

Apollon et les seize millions de couleurs

la musique et les nouvelles technologies

Denis Lorrain

SONVS, CNSM de Lyon, 3 Quai Chauveau, C.P. 120,
69266 Lyon Cedex 09, FRANCE – dlo@ubaye.cnsm-lyon.fr

Il nous faut aller à la
racine, et non pas
rechercher les feuilles.

La préhistoire des technologies électroniques et informatiques en musique remonte à quelques précurseurs visionnaires : depuis la *Nouvelle Atlantide* de Francis Bacon, en 1620, jusqu'à Edgar Varèse vers le milieu des années 1930. En outre, tout notre univers technologique présent et à venir n'existerait pas sans la base concrète des techniques d'enregistrement et de reproduction sonores, d'abord mécaniques, puis électroacoustiques : depuis le phonographe de Charles Cros et Thomas Edison, en 1877, contemporain des premiers balbutiements de l'électronique, en passant par les tubes à vide des débuts du siècle, jusqu'aux semi-conducteurs en 1948, etc. Dans la suite de ce vaste mouvement, la protohistoire des applications proprement informatiques à la musique – les plus modernes et promises à un avenir immense – remonte à la fin des années '50.

Il n'est pas possible de retracer ici l'histoire de cette évolution, riche, complexe, éminemment pluridisciplinaire. On renvoie le lecteur à deux sources récentes d'information. Pour

ce qui concerne principalement les aspects techniques informatiques, le numéro de vingtième anniversaire du *Computer Music Journal* constitue un excellent point de départ, entre autres l'article de Moore (1996) – bien que presque exclusivement restreint aux USA ! D'autre part, un article de François Delalande (1996) trace un panorama très élevé de l'utilisation créatrice des technologies, plus ou moins détournées, par les compositeurs et chercheurs en musique contemporaine électroacoustique. En revanche, ce dernier article est concentré sur l'Europe.

On doit cependant dégager ici de grandes tendances des quarante dernières années d'informatique appliquée à la musique, pendant lesquelles cet art a souvent été à l'avant-garde technologique. Bien qu'il ne s'agisse en effet que d'un domaine d'application, sans influence scientifique ou théorique notable, la musique a posé à l'informatique, depuis les années '60, des problèmes très critiques quant à la masse des données, à la vitesse de traitement qui en était nécessaire, à la variété des interfaces, à la gestion en temps-réel, etc. : "la musique a été l'une des forces qui ont modelé l'informatique" (Negroponte 1995 : 272). Cette perspective, certainement mal connue, mérite d'être mise en valeur.

[...]

La contribution essentielle des années récentes et actuelles semble se situer au niveau des *environnements*. D'une part, sans que rien de fondamentalement nouveau n'apparaisse, on a vu se développer des environnements très puissants, et

d'ergonomie acceptable, pour la recherche et la production musicales, grâce aux techniques de multi-fenêtrage, d'interactivité graphique, etc. On assiste, d'autre part, à une prolifération très impressionnante d'outils d'environnements *virtuels*, rendus possibles par les spatialiseurs sonores, les traitements et synthèses d'images, l'interactivité à distance, les interfaces variées, etc. : le *multi-media*, selon la terminologie consacrée, et dans l'acception entière de cette expression. Comme toujours, les progrès techniques se font essentiellement en gains de mémoire et de vitesse de calcul. Mais le génie logiciel apporte aussi une contribution essentielle au stade actuel de l'évolution, par l'utilisation extensive de la "programmation orientée objets" – qui relève aussi, d'une certaine manière, de la notion d'environnement. L'on en est cependant, pour l'instant, à des empilements énormes de strates logicielles superposées, qu'il faudra bien arriver à organiser plus efficacement dans l'avenir.

Si l'on se permet maintenant une prospective facile, il est certain que les années à venir apporteront essentiellement un développement des *télécommunications* et des réseaux d'information, ainsi qu'une remise en cause de la notion même d'oeuvre musicale, comme on le verra ci-dessous. Mais, pour en rester au fil historique que nous tentons de suivre dans les grandes étapes de l'évolution technique, il est probable que l'on verra un retour de la *synthèse*, mais cette fois à partir de *modèles physiques*.

[...]

On retrouve ce même pragmatisme dans l'évolution de l'utilisation de la programmation en composition musicale contemporaine. Les origines de cette démarche, antérieures aux premières recherches sur le son lui-même, étaient déjà empreintes d'un simple réalisme objectif, assez naïf en vérité : la musique est une construction intellectuelle humaine, et "[...] il se trouve que les ordinateurs peuvent rendre certains services" (Xenakis 1963 : 165) en tant qu'outils de prolongement mental. Mais cette attitude classique, qui reste bien en deçà des possibilités futures que l'on entrevoit aujourd'hui, était aussi très idéaliste en ses débuts. Aussi bien Lejaren Hiller (Moore 1996 : 27-28) que Xenakis (1963) tentent plus ou moins explicitement de formaliser totalement la composition musicale. Cet espoir assez radical, à la fois opposé et affilié à l'appareil technique complexe du sérialisme intégral pratiqué à l'époque, mais partagé par de nombreux compositeurs engagés dans cette démarche à la suite des précurseurs, s'est assez rapidement émoussé sur la difficulté énorme du défi (Lorrain 1981). On en est arrivé graduellement, dès les années '80, par exemple à l'occasion de l'approche globale et simultanée de l'ensemble des problèmes musicaux tentée par l'IRCAM, à une attitude relativement modeste de "composition assistée par ordinateur" (CAO), d'environnements plus vastes, où la formalisation rigoureuse cesse de jouer un rôle prépondérant, et intervient de manière ponctuelle dans un contexte plus vaste et plus souple. Cette approche, plus détournée, aboutit cependant,

appuyée sur son pragmatisme initial, à une remise en cause intégrale de l'oeuvre musicale elle-même – ce que n'envisageaient absolument pas les formalisations les plus draconiennes des débuts. Sur un plan plus général, Laurie Spiegel (1996) décrit cette évolution de manière semblable, faisant passer successivement les jugements portés globalement sur les innovations informatiques en musique par une première réaction de diabolisation, suivie d'un excès d'enthousiasme, aboutissant enfin à une intégration équilibrée dans les environnements plus vastes du multi-media.

[...]

On voit apparaître ici une nouveauté capitale, qui est la modification radicale du rôle de la restitution sonore chez l'auditeur. D'un point de vue technique ou artistique, la diffusion multi-media et/ou par réseau d'enregistrements sonores ne présente aucun caractère novateur : les seuls problèmes ne sont que techniques, et consistent à atteindre une qualité optimale, une vitesse suffisante – sans doute beaucoup supérieure au temps-réel, car s'il fallait le temps d'écouter un CD pour l'acheter, on n'en vendrait sans doute pas beaucoup... – et des moyens efficaces de protection des droits légaux. Cela se fera en quelque sorte naturellement avec les progrès matériels, et il ne s'agit que de continuer la TSF et le gramophone 78 tours avec des moyens graduellement renouvelés au fil du temps. Mais, comme on l'a souligné ci-dessus, à propos de l'importance des données *musicales* de type MIDI, et non seulement *sonores*, il faut comprendre l'importance

primordiale de techniques permettant à la personne située en bout de chaîne de transmission d'intervenir profondément sur le résultat sonore, voire même "à l'intérieur" de celui-ci.

[...]

La Grande Voie est invisible : nous ne pouvons la voir, car elle se trouve dans notre regard.

Il est certain que les nouvelles technologies sonores et de communication provoquent une remise en cause des métiers traditionnels de la musique, de l'édition et de la distribution (Fortier 1997 : 9), mais il est en outre probable que, au niveau le plus essentiel, la diffusion et la répartition dans le public des possibilités de (re)création musicale que l'on vient d'esquisser, conduisent à une remise en question profonde de la musique et de l'art lui-même, des notions d'oeuvre, de création et de production, des rôles respectifs de l'artiste, du compositeur, de l'interprète et de l'auditeur/spectateur.

On peut transposer à la composition musicale le type de création qui est possible en multi-media, et potentiellement contenu dans les notions d'hyper-texte et d'hyper-media, basé sur des réseaux complexes d'informations diversifiées, plus ou moins pré-organisés par l'auteur ou l'éditeur, et destinés à être animés, complétés, réalisés, produits par le lecteur/spectateur lui-même. On arriverait alors à une sorte de *design sonore*, ne proposant pas d'oeuvre à surface finie, c'est-à-dire uniquement du son à écouter, mais des *données*

musicales, ou musicalisables, disposées en structures plus ou moins prédéterminées, et présentant des virtualités permettant à l'auditeur d'auto-produire, ou d'auto-interpréter sa propre réalisation.

La tradition occidentale, modelée par la Renaissance, considère l'artiste comme un démiurge inspiré, sorte de médium intervenant entre un monde idéal et notre monde matériel. A cette base culturelle, s'ajoutent les notions romantiques d'expressivité et de sacralisation de l'individu en tant qu'artiste (Beaucamp 1987 : 11). Mais il est évident que, dans le nouveau contexte du design sonore et des oeuvres virtuelles, la notion de création, ainsi que le rôle de l'artiste créateur, se trouvent considérablement modifiés. On peut en arriver à un type de relation plus générale, plus élevée, entre l'oeuvre et son environnement, entre l'art et la science, la vie et l'univers (Lorrain 1997), dans laquelle le rôle social de la création se trouverait intégré de manière plus intime, plus diffuse, ouvert sur la collaboration d'équipes pluridisciplinaires, et étendu jusqu'au terme de la chaîne de production, jusqu'à la "consommation".

Le rôle du compositeur de musique peut, en réalité, dériver dans deux directions opposées. D'une part, la complexité et la lourdeur des infrastructures et des moyens techniques mis en oeuvre peuvent le rapprocher de celui de chercheurs scientifiques ou industriels, travaillant en équipes pluridisciplinaires, et salariés d'institutions auxquelles ils ont cédé les droits d'exploitation de leurs inventions (Attali

1977 : 257, 292). Mais paradoxalement, la diffusion de ressources technologiques puissantes, d'informations et de données abondantes de plus en plus accessibles, dissout en même temps la composition elle-même dans la consommation (re)créatrice de la musique.

La notion même d'oeuvre d'art est déjà fortement remise en question depuis les années '60. Très courante en musique dès cette époque, et théorisée par Umberto Eco (1965), la notion d'oeuvre *ouverte*, virtuelle donc, a été parfaitement cernée par Nicolas Schöffer en ce qui concerne les arts plastiques, dès la fin des années '40 : "le passage des 'formes fermées' aux 'formes ouvertes' constitue le grand événement de l'histoire de l'art moderne" (Schöffer 1970 : 116, texte de 1961). On assiste à un déplacement, à un décalage. L'oeuvre achevée disparaît au profit d'une initiative conceptuelle plus abstraite et complexe : "l'artiste ne crée plus une oeuvre [...], il crée la création [...] Son action, qui était concentrée sur la genèse et la finition de l'oeuvre, passe désormais sur l'acte de création. [On assiste au] dépassement du stade de l'objet 'fini' pour [en arriver] au stade [...] d'une succession d' 'événements' qui constituent une création permanente" (*ibid.* : 45-46, 124-125, 61, textes de 1963).

[...]

On peut déplorer cette abstraction de l'acte créateur, coupé de la réalité physique, du contact avec la matière sonore. En contrepartie, cependant, la notion d'interprétation, peut-être aussi centrale, en musique, que celle de composition,

se trouve, elle, amplifiée et multipliée. Plus abstraite sera la création, plus vaste sera le champ de l'interprétation, de la réalisation. Qu'il s'agisse de l'auto-interprétation de données utilisées par le consommateur lui-même à domicile, ou, plus traditionnellement, du rôle des interprètes professionnels en concert, l'interprétation se répartit de manière plus diffuse entre l'initiative créatrice et le stade ultime de la réalisation physique, et devient de plus en plus importante, plus essentielle à l'existence même de l'oeuvre.

Il existe déjà, dans le contexte technologique actuel, un nouveau type de compositeurs/interprètes électroacoustiques, à la fois musiciens, informaticiens, ingénieurs du son, spécialistes d'un répertoire en expansion. Leur intervention peut aller de l'improvisation, de la composition musicale algorithmique en direct, jusqu'aux techniques sophistiquées de diffusion sonore spatialisée (Pennycook 1997). Des recherches plus poussées envisagent une extension de l'interprétation, même au-delà des possibilités de contrôle conscient de l'interprète. Celui-ci devient "programmeur musical en concert", et ses possibilités d'action, qu'elles soient intentionnelles ou que la technologie leur permette de dépasser les limites physiques et mentales de l'interprétation ou de l'instrumentarium traditionnels, "acquièrent une signification encore plus lourde à mesure que [ses] prolongements technologiques deviennent de plus en plus sophistiqués" (Machover 1992 : 4, 80). Les notions d'*hyper-instrument* et d'*hyper-ensemble* recouvrent ainsi l'intégration de processus

très élaborés d'interprétation interactive en temps-réel, au coeur même de la création musicale (*ibid.* : 1, 27).

[...]

La meilleure des choses
n'est pas meilleure que
rien.

L'implication croissante des technologies en musique, et les remises en question profondes qui en résultent, ne sont cependant pas sans dangers.

Lorsqu'elle passe au premier plan, la technologie devient facilement un alibi, et constitue soit un maquillage superficiel grimant des concepts artistiques traditionnels, soit une justification du vide absolu. L'accumulation des performances techniques accentue les effets de démonstration aux dépens de la création. On glisse du plan artistique idéal, le *connaître* et l'*être*, vers le plan matériel, du *faire* et de l'*avoir*. Le *comment* technique en arrive à faire oublier le *pourquoi* essentiel. L'intimité des rapports entre tous les différents aspects de la démarche créatrice se désagrège : contenant et contenu se dissocient. "On produit ce que la technologie rend possible, au lieu de créer la technologie de ce qu'on veut produire" (Attali 1977 : 230).

[...]

Contrairement au monde des images figuratives, pour lesquelles, même dans une création virtuelle, il reste toujours une corrélation entre une "représentation" et une "chose représentée" (Quéau 1993 : 174-175), la musique s'élabore

essentiellement en prise directe avec sa vraie matière, qui est le son – en dernier ressort : l'acoustique. Mais les nouvelles technologies, par la possibilité de production de sons de synthèse, entièrement déduits de modèles sans liens apparents avec la réalité acoustique qui nous entoure, entièrement inouïs dans notre monde, pousse ce degré d'abstraction à un point extrême. On peut craindre ici un autre type de déréalisation, de perte de substance de la musique, de rupture de contact avec ses profondes raisons d'être. Car, même en ajoutant aux sons "abstraites" de synthèse, les sons "figuratifs" instrumentaux enregistrés et reproduits le plus fidèlement, on peut maintenant opposer le son électroacoustique, en général, à la réalité corporelle des émissions sonores issues d'une interprétation humaine immédiate, locale, à la "corporéité physique" socialement partagée (Virilio 1996 : 48), parfois chargée d'une émotion intense, révélatrice des origines oniriques et magiques de la musique. Car la musique est vraiment autre chose que du son, surtout "en conserve", d'aussi haute qualité soit-il ! Elle repose sur des phénomènes physico-moteurs et socio-physiologiques complexes.

On se heurte à un aspect concret de cette réalité, à l'intérieur même des recherches actuelles sur la synthèse de sons pseudo-instrumentaux réalistes et de haute qualité. Si les moyens informatiques ont révélé une chose depuis leur utilisation en musique, c'est bien l'extraordinaire complexité du moindre son musical, et l'insuffisance notoire des modèles simplifiés que l'on croyait en posséder. La plus grande partie

de la puissance de calcul disponible est utilisée, paradoxalement, pour tenir compte des *imperfections*, accidents transitoires, instabilités permanentes qui créent l'intérêt et font vivre le son – sans même parler d'expressivité. Car tout son acoustiquement "parfait" fatigue, lasse immédiatement l'oreille avant même d'être achevé, plastifie instantanément la musique. Comme on le remarque donc à propos de ce réalisme essentiel à l'intérieur même du son, les moyens techniques les plus perfectionnés ne doivent pas servir à annihiler le fragile équilibre de la réalité musicale entière, en réduisant la musique à une perfection sonore sans aucun fondement.

[...]

Plus fondamentalement, quel sera le rôle socio-économique de la création artistique – ou, du moins, de l'innovation autre que technologique utilitaire – dans une civilisation qui a exponentiellement tendance à accumuler les strates historico-culturelles de son passé plus ou moins lointain, avec des moyens de plus en plus puissants et fascinants, sans cesse renouvelés à un rythme savamment dosé pour en optimiser le produit commercial ? Nicolas Schöffer exprimait déjà très clairement cette préoccupation, aux tout débuts de l'ère que l'on disait alors "audiovisuelle" : si la "masse rétroactive de temps mémorisé", selon sa terminologie, dépasse la "masse disponible à venir", une société se met en danger de déséquilibre, de "reflux temporel", et se coupe de toute prospective (Schöffer 1970 : 142-146, texte de 1966).

Dans ce contexte, la très grande fragilité de la recherche et de la création musicales contemporaines est notoire. Elles ne survivent que par l'implication de l'état dans des subventions, directes ou motivées par divers à-côtés pédagogiques (Menger et Patureau 1987 ; Pommerehne et Frey 1993 : 30 *sq.*, *passim*). Les nouvelles technologies n'apporteront rien sur ce plan, sinon pire. Pourtant peu naïf, comme on vient de le voir, Schöffler croyait, malgré tout, en un rôle social de l'art, dynamisant et bénéfiquement perturbateur, créateur de néguentropie et "désanomisant", que les nouvelles technologies pourraient démocratiser (Schöffler 1970 : 135 *sq.*, 145 *sq.*, textes de 1965 et 1966). En vérité, on peut se poser la question : est-ce mieux, est-ce pire ? Les possibilités existent, en effet, en principe... Mais une telle dynamique ne représente quasiment aucun poids face aux grandes tendances socio-économiques dont les nouvelles technologies constituent le terreau : elles en sont à la fois l'émanation et la nourriture. Comme le disait Paul Valéry, deux grands dangers menacent le monde : l'ordre et le désordre. Les nouvelles technologies les rendent tous deux encore plus terrifiants.

Le doigt désigne la lune.
Malheur à celui qui prend le
doigt pour la lune.

Dans son essai intitulé *Bruits*, Jacques Attali décrit l'implication socio-économique de la musique : elle "met en jeu des outils, des lieux de stockage et des réseaux de diffusion,

c'est-à-dire un ensemble de canaux mettant en rapport la source musicale et ceux qui l'écoutent" (1977 : 63). Il défend la thèse que "la musique est prophétique, et que l'organisation sociale en est l'écho" (*ibid.* : 11). On a justement vu ci-dessus que les nouvelles technologies remettent en cause, non seulement cet ensemble socio-économique, mais la définition même de la musique et de l'art. Ces technologies annoncent-elles aussi un bouleversement général de nos sociétés ?

[...]

Mais on a vu que ces nouvelles possibilités présentent aussi certains des mêmes dangers que ceux du stade de la "répétition" des enregistrements sonores : ceux de leur virtualité, de la facilité d'accès à des ressources non vécues, non intégrées, de l'accumulation de virtualités non consommées, mal gérées, chaotiques, entre lesquelles on se contentera de *zapper* sans fin. Attali n'en reste d'ailleurs pas à la perspective optimiste que l'on vient de décrire. Il est conscient des difficultés, de l'exigence, sans doute excessive, qui se dresse entre la musique et sa consommation dans l'oeuvre virtuelle du futur – qui est loin de se trouver facilitée. Citant Pierre Boulez (1964), il s'interroge sur la possibilité réelle d'accès d'un large public à la véritable création, par des moyens improvisés *ex nihilo*, gratifiés sans efforts à tout un chacun (Attali, *op. cit.* : 290-291 ; cf. aussi Quéau 1993 : 150, et Levi-Strauss 1993). Un art ne se maîtrise pas si aisément – et certainement pas la musique plus que n'importe quel autre. La maîtrise ne s'acquiert pas sans un long

apprentissage soutenu, sans le terreau fécond d'une culture capable de la porter, à long terme, vers l'accomplissement. La véritable création exige introspection, retour sur elle-même, rééquilibrage *a posteriori*, arbitrage entre les multiples choix virtuellement présents à chaque instant d'un processus engageant totalement la personne du créateur, depuis son passé obscur jusqu'à ses moindres potentialités inconscientes.

Il est déjà certain que les technologies de l'information et de la communication joueront un rôle essentiel dans tout processus de création ; il est impossible cependant qu'elles en tiennent lieu, sinon dans quelques cas spécifiquement conçus à cette fin, dont les virtualités, même issues des meilleures volontés possibles, produiront des réalisations plus ou moins ludiques – d'ailleurs implicitement reconnues comme secondaires par rapport à la conception initiale de leur paradigme originel. Sans la transmission de concepts culturels et intellectuels bien structurés, et impossibles à acquérir instantanément, la distribution généralisée de virtualités n'apporte rien, bien au contraire : "Le piège est là. Celui d'une fausse libération par distribution à chacun des instruments de son aliénation" (Attali, *op. cit.* : 282).

Notre civilisation en est à un tournant. Après l'ère froide des solides, des forces et de l'équilibre des *formes*, puis l'ère chaude des fluides, du feu, des moteurs et des *transformations*, nous entrons dans celle, éthérée, des *informations* (Serres et Pansard-Besson 1996). Après avoir transporté la matière, depuis la nuit des temps, et même

l'information stockée sur des supports matériels, on communique maintenant de manière immatérielle, par déplacement de potentiels électriques : le bit remplace l'atome (Negroponte 1995 : 23 *sq.*). Dans ce flux de plus en plus rapide, les anciennes structures socio-économiques n'auront plus assez d'emprise pour assurer leur pérennité. Il sera sans doute plus important d'être de la dernière génération, assez jeune pour précéder le mouvement, plutôt que d'appartenir à telle catégorie sociale ou de bénéficier de l'appui de telle institution – représentant, par définition, des vestiges du passé (*ibid.* : 252). Mais l'avenir a surtout cette propriété d'être inconnu... Il ne reste qu'à espérer qu'une diffusion des technologies dans l'*ensemble* de la société actuelle, et, à l'échelle planétaire, à l'ensemble multi-culturel de l'humanité, évitant la création de dangereux monopoles, manipulateurs et potentiellement totalitaires, répartisse ces moyens entre tous les individus créatifs et indépendants disponibles. Il est probable, dans ce cas, que les artistes apporteront une contribution de tout premier plan – et pourquoi pas la principale ? – à l'intégration de cette mutation radicale dans les structures culturelles de l'humanité : "l'artiste numérique va fournir les structures d'accueil de la mutation et du changement" (*ibid.* : 108, 275).

[...]

La dichotomie trop souvent consacrée entre techno-sciences et arts n'est qu'un fruit stérile issu d'esprits bornés. Comme l'indiquent les sciences fondamentales, de plus en plus

abstraites et *virtuelles*, l'aventure humaine débouche de toute façon sur les mêmes interrogations profondes. La musique et les mathématiques, par exemple, ne sont-elles pas issues de la même invention ? Pour une raison inexplicable, elles se confondent toutes deux avec l'univers qui nous entoure. Pourquoi les technologies actuelles seraient-elles essentiellement d'une autre nature que celle des démarches artistiques contemporaines, puisqu'elles sont issues de la même histoire dans les mêmes esprits ? L'homme produit simultanément des sciences, des technologies, des oeuvres d'art ; elles font toutes partie de l'environnement qu'il se construit pour affronter les grandes interrogations métaphysiques (Lorrain 1997). Les seules frontières réelles se dressent entre le court et le long terme, la rentabilité immédiate et la connaissance approfondie, les contingences matérielles et la spéculation.

D'un point de vue très général, il est probable que la grande création spirituelle du XX^e siècle soit l'ordinateur. L'ordinateur lui-même ; non seulement ce qu'on en fait. Il ne s'agit pas ici de hisser la machine au rang d'oeuvre d'art, dans un esprit éventuellement contestataire ou ethnographique, comme Tinguely dans les années '60, ni d'une mise en avant esthétique de la *high-tech* en soi (Keller 1991 : 46 sq.), ou d'une justification de l'art par la science (Beaucamp 1987 : 10, citant Mario Rici), mais d'un jugement global sur une somme d'activités humaines. Qu'avons-nous créé, en effet, de plus chargé d'avenir, de plus abstrait et polyvalent, de plus riche en *virtualités* ?

Nous devons seulement prendre garde de ne pas déséquilibrer l'usage que nous ferons de cette création, de ne pas laisser prédominer les dangers qu'elle porte en elle – rentabilisation, déstructuration mentale, manipulation. Les artistes, et particulièrement les musiciens, sont naturellement parmi les acteurs principaux susceptibles de veiller à un équilibre global entre les voies d'avenir et les inévitables nécroses contenues en germe dans les nouvelles technologies. "La recherche artistique est un moyen d'exploration, d'amélioration qualitative de la vie humaine. Elle a pour rôle de révéler des possibles encore inexplorés" (Philippe Sers, *in* Schöffler 1970 : 16). "Il est normal d'ailleurs que ce soit toujours l'art qui explore le premier l'inconnu" (Schöffler *op. cit.* : 46, texte de 1963). La musique, véritable truchement, par son abstraction et son utilisation séculaire du temps comme moyen d'exploration de virtualités, doit être à la pointe de cette démarche.

Bibliographie

Anonyme, 1996 : "Internet Enjoys Sonic Boom", *Pro Sound News*, 18(11), nov. '96.

Anonyme, 1997 : "CompuServe inaugure la clef virtuelle : un mot de passe unique pour tout faire", *Internet professionnel*, fév. '97.

Attali, Jacques, 1977 : *Bruits : essai sur l'économie politique de la musique*, Paris, Presses universitaires de France.

Beucamp, Eduard, 1987 : "Modernité, postmodernité, ultramodernité" (trad. de l'allemand par Yves Kobry), *Les cahiers du MNAM*, 22, Paris, Centre Georges Pompidou : 9 sq.

Boulez, Pierre, 1964 : *Penser la musique aujourd'hui*, Paris, Gonthier (Coll. Médiations).

Braut, Christian, 1996 : "Le futur du MIDI" *Keyboards Multimedia*, déc. '96.

Bursky, Dave, 1996 : "3D Audio Technologies Provide Realistic Sound" *Electronic Design*, nov. '96.

Cadoz, C., Luciani, A., et Florens, J.-L., 1994 : "CORDIS-ANIMA : système de modélisation et de simulation d'instruments et d'objets physiques pour la création musicale et l'image animée", Actes du colloque *Modèle physique, création musicale et ordinateur* (organisé par l'ACROE, Grenoble, 1990), Paris, Maison des sciences de l'homme.

Cecil, Malcolm, 1996 : "Multimedia Technologies Gaining Momentum", *Pro Sound News*, 18(2), mars '96.

Computer Music Journal, 1990 : volume 14, numéros 1 et 2, consacrés aux nouvelles interfaces (*New Performance Interfaces*).

Dannenbergh, Roger B., 1996 : "A Perspective on Computer Music", *Computer Music Journal*, 20(1) : 52-56.

Delalande, François, 1996 : "La musique électroacoustique, coupure et continuité", *Ars sonora*, 4 : 25-55.

Dupraz, Jacques, 1997 : "Transferts rapides", Dossier Internet, *Pour la science*, 235 : 66-67.

Eco, Umberto, 1965 : *L'oeuvre ouverte*, Paris, Seuil (Coll. Pierres vives).

Fortier, Denis, 1997 : "La musique sur l'Internet", *Résonance*, 11, Paris, IRCAM-Centre Georges Pompidou : 9-12.

Gautier, Nathalie, 1996 : "Le multi-piste MiniDisc en home studio", *AudioPro*, nov.-déc. '96.

Hearst, Marti, 1997 : "Les interfaces de recherche", Dossier Internet, *Pour la science*, 235 : 57-61.

Imprimatur : An ESPRIT Project Funded by Directorate General III, Londres, Author's Licensing and Collecting Society Ltd. (sans date).

IPR Protection in the ESPRIT Programme, European Commission, Directorate General III Industry, Direction F (RTD-Information Technologies) (sans date).

IRISIS, 1997 : Projet de recherche, Annecy, Collectif & C^{ie}.

Keller, Jean-Pierre, 1991 : *La nostalgie des avant gardes*, La tour d'Aigues, Zoé/de l'Aube (Coll. Monde en cours).

Levi, Primo, 1988 : *Si c'est un homme* (trad. de l'italien *Se questo è un uomo* par M. Schruoffeneger), Paris, Julliard.

Levi-Strauss, 1993 : *Regarder, écouter, lire*, Paris, Plon.

Lorrain, Denis, 1981 : *Essais de formalisation en composition musicale*, thèse de Doctorat en Musique et esthétique des arts musicaux, UER d'Esthétique et sciences de l'art, Université de Paris I.

Lorrain, Denis, 1997 : "Quelques petits êtres...", *Musique et mathématiques*, Lyon, Aléas - GRAME (Coll. Musique et sciences) : 111-122.

Lynch, Clifford, 1997 : "La recherche d'informations", Dossier Internet, *Pour la science*, 235 : 44-48.

Machover, Tod, 1992 : *Hyperinstruments: A Progress Report, 1987-1991*, Cambridge, MIT Media Laboratory.

McLuhan, Marshall, 1967 : *La galaxie Gutenberg*, Montréal, Hurtubise HMH (Coll. Constantes).

Menger, Pierre-Michel, et Patureau, Frédérique, 1987 : *L'art entre science et technique : le cas de la recherche musicale*, Paris, Centre de sociologie des arts, EHESS, CNRS, Ministère de la culture et de la communication, Département des études et de la prospective.

Moore, F. Richard, 1996 : "Dreams of Computer Music – Then and Now", *Computer Music Journal*, 20(1) : 25-41.

Negroponte, Nicholas, 1995 : *L'homme numérique* (trad. par M. Garène), Paris, Laffont.

Paradiso, J. A., et Gershenfeld, N., 1997 : "Musical Applications of Electric Field Sensing", *Computer Music Journal*, 21(2) : 69-89.

Pennycook, Bruce, 1997 : "Live Electroacoustic Music: Old Problems, New Solutions", *Journal of New Music Research*, 26 : 70-95.

Pommerehne, Walter, et Frey, Bruno, 1993 : *La culture a-t-elle un prix ?* (trad. par Marcello Garandas et al.), Paris, Plon (Coll. Commentaire).

Quéau, Philippe, 1993 : *Le virtuel, vertus et vertiges*, Paris, Champ-Vallon/Institut national de l'audiovisuel (Coll. Milieux).

Quignard, Pascal, 1996 : *La haine de la musique*, Paris, Calman-Lévy.

Schöffler, Nicolas, 1970 : *Le nouvel esprit artistique*, Paris, Denoël-Gonthier (Coll. Médiations).

Serres, Michel, 1993 : *La légende des anges*, Paris, Flammarion.

Serres, Michel, et Pansard-Besson, Robert, 1996 : "Brûler : le couple et le feu", *L'aventure humaine : la légende des sciences*, télédiffusion Arte 1997.

Spiegel, Laurie, 1996 : "That Was Then – This Is Now", *Computer Music Journal*, 20(1) : 42-45.

Stefik, Mark, 1997 : "Les systèmes sécurisés", Dossier Internet, *Pour la science*, 235 : 62-65.

Szendy, Peter, 1997 : "Vers les studios en ligne : l'IRCAM sur les autoroutes de l'information", *Résonance*, 11, Paris, IRCAM-Centre Georges Pompidou : 14-15.

Vandeginste, Pierre, 1996 : "Mes lunettes et ma montre sur le Web", *La recherche*, 285 : 58-61.

Vercken, Gilles, 1996 : "Responsabilité sur Internet", *Nov'art*, oct. '96.

Virilio, Paul, 1996 : *Cybermonde, la politique du pire*, entretien avec Philippe Petit, Paris, Textuel (Coll. Conversations pour demain).

Wessel, David, 1997 : communication personnelle.

Xenakis, Iannis, 1963 : *Musiques formelles*, Paris, Richard-Masse (*La revue musicale*, numéro spécial 253-254).