

Nicolas Viel

« *Vis Terribilis Sonorum* : problèmes musicologiques de la musique algorithmique »

EMS08

Electroacoacoustic Music Studies Network International Conference

3-7 juin 2008 (Paris) - INA-GRM et Université Paris-Sorbonne (MINT-OMF)

3-7 June 2008 (Paris) - INA-GRM and University Paris-Sorbonne (MINT-OMF)

<http://www.ems-network.org>

« *Vis Terribilis Sonorum* : problèmes musicologiques de la musique algorithmique » Nicolas VIEL, OMF-MINT, Université Paris-Sorbonne

Introduction

Pierre Barbaud formule dès 1955 le projet d'une musique industrielle qui supplanterait l'art lyrique et le théâtre chanté en général. En 1960, dans un article publié dans la revue *Esprit*, il imagine un dispositif qui permettrait de produire autant de musique que l'on veut à partir d'un nombre fini de paramètres que l'on introduirait dans une machine. Le compositeur, débarrassé de l'harassante tâche d'écrire, se présenterait désormais comme un compositeur d'algorithmes, dont l'œuvre, jouée directement de l'ordinateur sur le haut-parleur, serait l'expression sans cesse renouvelée d'une construction abstraite prédéfinie. Avec l'automatisation de la production musicale, les étapes nécessitant papier et crayon ou imprimante disparaissent et on assiste à la remise en question du statut de l'œuvre comme expression finale. En effet, si l'on garde le concept d'œuvre malgré tout par son caractère pratique, il existe deux types d'œuvres algorithmiques, les œuvres sur papier¹ et les œuvres sur bandes. Cette fois, je parlerai exclusivement du second type d'œuvres, vouées plus ou moins complètement à l'automatisation de leurs procédés et de leur exécution, pour comprendre ce qui, dans le concept d'œuvre musicale, fait écho à ces changements radicaux².

Rappel chronologique

Pierre Barbaud s'associe dès 1973 à un acousticien, Frank Brown, et à une informaticienne, Geneviève Klein, pour réaliser ses œuvres. Elles ont la forme de longues suites de nombres, destinées à être converties en sons par le convertisseur numérique analogique (CNA) du CNET, construit avec la participation d'Antoine Cuvelier en 1974, appareil qu'utilise Iannis Xenakis et son CEMAMu (Centre d'Etudes de Mathématiques et Automatique Musicales). Le groupe Barbaud-Brown-Klein ainsi formé se désigne par son acronyme BBK et signe, à partir de 1974, la plupart des œuvres du compositeur. Fin 1975, Pierre Barbaud quitte la Compagnie des Machines Bull et rejoint l'IRIA, devenue depuis l'INRIA, pour poursuivre son projet musical. Un nouveau convertisseur fabriqué au Mans en 1978 est installé à l'IRIA. Il dispense le compositeur de fastidieuses allées et venues et lui permet de ne plus dépendre de Xenakis qui voit d'un fort mauvais œil l'indépendance de fait du groupe BBK. Les œuvres de cette période ont pour nom *Vis terribilis sonorum* (1975)³ et l'essentiel des pièces issues du programme VISTER ou de ses dérivés, en particulier *Saturnia tellus* (1979)⁴.

Les œuvres algorithmiques sur bandes sont :

1975 : *Le grand prisme, Terra ignota ubi sunt leones*⁵ ;

1976 : *Vis terribilis sonorum, In numeræ voces segetis Athenæ* ;

1977 : *Ars recte computandi*⁶, *Gloria mundi* (musique du film *Gloria Mundi*, de Nico Papatakis), *Lumpenmusik, Taratata* ;

1978 : *Les marteaux maîtrisés, Adamantina* ;

1979 : *Francus numeros in carmina concitat*⁷, *Hypatia*⁸, *Opus 100 000, Si verba tenerem*⁹, *Tubicen temulentus*¹⁰, *Vénus de Lespugue*¹¹, *Bruckneriana, Saturnia tellus* ;

1980 : *Hypatia II (in memoriam)*

1982 : *AD MCMLXXXII*

D'autres œuvres ont une datation moins certaine, comme *Artificiata, Aves fictæ, Basse-cour, Cabezon, Call note, Caracas, Carillon pour le dauphin, Di melius !, e puissance x, Gagliando, Inspiravit Eolus, Jourdioux, Ludus, Mulieres fictæ, Musica barbarorum, Musica castrensis, Nososco, Obiter (en passant), OK !, Salzburg*.

Qu'est-ce qu'une œuvre musicale ?

Dans l'extrait de *Saturnia tellus* ci-dessous (fig. 1), les sons semblent visiblement structurés de façon abstraite mais il est bien difficile de comprendre comment puisque le choix des sons est partiellement aléatoire. On peut donc se demander ce qui fait que ces œuvres sont des œuvres mais se trouver confronté au problème de l'analyse.

Le problème musicologique le plus évident au sujet d'une œuvre musicale est donc de comprendre ce qu'elle est, ce qu'elle fait pour être œuvre, son ontologie. On peut partir de la thèse principale de l'étude récente qu'Esteban Buch a

¹ C'est le cas surtout des œuvres de Michel Philippot et des œuvres algorithmiques de Barbaud jusqu'en 1974.

² J'ai montré comment une œuvre algorithmique peut être modélisée à partir d'une étude statistique : VIEL Nicolas, « Pierre Barbaud et la naissance de la musique par ordinateur en France : de la cybernétique à l'algorithmique », intervention (en français) au colloque EMS07 (Electronic Music Studies 2007) à DeMonfort University, Leicester, publication électronique : http://www.ems-network.org/IMG/pdf_VielEMS07.pdf

Un des problèmes aujourd'hui est que nous ne disposons que des bandes magnétiques et d'une documentation très fragmentaire pour comprendre la plupart de ces œuvres.

³ *Vis terribilis sonorum* : La force effrayante des sons.

⁴ *Saturnia tellus* : Le sol de Saturne. Nom donné à l'Italie par les poètes de l'antiquité latine.

⁵ *Terra ignota ubi sunt leones* : Terre inconnue où se trouvent des lions.

⁶ *Ars recte computandi* : La façon de calculer.

⁷ Ce titre et ce lui de *In numeræ...* font allusion à une strophe tirée du *Panegyrique de Mallius Theodorus*, du poète antique Claudien : « *Et qui magna levi detrudens murmura tactu, / Innumeras voces segetis moderatus athenæ, / Intonat erranti digito, penitusque trubali, / Vecte laborantes in carmina concitat undas.* »

⁸ *Hypatia* fut une mathématicienne de l'antiquité grecque.

⁹ *Si verba tenerem* : Si je connaissais les paroles (citation d'un vers des *Bucoliques* de Virgile).

¹⁰ *Tubicen temulentus* : Trompette ivre.

¹¹ *Vénus de Lespugue* est le nom donné à une statuette préhistorique en ivoire trouvée dans une grotte de Haute-Garonne en 1922.

consacré à ce problème ¹², en particulier du point de vue phénoménologique, en évoquant le livre du philosophe Roman Ingarden *Qu'est-ce qu'une œuvre musicale* ¹³?

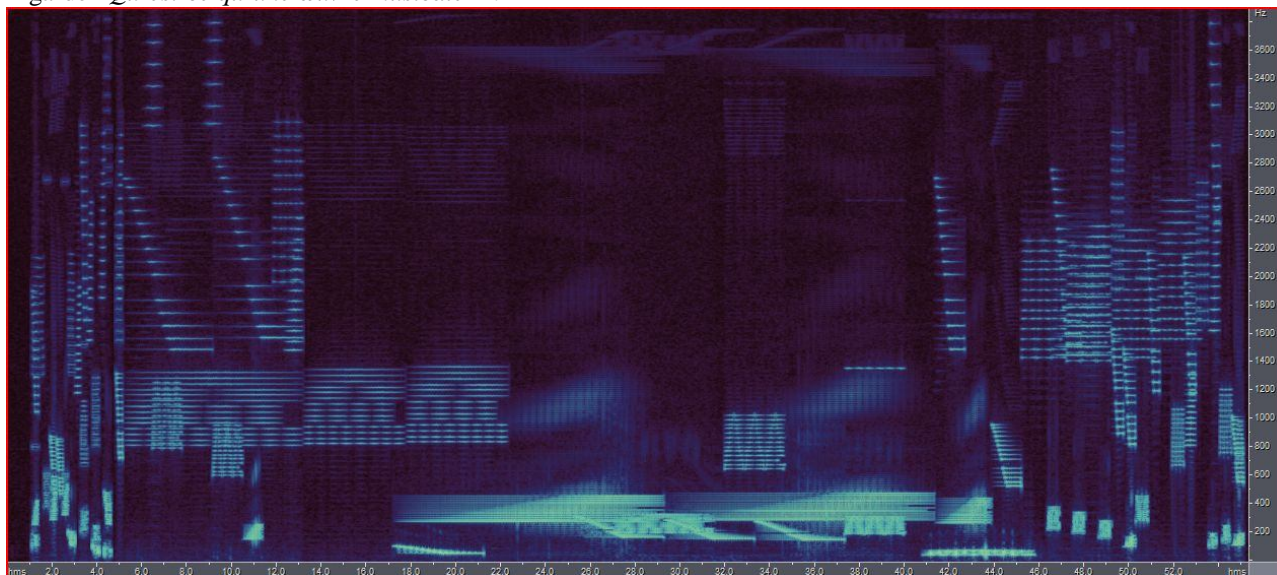


Fig. 1 : Pierre Barbaud, *Saturnia tellus* de 0'00'' à 0'55''

En phénoménologie, Ingarden pose le problème de la nature objective d'une œuvre musicale. Est-ce la partition ? Est-ce son interprétation ? Est-ce sa représentation mentale ou même son écoute, simplement ? De quelle façon ou par quelles opérations un phénomène acoustique devient une œuvre ? Quelle permanence, ou impermanence, permettrait d'asseoir une théorie de l'ontologie, autrement dit : à partir de quel moment je peux savoir qu'une œuvre en fait assez pour être une œuvre, sans limiter le concept à un répertoire particulier ?

Sa réponse est que rien, dans l'ordre objectif, ne peut justifier pleinement cette responsabilité, qu'aucune réalité spatiale ou temporelle ne s'attache à l'œuvre musicale mais plutôt une réalité structurelle mouvante dans un temps qui n'est pas le temps abstrait que nous associons à la réalité objective mais une « supra-temporalité » pour reprendre le terme d'Ingarden, concept qui définit un espace intentionnel. Esteban Buch, quant à lui (et c'est sa proposition), préfère postuler qu'il est préférable de laisser la question en suspend et de laisser au compositeur la liberté de créer lui-même la façon qu'a son œuvre d'« être au monde ».

Pour les œuvres de musique concrète, comme pour d'autres genres de musique, l'enregistrement physique peut être considéré comme la forme la plus apte à faire écho au concept d'œuvre musicale. La bande magnétique devient la forme prescriptive absolue, c'est-à-dire la forme qui reçoit l'intention de la façon la plus efficace. L'œuvre apparaît à l'endroit de ce saut prescriptif qui donne forme à l'informe mais ne se confond pas avec lui. Le prescriptif s'oppose donc à l'intentionnel en ce qu'il ne fait que le contenir. Le saut prescriptif apparaît comme le marqueur local d'une intention et comme une sorte de réalité dans l'ordre de la « supra-temporalité ».

Rôle de la stochastique

Dans le cas de la musique algorithmique de Pierre Barbaud, on serait, dans un premier temps, tenté de suivre le même chemin et de considérer que ce qui est sorti du convertisseur numérique analogique du CNET en 1974 et mis sur bande constitue la forme la plus aboutie de l'œuvre, son existence la plus incontestable et la plus permanente, sa façon tangible d'être une œuvre. Mais pour *Saturnia tellus*, il existe neuf bandes originales de diverses longueurs, contenant des éléments à monter, des esquisses ou des chutes. On peut préférer la version montée in fine pour le dépôt SACEM ou le concert ou la version du disque édité par Pierre Mariétan. Mais la forme finale suppose d'autres niveaux de prescription comme le schéma algorithmique du compositeur, son expression logique, sa représentation symbolique destinée à être inscrite dans l'ordinateur et le logiciel permettant d'interpréter ce « langage » symbolique, qu'il s'agisse d'une sorte de texte pré-formaté, comme les commandes du programme AUDITU ¹⁴ ou simplement du langage FORTRAN. Enfin, le calcul proprement dit, générant des nombres aléatoires permet de déduire logiquement la suite de nombres permettant de confectionner, après conversion numérique analogique, une bande magnétique ou de projeter l'œuvre directement dans l'espace sonore.

Mais pour une œuvre comportant une part d'aléatoire, la machine qui, comme dans les tableaux algorithmiques de Manfred Mohr ¹⁵, ne reproduit jamais exactement la même chose quand on y entre les mêmes paramètres, ne peut

¹² BUSH Esteban, « Une relecture d'Ingarden à la lumière de certaines tendances récentes en musicologie », CRAL-Colloque Roman Ingarden, Bibliothèque Polonaise, 5 avril 2008, actes non parus. Le texte de son intervention m'a été communiqué par Esteban Buch.

¹³ INGARDEN Roman, *Qu'est-ce qu'une œuvre musicale ?* (extrait de *Untersuchungen zur Ontologie der Kunst, Musikwerk, Bild, Architektur, Film*, 1962), Christian Bourgois, Paris, 1989.

¹⁴ BROWN Franck, *Manuel d'utilisation du programme AUDITU*, doc. interne, IRIA, 1977.

¹⁵ Manfred Mohr est un peintre dont les œuvres algorithmiques, visualisées sur écran, présentent des formes abstraites et géométriques évoluant avec lenteur dans des combinaisons toujours renouvelées :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Manfred_Mohr. Il se dit lui-même très influencé par l'œuvre de Barbaud.

pourtant prétendre être source d'intention. Elle n'interprète pas. Elle n'improvise pas et ne réfère rien à rien, et ne se situe donc même pas dans un domaine symbolique ou métaphorique en relation avec le monde réel sur lequel pourrait s'appuyer l'intention du compositeur ou celle de l'auditoire. On lui demande simplement d'inférer logiquement à partir du flux stochastique qui bouillonne en elle. Le vaste schéma logique qui sous-tend l'organisation des sons est un entrelacs complexe qui change en fonction des données qu'il génère lui-même. Dans le cas de calculs logiques produisant des nombres aléatoires, le passage de l'informe à l'œuvre s'effectue dans l'espace de la détermination quantitative des sons mais pas dans un espace intersubjectif quasi-temporel.

Dans le cas particulier d'une machine construite spécialement pour produire un certain type d'œuvres, on peut concevoir qu'une part de l'intention s'incorpore à l'outil réalisé. C'est le cas de l'UPIC de Xenakis : la machine elle-même réalise le vœu du compositeur s'il l'a conçue explicitement pour un type d'œuvres particulières. Dans les années 30, Henry Cowell a conçu le Rhythmicon pour lequel une seule œuvre, *Rhythmicana*, sera réalisée. Même si l'appareil était destiné par son concepteur à un avenir plus fertile, le saut prescriptif se situe partiellement en elle. En ce qui concerne Barbaud, la machine spécifique conçue par Brown, le BINIOU, n'apparaîtra que vers 1984 et les œuvres correspondantes occupent finalement une place réduite dans le corpus des œuvres algorithmiques.

Dans le cas de Barbaud, l'intention se situe donc à plusieurs niveaux de prescription : d'abord dans la construction logique du programme puis dans le choix des paramètres et enfin dans le choix des fragments produits qui sont de longueur très variable, pour constituer la bande finale. On ne peut pas dire que l'architecture générale de l'œuvre soit d'origine purement calculée. Un montage de ce type avait aussi été proposé à Nico Papatakis pour la musique du film *Les pâtres du désordre* (1966).

Œuvre et logiciel

Le programme développé à partir de 1974¹⁶ a été baptisé AUDITU. Le nom évoque peut-être une citation célèbre de Blaise Pascal : « *Fides ex auditu* » (« La foi vient de ce que l'on entend »). Il est nécessaire de s'attarder quelques instants sur ce programme en FORTRAN, qui tourne à partir de 76 sur l'IBM 370 de l'IRIA.

AUDITU n'est pas basé sur une génération de son par des tables d'ondes associée à la synthèse additive, comme Music V ou Csound, mais sur une synthèse par récurrence qui utilise la relation intégrée par Lagrange :

$$\begin{aligned}U_0 &= A \sin(\varphi) \\U_1 &= A a \sin(\theta + \varphi) \\U_{n+1} &= 2a \cos \theta \cdot U_n - a^2 U_{n-1}\end{aligned}$$

A (grand A) est l'amplitude initiale tandis que a (petit a) est un amortissement s'il est inférieur à 1, une amplification lorsqu'il est supérieur à 1.

La récurrence équivaut au pas de l'échantillonnage et l'angle θ est calculé en divisant la fréquence voulue par la fréquence d'échantillonnage, ici 26000 kHz.

Synthèse par récurrence vs synthèse par tables d'ondes

Pour jouer autre chose que de simples sinusoides, sans avoir à utiliser la synthèse additive ou par table d'onde, le programme utilise des relations de récurrence plus complexes et dont les paramètres sont susceptibles de varier dans le temps, par segments de 10 ms. C'est de cette façon que sont produits des sons dotés d'une attaque et ceux dotés d'harmoniques. Ces calculs et les méthodes qu'ils nécessitent ont été exposés dans un article écrit en 1975 par René Lehmann et Franck Brown¹⁷. Ce dernier en a fait sa thèse en 1980¹⁸.

Les octaves peuvent être, bien sûr, divisées par le nombre que l'on veut et le son est organisé en polyphonie, comme toujours dans la musique algorithmique. La progression des voix peut se faire ainsi par mouvements conjoints plus ou moins aléatoires comme dans *Terra ignota ubi sunt leones*.

Les spectres sont harmoniquement enrichis et le timbre peut varier avec le temps comme dans le début de *Saturnia tellus* (1979).

Les spectres apparaissent comme pouvant être constitués de façon quasi-harmonique, par multiplication d'une fréquence donnée, mais avec un décalage (*offset*). Au lieu d'un son harmonique classique :

$$A(t) = A \cdot \sum a_n \cdot \cos(2\pi n \omega t)$$

l'*offset* est indépendant de la valeur de fréquence séparant les composantes simples (sinus) du son :

$$A(t) = A \cdot \sum a_n \cdot \cos(2\pi(n\omega + F)t)$$

Saturnia tellus est exclusivement constituée de ce type de sons, qui peuvent être structurés de façon très précise, comme dans l'exemple extrait de la sixième et dernière section de l'œuvre (fig. 2). Ici les fréquences sont fixes et en quatre groupes de 4, 4, 3 et 3 harmoniques modulés par groupe suivant des rapports proches de l'octave.

Prescriptivité

On constate ainsi que la nature très riche des sons qu'était capable de fournir AUDITU pouvait peut-être rivaliser avec la synthèse additive ou la génération par table d'onde sur certains aspects mais que les choix mathématiques liés à cette forme de génération conditionnaient considérablement la couleur sonore des pièces produites. Un système complexe de

¹⁶ Une première version en 1974 s'intitule PRODNOT.

¹⁷ LEHMAN René, BROWN Franck, « Synthèse rapide de sons musicaux », *Revue d'acoustique* n°38, p. 211-215, 1976.

¹⁸ BROWN Franck, *Synthèse rapide de sons musicaux par ordinateur*, Thèse de Doctorat d'Etat dirigée par René Lehmann, Université du Mans, 1980.

générateurs permettait de produire une forme simple de modulation de fréquence ou de moduler la richesse spectrale de façon extrêmement souple au cours du déroulement de l'œuvre.

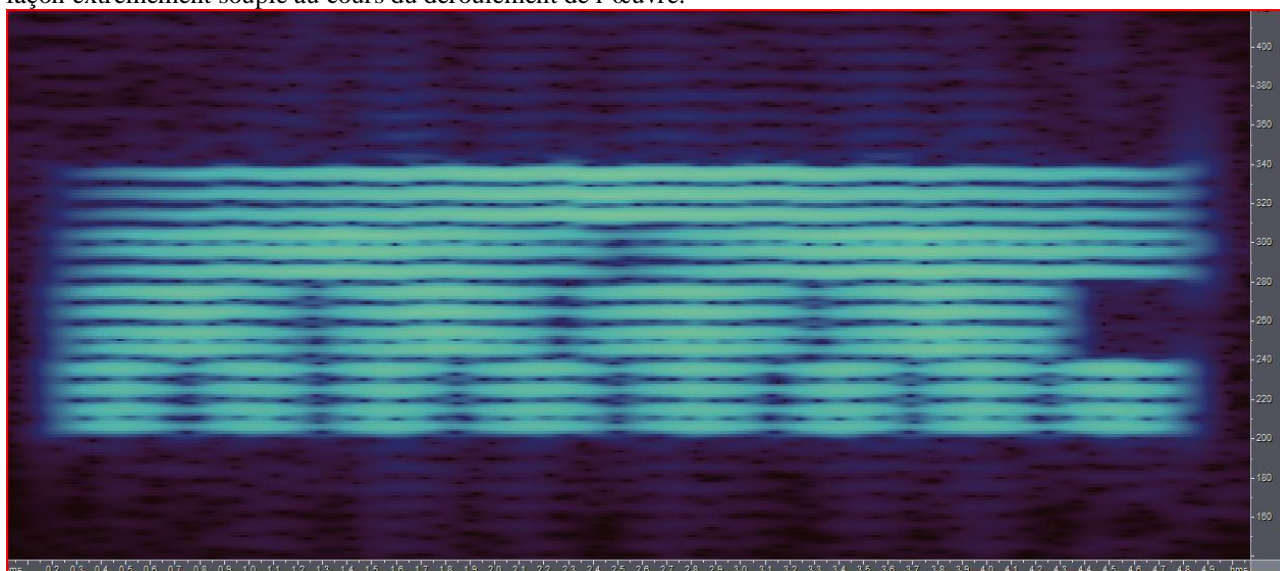


Fig. 2 : Pierre Barbaud, *Saturnia tellus*, dernière section.

Il serait inutile de tenter un comparatif des performances des méthodes employées puisque le pragmatisme musical et technologique a tranché depuis longtemps. Mais il faut noter que la synthèse par table d'onde se base sur une prescriptivité quasiment nulle dans sa théorie et sa mise en œuvre alors que la méthode de Lehmann est l'aboutissement d'une série de choix mathématiques dont l'objectif ne peut plus être de procurer la possibilité d'une universalité sonore. La synthèse additive se veut la réciproque exacte de la décomposition de Fourier tandis que la synthèse par table d'onde permet d'en faire varier les paramètres essentiels avec le temps. Ces méthodes qui ne s'excluent pas mutuellement ont pour principale caractéristique de ne contenir quasiment aucune prescriptivité intrinsèque.

Statut de l'œuvre d'art musicale

On doit donc considérer l'œuvre musicale algorithmique comme un ensemble comprenant avant tout le programme logiciel achevé qui a produit la musique, l'enregistrement final mais aussi l'ensemble des bandes qui ont été produites à l'aide de cet algorithme. En effet, les bandes préparatoires ne peuvent être considérées que comme de simples brouillons ou esquisses dans la mesure où elles portent de façon essentielle, dans leur forme même et tout autant que les fragments choisis pour l'enregistrement, les traces du réseau de choix effectués lors de la conception du programme algorithmique.

Barbaud ne s'est pas impliqué dans l'élaboration du programme AUDITU, dont il a laissé l'essentiel des choix techniques et mathématiques à ses deux collaborateurs de BBK. Les possibilités timbrales du logiciel, pour riches qu'elles soient, expliquent la coloration caractéristique des œuvres du compositeur. Que sont donc aujourd'hui ses œuvres musicales algorithmiques si elles n'incorporent pas certains des choix formels du logiciel qui a permis de les produire, les calculs qu'il mettait en œuvre et les limitations de son interface, par exemple ? Il semble qu'effectivement le recours à la recherche des diverses formes d'intentionnalité permette de retrouver dans le parcours de l'œuvre sa justification créatrice, à condition de comprendre, comme le suggère Esteban Buch, qu'elle est davantage que la bande, davantage que l'algorithme et qu'elle invente, par le récit qui l'a fait naître, son propre statut, sa propre ontologie.