

* Qu'est-ce que la métacognition dans la musique?

* Calcul parallèle et polyphonie

* Lambda-calcul et modèle fonctionnel: déploiement dans la musique

On partira d'exposés sur les ouvrages suivants :

- R.Lallement : "Logique, résolution, réduction" (Masson)
- J.L.Krivine : "Lambda-calcul: types et modèles" (Masson)
- L.Lambek & P.J.Scott : "Introduction to higher order categorial logic" (Cambridge University Press)
- H.P.Barendregt : "The lambda calculus" (North-Holland)

* L'incertain dans les calculs musicaux

* Pour une formalisation de la logique musicale

On examinera, en préambule, les logiques dialectiques de Dubarle, Rogowski et Lupsco.

* Les contraintes : pour sortir enfin des déductions bouléliennes?

* Qui est le compositeur? ou: le statut de l'informatique dans la création musicale.

On partira des travaux de Daniel Dennett, Hubert Dreyfus...

* Nombres surréels, timbres musicaux et spectres acoustiques

A partir des livres suivants :

- H.Gonshor : "An introduction to the theory of surreal numbers" (Cambridge University Press 1986)
- A.Badiou : "Le Nombre et les nombres" (Seuil 1990)

* Calcul, structuration ou formalisation?

* Y a-t-il un statut calculable des "nuances" musicales?

* Est-il possible de formaliser par induction l'évolution des styles musicaux?

VERTIGES INFORMATIQUES

Claudy MALHERBE

"Je me souviens de moi comme d'un ordinateur. Je me rappelle toutes ces années où je disais aux gens que je ne pense pas. Que je me contente d'observer ou de réagir suivant ma programmation. Et que jamais je n'ai une idée à moi. Ce moi d'autrefois pourrait rester éternellement sur cette colline, en faisant quelque chose ou rien, sans avoir de réaction. Le passage d'une minute, d'une heure ou d'une année ne changerait rien à un appareil programmé. Alors qu'est-ce que cet ennui que je commence à éprouver après 29 millièmes de seconde?..."

CALCULS

Délaisser des abaques pour un calculateur programmable, abandonner des instruments à dessin au profit d'une palette graphique, échanger du papier réglé, une gomme et un crayon contre une station de travail musical, ne se fait pas sans déstabiliser les acquis issus d'un long apprentissage¹. A chaque fois qu'un métier s'informatise, il ne s'agit pas d'un simple report d'activité d'un outil sur un autre, qu'il soit dédié à la routine, la recherche ou la création, le travail change, une autre expertise se crée. Il devient alors aisément de jouer avec des paramètres et de composer de multiples variantes d'une même configuration. Les résultats de ces manipulations peuvent être évalués, comparés puis choisis : on retrouve ici tout le bénéfice d'un travail expérimental simple à mettre en place. Plus abstrairement, si l'on sait que le traitement des grands nombres permet d'accéder à des espaces neufs et des conceptions renouvelées², le fonctionnement de l'ordinateur a montré qu'une grande quantité de chiffres manipulée par les mêmes opérations de base, activées de nombreuses fois ne produit pas immanquablement un résultat prévisible et

convenu. Ainsi, un exemple significatif de cette potentialité — révélée quasiment fortuitement à la manière d'un effet de bord — nous a été donné, il y a encore peu de temps, avec la part déterminante qu'a pris le calcul itératif dans la découverte du chaos au sein d'un système déterministe³. Calculer plus et plus vite ne se limite donc pas à un gain de productivité quantifiable puisque cela conduit aussi à un redéploiement des dispositifs de production et que le nombre, à l'aventure, peut même convoquer l'inattendu.

Aujourd'hui, une part importante de créateurs bâtit l'essentiel de son activité sur l'affectif en tentant de maîtriser sensations et affects pour mieux contrôler émotions et sentiments. En cette situation, dans laquelle la psychologie personnelle tient un grand rôle, la théorie et une conscience réfléchie ont peu de chance de pré-méditer et de conduire l'action puisqu'ici le principal guide est l'intuition. Celle-ci n'est pourtant pas l'apanage exclusif des cinéastes, peintres, poètes ou musiciens. Elle est tout aussi présente et nécessaire à l'intérieur d'un laboratoire de recherche que dans l'exercice des mathématiques. Mais, pour les scientifiques, l'explicite n'est pas une affaire personnelle, il est assujetti à un ensemble de règles et de procédures établies à l'aide d'un corpus d'outils mathématiques ou expérimentaux et il doit, pour un phénomène donné, participer à l'élaboration d'une conception unique reconnue par l'ensemble de la communauté qu'ils forment. Cette méthodologie les place, à l'inverse des artisans de l'affectif, au plus près de l'état d'esprit requis pour travailler avec efficacité sur un ordinateur. En effet, pour celui qui ne se satisfait pas des logiciels standards que propose le commerce mais désire programmer les outils précis qui lui sont nécessaires, la machine informatique impose son mode de fonctionnement. Le jeu formel auquel elle convie d'emblée son utilisateur requiert un esprit cartésien : énoncer clairement ; diviser chaque difficulté pour mieux la résoudre ; aller du simple au complexe ; généraliser. Si le scientifique demeure là en ses habitudes et sa manière de faire, l'artiste est au moins déconcerté et souvent même désemparé lorsqu'il lui faut réorganiser un espace de travail intuitif de manière structurelle et qu'il doit décomposer le cheminement de sa pensée en toute logique, pas à pas, élément par élément⁴. Pour certains le saut à faire est trop grand, la technologie informa-

problématique de l'informatique musicale, englobe d'autres disciplines utilisant activement cette technologie.

2 Avec le calcul probabiliste par exemple.

3 Cf. Gleick 1989.

4 Il n'est pas fortuit de trouver, à l'origine de la musique avec ordinateur, des compositeurs possédant une double formation, musicale et scientifique, pas plus qu'il n'y a de hasard dans le fait que leurs travaux aient été suffisamment formalisés avant cette étape. C'est cela qui a permis à quelques uns, dont Xenakis est un exemple, d'adapter leur mode d'écriture premier aux fonctionnements informatiques sans avoir à en reconsiderer l'intégralité de la technique.

5 Citons parmi quelques redéploiements récents (outre la synthèse sonore numérique qui constitue, comme l'électroacoustique en son temps, une nouvelle catégorie musicale) : le travail du timbre et le renouveau harmonique consécutifs à l'étude et à la manipulation du son avec un ordinateur tels ceux que propose la *musique spectrale* (Entretemps n° 8, 1989) ; l'exploration fine de techniques instrumentales et leur intégration fonctionnelle dans une écriture musicale (Assayag - Castellano - Malherbe 1984) ;

l'analyse formalisée qui permet la reconstitution d'une partition à l'aide d'un modèle formel et d'outils informatiques (Mesnage - Riotte 1989).

6 Ils ne l'ont pas toujours été puisque l'époque médiévale considérait les sciences, les arts et le religieux comme un ensemble cohérent.

tique comme son environnement sont refusés en bloc. Pour d'autres la nécessité d'un pas qualitatif à franchir n'est pas ressentie nettement, une faible part de la machine est alors utilisée pour de multiples petites opérations de calcul en complément d'un travail qui reste traditionnel ; les conséquences sur le résultat produit sont d'ordre quantitatif et se limitent alors essentiellement à un gain de productivité. Mais pour les plus téméraires, il se vérifie qu'un apprentissage commence : la pensée en se formalisant évolue ; la mise en œuvre tributaire d'une autre technique se transforme ; les productions changent⁵.

Parce que l'ordinateur, maintenant utilisé par les professions les plus diverses, est devenu une sorte d'interface commune à tous ceux qui travaillent, cherchent, créent, l'artiste qui a choisi de concevoir ses œuvres à l'aide de cet outil inscrit du même coup sa pratique dans celle de la communauté des utilisateurs de l'informatique. Si, en usant de cette nouvelle technologie qui modifie le champ de ses lois propres, l'activité artistique perd de sa spécificité et risque même un peu de son identité, ce contact la relance : elle s'insère dans un domaine plus vaste et pluridisciplinaire ; elle bénéficie de l'important partage de ressources consécutif au puissant essor technologique actuel, comme du développement des outils logiciels qui l'accompagne ; enfin, elle peut tisser des liens, au-delà des métaphores et des analogies, avec des champs de pensée et d'action jusque là séparés d'elle⁶.

TECHNOLOGIES

Développements

Avec la miniaturisation des éléments électroniques, on assiste à une accélération très sensible de la vitesse de traitement de l'information et à une augmentation importante des capacités en mémoire et stockage des ordinateurs. Ce progrès apparaissant, ces dernières années, quasi exponentiel et irrésistible semble aujourd'hui nettement freiné tant le développement des composants s'approche des limites imposées par les lois de la physique des particules (il faut au moins un électron par bit et les vitesses de transfert sont bornées par la vitesse de la lumière). Par ailleurs, la complexité croissante des proces-

seurs exigeant des temps de mise au point et de développement du logiciel de plus en plus long, les machines actuelles ne sont utilisées que pour une part infime de leur potentiel technique. Il semble donc, qu'à l'avenir, le paysage informatique évolue plus lentement d'un point de vue technologique et que les nouveautés essentielles, en dehors d'innovations périphériques, soient à attendre de nouveaux systèmes d'exploitations comme les architectures parallèles qui dévoient un même temps de calcul à un grand nombre de processeurs, de nouvelles approches comme les réseaux d'automates qui proposent une description semi-quantitative des systèmes complexes ou bien du développement d'applications autour de concepts apparus dans le sillage de l'informatique tel l'*hypertexte* de Nelson⁷.

La *partition virtuelle* (ou hyperpartition), à l'instar de l'hypertexte, permet un parcours non linéaire dans un texte musical grâce à des nœuds symbolisant ses éléments et des liens qui établissent leurs relations. L'utilisateur, qui a la possibilité de créer nœuds et liens correspondants au texte qu'il élabore à tout moment et sans limitations en nombre (sinon celle qu'imposent les mémoires des machines), manipule les attributs usuels de la musique : un graphisme avec ses conventions de notation, du son joué et écouté avec sa richesse et sa variété d'intonation, de timbre, de phrasé... Mais ici, le texte musical n'est pas le cimetière de signes qu'est la partition-papier en dehors de son interprétation, la structure du texte (hors temps) et sa réalisation (en temps) ne sont plus dissociées : l'écrit apparaissant sur l'écran et constitué des symboles musicaux ou le son qui lui correspond, est l'image visuelle et sonore instantanée d'une situation donnée, mais c'est aussi une porte d'entrée possible sur un monde virtuel riche de la famille de textes dont l'original est un cas particulier, et dont chacun renvoie aux précédents et communique avec les prochains. Ici, aucun parcours réglé ni point d'entrée privilégié ni aboutissement prévu ne s'impose ; l'utilisateur jouant de modes d'action visuel, tactile ou sonore, navigue dans une sphère interactive en perpétuel devenir dont chaque élément posséde un potentiel d'interconnexion inépuisable.

Apparue depuis peu, progressivement répandue grâce à des coûts toujours décroissants, la station informatique person-

7 "L'idée de l'hypertexte repose sur la constatation fondamentale que, bien qu'un texte se donne à lire linéairement, sa structure profonde n'en est pas moins un complexe réseau multidimensionnel de références croisées, telle cette note en bas de page qui pourrait renvoyer à un glossaire. L'innovation révolutionnaire induite par le traitement automatique de l'information tient à la capacité qui peut être donnée au lecteur de matérialiser ce réseau et les parcours qu'il induit à travers une métaphore informatique, lui donnant par là un accès et une prise nouvelle sur l'organisation de l'information." Assayag - Malherbe 1988, page 12.

8 "Pour concevoir un ensemble logiciel/matériel diversement configurable et extensible, qui résout pour le musicien un certain nombre de problèmes techniques bien circonscrits, et lui donne des possibilités ouvertes de manipulations sur le matériau musical, une approche moderne du problème doit se faire sur quatre plans :
- les formalismes, c'est à dire l'étude des mécanismes du langage musical à tous ses niveaux de représentation formalisables (par exemple : l'organisation du champ des hauteurs et des durées ou l'ensemble des deux).
- les transcodages, soit l'étude de tous les médias par lesquels se communique le discours musical (notation écrite, synthèse du son, etc.)
- les représentations informatiques internes de l'information musicale.
- les manipulations par lesquelles l'ordinateur utilisé comme un simulateur de dispositif matériel peut assister le processus de création." Assayag - Malherbe

nelle, d'un haut degré d'interactivité, associant une puissance de calcul, un interface intuitif, une capacité graphique très étendue et des périphériques de traitement sonores sophistiqués, permet d'envisager — après les éclatantes réussites observées dans des domaines comme le traitement de texte ou le graphisme — la réalisation d'une *station musicale informatisée*⁸ où travaillent le musicien, le pédagogue, l'élève presque selon leurs habitudes. Imaginons en effet un utilisateur qui ne manipule plus des équations ou un langage codifié pour parvenir à ses fins mais agisse, par l'intermédiaire d'un crayon, d'une souris ou de son doigt, sur des icônes ou des symboles figurant les objets réels et leurs relations. Dans cet univers de simulation graphique, la compétence de base requise de la part d'un débutant se limite à un minimum de coordination psychomotrice de sorte que l'expression "un jeu d'enfant" prend ici un sens non usurpé. Chaque geste, chaque regard, chaque son entendu participe à l'élaboration d'une pensée où perception et intuition sont essentielles. Contrairement à l'univers formel qu'impose le calcul, ici l'artiste retrouve son monde.

L'instrumental

Percevoir et penser sont les éléments d'un même processus cérébral. Il est difficile en effet d'imaginer une coupure entre prendre de l'information — percevoir — et traiter cette information — penser — tant les deux opérations sont interdépendantes et liées en un mécanisme circulaire qui les renvoie sans cesse l'une à l'autre⁹ ; percevoir c'est déjà penser car reconnaître un ensemble de stimuli c'est aussi en apprécier les caractéristiques structurelles. La vue et l'ouïe sont les deux média prédominants dans l'exercice de l'intelligence, les formes, les couleurs, les sons et les mouvements qui peuvent être organisés de façon très précise et très complexe dans l'espace et dans le temps (jusqu'à constituer des langages) sont, d'une certaine manière, déjà des concepts à l'état élémentaire. Dans cette hypothèse, tout contexte qui active et exalte un tel mode de fonctionnement multisensoriel conditionne la pensée et prédestine l'activité créatrice. Il n'est guère d'activités humaines qui se passent du medium instrumental. Le domaine musical en particulier, offre un exemplaire couplage de l'homme et de la machine : l'intelligence et la mémoire du sonore passent par le souffle, les

main sur l'instrument ; entendre ou composer l'orchestre revient à discerner et se soumettre aux catégorisations de ses familles de timbres ; imaginer le devenir musical, c'est choisir au sein de la matérialité instrumentale les possibilités restreintes qui font sens avec des combinaisons déjà assimilées. A ce titre, l'invention du clavier puis le développement de l'orchestre comme l'apparition de la lutherie électrifiée ne sont pas dissociables des évolutions musicales. Il en va de même lorsque les ordinateurs de la seconde génération, qui proposent des interfaces intuitifs où se manipulent icônes et symboles picturaux en place d'une algorithmique chiffrée, reconstituent l'univers du compositeur. En permettant la simulation de toute configuration instrumentale ou en donnant la possibilité de faire apparaître à l'écran n'importe qu'elle variante souhaitée de la partition, la machine instaure une nouvelle étape de la relation du musicien à l'instrument¹⁰.

Réel et virtuel

Entre les *bits* du processeur, le rudimentaire langage machine et l'interface évolué qui s'offre à l'utilisateur, il est possible d'imaginer tout un étagement de strates de calcul, d'algorithmes divers, de concepts variés. Cet amoncellement caché, invisible pour l'usager moyen, n'en conditionne pas moins la directivité et le produit de son travail¹¹. Elle le place, en quelque sorte, en haut d'une Tour de Babel formelle, dans un état d'équilibre qui reste instable tant que sa méthodologie n'est pas alignée sur celle de la machine (un peu de pratique suffit à savoir qu'une configuration particulière peut être simple à mettre en œuvre mais qu'une autre, pourtant proche, fait surgir lors de sa réalisation des difficultés quasi insurmontables). La situation n'est pourtant pas nouvelle : toute pensée et son action conséquente sont tributaires du langage et des outils intellectuels ou matériels qu'elles utilisent. L'ordinateur, au même titre que les découvertes précédentes, ne constitue pour l'activité humaine qu'un nouveau relais. Pourtant à mesure que cette technologie se sophistique et déploie autour de l'homme informatisé un environnement artificiel de plus en plus élaboré, il semble justifié de se demander comment la pensée et la créativité évoluent.

Après avoir accordé beaucoup de confiance à ses facultés perceptives, le genre humain s'est habitué progressivement à vivre et travailler avec des modes de représentations peu

1988, page 6.

9 Pour cette thèse, très soutenue dans les pays anglo-saxons, voir Arnheim 1976.

10 L'importance du visuel dans la musique occidentale, consacré par le rôle incontournable de la partition, s'exacerbe encore pendant la seconde moitié du XXe siècle où l'on assiste à une explosion de la notation qui devient, chez certains compositeurs, le lieu d'un enjeu particulier : un graphisme entièrement renouvelé afin de changer les conditions de l'interprétation et de l'écoute (Cage) ; une notation spécifique à chaque œuvre différente (Stockhausen) ; une complexité maximale de l'écrit surpassant le capacités d'exécution (Ferneyhough) ou, au contraire, un minimalisme qui désigne l'importance donnée au sonore (Grisey). Dans cette situation qui confère à l'image une position stratégique, une station informatique qui permet, en temps réel, de calculer et visualiser les étapes d'une composi-

tion en cours devient un outil de production sans égal.

11 Sur l'effet caché produit par l'utilisation de concepts mathématiques dans l'architecture de l'informatique et plus précisément sur le rôle du *lambda calcul*, voir l'article de F. Nicolas dans ce même numéro.

12 Dans le sens que lui donne Popper.

13 Le peu de prise qu'offre ce schéma au contrôle d'une pensée rationnelle explique, pour une part, la facilité avec laquelle toutes les époques cèdent aux opportunités artistiques aux dépens de productions plus radicales.

14 L'environnement informatique actuel propose un petit aperçu du concept de *réalité virtuelle* dont la technologie informatique élabore déjà les premiers prototypes : la tête recouverte d'un casque, la vision stéréoscopique assurée par deux écrans à cristaux liquides, le son par des haut-parleurs, les mains dans des gants et revêtus d'un costume

conformes à la réalité que nous révèlent nos cinq sens. Bien que notre perception des objets soit souvent différente de la description qu'en offre l'abstraction mathématique, depuis Galilée le réel se propose à travers le filtre de ses équations. Cette construction ne propose plus la stabilité d'autan, elle bouge, évolue, se transforme et nous voyons, entendons, ressentons par le biais des contextes multiples qu'elle projette. Pourtant, à cause de sa réussite conceptuelle et technologique, nous l'acceptons comme la réalité en justifiant ses fluctuations par le travail de la modernité et ses conséquences. Mais faut-il s'abîmer au sein des virtualités informatiques avec la même confiance ou bien en craindre des effets pervers?

Les théories scientifiques ont une propriété qui les place à part : elles sont réfutables¹². Une théorie fausse ou un concept erronné sont sans marge de manœuvre, ils sont contestés et balayés généralement dès leur apparition avant d'avoir même troublé les esprits. Grâce à cette qualité la science s'est pourvue d'une éthique irréductible. A l'inverse, les produits de la création artistique ne se contestent pas les uns les autres : où est la force du contre-exemple dans la musique ou la peinture ? L'art trace son chemin à mesure, le lieu de sa problématique est celui de sa mise en œuvre. A terme les œuvres rencontrent le champ du social, les plus aptes à toucher l'inconscient collectif s'imposent les autres sont oubliées. Si l'analytique ou le théorique sont convoqués, leurs discours arrivent a posteriori, les explications ou les justifications ne sont ni obligatoires ni nécessaires pour en confirmer la validité culturelle¹³.

Fonctionnant dans ce cadre ouvert et informel, hors du contrôle d'une communauté de pensée, peu ancré dans le social sinon par le lien tenu qui procède de l'inscription fragile de l'artiste dans la société, le créateur se retrouve solitaire et vulnérable au seuil d'un monde de virtualités fonctionnel et sur-organisé¹⁴. Avec l'explosion combinatoire et la démesure quantitative, il connaît l'ivresse que procure la sensation d'une maîtrise de l'innombrable ; dans ce réseau multi relationnel, la connaissance lui semble immédiatement saisissable et probablement déjà acquise ; la sensation de cette puissance lui donne à croire que chacune de ses pensées et chacun de ses gestes sont démultipliés. Néanmoins l'information mise en jeu est si dense et multiple qu'il ne peut pas la

communiquer avant d'avoir discriminé une solution qui soit lisible par d'autres ; ses cheminements au sein de parcours non linéaires, aux références multiples, aux bifurcations nombreuses le murent peu à peu dans le labyrinthe d'une quasi-infinité de solutions semblables où se perd le sens de ce qu'il cherche, s'affaiblit la portée de ce qu'il trouve ; l'effet de virtualité qui tend à fondre dans le même temps et en un même lieu la pensée et l'action, le place dans une situation opératoire tellement changée que la confusion entre les phases de conceptualisation, d'écriture et d'actualisation peut le conduire à l'impuissance. Que de choses à craindre en voyant cet environnement machinique modeler l'être humain, lui imposer ses schémas, l'assujettir à ses fonctionnements jusqu'à altérer son intégrité psychologique et atteindre son inconscient...

Pourtant, nulle concurrence objective n'a lieu entre l'homme et la machine, ce sont surtout les différences et les complémentarités qui s'affirment. L'intelligence humaine, peu à l'aise dans l'exercice du calcul d'objets identiques, est à l'affût de la différence : chaque élément incongru lui est motif pour infléchir ou réviser son interprétation ; elle énumère peu mais use directement de la topologie dans la reconnaissance des formes. A l'inverse l'ordinateur, conçu pour manipuler des nombres, construit par le bas en classant inlassablement le semblable et, à l'issue du parcours, n'appréhende plus le monde physique de la même manière : le cube est pour lui une forme simple alors que la sphère lui semble complexe. Rien d'essentiel n'apparaît par conséquent en ce déploiement d'intelligence artificielle : bien sûr, pas de conscience mais aussi une difficulté patente à discerner spontanément des modèles et des formes ainsi qu'une incapacité à percevoir, au mieux l'ordinateur voit. Mais en plus, l'intelligence humaine a encore pour elle le net avantage de la surprise, de l'artifice, du jeu, du plaisir¹⁵. L'artiste, comme tout utilisateur, a donc les moyens de résister à ces vertiges informatiques. Qu'il en maîtrise le potentiel et il peut reformuler effectivement les conditions actuelles de son appréhension du réel, en imaginer de nouvelles configurations, en inventer d'autres virtualités.

équipés de capteurs, un expérimentateur évolue dans un monde totalement fictif, construit en temps réel par un ordinateur qui réagit à ses moindres mouvements. La réalité n'est plus qu'un programme à l'intérieur d'une machine.

15 "Une des propriétés remarquable de la mémoire humaine est de pouvoir faire surgir les souvenirs utiles au bon moment, et l'homme a le droit dans la vie réelle, quand il traite un problème, d'en modifier l'énoncé." Ninio 1991, page 267.

BIFURCATIONS

Hier et maintenant

Encore sous l'effet du splendide isolement d'un système musical circonscrit pendant plusieurs siècles à ses propres fonctionnements, soumis ensuite à l'épuisement des voies de remplacement puis au morcellement et à l'éparpillement consécutif aux divisions et à la multiplication des itinéraires personnels, le compositeur de musique éprouve depuis plusieurs décennies les conséquences de la remise en cause des principes de la musique tonale : implosion de l'auditoire, marginalisation des créateurs, quasi inexistence d'un appareil critique et raréfaction des moyens de production et de diffusion. Privé d'un langage musical élaboré et reconnu, il s'épuise dans la reconstruction de ses outils de création et, comme à l'aube de la musique, ne propose le plus souvent à l'auditeur que des opérations musicales élémentaires peu aptes à rivaliser avec celles du passé. A l'inverse, les entités constituées de la musique tonale — cadences, modulations, plans harmoniques, formes, etc. — permettent une économie drastique du travail compositionnel : le sujet d'une fugue ou les thèmes d'une sonate, une fois définis, pré-déterminent et fondent l'œuvre entière en conséquence. C'est donc à un moment particulièrement fragile de son histoire que la création musicale se trouve directement confrontée à une technologie informatique aussi novatrice que ses potentialités sont fortes.

16 Inauguré en littérature par les écrivains du *nouveau roman* avec la technique des variantes. Une méthode musicale similaire permettant d'élaborer des familles de polyrythmies complexes par un jeu de variables (cf. Amiot, Assayag... 1986) est à l'œuvre dans ma pièce *Color*.

Pourtant, à suivre le fil de l'évolution de la musique, la rencontre n'apparaît pas complètement accidentelle. Par exemple, la problématique du timbre qui d'intuitions en expérimentations tâtonnantes devient progressivement un des centres de la composition musicale moderne, aboutit formellement avec les techniques d'exploration et de synthèse d'un matériau sonore — domaine dans lequel l'ordinateur excelle ; ou bien, les formes ouvertes et les partitions aléatoires d'hier (dont les idées et les procédés continuent à œuvrer de manière plus discrète en bien des musiques récentes), consacrant la préoccupation contemporaine de ne plus seulement retenir et valoriser une idée au moyen d'une réalisation unique mais d'en considérer et d'en représenter le potentiel, évoquent un programme et son jeu de variables, convoquent l'idée informaticienne de *partition virtuelle*¹⁶. Avec l'ordina-

teur l'intuition créatrice peut à nouveau s'exercer sur des complexes très élaborés grâce à la possibilité de préfabriquer des éléments puis des ensembles cohérents, le calcul prenant en charge l'exercice répété de la manipulation élémentaire¹⁷. Le champ d'investigation sonore est renouvelé et considérablement élargi par l'utilisation de techniques numériques comme l'analyse spectrale qui révèle l'intérieur du son et permet au compositeur d'en découvrir les caractéristiques — éléments, textures, liaisons dynamiques... et de les intégrer à la mise en œuvre de la partition¹⁸. Pour la première fois une partition instrumentale peut être déduite des propriétés d'un matériau physique, des procédés jusque-là réservés à l'activité scientifique sont utilisés par des musiciens, deux problématiques alors distinctes se recouvrent partiellement.

La science au XXe siècle change aussi. Elle remet en cause l'hégémonie exclusive du quantitatif sur le raisonnement en incorporant la qualité dans son champ de pensée et, ce faisant, se rapproche sensiblement du domaine artistique. De leur côté, les musiciens, sensibles aux attraits de cette ouverture, s'exercent à matérialiser au sein de leur œuvres une adéquation progressivement affinée entre une science et une technologie nouvelles avec une esthétique marquée par l'histoire : tout d'abord et de manière très expérimentale, en abandonnant toute tradition musicale au profit d'une production automatisée laissée à l'appréciation de son auditeur ; puis de façon plus précise, en mettant en place une formalisation et une algorithmique générant une organisation possible du sonore ; ensuite par le biais d'une connaissance approfondie des phénomènes et des mécanismes acoustiques, en reconstruisant le son et ses configurations les plus significatives à l'aide de la synthèse numérique ; enfin en réunifiant les expertises du passé et celles du jour pour concevoir une station informatique interactive adaptée à la composition musicale¹⁹.

Mais cette nouvelle façon de penser et de travailler le sonore n'est tout au plus qu'une reconstitution métaphorique de la démarche scientifique, même chez les créateurs les plus sensibles à ses propriétés. Au sein de cet appariement où les forces en présence ne se neutralisent qu'au coup par coup, l'artiste doit adopter une attitude mobile et dialectique. Entrer dans le courant porteur de la science et de la technologie afin de profiter d'une dynamique, mais dans un même temps en

17 Par exemple le calcul d'un graphe, mettant en relation des objets sonores complexes, qui détermine le parcours harmonique de mon quintette *nonsun* (cf. Assayag, Castellengo, Malherbe 1984).

18 Cf. le n°8 d'*Entre-temps* consacré aux compositeurs spectraux Grisey et Murail.

19 Il est permis de reconnaître en ce petit raccourci historique les démarches successives de compositeurs français pionniers de l'informatique musicale tels que : Barbaud, Xenakis, Risset et Murail.

20 En sus du noyau occulte gérant le calcul et les fonctionnements que l'ordinateur impose, la virtualité informatique qui réunit dans un seul instant et un même lieu la pensée et l'action jusqu'alors séparés par les moments différenciés de l'écriture et de l'interprétation, déstabilise complètement le travail musical traditionnel. La musique élaborée sur une station informatique qui s'entend et se fait à mesure qu'elle se pense ne peut pas être la même que celle qui se conçoit dans le silence de l'écoute interne — cette audition distanciée non affectée par l'effet mécanique du son sur le corps. La pensée musicale affinée loin du bruit, transmutée par le travail de l'écrit qui révèle plus tard sa matérialité au moment bref du concert est là complètement mise à mal si l'on n'y prend garde (concernant le rôle décisif de l'écriture dans la pensée musicale voir Nicolas 1991).

21 Varèse proposant un retour au son, grâce à

déconstruire les objets et les concepts pour déjouer le piège que l'environnement technologique tend à son utilisateur : celui d'une symbiose imposée par la machine en laquelle l'homme devient l'extension d'un outil qui le manipule au lieu de le servir²⁰. La défaillance de l'art, dans les domaines où la science et la technologie règnent, n'annihile pourtant pas le créateur mais lui donne au contraire le prétexte d'une inflexion et d'un retournement. L'imprévisibilité, la faiblesse théorique ou les carences formelles, loin de l'affaiblir, le préparent et renforcent son identité. En cette situation, l'imaginaire artistique montre une fois de plus sa faculté de s'approprier des procédés qui lui sont exogènes et de les vider de leur contenu (par exemple en abolissant la rigueur structurelle ou la causalité) pour ensuite les détourner vers d'autres destinations qui lui sont propres²¹. Face à la montée en puissance du complexe technologico-scientifique et à son omniprésence chaque jour plus forte, l'art que ce contact renouvelé, constitue un refuge ultime de la perte, du trouble ou de l'informel. Dans ce contexte, les pensées artistique et scientifique forment deux pôles essentiels de l'activité humaine ; elles s'opposent mais ne s'excluent pas. A cause de la technologie elles ne s'ignorent plus.

Se faire entendre

Comme en son temps le magnétophone a produit une nouvelle esthétique musicale, en permettant l'abandon de la causalité instrumentale et la mise en place des techniques électroacoustiques, l'ordinateur incite à des choix radicaux. Bien des compositeurs conscients de ce que l'environnement informatique suppose comme déstabilisation de leur savoir faire refusent l'aventure technologique pour ne pas y risquer leur identité. Une nouvelle bifurcation au sein du monde musical apparaît donc aujourd'hui avec au point de séparation : l'ordinateur. Cette division entre ceux qui acceptent ou refusent leur intégration dans cette modernité reconstituant l'opposition souvent recommandée entre progressistes et conservateurs.

Chacun cependant voulant casser la situation d'incommunicabilité dans laquelle l'évolution de la musique a finalement échoué après l'abandon tonal, une alternative s'impose aux deux courants : la *reconstitution* fragmentaire et conjoncturelle d'un vocabulaire et d'un langage appartenant au passé

(cette école est souvent désignée par les préfixes *neo* et *post*) ou bien, chez les tenants de l'irréversibilité de l'histoire, la *constitution* progressive et cohérente d'un vocabulaire neuf et d'un autre langage. Cette divergence prend tout son sens au moment du refus ou du recours à la technologie (dans la mesure où une utilisation non conséquente de ses fonctionnalités n'en neutralise pas le potentiel novateur). En effet, si les deux mouvements s'opposent finalement en des esthétiques antagonistes, bien des parallélismes et des recouvrements réciproques les rapprochent²². L'un et l'autre sont issus d'une même critique des conceptions sérielles (seule école véritablement constituée autour d'un corpus suffisamment structuré et théorisé pour fonder une alternative crédible à la tradition tonale) ; ou bien : le révisionnisme de la musique *post-moderne* n'est pas sans créer des assortiments neufs alors qu'inversement la musique *spectrale* dans ses avancées s'approprie nombre de matériaux et de concepts anciens qui sont des éléments essentiels dans sa reconquête d'un public ; enfin l'un comme l'autre cherche de manière légitime son auditeur, avec un même désir : se faire entendre.

Pour autant, cette double réponse ne convoque pas des enjeux similaires. Les tenants des gloires du passé qui veulent réinstaller l'auditeur dans le confort des assemblages connus — allant ainsi dans le sens d'une catégorie importante du public qui ne veut entendre que ce qu'il connaît déjà — ont pour seule obligation de réinvestir les techniques musicales traditionnelles. Chez les modernes par contre, dont le souci est de lier leur projet aux derniers acquis de la connaissance en se référant à des données actualisées par la recherche (par exemple celles sur la perception ou la reconnaissance des formes), la nécessité de suivre au plus près les évolutions de la technologie s'impose tant cet outil pluridisciplinaire leur permet d'accéder à différents secteurs de la pensée puis d'en soustraire ensuite quelques mécanismes ou éléments pour enfin les adapter et les mettre en œuvre dans le contexte musical. En ces temps de déconstruction musicale où le seul véritable consensus tient dans le fait qu'une alternative au système tonal soit encore à venir²³, la puissance novatrice de la technologie informatique, dont la percée apparaît toujours plus inéluctable, creuse un écart chaque jour grandissant entre ceux qui l'utilisent et les autres.

des techniques aussi improbables que mystérieuses se référant autant à la cristallographie qu'à l'alchimie, ne fait que perpétuer le courant utopiste en vogue au XIXe siècle. Bien que plus clairs, les compositeurs spectraux qui agrandissent démesurément un minuscule événement sonore de quelques millisecondes pour le révéler en de longues minutes de musique, détournent de la même façon une procédure scientifique pour en donner une interprétation dont la seule signification devient artistique.

22 A tel point que la démarcation n'est pas toujours évidente entre les deux voies, à l'instar de la démarche des répétitifs américains que les deux camps revendiquent, ou bien de la musique *neo* ou *postsérielle* qui suivant les cas se place d'un côté ou de l'autre — en conservant la tradition de Darmstadt ou en se voulant le fer de lance d'un redéploiement de la technique sérielle.

23 Ce qui ne signifie pas que la musique pro-

duite au cours de la seconde moitié du siècle soit sans intérêt. Au contraire, le temps passant elle apparaît extrêmement vivante et inventive et constitue, à mesure des tris qui s'opèrent, le répertoire caractéristique d'une époque dont la cohérence — principalement dans ce qui l'oppose au système tonal — étonne.

Le XXe siècle a été le lieu de beaucoup de fins de règne et de multiples commencements. L'ordinateur inaugure un de ces départs. Son influence à terme est peu mesurable tant les derniers développements des sciences et de la technologie, qu'il engage, sont révolutionnaires et placent nos sociétés sur des trajectoires aussi imprévisibles que leurs aboutissements demeurent improbables. L'artiste, le musicien avec le désir de créer comme seule force de certitude, est encore plus que d'autres à l'aventure. Il sait peu sinon qu'un *chemin au sentier qui bifurque* est à prendre.

... Mais, monsieur, je me suis toujours imaginé le paradis comme un lieu surpeuplé. Où sont les gens?

- Disons les choses simplement, répond la voix désincarnée. Ton idée du paradis était un avenir sans êtres humains... Tu es dans un paradis réservé aux seuls ordinateurs. Et comme il n'y a qu'un ordinateur — toi — tu es là. Pour toujours..."

A.E. Van Vogt : La machine ultime.

RÉFÉRENCES

- AMIOT E., ASSAYAG G., MALHERBE C. et RIOTTE A., *Duration structure generation and recognition in musical writing*. International Computer Music Conference; La Haye 1986.
- ASSAYAG G., CASTELLENGO M. et MALHERBE C., *Nouvelles Techniques Instrumentales: Composition et formalisation*. Rapport d'activité IRCAM n° 38; décembre 1984.
- ASSAYAG Gérard, MALHERBE Claudy, *Une station de travail musical*. Document de projet CRIME; inédit Paris 1988.
- ARNHEIM Rudolf, *La pensée visuelle*. Nouvelle bibliothèque scientifique, éditions Flammarion; Paris 1976.
- ATLAN Henri, *Entre le cristal et la fumée, (essai sur l'organisation du vivant)*. Editions du Seuil, collection Points; Paris 1979.
- BAUDRILLARD Jean, *Le xerox et l'infini* in *Machines virtuelles*, Traverses 44-45 revue du CCI. Editions du Centre Georges Pompidou, Paris 1987.
- CHANGEUX Jean-Pierre, *L'homme neuronal*. Editions Fayard, collection Pluriel; Paris 1983.
- DELIEGE Célestin, *Variables historiques du concept de recherche musicale* in Quoi, quand, comment la recherche musicale, éditions Christian Bourgois - IRCAM; Paris 1985.
- DESCARTES René, *Le discours de la méthode*. Editions Garnier-Flammarion; Paris 1966.
- DUCHEZ Marie-Elisabeth, *Essai d'approche épistémologique des critères élémentaires de la recherche musicale* in Quoi, quand, comment la recherche musicale, éditions Christian Bourgois - IRCAM; Paris 1985.
- GLEICK James, *La théorie du chaos (vers une nouvelle science)*. Editions Albin Michel; Paris 1989.
- MALHERBE Claudy, *La musique d'aujourd'hui est-elle contemporaine?* in *Le temps des mutations*, revue InHarmoniques n°1. Editions du Centre Pompidou - Christian Bourgois; Paris 1986.
- MALHERBE Claudy, *L'enjeu spectral*. Dossier Grisey - Murail; revue Entretemps n°8 Paris 1989.

- MESNAGE Marcel, RIOTTE André, *Webern - Les variations pour piano op. 27*, in *Analyse Musicale* n°14 ; Paris 1989.
- SOUCHIER E. & POMIAN J. , *Les machines écrivantes ou l'écriture virtuelle*. in *Machines virtuelles*, Traverses 44-45 revue du CCI. Ed. du Centre Georges Pompidou, Paris 1987.
- MONOD Jacques, *Le hasard et la nécessité, (essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne)*. Editions du Seuil, collection Points; Paris 1970.
- NICOLAS François, *Huit thèses sur l'écriture musicale*, in *Notation et analyse*. *Analyse Musicale* n°24 ; Paris 1991.
- NINIO Jacques, *L'empreinte des sens*. Collection Points, éditions Odile Jacob; Paris 1991.
- RIOTTE André, *Formalisation de structures musicales*. Université de Paris VIII, Paris 1979.
- THOM René, *Le rationnel et l'imaginaire* in *Machines virtuelles*, Traverses 44-45 revue du CCI. Editions du Centre Georges Pompidou, Paris 1987.
- VAN VOGT A.E., *La machine ultime*. Editions J'ai lu, science-fiction; Paris 1983.
- WEISBUCH Gérard, *Dynamique des systèmes complexes, une introduction aux réseaux d'automates*. Savoirs actuels, InterEditions/Editions du CNRS; Paris 1989.
- XENAKIS Iannis, *Musiques formelles*. La revue musicale. Editions Richard Masse; Paris 1963..