INSTRUMENTALITÉ, ÉCRITURE, TECHNOLOGIE NUMÉRIQUE : UNE DYNAMIQUE SUPRA-INSTRUMENTALE ET MÉTA-SCRIPTIQUE DU PROCESSUS DE CRÉATION MUSICALE

Claude Cadoz
ACROE et Laboratoire ICA
Institut Polytechnique de Grenoble
Ministère de la Culture et de la Communication
Claude.Cadoz@imag.fr

Les mutations technologiques des XIXème et XXème siècles changent de fond en comble les conditions du processus de création artistique. Dans le cas de la création musicale les notions d'instrument et d'écriture, qui posaient jusque là une dialectique féconde entre une forme de création construite sur l'action et la perception directes, à travers l'expérience instrumentale, et une autre, *in abstracto*, par la seule pensée, ont un droit à l'existence numérique, mais au prix de distorsions sémantiques et conceptuelles parfois hasardeuses et discutables. Qu'y a-t-il de commun entre l'écriture d'une partition et l'écriture d'un programme, fût-il de synthèse ou de composition musicale ? L'expression «d'instrument numérique» a-t-elle une véritable légitimité ?

Dans le présent travail, en considérant la situation instrumentale comme point de départ possible pour le processus de création musicale, nous montrons qu'elle appelle des fonctionnalités et des technologies spécifiques pour que cette expérience puisse dépasser l'échelle de l'individu et acquérir, à travers ses extension matérielles, spatiales et temporelles, une dimension sociale, culturelle, historique. Une notion d'appui est alors celle de «mémorisation objective» des faits de l'expérience créative.

Nous nous attachons dans un premier temps à l'écriture musicale comme l'une des solutions pour cette mémorisation objective, ou plus exactement comme solution de mémorisation objective de l'une des dimensions des faits et des expériences de la création musicale. Nous nous appuyons en particulier sur les travaux de Marie-Élisabeth Duchez qui montrent comment la notation musicale née en Occident de nécessités liées au chant et à la transmission de la musique vocale conduit, en passant par des nécessités de rationalisation à l'émergence de «la théorie musicale» et à la notion même «d'écriture musicale».

Les deux angles d'observation, depuis l'instrumentalité et depuis l'écriture musicale permettent de poser un socle pour aborder les mutations produites par l'avènement du numérique. Considérant le numérique comme une nécessité de l'évolution de nos systèmes de représentation, de production

et de communication, nous montrons comment le dipôle instrumentalité-écriture s'est transformé, de manières radicales à plusieurs reprises, sans que la dialectique qu'il porte n'en soit rendue caduque. La première rupture est celle de l'enregistrement sonore, qui donne naissance à la Musique concrète, la seconde et la troisième, simultanées mais étrangères l'une à l'autre, sont celle de la synthèse sonore numérique et celle de la composition automatique, qui devient la composition assistée par ordinateur. Nous montrons enfin, lorsque l'on envisage l'ordinateur comme système et dispositif de «représentation intégrale», qu'étant l'outil ni d'une nouvelle lutherie ni d'une nouvelle écriture, il est à même de soutenir, sous de nouvelles formes, la créativité instrumentale elle-même, dans une situation que nous avons déjà eu l'occasion d'appeler par ailleurs «supra-instrumentale» ainsi que, dans un même mouvement, une extension des fonctionnalités portées jusque là par l'écriture, dans une situation globale que nous appellerons «méta-scriptique».

Ecrire puis jouer ou jouer puis écrire !

Le rapprochement des termes «instrumentalité» et «écriture» a ici pour fonction de placer en vis-à-vis deux manières d'envisager le processus de création musicale.

L'écriture – il faudrait préciser l'écriture musicale – apparaît comme une voie universelle pour créer la musique. C'est d'ailleurs celle qui fait référence académique ; on considère souvent qu'apprendre à créer la musique est apprendre à composer et qu'apprendre à composer est tout d'abord apprendre «l'écriture». La notation musicale, qui en est le support, est en général, même par beaucoup de ceux qui n'ont pas appris à la pratiquer, vue comme naturelle, comme si la musique était «en soi» et comme s'il n'existait qu'une manière de la noter. Or des considérations évidentes invitent à plus de relativité. Il faut se représenter que la notation musicale, telle que nous la connaissons aujourd'hui en Occident, est née plus de 4000 ans après l'écriture tout court. Puis il faut aussi relever une singularité : la notation musicale n'est pas née de la pratique instrumentale, mais de nécessités liées au chant, à la transmission de la musique vocale en particulier avec les neumes, pour la mémorisation du chant liturgique, entre les IXème et le XIème siècles. La musique vocale fait bien évidemment partie de la musique, mais la notation musicale n'a intégré l'instrumental qu'en cours de route. On peut s'interroger sur l'incidence de cette origine alors que les conditions de la pratique musicale recourant à des outils – ces organes matériels que sont les instruments de musique – sont si différentes de celles de l'exercice vocal.

Il faut enfin s'interroger sur les termes eux-mêmes : l'écriture musicale est-elle seulement un cas particulier d'écriture ? Existe-t-il une notion d' *écriture* qui soit générale, dont l'écriture langagière, par exemple, serait elle aussi un cas particulier ; et encore ne conviendrait-il pas de s'interroger sur sa portée, son universalité ? Il est clair que l'on peut écrire la musique avant qu'elle ne soit jouée et entendue, ce qui fait en substance de l'acte d'écriture musicale un acte de création. Mais cette faculté n'est innée pour personne. Faut-il considérer que tout ce qui la prépare et la développe, à travers de longs apprentissages, ne fait pas encore partie d'un processus de création ? Par ailleurs, n'existe-t-il pas de processus de création indépendant de toute notation, précisément en prise directe avec la «matière du son», la matière elle-même ?

L'instrument de musique est en soi un support au processus de création avant même qu'il ne soit question de noter, écrire, formaliser. Quant au terme «instrumentalité», il renvoie bien sûr à l'instrument en général, ici à l'instrument de musique en particulier. Si l'on considère ce dernier dans sa matérialité, tout d'abord en tant qu'objet capable de transformer l'énergie mécanique des conduites gestuelles qu'on lui applique en énergies sonores, le processus étant à même de soutenir un acte expressif, il est clair qu'une créativité, créativité du son par le geste, prend place dès le stade de l'instrumentalité.

L'écriture musicale et la création instrumentale ont en commun d'adresser des questions technologiques : l'instrument de musique est un objet matériel techniquement élaboré ; l'écriture requiert des supports physiques et des moyens matériels d'inscription sur ces supports. L'un et l'autre répondent à des nécessités profondes d'objectivation et de projection dans la matérialité, la spatialité et la temporalité, de faits d'expérience créatrice. Mais ces outils matériels ainsi que les processus productifs et cognitifs en jeu dans leurs mises en œuvre respectives sont de natures profondément différentes. La tension entre ces deux pôles, opposant le jaillissement spontané dans l'acte de production concret directement sensible et la posture méditative de la création par la pensée, *in abstracto*, pourrait se résumer en invoquant deux parcours opposés : jouer, puis éventuellement écrire, et écrire puis (éventuellement !) jouer. Cette formulation d'apparence simpliste pointe une dialectique fondamentale dont les termes résultent des conditions matérielles et

contingentes dans lesquelles se développe le processus de création, et des manières complémentaires dont celles-ci en résolvent les différentes nécessités.

Les mutations technologiques des XIXème et XXème siècles, depuis l'électronique jusqu'au numérique et à l'hyper-communication, changent ces conditions de fond en comble. Les deux termes, instrument (ou instrumentalité) et écriture restent, parmi d'autres et parmi de nombreux nouveaux. Mais qu'y a-t-il de commun entre l'écriture d'une partition et l'écriture d'un programme d'ordinateur, fût-il de synthèse ou de composition musicale ? L'expression même «d'instrument numérique» est-elle légitime alors que le continuum énergétique du geste au son [Cad99], si fondamental avec l'instrument matériel, est essentiellement rompu ?
Les questions à poser aujourd'hui sont bien autour de ces points. Le processus de création émerge d'une dialectique, d'une confrontation, d'une interaction, d'un vis-à-vis, d'une conjugaison entre ce qui est idéel, formel, abstrait et ce qui est corporel, matériel, physique, énergétique, technologique. Une simple extrapolation des termes instrumentalité et écriture permet-elle de généraliser leur dialectique antérieure ? Et d'ailleurs deux pôles suffisent-ils ?

Dans le présent travail, on propose tout d'abord une identification du processus de création instrumentale, dès ses formes les plus élémentaires, en amont du contexte des nouvelles technologies. Cette approche met en évidence les fonctionnalités et les technologies nécessaires aux extensions spatiales, temporelles, sociales, culturelles de l'expérience et de la créativité musicales, ce qui est alors développé autour du propos général de la «mémorisation objective» des faits et de l'expérience de création instrumentale. L'écriture musicale est alors introduite comme l'une des dimensions de cette mémorisation objective, ou plus exactement comme solution de mémorisation objective de l'une des dimensions des faits et des expériences de la création musicale. On s'appuie ici en particulier sur les travaux de Marie-Élisabeth Duchez [Duc83] qui montrent comment la notation musicale, née en Occident de nécessités liées au chant et à la transmission de la musique vocale, conduit, en passant par la rationalisation, à l'émergence de la théorie musicale et à la notion même «d'écriture musicale».
Ces deux angles d'observation permettent alors de mettre en perspective les mutations

produites par les nouvelles technologies et par l'avènement du numérique. Ce dernier ne doit pas être seulement considéré comme un progrès particulier décuplant les performances de nos outils, mais comme l'aboutissement, voir l'essence d'une condition inhérente à nos systèmes de représentation. Il se trouve qu'ils deviennent dans le même temps, simultanément systèmes de compréhension, systèmes de production et systèmes de communication. Pour la musique comme pour les autres arts, le numérique porte l'un des pôles nécessaires au processus de création, dont l'écriture au sens que nous lui donnons aujourd'hui n'est finalement qu'un cas particulier. Mais, associé à la transduction/conversion (du physique au nombre) et à la conversion/transduction (du nombre au physique), il porte en même temps l'autre pôle, celui non pas d'une nouvelle instrumentalité ou d'une nouvelle lutherie, mais de la possibilité nouvelle d'une «représentation intégrale de l'instrument». Une telle représentation est alors à même de soutenir, sous de nouvelles formes, la créativité instrumentale elle-même, dans une situation que nous avons déjà eu l'occasion par ailleurs d'appeler «supra-instrumentale» ainsi que, dans un même mouvement, une extension des fonctionalités portées jusque là par l'écriture, dans une situation globale «méta-scriptique» que nous introduirons pour finir.

Créativité instrumentale - écriture musicale

On peut tracer un parcours de l'instrumentalité à l'écriture, passant ou commençant par le vocal, avec comme guide l'évolution des conditions objectives du processus de création et en mettant en vis-à-vis les fonctionnalités qui lui sont nécessaires et les technologies qui les servent, aussi bien dans leurs dimensions locales et individuelles qu'à l'échelle sociale et historique.

On n'oubliera pas d'ailleurs que, d'une manière générale, la fonction et l'organe n'apparaissent pas selon une chronologie unique. La nécessité d'une fonction peut se faire jour avant que le moyen de la réaliser ne soit inventé. Mais inversement, c'est souvent parce qu'une invention technique se réalise, qu'une nouvelle nécessité naît. Un exemple banal est celui du téléphone mobile dont l'idée de la disparition est pour beaucoup une hypothèse aujourd'hui terrifiante tant il est devenu nécessaire.

L'évolution de la puissance des outils et de la richesse de leurs fonctions, dans le domaine de la création musicale comme dans tous les domaines, ne suit pas une loi simple. Il s'agit plus souvent de révolutions que d'évolutions continues et monotones. Et il convient de garder à l'esprit que pour chacune d'elles, en vis-à-vis d'une avancée fondamentale, des potentialités antérieures ont pu disparaître. L'exemple le plus spectaculaire dans l'histoire des technologies pour la musique est celui de l'étape de la Musique Concrète. Plusieurs siècles de notation musicale ont laissé sans solution le problème de la transmission des caractères fins du son comme le timbre et les transitoires, par exemple. L'enregistrement sonore, apparu avec l'invention du phonographe par Thomas Edison et Charles Cros (1877) et mis par Pierre Schaeffer au cœur du principe opératoire de la Musique Concrète avec le magnétophone, en 1948, a résolu ce problème fondamental. Mais alors, la musique, devenant autographique, a perdu son écriture.

Créativité instrumentale

L'instrument : du vocal à l'instrumental

La voix est le premier moyen dont dispose l'humain pour s'adresser à l'oreille et, certes, la musique comprend le chant et l'expression vocale, mais l'instrument, sa fonction aussi bien que les voies par lesquelles il la remplit, sont déterminants dans l'art musical, ses modes d'existence et ses modes de partage. Il est alors essentiel de s'intéresser en premier lieu à sa nature.

La première fonction de l'instrument de musique est en effet de permettre au geste de s'adresser à l'oreille. En l'assurant, il étend la variété des phénomènes sonores que nous pouvons produire, à dessein expressif ou communicationnel, au-delà de ce que notre organe naturel, la voix, peut couvrir. On peut dire aussi, inversement, que l'instrument de musique permet à l'oreille de percevoir le geste.
Parlons alors de l'organe. L'instrument de musique effectue matériellement une transformation d'énergie mécanique en énergie acoustique. La mise en mouvement par nos gestes de certains de ses constituants matériels provoque la mise en

vibration acoustique de certains autres. Les conditions générales dans lesquelles une telle transformation peut s'opérer tiennent intrinsèquement aux propriétés de la matière, des fluides, des assemblages physiques. Mais l'instrument, chaque instrument, a ses spécificités inscrites dans sa matérialité, dans sa structure et dans les conditions particulières à travers lesquelles il remplit sa fonction. Le geste instrumental a lui aussi ses spécificités, son espace, ses dimensions, ses propriétés qualitatives et quantitatives liées aux propriétés biomécaniques, sensori-motrices, actives et cognitives humaines, et à l'interaction instrumentiste-instrument. Celle-ci se réalise dans une mise en système de ces diverses conditions et propriétés de l'humain et de l'objet.

On peut identifier dès ce premier niveau les termes d'une négociation.
Au motif de nous aider à couvrir un espace sonore plus vaste, l'instrument impose ses lois propres : tous les sons que nous pourrions entendre ne sont pas nécessairement possibles ; tous les gestes que nous pourrions effectuer ne sont pas nécessairement praticables. Il faut saisir, tenir, lâcher, frotter, selon des degrés de liberté contraints, liés à la fois à nos possibilités morphologiques mais aussi à celles de l'instrument. Par ailleurs, certaines fluidités, certains *ductus* dont notre voix est capable, parce que notre organe vocal est partie intégrante de notre corps, ne seront accessibles avec l'instrument qu'au prix d'efforts de virtuosité considérables.
Et au final, ce que l'on perçoit relève de ce que peuvent être nos intentions mais aussi des propriétés de l'instrument. En fait, l'instrument nous révèle en se révélant lui-même et il ne peut révéler nos expressions qu'en les convoluant avec ses propres dispositions.

Interaction, expérience et création instrumentales

Si on pense «instrument de musique», aujourd'hui, malgré toutes les nouvelles formes et nouvelles pratiques populaires de la musique, il vient à l'esprit une multitude d'objets plus ou moins familiers (le piano, le violon, les instruments à cordes, à vent, à percussion, etc.) et une multitude de manières de s'en servir, de musiques qu'ils servent et qui les servent. Les objets, les outils, les pratiques, les œuvres créés se positionnent alors dans un ordonnancement général de connaissances. Mais l'image classique de la création de la musique, à peine remise en cause malgré certains

changements d'aspects de surface dans le cadres des «instruments numériques» communs d'aujourd'hui, correspond à un schéma, unilatéral, où le compositeur écrit une partition, laquelle est confiée à des instrumentistes qui l'interprètent à l'attention d'auditeurs. Cette vision met au centre du processus une entité, certes matérielle, mais d'essence abstraite : la partition, portant des signes et les symboles d'un répertoire donné et fini, agencés en fonction d'une sémantique déterminée.

En fait, dans une telle présentation, seule une petite partie de ce qui est en jeu est prise en compte. Il faudrait en effet prendre en considération toutes les expériences et tous les apprentissages qui construisent l'aptitude à composer ou à jouer d'un instrument. Ceux-ci ne relèvent d'ailleurs pas seulement d'une formation spécifique musicale, mais aussi de ce que l'on expérimente dans l'interaction avec l'environnement ordinaire, dès la naissance. Et chacun de ces constituants de l'expérience ou de la connaissance doit être considéré lui-même comme construit à travers des séries de processus créatifs où le savoir permet l'expérience qui à son tour enrichit le savoir ; ceci, sans qu'il soit possible de donner une préséance à l'un quelconque des deux pôles.

L'expérience instrumentale porte l'un des pôles de la créativité musicale.

La situation instrumentale élémentaire est une interaction, au sens physique du terme, entre deux entités matérielles, l'instrumentiste et l'instrument. Le premier est évidemment actif, et source des énergies physiques engagées dans le processus de communication.
Les premiers facteurs en jeu, au cours de cette expérience, sont d'ordre sensori-moteur. L'instrumentiste est doté de motricité et il est la cause première des mouvements réalisés et des forces échangées. Il est l'origine de l'action et le sujet de perceptions sensorielles, tactiles, haptiques, auditives, visuelles associées aux comportements de l'objet avec lequel il interagit. Ce sont ici des conditions physiques et physio-biologiques couplées, qui ne sont bien sûr pas à elles seules le contenu de ce qui va être produit, mais qui en sont le support irréductible, à la fois dans ce qu'il a de contraignant et ce qu'il peut avoir de stimulant. Le patrimoine cognitif ainsi que des intentions ou des dispositions des sujets impliqués, producteurs

ou récepteurs, sont les sources et les enjeux de l'expérience. Considérons alors la créativité instrumentale comme une catégorie du processus de création artistique qui se joue dans la matérialité même de l'interaction, où le jaillissement expressif nait dans l'interaction, parfois en amont de toute préméditation.

Nous proposons maintenant un parcours allégorique prenant la situation instrumentale comme point de départ. Partant d'une situation instrumentale minimale, on va alors identifier le premier niveau ce qui peut être défini comme processus élémentaire de création. À partir de cette situation, un cheminement permettra d'introduire pas à pas les nécessités fonctionnelles fondamentales du processus de création musicale dans l'ensemble de ses dimensions (incluant les échelles sociales et historiques) et ainsi d'envisager l'évolution des vis-à-vis technologiques qui servent ces fonctionnalités.

Processus élémentaire de création instrumentale

Le point d'entrée instrumental n'est pas une image de la genèse et de l'évolution historique de la création musicale. Sa raison d'être ici est d'une autre nature, déterminée par des considérations précises sur les conditions, la matérialité, l'économie, la technologie des processus de production et de communication qui en permettent l'existence. La situation instrumentale élémentaire déjà invoquée plus haut correspond ainsi au stade des conditions minimales nécessaires.

Néanmoins, cette situation première permet d'introduire tous les aspects constitutifs de ce que nous appelons le processus de création, transposable à toutes les situations de niveaux et de complexités subséquents, même si, comme ce sera communément le cas, la situation instrumentale dans ce sens matériel et minimal n'est plus effective, mais seulement virtuelle, métaphorique, évoquée, etc. Les termes instrument, relation, situation instrumentales devront d'abord être pris dans le premier sens, strict, mais on leur donnera également, selon le contexte, et sans jamais oublier la différence, un sens plus large permettant d'investir les concepts introduits au niveau élémentaire dans des espaces et des perspectives plus étendus.

Imaginons une situation mettant en présence et en capacité d'interaction un sujet avec un instrument, c'est-à-dire un objet matériel correspondant à la fonction introduite plus haut. Il se peut que le sujet ait déjà une expérience confirmée de cet objet, ainsi qu'une représentation précise d'une part de ce qu'il veut en obtenir,

d'autre part des actions à conduire pour y parvenir. À quelques variantes près, le résultat sensible de ses actions, pour lui-même et pour d'autres sujets éventuellement présents, sera en fait une extériorisation de cette représentation intérieure *a priori*, supposée préexistante. Il n'y a dans ce cas pas de processus de création à proprement parler. L'existence d'une représentation intérieure à extérioriser au moment de l'expérience procède d'une expérience créative antérieure, autre, d'une nature peut-être totalement différente, peut-être vécue par d'autres sujets.

Supposons à l'opposé que le même sujet n'ait aucune expérience antérieure de l'objet présent ni aucune représentation mentale consciente, au moment où nous plaçons l'origine de la situation, de quelque chose à exprimer. Supposons seulement qu'il soit animé d'un désir d'expérience et de communication avec d'autres sujets, présents, actuels ou futurs.

Son patrimoine cognitif courant, ses expériences en général et son vécu lui permettent alors d'entrer en interaction avec cet objet et de se placer dans un processus exploratoire en impliquant l'ensemble de ses moyens d'action (par son engagement corporel, sa motricité, ses gestes) et de perception (par l'ensemble de ses sens : vision, audition, toucher, kinesthésie, proprioception, etc.).

La démarche d'exploration peut se mettre en place elle-même sans objectif expressif déterminé, cadrée seulement par les conditions de la production : les propriétés physiques de l'objet, les facteurs biomécaniques, physiologiques, neuro-moteurs, etc. du sujet. On peut même imaginer des schèmes exploratoires absolument aléatoires (au sens où aucun processus qui les engendre ne pourrait être identifié), ceci ne changerait pas le principe de ce qui va suivre : il suffit, au cours d'une telle exploration, qu'un des résultats sensibles des actions du sujet, pour lui-même et pour d'autres sujets présents, soit déclaré dans un consensus général comme digne d'intérêt, pour que l'on puisse prétendre être en présence d'un processus simultanément créatif et communicationnel, d'un *processus élémentaire de création instrumentale*.

Extension de la portée spatio-temporelle de l'expérience instrumentale

Il est certain, dans l'expérience élémentaire que l'on vient d'évoquer, que si un événement produit, même totalement fortuit, fait sens, c'est d'abord parce que le sujet est présent et disposé à sa perception, à sa réception, d'autant plus d'ailleurs qu'il est en posture active. On peut aussi faire l'hypothèse que l'aptitude du phénomène fortuit à porter une signification, n'est que la manifestation d'un processus de reconnaissance par le ou les sujets, ou d'une réminiscence, même inconsciente, d'aspects d'expériences antérieures. Mais ceci n'a guère d'importance, car ce qui est essentiel tient dans le fait tout d'abord qu'un phénomène porteur de sens (pour le sujet s'il est seul, pour tous les sujets impliqués s'ils sont plusieurs) prend existence objective. Ce qui est également essentiel est la révélation d'un moyen objectif, composé de l'instrument, qui est un objet stable, et des actions gestuelles appliquées, potentiellement et tendanciellement reproductibles pour produire ce phénomène. Et l'on peut encore aller plus loin : l'événement résultant de l'expérience peut être décrété intéressant même le plus arbitrairement possible, par le sujet ou, de manière consensuelle par l'ensemble des sujets présents. Ceci n'enlève rien au caractère créatif de l'expérience dès lors que cet élément, même absolument nouveau, voire arbitraire, est commun à un collectif donné en un lieu donné à moment donné. Dans toutes ses occurrences ultérieures éventuelles, il aura au moins ce sens minimal pour ce collectif. Nous considérons que rien d'autre n'est nécessaire à la caractérisation de la créativité.

Remarquons d'ailleurs qu'à part pour simplifier l'explication, rien n'empêche d'envisager que cette expérience élémentaire soit conduite par plusieurs sujets simultanément, en posture de réception et interagissant avec un même objet ou avec plusieurs objets distincts. Rien n'empêche alors qu'un phénomène intrinsèquement composite et initialement social n'émerge, en lui-même, comme un tout faisant sens. Un tout qui soit intrinsèquement plus que la somme de ses parties et dont *l'unité intéressante* émerge par-dessus la multiplicité d'actions et d'objets. C'est une circonstance assez communément observable, dans les actions quotidiennes même les plus banales où plusieurs personnes se coordonnent et composent pour mener à bien une tâche. Ainsi, rien n'oblige à considérer que la composition musicale

elle-même n'est envisageable que comme une tâche individuelle et solitaire, tout en amont de la production collective finale de l'événement par un ensemble de sujets seulement instrumentistes avec leurs instruments. L'émergence d'un intérêt collectif peut résulter d'une expérience de production collective.

Purement individuelle ou d'ores et déjà collective et sociale, l'expérience instrumentale élémentaire n'en reste pas moins locale, délimitée dans l'espace et le temps. Sa portée spatiale ne peut excéder celle du rayonnement des sons, au mieux de quelques milliers de mètres. Quant à sa portée temporelle, elle est tributaire du fait que les phénomènes vibratoires sont fugitifs. Beaucoup de choses vibrent de manière audible dans la nature, dans la grande généralité sous l'effet de forces qui leur sont appliquées, parfois par exemple par des sujets humains. Et lorsque ces causes disparaissent, les vibrations s'éteignent du fait de la dissipation de leur énergie dans ce qui les constitue ou les environne. Par nature, les actes instrumentaux n'ont pas de portée temporelle au-delà d'eux mêmes. Or, en particulier lorsque le fortuit a été perçu comme intéressant, il entraîne naturellement le désir de sa réédition, de sa reproduction. À l'issue d'une expérience instrumentale créative élémentaire, deux nécessités peuvent alors apparaître, celle d'en étendre la portée spatiale et celle d'en assurer la persistance temporelle.

Extension spatiale

L'instrument de musique apparaissait, dans ce que nous avons dit plus haut, comme extension prothétique de l'organe vocal, apportant au geste la possibilité de s'adresser à l'oreille ou à l'oreille d'entendre le geste. Dans ce rôle, d'ores et déjà il étend la portée spatiale de l'expression humaine dans le champ acoustique. Technologiquement il réalise cette fonction par le principe d'une adaptation d'impédance entre la mécanique du corps et l'environnement aérien. Celle-ci, à la manière du levier, réalise non pas (erreur courante) une amplification, mais une meilleure transmission de l'énergie produite par le corps dans le milieu aérien. Souffler dans une trompette, faire sonner une plaque de métal ou frapper une cavité, tout aussi bien d'ailleurs qu'émettre un son vocalement dans un lieu résonnant ou au centre d'un théâtre, naturel ou construit, réalise ceci.

Persistance Temporelle

Donner à l'expérience d'émission-perception acoustique une persistance au-delà de la temporalité de l'acte corporel et du phénomène vibratoire qui en résulte présente intrinsèquement des difficultés. Les sujets impliqués sont en présence de trois éléments objectifs, l'instrument, le phénomène physique qu'est le geste appliqué à l'instrument, le phénomène physique qu'est le son produit par l'instrument. Les sujets ont leur permanence propre – on devrait dire leur degré de permanence – lié à leur statut d'êtres vivants. L'instrument peut d'ailleurs les surpasser sur cet aspect. Les violons de Stradivarius ont, pour ceux qui existent encore, plus de 300 ans ; ils ont ainsi perduré le temps de plusieurs générations humaines. Mais sans aller jusqu'à cette échelle, alors que les sujets vivent leur vie et sont en perpétuelle dynamique physique, physiologique, biologique, sensori-motrice, cognitive et mentale, l'instrument se pose ici avec sa stabilité objective. De ce point de vue, il apporte une nouvelle assistance, s'ajoutant aux fonctions que nous lui avons déjà attribuées. Mais elle est, cette fois, assurément insuffisante. En effet, les deux autres éléments, bien qu'objectifs, sont temporaires. Le premier, le geste, est par principe événementiel : il a la durée de l'acte. Le second, le phénomène sonore, conséquence de l'acte, hérite de cette temporalité. Il peut la prolonger à travers le phénomène de la résonnance, mais dans une mesure très limitée, parce que les phénomènes sonores, comme les phénomènes vibratoires qui les engendrent, sont amortis (étymologiquement «rendus morts»). L'énergie reçue du geste se dissipe dans le phénomène vibratoire lui-même, ainsi que dans la propagation acoustique. De sorte que pour l'un et pour l'autre, la seule permanence est subjective (entendons par là intérieure aux sujets, par opposition à ce qui est dans des objets stables) et constituée par la mémoire, que celle-ci soit individuelle ou collective. Au niveau individuel, puisque le phénomène sonore est, on l'a dit plus haut, une convolution du phénomène gestuel et des propriétés de l'instrument, la reproduction exacte des gestes alliée à la préservation de l'instrument suffisent à recréer objectivement le phénomène sonore.

La question de la reproduction objective de celui-ci peut alors se ramener à celle de la reproduction de l'acte, mais celle-ci peut à son tour être abordée selon plusieurs angles.

On peut supposer qu'à travers l'expérience instrumentale se constitue chez le sujet une mémoire de l'acte en soi. Encore faut-il se demander de quoi elle pourrait être constituée : de représentations purement spatiales et cinétiques du geste ? Il est clair que ces formes ne peuvent suffire. La saisie ou la dépose d'un objet, son déplacement, une traction, une poussée, une friction, une percussion… engendrent, de manière intimement liée aux aspects spatiaux et cinétiques, des sensations tactiles, proprioceptives, kinesthésiques.

Les corrélats cognitifs de l'action instrumentale, même lorsqu'elle se fait en silence et dans le noir, relèvent d'ores et déjà de descripteurs objectifs impliquant certainement l'espace, le mouvement, mais aussi la mécanique et la dynamique, par le fait que l'acte instrumental est fondé sur une interaction physique, ne serait-ce qu'au sens newtonien du terme. Sur une telle interaction, le système humain n'est pas seulement un actionneur ou un récepteur, mais un système sensori-moteur. *Moteur* : il est la source de l'énergie mise en jeu et aussi le siège des processus neuronaux qui provoquent et conduisent cette motricité. *Sensoriel* : il perçoit à travers l'organe du toucher (la peau) les contacts, les pressions, à travers les muscles et les articulations, des mouvements et des forces, à travers l'oreille interne, la gravité et les accélérations du corps. Sensori-moteur enfin parce que, en particulier pour le sens tactilo-proprio-kinesthésique, action et perception sont indissociables. C'est en déplaçant sa main que le sujet perçoit l'état de surface ou la forme des objets avec lesquels il entre en contact. C'est parce qu'il perçoit dans la main l'inertie d'un marteau qu'il peut réussir à ne pas se taper sur les doigts en enfonçant un clou. La mémoire du geste, s'il s'agit de la caractériser, doit être approchée à partir de telles propriétés des objets qui lui font vis-à-vis, et selon la dialectique énactive dans laquelle l'action et la perception forment un tout.

Par ailleurs, même si l'idée d'un acte instrumental en soi, en silence, a l'intérêt de mettre ces aspects en évidence, ce n'est pas le cadre de notre présente réflexion. Il faut alors considérer la sensorialité dans l'interaction instrumentale musicale selon cet aspect multiple, où les modalités observables en termes de nature physique d'énergies (mécanique, acoustique, etc.) et relativement à nos organes sensoriels (main, oreille, etc.) se combinent intimement dans l'élaboration des percepts, et donc de la mémoire. Cette multisensorialité se complète évidemment, toujours dans le cadre de l'expérience instrumentale élémentaire, avec la modalité de perception

visuelle. Une difficulté fondamentale résulte de cela, dans le fait qu'il n'est pas possible d'établir une séparation entre un espace des percepts (donc de ce qui peut être mémorisé) d'un côté et un espace des descripteurs géométrico-dynamico-physiques de l'interaction instrumentale de l'autre, ni , *a fortiori* de correspondance biunivoque entre les termes de l'un et de l'autre.

D'un point de vue perceptif, et d'un point de vue musical en conséquence, il se peut qu'une même expérience de pensée soit la conséquence d'expériences instrumentales différentes où, par exemple, le phénomène sonore lui-même n'est pas le même dans les unes et dans les autres. La posture acousmatique de Pierre Schaeffer était bien inspirée en éliminant d'office de l'expérience d'écoute toutes modalités de perception autres que celle du son. Cependant, même si l'on se restreint à l'objectivité seule du phénomène sonore, étant donné qu'un même phénomène peut être obtenu dans des conditions globales très différentes, (de multiples couples geste-instrument peuvent conduire au même son) la question de la mémoire est pour le moins complexe. Et enfin, question encore plus difficile : existe-t-il en soi une mémoire du décours temporel des événements et de quelle nature peut-elle être, étant donné qu'en tant que mémoire, elle doit présenter une contrepartie intemporelle, instantanée ?

Revenons à la question de la reproduction de l'acte comme moyen de retrouver l'objectivité du phénomène sonore, l'instrument étant permanent. Elle suppose de la part du sujet la capacité de réitérer une action à l'interaction avec l'objet où différentes formes de mémorisation pourront être mises en jeu. Ces mémorisations peuvent se composer d'une mémoire précise du son lui-même, l'acte nouveau s'ajustant pour en retrouver les caractéristiques exactes, ou d'une mémoire précise de la sensori-motricité du geste, en passant par l'ensemble des figures possibles de la multi-sensorimotricité. Mais plus généralement, un ensemble complexe de faits mentaux s'associe aux faits instrumentaux et c'est la mémoire de ceux-ci associée à leur capacité à permettre la reproduction des actes instrumentaux que nous désignerons alors par *mémoire subjective de l'expérience instrumentale*. Il n'y a aucune raison a priori que ces mémoires et leur processus de recouvrement soient les mêmes pour tous les sujets et dans toutes les circonstances. Les considérations précédentes valent aussi pour le vocal, et en particulier, il peut être essentiel de sentir

et mémoriser les perceptions proprioceptives de l'organe vocal pour reproduire avec justesse une émission vocale antérieure.

Processus de création instrumental, processus de création mental

On peut extraire de cela des éléments relatifs aux conditions et aux possibilités offertes au processus de création. La répétition à l'identique est en soi un procédé de structuration. On voit bien ses dimensions, ici : le sujet assurant ou étant satisfait de la qualité de la reproduction peut à loisir la poursuivre ou l'interrompre. Il peut également resserrer ou étaler les répétitions. Mais il peut aussi, bénéficiant de l'exercice de sa mémoire, décider d'infléchir ses reproductions. Il peut pour cela, tout en étant contraint d'assumer la permanence de l'instrument, explorer de nouvelles conditions, voisines ou non de celles de son acte initial. Ces variations pourront aussi bien être guidées par quelques connaissances ou références antérieures, que par des protocoles exploratoires entièrement arbitraires, tout comme lors du premier stade instrumental. Un processus créatif d'un nouvel ordre peut alors s'installer dès lors qu'un enchaînement donné, prémédité ou fortuit se révèle *intéressant*. Plus essentiellement, l'ensemble de ces expériences peuvent être pour partie vécues mentalement sans nécessairement que leur contrepartie sensorimotrice soit effective. On peut considérer aussi que le sujet est à même – la question qui demeure étant alors : *jusqu'à quel point ?* – d'expérimenter par la pensée des situations concrètement possibles, mais sans les avoir effectivement vécues auparavant, de créer mentalement de toute pièce la contrepartie mentale d'une expérience sensorimotrice réelle avant même l'actualisation de celle-ci. Ainsi peut-on placer, en vis-à-vis dès ce niveau élémentaire, processus de création instrumental et processus de création mental, établissant entre eux un lien dialectique à la fois d'autonomie et de stimulation mutuelle.

Extension sociale

Au-delà des dimensions individuelles, et corrélativement aux extensions spatiale et temporelle de l'expérience instrumentale, une dimension sociale de partage et de transmission s'établit pour elle-même. Elle est déjà contenue dans le fait que plusieurs sujets présents simultanément peuvent être observateurs d'une expérience individuelle simple, ou que plusieurs sujets présents simultanément peuvent

interagir avec le même instrument, ou encore que plusieurs couples sujet-instrument peuvent expérimenter simultanément et s'observer mutuellement. Elle peut être prolongée par une démarche de transmission permettant à un sujet nouveau de reproduire l'expérience.
Il s'agit pour le nouveau sujet, l'instrument étant le même, d'y appliquer des conduites gestuelles telles que le phénomène sonore produit soit objectivement le plus proche du même. Toutes les réserves énoncées plus haut s'appliquent à cette situation. Mais, en prenant un raccourci, considérons qu'un tel résultat se produise. Il est possible d'affirmer, puisque c'est l'expérience perceptive qui le suggère et que c'est l'hypothèse faite, que le phénomène sonore ait été reproduit, mais en aucun cas que l'acte ait été le même, et encore moins l'ensemble de l'expérience mentale pour l'un et pour l'autre sujet à l'occasion de cette expérience instrumentale. Il est seulement possible d'affirmer qu'une mémoire subjective multiple existe à propos d'une même expérience, mais en aucune manière que la substance de chacune de ses inscriptions cognitives soit la même.

Il n'en reste pas moins que deux dimensions nouvelles du processus de création, *de la créativité*, peuvent se développer à partir de là.

L'une correspond à la transmission proprement dite, au cours du temps, et adresse en quelque sorte l'histoire et la culture. Sur cette première dimension peuvent se développer de nouvelles figures du couple permanence-variation. L'autre correspond à la pratique multiple, à la pratique en chorus, où un ensemble de sujets appliquent simultanément les mêmes conduites à des instruments identiques. Ceci suppose bien entendu que l'on puisse construire des instruments à l'identique, ce qui n'est dans l'absolu pas possible car, malgré toute la précision de l'observation et de la construction, des différences matérielles seront irréductibles. Il est néanmoins plus facile de faire en sorte et de vérifier que deux objets sont identiques, dans le cadre de l'expérience où on les implique, que de faire en sorte et vérifier que deux expériences de pensée le sont.

Ceci étant admis, un espace de créativité se présente dans ces circonstances où des similitudes, des variations, des différences, des oppositions peuvent s'installer sur

l'ensemble des objets et sur l'ensemble des actes. Ainsi peut-on présenter, toujours dans cette démarche allégorique, les conditions et la possibilité d'un processus de création instrumentale et d'une créativité instrumentale collectives. Ces conditions n'imposent a priori aucune structuration ou hiérarchisation des rôles en amont. L'émergence de situations d'expériences sensori-motrices collectives *intéressantes*, qui *font sens*, peut tout aussi bien ici résulter de processus d'auto-organisation. Ceci n'exclut bien entendu pas toutes les situations où tous les instruments, tous les vécus antérieurs sont différents et singuliers, ni, non plus, celles où l'expérience, le vécu et les objectifs de quelques sujets seulement dominent et s'appliquent par quelque processus de pouvoir et d'organisation sociaux et culturels.

Objectivation de l'expérience musicale - mémorisation objective

Nous l'avons dit, l'objet-instrument a sa permanence propre. Le phénomène physique qu'est le geste appliqué à l'instrument et le phénomène physique qu'est le son produit par l'instrument sont, quant à eux, temporels. Ce sont, l'un et l'autre, des événements, éphémères. Mais un ensemble de faits mentaux constituant une mémoire subjective de l'expérience instrumentale permet une reproduction et une certaine extension spatiale et temporelle de l'expérience créative. Néanmoins, l'expérience humaine comporte aussi celle de l'impossibilité de transmettre objectivement le contenu des expériences de pensée. Elle conçoit l'oubli ainsi que le besoin de son dépassement. Ainsi cherche-t-on des solutions pour donner, au-delà de la conservation de l'instrument, une permanence objective à l'ensemble des faits de cette expérience, qu'ils soient mentaux ou instrumentaux, idéels ou matériels. Et de telle sorte qu'à partir de cette mémoire objective, l'instrument étant supposé préservé, l'expérience puisse se reproduire et se poursuivre plus profondément.

Il faut alors qu'un nouvel objet, autre que l'instrument, entre en scène – un support de la mémoire. Il faut ensuite que cet objet dans sa fonction de mémoire présente des propriétés quantitatives, qualitatives ou structurelles stables, quasi immuables. Il faut encore qu'une correspondance soit établie entre les faits de l'expérience et

ces propriétés stables qui permette au sujet premier ainsi qu'à tout autre sujet, de reproduire au plus près l'expérience.
Se pose alors la question de la nature de cette correspondance, qui suppose à son tour d'une part l'identification des éléments à considérer du côté des faits à mémoriser, d'autre part les propriétés et circonstances structurelles qui leur correspondront dans le support. Il s'agit en substance d'une question fondamentale de représentation, au sens étymologique du terme de *présenter à nouveau*. Par ailleurs, se pose la question des procédés et du processus pour la réalisation effective de cette mise en correspondance. Et enfin une dernière question, également fondamentale, est celle des procédés de reproduction de l'expérience, du processus de "démémorisation".

Alliance avec l'espace : l'inscription

À la différence de l'art musical en général, les arts picturaux, sculpturaux et monumentaux sont autographiques, au sens donné par Nelson Goodman à ce terme [Goo68]. À ce titre, ils ne posent pas la question d'une mémorisation objective des faits de l'expérience de création, puisque leur résultat est par essence permanent. Là où le son et le geste sont événements fugitifs, la paroi peinte, la statue, le monument, sont objets matériels durables. C'est l'intemporalité de ces objets qui en a fait dès les origines de l'homme et de l'art, des supports pour la mémoire. L'art rupestre, l'art pariétal donnent à percevoir des propriétés visibles de la matière distribuée sur des surfaces. L'art sculptural et l'art monumental donnent à percevoir, et même à parcourir, des propriétés visibles distribuées en volumes et en structures spatiales. Ainsi, est-ce l'espace qui se propose ici à la fonction de mémoire, par sa vertu d'intemporalité.

C'est cette alliance avec l'espace qui correspond à la technique la plus ancienne et la plus universelle de mémorisation objective. C'est elle qui est en particulier au fondement de l'écriture. Des arts pariétaux à l'écriture, en passant par l'ensemble des arts picturaux, c'est-à-dire l'ensemble des techniques où des représentations s'étendent sur une surface, une technologie générale est en jeu : celle de l'inscription. Qu'il s'agisse de la tablette d'argile, du parchemin, du bois, de la pierre ou du papier contemporain, il faut un dispositif qui permette à la main de tracer, de graver,

d'imprimer, d'inscrire des marques sur ce support. Les techniques d'inscription sur support surfacique sont nombreuses et variées, mais elles impliquent toutes, jusqu'à l'invention de l'imprimerie, la main et un outil. Ce dernier est l'instrument de l'interaction propre au processus d'inscription.

Comme l'instrument de musique, l'outil d'inscription remplit sa fonction à travers des conditions imposées par la matière en général. Là où l'instrument de musique transforme une énergie mécanique (gestuelle) en énergie acoustique (le son), l'outil de marquage établit une relation entre un geste, par essence temporel, et une trace, en l'occurrence spatiale. Les technologies autorisant une telle transformation se distribuent elles aussi en catégories. L'outil peut être saisi, tenu, déposé. Il peut présenter différentes ergonomies. Il interagit de différentes manières avec la matière du support. Le stylet établit une interaction dure et ponctuelle, le pinceau une interaction souple et plus large, et tous deux se jouent d'un geste étale. Le stylet en roseau incise l'argile ; le poinçon, le sceau impriment la matière par pression ; le tampon rencontre le support à travers une surface, et l'on en joue en pressant ou en frappant, etc.

La technologie de l'inscription telle que nous la définissons ci-dessus n'est dépassée qu'à partir de l'imprimerie, et elle est bien sûr totalement transformée, extrapolée dans les technologies contemporaines, depuis l'électricité, l'électronique, le numérique et les technologies de l'information et de la communication. Elle n'est toutefois pas la seule manière de donner une contrepartie permanente à des faits temporels. On peut penser à des systèmes comme les tambours à picots, les cames, et encore plus en amont, dès l'Antiquité, les dispositifs comme ceux des ingénieurs alexandrins Ctésibios ou Héron d'Alexandrie, où c'est bien dans l'intemporalité d'une structure que se loge la temporalité, à déployer, d'un événement.

Mémorisation objective et processus de création

Restant pour l'instant sur ce cas de l'alliance avec l'espace, et sans aller plus en détail dans l'observation de ses variétés, on peut d'ores et déjà évoquer l'apparition prévisible de nouvelles dimensions du processus de création, au titre de la mémorisation objective en général. Tout d'abord, on l'a vu au passage, les faits à

mémoriser peuvent être objectifs, tels que le sont les phénomènes physiques relatifs à l'interaction mécanique entre l'instrumentiste et l'instrument, ou subjectifs, comme l'ensemble des expériences mentales liées à l'action, à la perception, puis à la cognition, que nous avons regroupé dans l'ensemble des éléments susceptibles de mémorisation subjective. Dans le premier cas, on peut imaginer des technologies déterministes mettant en œuvre des dispositifs de mesure, de transduction et d'adressage des successions de phénomènes se développant dans le temps à des sites s'étalant dans l'espace. La mémorisation objective pourrait alors être qualifiée de mécanique, au sens où elle est affranchie de toute intervention interprétative du ou des sujets. Dans le second cas, le processus de mémorisation objective fait nécessairement intervenir le sujet humain dans les différents aspects de l'identification des éléments et de l'exécution de l'opération de mise en correspondance avec les traces. Le processus est nécessairement, à un moment ou à un autre, manuel. Dans le premier cas, de plus, les mesures et transductions ne peuvent qu'être réductrices, et par ailleurs entachées d'erreur. Mais elles restent néanmoins objectives. Dans le second, les faits retenus peuvent être beaucoup plus proches de l'expérience de la pensée, mais susceptibles d'interprétations propres au sujet. En tout état de cause, ils sont tout autant sujets à réduction.

Quoi qu'il en soit, et avant même d'aller plus avant dans le développement de ce parcours du geste à l'écriture, on peut énoncer que le processus de mémorisation et de démémorisation, qu'il se fasse de manière manuelle et symbolique ou de manière mécanique, apparait comme un nouveau composant dans le processus de création en général, qui ne peut en aucun cas se réduire aux précédents. Il y a une spécificité du processus de création qui tient à cette fonctionnalité et, par conséquent, aux formes technologiques qui la servent. D'une part, les processus de mise en correspondance peuvent, on l'a vu, spécialiser, réduire, entacher d'erreur, suggérer des voix d'interprétation, oublier, inventer, interpoler, extrapoler les phénomènes (encore une fois, que ceux-ci soient mentaux ou matériels). D'autre part, le support lui-même porte ses propriétés intrinsèques et ses formes de présence à l'expérience. Ainsi peut-il s'établir une situation d'expérimentation en soi entre le sujet et le support, conditionnée par les propriétés de celui-ci et des modes opératoires de sa manipulation. Cette situation peut alors constituer un processus de création, avec les

mêmes figures que celles mises en lumière à propos de la créativité instrumentale. Le processus de création sonore est alors en quelque sorte pratiqué par procuration à travers les conduites appliquées au support et aux représentations qu'il porte.

Le processus de création global s'incrémente ainsi de nouvelles dimensions, ne serait-ce que par le fait que les conduites applicables au support et les conduites applicables à l'instrument sont de natures totalement différentes. Toutes ces conditions interviennent à part entière dans le processus de création, en plus (voire en dépit) de l'expérience instrumentale, et peuvent à leur façon propre accompagner, compléter, susciter ou contrarier celles des faits de la pensée ou de l'expérience instrumentale seules. Il y a une dépendance dialectique forte entre l'exercice de l'expérience et le processus de création instrumentale, et celui de la mémorisation et de la démémorisation objectives des faits de l'expérience, que l'on s'intéresse à la partie mentale ou à la partie instrumentale de celle-ci.

Dans la partie qui suit, on s'attache en premier lieu à la question de la notation dans le cadre de la création musicale, s'appuyant sur les technologies et les fonctionnalités de l'inscription, pour aborder alors celle de l'écriture musicale.

L'écriture musicale

La notation musicale a donné lieu à des systèmes parfois complexes, inventés et expérimentés par diverses civilisations. Dès le XIXe siècle avant notre ère, les Babyloniens avaient élaboré une théorie et probablement aussi une notation musicale [Abr01]. On trouve aussi des systèmes syllabiques dans des idéogrammes chinois de plus de 2500 ans avant JC. Citons également la chironomie, dont il sera question plus loin, procédé qui permet aux chefs de chœur d'indiquer aux choristes l'intonation d'une ligne mélodique à l'aide de gestes précis [Abr, *ibid*]. Déjà connue à Sumer et en Égypte, cette pratique est surtout associée à la Grèce puis à la musique byzantine. Il faut également mentionner les tablatures qui représentent la musique de manière graphique en figurant la position des notes sur un instrument.

Une partition de musique remplit manifestement la fonction de mémoire objective pour les faits musicaux puisqu'elle permet à un, et même à une multitude d'instrumentistes, de produire et reproduire une séquence sonore de manière similaire, on pourrait dire à l'identique selon des critères consensuels établis. Par ailleurs, elle met précisément en œuvre un support dont c'est l'extension spatiale (la surface) qui porte les représentations et assure la fonction de permanence temporelle. Ecrire une partition est manifestement un acte de création, ne serait-ce que de la partition elle-même, comme l'est l'art de l'écriture en soi, mais c'est aussi un acte de création musicale dès lors que la partition est jouée et que se produit le phénomène physique ultime qu'est le son à percevoir. Au-delà de cette circonstance, l'écriture musicale est-elle seulement un cas particulier de l'écriture ? On posait la question en introduction : existe-t-il une notion d'écriture qui soit générale, de portée universelle, dont l'écriture langagière, par exemple, serait elle aussi un cas particulier ?

Il faut observer que la notation sur laquelle l'écriture musicale s'appuie, y compris dans ses formes contemporaines, ne constitue pas la seule solution au problème de la mémorisation objective pour la musique. Les tablatures en particulier constituent une forme de notation. Couramment utilisée aujourd'hui pour la guitare, l'accordéon, ou encore la batterie – on ajoute parfois de manière très académique «permettant d'en jouer sans connaître la musique» – son principe et son usage sont déjà anciens. En Europe, on en trouve des exemples pour le luth, dès 1450, en France, en Allemagne, en Italie. Son principe est d'indiquer ce que l'on doit faire sur l'instrument pour jouer une musique. Il s'agit donc bel et bien d'une représentation des actes à effectuer, s'appuyant par ailleurs sur des formes de représentation graphique de type analogique, iconographique de l'instrument ou du moins de certaines de ses parties, ainsi que de la main ou du geste lui-même. Une tablature indique où l'on doit placer ses doigts sur le manche du luth ou de la guitare, sur quelle corde et entre quelles frettes. Anne Veitl remarque que «*(...) les notations par tablatures ont constitué historiquement la grande alternative à l'écriture conventionnelle sur portées. Très lié à l'importance grandissante, à partir du XVIe siècle, de la musique instrumentale par rapport au répertoire vocal, ce mode de notation écrite a été ensuite abandonné par les compositeurs de musique savante, pour ne surtout subsister au XXe siècle que dans les pratiques musicales populaires*» [Vei07]. Joël Dugot, musicologue,

luthier d'art et spécialiste de la musique ancienne dit par ailleurs que «*L'avènement de la tablature se pose comme un événement unique dans l'histoire de la musique instrumentale. Elle constitue une tentative d'écriture musicale parallèle à la notation traditionnelle abstraite. L'intérêt capital de la tablature est en premier lieu son caractère concret qui donne en une vision réaliste, une sorte de synthèse entre la technique et la musique*» [Dug11].

Mais ce qu'il faut considérer avec attention, c'est que la notation musicale n'est pas née de la pratique instrumentale, mais des nécessités liées au chant, à la pratique vocale pour n'intégrer celles de l'instrumental que plus tard. L'incidence de cette origine n'est certainement pas à sous-estimer.

Notation, puis écriture musicale

Marie-Elizabeth Duchez [Duc83] explique, dans les travaux sur lesquels s'appuient les développements qui suivent, que le dépassement des limites de la mémorisation subjective et de la transmission orale de la musique est précisément la question qui était posée et qui a conduit, entre le IXème et le XIème siècle, en Occident, à l'apparition de la notation musicale. Elle se posait en particulier pour la mémorisation et la transmission du chant liturgique opérée jusque là par transmission orale. Or la transmission orale n'est possible que si l'émetteur et le récepteur sont en présence l'un de l'autre, donc coïncident dans l'espace et dans le temps, et d'autre part, elle dépend des capacités de stockage de la mémoire. Il pouvait s'agir de mémoriser des répertoires entiers de chant.

Une première manière d'amplifier la mémorisation s'est mise en place en associant aux textes liturgiques des signes placés au-dessus du texte à chanter, les neumes. Les neumes sont des indications graphiques représentant un son ou plusieurs sons dissociés dans un dessin mélodique. Ils réunissent deux pratiques indicatives antérieures, l'une d'ordre gestuel, le signal chironomique de la tradition orale de la musique, «*suggérant la démarche continue du geste vocal* » [Duc83], l'autre d'ordre linguistique, le signe fragmenté de l'accentuation latine. Le geste chironomique est un mouvement de la main qui tente de traduire les mouvements de la voix. En particulier, il associe les sons graves à une position basse et les sons aigus à une

position haute de la main. L'évolution entre ces positions suit celle de la mélodie, dans une correspondance de dynamique entre la rapidité du changement mélodique et celle du mouvement de la main. Une des origines de l'utilisation du terme «hauteur» pour qualifier un son dans sa position entre le grave et l'aigu est ici. M.E. Duchez en explique par ailleurs le caractère en partie conventionnel, en partie lié à une analogie ressentie entre la tension dans le geste vocal et l'effort pour s'opposer à la pesanteur. La relation entre les deux termes est effectuée d'ailleurs bilatéralement car le geste chironomique provoque en lui-même une prise de conscience de la motricité vocale par intériorisation des actions sensori-motrices.

Le geste chironomique correspond en lui-même à une première étape de représentation : représentation spatio-temporelle d'un phénomène acoustico-temporel. Les dimensions temporelles sont isomorphes, mais la correspondance attribut mélodique et hauteur de la main est pour partie conventionnelle, pour partie analogique. Une correspondance forte entre les deux derniers réside dans le fait qu'ils soient l'un et l'autre des continuums. Entre le geste chironomique et les neumes s'établit un second ordre de représentation, cette fois véritablement spatio-temporel, puisque les neumes sont des inscriptions graphiques réalisées avec une plume. La relation grave-aigu, après s'être transposée en relation haut-bas de la main est alors transposée en relation haut-bas de la feuille (si tant est que celle-ci soit disposée verticalement !). Et le déroulement du temps est porté par l'évolution de gauche à droite du tracé. Mais une autre circonstance se présente en plus, qui associe le plein et le délié à la dynamique de la voix. Il ne s'agit pas à proprement parler d'une représentation de l'intensité, mais d'une dynamique globale de l'émission vocale combinant intimement la vitesse et l'intensité, comme dans beaucoup de mouvements gestuels. Cette circonstance fait écrire à Don Cardine (cité par M.E. Duchez, *ibid*) que les neumes sont des «*gestes écrits* » où «*le ductus de la plume suit le ductus de la voix* ».

Dans ce geste d'écriture, on retrouve, tout en étant très éloigné du geste instrumental musical, certaines parentés lointaines à travers des traits de dynamique, d'effort et d'espace, ainsi que dans le rôle matériel de la technologie en jeu : la plume avec sa souplesse, le papier avec la nature de sa surface, l'encre avec son intensité et

sa fluidité… Sur ces aspects là, les neumes sont imitatifs et participatifs : le geste évoqué montre ce qu'il faut faire. Du second aspect, lié au fait que ce qui est noté est non seulement vocal, mais chanté, c'est-à-dire porté par (ou portant) un texte, ressort un parallélisme quasi total entre la description verbo-grammaticale des variations mélodiques et de la notation neumatique.
Ceci établit un lien fort entre cette origine de la notation musicale occidentale et les structures linguistiques, les structures propres à la langue latine en particulier : la place de l'accentuation dans les mots, leur structure, le discontinuum abstrait du mot et son rôle fonctionnel dans la phrase ; mais aussi à la linguistique en général, avec, en l'occurrence la représentation d'une première échelle du temps par un parcours spatial de gauche à droite, puis d'une seconde, de haut en bas.
Mais les neumes sont imprécis. Ils constituent plus un aide-mémoire qu'une instruction. Entre cette notation objective et l'objectivité du phénomène subsiste une large place d'indétermination. Advient alors ici la nécessité d'une représentation mentale théorique intermédiaire entre la musique et sa notation.

En effet, une des idées fondamentales du travail de M.E. Duchez est de présenter la rationalisation, ici dans le cas de la musique, en premier lieu comme réponse à une nécessité d'économie mnésique. Rationaliser, c'est identifier un petit nombre de principes descriptifs portés par leurs rapports, leurs relations, leurs régularités. Mémoriser une règle et ses conditions d'application exige moins d'effort que mémoriser un phénomène dont elles sont la manifestation. Certaines indéterminations sont, en conséquence, éliminées. Mais ce que M.E. Duchez met plus particulièrement en évidence, c'est que la rationalisation de la musique n'est pas le fait de la pensée ou de la notation, mais de la pensée ET de la notation en relation, de la recherche d'une complétude et d'une univocité de la notation. La mémoire rationnelle que Bachelard appelle «*mnémotechnique bien organisée* » est construite par la rationalité de ses représentations matérielles en même temps que ces dernières s'élaborent sous le mouvement rationalisant de la pensée [Duchez, *ibid*]. Dans cette idée se trouve une des figures de la dialectique dont le présent travail se réclame, entre l'élaboration du processus créatif et les conditions matérielles, voire technologiques de son existence. Les conditions matérielles de la notation pour la musique sont jusque là, comme pour la notation langagière, celles de l'inscription,

comme nous l'avons évoquée plus haut. Une surface, des ustensiles de marquage et des gestes opératoires spécifiques sont en jeu. Leurs propriétés matérielles sont déterminées d'une manière générale par les propriétés de la matière et de manières particulières par des conditions spécifiques propres à chaque situation.

On peut alors observer les conditions qui sont faites par les technologies de l'inscription spatiale au processus de création, de manipulation et d'interaction avec les représentations. Tout d'abord, le support surfacique est proposé au geste d'inscription et au parcours visuel. Incidemment, il y a une dissymétrie entre l'inscription et la restitution. Le geste d'inscription se développe nécessairement dans une temporalité, conduisant à l'inscription d'entités plus ou moins étendues, du point, dans le cas du stylet, à la surface comme dans le cas du tampon ou des sceaux-cylindres de la période d'Uruk et du traçage par lignes ou du marquage se distribuant dans les deux dimensions de la surface. La lecture, quant à elle, n'est soumise à aucune contrainte de temporalité ni de continuité topologique. Le temps s'écoule et l'espace s'étale.

Il résulte de cela deux faits importants :
- d'une part, si le temps est constitutif de l'acte, indépendamment de ce que l'acte lui-même représente, ce temps peut être ré-expérimenté par procuration dans la lecture, d'une manière totalement libre. Des actes peuvent être lus à l'inverse de leur chronologie, des actes temporellement séparés peuvent être perçus dans une simultanéité, des durées étalées peuvent être ramassées en instantanés, etc.
- D'autre part, et inversement, l'espace, dans la lecture de sa bidimensionnalité topologique, peut être porteur de représentations de relations structurelles générales, à travers des lignes et diagrammes. Il faut ajouter à cela tous les attributs visibles de ce qui peut être inscrit (lignes, formes, contours, couleurs, textures, etc.) avec leur propriétés d'ordre, de catégorisation, de dissociation, de fusion, etc. ; ainsi que la capacité de la perception et de la cognition visuelle à repérer ou apprendre à repérer des métriques, des relations, des rapports entre les formes inscrites.

L'inscription picturale se spécialise tout particulièrement quand elle passe de la représentation iconographique à la représentation idéographique, comme dans

une partie des hiéroglyphes. Elle se particularise encore plus lorsqu'elle passe des idéogrammes à l'écriture langagière, où quelle que soit la convention, le parcours de lecture se fait de manière contrainte, dans une direction et selon un balayage fixes.

La notation musicale par les neumes, en s'élaborant par dessus l'écriture langagière, a donc d'office écarté un certain nombre de possibilités offertes par l'inscription. Elle a en particulier établi cette structuration de l'espace du support en associant le temps à la dimension horizontale, puis l'attribut mélodique du son à la dimension verticale, à la hauteur. Mais plus, elle a associé la structure du fait musical à une structure temporelle et conceptuelle correspondant à l'expression langagière. La rationalisation qui a suivi s'est appuyée sur les potentialités picturales pour supporter une conception des relations, des rapports de « hauteurs», des rapports de durée et sur une rupture des continuum, c'est-à-dire la représentation des quantités continues par des entités discrètes, des ratios, des nombres, éliminant ainsi tout ce qui «*tombe entre les marques* », qu'il s'agisse des durées ou de la mélodie, on encore, de tous les aspects transitoires et fugitifs dans la matière du son. Et elle s'est développée alors sur la construction progressive d'une (de) théorie(s), ou d'une théorisation de la musique à travers sa rationalisation. M.E. Duchez insiste, dans son travail, sur ce fait, que la rationalisation du fait musical, minimisant l'effort de mémorisation ainsi que celui de la transmission pédagogique, ne fut possible que dans et par la rationalisation théorique. Hugues Dufourt relie cette rationalisation à une soumission de «*l'oreille à l'emprise du regard*». «*L'œil admet l'oreille aux disponibilités relationnelles encloses dans la sphère des sons (et l'introduit) dans l'espace des opérations et des fonctions.*» [Duf91].

Étapes du rapport instrumentalité / écriture avec les nouvelles technologies

Duchez montre ainsi que le mouvement de l'abstraction qui a conduit à l'écriture musicale est parti de l'intériorisation des actes sensori-moteurs concrets du chanteur, mais qu'il s'est poursuivi dans des cadres logico-mathématiques qui ont eu pour

fonction de mener jusqu'au bout la conceptualisation abstraite. L'écriture musicale est cette alliance de la notation et de la théorie, elle a permis de substituer le signe au concept et au percept, et ainsi de substituer le raisonnement à l'expérience agie et sentie. Dufourt met quant à lui en avant la «*valeur inductive du signe graphique*». Il considère que «*L'écriture est le premier des artifices et que les artifices d'écriture conduisent à de nouveaux modes de pensées (...)*»». Il souligne par ailleurs que l'écriture fonde la possibilité d'une histoire. (*ibid*).

Mais à travers la rationalisation et la théorisation, termine E. Duchez, «*le Musicus perdra une partie de son savoir empirique et de sa perception finement différenciée ; la pensée rationnelle remplacera ceux-ci par une notation précise, mais durement assujettissante (...). Ainsi, les notions musicales et les caractères différentiels dégagés, d'une part sont adaptés, avec plus ou moins de pertinence, des connaissances théorico-musicales de la transmission antique ; d'autre part, ils sont en même temps choisis par la perception (qui exerce elle-même un début d'abstraction) à partir d'un point de vue dominant dans cette perception : ce choix laisse donc en dehors de la théorie musicale et de la notation une partie moins nettement perçue du phénomène musical (le timbre, l'attaque), qui disparait pour des siècles de la pensée musicale consciente et rationnelle.*» [Duc83].

La Musique concrète, un art autographique

L'enregistrement sonore, dont on doit les premières technologies à Charles Cros ainsi qu'à Thomas Edison en 1877, vient comme une réparation face à cette disparition. Et en effet, le phénomène sonore, l'un des trois protagonistes de l'expérience instrumentale élémentaire, aux côtés de l'instrument et du geste instrumental, trouve ici le procédé et le support de sa mémorisation objective. Le cylindre de cire d'Edison, les disques à sillons gravés de Berliner ou, plus tard, la bande magnétique (1931), concrétisent, dans une mise en correspondance mécanisée, objective et non interprétative (bien qu'en général réductrice), une alliance entre le temps du phénomène et un espace pour le représenter. Avec le magnétophone, le phénomène sonore traverse deux transductions (acoustico-électrique, puis électro-magnétique), et son temps vient s'inscrire sur l'espace de la bande qui défile à une vitesse fixe et régulée définissant le rapport

entre la distance parcourue et le temps écoulé. La bande magnétique est un objet et sa (relative) stabilité lui confère la fonction de mémoire objective. La réversibilité du procédé assure la possibilité du retour au phénomène sonore.

L'enregistrement sonore rend réalisable le renouvellement d'une «perception finement différenciée» des sons d'une même expérience instrumentale, associée par exemple à une partition musicale si cette expérience est une interprétation. Mais il le rend également possible à propos de toute expérience d'écoute, de sons musicaux ou de sons quelconques. Du coup – on en doit le concept à Pierre Schaeffer [Sch66] – le phénomène sonore a pu devenir «objet sonore» ; objet non pas en tant qu'objet physique, mais en tant qu'entité qui conserve sa substance et son identité en toute indépendance des sujets qui en font l'expérience cognitive.

Pierre Schaeffer et toute son école de la Musique concrète ne se sont pas arrêtés en chemin puisque cette circonstance à été le point de départ d'un renversement : dès lors que tout phénomène sonore a pu être objectivement mémorisé, il est devenu potentiellement objet d'intérêt. De la certitude de pouvoir la renouveler à l'identique, toute expérience d'écoute a pu être considérée comme possiblement musicale. Plus fondamentalement, l'alliance objective temps-espace opérée à travers l'enregistrement magnétique sur bande a permis un nouveau mode de création musicale, une nouvelle catégorie de processus, celui précisément de la Musique concrète, pour le coup en rupture radicale avec l'expérience instrumentale aussi bien qu'avec l'écriture musicale.

La bande magnétique enregistrée a en commun avec la partition le fait que le temps y est représenté par l'espace (de manière inaccessible à la vision toutefois). De ce fait, la manipulation de l'espace de la bande est une manipulation du temps «par procuration», à partir des conditions propres à l'espace impossibles dans le temps, comme l'inversion du sens de parcours, le rappel et la répétition, le raccourci ou l'allongement, la mise en présence d'éléments éloignés, etc. Ces opérations sont autant d'éléments syntaxiques du mode opératoire de la Musique concrète.

Mais la Musique concrète ne s'écrit pas ! Elle peut se décrire graphiquement, des partitions d'écoute, des acousmographies [Ter97] peuvent être élaborées *a posteriori*, donnant un pendant graphique expressif, juste, explicitant finement les enchaînements et les structurations sonores. Mais ceci ne possède pas de fonction prescriptive qui est

l'une des propriétés de l'écriture telle que E. Duchez l'a expliquée : les acousmographies ne permettent pas de déterminer de manière univoque tous les aspects d'une séquence musicale à construire.
Là où l'écriture musicale s'arrête commence la méthode de la Musique concrète, mais malheureusement la proposition s'inverse : la Musique concrète ne peut englober tout ce que permet l'écriture musicale. La musique était jusque là allographique [Goodman, *ibid*], ce qui était sa force et sa limite, la Musique concrète est autographique, ce qui est également sa force et sa limite.

L'une et l'autre ont en commun qu'elles ne sont à même d'écrire ni le timbre ni le geste.

La synthèse numérique permet de prescrire le timbre

L'arrivée de l'ordinateur à l'issue de la seconde guerre mondiale, la théorie de la communication, le numérique, l'informatique constituent une révolution technologique d'un nouvel ordre après les révolutions de la maîtrise de l'énergie, l'électricité, l'électronique, s'étalant sur les deux siècles précédents. Pour la musique, la Synthèse sonore et la Composition automatique ou la Musique algorithmique, à peine dix ans après la Musique concrète, sont également des bouleversements. Si l'on pouvait il y a quelques lignes commenter au passage le fait que les notions d'instrument et d'expérience instrumentale disparaissent de la scène avec le magnétophone, il faut ici commencer en énonçant qu'avec l'ordinateur, le nombre est premier et l'instrument perdu à l'infini. Le problème, avec l'informatique pour la musique, est très exactement symétrique de celui de l'écriture où le *ratio* vient grillager le *Musicus*. Ici la grille est ; grille du symbole et des opérateurs binaires, du temps *topé*. La mémoire objective est, également, en premier lieu. Il s'agit alors plutôt, en sens inverse, de leur donner corps et présence dans le monde de nos sens, d'appliquer le nombre au sensible, de donner à la mémoire objective une raison de mémoriser.
La synthèse numérique du son part d'une rationalisation *a priori* qui est celle des représentations mathématiques du signal, entre autres avec l'analyse de Fourier. Et son premier problème est alors la conversion de processus et données numériques en phénomènes sonores.

La synthèse numérique a été inventée en 1957 par Max Mathews, chercheur en acoustique aux Bell Telephone Laboratories (à Murray Hill, New Jersey). C'est dans cette compagnie spécialisée dans les techniques de télécommunication qu'a en autres été inventé le transistor (1947) et que Claude Shannon a formulé sa «théorie de l'information et de la communication» (1948). Max Mathews, directeur du *Behavioral Research Laboratories* au sein des *Bell Labs* invente, aux côtés de John Pierce et Newman Guttman, une technique efficace pour synthétiser et enregistre des sons avec un ordinateur numérique [Bau12]. En 1957, Guttman produit *In the Silver Scale* et *Pitch Variations* à l'aide de Music I, le premier logiciel de synthèse numérique conçu par Max Mathews et qui, après une série de perfectionnements deviendra Music V, à l'élaboration duquel collabore également J. Miller, F. Moore, J. Pierce, et J.-C. Risset [Mat69]. Il s'agit là du premier formalisme de représentation fonctionnelle de production du son.

On pourrait ainsi dire qu'avec la synthèse numérique du son, de même d'ailleurs qu'avec la composition automatique, la formalisation logico-mathématiques, la conceptualisation abstraite, qui fondaient l'écriture, sont en amont de tout et de toute l'expérience sensible. Il n'en est évidemment rien, car le signal sonore, les règles du contrepoint et de l'harmonie glissées dans le programme de génération automatique de l'*Illiac Suite*, en 1956 par Hiller et Isaacson [HI59], sont eux-mêmes les abstractions de plusieurs siècles d'expériences, d'analyses, de création. Jusqu'au moment où, toutefois, l'émancipation se réalise et où le principe de création reprend tous ses droits. Alors, du formalisme du signal on ne garde que le fait qu'il peut être construit, de l'harmonie et du contrepoint on ne garde que le principe d'adopter des règles pour construire la structure musicale. Le principe de la règle devient plus important que la règle elle-même.

Le langage Music V a des descendants, comme Csound, de Barry Vercoe (1973), dont le précurseur était Music 360, ou le très populaire PureData de Miller Puckette. Mais ce dernier, par exemple, n'apporte rien de nouveau aux fondements donnés dans Music V, si ce n'est une ergonomie d'utilisation par le graphique. Music V, et plus généralement le paradigme pour la création du son qu'il représente, sont assurément des moyens de prescrire le son dans ses attributs fins, pour une «perception finement

différenciée». Jean-Claude Risset, chercheur et compositeur, collaborateur de Max Mathews non seulement dans l'élaboration de Music V, mais dans l'exploration de ses potentialités, éditait en 1969 un «catalogue de sons» décrits dans le langage Music V [Ris69b]. «*Autrement dit, Jean-Claude Risset a utilisé Music V pour effectuer par des notations écrites ce qui caractérise l'activité de composition musicale : structurer des événements sonores qui adviennent, durent et cessent et plus généralement composer des transformations temporelles incessantes*» [Vei09]. Ce n'est pas le son qui est décrit dans ces inscriptions, mais le programme intégral qui en réalise la production rigoureuse par synthèse. Il en est ainsi tout autant dans la méthode de synthèse par modulation de fréquence inventée par John Chowning, où de manière encore plus «synthétique» et condensée, c'est tout un processus d'engendrement de la texture sonore intime qui se niche dans la structure étonnamment simple et épurée du diagramme de modulation de la fréquence d'un oscillateur [Cho73].

C'est une première historique. Pour la première fois en effet, dans l'histoire de la musique, et dans l'histoire tout court, est réalisée une description textuelle, dans un langage intégralement spécifié du processus qui engendre le son. Tous les sons, par principe, peuvent être produits par cette méthode de synthèse, leur processus d'engendrement étant décrit exhaustivement, ils peuvent être aussi reproduits à l'identique, indéfiniment. De plus, le procédé présente ce que Veitl appelle un caractère «*performatif*» [Vei07]. Ce caractère a comme condition nécessaire cet autre caractère que nous avons appelé plus haut *prescriptif*. Mais il y ajoute la réalisation de l'exécution, de la performance, de manière «mécanique» – terme un peu anachronique dans un tel contexte, mais à comprendre dans le sens où cette performance s'effectue par le dispositif technologique, sans passage par l'humain. L'importance de ceci n'est certainement pas dans le fait de se passer de l'humain, mais dans celui d'une exhaustivité et de la biunivocité absolue qui s'établit alors entre ce qui est inscrit et ce qui est produit.
S'agit-il véritablement d'une écriture ? L'écriture a-t-elle enfin réussi à intégrer la dimension du son lui-même dans le détail de ce qui fait sa finesse et sa richesse ? Ici se trouve probablement une limite à la pertinence non seulement du terme, mais du fait de recourir trop systématiquement à un terme unique, un terme idole, pour

tenter d'unifier la réalité, l'expérience, la créativité. Comme on l'a déjà vu, le terme écriture est composite, alliant les notions de notation et de théorie (musicales). Un autre dédoublement de son sens se produit selon le descriptif et le prescriptif, comme on l'a vu à propos des acousmographies. Et en effet, si une acousmographie est impropre à prescrire une séquence sonore, mais riche à la décrire pour accompagner son écoute, les «*partitions*» en Music V, comme les appelait Max Mathews lui-même, sont rigoureusement prescriptives mais ne permettent en aucune manière, même avec l'apprentissage le plus poussé, d'imaginer les sons auxquels elle renvoie d'une simple lecture. Il n'existe pas d'écoute mentale liée à l'analyse d'une partition Music V comme il peut exister une écoute mentale liée à la lecture d'une partition traditionnelle. Enfin, que faut-il faire de la différence évidente entre le prescriptif et le performatif, entre lesquels se situe par exemple l'interprétation, qui est en soi un processus de création ?

La psychoacoustique - un pont nécessaire entre la production et la perception

La synthèse numérique du son est un procédé de production du phénomène sonore. Comme lorsque celui-ci résulte d'une action gestuelle appliquée à un instrument, deux espaces distincts sont en présence : celui des processus qui le produisent et celui des perceptions qu'il stimule. La description d'un algorithme de synthèse peut être une prescription de celui-ci, mais en aucune manière une description du phénomène qu'il produit et encore moins de la perception qui en résulte. Pas plus que la description aussi précise soit-elle d'un instrument et des conduites qu'on lui applique ne peuvent être une description de la musique que l'on doit entendre. C'est là toute la différence entre une tablature et une partition musicale. On pourrait ainsi dire qu'une «partition» Music V est plutôt une tablature. De ce point de vue, la création sonore instrumentale et la création sonore par synthèse numérique sont sur un pied d'égalité. Mais alors que dans le processus de création instrumentale, l'instrument étant donné, la relation entre les actes et leurs conséquences sonores est la substance même de l'expérience, la relation entre ce que l'on doit entendre et ce qu'il faut faire pour l'entendre s'établit dans l'expérience même. L'instrument s'incorpore à l'instrumentiste pour qui il suffit, s'il est bien entraîné, de penser le son ou de le lire sur la partition pour que ses actes se conforment aux nécessités de sa production juste.

Avec la synthèse, la relation n'est pas et ne peut devenir aussi immédiate. Les gestes appliqués à un clavier alphanumérique ne sont pas instrumentaux, leurs liens avec les processus algorithmiques sont abstraits. De fait, les actions gestuelles sont écartées en tant que telles de l'expérience. Seuls leurs résultats au niveau de la spécification des algorithmes entre en ligne de compte. Ainsi, dans le processus de création sonore par synthèse, la relation s'établit entre trois termes : la prescription des opérations algorithmiques (avec le langage Music V par exemple), un résultat en termes de signal numérique produit, et la perception de celui-ci après sa conversion numérique-analogique et sa projection sonore à l'aide d'un transducteur électro-acoustique. La relation entre la prescription des opérations algorithmiques et le signal, même si elle n'est pas toujours aussi facile, revient à l'apprentissage et à l'application correcte d'une syntaxe. La relation entre les propriétés du signal telles qu'elles peuvent être mises en évidence et analysées à l'aide des outils de l'acoustique (l'analyse de Fourier entre autres), contrairement à ce que l'on imaginait du temps d'Helmholtz [Hel1868], et comme l'ont démontré Max Mathews, Jean-Claude Risset, David Wessel [Ris65] [Ris69a] [RW82], dès les débuts de la synthèse n'est ni simple ni univoque. Il faut un pont entre les descripteurs et les paramètres objectifs du phénomène physique qu'est le son d'une part, et les attributs de leurs conséquences perceptives d'autre part.
Ainsi, le processus de création musicale par synthèse inclut la psychoacoustique comme maillon nécessaire d'une boucle opératoire qui relie l'action au résultat, le poïétique à l'esthésique [Nat87], les paramètres physiques aux paramètres perceptifs.

Là où le geste s'appliquait à l'instrument et où l'on cherchait des moyens de représentation et mémorisation, mentale ou objective de chacun d'eux, en complément aux représentations et mémorisations mentales ou objectives du phénomène sonore, la question ne se pose plus. Les outils de synthèse sonore numérique sont du côté de l'écriture en ce sens, comme l'a dit Jean-Claude Risset, qu'ils permettent non plus seulement de composer les sons entre eux, mais de composer le son lui-même, dans sa substance [Ris91]. Ce sont des écritures prescriptives. Néanmoins, ce ne sont pas, à la différence de l'écriture classique, des écritures descriptives qui peuvent soutenir une acquisition mentale directe et in abstracto du contenu musical.

Mais surtout, là où la Musique concrète sacrifie le prescriptif à la préservation des finesses de la substance sonore, la synthèse gagne la prescriptibilité intégrale de la matière du son et sa performativité, mais ne sauve pas pour autant l'instrumentalité.

Conditions de survie de la créativité (musicale)

Or il n'est pas certain que la créativité musicale puisse survivre à ces sacrifices. Comme il n'est pas certain que le fulgurant développement du temps-réel, vingt ans après l'invention de la synthèse, qui restitue au moins, de la situation instrumentale, l'immédiateté de la relation entre l'acte de production et le résultat sensible, ni que le développement débridé de «l'interactivité» sous tous ses visages ou encore des interfaces de contrôle et autres tablettes tactiles dans tous leurs usages garantissent ce qui, dans l'instrumentalité, est nécessaire à la créativité musicale. Faut-il préciser que ces dernières sont parfois encore moins convaincantes pour ce qui est de la créativité en temps méditatif ?

Quant aux méthodes et aux environnements informatiques qui s'attachent aux aspects formels de la structure musicale, dans la filiation riche de la composition algorithmique [Hil56], [HI59], [BAr65], [Hil69], puis des approches de la composition assistée par ordinateur (CAO) [Rio06], [Xen81] et enfin de la problématique générale des représentations de ces aspects formels de la musique [Ago98], auxquelles nous ne rendons pas suffisamment justice ici, ils constituent une extraordinaire extension de la rationalisation logico-mathématique de la musique commencée avec l'avènement de l'écriture. Ils introduisent de nouveaux outils et des perspectives sans antécédant historique sur la construction de la structure musicale à l'échelle de la macro-forme et représentent en ce sens un domaine réellement fondamental de l'Informatique Musicale. Néanmoins, on peut douter de la possibilité d'étendre cette rationalisation logico-mathématique jusqu'à la matière intime du son [Cad06]. La création de sons nouveaux tels que le permet la synthèse, de sons n'ayant fait l'objet d'aucune expérience préalable de perception, et plus, sans un acte physique engageant le geste et le corps, ne peut selon nous se faire totalement *in abstracto*. Il est difficile de considérer qu'ils puissent être créés par une description ou une prescription dans un langage quel qu'il soit, défini *a priori* à partir de seuls critères de cohérences syntaxique et historique, voir même perceptifs et cognitifs. La

filiation de la composition automatique et le développement, aussi poussé soit-il, des représentations musicales qui ne se préoccupent pas d'intégrer l'instrumentalité ne sont, de notre point de vue, pas à même d'offrir un cadre complet au processus de création musicale.

Diffraction de l'écriture dans le prisme des nouvelles technologies

Au cœur de la dialectique instrumentalité-écriture se joue un compromis particulier entre, d'un côté l'impossibilité de transmettre dans l'absolu l'expérience physique, sensorielle et mentale du sujet, en son moment et lieu singuliers, de l'autre la transmissibilité assurée, mais d'une réalité réduite, d'une part abstraite, d'autre part logico-mathématisée. L'écriture abstrait le temps, qui devient celui du parcours libre de l'espace par le geste suivant la chronologie de la pensée au moment de l'inscription, celui du parcours libre de l'espace par le regard, au moment de la lecture. L'écriture abstrait de l'engagement corporel qui produisait l'énergie physique du son, aussi bien à l'inscription qu'à la lecture ; et enfin elle abstrait de la perception pour ne garder que l'évocation mentale, dans un sens comme dans l'autre. C'est par l'abstraction que l'écriture ouvre de nouvelles latitudes au processus de création, en particulier en conséquence directe de ce que les énergies en jeu (mentales mais énergies tout de même) ont des ordres de grandeur sans commune mesure avec les énergies physiques, instrumentales.

Mais l'écriture opère une autre substitution, plus fondamentale : celle du signe au concept et au percept [Duchez, op. cit.]. C'est alors qu'aux côtés de la créativité instrumentale ou mentale s'ajoute une nouvelle forme de créativité, logico-mathématique. La représentation des phénomènes, percepts ou concepts liés à l'expérience musicale (entendons toujours par là l'expérience motrice et sensible) par des symboles et des nombres permet de développer, déduire, construire de nouvelles complexités par l'application de règles et d'opérations logiques et de calcul à ces symboles. La puissance de la créativité logico-mathématique tient à un principe d'économie d'un autre ordre que celui de l'abstraction : une règle coûte moins que toutes ses applications possibles. Mais un système de symboles et un système de règles qui y opèrent sont par principe et par nécessité finis ; ce qui fixe définitivement et indissociablement à la fois l'intérêt et les limites de l'écriture.

Il n'y a pas d'exclusive entre ces extrêmes. Bien au contraire, c'est leur conjonction qui porte la créativité dans sa forme la plus élaborée. Les espaces ouverts, parcourus, construits par la musique occidentale écrite et théorisée n'auraient certes pas pu l'être par la seule exploration instrumentale et performative. L'interprétation d'une partition, par ailleurs, est, à chaque exécution, un passage de l'abstraction écrite à une concrétisation sensori-motrice. Mais c'est aussi à chaque fois une création et une re-création instrumentales où naissent et re-naissent des expressions finement différentiées que l'écriture n'a pas notées mais qui, sans elle, ne pourraient être recherchées.

Mais, on le voit à travers l'intervention des développements contemporains de la technologie dans la musique, la notion même d'écriture subit une sorte de diffraction. Ce qui semblait un, naturellement, se présente comme multiple. La notation et l'écriture musicales classiques sont tout à la fois moyen de mémoriser objectivement pour transmettre, moyen de prescrire pour produire et re-produire, de rationaliser pour créer et re-créer, et aussi de décrire pour présenter et re-présenter. Ainsi, par exemple, pour qui a appris à lire la musique, compositeur ou instrumentiste, la partition est tout autant une représentation (re-présentation) de la musique qu'un moyen pour la re-produire (la jouer), rendant inutile le principe des tablatures. On a bien vu avec l'enregistrement sonore qu'il y a une représentation (au sens véritablement étymologique) du phénomène à destination de l'ouïe, on pourrait dire une représentation objective du phénomène objectif, mais qui, du coup, se substitue à, voir dispense, et même dissuade parfois de toute représentation mentale et de plus ne permet pas de prescrire. On a vu aussi qu'avec la synthèse, une re-production absolue est possible, mais ce qui est en représentation n'est ni le concept ni le percept ni aucun processus physique ou instrumental de quelle sorte que ce soit. En revanche, la rationalisation est totale puisqu'elle va chercher jusqu'au fond ultime de la représentation symbolique et du traitement opératoire que sont respectivement les digits et les opérateurs électroniques binaires.

En fait, la seule dialectique instrumentalité-écriture ne suffit pas pour éclairer la complexité et susciter la richesse du processus de création, en particulier dans ses relations avec la matérialité des outils et de la technologie. Elle est particulièrement féconde parce qu'elle permet de mettre en évidence une dualité fondamentale et

nécessaire entre le jaillissement créatif spontané et la créativité méditative. Plus que l'instrumentalité, c'est le fait qu'une créativité se réalise dans l'interaction corporelle, l'engagement sensori-moteur, la multisensorialité et toutes les conditions qui correspondent à une implication complète du sujet, avec toutes ses ressources, en un lieu, un moment, une situation qui font UN et singularité absolue. Toutes choses appelant légitimement et par elles-mêmes la nécessité de leur réédition et de leur partage. Et plus que l'écriture, c'est le dual du temps actif, du *Kairos* qui est nécessaire à la créativité dans le temps méditatif, le *Chronos*.

Cette dualité fondamentale se distribue selon plusieurs autres : celle du mental vis-à-vis du matériel, celle de l'expérience sensori-motrice vis-à-vis de l'abstrait, celle du rationnel vis-à-vis du réel[1]. Leurs différents pôles se combinent de plusieurs façons. Un processus mental est une réalité au même titre qu'un objet ou qu'une expérience instrumentale. Une réalité qui peut être rationalisée ou non. La rationalisation d'un processus mental peut garantir la possibilité de son extériorisation, de sa transmission et de sa mémorisation, mais la réalité du processus demeure en soi, avec sa part d'indicible irréductible tout comme toute réalité matérielle demeure au delà de toute mesure ou modélisation que l'on en peut donner. Une réalité mentale peut être sensorielle, et même sensori-motrice, mais elle peut être également abstraite, synthétisant un ensemble de sensations vécues en une unité a-modale, ou méta-modale, concentrant en un état poétique, émotionnel ou hyper structurel avec ses chronologies intégrées, mais sans temporalité, l'ensemble d'un vécu ou la source d'un «à agir». De la même façon, une réalité matérielle peut être sans que nous n'ayons jamais à la vivre ou à l'expérimenter.

(1) Il ne s'agit pas de l'opposition «réel-irréel», mais bien d'un vis-à-vis entre le rationnel et ce que l'on rationalise, à l'instar des nombres réels vis-à-vis des nombres rationnels, qui offre une métaphore parfaitement appropriée au présent propos.

Nécessités d'un ancrage dans l'instrumentalité et d'un dépassement de l'écriture

L'ordinateur, le rationnel matérialisé et opérant

Avec l'ordinateur, on l'a dit, par principe le nombre est premier et par construction il est matériel. Les éléments constitutifs des systèmes de la technologie numérique sont en effet des entités matérielles : des flux ou accumulations d'électrons, et leurs interactions dans les circuits conducteurs ou semi-conducteurs électroniques. À l'instar des cailloux (les *calculi*), ils sont la partie matérielle du concept de nombre ou d'état logique à travers les *digits* (les doigts de l'ordinateur). L'ordinateur est alors intrinsèquement une matérialisation de la rationalité. Mais lorsque les flux d'électrons s'influencent pour conduire à l'émergence ou au changement de l'état d'un *digit*, c'est l'opération, l'application d'une règle, aussi élémentaire soit-elle au départ, qui est elle-même devenue matérielle. Ainsi, l'ordinateur et la technologie numérique portent-ils une situation intrinsèquement et fondamentalement nouvelle, celle d'une représentation matérielle intégralement (et exclusivement) rationnelle et capable d'opérer, d'être performative par elle-même.

«Capable d'opérer par elle-même», à condition que les opérations à effectuer (en dispense de les exécuter) soient néanmoins intégralement prescrites, programmées. L'ordinateur opère mais il n'opère (exécute) que ce qui est prescrit et il faut prescrire tout ce qu'il doit exécuter. La matérialisation et la systématisation inhérentes à l'ordinateur mettent une frontière définitive entre la description et la prescription. On imagine bien, par exemple qu'il ne suffit pas de fournir à un ordinateur une instruction telle que «produire un son de trompette» pour qu'il s'exécute !

L'ordinateur et le monde - périphérie, transduction et conversion

Les technologies du calcul numérique peuvent être définies en elles-mêmes. Mais elles n'ont aucune utilité si elles ne sont pas environnées de dispositifs pour prescrire les opérations, ainsi que d'organes qui mettent ces dernières d'une manière ou d'une autre en interaction avec le monde, le monde humain et le monde matériel.

Les organes permettant la prescription (la programmation) et ceux permettant l'échange des *données*, données entrantes et résultats des calculs, s'appelaient *périphériques*. Issus du principe de la machine à *écrire*, augmentés de la production et du codage de signaux électriques, ils assuraient la communication par le moyen de caractères alphanumériques. Mais dès la synthèse sonore, d'autres formes, moins langagières et plus sensorielles, ont été mises en œuvre, portées par deux fonctions et technologies complémentaires, celle de la transduction et celle de la conversion. La transduction effectue une correspondance entre un phénomène physique d'une certaine nature, par exemple acoustique, et un phénomène physique d'une autre nature, par exemple électrique, en établissant une analogie dans les évolutions dynamiques de l'un et de l'autre. Quant à la conversion, elle est ici tout à fait essentielle, car c'est à travers elle que s'établit la correspondance entre la réalité d'un phénomène (par exemple un courant électrique dans un conducteur) et sa représentation rationnelle, par un codage en groupes de digits. Le convertisseur numérique/analogique inventé aux *Bell Labs* par Max Mathews et son équipe dans le milieu des années 1950 est bien cet organe essentiel, celui qui a permis la naissance de la synthèse sonore par ordinateur. Quand au transducteur électroacoustique, il s'agit tout simplement du haut-parleur, dont la technologie est plus anciennement connue (1877).

La chaîne conversion/transduction, qui va de l'ordinateur au monde physique peut être envisagée du monde physique au monde numérique. Le microphone est un transducteur acoustico-électrique, dual du haut-parleur. Le convertisseur analogique/numérique permet de donner une représentation numérique du phénomène sonore au sein de l'ordinateur.

Ce qui est possible pour le canal acoustique, entre le monde physique et le monde numérique, dans un sens et dans l'autre, l'est aussi pour d'autre canaux sensori-moteurs. C'est le cas pour le canal visuel, avec les écrans et les caméras. C'est moins facile pour le canal gestuel.

Notre laboratoire s'est attaché très tôt à cette question en travaillant sur la technologie des *Transducteurs Gestuels Rétroactifs* (TGR) et en créant plusieurs dispositifs permettant une interaction intrinsèquement bidirectionnelle entre un opérateur humain agissant de manière instrumentale et l'ordinateur [CF78],], [CLF81], [CLF84], [CLF88], [CFLC03]. Ainsi, les Transducteurs gestuels rétroactifs

introduisent la technologie spécifique qui permet, recevant des informations numériques de l'ordinateur, de convertir celles-ci en signaux électriques qui commandent les forces et mouvements produits par des moteurs électromécaniques. Ces moteurs placés au cœur des dispositifs sur lesquels s'appliquent les actions gestuelles servent alors à transmettre au niveau même de l'organe de manipulation de l'opérateur humain (la main, les doigts, etc.) une réaction mécanique entièrement contrôlable et source d'une stimulation tactile et haptique.

Après la synthèse sonore, la simulation multisensorielle interactive

Alors, si l'on environne un ordinateur de toutes les chaînes, dans un sens et dans l'autre, qui vont du sujet humain (par exemple celui que nous appelions naguère l'instrumentiste) aux calculs numériques qu'il effectue, on peut établir une interaction sensori-motrice et multisensorielle entre le sujet et le calcul. Dit ainsi, c'est abrupt ! En effet, que font une adition ou un multiplication dans nos oreilles, nos yeux et nos mains ? Quel geste effectuer pour réaliser une soustraction ? Ceci parait incongru… quoique ! Mais ce n'est pas notre propos principal pour l'instant.

Il y a bien sûr une distance d'échelle considérable entre les symboles et opérations élémentaires du calcul numérique et les éléments, même rationalisés à l'extrême de l'environnement humain, par exemple dans l'univers musical. Mais l'ordinateur environné de ses transducteurs et convertisseurs et programmé pour des opérations, certes en structures très complexes, à exécuter peut alors se présenter au sujet humain tout comme les entités de son environnement, c'est-à-dire susceptible d'être soumis à l'expérimentation, par exemple sensori-motrice, à l'instar de l'expérimentation instrumentale.

Si l'on parvient alors à prescrire les opérations à exécuter pour que tout se passe comme si nous interagissions avec un instrument, alors nous aurions, avant même de l'expérimenter, la garantie de la rationalité, de la mémorisation objective, de la possibilité de produire et re-produire, de créer et re-créer, de présenter et de re-présenter, de préserver et partager l'objet, les actions qu'on lui applique et les phénomènes qui en résultent… tout à la fois.

C'est à ce point précis qu'il faut bien se garder de rater une occasion : celle de prendre en toute légitimité et avec l'assurance qu'il s'agit du point de départ le plus

fondamental, la situation instrumentale élémentaire. C'est elle, en effet, qui recrute de manière complète au niveau le plus simple la multisensorialité, la bidirectionnalité sensori-motrice, la cohérence énergétique de la production à la perception. À partir de cette situation peuvent se construire toutes les autres, par complexification et aussi par simplifications et réductions spécifiques et différenciées. Mais jamais ne seront nécessaires des ajouts artificiels en cours de route, comme c'est souvent effectué dans de nombreuses quêtes actuelles d'articulation image-son, haptique-son, haptique-image ou encore, plus trivialement dans les stratégies ad hoc du collage multimédia où l'on a toutes les peines du monde à faire cohabiter des paradigmes, des formats et des représentations incompatibles et étrangers les uns aux autres.

Il ne s'agit pas d'abandonner le principe de la synthèse, mais bien au contraire de le généraliser, ce qui conduit vers celui de la simulation. Il ne s'agit plus seulement de synthétiser le son, en s'appuyant sur le signal qui le porte, l'analyse, la modélisation, la (re-)construction de celui-ci, mais de prendre comme objet à analyser, décomposer, recomposer : l'instrument. Plus généralement, il s'agit de considérer le son comme conséquence, comme effet d'une causalité et de déplacer les démarches de représentation et de modélisation de l'effet vers la cause, celle-ci étant, dans la situation instrumentale, l'instrument et le geste qu'on lui applique. Il faut pour cela réaliser une simulation à la fois multisensorielle et autorisant l'interaction sensori-motrice dès son niveau le plus simple.

Particule instrumentale élémentaire et formalisme de modélisation et simulation du monde instrumental

C'est cette transposition que nous avons introduite avec le principe de la création sonore par simulation des mécanismes instrumentaux [Cad78] [Cad79], qui a donné lieu par la suite au paradigme de la synthèse par modèle physique masse-interaction [CLF93]. Et là où il fallait prescrire un processus d'élaboration du signal sonore, il faut maintenant prescrire des algorithmes de simulation de l'intégralité du système correspondant à l'instrument, avec sa structure et ses propriétés physiques, ainsi que les différentes voies par lesquelles, traversant les transducteurs et convertisseurs, il entre en interaction avec l'instrumentiste.

Mais là où, pour Music V, la brique de base est un oscillateur virtuel, c'est-à-dire un algorithme élémentaire qui calcule une succession de nombres constituant le signal sonore à partir d'une base donnée (la table d'onde) et selon des variantes possibles d'amplitude et de fréquence, il faut ici que la brique de base soit intrinsèquement instrumentale. L'algorithme le plus simple d'une simulation sensori-motrice multisensorielle doit, dans le temps (réel) de la simulation, recevoir les données provenant de l'action gestuelle, effectuer les calculs correspondant à la simulation et émettre les données élaborées à destination des chaînes de conversion et transduction pour les trois sensorialités en jeu, l'audition, la vision et la perception haptique. Le module élémentaire d'un formalisme pour la simulation multisensorielle interactive doit avoir quelque chose d'une *particule élémentaire pour l'instrumentalité*, en vis-à-vis de ce que nous avons appelé le *processus élémentaire de création instrumentale*.

A l'instar de Music V (auquel il voudrait rendre hommage), le formalisme CORDIS-ANIMA, que nous avons créé pour modéliser et simuler les objets physiques [CLF84], pose la représentation de son objet comme un assemblage d'objets plus simples. Sa double particularité est qu'il considère toute relation entre ses composants comme intrinsèquement bidirectionnelle, comme l'est toute interaction physique newtonienne, et de même nature quelle que soit l'échelle de l'interaction, de la plus élémentaire entre les constituants à la plus globale, entre l'instrumentiste et l'instrument. Ces fondements portent la différence entre les paradigmes traitement du signal et simulation interactive : dans Music V, les liaisons sont orientées, dans un flux général qui va des entrées vers les sorties alors que dans CORDIS-ANIMA, les entrées et les sorties sont systématiquement associées par paires, quel que soit le niveau, macrostructurel ou microstructurel. Dans Music V, les données qui circulent sont des signaux acoustiques ou des signaux de contrôle, dans CORDIS-ANIMA, les données échangées représentent des grandeurs duales, respectivement intensives et extensives, indissociables, de la physique que sont les forces et les déplacements et dont l'association permet de traiter de représentations énergétiques des phénomènes en jeu.
Un autre principe appliqué la construction du formalisme CORDIS-ANIMA a consisté à déterminer les éléments les plus simples, et en nombre le plus petit

possible formant une base «libre» sur laquelle tout objet réel peut être décomposé sans réduction de l'espace des propriétés que l'on attend de sa simulation.
C'est ce qui a conduit aux éléments de base du formalisme entrant dans deux catégories, et deux seulement, appelées respectivement éléments matériels et éléments de liaison. Les premiers peuvent être considérés comme des représentants de la matière inertielle et localisée dans l'espace, les seconds comme les représentants des interactions qui peuvent s'établir entre les éléments de matière inertielle. Quelques-uns des représentants de ces deux catégories sont, respectivement la MAS, qui joue comme représentant des particules inertielles, le REF, qui joue pour l'interaction viscoélastique linéaire entre particules inertielles. D'autres représentants importants interviennent, comme ceux qui permettent de représenter des interactions non-linéaires de diverses façons. Le formalisme ainsi construit, les algorithmes de simulation associés à chaque élément étant par ailleurs intégralement définis, décrits et parfaitement reproductibles, font système et constitue alors, très exactement de la même manière que les différents formalismes de la théorie et de l'écriture musicale, un moyen de rationaliser les faits de la réalité instrumentale, d'en faire des abstractions pour leur donner une extension spatio-temporelle, mémorielle, transmissible et partageable.

Peut-on user ici du terme d'écriture ? Dire que l'instrument peut alors être écrit ?

Si l'on s'en tient aux critères de notation, rationalisation, formalisation, réduction, sans aucun doute puisqu'ils sont ici parfaitement respectés et comparables à ceux de l'écriture musicale. Mais l'écriture musicale, même de façon très quadrillée, s'attachait au temps, au point d'ailleurs que l'on pouvait poser la question d'une correspondance ou d'une distanciation entre le temps réel, le temps mental et le temps strié de la notation mesurée. L'instrument a une structure, laquelle, à côté d'autres propriétés, contient la potentialité de décours temporels, par ses «constantes de temps» propres. Mais l'instrument n'a pas de temporalité. Il n'y a pas non plus de chronologie. L'ordre de construction des composants de sa structure, hormis dans son rapport avec le processus de conception et les heuristiques qui le soutiennent n'a pas de fonction musicale.
Néanmoins, au même titre que Music V, CORDIS-ANIMA permet de prescrire

exhaustivement, tout en utilisant le papier, le crayon et la gomme, la totalité de l'entité visée, qui est ici non plus le son, mais l'instrument.

Chargé d'un programme de simulation par modélisation physique écrit dans le langage CORDIS-ANIMA, et environné de convertisseurs/transducteurs respectivement gestuels, acoustiques et visuels, l'ordinateur peut ainsi se comporter comme un instrument et se prêter à une expérience d'interaction instrumentale intégrale. Être *comme* dit aussi qu'il n'est pas un instrument. En effet, un instrument de musique est un objet matériel, constitué de parties qui existent pour leurs fonctions, mais également en elles-mêmes, comme des réalités dont nous ne pouvons connaître la complétude. L'instrument est traversé par un seul continuum énergétique, du geste au son, et la source de l'énergie qui parvient aux sens est le corps humain lui-même [Cad99a], [Cad99b]. L'ordinateur programmé pour être comme un instrument est à la fois plus et moins qu'un instrument. Moins parce que l'ordinateur est un système de symboles par essence catégorisant, réducteur et fini (ce sont les vertus que l'on exigeait des langages de l'écriture) ; plus parce qu'il permet de représenter des instruments qui ne pourraient exister en réalité. Mais l'ordinateur, où tout doit être prescrit, permet non pas d'écrire l'instrument, mais de prescrire l'instrumentalité.

Capture, représentation, traitement, création, composition du geste instrumental

L'ordinateur augmenté de sa périphérie pour la sensori-motricité s'offre ainsi à la créativité instrumentale. Mémoire objective en soi de tout ce qui le constitue et le traverse, même si nos gestes et notre ouïe restent en suspension après l'accomplissement fugitif de l'acte instrumental, l'ordinateur, lui, pour peu qu'on l'ait spécifié dans nos prescriptions, garde tout. Le phénomène sonore, ou plus exactement le signal qui y conduira, est, sur simple commande préservé. Mais il peut en être de même des mouvements créés par nos gestes, qui peuvent être captés, mémorisés, rejoués. On pourrait inventer le concept d'objet gestuel et plagier Pierre Schaeffer : «*L'objet [gestuel], c'est ce que je ressens par l'exercice de mes [gestes], ce que je distingue. (...) Il y a objet gestuel lorsque j'ai accompli à la fois matériellement et spirituellement, une réduction plus rigoureuse encore que la réduction acousmatique : je m'en tiens aux renseignements fournis par mon [sens tactile] (...)*»[2].

Le phénomène d'interaction instrumentale, dans la situation de simulation, peut être intégralement mémorisé objectivement, dans ses deux déterminations duales et indissociables (forces et déplacements par exemple). Cette objectivation peut alors en faire l'objet de représentations, de traitements, de transformations, des re-créations, voire de créations et de compositions de toutes pièces. On peut ainsi imaginer un langage de notation puis… d'écriture du geste instrumental [Cad90]. Peut-être qu'ici même, le terme d'écriture n'est pas complètement inadéquat, car il peut s'agir à la fois de prescription (si les signaux d'interaction sont reconstitués et l'instrument simulé conservé), de description (de la même façon que les neumes donnaient des indications par analogie chironomique sur les mouvements de la voix), et rationalisés en signes catégorisés.
Il est clair que la réalité du geste, pas plus que celle de l'instrument, ne saurait un jour être absolument englobée, quel que soit le perfectionnement des transducteurs. Mais au moins le geste fait enfin partie du décor.

On peut maintenant évoquer un nouvel aspect de la dimension gestuelle, intrinsèquement lié aux nouvelles technologies et au numérique : par ses différentes formes de représentation, le geste peut aussi se prêter, par procuration comme nous le disions du temps représenté par l'espace, à des transformations impossibles en réalité, bien que souvent imaginables.
Nous avons développé ce point dans un autre travail portant sur ce que nous avons appelé le geste supra-instrumental [Cad07a] [Cad09]. Un exemple simple étant l'étirement hors des échelles humaines nous permet par exemple d'imaginer (et de décrire-prescrire) un geste immense, par exemple un *geste éolien* au-dessus d'une mer à déchaîner. Mais nous avons également développé l'idée, plusieurs fois mise en œuvre dans un travail musical, de modèles physiques produisant des mouvements de nature gestuelle [Cad02] [Cad07b] c'est-à-dire tels que leurs comportements, à la différence de ceux des systèmes vibrants acoustiques, sont à basses fréquences. Ainsi, l'instrumentiste peut-il, toutes réserves étant prises, être (un peu) simulé. Il n'est certes pas question d'imaginer le remplacer. L'instrumentiste simulé, ou le geste (supra-instrumental) produit par un modèle physique offrent alors une

(2) D'après P. Schaeffer, «l'objet sonore», dans *Traité des objets musicaux.* Seuil. Paris 1966.

perspective fondamentalement nouvelle : comprendre et créer, mais aussi apprendre le geste instrumental en le plaçant en vis-à-vis de la modélisation de processus physiques à même de les engendrer.

Jouer et écrire dans une nouvelle dialectique supra-instrumentale et méta-scriptique

Près de 20 années d'expériences de la modélisation physique particulaire à l'aide du formalisme CORDIS-ANIMA, partagées avec des chercheurs et des artistes à travers l'environnement pour la création musicale GENESIS [CC02], [CC09], démontrent que se présentent ici non seulement des domaines nouveaux pour l'exploration, mais que sur ces briques de base, sans qu'il soit nécessaire d'y accoler aucun principe exogène, il est possible de construire de véritables édifices artistiques. L'expérience de la synthèse sonore a fait dire à Jean-Claude Risset que le son pouvait être composé, le chemin qui part de la simulation instrumentale semble être à même aujourd'hui de tracer un continuum de l'instrumentalité à la composition musicale. La portée du formalisme CORDIS-ANIMA ne doit pas être comprise seulement à travers son application littérale à l'échelle des masses physiques et de leurs interactions. Le fondement systémique du concept lui confère une portée plus générale. On le conçoit à partir des termes mêmes de sa construction, nous l'expliquions plus haut, dès lors que le principe d'interaction est en jeu de la même façon à l'échelle de la relation globale entre l'instrumentiste et l'instrument qu'entre les composants les plus élémentaires de la structure de l'instrument lui-même. Deux ouvertures permettent alors d'appliquer le paradigme à la macro-structure musicale. Le premier consiste simplement en l'extension de la modélisation à des objets dont les constantes de temps sont de l'ordre du comportement et du décours gestuels. Le second, plus fondamental, consiste en l'application du principe d'interaction entre des entités ou des sous-systèmes se présentant à des échelles différentes. Nous avons pu par exemple créer des processus de morphogénèse à l'échelle macro-temporelle en faisant interagir des systèmes dynamiques correspondant (métaphoriquement) respectivement à l'échelle du pico mètre et du tera mètre [Cad02]. Ce principe comporte des potentialités, on

l'imagine, encore difficiles à mesurer, mais ouvre dès maintenant de très nombreuses perspectives à l'exploration et à la création musicale.

Par le principe de la simulation, l'ordinateur permet de prescrire l'instrumentalité. Il permet l'exercice du geste instrumental, sa capture, sa représentation, sa transformation. Il permet aussi de le créer, composer, écrire. Il permet ensuite la prescription du son lui-même, à travers celle de ses processus de production, sa transformation, sa composition en séquences. Et il permet enfin, au-delà de tout ancrage phénoménologique, performatif ou génératif, de concevoir et construire la forme, la structure, l'architecture globale de la musique.
Ce qui se présente ici ne relève pas alors d'une simple extrapolation, en directions symétriques, de l'instrumentalité et de l'écriture. L'ordinateur peut être envisagé comme l'outil du processus de création musicale dans lequel une dialectique fondamentale demeure, même si ses termes ont échappé à leur contingence antérieure. En effet, c'est l'ensemble de ces techniques et de ces fonctions regroupées au sein de l'ordinateur qui se place, d'un tout, en vis-à-vis de l'expérience créative. Dispositif de représentation, il est nécessaire à la créativité, mais il n'est pas le monde qu'il représente, juste celui qui permet de le poser en représentation.
De la même façon que c'est la conjonction de l'écriture et de l'instrumentalité qui portait jusque là les stades les plus élaborés de la créativité, c'est l'ordinateur et… toute la pratique, toute l'histoire, tous les instruments réels, qui portent la nouvelle dialectique à laquelle on peut se préparer, ou plus exactement qui posent l'ensemble dans une trialectique. L'ordinateur, à la fois outil de représentation et machine qui produit, permet une méta-écriture, dans l'articulation d'un ensemble de fonctionnalités, il peut devenir un outil, globalement, non seulement pour le processus de création musicale dans un continuum opératoire sans précédent, mais aussi un outil pour la création… de l'outil de création.

Nous finirons par une mise en perspective sous forme d'interrogation.
Entre la feuille, le crayon et la gomme, et l'instrument que l'on joue, il pourrait y avoir une fusion qui ferait par exemple que lorsque l'on saisit le crayon et que l'on écrit, la musique s'active, réellement, acoustiquement, pour nos sens, ou, inversement, lorsque l'on saisit l'archet, ou que l'on joue sur un clavier, la musique

s'inscrive, pour notre mémoire et pour celle d'autrui et pour aider notre conception dans un temps méditatif. L'ordinateur permet d'envisager de telles chimères et d'ailleurs la prolifération d'installations en tous genres associant pêle-mêle interactivité, audio et visuel, interfaces gestuelles, interfaces tactiles ou dispositifs d'aide à la gesticulation, réalités virtuelles et autres réalités augmentées, est bien là pour nous montrer qu'à défaut d'être toujours bien servie, cette préoccupation est invariante et universelle.

Peut-on jouer la musique avec un crayon ?
Peut-on concevoir et inscrire la musique avec un archet ou un clavier de piano ?
Peut-on jouer et écrire dans un même geste, physique et mental, et avec toutes les latitudes de l'instrumentalité et de l'intemporalité.
«*Composer, dit Jean-Claude Risset, c'est en un sens s'affranchir des contraintes du temps réel, concevoir soigneusement un parcours dans le temps – en prenant son temps*» [Ris99].
Le temps du voyage n'est pas celui de sa préparation !
Deux pôles demeurent irréductibles, comme le sont le jaillissement créatif spontané dans le temps de l'action et de la perception, le *Kairos* et la construction architecturée dans le temps méditatif et abstrait, le *Chronos*. En regardant ces questions de plus près, on découvrira certainement ce qui peut être essentiel à tenter une telle fusion entre le temps de l'instrumentalité et celui de l'écriture, mais aussi ce qu'il y aura également de très essentiel à préserver et à mieux comprendre leurs nécessités respectives et complémentaires.

Bibliographie

[Abr01] C. Abromont. *Guide de la théorie de la musique*. Fayard-Lemoine. 2001.

[Ago98] C. Agon, *OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musi- cale assistée par ordinateur*. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), Paris, France. 1998.

[Bar65] P. Barbaud. *Initiation à la composition musicale automatique* Dunod, Paris, 1965.

[Bar68] P. Barbaud. *La musique, discipline scientifique*. Dunod 1968.

[Bau12] O. Baudouin. *Pionniers de la musique numérique*. Delatour France. 2012.

[Cad99a] C. Cadoz. «Continuum énergétique du geste au son : simulation multisensorielles d'objets physiques». Dans *Interfaces homme-machine et création musicale*. Sous la direction de H. Vinet et F. Delalande. HERMES Editeur. Paris. 1999.

[Cad99b] C. Cadoz. «Musique, gestes, technologies». Dans *Les nouveaux gestes de la musique*. Sous la direction de Hugues Genevois et Raphaël de Vivo. Editions Parenthèses, Marseille1999.

[Cad02] C. Cadoz. «The Physical Model as Metaphor for Musical Creation *pico..TERA*, a piece entirely generated by physical model». *Proc. of ICMC*. Goteborg.16-20 sept. 2002.

[Cad06] C. Cadoz. «Comment envisager le timbre en tant que paramètre pour la composition ?». Entretien avec Jean Bresson dans le cadre de la préparation de sa thèse de doctorat en informatique «La synthèse sonore en composition musicale assistée par ordinateur - Modélisation et écriture du son». Dir. C. Agon. Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), Paris, France. 2007.

[Cad07a] C. Cadoz. «Musical Creation Process and Digital Technology : the Supra-Instrumental Gesture». *Proc. of the 4th Enactive Conference*. Grenoble, France. November 2007.

[Cad07b] C. Cadoz. «Gaea - poëme quadriphonique réalisé à l'aide de l'environnement GENESIS pour la modélisation physique par le formalisme CORDIS-ANIMA». Création 2007 Maison de la Culture de Grenoble, dans le cadre de la semaine *Enactive / 07 - Enaction in Arts* du projet européen *Enactive Interfaces* (http://acroe.imag.fr/enactive07/perf-inst-schedule.php).

[Cad09] C. Cadoz. «Supra-Instrumental Interactions and Gestures». *Journal of New Music Research. Special Issue*

Enaction and Enactive Interfaces. A. Marsden Ed. Lancaster. 2009.

[Cad79] C. Cadoz. «Synthèse sonore par simulation de mécanismes vibratoires». Thèse de Docteur Ingénieur. Spécialité Electronique. Institut Polytechnique de Grenoble. Grenoble 1979.

[Cad90a] C. Cadoz, C. Ramstein. «Capture, Representation and Composition of the Instrumental Gesture». *Proc. of International Computer Music Conference*. Glasgow 1990.

[CC02] N. Castagne, C. Cadoz, «GENESIS: A Friendly Musician-Oriented Environment for Mass-Interaction Physical Modeling». *Proc. of International Computer Music Conference*. Goteborg. Sweden. 16-20 sept. 2002.

[CC09] C. Cadoz, N. Castagné. «G3: GENESIS Software Environment Update». *Proc. of the International Computer Music Conference*. 16-21 August 2009. Montreal. Quebec. Canada.

[CF78] C. Cadoz, J-L. Florens. «Fondement d'une démarche de recherche informatique/musique». *Revue d'Acoustique*. N°45. pp. 86-101. Paris. 1978.

[Cho73]. J. Chowning. «The synthesis of complex audio spectra by means of frequency modulation». *Journal of the Audio Engineering Society*, 21(7). 1973.

[CLF81] C. Cadoz, A. Luciani, J-L. Florens. «Synthèse musicale par simulation des mécanismes instrumentaux. Transducteurs Gestuels Rétroactifs pour l'étude du jeu instrumental». *Revue d'Acoustique*. N° 59, pp. 279-292. Paris 1981.

[CLF84] C. Cadoz, A. Luciani, J-L. Florens. «Responsive Input Devices and Sound Synthesis by Simulation of Instrumental Mechanisms : The Cordis System». *Computer Music Journal*. Vol 8-3. M.I.T. Press, Cambridge Mass. 1984. Re-edited in *Music Machine* C. Roads Ed. MIT Press. Cambridge Mass. 1989.

[CLF88] C. Cadoz, L. Lisowski, J-L. Florens. «Clavier rétroactif modulaire et actionneur modulaire plat». Brevet Français. Déposé le 13/10/88. France N°88 14064, Europe n° 0 365 441, US n° 07/420 242.

[CLF93] C. Cadoz, A. Luciani, J-L. Florens. «CORDIS-ANIMA: a Modeling and Simulation System for Sound and Image Synthesis- The General Formalism». *Computer Music Journal*. Vol 17-1. Spring 1993. MIT Press.

[Duc83] M.-E. Duchez. «Des neumes à

la portée - Elaboration et organisation rationnelles de la discontinuité musicale et de sa représentation graphique, de la formule mélodique à l'échelle monocordale». *Revue de musique des universités canadiennes*. N°4, 1983.

[Duf91] H. Dufourt. «L'artifice d'écriture dans la musique occidentale». Dans *Musique, pouvoir, écriture*. Ed. Christian Bourgois. 1991. pp. 178-179.

[Dug11] J. Dugot. http://www.universalis.fr/ encyclopedie/notation-musicale/#i_24874

[Goo68] N. Goodman. *Langages de l'art*. Ed. Jacqueline Chambon, 1990, 1ère édition anglaise *Languages of Art*. Ed. by Nelson Goodman, 1968.

[Hel1868] H. Helmholtz. *Théorie physiologique de la musique*. Traduit de l'allemand par M. G. Guéroult. Paris : Masson, 1868.

[HI59] L. A. Hiller, L. M. Isaacson. *Experimental Music*. New York: McGraw-Hill. 1959.

[Hil56] L. A. Hiller. «Computer Music», in *Scientific American*, n°201, 1956.

[Hil71] L. A. Hiller, et P. Ruiz. «Synthesizing sounds by solving the wave equation for vibrating objects». *Journal of the Audio Engineering Society*. 1971.

[Mat69] M. V. Mathews. in collaboration with Miller, J.E., Moore, F.R., Pierce, J.R. and Risset, J.C. *The Technology of Computer Music*. Cambridge (Massachusetts) : MIT Press, 1969, 196 p.

[Nat87] J.J. Nattiez. *Musicologie générale et sémiologie*. Ed. Christian Bourgois. 1987.

[Rio06] A. Riotte et M. Mesnage. *Formalismes et modèles musicaux*. Volumes 1 et 2. Editions Delatour / Ircam. 2006.

[Ris65] J.-C. Risset. «Computer study of trumpet tones». *The Journal of the Acoustical Society of America*. 38, 1965, p. 912. 1965.

[Ris69a] J.-C. Risset, J.C. «Pitch control and pitch paradoxes demonstrated with computer-synthesized sound». *The Journal of the Acoustical Society of America*. 46 (Pt. I), 1969, p. 88.

[Ris69b] J.-C. Risset. *An introductory catalogue of computer synthesized sounds*. Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, New Jersey. 1969.

[Ris91] J.-C. Risset, (1991). «Composer le son : expériences avec l'ordinateur 1964-1989». *Contrechamps*, 1991, Vol. 11, p. 107–126.

[Ris99] J.-C. Risset. «Évolution des outils de création sonore». Dans Vinet (H.) et Delalande (F.), *Interfaces homme-*

machine et création musicale. Paris, Hermès, 1999, p. 17-36

[RW82] J.-C. Risset, & D.L. Wessel. Exploration of timbre by analysis and synthesis. In *The Psychologie of Music*. Eds. D. Deutsch. Academic Press. Inc., 1982.

[Sch66] P. Schaeffer. *Traité des objets musicaux*. Seuil. Paris. 1966.

[Ter97] D. Teruggi. «L'Acousmographe - The Acousmographe software». *Dossiers de l'audiovisuel* - ISSN 0767-4775. 1997, no 74 (60 p.), pp. 38-39. INA publications, Bry-sur-Marne, France. 1997.

[Vei07] A. Veitl. «Notation écrite et musique contemporaine : quelles grandes caractéristiques des technologies numériques d'écriture musicale ?». *Dans Actes des Journées d'informatique Musicale*. JIM'07, Lyon, France. 2007.

[Vei09] A. Veitl. «Le logiciel Music V, Technologie d'écriture musicale : rappels historiques et éléments d'analyse». Dans *Actes des Journées d'informatique Musicale*. JIM'09, Grenoble, France. 2009

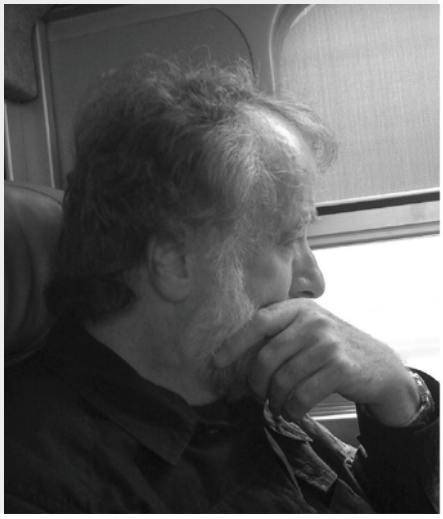
[Wes79]. D. L. Wessel, D.L. Timbre «Space as a Musical Control Structure». *Computer Music Journal* 3(2), pp. 45-52, 1979.

[Xen81] I. Xenakis. «Musiques Formelles». *Stock Musique*. 1981.

Remerciements

Ces travaux ont éré réalisés dans le cadre du projet CRÉATIVITÉ instrumentale, financé avec le support de l'Agence Nationale de la Recherche française, dans le cadre du programme la Création : Acteurs, Objets, Contextes 2008, ainsi que dans le cadre du projet européen AMBIANT Creativity 2010 - 2011, financé avec le support de la Commission Européenne, dans le programme Culture 2007-2013. Ils sont menés au sein de l'ACROE, sous convention avec le Ministère de la Culture et de la Communication, ainsi que dans le cadre du laboratoire ICA de l'Institut Polytechnique de Grenoble, sous financement du Ministère de la Culture et de la Communication et du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

A propos de l'auteur



Claude Cadoz est ingénieur de recherche du ministère de la culture et de la communication. Il est fondateur du centre de recherche ACROE du ministère de la culture qu'il a créé en 1976 avec Jean-Loup Florens et Annie Luciani. Le centre de recherche musicale ACROE est, avec l'IRCAM, l'un des groupes de recherche principaux du Ministère de la culture et de la Communication. Le premier dispositif gestuel à retour d'effort connecté à un ordinateur pour le contrôle instrumental de sons de synthèse par modèles physiques a été réalisé par Claude Cadoz et Jean-Loup Florens en 1978.

Claude Cadoz a obtenu en 1990 la médaille Philips de la Société Française d'Acoustique pour ses travaux en modélisation physique instrumentale temps réel. Claude Cadoz est le promoteur du terme « ergotique », validé par les *Cahiers des Termes Nouveaux,* édité par le CNRS et le Conseil National de la Langue Française, en 1992.

Il a à son actif l'encadrement de 15 thèses. Il a été amené à participer à de nombreux contrats de recherche, les derniers en date étant : les Réseaux d'Excellence Européens « Enactive Interfaces (5 M€, 24 partenaires), « Kaleïdoscope (9 M€, 71 laboratoires), le projet européen AMBIANT creativity dans l'appel d'offre Culture 2010, le projet ANR « Créativité Instrumentale » dans l'appel d'offre ANR « la création : acteurs et contextes ».

L'ART COMME PHÉNOMÉNOLOGIE DU NUMÉRIQUE : DU CALCUL À L'EXPLORATION ARTISTIQUE

Bruno Bachimont
Université Technologique de Compiègne, France
bbachimont@ina.fr

Si on y réfléchit bien, l'art numérique pourrait bien être encore un de ces oxymores auxquels les nouvelles technologies ont le secret. En effet, le numérique s'est d'abord imposé comme la science du calcul qui trouvait une ingénierie permettant d'élaborer et de mettre en œuvre les algorithmes que la raison théorique et formalisatrice formulait. Par ailleurs, l'art est d'abord une rencontre avec la matière, ses contraintes et ses limites, à la fois pour transcender ces limites et détourner les manières habituelles de les aborder. Entre l'idéalité du calcul et le retournement de la matière et de nos usages, la rencontre n'est pas immédiate et suscite le soupçon qu'une telle rencontre ne pourrait se faire qu'au détriment de l'un des protagonistes.

Mais le numérique ne se réduit pas seulement à l'idéalité du calcul, qui consiste plutôt à ce qui arrive dès lors qu'on met en œuvre matériellement, contextuellement, pratiquement, les possibilités du calcul. Bref, si l'informatique est la raison théorique déterminant les possibles, le numérique serait bien plutôt la raison pratique. Mais contrairement à la tradition, non pas une raison pratique désincarnée reposant que la considération idéale de ce qu'il faut faire en pratique, mais plutôt une approche concrète et incarnée sur ce qu'on peut faire avec le numérique et ce qu'il nous fait quand on l'utilise. Il s'agit dès lors d'une phénoménologie du numérique qui étudie les conditions sous lesquelles nous pensons et créons à l'aide de ces outils qui matérialisent l'idéalité du calcul.

Si bien que le numérique devient une réalité non seulement homogène à la création, mais aussi et surtout un couple indissociable avec cette dernière, puisque le numérique se manifeste comme un support externe de mémoire, d'inscription et de manipulation qui donne à percevoir et à penser ce qui ne serait pas possible sans lui. Renouant la classique proximité de l'artiste et de l'artisan, du créateur et de l'ingénieur, de la technique et de l'art, le numérique est donc une phénoménologie que la création artistique permet d'explorer en une démarche incarnée et concrète.

L'écriture comme supplément

Le numérique s'inscrit dans une histoire, celle de nos techniques de l'intelligence (Pierre Levy) ou des supports externes de mémoire (André Leroi-Gourhan) accomplissant un mouvement large et progressif de grammatisation de la pensée (Jacques Derrida, Bernard Stiegler), la structure des supports externes renvoyant à la constitution de nouvelles possibilités de penser et de créer.

Comme cela l'a été souvent souligné, la considération de l'écriture est à la fois un exemple pour comprendre ce processus et le principe à travers lequel fonctionnent les technologies de l'intelligence, ces dernières pouvant être considérées comme des avatars et des compléments venant décliner les possibilités déjà inscrites dans le principe même de l'écriture, à savoir l'externalisation du fonctionnement de la pensée.

Les technologies numériques s'inscrivent en effet dans le mouvement d'extériorisation et de prothétisation de la pensée , suivant lequel des opérations intellectuelles sont consignées et confiées à des outils et instruments matériels, déchargeant ainsi la pensée et lui permettant de s'intéresser à d'autres choses. Cependant, en étant confiées à des instruments et supports matériels, les tâches intellectuelles changent de nature et, quand l'esprit se réapproprie leur résultat, il y trouve autre chose que ce qu'il aurait trouvé s'il s'était chargé lui-même de ces tâches.

Par exemple, si au lieu de mémoriser un discours on le consigne par écrit, le confiant ainsi au support matériel du papier, la lecture du texte résultant permet de dégager d'autres propriétés que la remémoration. A travers les techniques de l'écriture et le travail de l'édition, la lecture donnera accès au contenu exact, alors que la mémoire peut être fautive. Le texte écrit permet en outre de voir ensemble, disposés dans un même espace, des séquences de mots qui étaient séparées par la succession de la parole. Le texte offre un accès simultané à un contenu rassemblé dans l'espace synoptique de l'écriture, contenu qui demeurait jusque-là dispersé dans la linéarité temporelle de la parole. Spatialisant la parole, l'écrit la délinéarise, et permet de considérer le contenu dans la spatialité bi-dimensionnelle des pages. Mais l'écrit perd les intonations, la prosodie, les marqueurs émotionnels dont la mémoire peut garder un souvenir plus ou moins fidèle. Si l'écrit apporte un supplément

d'intelligibilité à la parole, en la rendant visible, il lui enlève également des niveaux de compréhension. C'est pourquoi, si l'écrit permet d'effectuer des tâches que l'on pourrait confier à la mémoire orale, il le fait autrement, si bien qu'il fait autre chose, et nous fait faire autre chose. L'écrit nous offre la matière à penser différemment, à penser autre chose, à dégager de nouvelles tâches intellectuelles et de nouveaux objets intellectuels.

Par conséquent, se dégage l'idée que nos outils intellectuels, selon leur nature et leurs propriétés, nous aident à penser différemment, comme les outils mécaniques permettent de réaliser des objets matériels différents. Et, de la même manière qu'il existe une histoire des techniques et des objets qu'elles permettent de réaliser, il existe une histoire de nos outils intellectuels et des modes de pensée qui y sont attachés.

Si, comme l'écriture, le numérique marque une rupture dans l'histoire des outils de la pensée, la question se pose de distinguer en quoi nous pensons différemment quand nous disposons d'outils numériques, en quoi nous constituons des objets intellectuels nouveaux, en quoi nous élaborons des concepts qui resteraient inconcevables sans une telle médiation numérique.

En quoi l'écriture est–elle si importante et induit-elle des opérations cognitives particulières, une manière de penser spécifique, bref une rationalité qu'il faudrait qualifier de graphique ? En allant à l'essentiel, l'écriture apporte au contenu une synopsis spatiale, permettant de repérer des rapports et des propriétés qui demeurent indécelables dans la succession linéaire de la temporalité de la parole : l'écriture donne à voir des rapports qui ne sont pas perceptibles à l'écoute de la parole. En effet, en apportant une bidimensionnalité spatiale à la représentation du contenu, l'esprit peut accéder simultanément à différentes parties du contenu indépendamment de l'ordre reliant ces parties dans le flux oral. Par conséquent, ce qui est dispersé dans le temps devient contigu dans l'espace, l'œil pouvant librement naviguer et repérer des identités entre éléments du contenu (par exemple, des mots possédant un même radical mais des flexions différentes). Alors qu'une phrase contenant dans une succession linéaire les mots «*rosa, rosae, rosam, rosas*, etc.» est très improbable, si bien qu'à l'oral il demeure très difficile de repérer que ces différents mots renvoient à une même déclinaison dont on peut d'ailleurs dégager la structure (les différentes flexions), la représentation écrite permet de délinéariser le discours et d'en prélever

des unités que l'on peut confronter et juxtaposer au regard de l'esprit.

L'écriture permet donc la synthèse spatiale, le fait de poser (-thèse) ensemble (syn-) des unités sinon dispersées et de les unifier dans une même structure ou catégorie. En spatialisant la parole, l'écriture maintient présentes les éléments qui la composent. Par la transcription symbolique (par exemple alphabétique), elle sélectionne ce qui est donné dans la perception sonore pour ne retenir que les phonèmes, indépendamment de la prosodie par exemple. Ainsi, dans ce cas particulier de l'écriture phonétique, le phonème est le concept permettant la transcription qui assure, dans l'espace de l'écriture, la permanence du donné phonétique. A ce moment, une autre perception est possible : pour reprendre l'exemple introduit plus haut, grâce au concept de «même forme lexicale», je peux rassembler dans l'espace de ma feuille les mots dispersés dans la transcription, mais accessibles simultanément, manifestant une même structure, par exemple «*rosa*», et «*rosae*», me permettant ainsi de dégager un paradigme de déclinaison.

L'écriture est une technique qui permet de proposer à l'esprit des configurations synthétiques nouvelles, ces configurations permettant de constituer de nouveaux concepts.

C'est ainsi que Jack Goody insiste sur le fait que l'écriture induit un mode de pensée particulier et un rapport au monde spécifique. Selon lui, l'écriture permet de constituer trois types principaux de structures conceptuelles, conditionnant notre mode de penser. Ce sont, comme on le sait, la liste, le tableau et la formule, la première donnant naissance à la catégorie et à la raison classificatoire, le second à la pensée en système et enfin la dernière à la formalisation.

Le supplément numérique

Le numérique induit-il de telles structures ? Peut-on parler d'une raison numérique ou d'une raison computationnelle ? Comment l'aborder avec la problématique de la création ?

Le numérique déploie les possibilités de la synthèse propre à l'écriture en ce qu'il permet tant l'enregistrement, c'est-à-dire la fixation de l'éphémère dans la permanence

matérielle et statique, que la manipulation programmée, à savoir la transformation réglée. Autrement dit, le numérique permet de déléguer à la machine non seulement la synthèse mais aussi l'exploitation de cette dernière en opérationnalisant les possibilités qu'elle permet. A l'instar de l'Ecole de Francfort qui voyait dans les nouvelles techniques d'enregistrement une délégation encore plus complète de l'esprit à la machine, notamment à travers le cinéma parlant, la délégation du schématisme kantien notamment, le numérique permet d'avoir un supplément qui semble opérationnaliser lui-même ce qui est rendu possible par ce supplément.

Mais ce n'est pas tout-à-fait le cas. Le supplément n'est pas en effet l'enregistrement qu'opérationnalise la machine, mais précisément cette opérationnalisation qui, à travers la répétition et la dynamicité, ouvre de nouveaux possibles. Au lieu de voir dans le numérique ce qui anéantit nos possibilités d'invention à partir de la synthèse spatiale qui propose l'enregistrement en le figeant dans ses programmes, c'est précisément cette possibilité de rendre à nouveau dynamique ce qui a été fixé qui fait office ici de supplément.

Ecriture dynamique, le numérique reconfigure ce qu'on lui a confié à travers les calculs effectués. Et il ne le reconfigure pas dans l'idéalité formelle du calcul, mais, comme la synthèse de l'écriture qui donne à voir et à percevoir, à travers les dispositifs matériels sur lesquels il intervient.

En effet, le numérique se construit sur une double idéalité qui par essence doit être dépassée pour devenir réalité. Cette double idéalité est celle de l'indépendance au substrat matériel d'une part et de la formalité d'autre part. L'indépendance matérielle est cette propriété bien connue que la même information peut être matérialisée sur des supports matériels distincts tout en gardant ses propriétés informationnelles intactes. Le fichier binaire, qu'il soit réalisé sur un DVD (support optique) ou sur un disque dur (support magnétique), reste le même, même si ses réalisations matérielles sont physiquement très différentes. La formalité renvoie au fait que les contenus binaires ne possèdent aucune signification intrinsèque, leur utilisation ne pouvant venir que de conventions de lecture externes, les formats, qui indiquent comment lire les données binaires pour en faire quelque chose. Ainsi, un même fichier binaire peut être lu par un player audio ou video, et l'on verra ou entendra quelque chose, même si c'est quelque chose d'inouï ou d'improbable.

Le numérique est donc, sur le plan théorique, coupé de la matière et du sens, il

ne veut rien dire et peut se réaliser librement dans différentes matières. Mais justement, pour l'utiliser, il faut bien le réaliser physiquement et l'interpréter conventionnellement. Les historiens de l'informatique nous apprennent comment les langages de l'informatique, qui devraient renvoyer à cette idéalité intrinsèque au calcul et au formalisme, reflètent en fait dans leurs structures de programmation l'architecture des machines et les choix matériels de leur réalisation. De même le format permettant d'interpréter les données est là pour indiquer comment coder efficacement tel ou tel aspect que l'on voudra retrouver dans les interfaces nous donnant à voir, percevoir les données et les résultats des calculs.

Cette réduction de l'idéalité du calcul se traduit par les faits bien connus de la variété des langages et de la prolifération des formats. Alors qu'on devrait pouvoir se cantonner à ne deviser que d'algorithmes envisagés dans la pureté des langages formels permettant de les expliciter et étudier, on se retrouve en pratique à devoir gérer des langages plus ou moins exotiques et des formats obsolètes.

Ce n'est pas seulement au niveau théorique et formel qu'il faut considérer le supplément numérique, mais donc au niveau concret et pratique des interfaces et des implémentations.

Si on peut envisager une raison computationnelle qui porte sur le calcul comme principe nouveau de supplément à la pensée, il faut la compléter par une phénoménologie du numérique venant faire la critique des possibilités ouvertes par la raison computationnelle. Nous avons proposé naguère d'envisager la raison computationnelle à travers quatre structures fondamentales venant enrichir nos possibilités de pensée et de conception : le programme – décalque calculatoire de la liste –, le réseau – décalque du tableau –, la couche – décalque de la formule –, et enfin, la maquette numérique qui serait au calcul ce qui le schéma est au graphique.

Mais ces idéalités ne permettent d'envisager pleinement ce que nous fait le numérique dans sa pratique quotidienne : la perception de ce que nous traduisons matériellement à partir de ce qui est calculé, l'action à travers les dispositifs permettant l'enregistrement et la commande.

Les jeux vidéos sont un exemple particulièrement fécond pour une phénoménologie du numérique, montrant comment le geste devient un moyen de commande et de programmation. L'action corporelle, le comportement s'intègre dans le dispositif calculatoire et matériellement réalisé.

La musique, puisque nous sommes ici pour en parler après tout, est un autre cas où l'on voit comment la raison calculatoire ouvre des possibles non seulement pour la pensée, mais aussi pour la perception, l'action et la création.

Numérique et création

Ce que fait le numérique à la création n'est pas la bonne manière d'envisager la question ici, car par définition cette question est insoluble, la création étant imprévisible. Il faut donc envisager la question dans le sens contraire : que permet de faire la création pour notre compréhension du numérique ?

La création permet précisément d'aborder une critique de la raison computationnelle en sortant du dogmatisme des structures conceptuelles tirées de l'idéalité calculatoire pour aborder comment en pratique elles sont détournées, contournées et retournées vers d'autres conditions d'émergence du sens.

En mobilisant la matière et la technique qui permet de la travailler et de l'élaborer, la création est une expérimentation vécue et vivante de la manière dont le concret et notre rapport au monde peut «faire sens», construire une signifiance qui amène à voir les choses autrement, à penser autrement, finalement à vivre autrement.

Dans le contexte musical, qui m'est fort peu familier, je dois bien l'avouer à présent, il est frappant de voir comment le numérique amène à écouter et entendre différemment, à reconfigurer le sonore de manière surprenante pour ne pas dire inouïe.

Le numérique intervient à plusieurs niveaux :

- d'une part, il permet d'enregistrer le processus de création dans son intégralité, donnant au créateur d'intégrer une posture réflexive et analytique au sein même de son travail créatif. On sait combien, classiquement, ces deux postures sont différentes voire opposées : on ne peut faire et se regarder faire. Le numérique permet non de confondre ces deux postures mais d'accélérer le rythme selon lequel ces deux postures s'échangent et se succèdent.
- D'autre part, le numérique permet d'articuler finement conception et écoute, donnant une phénoménologie de la conception de la création où le concepteur joue avec des instruments de conception comme il le ferait d'instruments

classiques d'interprétation. Comme le montre l'exemple de la musique acousmatique, l'enregistrement et sa manipulation deviennent un moyen sonore de composition où l'on joue de l'interface comme on jouerait de l'instrument, écoutant directement le résultat de ses manipulations. Renouant avec la tradition de l'accès classique à la musique avant les techniques d'enregistrement où il fallait jouer pour écouter (François Pachet a proposé le concept de «jouécouter» pour rendre compte de cette dépendance), le numérique propose d'écrire et d'entendre à la fois, l'écriture se faisant à travers l'écoute et la perception.

Dans le projet Gamelan, projet ANR sur lequel nous travaillons, l'UTC, l'Ircam, l'Ina et EMI, nous avons pour objectif d'étudier le processus de création et de l'instrumenter pour permettre la saisie et la mémorisation des informations pertinentes à la préservation et donc à la recréation. L'enjeu est de pouvoir déterminer ce qui se passe et de le saisir dans le vif de la création. Cela n'a rien d'évident, car deux difficultés, au moins, se présentent :

- les informations engendrées par le système numérique qu'il est donc possible d'enregistrer sont de très bas niveau, très proches de la réalité technique et informatique du système si bien qu'il est difficile de dégager à partir d'elles le sens musical qu'elles pourraient avoir.
- La nature même des informations porte davantage sur le processus que sur l'objet : même s'il est quasi-impossible de vouloir représenter ce qui se passe en décrivant les objets sonores conçus et réalisés, la morphologie de ces objets étant infinie, il n'est pas aisé de tenir compte de ce qui se passe uniquement en décrivant ce qui est fait sans forcément avoir la description de ce qui est produit.

Par conséquent, la réflexivité qu'offre le numérique est en partie factice, cette réflexivité s'établissant à un niveau d'abstraction peu pertinent et traquant des objets qui ne disent pas tout sur ce qui se passe.
Autrement dit, le numérique permet d'aborder un autre rapport instrumenté au son, mais pas pour autant une meilleure représentation qui pourrait se conserver par la suite.

Mais l'initiative même de tracer la composition ou création relève d'une tendance particulièrement forte dans les technologies numériques qui consistent dans la codification des données et de processus par des représentations ou métadonnées associées. Le numérique conduit à élaborer des notations ou des langages qui progressivement deviennent des instruments d'élaboration et de création. On peut considérer que la notation est une manière de transcrire un objet, un processus, les structures de l'objet et des processus se retrouvant dans la notation sans que l'on ait pour autant une systématicité permettant de spécifier et de créer de nouveaux objets à partir de la notation. Pour cela, il faut avoir un langage, c'est-à-dire une notation pourvue d'une systématicité et d'une productivité permettant d'aller au delà de la donnée simple des objets à noter mais de concevoir et créer de nouveaux objets par l'entremise de leur représentation langagière.

Le numérique s'inscrit dans cette tension entre notation et conception, entre notation et langage, permettant par l'instrumentation et la réflexivité qu'il permet de jouer d'une notation pour aller au delà de ce qui est noté. Dans cette perspective, le numérique passe de la représentation à l'instrument.

En guise de conclusion

La création constitue une phénoménologie expérimentale du numérique en explorant les possibilités qu'il recèle et en détournant les évidences dont on l'affuble souvent trop rapidement. La création musicale en particulier permet de jouer sur la proximité entre la perception et la conception, entre le langage et l'instrument. Elle nous rappelle que le numérique n'est du binaire dans l'idéalité de nos calculs, mais qu'il se traduit par une matérialité manipulée ou perçue dès qu'on s'en sert, matérialité qui devient signifiante et pas seulement calculée dans le geste créatif.

Remerciements

Les travaux présentés dans ce document ont reçu le soutien du projet AMBIANT Creativity 2009 - 1376 - AMBIANT Creativity, financé avec le support de la Commission Européenne, dans le cadre du Programme Culture 2007-2013, et du projet CRÉATIVITÉ Instrumentale ANR-08-CREA-031, financé avec le support de l'Agence Nationale de la Recherche française, dans le cadre du programme «la Création : Acteurs, Objets, Contextes 2008».

Références

Bernard Stiegler. *La technique et le temps*. Galilée. 1999.

André Leroi-Gourhan. *Le geste et la parole. Tome II : La mémoire et les rythmes*. Albin Michel, 1967.

A propos de l'auteur

Directeur à la Recherche de l'Université de Technologie de Compiègne.

Ingénieur civil des Mines de Nancy en 1985, Docteur en Informatique de l'Université Paris 6 en 1990, Docteur en épistémologie de l'Ecole Polytechnique en 1996, habilité à diriger les recherches (Université de Technologie de Compiègne) en 2004.

Après des recherches dans le domaine de l'intelligence artificielle en milieu médical (INSERM), Bruno Bachimont rejoint en 1998 l'Institut National de l'Audiovisuel (Ina) où il dirige la recherche. Il devient en 2001 enseignant-chercheur à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC). Il y assume la direction à la recherche depuis 2006. Il fut conseiller scientifique à l'Ina de 2001 à 2012.

Ses recherches portent sur 3 objets : une philosophie de la technique et du numérique, pour comprendre en quoi nos connaissances et modes de pensée sont constitués, reconfigurés par la technique de manière générale et le numérique en particulier ; une approche du document et de la mémoire, pour articuler les possibles de la technique (ingénierie documentaire, préservation numérique) avec une phénoménologie de la mémoire et du passé ; et enfin les ontologies formelles, pour comprendre comment expliciter et formaliser les cadres conceptuels de notre pensée.