

# LA FAKTURA, « OUTIL CONCEPTUEL D'ANALYSE » – ILLUSTRATION AVEC STRIA, DE JOHN CHOWNING

Olivier Baudouin  
MINT-OMF, Paris Sorbonne  
olivierbaudouin@gmail.com

La notion de *faktura* renvoie, dans le cadre de l'analyse des musiques électroacoustiques, à des investigations qui ne reposent pas sur la seule perception auditive mais intègrent le contexte technique et scientifique de l'élaboration des œuvres, nécessitant l'acquisition de compétences extérieures au système musical conventionnel. L'analyse s'enrichit alors des éléments esthétiques et stylistiques inhérents à ce contexte. Poussé à l'extrême, elle peut aboutir à une reconstruction intégrale aux vertus régénératrices, pédagogiques et patrimoniales. En voici une illustration avec *Stria*.

## 1. INTRODUCTION

Traditionnellement, l'éducation musicale établit un rapport direct entre la *lingua franca* constituée par la notation occidentale, son image sonore et le geste qui produit concrètement le son, un contexte d'étude que partagent la plupart des méthodes analytiques. Or, ce lien s'amenuise lorsque le compositeur emploie d'autres formes de notation, et disparaît *a fortiori* lorsqu'elles ne décrivent plus les paramètres élémentaires du son, mais les processus qui permettent à un dispositif de générer le son lui-même, libéré des contraintes des instruments conventionnels. Grande alors est la tentation de vouloir ressusciter un « solfège » cohérent, universel et rassurant en valorisant l'aspect esthétique des œuvres – la manière dont elles sont perçues à l'audition, leur morphologie sonore – au détriment de leur poïétique – les moyens qui président à leur élaboration.

En réduisant son champ d'étude aux phénomènes audibles et à leur agencement, l'analyse perd de sa rigueur scientifique par défaut d'adaptation. Elle affaiblit ses perspectives théoriques et pratiques en négligeant des données essentielles mais inaudibles, parce qu'elles ne sont pas disponibles facilement, et qu'elles nécessitent des apprentissages supplémentaires sans rapport « naturel » à la musique. Enfin, elle ne tient pas compte du rôle majeur de la technologie dans la formation du style d'un compositeur.

En proposant il y a quelques années « la *faktura* comme outil conceptuel d'analyse »<sup>1</sup>, Marc Battier a offert à la communauté un moyen de répondre au défi analytique posé par l'irruption des techniques de reproduction et de synthèse du son – qu'elles soient numériques ou analogiques – au sein de la création musicale. C'est ce que nous

<sup>1</sup> [2], p. 254.

allons démontrer, à travers l'exemple de *Stria*, pièce emblématique de John Chowning créée en 1977, que nous avons reconstruite intégralement à partir des données techniques du compositeur, et recréée en décembre 2008 à l'occasion d'un concert organisé par Jean-Claude Risset et Nicolas Darbon au Centre de Documentation de la Musique Contemporaine (Cité de la Musique, Paris).

## 2. DESCRIPTION DU CONCEPT DE FAKTURA

### 2.1. Principes

À travers la notion de *faktura* se manifeste l'idée que « les artistes recréent la technologie selon leur vision artistique »<sup>2</sup>, en imaginant pour les techniques de leur époque des applications que leurs inventeurs n'ont pas prévues. Le terme, emprunté aux constructivistes russes dans le contexte de la révolution bolchevique, s'emploie en relation avec le concept de tectonique – l'ensemble des forces sociales qui jaillissent du monde industrialisé et qui président au processus de construction. En adaptant cette théorie à ce qu'il appelle « l'art audio », Marc Battier cherche à opposer aux analyses de type esthétique (reposant sur la sensibilité, la perception) une approche de type poïétique (établie à partir du processus d'élaboration de l'œuvre) ayant la *faktura* pour fer de lance :

Comme catégorie esthétique, la *faktura* est un levier. Elle souligne un des aspects les plus saillants de l'art moderne, l'indépendance des composants d'une œuvre. Plus précisément, la *faktura* est une catégorie avec laquelle un artiste – sculpteur, peintre, poète, musicien ou artiste audio – transforme le matériau. La *faktura*, cependant, n'est pas séparée de son environnement. Elle est liée à la *tectonique*, qui détermine l'aspect stylistique de l'œuvre, et à la *construction*, la troisième catégorie retenue par les constructivistes. C'est la construction qui permet la réalisation présente, comme dirigée par les plans de la *faktura*.<sup>3</sup> [Nous traduisons]

<sup>2</sup> « Thus, artists recreate technology according their artistic vision. » [2], p. 250.

<sup>3</sup> « As an aesthetical category, *faktura* is a lever. It highlights one of the most prominent aspects of modern art, the independance of the components of a work. More to the point, *faktura* is the category with which an artist – sculptor, painter, poet, musician or audio artist – transforms material. *Faktura*, however, is not detached from its environment. It is related to *tectonic*, which determines the stylistic aspect of the work, and

L'analyse des œuvres nées de la rencontre féconde entre art et technologie devrait donc tirer avantage de la prise en compte de ces facteurs dans la détermination des styles et des autres catégories esthétiques. En effet, les forces engendrées par la confrontation de la tradition avec l'innovation technologique, de l'artisanat avec l'industrie – la tectonique – entraînent dans leur sillage des évolutions radicales dans la manière de créer, comme le souligne Timothée Horodyski à propos d'Edgard Varèse :

L'originalité de Varèse ne réside pas dans le fait qu'il ait lu Helmholtz, mais bien qu'il ait entériné très tôt que la connaissance physique du son était intimement liée à l'émergence d'un nouvel imaginaire et qu'elle allait conditionner l'organisation de structures nouvelles.<sup>4</sup>

Au contexte d'apparition des œuvres – qui comprend déjà l'environnement esthétique et technique – doit alors s'ajouter la substance de ce nouveau « paysage imaginaire »<sup>5</sup> qui embrasse non seulement le détournement de la technologie à des fins artistiques, comme nous venons de l'évoquer, mais aussi le rapport des artistes au paradigme technologique, c'est-à-dire l'état de leurs connaissances, leurs éventuelles contributions dans les domaines de l'invention ou de la recherche, et l'émergence du nouvel idéal de « l'artiste-ingénieur »<sup>6</sup>.

Il n'est sans doute pas indifférent de savoir dans quelle mesure science et technologie interviennent dans la production d'une œuvre. Sans les moyens offerts par l'ordinateur, John Chowning aurait eu plus de difficulté à concrétiser sa vocation de compositeur<sup>7</sup>, et ce en dépit d'une formation poussée en contrepoint et en harmonie<sup>8</sup>. L'*electronic music*, qui consistait dans les années 1960 à manipuler des générateurs et des bandes magnétiques, ne le satisfaisait pas. Seules les techniques numériques pouvaient répondre à son idéal de précision, hérité d'une curiosité scientifique qui l'amena à acquérir en autodidacte des compétences en mathématiques, en acoustique et en programmation. Précision, expérimentation, contrôle, autant d'inclinations capables d'infléchir l'imaginaire créatif et devant être prises en considération lors de l'analyse des procédés retenus par le compositeur.

## 2.2. Méthode de déconstruction-reconstruction

Comme nous venons de l'exposer, la tectonique, sous le double aspect du détournement et de la contribution, influe directement sur la *faktura*, c'est-à-dire sur le choix et le traitement des matériaux destinés à la construction

to the third category retained by the Constructivists, *construction*. » [2], p. 251.

<sup>4</sup> [14], p. 5.

<sup>5</sup> En 1939, John Cage compose *Imaginary Landscape N° 1*, généralement considérée comme étant la « première pièce écrite spécifiquement pour un support d'enregistrement ». [13], p. 44.

<sup>6</sup> [17], p. xviii.

<sup>7</sup> J. Chowning, communication personnelle du 4 juil. 2008.

<sup>8</sup> Chowning passe trois ans auprès de Nadia Boulanger de 1959 à 1962 dans le cadre de son DMA, le « Doctor of Musical Arts », et enseigne le contrepoint et l'harmonie à l'Université de Stanford de 1965 à 1967.

– ou concrétisation – de l'œuvre. Or, l'analyse de la musique électroacoustique a pour objet un produit fini, généralement enregistré sur un support et dont les sources présentent la particularité de ne pas suivre les codes de la musique conventionnelle tout en s'insérant dans un dispositif lié à la technologie. Par conséquent, la compréhension du résultat obtenu à l'issue de la construction de l'œuvre passe – à l'instar d'une analyse menée avec une partition conventionnelle mais selon d'autres modalités – par sa déconstruction, ainsi que l'exprime Battier :

Inclure la *faktura* comme outil conceptuel pour l'analyse peut conduire à utiliser les méthodes de l'ingénierie inverse. Avec cette technique, l'analyste parcourt le chemin inverse du compositeur, chemin qui va de l'œuvre finale aux idées et matériaux initiaux. C'est un paradigme qui, avec un peu de chance, conduit à la description des processus impliqués dans la fabrication de la pièce et la production du matériau sonore.<sup>9</sup> [Nous traduisons]

Cette expérience de déconstruction (puis de reconstruction) que nous avons menée en 2006-2008 sur *Stria*<sup>10</sup> nous permet aujourd'hui de préciser le type de méthode avec laquelle certaines pièces du répertoire peuvent être analysées. La plupart des musiques électroacoustiques composées sans l'aide d'un ordinateur comportent une part d'artisanat inhérente à leur nature analogique, difficile à codifier et à conserver. Or, la synthèse numérique permet non seulement de produire des sons sans manipulation excessive<sup>11</sup>, mais aussi de garantir la pérennité de ses sources *via* un programme écrit constituant une **notation adaptée**. Dans ce contexte, « il est fondamental de collaborer avec les artistes qui sont, de fait, les premiers conservateurs de leurs œuvres, afin de réunir une documentation la plus détaillée possible »<sup>12</sup>. La pertinence de l'analyse dépend alors de l'habileté de son auteur à résoudre les problèmes liés aux trois phases de son déroulement : la transcription, la concordance et l'exploitation.

### 2.2.1. Transcription

La transcription consiste à rassembler les codes informatiques ayant servi dans le passé à produire la version « authentique » de la pièce concernée. En effet, il arrive que plusieurs moutures coexistent et que leur identification requière une étude philologique, comme en témoigne le travail remarquable mené par Laura Zattra sur les différentes versions de *Stria* [20]. Ces codes définitifs, souvent obsolètes, doivent ensuite être transcrits dans un langage moderne afin de pouvoir être lus et exécutés facilement.

<sup>9</sup> « To include *faktura* as a conceptual tool for analysis may lead to using the method of reverse engineering. In this technique, the analyst turns back and follows the composer's inverse path, the path from the final work to the initial ideas and materials, a paradigm which hopefully leads one to a description of the processes involved in making the piece and the production of the sound material. » [2], p. 254

<sup>10</sup> Pour les détails de ces travaux, se reporter aux références suivantes : [4, 5, 3, 22].

<sup>11</sup> À l'inverse, p. ex., d'*Artikulation* (1958), où Ligeti dut assembler d'innombrables morceaux de bande magnétique. Dans ces conditions, certaines phases de la composition demeurent obscures. [4], p. 68.

<sup>12</sup> [1], p. 32.

L'analyste est alors obligé de développer des compétences non seulement dans le champ de la synthèse numérique, mais aussi dans celui de la programmation, afin de résoudre certains algorithmes et de s'assurer de la conformité des mécanismes du langage choisi pour la transcription avec ceux du langage d'origine.

### 2.2.2. Concordance

La phase de concordance vise à établir la plus grande ressemblance possible entre l'original et la nouvelle version, selon trois méthodes : la comparaison entre les résultats chiffrés obtenus et les résultats d'origine lorsqu'on en dispose, la confrontation visuelle des sonogrammes produits avec ceux de la source, et l'écoute attentive des différentes versions. À l'issue de cette phase, certains ajustements doivent être pratiqués, comme la prise en compte des manipulations extérieures au programme destinées à redessiner la forme ou à modifier les niveaux d'intensité, ou la correction des changements induits par l'élévation du taux d'échantillonnage. Certaines contraintes vécues par les pionniers de la musique de synthèse, telles que la lenteur des appareils numériques ou les restrictions horaires dues au trop grand nombre d'utilisateurs, déterminent ainsi de manière importante le résultat final.

### 2.2.3. Exploitation

Reconstruite et de nouveau lisible, l'œuvre peut être non seulement re-générée / régénérée dans des conditions idéales d'enregistrement ou de concert, mais aussi exploitée à des fins didactiques et livrer potentiellement ses secrets de fabrication. Par exemple, les codes reconstruits se prêtent aisément à toutes sortes de traitements, comme l'ajout d'interfaces destinées à modifier les données (fig. 1), à visualiser les processus ou à présenter les résultats de certains calculs à travers des graphiques. En outre, disposer du code revient pour l'analyste à pouvoir entrer lui-même dans les procédés de composition, les expérimenter, leur faire subir des variations, comme s'il se trouvait à improviser sur un thème devant son piano. Le travail de Michael Clarke sur la pièce *Mortuos Plango, Vivos Voco* de Jonathan Harvey [12], bien qu'il soit le fruit d'une approche légèrement différente, illustre parfaitement l'intérêt de ce genre d'analyse dans le cadre de l'enseignement.

Examinons à présent ce qu'une analyse « facturale » – si le lecteur nous pardonne ce néologisme – peut révéler de *Stria* et plus généralement des œuvres issues de l'hybridation entre art, science et technologie.

## 3. ILLUSTRATION AVEC STRIA

Chez John Chowning, le recours à des techniques exogènes à la musique ou inhérentes à la synthèse et à la diffusion du son détermine profondément l'acte créatif :

(...) la première étape est toujours une pensée musicale. Mais en cours de réalisation, je suis

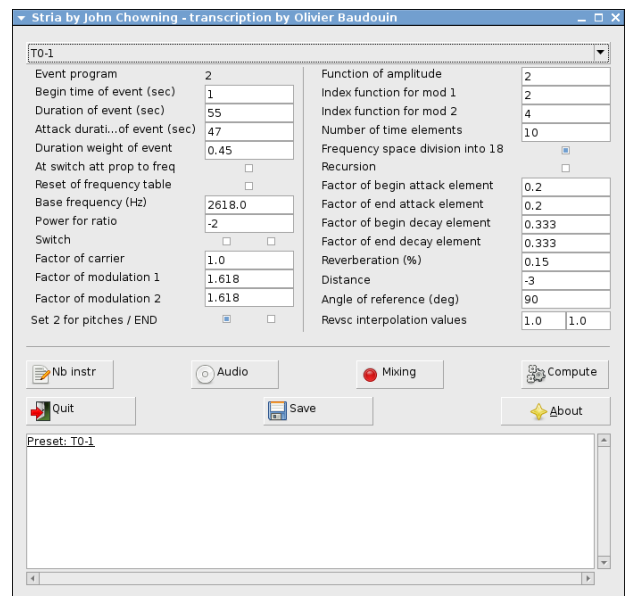


Figure 1. Interface du logiciel conçu par l'auteur pour la reconstruction et l'analyse de *Stria*.

souvent amené à découvrir des choses nouvelles concernant l'acoustique ou la programmation. Et dans ce procès, l'extérieur, le système, apportent toujours des choses que je n'ai pas recherchées. En plus des idées musicales, le monde technique apporte, lui aussi, sa contribution qui modifie le projet, et alors c'est une sorte d'échange : je donne quelque chose et je gagne autre chose. En fin de compte, c'est une démarche qui me stimule, j'adore cette confrontation intellectuelle, artistique et technique à la fois.<sup>13</sup>

L'intensité du rapport de l'artiste avec son environnement scientifique et technique rend d'autant plus judicieux le type d'analyse que nous défendons. Après avoir décrit les innovations apportées par Chowning, nous nous intéresserons à leur concrétisation dans *Stria*, puis à l'importation de techniques de programmation dans le champ musical.

### 3.1. Chowning inventeur

John Chowning découvre la musique électronique lors de son séjour à Paris (1959-62) en assistant aux concerts du Domaine musical<sup>14</sup>. Certaines œuvres le marquent, en particulier *Gesang der Jünglinge* (1955-56) et *Kontakte* (1958) de Karlheinz Stockhausen. Le dispositif de diffusion du *Gesang der Jünglinge* comprend cinq haut-parleurs entourant le public afin que l'auditeur perçoive le mouvement du son dans l'espace, ce que Stockhausen développe dans *Kontakte*, en enregistrant en studio le son diffusé par un haut-parleur rotatif au moyen de quatre microphones<sup>15</sup>. Ces démonstrations constituent une expé-

<sup>13</sup> [9], p. 14-15.

<sup>14</sup> Société de concert établie par Pierre Boulez en 1956 et active jusqu'en 1973.

<sup>15</sup> [13], p. 67.

rience fondatrice pour Chowning :

Cette utilisation de la technologie [récente] au service de la musique m'avait énormément frappé. (...) Peut-être aurait-on pu rapprocher [le] travail [de ces compositeurs] sur l'espace de ce que faisait Giovanni Gabrieli à Venise à la Renaissance, avec ses jeux à plusieurs chœurs. Mais avec Stockhausen (...), il y avait en plus l'idée d'un son dynamique dans l'espace.<sup>16</sup>

De retour aux États-Unis, le jeune compositeur gagne l'Université de Stanford et commence à explorer dès 1964, avec une adaptation du logiciel Music IV<sup>17</sup>, la simulation du mouvement des sources sonores. Ses investigations le conduisent alors à expérimenter la synthèse des sons par modulation de fréquence :

Mon intérêt pour les timbres dynamiques est venu progressivement pendant mes recherches sur la spatialisation. Celle-ci dépend d'une source d'entrée, et comme je ne possédais pas de convertisseur analogique-numérique pour numériser des sons naturels, la synthèse était la seule option qui se présentait à moi. L'effet de spatialisation est beaucoup plus évident avec une source dynamique dans le temps, sans quoi le signal direct et la réverbération ne peuvent être distingués. Par conséquent, j'ai utilisé pour source des sons avec des transitoires marqués ou des sons dont le spectre changeait au cours du temps, comme des oscillateurs en couple, avec des formes d'onde complexes. Mon oreille était donc désireuse de trouver des sons ayant un dynamisme interne.<sup>18</sup> [Nous traduisons]

Ses recherches détermineront toutes ses pièces<sup>19</sup> et l'amèneront à déposer deux brevets : celui d'un appareil pour la démonstration pratique, sans ordinateur, de l'intérêt de la simulation du mouvement des sons en quadriphonie (fig. 2) et celui qui transpose du logiciel à l'électronique (fig. 3) les principes de la synthèse par modulation de fréquence, déjà formulés par Chowning en 1973 [11]. Les droits de ce dernier brevet seront rachetés par la firme Yamaha pour produire dans les années 1980 le premier synthétiseur numérique à la fois performant et bon marché, le DX7, procurant aux travaux de Chowning une dimension considérable, en particulier dans l'univers de la musique populaire.

<sup>16</sup> [9], p. 9.

<sup>17</sup> Logiciel de synthèse numérique du son conçu par Max Mathews en 1963 aux Bell Telephone Laboratories.

<sup>18</sup> « My interest in dynamic timbre was ongoing throughout the spatialization research. Spatialization depended upon an input source, for which there were few options as we did not have an ADC to provide a digitized natural sound. Synthesis, then, was the only option. The effect of spatialization is much more (only) apparent when the source is dynamic through time, otherwise the direct signal is indistinguishable from the reverberation. I used therefore sounds with sharp transients as sources or sounds whose spectrum changed through time, such as coupled oscillators with complex waveforms. My "ear" was eager to find sounds that had internal dynamism, therefore. » J. Chowning, communication personnelle du 11 mars 2009.

<sup>19</sup> *Sabelithe* (1971), *Turenas* (1972), *Stria* (1977), *Phoné* (1981), *Voices* (2005).

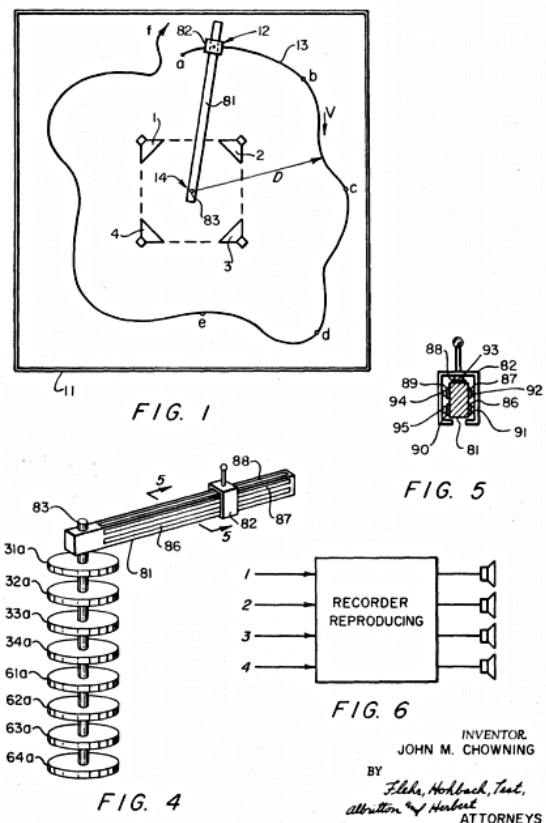


Figure 2. J. Chowning, *Méthode et appareil pour simuler la localisation et le mouvement du son*, extrait de brevet, 1972<sup>21</sup>.

### 3.2. Chowning expérimentateur

#### 3.2.1. Spatialisation

Les paramètres de spatialisation de *Stria* comprennent, à l'instar de l'appareil schématisé fig. 2, une mesure angulaire pour la localisation du son par rapport à l'auditeur et un rapport intensité / réverbération plus ou moins élevé selon la distance à simuler. En revanche, ils n'intègrent pas l'effet Doppler, qui donne l'illusion du mouvement d'un son par la modification de sa fréquence fondamentale, conformément aux principes développés par Chowning dans un article de 1971 [10].

De plus, le compositeur a prévu dans *Stria* un effet d'éloignement au fur et à mesure du déroulement des sous-sections, ou évènements. Or, l'analyse des résultats obtenus lors de la reconstruction montre que Chowning n'a

<sup>21</sup> [www.google.com/patents?id=-Z4yAAAAEBAJ](http://www.google.com/patents?id=-Z4yAAAAEBAJ)

<sup>23</sup> [www.google.com/patents?id=GNEzAAAAEBAJ](http://www.google.com/patents?id=GNEzAAAAEBAJ)

[54] METHOD OF SYNTHESIZING A MUSICAL SOUND

[75] Inventor: John M. Chowning, Palo Alto, Calif.  
[73] Assignee: The Board of Trustees of Leland Stanford Junior University, Stanford, Calif.

[22] Filed: May 2, 1975  
[21] Appl. No.: 573,933

Related U.S. Application Data

[63] Continuation-in-part of Ser. No. 454,790, March 26, 1974, abandoned.

[52] U.S. Cl. 84/1.01; 84/1.01  
[51] Int. Cl.<sup>2</sup> G10H 1/00; G10H 5/00  
[58] Field of Search 84/1.01, 1.24, 1.25

References Cited

UNITED STATES PATENTS

3,794,748 2/1974 Deutsch 84/1.24

OTHER PUBLICATIONS

Alan Douglas, "Electrical Synthesis of Musical Tones", *Electronic Engineering*, July 1953, p. 278.  
Alley & Atwood, *Electronic Engineering*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., copyright 1966, pp. 564-572.

Primary Examiner—Stanley J. Witkowski  
Attorney, Agent, or Firm—Flehr, Hobbach, Test, Albritton & Herbert

ABSTRACT

Musical sounds are synthesized by means of frequency modulation with the carrier and modulating frequencies being in the audio range and the modulating index being related to a function to control the bandwidth and evolution in time of the partial frequencies of synthesized sound.

14 Claims, 18 Drawing Figures

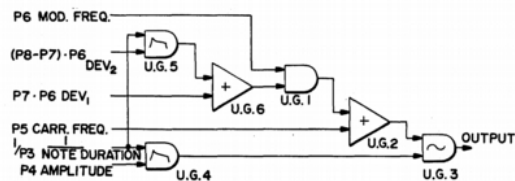


Figure 3. J. Chowning, *Méthode pour la synthèse de sons musicaux*, extrait de brevet, 1977<sup>23</sup>.

utilisé cet effet que sur deux périodes<sup>24</sup> : de 48" à 178" et de 558" à 812" (juste après le climax central), soit environ 2 minutes (où l'intensité est très faible) et 4.5 minutes sur les 16 que comporte la pièce. L'illusion du mouvement repose alors essentiellement sur l'azimut, se manifestant par la rotation continue mais assez lente<sup>25</sup> du son à travers les quatre haut-parleurs<sup>26</sup>. Par conséquent, l'écriture de l'espace donne à l'auditeur une impression beaucoup plus statique que dans *Turenas*, la sœur aînée de *Stria*, comme en témoigne le compositeur :

Contrairement à *Turenas*, où j'ai créé des sons en mouvement à travers l'espace (ayant donc une vitesse radiale), je voulais, avec *Stria*, localiser – et non mouvoir – chaque élément dans l'espace des 360°. Ce fut une décision esthétique que de faire une pièce en lente évolution, amorphe, de telle façon que les éléments soient par moments perdus dans la réverbération et, à d'autres moments, localisés en distance. <sup>27</sup> [Nous traduisons]

En plus de fournir clairement les données de base de la pièce, qui montrent par exemple que l'effet de distanciation ne doit pas être surévalué, le programme de reconstruction expose la pièce aux libres expérimentations de

<sup>24</sup> Et non, comme le suggère Bruno Bossis, sur l'ensemble de la pièce. Cf. [7], p. 107.

<sup>25</sup> Excepté pour les éléments « enfants », plus courts et plus rapides que leur élément « parent ».

<sup>26</sup> Pour davantage de détails, v. [7], p. 108.

<sup>27</sup> « Unlike *Turenas* in which I created sounds that moved through the space (having, therefore, radial velocity) in *Stria*, I wanted to locate, but not move, each element in the 360 space. It was an aesthetic decision – having to do with the piece slowly evolving in an amorphous manner where the elements were at times lost in the reverberation and at other times localized on distance and azimuth. » J. Chowning, communication personnelle du 11 mars 2009.

l'analyste. Nous avons alors raisonné par l'absurde en implémentant un effet Doppler dans *Stria*, afin de comprendre pourquoi le compositeur n'a pas souhaité développer un dispositif de spatialisation plus prégnant. Le résultat de ce détournement, plutôt étrange lorsque l'on connaît la pièce, a révélé un élément qui aurait dû nous sembler évident. L'effet Doppler change les hauteurs fondamentales, il n'est donc pas logique de l'utiliser lorsque ces hauteurs occupent une fonction essentielle dans l'écriture rigoureuse de la pièce, comme le confirme le dispositif spectral pensé par John Chowning.

### 3.2.2. Synthèse d'un spectre sonore complexe par modulation de fréquence

Dans son article fondamental de 1973 sur la modulation de fréquence [11], Chowning décrit notamment les propriétés des spectres harmoniques et inharmoniques, caractérisés pour les premiers par un rapport porteuse / modulante de nombres entiers ( $\frac{p}{m} = \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{3}{2} \dots$ ) et de nombres irrationnels ( $\frac{p}{m} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{\pi}{3} \dots$ ) pour les seconds. Il cherche alors, ainsi que le rapporte Matteo Meneghini, à « redéfinir le concept de l'octave » [16] afin d'obtenir des spectres inharmoniques ayant la même cohérence que les spectres harmoniques, quel que soit le registre.

En effet, le rapport d'octave, défini par la formule  $\frac{p}{m} = 2^n$  (où l'entier relatif  $n$  correspond au registre voulu), génère un spectre harmonique dont la fréquence porteuse se retrouve toujours parmi les bandes latérales des spectres de registre supérieur ou inférieur, lorsque leur fréquence modulante est respectivement supérieure ou égale à sa valeur, ou inférieure. Les spectres inharmoniques ne semblent pas offrir, au premier abord, une telle caractéristique.

Cependant, Chowning découvre que pour le rapport  $\frac{p}{m} = \Phi^n$  – où  $\Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \simeq 1.618$  est le Nombre d'or – les registres ou pseudo-octaves définis par les puissances de  $\Phi$  présentent une forme altérée de cette propriété, garantissant ainsi la cohérence du timbre quel que soit le registre. Cette configuration revêt un caractère agréable pour l'auditeur, puisque les hauteurs de la pseudo-gamme construite à partir de  $\Phi$  s'inscrivent à l'intérieur d'un intervalle légèrement plus haut que la sixte mineure, qui compte huit demi-tons<sup>28</sup>. De plus, la division de cette pseudo-gamme en neuf pseudo-demi-tons renforce son aspect « naturel » grâce à la proximité des pseudo-demi-tons avec les demi-tons pythagoriciens.

L'étude des spectres inharmoniques complexes a donc été l'occasion, pour le compositeur de *Stria*, de relier de manière intime le domaine du timbre à celui des échelles de hauteur. À l'instar de Jean-Claude Risset qui, dans le dernier et célèbre exemple<sup>29</sup> de son *Catalogue* (1969) [19] établit un « continuum mélodie - harmonie - timbre »<sup>30</sup>, John Chowning convoque tous les moyens dont il dispose pour imaginer une forme **hybride** de musique. Parmi ces moyens figure la programmation informatique.

<sup>28</sup> [7], p. 95.

<sup>29</sup> Il s'agit également du début de *Mutations* (1969).

<sup>30</sup> [8], p. 28.

### 3.3. Chowning programmeur

Chowning a appris à programmer pour expérimenter ses idées musicales, ce qui l'a conduit non seulement à des découvertes scientifiques de premier plan, mais aussi à renouveler sa propre pratique en intégrant dans le processus de composition des techniques étrangères, *a priori*, au domaine de l'art. La génération automatique des paramètres de sortie de *Stria* est ainsi organisée autour de deux procédés de programmation, la boucle et la récursion fonctionnelle.

La fonction centrale du programme de génération consiste à boucler sur le nombre d'éléments à créer, segment par segment, et cette fonction présente également une caractéristique récursive, c'est-à-dire la possibilité de s'appeler elle-même. Cette caractéristique offerte en 1977 par le langage informatique Sail<sup>31</sup>, utilisé par John Chowning à Stanford, est absente – à cette époque – du Fortran, le langage choisi par Max Mathews pour porter Music IV vers Music V (1968). Dans *Stria*, elle se manifeste à des moments déterminés par le compositeur, et génère, à partir des paramètres d'un élément en cours, ses éléments « enfants ».

L'examen attentif du code montre que Chowning pensait atteindre avec la récursivité fonctionnelle plusieurs niveaux d'emboîtement, à la manière fractale. Or, en pratique, elle n'atteint jamais le deuxième niveau de profondeur. Nous avons alors reprogrammé *Stria* afin d'observer les effets d'une récursion sur deux et trois niveaux, ce qui a entraîné deux problèmes : des éléments enfants qui sortent des limites temporelles imposées par leur parent – ce que l'expérience confirme chaque jour – et un enrichissement trop important du spectre.

Par conséquent, la récursivité peut dans ce dispositif être considérée tout au plus comme un embryon fractal destiné à enrichir et varier le spectre, et non comme le moteur d'une réelle prolifération, ainsi que le confirme Chowning :

Je n'avais pas entendu parler de Mandelbrot<sup>32</sup>. J'ai appris le Sail avec *Stria* et n'avais jamais rencontré le terme « récursion » avec les précédents langages (Fortran, Algol<sup>33</sup>) qui me servaient à programmer. [En apprenant] que les procédures en Sail étaient récursives, j'ai demandé des explications. Aussitôt, j'ai vu l'application musicale que j'allais en faire pour *Stria*. Le concept qui me vint alors à l'esprit fut alors, peut-être, « gigogne »<sup>34</sup> ou « emboîtement ».<sup>35</sup> [Nous traduisons]

<sup>31</sup> Le Stanford Artificial Intelligence Language.

<sup>32</sup> Benoît Mandelbrot, inventeur des objets fractals en 1973.

<sup>33</sup> En réalité, l'Algol présente cette caractéristique dès 1960. Chowning ne l'a alors peut-être pas remarquée.

<sup>34</sup> *Nesting*. Le programme de *Stria* comporte effectivement une variable appelée « nest ».

<sup>35</sup> « I had not heard of Mandelbrot. I learned Sail as I began *Stria*. In the previous languages in which I had programmed (Fortran, Algol), I had not encountered the term "recursion" so when the Sail procedures were described as being recursive I asked someone for an explanation. I immediately saw the musical application that I used in *Stria*. Perhaps the conceptual "hook" that came to mind was "nesting" or "embedding" » J. Chowning, communication personnelle du 12 mars 2009.

Bien que la théorie fractale n'y soit pour rien, l'engendrement quasi-cellulaire d'éléments structurels cohérents dû aux techniques de programmation – et notamment à leur aspect automatique, reproductible et illimité – induit un renouvellement profond dans la manière de composer, et d'analyser. L'œuvre ne consiste plus en une succession d'éléments aux fonctions distinctes avec des thèmes, des développements et des harmonies, ou des assemblages d'objets sonores. Elle devient un **organisme** intégré et complexe, un objet en soi, dont on ne peut séparer les composants sans nuire à la compréhension de son fonctionnement global, à l'image d'une sorte de contrepoint inextricable.

## 4. CONCLUSION

En choisissant d'analyser *Stria* à partir de l'environnement scientifique et technologique de son compositeur, nous nous sommes situé délibérément dans la pratique d'un outil conceptuel, la *faktura*. Lors de cet exercice, qui ne se prétend pas exhaustif ni même achevé, nous avons mis en valeur le caractère bilatéral et fructueux du rapport création / technologie dans l'évolution de John Chowning, un trait partagé à des degrés divers avec de nombreux autres artistes parmi lesquels Edgard Varèse, Jean-Claude Risset et Iannis Xenakis.

La *faktura* révèle ainsi, à travers l'exemple concret de *Stria*, des particularités stylistiques communes à la plupart des œuvres musicales élaborées au moyen de techniques de synthèse du son, telles que l'esthétisation des modèles issus de l'observation scientifique, l'écriture micrographique et organiciste du son, et l'hybridation de ces techniques avec des systèmes plus conventionnels. Elle montre également que la cohérence de ces œuvres provient du métissage des paradigmes artistiques, technologiques et scientifiques.

Enfin, la *faktura* offre un cadre conceptuel non seulement pour la recherche, mais aussi pour la pédagogie, et relie l'analyse à la conservation du patrimoine artistique contemporain, une fonction déjà assumée pour les périodes plus anciennes. En effet, la reconstruction d'une pièce en vue de son analyse conduit à une appropriation de plus en plus profonde de ses principes, jusqu'à sa pleine restitution.

L'importance historique de ce type de travaux doit être soulignée. Leur apparition marque un nouveau degré d'intimité avec les œuvres électroacoustiques, et d'adaptation de la musicologie à ce corpus (comblant ainsi une lacune constatée par Jean-Claude Risset dans son rapport de 1998<sup>36</sup>). Elle manifeste également une prise de conscience des investissements à pratiquer pour la sauvegarde et la conservation des « arts médiatiques », comme le développement de formations universitaires et de projets spécialisés [15].

<sup>36</sup> [18], p. 14.

## Remerciements

À John Chowning pour ses éclaircissements de dernière minute et son obligeance à notre égard.

## 5. REFERENCES

- [1] Bardiot, C., « Noter, annoter. Comment documenter les arts de la scène à composante technologique », *Artpress 2 – Arts technologiques, conservation et restauration*, n° 12, Paris, 2009, p. 30-37.
- [2] Battier, M., « A Constructivist Approach to the Analysis of Electronic Music and Audio Art – Between Instruments and *Faktura* », *Organised Sound*, vol. 8, n° 3, Cambridge University Press, 2003, p. 249-255.
- [3] Baudouin, O., « *Stria* : Last Improvements », *Proceedings of the Electronic Music Studies Network 2008*, INA / Paris-Sorbonne, 2009, à paraître (La Muse en Circuit).
- [4] Baudouin, O., *Problème de l'analyse des musiques conçues pour supports. Comparaison de deux œuvres électroacoustiques : Artikulation de György Ligeti et Stria de John Chowning*, Mémoire de musicologie (Master II), Université de Rouen, dir. P.-A. Castanet, 2006.
- [5] Baudouin, O., « A Reconstruction of *Stria* », *Computer Music Journal*, MIT Press, vol. 31, n° 3, 2007, p. 75-81.
- [6] Baudouin, O., « *Stria* de John Chowning : la complexité programmée ? », *La complexité musicale – Autour d'Edgar Morin et de Jean-Claude Risset*, IDEAT / CNRS / CDMC, déc. 2008, à paraître.
- [7] Bossis, B., « *Stria* ou l'oxymoron musical », dans : *John Chowning*, coll. « Portraits polychromes », n° 7, dir. P.-A. Castanet, Paris, Michel de Maule, 2005, p. 87-119.
- [8] Chowning, J., « Composer le son lui-même », dans : *John Chowning*, coll. « Portraits polychromes », n° 7, dir. P.-A. Castanet, Paris, Michel de Maule, 2005, p. 25-30.
- [9] Chowning, J. et E. Gayou, « Entretien avec John Chowning », dans : *John Chowning*, coll. « Portraits polychromes », n° 7, dir. P.-A. Castanet, Paris, Michel de Maule, 2005, 2005, p. 7-24.
- [10] Chowning, J., « The Simulation of Moving Sound Sources », *J. Audio Eng. Soc.*, vol. 19, n° 1, 1971, p. 2-6.
- [11] Chowning, J., « The Synthesis of Complex Audio Spectra by Means of Frequency Modulation », *J. Audio Eng. Soc.*, vol. 21, n° 7, 1973, p. 526-534.
- [12] Clarke, M., « Jonathan Harvey's *Mortuos Plango, Vivos Voco* », dans : *Analytical Methods of Electroacoustic Music*, dir. M. Simoni, New York, Routledge, 2006, p. 111-143.
- [13] Holmes, T., *Electronic and Experimental Music – Technology, Music, and Culture*, 3<sup>e</sup> éd., New York, Routledge, 2008.
- [14] Horodyski, T., *Varèse : héritage et confluence*, dir. E. Andréani, thèse de musicologie, Université Paris 8, 1998.
- [15] Lacerte, S., « Les enjeux pédagogiques », *Artpress 2 – Arts technologiques, conservation et restauration*, n° 12, Paris, 2009, p. 102-107.
- [16] Meneghini, M., « *Stria*, by John Chowning : Analysis of the Compositional Process », *Proceedings of the XIV Colloquium on Musical Informatics*, Florence, 2003, p. 1-6.
- [17] Passuth, K., *Suprématisme et constructivisme : naissance de l'avant-garde russe 1910-1925*, coll. « Actualité des arts plastiques », n° 47, Paris, Centre National de la Documentation Pédagogique, 1979.
- [18] Risset, J.-C., *Art-Science-Technologie*, rapport de mission, Paris, 1998, <http://media.education.gouv.fr/file/95/6/5956.pdf>
- [19] Risset, J.-C., *An Introductory Catalogue of Computer Synthesized Sounds*, Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, New Jersey, 1969 [réimpr. *Computer Music Currents 13 – The Historical CD of Digital Sound Synthesis*, Mainz, Wergo, réf. 2033-2, 1995, p. 109-254].
- [20] Zattra, L., « The Assembling of *Stria* by John Chowning : A Philological Investigation », *Computer Music Journal*, MIT Press, vol. 31, n° 3, 2007, p. 38-64.
- [21] Documentation et Conservation des Arts Média-tiques (DOCAM), <http://www.docam.ca/>
- [22] Données de reconstruction de *Stria*, <http://ccrma.stanford.edu/pieces/chowning/stria/>