

<http://www.tribunes.com/tribune/alliage/33-34/rond.htm>

Luc Rondeleux, *musicologue du XXème siècle- Ingénieur d'études à l'université Paris-Sud*

Quarante années de représentations numériques au service de la création musicale

Alliage, n°33-34, Hiver 97-Printemps 98, “ Statut esthétique de l’art technologique ” pp. 80-91.

En France, dans les années d’après-guerre, les premières productions musicales technologiques, celles de la musique concrète, ébauchent une nouvelle définition du musical. Grâce à la transposition spatiale de la bande magnétique, cette approche amène le compositeur à se confronter avec un matériau sonore dont on ne pensait pas qu’il put devenir musical. Par la suite, se montent, en Allemagne et aux Etats-Unis, les premiers studios de musique électronique, équipés de matériels électroniques (oscillateurs de fréquence, générateurs...) et de synthétiseurs à commande en tension. Vers le milieu des années cinquante, une évolution importante se produit par rapport à ce matériel électro-acoustique et électronique : l’ordinateur introduit un nouvel outil qui permet au compositeur de travailler concomitamment sur la forme de l’œuvre et sur sa qualité sonore. Deux niveaux deviennent donc étroitement mêlés et peuvent interagir : un niveau macroscopique, structurel, qu’on dénomme depuis composition assistée par ordinateur, et un niveau microscopique, qui regroupe l’ensemble des données physiques et physiologiques mises en valeur par la synthèse des sons. Ainsi, ces nouvelles technologies contribuent à la mise en place d’une esthétique particulière, prolongée dans les évolutions organologiques et les programmes actuels d’aide à la composition qui fournissent dans une même ensemble, calculs formels et algorithmes de synthèse élaborés.

Les éléments fondateurs d’une nouvelle esthétique

Les différentes formes d’art concrétisent des médiations : médiations entre l’homme et la nature, entre l’homme et l’homme. Ces médiations artistiques dépassent et transcendent tous les problèmes de la connaissance du monde. L’étude des phénomènes physiques et l’évolution des technologies y jouent alors un rôle important, puisqu’elles influencent souvent les outils de création. Une expérimentation artistique, parallèle à l’expérimentation scientifique, vient ainsi fonder l’élaboration d’une nouvelle esthétique, soutenue par la place croissante des techniques dans notre vie quotidienne.

La création musicale a souvent suivi des développements parallèles aux représentations du monde issues des progrès de la connaissance ; mais depuis le début de ce siècle, elle s’est plus particulièrement arc-boutée à des constructions scientifiques conceptuelles, à des découvertes techniques et à des technologies qui accroissent notre appréhension du sensible. Cette intuition de la nouveauté, du futur surgissant dans le présent, traduit, chez les compositeurs, une préoccupation antérieure à l’acte de composition lui-même : c’est ce que nous entendons signifier par le terme de représentation. L’émergence de ces intuitions suprasensibles est aussi antérieure à la modélisation, notion qui fut calquée sur celle des sciences expérimentales. Mais l’art qui se contente d’exprimer un monde intérieur, sans l’imiter ni le copier, traduit une subjectivité ; il existe au-delà des objets, au-delà de leur formalisation : c’est une réalité métasensible. La représentation des processus créateurs de l’artiste et des impressions sensibles qu’il cherche à traduire, peut trouver un nouveau point d’appui dans les techniques, mais elle a peu de chance d’en trouver dans la méthode logique de la recherche fondamentale¹. Comment la technique en vient-elle alors à soutenir une expérimentation artistique jusqu’à influencer ses résultats et créer une nouvelle esthétique ?

En musique la représentation regroupe à la fois la notion de matériau sonore et son agencement musical, c’est-à-dire des formalismes qui servent l’innovation. Si se servir de la technique pour élaborer un matériau peut paraître une idée ancienne, jamais avant l’ordinateur un outil technique n’avait réussi à réunir à la fois le niveau global et le niveau élémentaire de la création ! L’ordinateur symbolise donc, fait nouveau dans l’histoire de la musique, un ensemble d’adéquations potentielles entre une machine aux possibilités colossales et un esprit créatif qui cherche, encore aujourd’hui, à bénéficier de ce réservoir de possibles. Grâce à cette rencontre, la représentation s’est souvent bâtie, et chez les compositeurs contemporains elle est souvent utilisée de cette façon, plus par élimination que par construction.

Gardons à l’esprit que les premiers ordinateurs commercialisés au début des années cinquante (l’UNIVAC et l’IBM 701, vers 1951) feraient aujourd’hui figure de brontosaures face à nos micros... Les ordinateurs Bull sur lesquels travailla Pierre Barbaud, l’un des initiateurs de la composition musicale “ mathématique ”, comme l’*Illinois Automatic Computer* (Illiac) utilisé par le compositeur Lejaren Hiller et le scientifique Léonard Isaacson en 1956 pour leur célèbre *Illiac Suite* (première composition entièrement calculée par ordinateur), quoi que plus puissants, étaient toujours aussi encombrants. En 1952, une invention géniale de l’ingénieur anglais Dummer réussit à associer semi-conducteurs et transistors sans le secours de fils électriques. Elle pose les bases de la première révolution informatique : celle des circuits intégrés (plus connu sous le nom de “puce”, en anglais *chip*). Jack St Clair Kilby réalise en 1958-1959 à la compagnie *Texas Instruments* la première puce industrielle. Gordon Moore, l’un des dirigeants d’Intel, le plus important

constructeur de microprocesseurs, put observer, vers 1965, que la courbe de progression de leurs mémoires a une tendance exponentielle remarquable : chaque nouvelle puce, qui sort tout les dix-huit à vingt-quatre mois, a une capacité double de la précédente. Cette observation, qui prend aujourd'hui force de loi (on parle de la loi de Moore), ne cesse de se vérifier. A la fin des années 80 une puce réussissait à intégrer un million de transistors. En 1997, le Pentium Pro regroupait 4,5 millions de transistors et sa puissance (400 Mips) multipliait déjà par 5 000 celle de la première puce mise sur le marché en 1971. En 26 ans, depuis le Pentium 4004 jusqu'au Pentium II actuel, le nombre de transistors est passé de 2300 à 7,5 millions (Fig.1).

On perçoit bien cette course de vitesse, engagée depuis la naissance de l'électronique, contre l'obsolescence d'un matériel qui, à peine commercialisé, doit prendre en compte une nouvelle donne de la vie scientifique aux implications révolutionnaires. Le décalage de phase entre industrie et recherche peut ainsi varier de dix à cinquante ans.

Naissance d'un mythe

La première synthèse sonore (1957, programme Music 1 de Max Mathews) intéressait la plus grande firme de télécommunication, la *Bell Telephone Company*, qui exerçait alors aux États-Unis un quasi monopole dans ce domaine ; son histoire se répercuta sur tout l'environnement sonore, jusques et à travers le monde de la musique. En 1957, l'ordinateur évoque surtout un dispositif technique institutionnel très lourd, aux dimensions tellement démesurées qu'à la fois il ne peut qu'être investi de pouvoirs extraordinaires (l'époque fabrique avec les recherches en cybernétique et en intelligence artificielle, le mythe du "cerveau" électronique) mais que, de plus, ces pouvoirs oscillent nécessairement entre *Big brother* et *Le meilleur des mondes*. Aujourd'hui l'ordinateur, rebaptisé "machine univers"ⁱⁱⁱ tant son exploitation déborde le seul calcul, a conquis le quotidien et l'économie. L'architecture de tous les ordinateurs modernes est issue de l'intuition géniale de John von Neumann, qui, en septembre 1944, à la Moore School, a lancé le projet d'une machine à états discrets, inspiré des idées de Turing sur les formes algorithmiques de la pensée (tout programme peut être défini comme un jeu d'instructions). L'avènement des micro-ordinateurs a permis par la suite de passer d'une machine-outil qui répondait aux conventions du monde de l'industrie, à une machine plus autonome (donc plus proche, pensait-on à l'époque, des potentialités du cerveau humain) comprenant des programmes propres en mémoire. La vitesse du calcul des microprocesseurs et l'architecture rationalisée de l'ordinateur, ont donc renforcé la capacité de travail ; mais, surtout, l'amélioration des langages de communication avec la machine a véritablement contribué à la réussite de cette nouvelle recherche. De 1953 à 1958, apparaissent les premiers vrais langages de programmation qui ne nécessitent plus de savoir recâbler tout l'ordinateur (Fortran, Algol...). Avec eux, l'interfaçage entre hommes et machines peut s'opérer plus aisément, et on réussit alors à mettre en place des programmes qui serviront de langages spécialisés. Les programmes de synthèse développés à partir de Music 1 naissent de cet esprit.

Qui sont ces créateurs qui eurent un jour l'idée (au demeurant *a priori* futile eu égard aux potentialités de la machine) de détourner un instrument de calcul vers des finalités artistiques, et, par ce biais, de réhabiliter le progrès et l'histoire ? Pour ces pionniers de la composition assistée par ordinateur (qui a devancé la première synthèse sonore numérique), l'adéquation entre musique et calcul semble aller de soi. Une opinion qui continue d'ailleurs à être partagée. Le pouvoir offert primitivement par la technologie de l'enregistrement (première transcription spatiale de l'évanescence du sonore), est soudain considérablement amplifié avec la synthèse sonore. La synthèse crée en l'absence de toute source sonore, *ex nihilo*, et produit des effets sur nos sens découplés de leurs origines physiques. En ouvrant la voie à une création purement abstraite, la technologie numérique ranime donc une vieille utopie musicale. Deux éléments semblent fonder cette promesse :

- une technique qui serait à même de produire tous les sons de permettre une prise de possession de l'univers sonore dans sa totalité continue.
- la mise à disposition d'un nouvel instrument, parfait, multiple et polyvalent .

Ces axiomes constituent ce que Martin Laliberté appelle le "mythe fondateur" de l'informatique musicaleⁱⁱⁱ. Ils traduisent une espèce d'inconscient collectif focalisé autour des propriétés créatrices de la "machine univers". Ce mythe explique en fait les espoirs déçus et les errements des premiers utilisateurs de la synthèse numérique. L'hypothèse, décrétée par des non-musiciens, selon laquelle une extension des recherches pourrait suffire à constituer la globalité des paramètres musicaux en un ensemble fini a influencé de nombreux compositeurs qui rêvaient de cette appropriation. Seule une "prise de conscience théorique"^{iv} des données acoustiques, psycho-acoustiques et musicales modélisables a pu encourager l'informatique musicale naissante à créer un matériau particulier. Dans cette prise de conscience, la représentation, traduction sémiotique de la pensée, par exemple par des correspondances numériques et le modèle, qui permet de jauger la pertinence de la représentation, servirent efficacement la mise en place d'un matériau proprement musical.

Evolution du matériau musical

La composition assistée par ordinateur, ou CAO, en confiant à la technologie le soin de calculer une partition suivant une suite de procédures, ne met pas en lumière, et pour cause, les processus d'organisation de l'Art. Le qualitatif n'a pas

de mesure graduée, et ne s'exprime pas par du quantitatif. La question-clé : qu'est-ce que l'art ? se transforme alors progressivement en : comment l'art fonctionne-t-il ? En musique, cette question pose le problème des éléments a priori distinguables dans l'écoute structurelle d'une œuvre. A cet égard la mutation de la composition musicale des années 80 est spectaculaire en ce qu'elle s'occupe surtout du traitement des fonctions perceptives.

Dans la première période de leur histoire, la synthèse et la CAO ont surtout cherché à connaître pour mieux savoir reconstituer. Les données acoustiques résultent d'expérimentations qui datent du XIX^{ème} siècle et elles révèlent vite leurs atouts et leurs faiblesses : faiblesse d'une construction mathématique, réductrice par nature, qui ne prend pas en compte les aléas de la vie. C'est la découverte d'une évolution temporelle des composantes acoustiques qui forcera à découpler paramètres physiques et paramètres perçus. A partir de ces expériences, se bâtit une hiérarchie fonctionnelle de la perception, voire de la pertinence esthétique, qui permet à la musique d'intégrer ces données dans des conduites esthétiques neuves. Elle confie par là un statut véritablement nouveau à l'œuvre numérique. Certains modèles de synthèse purent par exemple être élaborés grâce à des recherches approfondies sur la reconnaissance du timbre. Initiée pour l'analyse-synthèse des sons cuivrés par Jean-Claude Risset (entre 1964 et 1969), cette étude fut reprise par James Andrew Moorer et John Michael Grey qui mirent en exergue un spectre à trois dimensions (fréquence, intensité, temps), ainsi que par Dexter Morill dans une remarquable étude de la trompette : ces analyses ont permis de mettre en valeur l'évolution temporelle du spectre, et révélèrent l'importance de l'attaque et de l'enveloppe dynamique. Elles démontrent l'émergence progressive de certaines harmoniques (de rang élevé) plus fortes dans la partie stationnaire que dans l'attaque et la décroissance. Autre exemple, le concept d'espace de timbres de J. M. Grey a ouvert (en 1975) la voie à la notion controversée de "matériau musical", en le situant dans une représentation multidimensionnelle. Ainsi, le passage à des représentations à $n (>2)$ dimensions est particulièrement significatif de la prise de possession des paradigmes mathématiques par la représentation musicale.

Dans tous ces exemples, on l'aperçoit bien, la synthèse a joué le rôle majeur d'aguillon pour une esthétique technologique naissante.

De graves insuffisances matérielles et logicielles ont malheureusement freiné cette recherche. L'histoire de l'informatique musicale qui tend à se confondre avec celle de son vecteur, l'ordinateur, a donc autant souffert des problèmes matériels et logiciels généraux que des problèmes spécifiquement musicaux. Dès 1957 elle se heurte à certaines limites : capacités de calcul des processeurs, bande passante des convertisseurs numériques-analogiques, par exemple. Elle est aussi confrontée aux lourdeurs des langages de programmation des premières générations d'ordinateurs : il a fallu attendre Music V (1967) pour disposer d'un logiciel de synthèse écrit dans un langage de haut niveau, indépendant des langages-machines, le FORTRAN. Cette nouvelle indépendance contribue certainement au succès qui lui vaut, encore aujourd'hui, d'être à la base de nombreux programmes de synthèse sonore. N'oublions pas qu'auparavant, les programmes devaient être réécrits à chaque changement d'ordinateur. L'histoire de l'informatique, c'est aussi, et peut-être surtout, celle des interfaces : comment espérer se mettre dans un état d'esprit créatif en perforant des cartes de programmation et en attendant les maigres résultats des heures durant (1957-1970), voire en tapant ou en lisant des codes abstraits sur un clavier de Télétype (1970-1984) ? A nouveau, des progrès fondamentaux notamment par l'affichage graphique des données (formes d'ondes, spectres, enveloppes *etc.*) se sont vite révélés nécessaires.

De l'implicite à l'explicite

Dans cet art technologique nouveau, une connaissance auparavant intuitive devient forcément explicite, même si cette explication ne recouvre pas et ne recouvrira jamais l'ensemble des données de l'art. Les premières déconvenues de l'informatique musicale, précédant de peu celles de la synthèse, proviennent d'une assimilation hâtive entre composition et suite de procédures calculables. Hiller et Isaacson, précurseurs du mythe de la machine à composer s'appuyaient sur des règles ; ils furent souvent imités. Mais la musique n'a pas de caractère déductif. Aux États-Unis l'utilisation du sérialisme par Milton Babbitt, les compositions de Charles Dodge, Paul Lansky, James Tenney, en France la transposition des modèles de la théorie cinétique des gaz par Iannis Xenakis, les œuvres de Pierre Barbaud, Frank Brown et Geneviève Klein (qui opéraient sous l'acronyme de BBK), celles de Nicole Lachartre, la machine imaginaire (directement calquée des processus informatisables) de Michel Philippot, ou, plus près de nous, les œuvres d'André Riotte n'ont pas trouvé la théorie universelle. Mais la cherchaient-ils ? Sans doute n'ont-ils jamais eu cette naïveté. Ce dont ont besoin les compositeurs, ce n'est pas d'une machine à composer mais d'un outil qui les guide pour l'exploration du sonore, qui inspire les investigations et soutienne l'intuition musicale.

La représentation numérique suppose alors d'élargir le champ de l'outil compositionnel. Trois étapes marquent cette redéfinition : une amplification des recherches sur l'algorithme de synthèse, l'élargissement du concept d'instrument et plus particulièrement de geste instrumental, et enfin un concept qualifié d'atelier, notion offerte par les stations de travail.

Les années 70 virent bien se multiplier les algorithmes de synthèse, mais cette perspective d'algorithmes efficaces et satisfaisants s'est vite révélée tenir de la quête du Graal. Signe révélateur d'unité dans la multiplication des approches, les algorithmes de Music V, ou de son dérivé Csound, foisonnent dans les années 80 et 90 sur des modes alternatifs. La richesse de tels outils transforme l'interaction timbre - matériau en un puissant stimulant formel. Les possibilités de

construction interne du son transforment la logique de la dynamique formelle en une dynamique élaborée par le matériau, matériau pris non seulement pour sa puissance fonctionnelle mais aussi pour son énergie propre.

Devant les insuffisances d'une musique technologique entièrement numérique, les solutions doivent être mixtes, c'est-à-dire mêler générateurs de sons analogiques et systèmes de commande numérique ou hybrides. Le système Groove (pour *Generated Real-time Operations On Voltage-controlled Equipment*), de Mathews et Moore (non pas Gordon mais Richard) (1970) ou les logiciels Project 1 & 2 de Michael Koenig et Simon Tempelaars, furent les premiers à mettre en place ce concept. Les premiers essais purement informatiques ont encouragé ces solutions hybrides temporaires comme le Synthi 100 (EMS) de Peter Zinovieff et David Cockerell. 1973 marque une autre étape avec le Synclavier, premier synthétiseur numérique de Jon H. Appleton et Sydney Alonso. Peu après, Jean-François Allouis travaille à la réalisation du Syter au GRM (1978) et Iannis Xenakis réalise l'Upic au CEMAMU (1981). ARP, Korg, Roland, Oberheim, Yamaha vont à la même époque transformer le paysage sonore en faisant passer la synthèse analogique ou numérique de la culture savante à la culture populaire. Ce processus aura son plein impact en 1983 avec le synthétiseur DX 7 de Yamaha, premier synthétiseur commercial entièrement numérique et premier fleuron de l'univers MIDI. La norme MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) constitue une norme de référence, idéale pour des productions qui mettent désormais en jeu des instruments numériques commerciaux ou des instruments acoustiques reliés à l'ordinateur. Pourtant, elle demeure une interface trop réductrice par rapports aux besoins de la musique contemporaine dans la mesure où elle reste fondée sur un vocabulaire du XIXe siècle, celui des notes. Tous les observateurs en attestent, l'organologie numérique est encore loin d'avoir atteint la maturité des instincts acquis depuis des lustres par les facteurs d'instruments traditionnels.

Deux aspects sont néanmoins rendus possibles par le développement des synthétiseurs numériques et des stations musicales personnelles. D'une part, ces technologies permettent le développement d'une informatique musicale en temps réel qui viendra perturber les habitudes et améliorer le confort de travail. D'autre part, l'informatisation généralisée de l'atelier du compositeur a réactivé la fascination pour les outils d'aide à la création. La délicate problématique de ces outils d'aide à la composition est réorientée vers les instruments : ceux-ci doivent être à la fois aussi généralistes que possible, pour ne rien empêcher, et pourtant permettre une personnalisation des plus intime pour favoriser l'épanouissement d'une esthétique originale. La création musicale situe ainsi son domaine entre matière et information. Elle procède par moteurs d'inférences capables de résoudre ses problèmes. Traduire le sens de la musique revient alors, en première analyse, à évaluer statistiquement les réactions de chacun, ce qui consiste à faire du "moyen", du "milieu", une approximation de l'essence de l'extraordinaire. Une telle réduction ne peut qu'engendrer des craintes quant à la nouvelle conscience de la réalité qu'elle impose. Cette approche sera donc mise à profit pour passer du calcul à la création, de la vision scientifique à la vision créatrice. De plus en plus, une certaine esthétique vient à organiser les paramètres qui revêtent pour l'écoute de la musique des fonctionnalités de premier ordre (l'espace, le temps...). L'ordinateur apporte ces outils fonctionnels, qui dépassent le simple traitement séquentiel. L'informatique musicale se met donc en quête d'un statut opératoire qui refuse le dogmatisme des théories musicale a priori. L' "art des sons" devient alors une application à son stade le plus élevé d'une science vouée jusque-là à l'analytique et au descriptif, puisqu'elle permet de révéler une transcendance créative. Entre autres, les œuvres de Jean-Claude Risset ou de John Chowning, comme aujourd'hui celles de Tristan Murail ou de Philippe Hurel sont souvent la mise à profit des recherches en acoustique et en synthèse.

Ainsi, Risset, en 1968, met en lumière certains paradoxes de hauteurs et de rythmes dont il fait usage dans ses créations (*Computer Suite for Little Boy*, 1968, *Mutations*, 1969, *Moments newtoniens*, *Dérives*...). Ces premiers sons paradoxaux résultent de l'usage systématique de la synthèse : c'est la représentation numérique qui permet de mettre en valeur les expériences de Roger N. Shepard sur la dissociation entre paramètres et attributs perceptifs... De leur côté, *Sabelithe* (1971) puis *Turenas* (1972), de John Chowning, révèlent une maîtrise de l'espace en quadriphonie qui n'aurait jamais pu voir le jour sans le numérique.

Répons de P. Boulez constitue à nos yeux le pivot et l'œuvre phare des années 80. Cette œuvre ambitieuse et qu'une brève analyse permet de considérer comme réussie est une musique pleinement conçue, un manifeste esthétique qui utilise, outre une remarquable écriture orchestrale, tous les atouts de l'acoustique (jusqu'à recréer un espace virtuel imitant celui d'une salle de concert, dans la carrière Boulbon à Avignon) et de la technique (interaction entre solistes, orchestre et ordinateur). Elle développe et transcende la spirale créatrice entre le système et l'idée^v. Conçue primitivement en mêlant temps différé (bandes déclenchées par les solistes) et premier temps réel (grâce au processeur 4X de l'IRCAM), elle reflète une musique totale où l'idée compositionnelle prévaut sur l'empirisme des relations avec les techniques. Enfin, l'œuvre s'adresse directement à un public élargi, et non plus simplement au seul public averti de la musique contemporaine.

Les compositeurs de la décennie 80 s'emploieront, chacun à leur manière, à modifier les enjeux : Michel Descoust dans *Interphone* (1977), joue de dilatations temporelles, Jonathan Harvey dans *Mortuos plango, vivos voco* (1980) sublime les phénomènes d'interpolations. Jean-Claude Risset toujours mêlera sons concrets, traitements et synthèse dans *Sud* (1985). Tristan Murail avec *Désintégrations* (1982) ou Philippe Manoury avec *Jupiter* (1986) et *Pluton* (1988), ont développé sur le processeur 4X des outils spécifiques : schématiquement l'un pour une esthétique spectrale, l'autre pour une tendance post-sérielle. Murail effectue un renversement de l'apport technologique : c'est la technique qui devient modèle pour une écriture "spectrale", c'est-à-dire directement calquée sur les décompositions timbrales, et qui ne

s'adresse qu'à l'orchestre. Dans les œuvres de Manoury, on retiendra le concept de partition virtuelle : les interactions ne déclenchent plus des actions, mais des processus, pas obligatoirement décelables, mais qui affectent l'œuvre. Ces processus, (transpositions, spatialisations, modulations, filtres...) sont engendrés à partir de la composition pour se manifester à certains moments. Le mode de communication est continu.

Le développement des synthétiseurs numériques et des stations musicales personnelles permet donc, et son évolution l'a prouvé, l'essor d'une informatique musicale en temps réel qui modifie le confort de travail. Cet atelier du compositeur réactive la fascination pour les outils d'aide à la création.

Bilan et prospectives

Les compositeurs accomplissent bien un bouleversement conceptuel en situant leurs recherches vers des limites temporelles d'intégration et de fusion, limites mnémoniques des formes et des structures. Contraints de revisiter certaines notions psycho-acoustiques, ils en viennent à forger de nouveaux matériaux à partir des données de la science cognitive. Une certaine esthétique a maximisé le contrôle des paramètres revêtant pour l'écoute de la musique des fonctionnalités de premier ordre (l'espace, le temps...). Ainsi *Lituus* de José-Manuel Lopez-Lopez, ou *Les Miniatures* de Philippe Hurel constituent des explorations des interactions entre une recherche sur le timbre des instruments et une macroforme qui évolue dans le temps. Toutes les solutions proposées font passer aujourd'hui la composition d'une suite de procédures déductives à un processus évolutif. La (célèbre) formule de Babbitt résume bien le propos : si " les règles du contrepoint disent ce qu'il ne faut pas faire, elles ne disent pas ce qu'il faut faire ". L'ordinateur doit apporter des outils fonctionnels, dont les propriétés dépassent le simple traitement séquentiel. Les différentes théories de l'art technologique se sont heurtées de front à cette nécessité vitale de l'instable, du changeant, de l'imprévu, elles qui depuis toujours demandaient un contrôle de plus en plus précis. L'histoire de la synthèse et de la composition assistée par ordinateur est là pour rappeler que la richesse du matériau peut apporter d'autres atouts esthétiques.

Quarante années après sa naissance, la synthèse et la manipulation numérique des sons apparaissent comme une spécialité riche en histoire et pourtant pleine d'avenir. Les différentes techniques de traitement du signal sont appliquées avec bonheur à l'informatique musicale depuis les années 80. L'amélioration des logiciels spécialisés a été considérable et nous nous retrouvons aujourd'hui avec des outils remarquablement efficaces. Plusieurs tendances existent à l'heure actuelle qui sont particulièrement significatives. Ainsi, le procédé de *morphing* mis en œuvre à l'IRCAM pour la recreation d'une voix de castrat dans le film d'Alain Corneau *Farinelli*, prouve, si besoin était, que la synthèse peut aussi aller vers le grand public.

Cette fin de siècle est marquée par l'extension des réseaux et l'apparition d'ordinateurs spécialement conçus pour fonctionner dans ces structures. L'avenir de la synthèse passera sans doute aussi par l'utilisation optimale des réseaux. Dès aujourd'hui, elle se tourne vers des solutions *on line*. On assiste à une abolition des frontières de temps et d'espace. L'utilisation des réseaux peut permettre à des chercheurs d'échanger des modules, des bouts de programmes ou des améliorations diverses beaucoup plus facilement et beaucoup plus rapidement qu'avec les moyens de communication classiques. Cette synthèse *on line* se trouve déjà à Berkeley, à Stanford, à San Diego ou à Barcelone. Cette démarche est intéressante car elle réunit les avantages des stations de travail personnelles et l'interactivité voire la convivialité des équipes de recherche. Malgré une séparation physique, le chercheur d'aujourd'hui est en contact avec une grande équipe de spécialistes. Dans un proche avenir, l'augmentation inéluctable des vitesses de communication viendra sans doute accentuer ce type d'usage. Il faudra toutefois préserver l'esprit des pionniers : rien n'indique que puisse subsister une propriété intellectuelle gratuite sur l'algorithme de traitement ou sur le son de synthèse. Or, les *Major Companies* utilisent déjà Internet pour diffuser clips, vidéos et musiques.



La synthèse produit de l'information pour fournir une nouvelle identité paradigmatique des composantes musicales. L'information qui passait d'abord par l'interprétation est maintenant créée de toute pièce à partir de la matière sonore. Comme avec toute technique, matière et information se rejoignent. En quarante ans, l'esthétique musicale a non seulement bénéficié des modifications conceptuelles, mais elle a enjoint aux compositions de fonctionner bien au-delà des systèmes musicaux traditionnels, de réinventer des techniques directement fiables, esthétiquement probantes ; la synthèse numérique a renouvelé le matériau musical dans sa représentation et dans sa perception. Aujourd'hui, plus rien n'interdit l'idée d'un " concert imaginaire ", pour évoquer le musée de Malraux. Il s'agit, encore et toujours, de permettre à la collectivité de communiquer avec elle-même et aux connaissances de croître aux rythmes des contributions. La culture restera éternellement l'apport de tous à chacun et de chacun à tous. D'ores et déjà techniques et communications permettent de rapprocher les individus. Pourront-elles leur donner les moyens de créer ? Le peintre Dubuffet, théoricien de l'art brut qui travailla la matière pour en dégager l'essence même de l'œuvre d'art, a dit un jour : " *L'art doit naître du matériau et de l'outil et doit garder la trace de la lutte de l'outil avec le matériau. L'homme doit parler mais l'outil aussi et le matériau aussi.* " Ne retrouve-t-on pas dans l'histoire des créations musicales

technologiques ce dialogue incessant de la matière et de la forme, dialogue du nécessaire et du contingent, de la théorie et de l'esprit de la musique ?

L'auteur remercie son ami Martin Laliberté pour l'aide apportée à la préparation de cette intervention.

Bibliographie

BOULEZ (Pierre) et GERZSO (Andrew), *Computers in Music*, *Scientific American*, vol. 258, n° 4, avril 1988, pp. 26-32. Tr. fr. L'ordinateur, instrument de musique, *Pour la Science*, n° 128, juin 1988, pp. 38-45.

DELIEGE (Célestin), De la substance à l'apparence de l'œuvre musicale. Essai de stylistique, *Les Cahiers de Philosophie*, n° 20, "La loi musicale", Lille, 1996, pp. 145-183.

DUFOURT (Hugues), Les difficultés d'une prise de conscience théorique (1981) in : *musique, pouvoir, écriture*, Paris, Christian Bourgois, coll. Musique/Passé/Présent, 1991, pp. 191-197.

DURIEUX (Frédéric), Réseaux et création, *Les cahiers de l'IRCAM-Recherche et Musique*, n° 1, automne 1992, pp. 87-103.

GERZSO (Andrew), tr. de l'angl. par MIKRIAMMOS (Philippe), De nouveaux environnements musicaux, *Les cahiers de l'IRCAM-Recherche et Musique*, n° 1, automne 1992, pp. 49-55.

GERZSO (Andrew), Informatique et musique, *La Recherche*, n° 257, vol. 24, septembre 1993, pp. 946-955.

MATHEWS (Max V.), The Digital Computer as a Musical Instrument, *Science*, n°142 (11), 1963, pp. 553-557.

MATHEWS (Max V.) et alii, *The Technology of Computer Music*, Cambridge & Londres, The M.I.T. Press, 1ère éd. 1969.

MATHEWS (Max V.), PIERCE (John R.), Un nouvel instrument de musique : l'ordinateur, *Pour la Science*, n°114, avril 1987, pp. 82-93.

McADAMS (Stephen) & Deliège (Irène) [coll. sous la direction de], *La musique et les sciences cognitives*, Liège - Bruxelles, Pierre MARDAGA (ED.), coll. psychologie & sciences humaines, 1989, 656 p.

MOORE (F. Richard), *Elements of Computer Music*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall Inc., 1990, 560 p.

ORION SMITH III (Julius), tr.de l'angl. par HENRY (Jacqueline), Observations sur l'histoire de la synthèse numérique du son, *Les cahiers de l'IRCAM-Recherche et Musique*, n° 2, 1er trimestre 1993, pp. 83-95.

RISSET (Jean-Claude), Musique, recherche, théorie, espace, chaos, *InHarmoniques* n° 8/9, "Musique Recherche Théorie", 1991, 435 p., pp. 271-316.

RISSET (Jean-Claude), Composing sounds with computers, in : PAYNTER (J.), HOWELL (T.), ORTON (R.) SEYMOUR (P.) [eds], *Companion to Contemporary Musical Thought*, Vol. 1, London and New York, Routledge, 1992, pp. 583-621.

RISSET (Jean-Claude), La synthèse numérique a vingt-cinq ans : son impact sur l'acoustique musicale, in : *compte-rendu du 11e ICA (International Congress of Acoustics)*, 1983, pp. 65-74.

RISSET (Jean-Claude), Synthèse et matériau musical, *Les cahiers de l'IRCAM-Recherche et Musique*, n° 2, 1er trimestre 1993, pp. 43-65.

ROADS (Curtis), tr. de l'angl. par GRUNBERG (Serge), Des instruments pour un son organisé, *Les cahiers de l'IRCAM-Recherche et Musique*, n° 1, automne 1992, pp. 107-125.

ROADS (Curtis), tr. de l'angl. par HENRY (Jacqueline), Initiation à la synthèse par modèles physiques, *Les cahiers de l'IRCAM-Recherche et Musique*, n° 2, 1er trimestre 1993, pp. 145-172.

RONDELEUX (Luc), De la CAO à la CMAO : l'évolution historique d'un concept de modélisation musicale, *Deuxièmes journées d'informatique musicale JIM'95*, Laforia - IBP, Paris, 1995, pp. 5-13.

SMITH III (Julius Orion), Observations sur l'histoire de la synthèse numérique du son, *Les cahiers de l'IRCAM - Recherche et musique*, n°2, "la synthèse sonore", 1er trimestre 1993, pp. 83-95.

WESSEL (David), RISSET (Jean-Claude), Exploration du timbre par analyse et synthèse (1982), in : *Le timbre, métaphore pour la composition* (collectif sous la dir. de J.-B. Barrière), Paris, C. Bourgois-Ircam, coll. Musique/Passé/Présent, 1991, pp. 102-131.

NOTES

ⁱ C'est la thèse que nous avons défendue dans notre doctorat : RONDELEUX (Luc), *Influence des représentations numériques sur l'évolution du langage musical en France et aux Etats-unis - 1957-1982 : de la première synthèse au protocole MIDI, vingt-cinq années de bouleversements dans l'expérimentation musicale*, Thèse de Doctorat de musique et musicologie du XXème siècle, EHESS, 1995, 626 p.

ⁱⁱ LEVY (Pierre), *La machine univers*, Paris, La Découverte, coll. sciences et société, 1987, 240 p. 2de éd., Paris, Le Seuil, coll. Points sciences, 1992, 239 p.

ⁱⁱⁱ LALIBERTE (Martin), Informatique musicale : utopies et réalités, *Les cahiers de l'IRCAM - Recherche et musique*, n°4, "Utopies", 4ème trimestre 1993, pp. 163-172.

^{iv} DUFOURT (Hugues), Les difficultés d'une prise de conscience théorique (1981) in : *musique, pouvoir, écriture*, Paris, Christian Bourgois, coll. Musique/Passé/Présent, 1991, pp. 191-197.

^v Cf. l'article de référence de P. Boulez : BOULEZ (Pierre), Le système et l'idée, 1ère parution in : *InHarmoniques* n° 1, "Le temps des mutations", 1986, pp. 62-104. 2de parution in : *Jalons (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978- 1988). Textes réunis et présenté par J.J. Nattiez, préface posthume de Michel Foucault*, Paris, Christian Bourgois, Coll. Musique/Passé/Présent, 1989, 452 p., pp. 316-390.