Doppler shift in frequency as a function of radial velocity. While I had understood that to properly model the Doppler effect required variable delay lines, it was an option that was not practical because of the computational limits. » (Chowning, 2011, notre trad.)

3. Explorer les propriétés acoustiques des espaces physiques

Révéler l'espace par le son et le son par l'espace

Sortir des salles de concert pour explorer des espaces urbains ou des espaces naturels ouverts permet d'explorer de nouvelles formes de spatialisation et d'intégrer les sons propres à ces environnements. Mais ce qui nous intéresse ici plus particulièrement, ce sont les manières de composer et de jouer avec les singularités acoustiques d'un espace physique. Dans les années 1980, le compositeur de musique électroacoustique Michel Redolfi organise ses premiers concerts subaquatiques, invitant les spectateurs à plonger les oreilles dans l'eau pour écouter ses œuvres diffusées par des hydrophones. Les propriétés acoustiques des milieux aqueux sont différentes de celles de l'air : dans l'eau, la vitesse du son est quatre fois plus élevée que dans l'air et la transmission des ondes acoustiques ne s'opère plus par voie aérienne mais par voie solidienne, sollicitant le corps dans son intégralité. La perception des sons et de l'espace en est totalement bouleversée. Il devient difficile pour l'auditeur de localiser les sources, ce qui l'amène à expérimenter une autre forme d'ubiquité sonore.

Dans le champ des arts sonores, il n'est pas rare que l'espace physique devienne une composante indissociable des œuvres. Avant de se tourner vers la vidéo, Bill Viola (1951-), très influencé par David Tudor (1926-1996), s'intéresse à la manière d'appréhender les sons comme quelque chose de matériel. Dans *Hallway Nodes* (1972), il diffuse un son pur de 50 Hz pour créer

une onde stationnaire à l'intérieur d'un couloir dont la taille (6 m 86) correspond à la longueur d'onde du signal sinusoïdal. L'espace physique façonné pour cette installation – un couloir étroit – se transforme en une étrange caisse de résonance que les auditeurs-spectateurs sont invités à traverser pour ressentir physiquement les ventres et nœuds de pression de l'onde stationnaire ainsi créée : aux extrémités du couloir, la pression acoustique est à son maximum, alors qu'au centre, elle est à son minimum, ce qui entraîne de fortes disparités d'intensité.

Alvin Lucier (1935-2021) n'a eu de cesse tout au long de sa vie d'explorer à travers ses installations et ses performances des phénomènes acoustiques et psychoacoustiques. S'il se sert de l'espace physique pour explorer le son, il lui arrive aussi de renverser la situation en se servant du son pour sonder l'espace (Davis, 2003) comme dans *I am sitting in a Room* (1970), une de ses œuvres les plus célèbres. Pour montrer que l'espace agit comme un filtre, Lucier enregistre à l'aide d'un magnétophone un texte qu'il déclame à voix haute dans un lieu clos. La bande est alors diffusée par un haut-parleur positionné dans ce même lieu et un second magnétophone enregistre le résultat sonore. Le signal enregistré est à nouveau diffusé et ré-enregistré, la procédure étant répétée ainsi plusieurs fois. Au fil des occurrences, le discours devient progressivement inintelligible. On pourrait penser que cela est lié aux imperfections du dispositif technologique alors qu'en réalité, ce sont les propriétés physiques de l'espace qui sont au cœur de ce processus graduel de transformation sonore, les fréquences de résonance de la salle venant amplifier systématiquement les mêmes plages fréquentielles de la voix parlée alors que les autres fréquences sont atténuées. Le lieu n'est

plus seulement un simple cadre de production, il est à la fois un partenaire de jeu et un matériau structural de l'œuvre. Le nombre d'occurrences et la vitesse de déformation varient considérablement suivant les espaces dans lesquels se déroule la performance (LP et CD Alvin Lucier, 2021). L'une d'elles, réalisée dans une chambre avec de la moquette au sol et des rideaux aux fenêtres, nécessita plus de 30 itérations et dure 45 minutes.

« Quoi qu'il en soit, la moquette et les rideaux ont affaibli les fréquences de résonance, si bien qu'il a fallu plus de temps pour les révéler, mais cela nous a donné un résultat encore plus beau [...]. Avez-vous remarqué que les mélodies semblent émerger ? Chaque salle est dotée d'une mélodie spécifique, cachée en elle jusqu'à ce qu'elle soit rendue perceptible. Vous savez, j'ai l'impression que nous sommes en quelque sorte dans la même situation que les compositeurs, lorsqu'ils ont commencé à percevoir les harmoniques. Les musiciens ont toujours été conscients de leurs effets, je pense, mais le timbre restait mystérieux jusqu'à ce que quelqu'un parvienne à démontrer l'existence de ces harmoniques. Aujourd'hui, nous commençons tout juste à composer en tenant compte de l'architecture, et je suis très heureux de prendre part à ces premières expérimentations. »⁵

À la recherche d'espaces réverbérants

Chaque espace physique porte donc les germes d'une mélodie. Ce constat de Lucier résonne avec les investigations que Pauline Oliveros débute dans les

années 1980 en se rendant dans des lieux tellement réverbérants que le timbre des instruments se muait en raison des multiples réflexions. En 1984, dans le cadre d'un projet discographique collectif au titre évocateur (CD *Vor der Flut (Hommage an einen Wasserspeicher)* [*Avant l'inondation (Hommage à un réservoir d'eau)*, 1985], Oliveros est invitée à se produire à Cologne dans une citerne désaffectée où elle joue deux pièces pour accordéon. En 1988, elle réitère ce type d'expérience en investissant avec Stuart Dempster et Peter Ward – *aka Panaiotis* – la citerne souterraine de Fort Worden à Port Townsend dans l'état de Washington, un espace physique dans lequel le temps de réverbération avoisine les quarante-cinq secondes. Les trois improvisateurs y enregistrent un premier disque intitulé *Deep listening* (CD Pauline Oliveros, Stuart Dempster, Panaiotis, 1989). Ce terme renvoie à la profondeur même de l'acte d'écoute dont il faut faire preuve pour jouer de la musique dans de tels environnements. Il désignera par la suite un groupe musical – le *Deep listening Band* –, ainsi qu'une marque déposée renvoyant à une discipline méditative.

« En improvisant ensemble et en s'écoutant les uns les autres avec attention, nos styles se mélangent sur le moment et s'entrelacent, donnant naissance à une expérience musicale collective. C'est cela que j'appelle "l'écoute profonde". Dans cet enregistrement, l'espace acoustique avec son long temps de réverbération devient un élément unificateur décisif. S'écouter les uns et les autres, mais écouter aussi les transformations apportées par les modulations spatiales, sont des processus essentiels dans ce type de musique. La citerne, de façon effective, devient un instrument joué simultanément par ►

5

« Anyway, the carpet and drapes cut down on the production of the resonant frequencies so they took longer to achieve, but it gave us a more beautiful result [...] Did you notice that tunes seem to start? Every room has its own melody, hiding there until it is made audible. You know, I feel as though we're in the same situation as composers were when they first began perceiving overtones. Musicians were always aware of their effects, I think, but timbre was mysterious until someone could demonstrate their existence. Now we're just beginning to compose with architecture in mind, and I'm very pleased to be in on these first experiments. » (Lucier, 1995, p. 100, notre trad.).

les trois compositeurs. [...] Les caractéristiques tonales des sons produits par chaque interprète sont constamment modifiées en raison des interactions avec l'acoustique de la citerne, donnant l'impression que beaucoup plus d'instruments sont présents. »⁶

Depuis Oliveros, bien d'autres musiciens sont partis en quête d'espaces réverbérants. Le saxophoniste Werner Lüdi enregistre ainsi en 1993 un disque en solo à l'intérieur du barrage du lac Lucendro en Suisse (CD Werner Lüdi, 1996 ; voir Turquety, ce numéro, chapitre 1). Après avoir effectué une résidence exploratoire dans l'église du Gesù à Montréal en 2014, la saxophoniste Ida Toninato investit un immeuble en béton en voie de réhabilitation dont les étages libérés de toutes cloisons offrent une réverbération avoisinant les 12 secondes. C'est en partie dans ce lieu atypique qu'elle enregistre au saxophone baryton son premier album solo (Format numérique Ida Toninato, 2016) avant de réaliser une nouvelle résidence artistique qui se déroule cette fois-ci dans le Colorado, au sein de *The Tank – Sonic Art Center*, une citerne d'eau en métal qui, dans les années 2010, s'est muée en centre d'art (Figure 2, en haut). L'ombre d'Oliveros plane sur l'album que Toninato enregistre dans cette citerne dont la réverbération atteint les 40 secondes (Format numérique Ida Toninato, 2020). Viendront ensuite d'autres projets comme le film sonore réalisé par Frédéric Dallaire et intitulé *Le rêve d'Ida*, dans lequel on voit la saxophoniste – accompagnée de plusieurs preneurs de son – explorer avec son baryton différentes acoustiques comme par exemple celle d'une cale de cargo ou d'un bunker (Figure 2, au milieu et en bas). C'est d'ailleurs dans ce vestige de la guerre froide qu'elle réalisera par la suite en collaboration avec Claude Bastien (Studio Trebuchet, Montréal) une expérience de réalité virtuelle : *Listening to the Walls*.

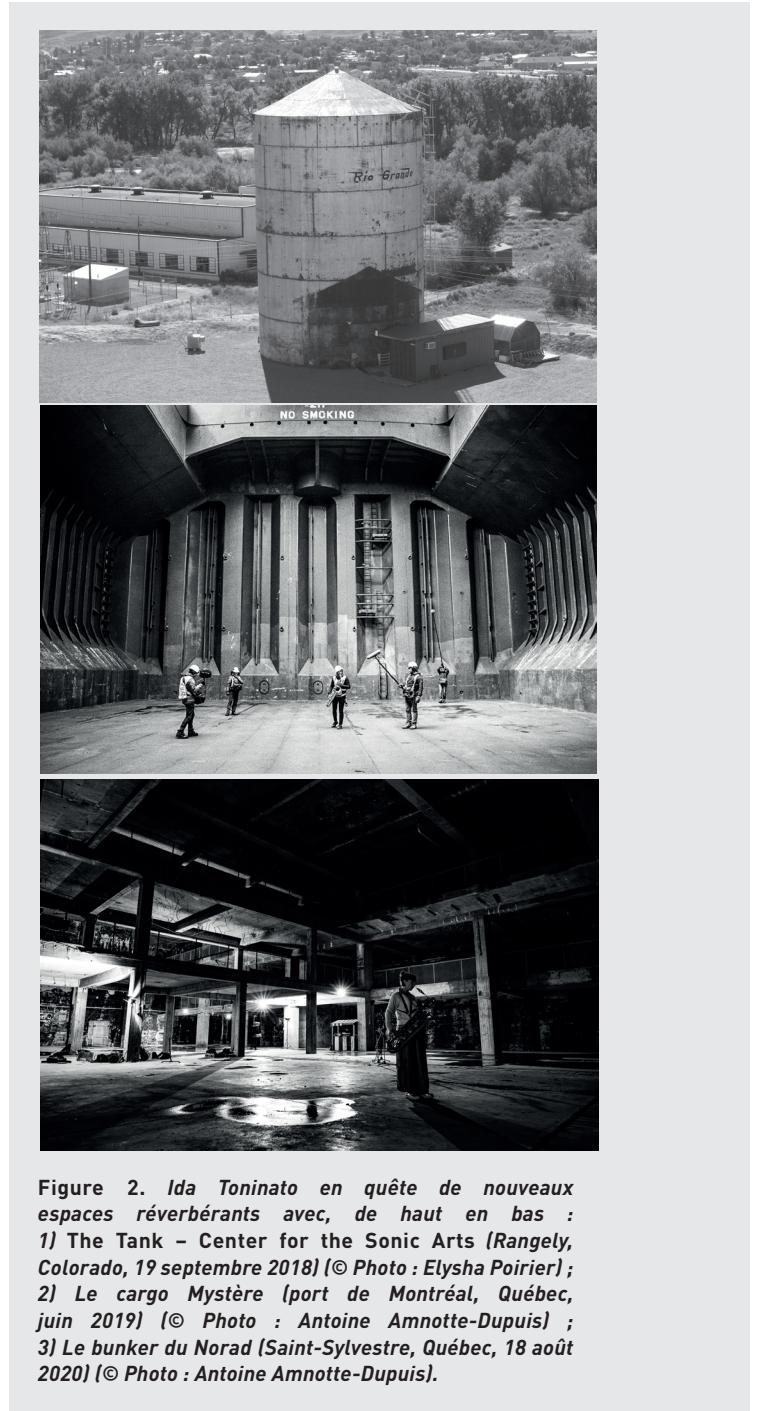


Figure 2. Ida Toninato en quête de nouveaux espaces réverbérants avec, de haut en bas : 1) *The Tank – Center for the Sonic Arts* (Rangely, Colorado, 19 septembre 2018) (© Photo : Elysha Poirier) ; 2) *Le cargo Mystère* (port de Montréal, Québec, juin 2019) (© Photo : Antoine Amnotte-Dupuis) ; 3) *Le bunker du Norad* (Saint-Sylvestre, Québec, 18 août 2020) (© Photo : Antoine Amnotte-Dupuis).

6

« As we improvise together, and listen intensely to one another, our styles encounter in the moment, and intermingle to make a collective music. I call the result 'deep listening.' In this recording, the acoustic space with its long reverberation time is an influential unifying presence. Listening, not only to one another but to the transformative spatial modulations, is an essential process in the music. The cistern space, in effect, is an instrument played simultaneously by all three composers. [...] The tonal qualities produced by each performer are constantly changed by interaction with the cistern acoustics, making it seem as if many more instruments are present » (Oliveros dans le livret du CD Pauline Oliveros, Stuart Dempster, Panaiotis, 1989, notre trad.).

4. Suggérer d'autres espaces en restituant ou en simulant une acoustique

La composition permet de simuler toutes sortes de phénomènes sonores dont ceux qui se rapportent à ce qu'on appelle les effets de salle, comme la réverbération ou l'écho. L'espace physique réel est alors dédoublé par un espace artificiel. Dans *Territoires de l'oubli* (1977) pour piano, Tristan Murail (1947-) parvient à projeter l'auditeur dans un autre lieu, extrêmement résonant (CD Tristan Murail, 1990). Durant la totalité de la pièce, la pédale tonale du piano demeure enfoncée, si bien que chaque corde frappée par un marteau du piano résonne jusqu'à son extinction naturelle ; mais les cordes ainsi excitées font aussi résonner par sympathie d'autres cordes de l'instrument. Il en découle un halo sonore continu et instable donnant l'illusion d'être dans un espace réverbérant. Des effets d'échos jalonnent aussi toute la partition sous la forme de petits groupes de notes répétés dans le temps, suivant différents paliers dynamiques.

Au milieu des années 1980, Luciano Berio et Pierre Boulez explorent à leur tour le potentiel des résonances par sympathie du piano. Dans la *Sequenza X* (1984) pour trompette et piano résonant, la partie de piano doit être interprétée silencieusement : à aucun moment les marteaux ne doivent venir frapper directement les cordes. Les actions du pianiste visent à libérer certaines cordes du piano qui vibrent par sympathie sur certaines notes jouées à la trompette. Ces dernières sont alors prolongées délicatement comme si elles étaient produites dans un espace plus réverbérant. Il s'opère ainsi à l'écoute de l'œuvre une sensation étrange : celle d'un espace physique artificiel qui ne cesse de se métamorphoser (CD Luciano Berio, 1998).

L'année suivante, Boulez compose *Dialogue de l'ombre double* (1985) pour clarinette et support spatialisé. Dans cette œuvre dédiée à Berio à l'occasion de son sixième anniversaire, l'espace est exploré de multiples façons. Idéalement, l'instrumentiste est placé au milieu de la salle avec le public autour de lui ; il doit alors pivoter sur lui-même au fil des sections de l'œuvre de sorte à ne pas toujours tourner le dos à la même partie du public. Celui-ci est par ailleurs entouré de six haut-parleurs servant à spatialiser de manière très précise la partie de clarinette enregistrée, Boulez souhaitant analyser le matériau sonore à travers sa répartition dans l'espace physique (Gerzso, 2015). Enfin, dans la version originale, un piano était placé en coulisse avec, sous sa table d'harmonie, un haut-parleur amplifiant à certains moments le son de la clarinette, de sorte à faire résonner par sympathie les cordes du piano. Le halo sonore était à son tour amplifié et diffusé depuis les coulisses afin de créer l'illusion, pour les auditeurs, d'être dans un espace plus grand et plus réverbérant. Cet effet est aujourd'hui entièrement contrôlé en temps réel par un logiciel informatique (CD Pierre Boulez, 1998).

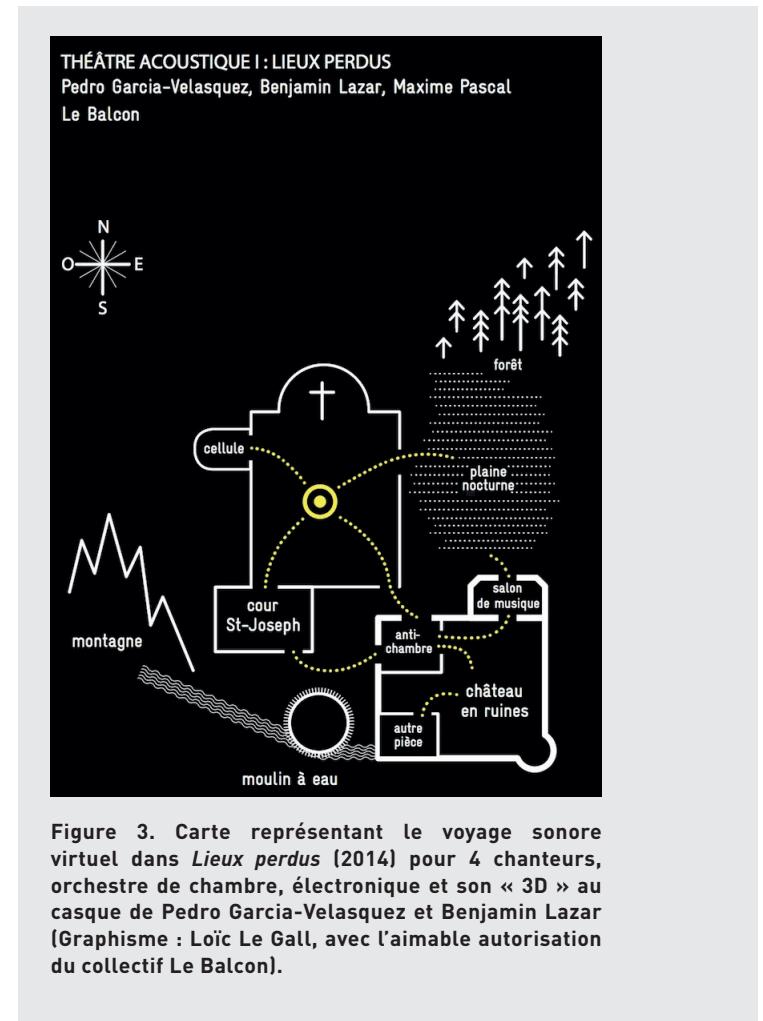
Il existe dorénavant de nombreux outils technologiques permettant de restituer des acoustiques ou de les créer artificiellement et, cela, en temps réel. Dans *Lieux Perdus – Théâtre acoustique I* (2014) conçu par le compositeur Pedro Garcia-Velasquez (1984-) et le metteur en scène Benjamin Lazar (1977-), le son des musiciens jouant en direct est « transporté », grâce à des outils informatiques, dans d'autres espaces : chaque auditeur – muni d'un casque audio dans la salle de concert – voyage ainsi à travers différents lieux dont il perçoit les qualités acoustiques, mais aussi les bruits ambiants (Figure 3). Pour cela, Garcia-Velasquez a élaboré avec ►

le réalisateur en informatique musicale Augustin Muller une bibliothèque acoustique de réverbération à convolution 3D accessible en ligne sur le site dédié à ce projet de recherche et création (<https://www.lieuxperdus.com/>).

« Le voyage commence dans l'église. Elle est habitée au départ par la musique de Gabrieli, essence dont elle se vide progressivement. L'église venteuse laisse alors apparaître plus clairement ce qui subsiste à ses ruines, ce qui s'est transmuté et s'emplît des nouveaux sons. [...] Afin de permettre un plus fort ancrage de ce "monde virtuel dans les casques", les musiciens sont au départ dans une autre salle. Les musiciens et le public se rejoignent vers le milieu de l'œuvre. L'écoute au casque subsiste encore un temps avant que le chef d'orchestre n'invite les auditeurs à l'ôter, et à se transporter ainsi dans le dernier lieu à visiter, l'endroit même où ils se trouvent. » (<https://www.lieuxperdus.com>).

5. Construire des effets de perspectives sonores

Si l'écriture musicale permet de suggérer des lieux comme nous l'avons vu dans la section précédente, elle permet aussi de créer des effets de perspective sonore sans qu'il n'y ait besoin de faire appel à des procédés de spatialisation. Varèse est sans aucun doute l'un des tout premiers compositeurs à structurer ainsi sa pensée musicale et cela, bien avant les débuts de la musique électroacoustique. Ses œuvres orchestrales mettent en jeu des complexes sonores plus ou moins disparates qu'il projette, tels des rayons sonores, en répartissant



l'énergie suivant des profils dynamiques – croissants ou décroissants – dans différentes régions spectrales. Pour apprécier cette pratique, il suffit d'écouter le début de ses *Intégrales* (1923-25) pour 11 instruments à vent et 4 percussionnistes (CD Edgard Varèse, 1998), œuvre qu'il a conçue pour « la projection spatiale du son, susceptible d'être obtenue avec des médias acoustiques qui n'existaient pas alors » (Varèse [1954], 1983, p. 128-129).

Nul besoin donc de recourir à la spatialisation pour développer une pensée spatiale. György Ligeti a su lui aussi suggérer dans beaucoup de ses œuvres de fortes impressions spatiales où s'opposent la proximité et le lointain, comme dans *Lontano* (1967) pour orchestre. Dans cette œuvre au titre explicite, le compositeur hongrois, tel un orfèvre, parvient à creuser la matière sonore pour produire des effets de perspective particulièrement tangibles (CD György Ligeti, 2002). Lors d'un entretien radiophonique accordé au musicologue Josef Häusler, il revient longuement sur la construction de cet espace imaginaire.

« Les associations spatiales à l'intérieur de la musique jouent pour moi un très grand rôle, mais il s'agit d'un espace purement imaginaire. [...] À peu près dans le dernier tiers de l'ouvrage, il y a, après une plage sonore très statique et très douce, formée d'une seconde majeure et d'une tierce mineure, un mouvement très progressif dans des régions sourdes et graves. Ceci produit déjà une petite association spatiale. Et bien, cette progression s'éclaircit soudainement comme si la musique était transpercée par de la lumière par derrière. J'ai maintenant de continuelles associations lumineuses, qui jouent vraiment un rôle dans la pièce [...]. Il se produit un éclaircissement toujours croissant, la musique semble briller, rayonner. Ceci est également souligné par un *crescendo* et, en ce qui concerne les hauteurs, par une montée progressive vers des régions toujours plus hautes, jusqu'à ce que, tout à fait dans l'aigu, un son unique (*ré dièse*) se dégage et reste immobile, comme si cette lumière musicale était d'abord diffuse ; mais lentement, ce caractère disparaît, et la lumière devient un faisceau dirigé. Tout est associatif : à

ce moment, lorsque le *ré dièse* aigu se présente comme faisceau concentré de ce rayonnement musical, s'ouvre soudainement quelque gouffre, un énorme éloignement, un déchirement à travers la musique. Je forme à ce moment des associations spontanées avec l'admirable tableau d'Altdorfer, *la Bataille d'Alexandre*, qui est à l'Alte Pinakothek de Munich, et dans lequel les nuages – ces nuages bleus – se déchirent, derrière il y a le rayon lumineux doré du soleil couchant, qui transparaît au travers.

Dans mon œuvre, l'image se casse soudainement. Pas totalement car le *ré dièse* résonne encore, mais à travers un *subito pianissimo* – on dirait presque qu'une lumière a été voilée – il demeure encore et continue à décroître (*verklingen*) ; une lumière peut aussi "shunter", si c'est une lumière musicale. Et cet éloignement s'ouvrant brusquement, cette étendue monstrueuse sont traversés par des sons de cors. Mais, en fait, les cors sont assis dans l'orchestre réel, il n'y a pas d'orchestre en coulisses : mais ils sonnent comme dans le lointain, pour diverses raisons associatives. D'abord, après le *tutti fortissimo*, il y a subitement *pianissimo*, et les cors jouent avec sourdine. » (Ligeti, 1974, p. 115)

6. Composer (avec) le rayonnement

Le rayonnement acoustique correspond à la manière dont l'énergie émise par une source sonore se diffuse dans l'espace autour d'elle. Il dépend bien évidemment de la nature de la source, mais aussi des sons émis, les fréquences aiguës tendant à être beaucoup plus directives que les fréquences graves. Il est très compliqué de modifier le rayonnement d'une source ►

acoustique sans opérer des modifications d'ordre structurel. Le rayonnement peut néanmoins être exploré musicalement en demandant aux musiciens d'orienter différemment leur instrument, à l'instar des cornistes qui peuvent aisément dresser le pavillon vers le ciel pour davantage emplir l'espace. Dans *Zeitmaße* (1955-56) pour quintette à vent, Stockhausen inscrit ainsi au-dessus de certaines notes un petit signe pour signaler aux musiciens qu'ils doivent pointer leur instrument vers le haut, ce qui modifie l'équilibre des timbres. Dans *Eonta* (1964) précédemment évoqué, Xenakis s'intéresse lui aussi à la question de la projection sonore en demandant aux musiciens (m. 335-375) de se déplacer librement d'un bout à l'autre de la scène dans des directions autant que possible opposées. À d'autres moments, alors qu'ils sont en position statique, il leur est demandé de pointer leurs instruments vers le plancher ou bien de pivoter lentement le pavillon à l'horizontale de gauche à droite suivant un angle obtus.

Ces différents exemples montrent qu'il est possible de composer avec le rayonnement mais peut-on envisager de composer le rayonnement lui-même ? Stroppa est un des rares compositeurs à s'être penché sur une telle problématique. Dans *Spirali* (1988) pour quatuor à cordes projeté dans l'espace (CD Marco Stroppa, 2009), il se sert ainsi de l'électronique pour travailler la mise au point d'un instrument ainsi que sa distance.

« Par "mise au point", j'entends qu'un son peut être non seulement centré sur un haut-parleur comme un point situé dans son milieu, mais également devenir une "surface" (dans laquelle la perception d'une directionnalité persiste, à ceci près que ce n'est plus un point précis, mais une région de l'espace), voire un son diffus partout, comme lorsqu'on écoute un instrument lointain

dans un espace très réverbérant. » (Stroppa, 2007, p. 75-76)

Dans la première version de *élet... fogytíglan* (1989-1997) écrite pour 11 instrumentistes – œuvre retirée du catalogue sous cette forme –, Stroppa recourt à un très grand nombre de microphones pour capter le rayonnement de certains instruments et l'agrandir grâce aux haut-parleurs soigneusement placés dans la salle, l'idée étant d'immerger le public dans le rayonnement instrumental et de créer ainsi une série d'images spatiales variant tout au long de la pièce. L'expérience n'ayant pas été fructueuse et compliquée à mettre en place, une seconde version sans amplification sera composée en 1997 pour 15 instruments. C'est à ce moment qu'il débute un cycle d'œuvres de musique de chambre sans électronique, mais dans lequel il explore l'espace frontal en positionnant les musiciens différemment sur scène, recherchant ce qu'il appelle « un "accord" (au sens musical du terme, comme on accorde des instruments) entre un espace réel, la scène, un espace inventé (le placement des instrumentistes à des endroits spécifiques de la scène) et une musique dont les matériaux ont été conçus pour "s'accorder" avec cet espace » (Stroppa, 2007, p. 81). Le positionnement et l'orientation des musiciens « donne une image non seulement visuelle, mais aussi acoustique qui fait sonner la scène d'une façon spécifique » (Stroppa, 2007, p. 81). Parmi les œuvres appartenant à ce cycle, figurent *Hommage à Gy. K.* (1997-2003) pour clarinette, alto et piano, *Ojia – Seven Strophes for a Literary Drone* (2005) pour violon, violoncelle et piano (Figure 4) (CD Marco Stroppa, 2018) et *Opus nainileven, 5 requies per la democrazia* (2003-2004) pour quintette à vent. Dans *Gla-dya – Études sur les rayonnements jumeaux* (2007) pour deux cors, et *Die Tanzende Hand. Versione triangolare* (2015) pour cor, trompette, trombone et

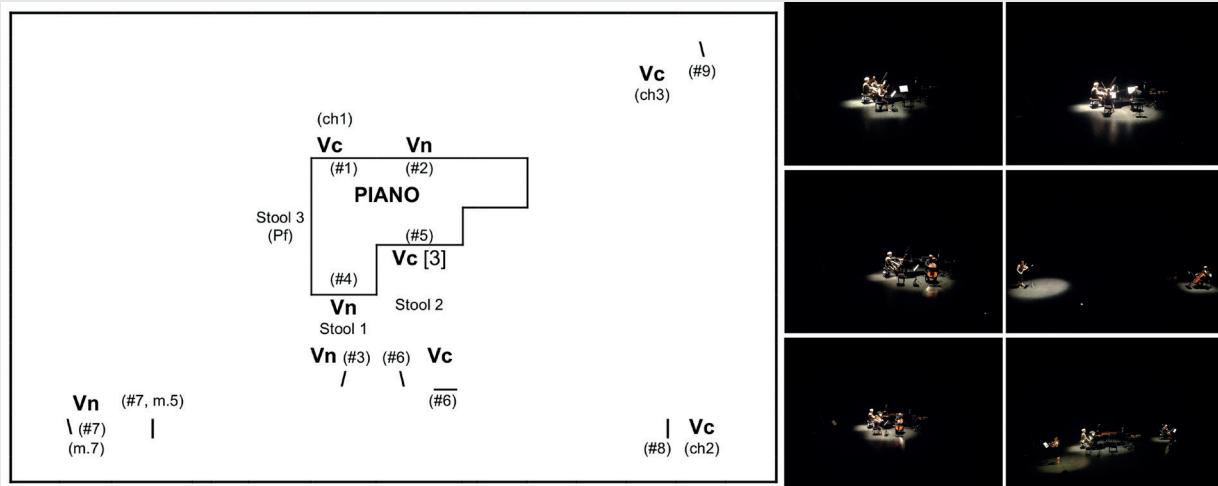


Figure 4. Marco Stroppa, *Ojia - Seven Strophes for a Literary Drone pour violon, violoncelle et piano. Vue d'ensemble (à gauche) du dispositif scénique, incluant l'orientation des pupitres (#), des chaises (ch) et des tabourets hauts (stool) destinés au violoniste et au violoncelliste. Photos à droite d'une interprétation de l'œuvre par les solistes de l'Ensemble Intercontemporain : Jeanne-Marie Conquer (violon), Eric-Maria Couturier (violoncelle), Dimitri Vassilakis (piano) © Marco Stroppa, avec son aimable autorisation.*

tuba, le placement des musiciens change peu au cours de l'exécution, mais la question du rayonnement instrumental n'en demeure pas moins centrale.

Dans les années 1990, Stroppa débute aussi un cycle d'œuvres pour instrument soliste et « électronique de chambre » dans lequel il cherche à établir une relation plus intime entre le musicien et l'électronique, en utilisant systématiquement un dispositif de diffusion du son frontal. Dans *...of silence* (2007) pour saxophone et électronique de chambre, la quatrième pièce de ce cycle, le compositeur installe pour la première fois au centre de la scène un groupe de cinq haut-parleurs, autour duquel se place le soliste (Figure 5, en haut). Cet outil de diffusion est dérivé des recherches menées au début des années 2000 à l'Ircam autour de la *Timée*, un système de haut-parleurs dont il est possible de contrôler la directivité (Misdariis *et al.*, 2001) et

pour lequel ont été composées quelques œuvres, notamment *Duelle* (2001) pour mezzo-soprano, piano, violon et électronique de François Nicolas (1947-) et *Five Imaginary Spaces* (2002) pour piano et électronique de Oliver Schneller (1966-). Si la *Timée* est restée à l'état de prototype, il existe aujourd'hui une enceinte à rayonnement variable – Iko de IEM et Sonible – conçue avec la technologie audio 3D *Higher Order Ambisonics* (HOA). L'outil que développe Stroppa pour contrôler le rayonnement de la partie électronique de ses œuvres ou pour amplifier le rayonnement d'un instrument soliste – comme dans *Let me Let me sing into your ear* (2010) pour cor de basset et orchestre – consiste en une superposition de haut-parleurs traditionnels contrôlés individuellement par un programme informatique, pour produire ensemble différentes figures de rayonnement, mais aussi pour spatialiser le son autrement, en se servant des réflexions sur les parois de la salle. Après ►

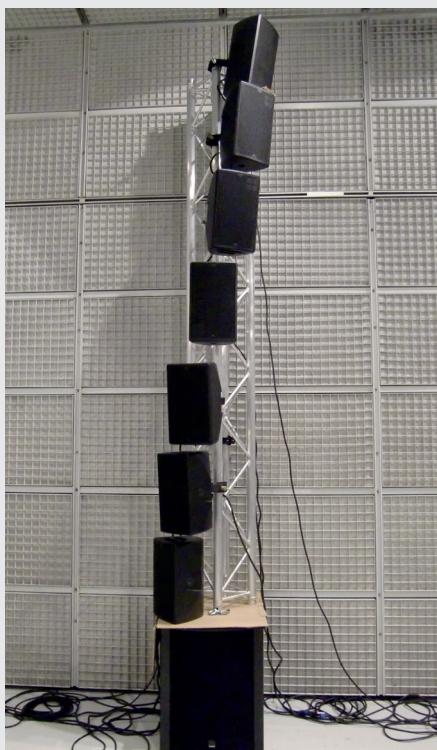


Figure 5. Totems acoustiques conçus par Marco Stroppa dans les studios de l'Ircam pour *...of silence* (en haut) et *Come play with me* (en bas) (© Marco Stroppa, avec son aimable autorisation).

...of silence, Stroppa poursuit cette idée en concevant dans *hist whist* (2009) pour violon et électronique de chambre diffusée par ce qu'il nommera dorénavant un « totem acoustique ». Ce type de dispositif connaîtra de nouveaux développements avec son opéra *Re orso* (2010-2012), puis dans son concerto pour électronique et orchestre *Come play with me* (2016) (Figure 5 en bas) ; CD *Donaueschinger Musiktage 2018*, 2019).

Si l'intégration de préoccupations spatiales dans la musique remonte à la Renaissance, ce n'est qu'au XXe siècle, principalement grâce au développement des outils de diffusion sonore et à l'émergence des musiques électroacoustiques, que l'espace apparaît comme un enjeu fondamental dans de nombreuses pratiques de création sonore. La localisation, le déplacement et le rayonnement des sources sonores, les propriétés acoustiques des lieux d'enregistrement et de diffusion, les qualités spatiales des timbres instrumentaux ou des sons électroacoustiques, etc. deviennent alors des paramètres compositionnels à part entière, source d'effets spatiaux tangibles. Pour illustrer ces différents aspects, nous n'avons pu sélectionner que quelques œuvres du répertoire « spatial » et avons donc dû laisser de côté un grand nombre de pièces tout aussi iconiques comme *Poésie pour pouvoir* (1958) de Boulez, *Prometeo* (1981-84) de Nono, *Cronaca del luogo* (1999) de Berio et bien d'autres.

Les recherches musicales et théoriques menées par quelques compositeurs soucieux de mieux formaliser la notion d'espace ont permis de clarifier certaines tendances, mais l'espace, en tant que dimension perceptive plurielle, devrait faire l'objet d'investigations musicologiques, acoustiques et psychoacoustiques conjointes et plus approfondies. Cela permettrait,

entre autres, d'établir un cadre formel regroupant l'ensemble des pratiques compositionnelles spatiales, de documenter et catégoriser les effets auditifs produits et, enfin, de vérifier le degré de corrélation entre les approches formalisées par les artistes et les sensations auditives vécues par les spectateurs. L'espace représente en ce sens un vaste terrain de recherches interdisciplinaires dont nous avons commencé à sonder certains aspects concernant notamment la perception des trajectoires sonores circulaires (Féron *et al.*, 2010) ou la question de l'interprétation acousmatique sur orchestre de haut-parleurs (Boutard et Féron, 2019). Mais beaucoup reste à faire.

Remerciements

Je souhaite exprimer mon amitié et ma gratitude à John Chowning, Marco Stroppa, Ida Toninato, et les membres du collectif Le Balcon, pour l'ensemble de leurs investigations spatiales, pour leur disponibilité et pour avoir fourni à titre gracieux les différentes illustrations qui accompagnent ce texte. Merci aussi à Corsin Vogel et Delphine Roger pour leurs précieuses relectures.

Bibliographie

> Baumaan, D. (2015), « Music and Space in the Renaissance », Brech M. et Paland R. (dir.), *Komposition für hörbaren Raum. Die frühe elektroakustische Musik und ihre Kontexte / Compositions for Audible Space. The Early Electroacoustic Music and its Contexts*, Bielefeld,

[transcript], coll. « Music and Sound Culture », pp. 45-65.

> Bayer, F. (1981), *De Schönberg à Cage. Essai sur la notion d'espace sonore dans la musique contemporaine*, Paris, Klincksieck.

> Bioteau, A. (2013), « Théorie et intégration technologique

de l'espace dans la composition. Des pionniers à Emmanuel Nunes », Donin N. et Feneyrou L. (dir.), *Théories de la composition musicale*, vol.2, pp. 1337-1366.

> Born, G. (dir.) (2013), *Music, Sound and Space. Transformations of Public and Private Experience*, Cambridge, Cambridge University Press.

> Boutard, G., Féron, F.-X. (2019), « Documenting acousmatic music interpretation: profiles of discourse across multiple dimensions », *Journal of Documentation*, vol.75 n°01, p. 99-119

> Brant, H. (1998), « Space as an Essential Aspect of Musical Composition » [1967], Schwartz E. et Childs B., *Contemporary Composers on Contemporary Music*, New-York, Da Capo, pp. 221-242.

> Brech, M., Paland, R. (dir.) (2015), *Komposition für hörbaren Raum. Die frühe elektroakustische Musik und ihre Kontexte / Compositions for Audible Space. The Early Electroacoustic Music and its Contexts*, Bielefeld, [transcript], coll. « Music and Sound Culture ».

> Chion, M. (1988), « Les deux espaces de la musique concrète », *Lien, L'espace du son I*, Ohain, Musiques et Recherches, pp. 31-33.

> Chouvel, J.-M., Solomos, M. (dir.) (1998), *L'espace, musique/philosophie*, Paris, L'Harmattan, coll. « Musique et musicologie ».

> Chowning, J. (1971), « The simulation of moving sound sources », *Journal of Audio Engineering Society*, n°19, pp. 2-6.

- > Chowning, J. (2011), « *Turenas: the realization of a dream* », acte des *Journées d'Informatique Musicale*, Université de Saint-Etienne, 25-27 mai 2011.
- > Davis, R. (2003), « '...and what they do as they're going...': sounding space in the work of Alvin Lucier, *Organised Sound*, vol.8 n°2, pp. 205-212.
- > *Les cahiers de l'IRCAM - Recherche et Musique* (1994), n°5 « Espaces », Paris, IRCAM-Centre Pompidou.
- > *Lien – L'espace du son I, II et III* (1988/1991/2011), Ohain, Musiques et Recherches.
- > Féron, F.-X., Frissen, I., Boissinot, J., Guastavino, C. (2010), « Upper limits of auditory rotational motion perception », *Journal of the Acoustical Society of America*, vol.128 n°6, pp. 3703-3714.
- > Forsyth, M. (1987), *Architecture et musique. L'architecte, le musicien et l'auditeur, du 17e siècle à nos jours* [traduit de l'anglais par M. Haine et P. Haine], Liège, Pierre Mardaga.
- > Genevois, H., Orlarey, Y. (dir.) (1998), *Le son et l'espace*, Lyon, GRAME/ALÉAS, coll. « Musique et Sciences ».
- > Gerzso, A. (2015), « Pierre Boulez – *Dialogue de l'ombre double* », *ANALYSES – Œuvres commentées du répertoire de l'Ircam* [En ligne]. URL : <https://brahms.ircam.fr/analyses/dialogue/>
- > Harley, M. (1994), « Musique, espace et spatialisation : entretien de Iannis Xenakis avec Maria Harley », *Circuit – Musiques contemporaines*, vol.5 n°2, pp. 9-20.
- > Harley, M. (1999), « Spatiality of sound and stream segregation in twentieth century instrumental music », *Organised Sound*, vol.3 n°2, pp. 147-166.
- > Ligeti, G. (1974), « *D'Atmosphères à Lontano* : un entretien entre György Ligeti et Josef Häusler » (émission du Südwestfunk de Baden Baden diffusée les 19 juillet et 26 juillet 1968), *Musique en jeu*, n° 15, pp. 110-119 (Traduit de l'allemand par G. Tillier et D. Jameux. Publication originale parue dans Nordwall O. (1971), *György Ligeti: eine Monographie*, Mainz, Schott's Söhne).
- > Lucier, A. (1995), *Reflections / Reflexionen*, Cologne, MusicTexte.
- > Merlier, B. (2006), *Vocabulaire de l'espace en musiques électroacoustiques*, S. l., Delatour France.
- > Misdariis, N., Nicolas, F., Warusfel, O., Caussé, R. (2001), « Radiation control on multi-loudspeaker device: La Timée » - *XXth International Computer Music Conference (ICMC)* - septembre 2001.
- > Nunes, E. (2001), « La distance », texte inclus dans le livret du CD *Quodlibet*, Montaigne/ Naïve MO 782143, pp. 7-10.
- > Pinaud, D. (2014), « L'espace sonore à la croisée des champs culturels : enjeux et perspectives », *Sciences humaines combinées* [En ligne], n°13, mis en ligne le 19 décembre 2017, consulté le 11 janvier 2022. URL : <http://preo.u-bourgogne.fr/shc/index.php?id=349>.
- > Reynolds, R. (1978), « Thoughts on Sound Movement and Meanings », *Perspective of New Music*, vol.XVI n°2, pp. 181-190.
- > Stockhausen, K. (1988), « Musique dans l'espace », *Contrechamps*, n°9, 1988, pp. 78-100. (Traduit de l'allemand par C. Meyer. Publication originale : « Musik im Raum », *Die Reihe*, n°5, 1959).
- > Stroppa, M. (1991), « Espace et Figure » [texte inédit].
- > Stroppa, M. (1992), « Die musikalische Beherrschung des Raumes », *Motiv - Musik in Gesellschaft anderer Künste*, n°4-5, Berlin, Verlag Constructiv, pp. 22-24.
- > Stroppa, M. (2007), « Accorder musicalement un espace réel et un espace inventé » [Entretien avec Jehanne Dautrey], *Rue Descartes*, n°56 « Musique, Architecture », pp. 70-81.
- > Varèse, E. (1983), *Écrits* (Textes réunis et présentés par Louise Hirbour. Traduction de l'anglais par Christiane Léaud), Paris, Christian Bourgois.

Discographie (par ordre d'apparition dans le corps du texte)

- > *Cori Spezzati – Venetian Polychoral Music*, Chamber Choir of Europe / Nicol Matt (direction) (2006), Brilliant Classics [SACD Surround Sound] 93689.
- > *Alessandro Striggio – Mass For 40 And 60 Voices*, Le Concert Spirituel / Hervé Niquet (direction) (2012), Glossa [SACD Surround Sound] GCDAS 921623.
- > *Thomas Tallis – Spem In Alium: Music For Monarchs And Magnates*, The Sixteen / Harry Christophers (direction) (2003), CORO [SACD Surround Sound] 16016.
- > *Wolfgang Amadeus Mozart – Serenate, Notturmo, Eine Kleine Nachtmusik*, Le Concert Des Nations / Jordi Savall (direction) (2006), Alia Vox [SACD Surround Sound] AVSA 9846.
- > *Gustav Mahler – Symphonie no. 3*, Wiener Philharmoniker, Die Wiener Sängerknaben / Pierre Boulez (direction), Anne Sofie Von Otter (mezzo soprano) (2003), Deutsche Grammophon [SACD Surround Sound] 474 298-2.
- > *Hector Berlioz – Grande Messe des morts*, London Symphony Orchestra, London Symphony Chorus, London Philharmonic Choir / Sir Colin Davis (direction), Barry Banks (ténor) (2013), LSO Live [SACD Surround Sound] LSO0729.
- > *Charles Ives – Orchestral Works vol. 2*, Melbourne Symphony Orchestra / Andrew Davis (direction) (2016), Chandos [SACD Surround Sound] CHSA 5163.
- > *The Henry Brant Collection*, 9 volumes (2005-2008), Innova Recordings [CD].
- > *Karlheinz Stockhausen – Elektronische Musik 1952-1960* (1991), Stockhausen Verlag [CD] vol. 3.
- > *Karlheinz Stockhausen – Gruppen / Carré*, WDR Sinfonieorchester Köln, Sinfonieorchester Des Norddeutschen Rundfunks Hamburg, Chor Des Norddeutschen Rundfunks Hamburg / Karlheinz Stockhausen, Andrzej Markowski, Bruno Maderna, Mauricio Kagel, Michael Gielen, Pierre Boulez (direction) (1992), Stockhausen Verlag [CD] vol. 5.
- > *Iannis Xenakis – Metastasis, Pithoprakta, Eonta*, Ensemble Instrumental de Musique Contemporaine de Paris / Konstantin Simonovic (direction), Orchestre National de l'O.R.T.F / Maurice Le Roux (direction) (1988), Le Chant Du Monde [CD] LDC 278 368.
- > *Iannis Xenakis* [s.t.] – WDR Sinfonieorchester Köln / Michel Tabachnik (direction), Ensemble Ars Nova / Marius Constant (direction), Orchestre Philharmonique de l'O.R.T.F / Charles Brück (direction) (2003), Edition RZ [CD] 1015-16.
- > *John Chowning – Turenas, Stria, Phoné, Sabelithe* (1988), WERGO Digital Music Digital [CD] WER 2012-50.
- > *Emmanuel Nunes – Quodlibet*, Ensemble Modern, Orquestra Gulbenkian Lisboa / Kasper de Roo et Emilio Pomàrico (direction) (2001), Montaigne/ Naïve [CD] MO 782143.
- > *Alvin Lucier – I Am Sitting In A Room* (2021), Sound On Paper Editions [coffret LP et CD].
- > *Pauline Oliveros, Vor Der Flut (Hommage An Einen Wasserspeicher)* (1985), Eigelstein Musikproduktion [CD] ES 2025-26.
- > *Pauline Oliveros, Stuart Dempster, Panaiotis – Deep Listening* (1989), New Albion [CD] NA 022.
- > *Werner Lüdi – Lucendro* (1996), Unit Records [CD] UTR 4064.
- > *Ida Toninato – Strangeness is gratitude* (2016), Kohlenstoff [Format numérique] KOHL 028.
- > *Ida Toninato – We Become Giants* (2020), Dragon's Eye Recordings [Format numérique] de 6031.
- > *Tristan Murail – Allégories, Vues Aériennes, Territoires de l'Oubli*, Ensemble Fa / Dominique My (direction et piano) (1990), Ac cord (una corda) [CD] 200842.
- > *Luciano Berio – Sequenzas*, Ensemble InterContemporain (1998), Deutsche Grammophon (20/21 - Music of Our Time) [CD] 457 038-2.
- > *Pierre Boulez – Répons, Dialogue De L'Ombre Double*, Ensemble InterContemporain / Pierre Boulez (direction), ►

Alain Damiens (clarinette) (1998), Deutsche Grammophon (20/21 - Music of Our Time) [CD] 457 605-2.

> *Edgard Varèse – The Complete Works*, Royal Concertgebouw Orchestra, Asko Ensemble / Riccardo Chailly (direction) (1998), Decca [CD] 460 208-2.

> *György Ligeti – The Ligeti Project II*, Berliner Philharmoniker / Jonathan Nott (direction) (2002), Teldec Classics [CD] 8573-88261-2.

> *Marco Stroppa – Traiettorie, Spirali*, Pierre-Laurent Aimard (piano), Quatuor Arditti (2009), Stradivarius [CD] STR 57008.

> *Marco Stroppa – Space*, Ensemble KNM Berlin (2018), WERGO [CD] WER 7372 2.

> *Donaueschinger Musiktage 2018* (Fedele - Bång - Stroppa - Zübel - Ivi - Filidei - Meier) (2019), Neos [SACD Surround Sound] 11914-15.

FRANÇOIS-XAVIER FÉRON

Titulaire d'un master en acoustique musicale et d'un doctorat en musicologie, François-Xavier Féron est depuis 2013 chargé de recherche au sein du CNRS. Il a travaillé au Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique et au Studio de Création et de Recherche en Informatique et Musiques Expérimentales (LaBRI-SCRIME) avant de rejoindre en 2018, l'équipe Analyse des Pratiques Musicales au sein du laboratoire Sciences et Technologies de la Musique et du Son (STMS) à l'Ircam. Ses recherches de nature interdisciplinaire se concentrent sur les pratiques musicales contemporaines, du processus de création au travail d'interprétation en passant par l'analyse des œuvres et des phénomènes sonores. Il est membre collaborateur du Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology (CIRMMT, Université McGill, Montréal), membre du comité scientifique de la revue canadienne *Circuit – Musiques contemporaines* et il co-dirige avec Alain Bonardi la base de données *ANALYSES – Œuvres commentées du répertoire de l'Ircam*.

François-Xavier Féron holds a Master's degree in musical acoustics and a PhD in musicology (Sorbonne University). Since 2013, he has been a tenured researcher at the French National Centre for Scientific Research (CNRS). He worked at the Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique and at the Studio de Création et de Recherche en Informatique et Musiques Expérimentales (LaBRI-SCRIME) before joining, in 2018, the team Analysis of Musical Practices within the laboratory Sciences and Technologies of Music and Sound (STMS) at Ircam. His interdisciplinary research deals with various contemporary musical practices, focusing on creative processes, performances, and analysis of works and sound phenomena. He is also a collaborating member at the Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology (CIRMMT, McGill University, Montreal), co-editor in chief with Alain Bonardi of Ircam ANALYSES database and member of the scientific committee of the Canadian journal Circuit – Musiques contemporaines.