

# MODÉLISATION DE L'ŒUVRE MUSICALE : UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE DE L'ANALYSE MUSICALE

Lissa Meridan

Université Bordeaux-Montaigne

lissameridan@gmail.com

## RÉSUMÉ

L'objectif au cœur de la systémique, définie par Ludwig von Bertalanffy comme une maxime méthodologique, est de fournir « une façon de voir les choses qui autrefois étaient négligées ou contournées<sup>1</sup> ». Notre approche, qui s'attache au développement d'une compétence spécifique aux langages musicaux inspirés par l'informatique, ne vise pas à approfondir l'analyse musicale en détail, mais plutôt à comprendre le sens global d'une œuvre en fonction de son évolution dynamique. Ainsi, en définissant une méthodologie pour la modélisation de l'œuvre musicale, il sera possible dorénavant de mettre en lumière certains éléments souvent laissés dans l'ombre, tels que des dimensions spatio-temporelles, énergétiques et transmodales<sup>2</sup>.

## 1. INTRODUCTION

Au XX<sup>e</sup> siècle, l'avènement des sciences cognitives, des théories de l'information et de la cybernétique<sup>3</sup> a donné lieu à de nouvelles façons d'aborder le monde. La *Théorie générale des systèmes* de Bertalanffy en constitue un exemple pertinent. Bertalanffy pose comme principe que tout est interconnecté et, de ce fait, il nous revient d'étudier cette interconnectivité afin de bien comprendre le monde et son fonctionnement. Son approche s'appuie sur quatre concepts fondamentaux : la globalité, l'interaction, l'organisation et la complexité. Il s'agit d'une rupture radicale avec l'approche analytique conventionnelle, qui réduit les phénomènes à leurs constituants individuels afin de les considérer indépendamment. Malgré l'apparence d'une opposition fondamentale entre les approches systémique et analytique, Daniel Durand explique, dans son ouvrage *La systémique*, qu'elles sont plutôt complémentaires. L'approche systémique complète l'analyse « en la dépassant : elle remet les choses à leur place en privilégiant la vue d'ensemble par rapport aux détails. » [13]

Ainsi, les principes sur lesquels la méthode scientifique a été fondée sont remis en cause. Dans son livre sur

la théorie du chaos, James Gleick explique que « la relativité a éliminé l'illusion newtonienne d'un espace et temps absolus ; la théorie quantique a supprimé le rêve newtonien d'un processus de mesure contrôlable ; le chaos, lui, élimine l'utopie laplacienne d'une prédictibilité déterministe. » [15] On constate donc dans le monde scientifique un changement d'approche radical : la causalité newtonienne cède devant la théorie des systèmes dynamiques et les sciences de la complexité.

Dès les années 1970, des processus et des modèles d'organisation inspirés par la cybernétique se sont introduits dans le domaine de la musique et, avec eux, les principes des systèmes complexes et des comportements chaotiques. En même temps, des développements en informatique ont infiltré progressivement les procédés de la composition musicale. L'incidence des concepts à base scientifique sur la création musicale donne lieu à de nouvelles conceptions des causes sonores et des effets qui ne peuvent plus être réduits à leurs composants.

On voit apparaître des musiques telles que le free jazz, la musique spectrale, les musiques acousmatiques, les musiques improvisées, la musique intuitive, ainsi que des musiques conçues pour des systèmes informatiques interactifs – centrées sur l'interaction entre homme, machine et environnement. La rencontre homme-machine est mise en évidence autant par les œuvres mixtes, qui réunissent à la fois des instruments acoustiques et des dispositifs électroniques, que par les musiques électroacoustiques jouées en temps réel. Dans de tels contextes musicaux, il est possible que l'interaction entre les divers éléments se multiplie de façon exponentielle, parfois même en atteignant un niveau de complexité extrêmement élevé. Toutes ces musiques semblent se fonder sur un même principe, selon lequel le tout est plus que la somme de ses parties. Ainsi, le gouffre entre la cause et son effet s'ouvre de plus belle ; de nouveaux phénomènes sonores et de nouvelles formes musicales naissent de cette ouverture.

Dès le début des années 1990, on observe qu'un grand intérêt est porté à la notion de complexité musicale et à son aspect dynamique, notamment dans le domaine de l'informatique musicale. Cet aspect complexe et dynamique de la structure musicale est mis en lumière par une nouvelle génération de compositeurs-chercheurs parmi lesquels on compte Michaël Levinas, Gérard Pape, Curtis Roads, Agostino Di Scipio, Horacio Vaggione et Trevor Wishart. Dans les œuvres de ces compositeurs, on constate un changement de paradigme structurel qui est entraîné par les procédés de création musicale, cons-

<sup>1</sup> « a way of seeing things which were previously overlooked or bypassed, and in this sense [...] a methodological maxim. » [1]

<sup>2</sup> Il s'agit de la transposition des informations d'un mode sensoriel à un autre, par exemple le fait de percevoir des sons comme des couleurs, des lumières ou des sensations tactiles.

<sup>3</sup> La cybernétique est la science qui réunit l'ensemble des théories relatives à la gestion et à l'efficacité des systèmes de très haute complexité, comme par exemple les êtres vivants et les machines.

tat résumé ainsi par Hugues Dufourt : « La structure ne désigne donc plus un système de lois et d'invariances. Elle décrit les caractères d'une totalité plus ou moins souple... » [12].

On constate qu'un changement de paradigme<sup>4</sup> s'est effectué dans le monde scientifique – il oblige à passer d'un « système de lois rigides » à un « ensemble de formes qualitatives » [4]. On doit alors s'interroger sur les implications d'un tel changement de perspective pour la musique. Faut-il élaborer une conception théorique qui réconciliera l'analyse musicale avec le changement de paradigme de plus en plus évident dans la pensée des compositeurs contemporains ?

## 2. CONSIDÉRER LA MUSIQUE SOUS L'OPTIQUE SYSTÉMIQUE

D'un point de vue ontologique, la musique peut être considérée comme un système en raison de sa nature conceptuelle. En effet, Bertalanffy distingue les systèmes réels, c'est-à-dire les entités que l'on peut percevoir à partir de l'observation et qui sont indépendantes de l'observateur, des systèmes conceptuels « tels que la logique ou les mathématiques qui sont essentiellement des notions symboliques (mais comprenant aussi, par exemple, la musique). »<sup>5</sup>

Héritée d'une pensée structuraliste, l'approche globale du fait musical se manifeste dans les procédés de compositeurs tels que Boulez, Ligeti, Stockhausen ou Xenakis, pour n'en citer que quelques-uns. Boulez dans son ouvrage datant de 1963, *Penser la musique aujourd'hui*, parle d'un ensemble de possibilités créatrices « liées entre elles par des affinités prédominantes par rapport à un caractère donné. » [2] Il décrit le fait sonore en tant qu'ensemble de « données » ou de « composants » qui soit s'intègrent avec les autres, soit coexistent simplement entre eux [2]. Avec Stockhausen, on trouve également l'évidence d'une systématisation des matériaux musicaux dans sa « super-formule » qui relie et ordonne tous les éléments de son cycle opératique *Licht*, quels que soient leurs niveaux hiérarchiques dans la structure musicale. Quant à Xenakis, la composition de ses sonorités par des procédés relevant des graphismes architecturaux, de la transformation continue des composants, ainsi que des masses nuageuses, suggère une logique systémique sous-jacente. D'ailleurs, Makis Solomos remarque à ce sujet : « Ainsi, [Xenakis] introduisit au sein de l'avant-garde musicale du début des années 1950, qui était caractérisée par une décomposition paramétrique du phénomène sonore, une approche globale du phénomène sonore. » [11]

On voit que penser le son comme un ensemble évolutif de paramètres programmables relève autant de

l'héritage du structuralisme que de l'avènement de l'informatique. Dufourt, qui considère la musique spectrale comme une révolution épistémologique, rend compte de la pensée systémique de la façon suivante : « La forme algorithmique désigne le nouveau paradigme du savoir qui, à l'image d'une machine de Turing, se présente comme une machine idéale capable de simuler les procédures de traitement de l'information jusque dans ses plus infimes détails. » [12] Les développements conceptuels au sein de la musique spectrale coïncident justement avec la publication de la *Théorie générale des systèmes* de Bertalanffy.

D'après Pape, la structure représentée par une partition « n'est que l'information figée, c'est-à-dire qu'elle représente un son à naître. » [19] Pape définit la structure musicale comme « un ensemble de possibilités sonores qui ne sont pas encore séquencées dans le temps ». Elle est « conçue et calculée en tant qu'opération "hors du temps" » [19]. Son œuvre pour contrebasse solo, *Trois études quantiques*, dont la partition hautement complexe constitue un véritable défi pour l'interprète, en constitue un exemple intéressant. Dans cette perspective, la véritable forme sonore ne peut exister que dans l'espace et dans le temps. En intégrant le mouvement et la direction, elle devient malléable, variable et plastique. Ainsi, elle ne représente « qu'une possibilité parmi de nombreuses autres » [19]. La forme est donc l'expression spatio-temporelle d'une structure idéale qui la transcende.

Di Scipio, de son côté, conçoit des structures informatiques fondées sur les principes de la rétroaction, en vue de générer des processus complexes et évolutifs. Ses œuvres, comme *Plex* par exemple, sont essentiellement des structures « opérationnelles » [10] qui sont implicitement indéterministes : le compositeur ne peut pas prévoir le résultat global avant d'avoir observé le comportement du système musical. La structure sonore est ainsi générée à la sortie du processus et va consister en des formes articulées par leur temporalité non linéaire interne.

Il va de soi que de telles approches de la conception musicale reposent sur une pensée prédisposée à l'approche systémique. L'évolution de ces approches de composition a apporté de nombreuses solutions aux problématiques musicologiques engendrées par l'informatique musicale. Par exemple, Otto Laske distingue deux approches théoriques de la composition : l'une basée sur des modèles et l'interprétation de leurs règles, l'autre sur les règles des processus. Il considère ces deux approches comme des stratégies de *design* [18].

Grâce aux travaux particulièrement novateurs de Cosmin et Mario Georgescu [14], il est maintenant possible de considérer l'œuvre musicale en tant que système et plus précisément, comme un système ouvert, complexe et dynamique. Dans cette optique, la perception de l'œuvre musicale s'ouvre à sa nature interactive et rétroactive dans le flux des moments qui, ensemble, la forment.

<sup>4</sup> La notion de changement de paradigme scientifique est proposée par Thomas Kuhn en 1962 dans son ouvrage *La structure des révolutions scientifiques* [17]. Elle implique une transition progressive des approches de recherche quantitatives aux approches holistiques et qualitatives.

<sup>5</sup> « There are conceptual systems, such as logic or mathematics, which essentially are symbolic constructs (but also including, e.g. music). » [1]

D'après la systémique, on décrit un système selon la nature de son état d'équilibre dynamique. Un système « téléologique » est conçu afin d'atteindre des fins particulières, ou en vue de réaliser un objectif prédéterminé, tandis qu'un système « homéostatique » est élaboré dans l'objectif de maintenir un état d'équilibre. On trouve les deux natures réunies au sein de l'œuvre musicale. Ensemble, elles répondent, d'un côté, aux objectifs de la communication musicale et, de l'autre, au maintien d'une stabilité qui assure la cohérence de son langage.

Considérons donc l'œuvre musicale comme une totalité unifiée, un objet complexe formé de composants interdépendants en interaction dynamique, reliés entre eux par un certain nombre de relations et organisés en fonction d'un but – c'est-à-dire, comme une « œuvre-système ».

### 3. VERS UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE DE L'ŒUVRE MUSICALE

Historiquement, le caractère dynamique d'une œuvre musicale s'exprime par sa progression rythmique, mélodique et harmonique, ainsi que par les enchaînements des intervalles linéaires. Mais quand on abandonne le langage tonal, le fonctionnement dynamique de l'œuvre dépend d'autres facteurs musicaux, tels que les objectifs, les modèles et les processus définis par le compositeur.

De ce fait, en prenant appui sur les théories de la systémique, nous sommes en mesure de déterminer les traits caractéristiques de l'œuvre-système selon deux aspects principaux : l'organisation structurelle des composants dans l'espace et l'organisation fonctionnelle des composants dans le temps, c'est-à-dire leur comportement.

#### 3.1. L'organisation structurelle

L'organisation structurelle d'un système est déterminée par ses composants et définie par les limites spatio-temporelles et l'environnement dans lequel le système existe. Les composants, selon Durand, peuvent être de natures différentes – matière, énergie ou information – et peuvent aussi revêtir de nombreux états selon leur variabilité [13]. La structure d'un système dynamique comprend donc l'ensemble de tous les états possibles et dépend du nombre de degrés de liberté de chaque composant du système. Cette structure représente l'espace des phases<sup>6</sup> du système et elle est décrite par un diagramme de phases.

Il est donc possible de considérer que les composants de l'œuvre musicale résident dans les divers paramètres définis par le compositeur. Reprenons l'exemple de Stockhausen, où sa « super-formule » au cœur de la structure musicale consiste à relier tous les éléments à de multiples niveaux. L'autonomie des composants mu-

sicaux est assurée par le jeu des paramètres : « les sonorités, les improvisations, les types d'enveloppe, les bruits, les échos, les échelles, les silences. » [8] Tous ces composants se trouvent liés par un réseau de changements paramétriques en interaction systémique.

Nous constatons que cette approche paramétrique de l'écriture est hautement développée parmi les compositeurs qui ont travaillé dans les studios électroacoustiques et dans la recherche d'informatique musicale, comme en témoigne par exemple *Contours* pour bande (1982) de Jean-Claude Risset, où chaque paramètre sonore est programmé en détail pour une réalisation par synthèse informatique, ou encore la partition de *ishini'ioni* pour quatuor à cordes (1984 à 1990) de Julio Estrada, qui détermine simultanément les transformations de hauteur, d'intensité, de timbre, de durée et de vibrato. Pape, comme Estrada de son côté, a développé des graphismes spécialisés afin de détailler les changements paramétriques tels que la pression d'archet dans *Le fleuve du désir* (1994), les variations d'attaque dans *Makbénach IV* (1998), et les vitesses indépendantes de vibrato et de tremolo dans *Harmonies of Time and Timbre* (2010 à 2012), parmi d'autres.

Dans ces exemples, on constate que l'évolution temporelle de chaque paramètre musical est définie par le compositeur, soit sur une partition, soit par la construction électroacoustique ou informatique. Ce sont des instructions en forme de données qui seront interprétées au moment de la réalisation de l'œuvre. La partition musicale nous indique le contenu des composants sous forme d'informations qui ordonnent la mise en forme matérielle à l'entrée du système, ainsi que la mise en œuvre du processus énergétique qui va transformer les composants.

À partir de ces informations, il est possible de définir les limites globales et les limites locales de l'œuvre-système. Les limites globales d'ordre spatial comprennent les formations d'instruments ou de dispositifs électroniques, alors que les limites locales sont définies par l'étendue de chaque paramètre sonore dans l'espace musical. Quant aux limites temporelles, la durée totale, définie par la partition, la bande ou l'enregistrement, nous indique la limite temporelle de l'œuvre dans sa globalité. Les durées de chaque séquence définissent les limites intermédiaires et les durées de chaque son, des unités temporelles au niveau local.

On peut observer que les composants d'un système entrent en interaction les uns avec les autres ainsi qu'avec leur environnement. Le processus dynamique de cette interaction donne lieu à des informations, à des matières ou à de l'énergie. L'environnement du système s'étend au monde dans lequel il se manifeste : il représente un élément important de son maintien et de son évolution. Dans le contexte de l'œuvre-système, l'environnement est représenté par l'espace physique et acoustique, le contexte social et musicologique, mais également par l'espace perceptuel, psychologique et imaginaire du compositeur, de l'interprète et de l'auditeur.

<sup>6</sup> À ne pas confondre avec le terme acoustique de « phase ». Dans la systémique, l'espace des phases est une représentation hors-temps des possibilités de l'évolution dynamique du comportement d'un système qui incarne tous les états possibles.

Tout système est alimenté par des réseaux de communication qui véhiculent des matières, de l'énergie et de l'information. De même, dans l'œuvre-système, il est possible de mettre en évidence des réseaux de communication entre les composants musicaux à de multiples niveaux d'interaction, entre les interprètes et – indirectement – entre le compositeur et le destinataire final de l'acte artistique : l'auditeur.

Les propriétés structurelles de globalité et de transcendance sont peut-être les indices les plus évidents de la nature systémique de l'œuvre musicale. C. et M. Georgescu ont noté qu'« une des propriétés pertinentes de l'œuvre-système est sa globalité. Cela signifie que l'ensemble des caractéristiques musicales prévaut sur celles des éléments <sup>7</sup>. » En effet, la musique transcende son contenu. Bertalanffy remarque que cette transcendance n'a rien de métaphysique : « C'est un fait d'observation rencontré à chaque fois que l'on regarde un organisme vivant, un groupe social, ou même un atome <sup>8</sup>. » Dans cette optique, constate Dufourt, « le temps musical s'apparente à une succession d'émergences, dont chacune d'elles est le résultat spécifique d'interactions en réseau et dépend des propriétés globales de celui-ci. » [12]

On voit que l'interaction « en réseau » est en grande partie responsable de la complexité sonore qui en est issue. La nature même de la musique contemporaine relève d'une approche multiparamétrique qui fait apparaître des caractéristiques qui dépendent de nombreuses variables telles que la hauteur, la durée et l'intensité, mais aussi l'articulation, l'enveloppe, le spectre, la morphologie, la texture, la densité, le mouvement, l'espace, etc. Il n'est plus possible de déterminer les paramètres selon une simple grille de lecture. Conçues à partir d'un continuum de données, les structures musicales non linéaires s'ouvrent à une réalité sonore incomparablement plus complexe. Gérard Grisey résume la complexité sonore comme « un incroyable tissu de corrélations, d'inductions et d'interactions déterminé entre les paramètres des *seuils* fluctuants et ambigus. » [16]

La nature complexe d'un système est aussi intrinsèquement liée à sa caractéristique hiérarchique. Bertalanffy compare cette caractéristique des systèmes à l'image d'une « lutte entre les parties au sein d'un ensemble, qui néanmoins forme une unité d'ordre supérieur <sup>9</sup>. » En fait, plus que d'une hiérarchie entre les composants, il s'agit surtout de niveaux d'organisation. Ian Witten observe : « Considérer la musique comme un système à niveau unique serait extraordinairement réducteur. Les flux parallèles d'expression en font pour le moins un enchevêtrement de plusieurs séquences <sup>10</sup>. »

<sup>7</sup> « *One of the pertinent properties of the musical-work system is wholeness. This means that the characteristics of the musical whole prevail over those of the elements.* » [14]

<sup>8</sup> « *It is a fact of observation encountered whenever we look at a living organism, a social group, or even an atom.* » [1]

<sup>9</sup> « *fight among parts within a whole, which nevertheless forms a unity of higher order.* » [1]

<sup>10</sup> « *It would be extraordinarily simplistic to regard music as a one-level system. Parallel streams of expression render it at the very least an entwining of several sequences of events.* » [22]

Au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des niveaux structuraux, de la microstructure à la macrostructure, on trouve des entités émergentes – des formes, des phénomènes et des relations – ayant des caractéristiques de plus en plus complexes.

### 3.2. L'organisation fonctionnelle

L'organisation fonctionnelle d'un système revient à la gestion de flux d'information, de matières et d'énergie au cours des processus qui animent le système. Cet aspect de l'organisation peut être décrit en termes de comportement et de fonctionnement des composants. Au cœur du système se trouvent des centres de décision qui reçoivent les informations et les transforment en action. Ainsi se forment des boucles de rétroaction à partir desquelles les futures décisions seront modifiées selon l'état renvoyé par le système au fur et à mesure de la progression. Il faut cependant prendre en compte un délai temporel entre le traitement des informations par le centre de contrôle et la réaction qui va modifier le futur comportement du système.

L'acte du compositeur revient donc à centraliser des décisions concernant chaque instantané sonore : il transforme les données imaginées en artéfact concret, en programme d'instructions qui prend forme au cours de son écriture ou de sa création électroacoustique. Boulez a bien souligné l'effet rétroactif du processus compositionnel : « Une logique consciemment organisatrice n'est pas indépendante de l'œuvre, elle contribue à la créer, elle est liée à elle dans un circuit réversible. » [3]

D'autre part, dans le contexte de la réalisation d'une œuvre, l'interprète transforme les données de la partition en geste musical et en mouvement acoustique. De ce fait, la musique prend toute son sens à la sortie du processus. Elle est représentée par un trajet autour d'un programme d'action que l'on appelle l'attracteur, c'est-à-dire une représentation des convergences de régularités dans le mouvement d'un système dynamique. On retrouve cette notion d'attracteur en sociologie dans les propos d'Alain Degenne. Pour lui, « les attracteurs sont des aptitudes héritées qui orientent l'action. Ils résultent de la coévolution du cerveau et des environnements naturels et sociaux au cours de l'histoire longue. » [9]

La notion d'attracteur s'applique naturellement à la musique. Ainsi, David Burrows décrit l'œuvre musicale en termes d'un système de comportements dynamiques générés par des organismes selon le principe de la conservation d'ordre [5]. Ce principe se manifeste en tant que motivation, qui s'exprime dans un éventuel programme d'action pour l'attracteur. Burrows constate que, dans le cas de la musique, un tel programme définit les notes spécifiques qui seront produites, ainsi que leur ordre.

Étant donné que l'attracteur représente la trajectoire tracée dans l'espace des phases par l'activité du système, on peut considérer que la forme sonate est un exemple d'attracteur dans le domaine de la musique. Le programme d'action qui contrôle l'attracteur est la composition « qui exerce son contrôle par le résidu de la

[toute première] performance sous forme d'une partition<sup>11</sup>. » Sous cette forme, en effet, la performance reste un événement abstrait et intemporel qui relève de l'imaginaire musical du compositeur.

En somme, on peut définir la matière intrinsèquement dynamique d'une composition musicale par son programme d'action, sous forme d'information. D'après Jean Molino : « La musique est un jeu de règles et le compositeur a besoin de ces règles pour composer, non parce qu'elles constitueraient un ensemble commode de conventions mais parce qu'elles constituent la matière même de la composition. » [7] Ce point nous permet de distinguer trois aspects étroitement imbriqués de l'œuvre-système : la partition comme programme d'action, l'œuvre musicale comme l'attracteur, et la musique considérée ici comme l'effet dynamique des interactions complexes suscitées par la composition.

C'est ainsi que C. et M. Georgescu résument l'acte du compositeur comme la création d'un système complexe. L'œuvre émerge de l'optimisation et de la coordination des multiples interactions parmi les divers processus indépendants au sein d'un macro-système. Ce point de vue nous conduit à envisager une méthodologie pour la modélisation de l'œuvre-système en fonction de ses aspects structurels et fonctionnels.

#### 4. MODÉLISATION DE L'ŒUVRE MUSICALE

En nous plaçant dans le cadre de la systémique, nous voulons proposer une méthodologie pour la modélisation de l'œuvre musicale qui relie tous les niveaux, l'*input*, le processus et l'*output*, et qui prenne en compte la rétroaction (*feedback*) et la complexité dynamique. La figure 1 en propose un résumé sous forme schématique, outil privilégié en systémique.

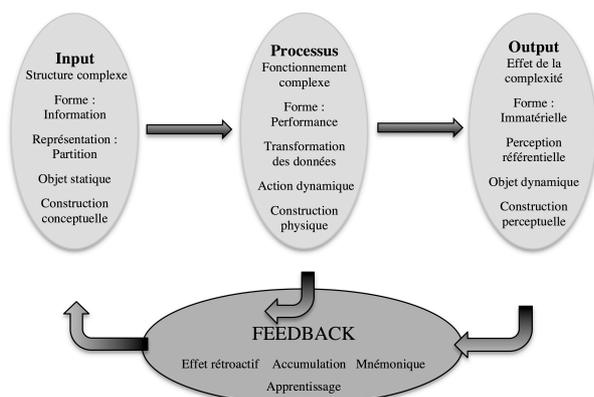


Figure 1. Modélisation de l'œuvre musicale.

L'*input* (les entrées) est constitué par l'information portant sur les composants sonores et leur organisation structurelle, ainsi que les instructions pour leur mise en œuvre par le processus. L'information prend forme en tant que données globales et locales. Les données globales relèvent à la fois de l'instrumentation, de la durée

indicative et de l'espace des phases, c'est-à-dire la portée des possibilités et les degrés de liberté de l'œuvre-système. Les données locales comprennent les données de contrôle qui gèrent la mise en fonctionnement du système et les données de position instantanée de chaque élément du système – vitesse, hauteur, durée locale, vibrato, intensité, etc. – dans leur trajet autour de l'attracteur.

L'*output* (les sorties) est l'effet de l'action du système sur l'*input*, ou plus précisément, une accumulation d'effets manifestés lors du processus. L'*output* de l'œuvre-système peut être décrit par les données acoustiques, sensorielles et cognitives provoquées pendant et suite au processus. C'est la conséquence du système comme lieu de fonctionnement, d'effets émergents et d'interprétations subjectives.

Le processus comprend le fonctionnement dynamique du système, c'est-à-dire la mise en action des comportements. Si l'on considère l'aspect dynamique de l'œuvre en termes des transformations temporelles des paramètres, c'est l'historique temporel de ces transformations qui représente le processus dynamique du système. Dans cette perspective, Tenney et Polansky définissent le processus comme un groupe fini de relations en transformation qui établissent une unité perceptuelle [21].

Quant à la partition, elle représente à la fois l'*input* et le processus, parce que c'est une liste de directions pour la mise en œuvre musicale par les interprètes. Elle peut aussi représenter l'*output* jusqu'à un certain point, en fonction du niveau de complexité et d'interaction des éléments, sauf si des effets émergents significatifs se dégagent à l'*output*. Dans le cas des musiques électroacoustiques, toutes ces informations sont contenues dans le fichier informatique ou dans la programmation du dispositif qui calcule le son en temps réel. Le processus met en œuvre les informations de la partition – ou programmation informatique – en les transformant en actions. L'interprète, lui, va apporter un niveau complémentaire à l'œuvre par son action physique, son expérience, son apprentissage de l'œuvre par de multiples répétitions, ainsi que des effets haptiques et kinesthésiques suscités par celles-ci. Il apportera également sa propre interprétation sensible des données de la partition.

L'*output* peut prendre la forme d'une performance ou d'un enregistrement. Il n'est pas singulier, car il représente plutôt de multiples possibilités de réalisation. Il reste un objet immatériel et éphémère, susceptible de se transformer dès la réception et de subir aussi bien l'effet cumulatif de la rétroaction positive que celui de la rétroaction négative, d'où l'érosion temporelle, les déformations de perspective et les anamorphoses.

Considérons l'*input* et l'*output* sous leur aspect structurel. La structure de l'*input* est définie par la partition tandis que la structure de l'*output* est définie par la perception de cette structure pendant la réception. Pendant la durée globale de la performance, la perception intègre le processus et l'accumulation d'informations, ainsi que l'effet de la rétroaction. L'*input* est conceptuel et par

<sup>11</sup> « which exerts its control through the residue of that performance in the form of a score. » [5]

conséquent comprend aussi l'organisation fonctionnelle dans le sens de la finalité conceptuelle de l'œuvre. Quant à l'*output*, il est plutôt de nature perceptuelle et son organisation fonctionnelle relève de l'expérience en temps réel, de la mémoire et des réflexes conditionnés de l'auditeur. De plus, à cause des effets de la rétroaction, l'expérience de l'*output* est amenée à connaître une évolution temporelle, tout comme la compréhension de l'*input*.

En ce qui concerne la question de cause et d'effet, sous-entendue par la nature même de notre investigation, notre modèle va permettre de mettre en lumière les liens d'évidence et de relation entre la partition et l'effet sonore rencontré à la réception. Comme cela a été constaté par Stéphane Roy, « beaucoup de sons inouïs (notamment électroniques) de la musique électroacoustique ne répondent pas au schéma causal traditionnel d'une phase de déclenchement énergétique (l'articulation) suivie d'un entretien (l'appui) qui en est la conséquence acoustique. » [20]

#### 4.1. Le processus : lieu du fonctionnement

Une analyse du processus prend en compte l'état dynamique qui naît au cours de l'interprétation : ce qui représente la réalisation musicale, de même que la mise en œuvre des relations complexes. Le processus est le lieu du fonctionnement, des apports énergétiques, ainsi que des éléments subtils d'ordre haptique et kinesthésique, par exemple. Le geste musical prend forme d'abord dans le geste physique, même de manière imaginaire – comme, par exemple, dans la musique électroacoustique où le geste sonore s'inspire des gestes ou des mouvements physiques. Le processus fait apparaître l'effet physique et acoustique du son qui se trouve ainsi coloré par l'intention de l'interprète. Afin d'identifier les effets de la production, nous pouvons nous référer principalement aux indications d'interprétation dans la partition – types de mouvements, intentions du matériau, etc. – et éventuellement aux sonagrammes afin de mettre l'*input* en relation avec l'*output*.

#### 4.2. Le rôle du *feedback*

En effectuant une série d'écoutes globales de l'œuvre, il sera inévitable de remettre en question ce qui a déjà été entendu. Au fur et à mesure que l'on découvre le matériau musical, on effectue une réinterprétation rétrospective. Ainsi, à chaque écoute, l'appréhension de l'œuvre par l'auditeur suit une logique évolutive en fonction de sa mémoire à court et à long terme et dont les multiples traces font apparaître l'attracteur. Cette expérience va nous éclairer sur la nature véritable de l'attracteur, dont la seule représentation objective reste la partition.

L'accumulation des données relevées à chaque reprise forme des boucles de rétroaction qui ont pour effet de modifier notre compréhension de l'objet. Roy nous confirme que « pendant la réception, l'auditeur attribue des rôles fonctionnels qui seront rétrospectivement rajustés au cours du processus d'écoute. Chaque attribu-

tion est une hypothèse parmi d'autres qui reste sujette à révision. » [20] De plus, ce modèle de réception nous permet de prendre en compte les délais de décision, c'est-à-dire le temps entre le moment d'initiation d'un événement et le moment où la perception le détermine, ce qui facilite considérablement l'appréhension de certains éléments, comme par exemple des effets émergents.

#### 4.3. L'identification de l'œuvre-système

Du point de vue structuraliste, la partition peut être considérée, comme le dit Roy « comme une entité dotée d'une structure première antérieure à sa constitution, une structure saisissable synchroniquement, objectivable et transcendante. » [20] Ce point de vue est intéressant dans le cas où les procédés de composition sont inspirés par des modèles empruntés aux autres disciplines. La partition représente, dans ce cas, une source d'information sur un système qui la transcende.

En analysant les données qui définissent l'œuvre, il est possible d'observer chaque aspect du comportement et des processus inhérents au fonctionnement de l'œuvre. En revanche, le comportement global de l'œuvre-système, ainsi que ses relations avec l'environnement et entre ses composants, apparaissent seulement au cours de l'exécution et de la réception. Il convient donc d'identifier plusieurs niveaux de comportement, chacun traçant son trajet singulier autour de l'attracteur, qui est l'œuvre. Nous pouvons ainsi définir le comportement global de l'œuvre-système en tant qu'action sur de multiples niveaux en interaction complexe.

### 5. CONCLUSION

L'évolution scientifique inspire de nombreuses techniques de composition, ainsi que des modèles pour l'analyse du fait sonore. La convergence des approches de composition musicale avec des simulations de systèmes naturels et informatiques ouvre, par analogie, des méthodologies transposables au domaine musical.

Considérer la musique en tant que comportement complexe nous amène à prendre en compte sa globalité – notion qui exprime à la fois l'interdépendance des éléments, leur interactivité, leur cohérence au sein de l'ensemble, ainsi que la complexité implicite dans chaque relation entre les constituants à de multiples niveaux des processus. Il est évident que cette perspective dépasse largement la simple relation de cause à effet.

Une telle approche globale permet de mieux rendre compte de la dynamique des processus de transformation au sein des musiques hautement complexes et des musiques conçues pour des systèmes informatiques interactifs. Appliquer une méthode d'analyse musicale qui divise le flux sonore en unités distinctes risquerait de compromettre fortement la logique de l'évolution implicite de ces processus. Ce sont les métamorphoses sonores qui constituent le fondement d'une structure profonde au niveau de la macrostructure.

Il apparaît clairement que la modélisation de l'œuvre permet d'englober les multiples interactions et relations qui contribuent au comportement global plutôt que de se limiter à chercher les liens directs entre cause et effet. On peut résumer la situation en reprenant la réflexion de Jean-Marc Chauvel : « La première tâche de l'analyse serait donc de restaurer les dimensions de l'objet qui permettent de le comprendre dans son intégralité. » [6] En d'autres termes, il faut s'ouvrir à une démarche d'investigation globalisante en admettant qu'il peut exister de multiples interprétations complémentaires d'un même objet qui convergent autour de l'attracteur.

Ainsi, par la simulation et la représentation des phénomènes, la modélisation fait apparaître les divers aspects structuraux et fonctionnels des systèmes musicaux complexes et dynamiques. Il devient alors possible de considérer la structure de l'œuvre-système en tant que structure génératrice de comportements et d'effets émergents tels que des formes, des phénomènes et des relations. Ensemble, ils décrivent l'attracteur, c'est-à-dire l'œuvre, dans sa forme transcendante, genèse même de son devenir sonore.

## 6. RÉFÉRENCES

- [1] Bertalanffy, L. « The History and Status of General Systems Theory », *The Academy of Management Journal* 15/4 (1972), p. 407-426.
- [2] Boulez, P. *Penser la musique aujourd'hui*. Éditions Gonthier, Paris, 1963.
- [3] Boulez, P. « Éventuellement... », *Relevés d'apprenti*. Seuil, Paris, 1966, p. 182-187.
- [4] Boutot, A. *L'invention des formes : chaos, catastrophes, fractales, structures dissipatives, attracteurs étranges*. O. Jacob, Paris, 1993.
- [5] Burrows, D. « A Dynamical Systems Perspective on Music », *The Journal of Musicology* 15/4 (1997), p. 529-545.
- [6] Chauvel, J.-M. *Analyse musicale : sémiologie et cognition des formes temporelles*. L'Harmattan, Paris, 2006.
- [7] Chauvel, J.-M., Lévy, F. (dir.). *Observation, analyse, modèle : peut-on parler d'art avec les outils de la science ? Actes du deuxième colloque international d'épistémologie musicale*. L'Harmattan, IRCAM, Paris, 2002.
- [8] Decarsin, F. « Metamorphoses of Invention », *Perspectives of New Music* 36/2 (1998), p. 13-39.
- [9] Degenne, A. « Attracteurs », 2014. [halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01081801, accédé le 28/05/2019.]
- [10] Di Scipio, A. « On Different Approaches to Computer Music as Different Models of Compositional Design », *Perspectives of New Music* 33/1-2 (1995), p. 360-402.
- [11] Donin, N., Feneyrou, L. (dir.). *Théories de la composition musicale au XX<sup>e</sup> siècle*, 2 vol. Symétrie, Lyon, 2013.
- [12] Dufourt H. *La musique spectrale : une révolution épistémologique*. Delatour, Sampzon, 2014.
- [13] Durand, D. *La systématique*. Presses universitaires de France, Paris, 2013. [12<sup>e</sup> éd.]
- [14] Georgescu, C., Georgescu, M. « A System Approach to Music », *Interface* 19/1 (1990), p. 15-52.
- [15] Gleick, J. *La théorie du chaos*. Flammarion, Paris, 2008. [Éd. revue et corrigée.]
- [16] Grisey, G. *Écrits ou l'invention de la musique spectrale*. Éditions MF, Paris, 2008.
- [17] Kuhn, T. *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, Chicago (IL), 1962.
- [18] Laske, O. « The Computer as the Artist's Alter Ego », *Leonardo* 23/1 (1990), p. 53-66.
- [19] Pape, G. *MusiPoéSci : écrits autour de la musique*. Éditions Michel de Maule, Paris, 2015.
- [20] Roy, S. *L'analyse des musiques électroacoustiques : modèles et propositions*. L'Harmattan, Paris, 2003.
- [21] Tenney, J., Polansky, L. « Temporal Gestalt Perception in Music », *Journal of Music Theory* 24 (1980), p. 205-241.
- [22] Witten, I., Conklin, D. « Modeling Music : Systems, Structure, and Prediction », *Journal of New Music Research* 19 (1990), p. 53-66.

Texte édité par Nathalie Hérold