

À bâtons rompus - quelques réflexions sur l'analyse formalisée

André Riotte

« Le même désordre, indéfiniment répété, deviendrait un ordre ; l'ORDRE.

Jorge Luis Borgès, *La Bibliothèque de Babel*.

Préambule

À ce jour, l'analyse musicale formalisée reste encore une branche confidentielle de l'analyse musicale, souvent contestée et surtout ignorée. On essaiera donc d'abord de revenir aux définitions, afin que les bases au moins en soient claires.

Le principe même d'une analyse musicale peut être fondé sur plusieurs niveaux de la réalité d'une œuvre : ses matériaux, son langage, sa morphologie, etc. Quant à l'œuvre elle-même, elle n'est une réalité effective pour l'auditeur que durant son interprétation, à la rigueur pour les professionnels par la lecture (en « temps réel ») de sa partition.

Il est vrai que les nombreux supports de plus en plus fiables du signal sonore permettent d'en assimiler le stockage à celui d'autres écrits, la principale différence tenant au fait que le transducteur du langage est le lecteur lui-même, alors que l'auditeur a besoin d'un truchement électronique.

Approcher une œuvre musicale par la pensée et la réflexion, c'est faire l'hypothèse que l'on pourra en élaborer un « modèle » symbolique suffisamment précis, ce qui n'est le cas que pour la musique « savante » occidentale de la période classique. Pour toutes les autres cultures, l'approximation du message transmis (oralement ou par tradition instrumentale) est la règle. Ce qui n'empêche pas la construction de modèles¹ mais implique la notion d'un modèle plus « général » que celui de l'œuvre unique.

Cela revient à imaginer un modèle formel à plusieurs solutions, ce qui renvoie à un concept proche de celui de « l'œuvre ouverte », remise à l'honneur dans les années 60

Cette précautionneuse introduction s'impose parce que l'analyse formalisée est encore plus restrictive que l'analyse classique quant au type d'information qu'elle va traiter.

En effet, si l'on a pu imaginer que la matière exhaustive pour une analyse formalisée serait le signal sonore lui-même ou son enregistrement, un modèle éventuel

mélangerait alors les fondements structurels et les particularités de l'interprétation. Il était donc nécessaire de revenir à un modèle englobant toutes les interprétations possibles, et donc aux formalismes abstraits liés à la notion de partition.

À ce niveau, les problèmes sont déjà massifs pour tout un pan de la musique contemporaine, notamment l'école « acousmatique », pour laquelle les tentatives de partitions sont encore plus floues et limitatives que pour la musique instrumentale. Mais même la transcription de musiques instrumentales récentes pose des problèmes de notation rigoureuse (voir par exemple des partitions d'obédience spectrale comme *Modulations* de Gérard Grisey).

Les nouvelles technologies issues de l'informatique se sont introduites dans la musique, dans un premier temps pour la réalisation informatique de partitions et la synthèse des sons, mais aussi progressivement pour le traitement même de l'information musicale. Et cette voie nouvelle a été l'occasion d'un rapprochement plus conscient des théoriciens de la musique et des mathématiques appliquées, elles-mêmes sollicitées par les développements du traitement numérique de l'information [RIOTTE 1995].

Les mathématiques sont ainsi devenues, avec le soutien de l'informatique, un outil de représentation de la musique apte à englober tout fonctionnement logique mais aussi, selon Marcel Mesnage, un outil potentiel de théorisation du langage musical.

Musique et formalismes mathématiques

Les bouleversements parallèles des conceptions et écoles musicales (séalisme, post-séalisme, spectralisme, etc.) portant en germe leurs propres intellectualisations, les compositeurs comme les analystes ont redécouvert que certaines des caractéristiques de la pensée musicale avaient pour supports naturels des théories mathématiques traditionnelles (théorie de groupes, théorie des ensembles, théorie des systèmes, etc.) dont l'usage pouvait offrir aux musiciens des outils d'une efficacité certaine.

On prendra l'exemple désormais classique de l'usage constant dans l'histoire musicale occidentale des algorithmes, de Scarlatti à Xenakis : une marche d'harmonie (non modulante ou modulante) est le type

¹ Voir notamment les travaux de Simha Arom et Marc Chemillier, qui ont construit des exemples significatifs de modèles de musiques de tradition orale.

même de l'algorithme déterministe².

Il existe des pages entières de Bach ou de Beethoven qui fonctionnent sur un mode semi-automatique ; et il est frappant de noter par exemple que, malgré la pratique d'un langage aux fondements complètement différents, on rencontre une forte proportion de fonctionnements du même type dans les œuvres d'Olivier Messiaen, par exemple « *les Vingt Regards sur l'Enfant Jésus* »³. Parallèlement, la répartition d'un grand nombre d'événements sonores ponctuels (les nuages de points) a été exploitée par Xenakis sous forme de modèles de répartition stochastique qui sont aussi des algorithmes [LORRAIN 1980].

On a ainsi remis à jour et formalisé sous forme paramétrique des matériaux compositionnels (échelles, modes, formules de durées, cellules, motifs, etc.) et des modes de fonctionnement couramment utilisés par Bach, Beethoven ou Messiaen. Cette approche fragmentaire et quasi-chirurgicale a au moins le mérite de mettre en évidence la part de « logique intuitive » employée de tous temps par les compositeurs, à des degrés divers et avec des fortunes diverses.

Le passage à l'utilisation de l'informatique pour l'aide à la composition musicale a induit une confusion supplémentaire : on dissocie de moins en moins la « conception assistée » et l'analyse formalisée ; le compositeur informaticien doit constamment pratiquer l'auto-analyse, s'il veut maîtriser la matière qu'il engendre.

On rappelle qu'une introspection sur l'écriture a été inaugurée par des compositeurs indépendamment de l'avènement de l'informatique. Notamment Paul Hindemith [HINDEMITH 1948], l'auteur du *Ludus tonalis* (encore qu'il n'ait pas pratiqué systématiquement les règles qu'il prescrivait) et surtout Olivier Messiaen [MESSIAEN 1955].

Procédures mathématiques explicites et implicites

Pierre Boulez [BOULEZ 1963, 1967] a situé au plan théorique la démarche post-sérielle à partir de sa propre expérience, mais c'est Iannis Xenakis qui a mis au premier plan l'usage des mathématiques dans la musique dès ses premières œuvres, tout en l'étayant d'écrits théoriques [XENAKIS 1963].

Pierre Barbaud a systématisé l'usage de programmes informatiques pour la composition et l'analyse [BARBAUD 1966].

Une description exhaustive des rapports entre musique et sciences sort du cadre de cet article ; on pourra trouver des informations historiques plus détaillées dans [FICHET 1995] et une bibliographie relative aux relations musique mathématiques dans [RIOTTE 1995].

Mais en dehors de cette introspection déclarée, il est significatif que des compositeurs non mathématiciens aient intégré dans leur langage des procédures « logiques » comme le palindrome (les rythmes non rétrogradables de Messiaen) ou les groupes de Klein, (transformations de Messiaen) figure par symétries horizontale et verticale) connus pour leur application

abstraite dans les transformations sérielles, mais déjà couramment pratiquées sur un même motif par Jean Sébastien Bach.

Le jeu des permutations de termes, non exploité dans le langage sériel « dodécaphonique », a aussi été souvent utilisé par Messiaen (*Vingt regards, Île de feu II*).

En marge de l'orthodoxie sérielle, des compositeurs ont même exploré des opérations hautement abstraites de la mathématique sans en avoir décrit les clefs ; c'est le cas notamment de Jean Barraqué.

J'ai montré [RIOTTE 1987] que dans son exploitation des séries proliférantes, il utilisait les produits de permutation, qui lui fournissaient de longues chaînes de hauteurs « préfabriquées ».

L'analyse formalisée peut se pratiquer à plusieurs niveaux de l'étude d'un langage musical. Les premiers exercices de mathématisation se sont portés sur les propriétés des formes sérielles [BABBITT 1961].

La *set theory* d'Allan Forte [FORTE 1973], visant à répertorier la totalité des agrégats de hauteurs possibles en système tempéré est très pratiquée aux États-Unis, mais encore peu répandue en Europe. Elle suppose le maniement d'un répertoire étendu d'indicateurs de classes de hauteurs avec lesquelles la familiarisation est longue, et ne s'applique pas à l'organisation temporelle. En revanche, la théorie des cribles échafaudée par Iannis Xenakis permet de représenter, en utilisant la théorie des ensembles⁴, toutes les formes de modes et d'échelles imaginables, répétitifs à l'octave ou à tout autre intervalle aussi grand soit-il.

Un seul exemple pour fixer les idées : la représentation sous forme compacte des modes à transpositions limitées de Messiaen.

Mais on peut construire des échelles non répétitives sur toute l'échelle audible, comme on en trouve par exemple dans des pièces comme *Mists* (Xenakis) pour piano.

L'intérêt de tels formalismes est qu'ils mettent en évidence des symétries cachées, des proportions spatiales dont les propriétés pourront être ensuite exploitées consciemment.

Grâce à une utilisation de l'opération « partition » (au sens mathématique de la théorie des ensembles), j'ai pu généraliser ces formalismes [RIOTTE 1990], et les appliquer également au traitement des durées [AMIOT & ALII 1986].

La notion de modèle de partition

Si l'on admet la simplification drastique qui consiste à assimiler une œuvre à sa symbolisation par une partition, il est alors possible de l'étudier comme un ensemble de paramètres discrétisés dans un hyperespace (sorte de représentation schématique de l'espace intérieur du compositeur) où certaines des propriétés formelles inhérentes au langage utilisé sont mises en évidence lorsqu'on effectue des coupes dans cet hyperespace.

L'analyse formalisée va donc passer par une numérisation des principaux paramètres contenus dans la partition : hauteurs, durées, instants d'attaque, intensités, variations discrètes et/ou continues de temps, etc.

² Les curieux pourront prendre connaissance du cours que j'ai tenu pendant dix ans sur ce sujet à l'Université Paris 8, en cours d'installation sur le site : www.riottemusicalfoundation.org

³ On peut trouver d'autres exemples concrets d'algorithmes dans mon cours sur la formalisation (cf. note précédente).

⁴ Il est important de rappeler que la *set theory* de Forte (op. cit.) est une utilisation très orientée de propriétés des ensembles, et ne coïncide en rien avec la théorie mathématique connue sous ce même nom.

Il est clair qu'une telle représentation porte en elle-même de fortes limitations : tout ce qui caractérise la subtilité et l'évolution temporelle d'un timbre est éliminé ; tout ce qui caractérise les inégalités micro-intervalliques à l'intérieur des échelles même tonales est gommé ; il ne reste de la musique qu'une sorte de squelette, de géométrisation des proportions et des rapports entre sons. Mais cette « radiographie » a l'avantage de mettre en évidence des relations inhérentes au fonctionnement même du discours musical qui ne seraient pas apparues autrement.

On peut alors, en choisissant soigneusement les œuvres du répertoire, construire dans des cas précis un modèle informatique d'une partition, c'est-à-dire un mécanisme abstrait qui, à partir d'un certain nombre de matériaux formalisés (échelles ou modes, motifs mélodiques et/ou rythmiques, cellules et leurs variantes ; etc.) et d'une description de procédures algorithmiques appliquées à ces matériaux et pouvant rendre compte de développements locaux, va restituer la partition elle-même telle qu'elle est écrite.

Cet exercice [MESNAGE & RIOTTE 1988, 1989, 1991, 1992, 1993], que nous avons pratiqué sur des partitions soigneusement choisies, n'a évidemment pas la prétention de décrire les modes de fonctionnement mental des auteurs des partitions, mais d'en fournir une simulation plausible. Outre qu'il montrait la voie à une pratique devenue plus courante avec le développement de la composition assistée, l'exercice a montré des vertus pédagogiques indiscutables.

Il permet en effet une représentation « consciente » très condensée d'une partition, dont les fonctionnements sont ainsi appréhendés sous une forme globale.

Les limites de la composition assistée par ordinateur et de l'analyse formalisée

Il est clair que ce mode de traitement a ses limites, même au niveau élémentaire de matériaux musicaux ; il suffit de donner pour exemple le traitement des intensités sonores. Même s'il est formellement possible de créer des échelles numériques d'intensités, le traitement rigoureux de telles données est arbitraire. Qui garantira qu'un *mezzoforte* a la même valeur absolue d'un bout à l'autre d'une même œuvre, ni même qu'il ait la même valeur instantanée pour plusieurs instrumentistes ? Toutefois, dans ce cas, des instruments formels moins contraignants existent, telle la relation d'ordre (strict : $a < b$ ou large $a \square b$). De même, une analyse formalisée visant à construire un modèle informatique d'une partition de grande envergure est le plus souvent vouée à l'échec. Car s'il existait un modèle rigoureux et univoque d'une œuvre de grandes dimensions, ce serait le signe qu'elle relève d'une organisation symbolique indépendante de sa traduction sonore, sorte d'archétype mécanisable ayant une valeur absolue.

Il est donc essentiel d'insister sur le point que, sauf cas particuliers (pour faire simple, prenons l'analogie avec une œuvre picturale « géométrique » telle que celle de Vasarely), une œuvre n'est pas réductible à son modèle. D'abord parce qu'il n'y a pas qu'un modèle possible ; la partition constitue déjà un premier niveau de « modélisation », qui en général n'apporte aucune information autre qu'élémentaire sur sa structure (segmentation) et ses fonctionnements (analogies visuelles).

Mais aussi parce qu'un modèle plus élaboré se fonde sur des particularités de l'œuvre perçues différemment par chaque génération d'analystes : il peut faire apparaître par exemple un fonctionnement déterministe⁵, quitte à y adjoindre des exceptions rationnellement motivées.

Mais il peut aussi se fonder sur d'autres critères (notamment probabilistes).

Une hypothèse de travail, vérifiée notamment au cours de ma propre expérience de compositeur est que, dans le secret de la création, où peuvent se faire jour une infinité d'attitudes, les choix instantanés ou de proximité se font le plus souvent dans un champ limité de l'espace musical, suffisamment restreint pour que l'imagination en marche garde un contrôle local des possibles.

L'important est que le modèle proposé ait une valeur explicative, et non seulement descriptive, comme le pratique depuis toujours la critique musicale traditionnelle.

L'écueil n'est pas seulement celui de la dimension : certains fonctionnements créateurs sont par essence rebelles à une démarche raisonnée, logique. C'est particulièrement sensible au niveau des choix qui déterminent les grandes articulations d'une œuvre, mais on peut observer aussi des œuvres de petites dimensions qui résistent à toute description rationnelle parce qu'elles évitent, sans doute sciemment, une logique perceptible⁶.

Intuition contre logique formelle

Le danger permanent de l'usage des formalismes informatiques est qu'il y a conflit latent entre ce qu'offrent la rigueur et la continuité logique (suite « obligée » de l'étape précédente) et ce que cherche à concrétiser l'imaginaire ; il est donc toujours possible d'être entraîné par le raisonnement à suivre une voie imposée plutôt que choisie ; c'est certainement ce qui est arrivé à plusieurs des pionniers qui ont vécu cette expérience, notamment à l'apogée du sérialisme intégral et au début du post-sériel. C'est aussi une des sources des polémiques engendrées autour de Xenakis (rigueur insuffisante, fautes de calcul, mathématiques traditionnelles, etc.).

En résumé, une ivresse de la rigueur, de l'exigence (mentale, morale, intellectuelle) conduit à l'intolérance et aux intégrismes : rappelons-nous certaines excommunications dogmatiques : « Tout compositeur qui n'a pas ressenti, je n'ai pas dit compris mais ressenti, la nécessité de la série est inutile. » [BOULEZ 1967].

Une œuvre musicale n'est jamais une démonstration. Elle n'a rien d'autre à prouver qu'elle-même ; instituer une « morale » de l'écriture est une dérive de l'art. On a reproché à Xenakis des aménagements à ses calculs ; on y a détecté des fautes, et même critiqué un usage non innovant des mathématiques (F. Nicolas), comme si les fondements abstraits d'une œuvre devaient prendre le pas sur ses qualités esthétiques.

Il est vrai qu'un Pierre Barbaud a pu faire le choix de ne jamais retoucher le résultat d'un logiciel, mais c'était plutôt un défi dogmatique.

⁵ C'est le cas de plusieurs de nos exercices [MESNAGE & RIOTTE Op. cit.].

⁶ Par exemple *Densité 21,5* de Varèse ; il existe un travail analytique sur cette œuvre, mais il n'aboutit pas à un modèle au sens où nous l'entendons.

L'option désormais choisie et partagée par des musiciens mathématiciens tels que Marcel Mesnage ou Tom Johnson consiste à appliquer rigoureusement un projet complètement formalisé, quitte à accepter ou rejeter en bloc le produit qui en découle.

En théorie, il reste à développer des méthodes de convergence vers un résultat donné à partir de critères (notamment esthétiques), mais nous sommes encore loin de compte. La programmation par contraintes pourrait contribuer à ouvrir la voie.

Pausa del silenzio (La prolifération des matériaux et ses antidotes)

L'un des problèmes de fond posés par l'usage de propriétés mathématiques pouvant avoir une traduction musicale est précisément la prolifération de données qui en résulte.

Comme on vient de l'illustrer dans quelques cas limités, la spéculation musicale, telle qu'on peut l'imaginer à travers des œuvres qui impliquent un certain traitement formel des données (J.S. Bach – *les variations Goldberg*, l'Art de la Fugue, Beethoven – *les Variations Diabelli*, etc.), ne se fonde pas sur une logique rigoureuse ; dès que le fonctionnement touche certaines limites (à préciser dans chaque cas), cette logique modifie ses règles pour les adapter à des exigences musicales impératives (auditives, expressives, affectives, etc.) qui ne relèvent pas du formalisme.

Tout formalisme sur des données musicales engendre des symboles et des fonctionnements⁷ ; l'artiste qui les utilise a donc toujours à vérifier que leur transcodage répond à une nécessité formelle dans l'espace-temps sonore, mais aussi que le choix du codage se justifie musicalement. Alors que le silence, le vide intérieur peuvent être des conditions plus favorables à la naissance de la découverte.

De même que Léonard de Vinci, partant du support statistique d'un vieux mur, en dégagait des formes latentes de son imaginaire, le musicien peut habiller certaines de ses obsessions de proliférations mathématiques, à condition qu'il y ait adéquation entre les unes et les autres.

Imaginons un cas simple : une suite de données numériques peut toujours, sous certaines conditions, être transformée en suite de hauteurs, d'instantanés d'attaques, de durées, etc. Rappelons-nous les expériences des années 70 visant à traduire des données physiques (schémas, plans de villes, relevés de mesures⁸, etc.) en suites de sons musicaux. Et l'utilisation par Xenakis des lois de répartition statistique (molécules de gaz) pour créer des nuages de points musicaux relevait du même type d'approche, sauf que le modèle utilisé a un fondement probabiliste.

Dans ce type de transformation, les transcodages choisis étant nécessairement paramétriques, les correspondances possibles peuvent être variées de

façon continue, définissant un choix infini de solutions potentielles, entre lesquelles un critère d'optimisation musicale devrait dégager la solution retenue, faute de quoi un tirage au sort démonte la dialectique qui justifiait le formalisme de départ, et transforme l'ensemble de la démarche en rituel fétichiste. Si un formalisme qui produit un « nuage de points » cher à Xenakis⁹ se justifie par la production d'une sonorité globale caractéristique, ou bien compte seule cette globalité, et dans ce cas toute actualisation est équivalente à toute autre pour l'économie de l'œuvre, elles sont interchangeable, ou bien interviennent dans le choix d'une solution d'autres critères. Le premier cas justifierait alors la notion de modèle « ouvert », chaque production du même nuage devant être recalculée à chaque audition en partant des mêmes paramètres, pour éviter de privilégier une solution en la transformant en vérité « révélée » ; le second, qui me paraît plus plausible, serait lié à un mélange intuitif du jeu des formalismes et du non dit qui guide le compositeur vers SA solution.

Même dans les œuvres contemporaines non issues d'une « génétique informatique » consciente, une certaine inflation de données (le terme s'applique notamment à des partitions « saturées » comme *Unity Capsule* de Bryan Ferryhough) peut conduire au malaise voulu des interprètes (attitude déjà pratiquée en son temps par Mauricio Kagel) mais aussi à celui des auditeurs par suite d'un phénomène de saturation, parfois présent dans la production musicale contemporaine : la quantité d'information qui nous submerge dépasse les limites de nos capacités à les intégrer. C'est une forme plus subtile d'agression mais dont les effets consistent à brouiller les pistes. C'est pourquoi j'ai préféré appliquer, lors de mes expériences formalistes, un principe d'économie, qui consistait, chaque fois que c'était possible, à donner le pas aux formalismes d'origine déterministe sur les stochastiques. Je restais ainsi dans le domaine des événements (relativement) rares, plus faciles à contrôler auditivement. Ce qui me conduisait aussi, sauf exception, à restreindre le champ des événements possibles, afin de permettre à l'intuition de rester consciente de ses choix¹⁰.

Œuvres ouvertes

En revanche, si l'on opte pour des formes à orientations multiples, on peut aussi décider qu'il n'y a pas de choix à faire, et qu'un discours permanent est possible. Ceci pose un problème non résolu dans le cas général d'enchaînement de formes successives. Le principe des *Archipels* de Boucourechliev a ceci d'insatisfaisant qu'il ne détermine ni une forme ni un style ; l'apport des interprètes est prépondérant sur celui du « pré » compositeur. Trop de hasards successifs s'interposent pour qu'un message fort puisse prendre forme.

En revanche, lorsqu'une œuvre répond dans ses grandes lignes à un modèle formalisé, il est intéressant

⁷ La prolifération de l'information dans notre société produit toujours de l'information, mais pas nécessairement significative ; les solutions formelles constituent toujours une alternative possible, une réponse prête à se substituer à l'inconnu de l'interrogation, et il existe maintenant une profusion de techniques qui produisent des symboles, toujours traduisibles en données (numériques, acoustiques, visuelles, etc.).

⁸ Citons au hasard : la transcription musicale des variations du champ magnétique terrestre durant une année (Charles Dodge

⁹ Le phénomène est présent déjà dans certaines « guirlandes d'accords » de Messiaen, où la densité élevée du nombre d'événements place leur composition individuelle à la limite de l'arbitraire ; toutefois, leur appartenance quasi-obligée à un mode permet encore un contrôle auditif, absent des nuages.

¹⁰ Ce qui ne tend pas à suggérer une éventuelle « infailibilité » de ma part ; comme tout un chacun, je revendique le droit à l'erreur.

de pouvoir comparer des variantes suffisamment proches de l'original. Quelques exercices limités m'avaient permis une première approche dans ce sens [RIOTTE 1980].

Une solution élégante serait une adaptabilité de l'œuvre potentielle, avec ses règles propres, à des critères globaux de l'auditeur – une matière structurée mais partiellement malléable.

Mais la pratique de la définition de modèles informatiques d'œuvres ayant été affinée et enrichie depuis, un modèle général comme celui de Herma de Xenakis, développé à l'Ircam par G. Assayag, montre avec force l'ambiguïté des choix entraînés par certains principes stochastiques d'écriture. Pour justifier le choix de l'auteur, il faudra en effet aiguïser à l'infini les critères implicites qu'il a mis en jeu.

S'il existe un état de grâce de l'écriture – dans une conception « traditionnelle » de l'œuvre musicale – par lequel chaque détail, même infime, chaque défaut assumé contribue à incliner l'auditeur à l'adhésion pure et simple, l'opération ne relève plus d'un quelconque formalisme, mais d'une expérience intime hautement subjective qui relève du psychisme. C'est bien l'une des tendances qui se font jour dans le secteur en pleine expansion des sciences cognitives.

Mais une autre option reste possible, en deçà de celle de Boucourechliev déjà commentée, c'est le pilotage à vue au sein d'un modèle à options (un automate symbolisé par un graphe à parcours multiples) tel que Stockhausen l'avait expérimenté dans sa Klavierstück IX selon une formule trop ouverte pour dépasser les effets du hasard, ou Boulez dans sa troisième Sonate, plus orientée par des choix, mais dont la complexité restreint les effets sensibles.

La solution que j'ai expérimentée dans mon quatuor à cordes *Multiple* est nettement plus restrictive, puisque fondée sur des choix de permutations formelles en nombre limité.

Toutefois, l'étape suivante, l'une des utopies de mon imaginaire (les êtres musicaux), reste inexplorée : celle où les options ouvertes par le compositeur deviendront accessibles (en nombre suffisamment restreint) à l'auditeur, lui permettant ainsi d'intervenir localement et de contribuer de manière plus active à la vie de l'œuvre¹¹. Il n'en reste pas moins que la création est par excellence le domaine de la surprise, de l'inattendu, et personne ne peut prédire à coup sûr les orientations de la musique de demain, ni même si elle continuera à faire appel aux ressources évolutives des technologies, avec le danger d'une accélération synonyme d'éphémère.

Bibliographie succincte

Note de l'auteur : on trouvera une bibliographie plus détaillée des rapports entre musique et informatique dans l'article [RIOTTE 1995], et plus généralement un panorama des fondements scientifiques de la musique dans l'ouvrage [FICHET 1995].

[AMIOT & ALII 1986] E., Amiot, G. Assayag, C. Malherbe, A. Riotte A., Duration structure generation and recognition in musical writing., in *Proceedings of the ICMC*. La Haye, 1986.

[BABBITT 1961] M. Babbitt, Set structure as a Compositional Determinate, *Journal of Music Theory* 5/1, 1961.

[BARBAUD 1966] P. Barbaud, *La musique, discipline scientifique.*, Dunod, Paris, 1966.

[BARBAUD 1993] P. Barbaud, *Vademecum de l'ingénieur en musique*, Springer-Verlag France, Paris, 1993.

[BOULEZ 1963] P. Boulez, *Penser la musique aujourd'hui*, Gonthier, Paris, 1963.

[BOULEZ 1967] P. Boulez, *Relevés d'apprenti*, Seuil, Paris, 1966.

[FICHET 1995] L. Fichet, Les théories scientifiques de la musique, Vrin, Paris, 1995.

[FORTE 1973] A. Forte, *The structure of Atonal Music*, Yale University Press, New Haven, 1973.

[HINDEMITH 1948] P. Hindemith, *Craft of Musical Composition*, Schott, London, 1948.

[LORRAIN 1980] D. Lorrain, *Une panoplie de canons stochastiques*, Rapport IRCAM n° 30, Paris, 1980.

[MESNAGE & RIOTTE 1988], M. Mesnage & A. Riotte, Un modèle informatique d'une pièce de Stravinsky, *Analyse Musicale n°10*, Paris, Janvier 1988.

[MESNAGE & RIOTTE 1989], M. Mesnage & A. Riotte, Les Variations pour piano opus 27 d'Anton Webern, *Analyse Musicale n°14*. Paris, Janvier 1989.

[MESNAGE & RIOTTE 1990], M. Mesnage & A. Riotte, Un modèle informatique du troisième *Regard sur l'Enfant-Jésus* d'Olivier Messiaen. *Musique et assistance informatique*, Marseille, 1990.

[MESNAGE & RIOTTE 1991], M. Mesnage & A. Riotte, La première invention à deux voix de J. S. Bach: essai de modélisation informatique, *Analyse Musicale n°22*, Paris, Février 1991.

[MESNAGE & RIOTTE 1993], M. Mesnage & A. Riotte, Modélisation informatique de partitions, analyse et composition assistées, *Cahiers de l'IRCAM n°3*, Paris, 1993.

[MESSIAEN 1955] O. Messiaen, *Technique de mon langage musical*, Leduc, Paris, 1955

[RIOTTE 1980] A. Riotte, Un automate musical construit à partir d'une courte pièce de Bela Bartok (Mikrokosmos n°39), *Informatique et sciences humaines n°45*, Université Paris-Sorbonne, Paris, 1980.

[RIOTTE 1987], A. Riotte, Les séries proliférantes selon Barraqué : approche formelle, *Entretemps*, Paris, Octobre 1987.

[RIOTTE 1990], A. Riotte, Formalisation des échelles de hauteurs en analyse et en composition, *Musique et assistance informatique*, Marseille, Octobre 1990.

[RIOTTE 1993] A. Riotte, La mise en évidence de régularités locales : l'exemple du *Mode de Valeurs et d'Intensités* de Messiaen, *Analyse Musicale n°32*, 1993.

[RIOTTE 1995] A. Riotte, mathématique du son, musique du nombre, *Musique et mathématiques*, Aléas – GRAME, 1997.

[SNOW 1968] C. P. Snow (trad. 1968) *Les deux cultures*, J.J. Pauvert, Paris, 1968.

[XENAKIS 1963] I. Xenakis, *Musiques formelles*, R. Masse, Paris, 1963.

[XENAKIS 1967] I. Xenakis, *Vers une métamusique*, La Nef 29, Paris, 1967.

[XENAKIS 1971] I. Xenakis, *Formalized Music*, London, U.S.A. : Indiana University Press, Bloomington, 1971.

Edição Instituto Piaget. Lisboa. Portugal

¹¹ Rappelons toutefois les expériences d'Henri Pousseur, soit sous forme de jeux (*Icare Apprenti*), soit de manière plus ambitieuse pour faire piloter par le public les orientations de l'action dramatique développées dans *Votre Faust*.