

## Les enjeux du virtuel dans la musique

---

Jacopo Baboni-Schilingi

**P**eut-on imaginer une musique qui se transforme selon les mouvements d'un spectateur ? Est-il possible d'écouter une musique qui a été générée instantanément et qui, une fois écoutée, ne sera jamais plus la même ? Quand l'artiste ou le compositeur utilise l'ordinateur dans sa création, à quel niveau se place-t-il dans l'acte créateur ? L'apparition du numérique, la miniaturisation progressive de l'informatique et l'étendue du réseau de communication toujours plus large grâce à l'internet accélèrent la mutation de la musique, qu'elle soit « savante » ou pop, mélangeant souvent les genres, les techniques, et les terminologies. Notre intention est ici de définir les termes introduits par l'utilisation de l'ordinateur en musique. Le développement des technologies numériques – comme, récemment, le format de compression MP3 –, outre la redéfinition des lois du marché concernant la diffusion de la musique, force à redélimiter des frontières esthétiques : quand peut-on parler de musique informatique ? de musique électroacoustique ? la musique techno utilise-t-elle l'ordinateur ? peut-on parler de musique virtuelle ?

Jamais la musique et la science (en particulier la science informatique et numérique) n'auront interagi de façon aussi étroite. Si d'un côté, la musique et la science ont souvent eu de nombreux points de rencontre, de l'autre, on a trop souvent pris comme prétexte la valeur scientifique d'une œuvre musicale pour justifier son existence, quel que soit son intérêt esthétique. Nous allons tenter ici d'évoquer certaines formes d'utilisation de l'ordinateur en musique et de mettre ainsi au jour quelques questions, plutôt que d'en fournir les réponses.

### **Musique réelle ou musique virtuelle**

La dichotomie entre le réel et le virtuel a soulevé beaucoup de polémiques (peut-être ne s'agissait-il que d'une confusion) aussi bien d'un point de vue philosophique que culturel, social, éthique, moral et esthétique. Si la définition du réel nécessite une réflexion bien plus ample que ne le permet cet article, celle du virtuel est en revanche plus simple à aborder. Nous nous limiterons ici à définir comme réel tout ce qui implique la matière, c'est-à-dire tout ce que la physique a pu démontrer comme étant existant. Le réel est par conséquent tout ce qui existe, c'est-à-dire ce qui concerne la matière visible du macro-univers ou invisible du micro-univers. Est réelle toute chose possédant un corps, un poids, une mesure ou une taille. Nous pourrions dire que le réel est tout ce qui existe de façon indéniable.

Le réel est tout ce qui nous entoure, chaque forme, expression, être animé ou inanimé qui, de fait, appartient à la nature des choses dont il est constitué. Ceci présuppose qu'il existe une matière constitutive comme élément principal de toutes les choses qui nous entourent. Toutefois ces manifestations de la matière existent pour chacun d'entre nous par l'intermédiaire du ou des sens qui les perçoivent, et uniquement au moment où cette perception a lieu. Nos sens, à travers les impulsions électriques, les réductions chimiques et les stimuli nerveux se transforment dans notre réseau neuronal en sensations, sentiments, souvenirs, jugements, valeurs, idéaux, mythes et espérances.

En musique, nous pouvons définir comme réel tout phénomène sonore audible ou tout au moins mesurable physiquement en termes de fréquence, durée, décibels, etc. C'est à partir du moment où l'ordinateur intervient pour la production d'un son que la question de l'existence d'une musique virtuelle apparaît. Par nos sens, nous percevons la réalité, donc la matière, comme un sujet possible d'expérience physique, comme une chose localisable dans l'espace et dans le temps, à laquelle on peut attribuer une unicité en tant que nous percevons cela et rien d'autre. Les informations que nous recevons font l'objet de représentations mentales et ces représentations deviennent l'essence même de la réalité.

Le virtuel est tout ce qui « semble être » mais qui, de fait, n'existe pas. Le virtuel est une simulation de la réalité, une fiction, une convention, un trompe-l'œil que nos sens perçoivent comme si l'objet perçu était réel, bien que nous sachions qu'il ne l'est pas. Un exemple bien connu : la perspective de la Renaissance en peinture. Il s'agit d'une technique picturale qui utilise des critères, des symboles et des images faits pour fournir à l'observateur un ensemble de données et d'informations qui l'induisent à croire que l'image

perçue est tridimensionnelle, alors qu'elle se développe en fait en deux dimensions sur une toile peinte. C'est un faux-semblant. Nous pourrions aussi l'appeler « norme partagée ». Pourtant quand nous regardons un tableau de Caravage ou du Tintoret, dans lequel a été utilisée la technique de la perspective, nous traduisons les symboles conventionnels en considérant les images « comme si » elles possédaient, outre la bidimensionnalité, les caractéristiques propres de la profondeur. Mais il n'en est pas ainsi et nous le savons. Ces images et ces « signes » sont seulement les symboles d'une métaréalité, ou d'une réalité virtuelle, qui reproduisent les sensations que peut apporter la réalité même, mais qui de fait, ne possèdent en rien les caractéristiques physiques de la réalité qu'ils représentent.

La perspective a été la première forme de représentation « virtuelle » en peinture. Ce procédé perspectiviste est un langage qui trouve des référents dans la réalité, à travers lesquels nous percevons des formes et donnons un sens à l'œuvre que nous sommes en train de regarder. La perspective en peinture, comme le démontrent les études portant sur la perception visuelle, n'est pas un facteur réel. Du fait de l'utilisation de formes géométriques peintes selon la technique du point de fuite et des lignes convergentes, nous avons l'illusion de la profondeur, de la tridimensionnalité, qui ne peuvent pas exister sur une surface en deux dimensions. Il s'agit ici d'un système de représentation, d'un langage pictural utilisant une reproduction virtuelle de la réalité afin de donner la sensation de quelque chose de réel. Dans ce sens, le virtuel est un moyen, un véhicule, un critère, une logique qui permet de provoquer des sensations réelles comme si l'objet qui devrait en être l'origine existait vraiment.

Le virtuel est quelque chose dont la corporéité n'est pas nécessairement celle de la chose représentée. Le virtuel est aussi une « dématérialisation » de la matière. On choisit les sensations que l'objet à reproduire doit fournir à l'observateur, on choisit les symboles les plus aptes à transmettre ces sensations et l'on construit un monde virtuel qui rappelle parfois à la conscience une réalité dont il provient, qui représente une certaine caractéristique physique, mais qui en possède en fait une autre.

En revenant à l'exemple de la perspective en peinture, lorsque nous observons un tableau, nous percevons la physique virtuelle représentée par l'objet représenté, mais nous oublions que cette physique virtuelle appartient à un tableau fait d'une toile et d'un cadre. Cela signifie que durant notre observation du tableau, ce dernier perd pour nous ses caractéristiques physiques et n'est plus une toile accrochée à un mur, parce que nos yeux nous projettent entièrement dans le paysage représenté.

En musique, le problème se pose à chaque fois que l'on passe de la vibration d'un corps élastique dans l'air à la codification binaire (0 et 1) du système numérique. Une série de 0 et de 1 peut devenir un son, une image, un texte ou encore une couleur. En ce sens, tout ce qui est produit par l'ordinateur est, par nature, virtuel.

### **La musique informatique, sons de synthèse et traitement du son**

Avec la naissance de la musique informatique, nous pouvons parler tout autant de musique réelle que de musique virtuelle. La musique est un art, et comme chaque art, elle est une expression, un langage, une communication. Pour pouvoir être tout cela, elle doit posséder des véhicules tangibles et concrets, afin de stimuler nos sens et donc de communiquer. Ces véhicules ont jusqu'à maintenant toujours été les instruments musicaux eux-mêmes, c'est-à-dire des objets physiques et mécaniques qui génèrent et produisent le son, lui-même véhicule principal grâce auquel peut s'exprimer le langage musical.

La différence entre instruments réels et instruments virtuels atteint son paroxysme lorsqu'il s'agit des outils électroniques, et notamment de musique informatique. Des années soixante jusqu'aux années quatre-vingt, il était aisé de différencier les sons de synthèse et les sons traités. A partir du moment où un ordinateur produit un son dont les caractéristiques ne dépendent pas de la matière qui constitue l'ordinateur (plastique, circuits imprimés, cristaux liquides, etc.), on peut parler de sons de synthèse. En ce sens, tous les sons produits exclusivement par l'ordinateur sont des sons de synthèse. Par analogie, nous pourrions également les nommer « sons virtuels ». Pourtant, lorsqu'un son enregistré est importé dans un ordinateur, donc traduit selon le système de codification binaire, quelle est la limite entre la musique réelle et la musique virtuelle ?

Il est possible de multiplier un son provenant d'un instrument musical « comme si » divers instruments de même nature, mais qui de fait n'existent pas – ne possèdent aucune des caractéristiques physiques de l'instrument qu'ils reproduisent – jouaient ensemble. Nous sommes capables de transposer tous les sons jusqu'à atteindre le seuil d'audibilité de notre oreille, « comme si » ces sons provenaient d'instruments réels qui, de fait, n'existent pas. Nous pouvons reproduire l'écho ou la réverbération d'une cathédrale gothique tout en restant dans une salle de concert, ou nous pouvons encore spatialiser le son d'un instrument « comme si » l'interprète se déplaçait dans toutes les directions, alors qu'il reste toujours au même endroit.

Il est possible de prendre le doux son d'une flûte d'une durée de plusieurs secondes et de le compresser au point d'obtenir un son percussif et « âpre » qui semble avoir été produit par la flûte elle-même. Nous pouvons attribuer l'enveloppe d'un son « vocoïdal » à un son de violon « comme si » le violon possédait le modèle physique de la voix humaine. Il est possible de superposer la réverbération d'un piano au son d'un violoncelle « comme si » la résonance de ce dernier avait celle du piano. Nous sommes capables de rendre continu un son discontinu ou de diviser en segments un son prolongé dans le temps. Nous pouvons déplacer l'attaque d'un son et la placer à la fin de celui-ci « comme si » ce son possédait lui-même cette caractéristique. Il est possible d'ajouter ou de soustraire les paramètres physiques d'un son. Nous pouvons même construire des instruments entièrement nouveaux se comportant tour à tour comme des instruments percussifs, à corde frottée ou encore comme des instruments jusqu'alors inconnus.

D'un point de vue technique, un son de synthèse est le résultat d'un certain nombre d'algorithmes. En ce sens, tout son produit de cette façon est un son de synthèse. Le traitement du son peut être considéré comme une série de transformations d'un son préenregistré. Ceci était vrai avant l'apparition de la numérisation du son. A présent, un son numérique est produit par des algorithmes qui sont eux-mêmes codifiés selon les normes numériques. En même temps, il est possible de traiter (c'est-à-dire de transformer) un son de synthèse. En ce sens, la différence ontologique entre les sons de synthèse et les sons traités, à partir du moment où ces sons sont produits dans un premier temps par un ordinateur, n'existe plus. Dans tous les cas, les particularités physiques de l'ordinateur n'interviennent pas dans la production du son. Sa fonctionnalité consiste à créer des sons et des situations qui n'existent pas.

### **Instruments virtuels**

Au temps où la musique était seulement chantée, il n'était pas nécessaire d'étendre les possibilités musicales du corps (sinon par l'amplification). Les instruments musicaux ont toujours été perçus comme des extensions du corps humain servant à produire des sons. On ignore ou l'on méconnaît trop souvent ce fait. En musique, l'utilisation des *forte* et des *piano*, des *crescendo* ou des *diminuendo* porte le nom de « dynamique ». Ce terme, par opposition à la statique, indique qu'il existe une action « dynamique », c'est-à-dire variable dans le temps, apte à produire un son plus ou moins fort. Jouer *piano* signifie donner peu d'énergie à un geste : frotter une corde ou frapper une peau avec peu de force, souffler dans un conduit avec peu de pression. Jouer *forte* indique l'opposé.

Les instruments virtuels ne sont rien d'autre que la suite du développement des outils nécessaires à l'amplification d'un geste. Un des premiers instruments virtuels fut l'amplificateur capable d'augmenter l'intensité d'un son sans en modifier la dynamique. En d'autres termes, il s'agit de pouvoir entendre *fortissimo* un son originellement très faible et vice versa. A partir des années quatre-vingt, nous avons assisté à une grande innovation : les ordinateurs capables de produire un son ou de le traiter en temps réel. Le temps réel reste un concept. Pour qui ne croit pas en Dieu, le temps réel n'existe pas. Il est défini (par défaut) en musique comme un temps de calcul tellement rapide (autour de 10 ms) que son résultat est perçu comme immédiat. En ce sens, le fait qu'un son puisse être amplifié, diffusé et traité avec la même vitesse que sa production par un instrument, a permis de développer beaucoup d'instruments virtuels conçus comme les prolongements des instruments existants. La musique produite par des instruments virtuels est une extension de la musique réelle. Il est donc possible de parler également d'une lutherie nouvelle.

Il est déconcertant, mais aussi intéressant de prendre conscience qu'il n'existe actuellement aucun logiciel capable de reconnaître la dynamique d'un son. S'il existe, d'une part, beaucoup d'applications permettant de mesurer avec précision l'intensité d'un son (mesurée en décibels), il n'en existe pas d'autre part qui puisse différencier le cri d'un homme à trente mètres de distance d'un son murmuré à trente centimètres de distance.

### **Vers une numérisation du réel**

Nous ne pouvons plus aujourd'hui produire de la musique sans ses développements électroniques, et surtout sans l'informatique musicale. Nous ne pouvons pas ignorer les découvertes et les démonstrations de la psychologie cognitive. Nous ne pouvons exclure le virtuel de notre réalité par peur de changer de points de repère. Tout peut être virtuel, de même que le virtuel peut n'être rien.

Il faut à présent s'interroger sur ce qu'est en fait la réalité en musique, sur les façons dont elle s'exprime et sur les frontières existant entre le réel et l'irréel. Si, comme nous l'avons affirmé précédemment, la réalité en musique est tout ce qui existe comme son, bruit, vibration, événement, entité, mutation... et même comme silence, alors chaque vibration perceptible, chaque mouvement visible ou invisible qui est apte à produire un son est l'élément minimum sur lequel se construit la réalité en musique. Un des exemples les plus déstabilisants du monde musical est donné par la nouvelle génération de logiciels servant à générer des sons de synthèse. En effet, une des techniques les plus récentes de production de sons s'appelle la

« synthèse par modèles physiques », elle est aussi improprement désignée comme la musique produite par des instruments virtuels. Il s'agit d'une technique particulière consistant à formaliser non un son existant, mais le son qui pourrait être produit par un instrument. On « apprend » à l'ordinateur comment l'on pince une corde, comment on la frotte, comment on frappe une peau ou comment on fait vibrer une anche, etc., mais pas seulement. On y intègre également les matériaux divers dont est fait un instrument (bois, métal, feutre, ivoire...) et la façon dont ces matériaux vibrent si l'on crée une oscillation. L'intérêt de ce système est de pouvoir imaginer un instrument inexistant (et qui ne peut physiquement exister) et de produire les sons que cet instrument « virtuel » pourrait générer. Ainsi il n'est plus impossible d'écouter le son d'un violoncelle de verre, long de dix mètres, percuté par un marteau de cinq kilos et dont les cordes changent de matériau avec le temps, passant du boyau au bois pour devenir métal.

### **Partitions virtuelles : la composition assistée par ordinateur**

L'utilisation de l'ordinateur ne se limite pas à la production du son mais elle s'étend à la production de ce qui est désigné de plus en plus comme la génération de partitions virtuelles. Plus connu sous le nom de composition assistée par ordinateur, cette discipline est entièrement destinée à produire des partitions musicales qui seront ensuite interprétées par des instrumentistes ou par des ordinateurs. La composition assistée par ordinateur est fondée sur l'utilisation de l'ordinateur dans le développement, ou dans la génération, prise dans un sens large, du matériau musical. Son résultat n'est pas un son ou une série de sons, mais une partition, écrite soit selon la notation classique, proportionnelle ou rythmique, soit sous forme d'une partition (*score*) pour synthétiseurs. Même si la différence est subtile au point de vue phénoménologique, il est important de séparer ces deux phases : la création de la partition et son exécution. Si les deux phases ne sont pas dissociées, il n'y a aucune distinction ontologique entre écrire une sonate pour piano et la jouer au piano. Cela reviendrait à dire que la composition assistée par ordinateur est comparable à l'écriture d'une sonate pour piano, alors que la transformation en sons de synthèse des données qu'elle produit est comparable à l'exécution de cette sonate.

Il convient à présent de réfléchir au concept de génération. Il existe aujourd'hui encore une confusion de termes entre création et génération. Ces deux termes sont souvent considérés comme synonymes, ou du moins équivalents. Cette confusion est à l'origine, dans la composition assistée par ordinateur, d'une vision qui confond compositeur, ordinateur et acte créatif. Le terme « génératif » dans l'expression « systèmes génératifs » dérive du verbe générer qui signifie produire, être la cause de quelque chose,

déterminer une situation. Créer, en revanche, est l'action de produire à partir du néant, *ex nihilo*, c'est-à-dire inventer. La différence est ontologique et substantielle. Produire *ex nihilo* signifie que la chose créée n'a besoin de rien d'autre que de son créateur. Ce dernier peut donc être complètement dissocié de la création, et la matière dont il est fait n'est pas nécessairement celle dont sera faite son œuvre (celui qui crée un crayon en bois n'est pas obligatoirement lui-même fait de bois).

Le concept de génération implique en revanche l'existence d'un ensemble d'éléments qui, soumis à un certain nombre de règles et de fonctions, produit chaque fois un développement particulier. D'une part, une génération présuppose l'existence d'un système constitué d'éléments assemblés en structure. D'autre part, une génération repose sur un ensemble de règles qui permettent de traiter les éléments du système de départ. Une génération existe non seulement à travers trois phases (la phase des éléments de départ, celle des critères de développement et celle des éléments générés) mais s'articule également selon un ordre bien précis dans le temps. La création peut exister, d'une certaine façon, hors temps et hors espace. En revanche, la génération est obligatoirement inscrite dans un temps et dans un espace bien précis. Le temps de la génération est un temps chronologiquement structuré. L'importance de la génération est donnée par l'ordre des informations (donc par la chronologie), c'est-à-dire par les lois appliquées, et non par la vitesse d'exécution. Son espace est un espace de recherche constitué d'un ensemble d'éléments pouvant être soumis à un principe de génération.

Il existe dans la création artistique un moment dans lequel on passe de l'idée inspiratrice à sa réalisation. Ce moment, aussi court qu'il puisse être, est le moment pendant lequel une idée est structurée pour être ensuite réalisée suivant des choix spécifiques, des contraintes qui font du système compositionnel la raison même de la composition. Fondamentalement, structurer un processus avant de le réaliser revient à déterminer un type de logique capable de générer ou de réaliser l'idée pensée. A cette étape, et seulement à cette étape, se crée une véritable scission entre le système et sa réalisation. Au moment où l'on structure une pensée esthétique, il faut transformer des constantes en variables. Il faut formaliser l'idée inspiratrice afin de pouvoir la gérer et la contrôler. En d'autres termes, structurer une idée musicale signifie d'abord déterminer des priorités, puis des hiérarchies et des fonctions (c'est-à-dire appliquer ces fonctions), faire des choix, calculer... C'est lors de cette scission entre inspiration et réalisation que l'ordinateur peut, si on le souhaite, intervenir et « aider » le compositeur.

Toute composition est l'instanciation particulière d'un système génératif plus ou moins spécifié. Une composition, en tant qu'application possible du système qui l'a générée, est quelque chose de fini, d'immuable (sauf dans

l'interprétation), d'accompli. Une composition musicale est le résultat d'une série de fonctions ayant généré une application particulière suivant un certain nombre de choix spécifiques. Dans ce sens, la composition assistée par ordinateur peut être considérée comme la génération de partitions musicales virtuelles.

L'acte créateur fait aussi partie de la composition musicale. Bien entendu, composer signifie « mettre ensemble », disposer, calculer, choisir, ordonner dans le temps ou dans l'espace... Tout ceci constitue ce que l'on définit généralement comme un langage musical. Un langage est toujours un code structuré qui implique nécessairement les concepts d'alphabet, de vocabulaire, de grammaire et de syntaxe. En d'autres termes, un langage est forcément structuré et géré par un ensemble de lois en interaction qui peuvent générer une infinité d'applications. Ainsi, même si la composition reste un acte d'expression libre lié à la subjectivité du créateur, elle nécessite à chaque instant des choix de la part du compositeur, mais aussi un système qui puisse les gérer. Dans la relation compositeur-ordinateur, le compositeur est ainsi le créateur, et l'ordinateur un outil de génération.

Un système est un ensemble de lois, d'instructions, de règles, toutes descriptibles selon des fonctions, des opérations mathématiques ou logiques. C'est un ensemble d'instructions distinctes dans le temps, c'est-à-dire une succession d'instructions. En musique, un processus est un système isolé, donc indépendant du temps et de l'espace et dépendant uniquement de ses tensions internes. Le fait qu'un système isolé soit scindé et indépendant du temps et de l'espace signifie qu'il peut posséder des valeurs temporelles et spatiales mais que ses points de référence lui sont intrinsèques. En d'autres termes, une composition musicale peut être considérée comme un système isolé, tant que les relations internes à la partition ne changent pas avec le temps ou l'espace. Si l'on considère un processus musical comme un système isolé, il est alors possible de le décrire par un ensemble d'opérations qui constituent un algorithme. L'ordinateur est ainsi un instrument d'exécution des calculs. Il ne crée pas, il ne peut pas créer. Il intervient lorsqu'une idée a été structurée et doit être réalisée. Il exécute, ou plutôt permet d'exécuter, certaines fonctions complexes en aidant le compositeur à s'exprimer avec la liberté qu'il a toujours eue. C'est le compositeur qui crée. Il ne faut jamais oublier qu'un algorithme déterminé par le compositeur fait déjà partie de sa composition. L'ordinateur est donc un moyen de génération, mais la création est propre au compositeur.

### **Installations sonores et systèmes génératifs**

Un des domaines musicaux les plus développés actuellement est celui des installations interactives. Il s'agit d'espaces capables d'accueillir une ou plusieurs personnes et qui leur permettent d'interagir avec la musique qui est diffusée. Pour cette raison, la partition aussi bien que les sons produits ne sont jamais « fixes » mais sont au contraire modulables. Selon le mouvement d'une personne, un son est émis ou ne l'est pas, un autre est traité, modifié, une séquence est transformée ou aucun son n'est émis. Ce domaine, celui des installations sonores, représente aujourd'hui la synthèse de tout ce que nous avons évoqué précédemment concernant les instruments virtuels, les partitions virtuelles, l'extension du geste, la synthèse et le traitement du son, la spatialisation, etc. Afin de mieux comprendre comment cela peut fonctionner, il est nécessaire d'introduire à présent un nouveau concept, celui de système génératif en musique.

Un système génératif est un ensemble d'algorithmes (ensemble d'instructions et de fonctions qui se succèdent dans le temps) ordonné et hiérarchisé capable de gérer des variables qui, à partir d'un état de départ, peuvent produire un nombre infini d'applications. Un système génératif peut accueillir un nombre infini de variables auxquelles il impose un processus spécifique. Le résultat de ce processus est ce qui est habituellement défini comme la « prolifération du matériau musical ». Par « prolifération », il faut entendre toutes les techniques de développement du matériau musical, à savoir la variation, l'imitation, la dérivation, la réponse... Le concept de prolifération inclut toute forme de production du matériau musical à partir d'un ensemble d'éléments donné.

Un système génératif produit du matériau musical à travers des phases indiquées dans un algorithme gérant le système même. Ces phases suivent un ordre spécifique et non permutable, sauf lorsque les fonctions possèdent la propriété commutative. Un résultat peut s'obtenir par différents algorithmes, c'est-à-dire différents systèmes génératifs. Au point de vue théorique, le temps d'exécution d'un algorithme n'a aucune influence sur l'algorithme génératif. La vitesse de calcul ne devient fondamentale que pour les algorithmes génératifs en temps réel. Pour cette raison, ces derniers possèdent encore aujourd'hui, contrairement aux systèmes génératifs en temps différé, des limitations concernant le nombre de variables qu'ils peuvent utiliser en même temps.

Un système génératif a comme présupposé l'existence d'un champ de recherche (un domaine ou un espace de recherche) constitué par les variables qu'il doit gérer. Ces variables sont soumises à des traitements de façon à obtenir plusieurs résultats possibles, en conformité avec les lois

imposées. L'espace de recherche, ou domaine, est une région fréquentielle, spatiale, temporelle liée aux intensités, qui peut à présent se définir comme une région potentielle. Par « potentielle », il faut entendre une région temporelle correspondant à un laps de temps associé à une entité qui doit se manifester. Concrètement, une mesure musicale pourrait être une région temporelle dans laquelle une ou plusieurs entités peuvent être générées. Les régions fréquentielles sont le domaine des fréquences pouvant constituer une entité musicale.

Une région potentielle est un ensemble fini de variables qui possèdent en puissance, d'une façon exhaustive, toutes les combinaisons et les variations imaginables. Une région potentielle n'a pas de forme puisqu'elle est le lieu de toute forme existant en puissance. Lorsqu'un champ potentiel produit une de ses instanciations particulières avec une forme spécifique, nous obtenons une entité musicale.

Les systèmes génératifs agissent selon des règles ou des lois. Ces dernières existent en nombre infini. Elles peuvent être répétées suivant toutes les possibilités combinatoires, itératives, récursives et rétroactives. Les règles agissent directement sur le domaine des variables pour générer une instanciation particulière du système. Un système génératif doit considérer à chaque instant l'origine, la cause et l'effet des règles qu'il utilise. Un système génératif qui ne prend pas en compte ces règles de génération n'est pas considéré comme rationnel, mais comme illogique et incongru. Les systèmes génératifs sont, en théorie, infinis.

En analysant de près un système génératif, nous pouvons remarquer qu'il possède trois parties fondamentales :

- un corps d'entrée dans lequel les variables qui doivent être traitées sont définies ;
- un corps central dans lequel les variables sont élaborées ;
- un corps de sortie qui correspond à l'entité générée.

L'ordre aussi bien que les effets de ces trois parties ne peuvent être intervertis. Sans un ensemble défini de variables à traiter, les entités musicales ne peuvent être générées. Sans un corps d'élaboration des variables, aucune génération n'est envisageable. S'il n'existe pas de corps de sortie capable de rendre les entités musicales lisibles ou du moins audibles, aucun résultat de génération ne peut être évalué. Dans ce type de création, la partition constituée de mesures devient une « hyperpartition » dans laquelle chaque mesure appartient à un champ de réalisations possibles.

L'extension de ce principe à tous les paramètres du son transforme le champ d'existence d'une entité en un système multidimensionnel dans lequel chaque dimension correspond à un paramètre musical.

### Conclusion

Tout ce que nous avons exposé ici peut se résumer en une phrase : une application est toujours limitée par rapport au modèle qui l'a générée. L'art, donc la musique, est liberté : une expression qui se réalise à travers des choix, à travers des contraintes et des règles, des systèmes et des modèles ; liberté d'imposer une règle, mais aussi de la contredire dès qu'une raison de niveau supérieur intervient au moment de la création. Une œuvre d'art, en général, est l'application particulière d'un système donné. Mais l'art se construit un système qui, au lieu de générer de simples applications, génère des modèles, et la composition qui en résulte devient un modèle particulier qui peut lui-même générer une infinité d'applications : comme s'il ne s'agissait plus d'un ensemble de choix de possibilités, mais d'un ensemble de champs de possibilités, dans lesquels le choix créatif existe toujours mais se renouvelle en permanence.

Aujourd'hui, créer une composition qui se construit en temps réel n'est plus une fantaisie mais une réalité. Ainsi, un thème musical n'est plus un objet immuable et fini, mais devient un modèle d'objet, choisi par le compositeur, inscrit à l'intérieur d'un processus qui s'accomplit en un devenir perpétuel. Dans un tel système, les raisons d'être d'une composition musicale résident dans son devenir. La création d'une seule composition devient un événement dynamique, toujours différent. La composition devient un champ de possibilités, une entité capable d'interagir avec celui qui l'écoute, un système ouvert, jamais identique. C'est à ce prix que nous pourrions jouir d'une nouvelle liberté de perception.

### Bibliographie

[ADO 82] ADORNO T.W., *Quasi una fantasia*, Gallimard, Paris, 1982.

[BAL 97] BALPE J.-P., « Génération automatique poésie-musique », in *Rencontres Médias 1, Actes de l'Observatoire des lectures hypermédias*, 1996-1997.

[BAT 95] BATTIER M., « Entre l'idée et l'œuvre : Parcours de l'informatique musicale », in *Esthétique des arts médiatiques*, Presses de l'Université du Québec, 1995.

[BAT 76] BATTIER M., *Musique et informatique*, Université Paris VIII-Vincennes ; Ivry-sur-Seine, Elmeratto, Paris, 1976.

- [BUD 92] BUDD M., *Music and Emotion*, International Library of Philosophy, New York, 1992.
- [COP 89] COPE D., *New Directions In Music*, William C. Brown Publishers, Dubuque Iowa, 1989.
- [COP 91] COPE D., *Computers And Musical Style*, Oxford University Press, Oxford, 1991.
- [DEL 85] DELATTRE P., *Système, Structure, Fonction, Evolution. Essai d'analyse épistémologique*, 2<sup>e</sup> édition, Paris, 1971-1985.
- [GRI 95] GRIFFITHS P., *Modern Music And After*, Oxford University Press, New York, 1995.
- [IRC 91] IRCAM, *Le Timbre, métaphore pour la composition*, Christian Bourgois, Paris, 1991.
- [IRC 92] IRCAM, « Composition et environnements informatiques », *Les Cahiers de l'Ircam*, Ircam, Paris, 1992.
- [IRC 93a] IRCAM, « La Synthèse sonore », *Les Cahiers de l'Ircam*, Ircam, Paris, 1993.
- [IRC 93b] IRCAM, « La composition assistée par ordinateur », *Les Cahiers de l'Ircam*, Ircam, Paris, 1993.
- [LAU 96] LAURSON M., *Pw-Constraints Reference Manual*, Ircam, Paris, 1996.
- [MCA 98] MCADAMS S. et DELIEGE I., *La musique et les sciences cognitives*, Pierre Mardaga, Liège, 1988.
- [NOR 92] NORVING P., *Paradigms of Artificial Intelligence Programming: Case Studies in Common Lisp*, Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, California, 1992.
- [PET 92] PETITOT-COCORDA J., *La Physique du sens de la théorie des singularités aux structures sémio-narratives*, CNRS, Paris, 1992.
- [VOI 97] VOISIN F., « Morphologie et l'analyse musicale », in *Morphologie, Reference manual*, Ircam, Paris, 1997.
- [WAL 77] WALLISER B., *Systèmes et Modèles*, Editions du Seuil, Paris, 1977.
- [XEN 71] XENAKIS I., *Formalized Music*, Pendragon Press, Stuyvesant, 1992.