

III. RELATIONS

La relation entre les modèles et la composition musicale n'est ni simple, ni immédiate, ni constante. Comme nous l'avons vu précédemment, cette relation évolue en fonction de plusieurs facteurs, comme la progression des connaissances, le rôle de la musique dans la société, etc...

Établir une relation entre le processus compositionnel et un modèle n'appartenant pas au domaine de la musique, nécessite un processus d'abstraction et d'analogie ainsi qu'un certain niveau de formalisation. Nous allons maintenant essayer de trouver des méthodes constantes entre les modèles et le processus de composition qui puissent être valides pour les différentes époques et les différents niveaux du savoir.

Les relations entre le processus musical et un autre processus peuvent se placer à différents niveaux. D'un côté, plutôt simpliste¹, il peut s'agir d'une comparaison élémentaire ou d'une analogie qui met en rapport un ou plusieurs paramètres sonores avec un processus musical ou un résultat sonore. Ce sont, par exemple, les modèles sonores des oiseaux qui évoquent immédiatement les sons que produisent les oiseaux. Il peut s'agir également d'analogies qui n'évoquent qu'un processus, qui, lui-même, n'est peut-être pas utilisé dans le processus compositionnel, comme dans le cas des analogies entre la complexité des relations chimiques et la complexité de la création musicale².

Ces relations, presque immédiates et naturelles, entre les différents objets sonores ou visuels, sont communes à tous les arts. Le plus souvent, elles se traduisent par des titres évocateurs pour accentuer l'impression que l'auteur veut suggérer au public. Le titre *Sonorité ancienne* d'un tableau de Paul Klee parle de lui-même. Ce tableau servira ensuite de modèle au compositeur Bertrand Dubedout pour une composition où la musique « ...tente une mise en situation compositionnelle de principes dynamiques et structurels de l'œuvre de Klee » (Dubedout, 1989, p.157).

Le rapport qui apparaît entre les sciences et les arts peut aussi être recherché dans l'histoire de ces deux « disciplines ». Leur évolution historique, mise en parallèle, peut montrer certains liens directs ou indirects. Cette comparaison, comme toutes les comparaisons d'ailleurs, dépend d'une part de ce que l'on veut découvrir et d'autre part de la personne qui fait la découverte.

Ainsi, le mathématicien Bernard Parzysz recherche les liens dont les mathématiques sont le facteur essentiel. En suivant une vague chronologie historique, la musique est comparée aux diverses théories mathématiques et scientifiques. Il ne s'agit pas d'explorer des faits historiques précis, mais « ...des possibilités de collaboration entre la musique et les mathématiques... » où « la musique fournit le « terrain », et les mathématiques l'« outil » » (Parzysz, 1984, p.8).

Par contre, Iannis Xenakis, dans sa chronologie des correspondances entre certains développements de la musique et des mathématiques³, met sur un plan d'égalité les évolutions de la musique et des mathématiques. Ainsi, la musique peut puiser son inspiration dans les modèles mathématiques existants, mais à l'inverse, historiquement, les mathématiques apparaissent parfois « en retard » par rapport aux théories musicales. Ainsi, au 3^e siècle avant J.C. « la théorie musicale fait apparaître plus de quinze siècles avant sa découverte mathématique, l'isomorphisme

¹ Il ne faut pas prendre ici le mot « simpliste » dans un contexte esthétique, que l'on pourrait qualifier de déshonorant, mais il est ici pour indiquer une mesure de la complexité du processus.

² Voir par exemple les déclarations de compositeur Roberto Doati dans (Doati, 1989).

³ Voir Appendice no.1 de l'article de Xenakis (Xenakis, 1981b).

entre logarithmes (intervalles musicaux) et exponentielles (longueurs des cordes) », de même que « l'invention de la représentation spatiale bi-dimensionnelle des hauteurs en fonction du temps par l'utilisation de portées et des points (Guido d'Arezzo), apparaît trois siècles avant les coordonnées d'Orsme... » (Xenakis, 1981b, p.28).

Enfin, il est possible d'essayer de généraliser les liens mutuels entre le savoir, l'art en général et le processus compositionnel en particulier, pour chercher et envisager « ...une nouvelle relation entre l'art et la science, notamment entre l'art et les mathématiques, relation dans laquelle l'art poserait des problèmes que les mathématiques devraient et se doivent de résoudre en forgeant de nouvelles théories » (Xenakis, 1981b, p.14). Ce n'est plus une relation de soumission des arts aux sciences, ni une relation d'égalité, mais bel et bien une relation où l'art montre le chemin du savoir et trace une ligne conductrice pour la science.

Pour John Chowning, il se peut que « dans certains cas un problème important du point de vue strictement musical induit ou pose directement un problème intéressant sur le plan purement scientifique » (Chowning, 1981, p.33). La Science et l'Art n'apparaissent plus comme deux disciplines séparées où l'on peut trouver de temps à autre quelques vagues concordances, mais plutôt comme deux facettes d'une même connaissance du monde. Là, il ne s'agit pas d'opposition mais de complémentarité entre les deux formes de savoir.

Cette constatation implique qu'« il existe des mécanismes communs qui régissent la structuration du réel par l'art et par la science » et que ces deux domaines sont « expression privilégiée des structures » (Mandelbrojt, 1989, p.131). Ainsi, il n'y a plus de différence, puisque finalement la division entre la Science et l'Art est une division créée artificiellement pour diverses raisons qui ne correspondent plus à la réalité.

III.1. La représentation des données et la notation

En analysant la musique, il est possible de diviser les signes en deux types : le signe sonore et le signe graphique. Le signe sonore est un objet sonore que nous écoutons et auquel on attribue une signification au sens large. Le signe graphique « est un signe qui renvoie à un son qu'il désigne plus ou moins exactement »⁴. Notre intérêt va porter ici sur les signes graphiques dont l'assemblage constitue une partition musicale.

Tout compositeur doit recourir à un ensemble de symboles pour pouvoir noter la composition musicale. La partition sert ensuite à l'interprète pendant l'exécution de la pièce⁵. Nous pouvons donc constater que sans partition, il n'y a pas de composition. Mais la partition n'est pas pour autant la composition elle-même puisque la composition est un ensemble de sons produits par l'interprète quand il exécute cette partition.

Une analogie peut être trouvée avec les plans d'un bâtiment à construire. Les plans eux-mêmes ne sont pas le bâtiment, mais seulement sa représentation. Les plans nous permettent d'imaginer le bâtiment, mais pour le voir construit, il faudra attendre la fin des travaux. Il y a beaucoup de parallèles entre l'architecture et la musique, mais il est possible de trouver bien d'autres exemples de comparaisons avec la partition. Ainsi, « Gérard Grisey compare la partition à une carte géographique où

⁴ Cette division est établie d'après Nattiez dans (Nattiez, 1973, p.78).

⁵ Nous n'allons pas parler de la musique pour bande où l'absence d'interprète conduit à l'absence de partition dans son appellation classique. Cela dit, on peut considérer comme partition la bande (ou fichier son), qui est jouée par le magnétophone ou l'ordinateur.

la part d'écriture proprement dite devient minimale pour céder la place, tendanciellement, à une simple représentation graphique du résultat sonore... » (Nicolas, 1987b, p.72).

Les symboles dans la partition ont une double fonction : d'une part, ils permettent de représenter l'univers sonore d'une façon normalisée et donc compréhensible pour l'interprète et, d'autre part, ils permettent au compositeur de manipuler les paramètres du son en dehors de son existence acoustique. Les symboles servent à la communication entre le compositeur et l'interprète et d'aide-mémoire au compositeur. D'ailleurs, Isidore de Séville (~560~636) l'avait constaté au 6^e siècle en écrivant : « Nisis ab homine memorie teneantur, soni pereunt, quia scribi non possunt »⁶,

Dans certains cas extrêmes le compositeur peut se passer de la partition, il lui suffit pour cela d'apprendre la composition par cœur. Ainsi, il n'est absolument pas nécessaire, pour quelqu'un jouant d'un instrument ou tout simplement chantant, de savoir écrire ou même lire la musique pour pouvoir jouer et composer. Nous en avons déjà des exemples dans l'Antiquité, où « il faut bien distinguer [...] les deux activités professionnelles qu'étaient la composition et la notation - une distinction déjà soigneusement établie, sur un plan plus général, par Aristoxène » (Bélibis, 1999, p.159).

Le système de notation existait déjà, en Europe, au début du 5^e siècle av. J.-C. « puisque des copies des compositions de Pindare circulaient à travers le monde grec, ainsi qu'il l'a écrit lui-même dans sa deuxième Pythique » (Bélibis, 1999, p.159). La notation aurait été inventée dès la fin du 6^e siècle av. J.-C., par Pythagore ou un de ses disciples, mais il faut toutefois prendre ces propos avec prudence. En tout cas, les Grecs connaissaient un système d'écriture musicale qui a atteint son efficacité vers le 3^e siècle av. J.-C. et dont il nous reste quelques partitions (Bélibis, 1999). La notation évolua ensuite, en passant par les neumes ou par la notation carrée, jusqu'à la forme que nous connaissons aujourd'hui.

Nous parlons essentiellement de la notation des paramètres sonores. À côté de cette notation, il est possible de noter, non pas le résultat que le musicien doit obtenir, mais la façon dont il doit jouer. Il s'agit de la notation appelée « tablature ». Le procédé de la tablature est pratique pour les musiciens débutants et encore plus pour certains instruments, mais il est moins commode pour le compositeur à cause de sa spécificité - notation pour un instrument donné - qui ne permet pas de noter la musique d'une manière plus générale.

La tablature représente, par un ensemble de signes, un état spécifique de jeu sur l'instrument et pratiquement, il est difficile de créer des détails en gardant les proportions raisonnables de la partition. Par contre, la tablature peut aider à spécifier des détails dans la création d'un timbre que le compositeur veut exact et sans ambiguïté. La tablature est donc plutôt utilisée comme complément à un système de signes indiquant les paramètres sonores que comme une notation indépendante avec laquelle le compositeur peut travailler.

La notation musicale comporte des signes indiquant les hauteurs, les durées ou tout autre paramètre sonore. En fait, il s'agit de faire correspondre les paramètres sonores aux signes visuels pour pouvoir indiquer au musicien quelles notes il doit produire et pour permettre au compositeur de noter sa composition. Au cours de l'histoire, les signes se sont transformés à la suite de l'évolution des connaissances et des procédés technologiques, mais cette évolution est surtout liée aux besoins des compositeurs.

⁶ Il existe plusieurs versions de la traduction que voici : « Si les sons ne sont pas retenus par l'homme dans sa mémoire, ils périssent, car on ne peut les écrire », ou « Si le souvenir n'en est pas rappelé par un signe » (Chailley, 1950, p.75).

D'une certaine manière, la notation reflète l'évolution de la composition elle-même. D'un côté, le compositeur agit sur la notation en la changeant selon ses besoins et, d'un autre côté, son langage musical dépend de la notation qu'il utilise pour s'exprimer. Le côté visuel de la notation peut faciliter certains procédés et, au contraire, en défavoriser d'autres. Ainsi, de même que « ...la notation traditionnelle suggère certains procédés d'écriture - transposition, renversement, récurrence -, les langages dans lesquels sont codées les partitions sonores peuvent suggérer ou faciliter telle ou telle transformation musicale » (Risset, 1986).

Plusieurs auteurs ont suivi le raisonnement suivant : s'il est possible de faire une correspondance entre les hauteurs, ou d'autres paramètres musicaux, et les nombres pourquoi ne pas remplacer tout simplement la notation musicale des notes par une notation utilisant plutôt des signes mathématiques, c'est-à-dire par les nombres eux-mêmes ? « tels Vinegas de Hinestrosa, Antonio de Cabezon au 16^e siècle, Jean-Jacques Souhaity et Mersenne au 17^e siècle, Euler et Jean-Jacques Rousseau (1742) au 18^e siècle » (Knobloch, 1992, p.125).

Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) s'est penché sur la représentation des paramètres sonores par les chiffres et « ...imagina d'utiliser 7 chiffres correspondant aux degrés de la gamme diatonique » (Marie, 1973, p.43). Il décrit ce procédé dans sa *Dissertation sur la musique moderne* qui est une version élargie de *Projet concernant de nouveaux signes pour la musique* et illustre sa méthode par des exemples de transcriptions du *Menuet de Dardanus* et du *Carillon milanais*⁷.

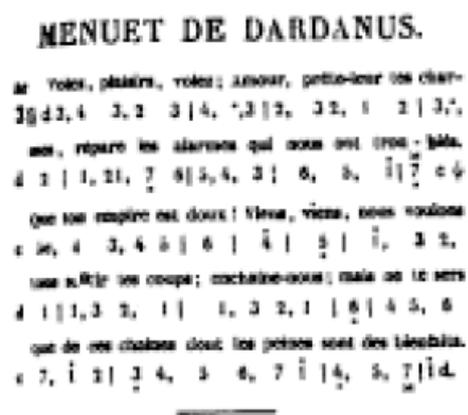


Figure III.1.1 La notation de Rousseau de Menuet de Dardanus.⁸

Par la suite, Julian Carrillo (1875-1965) parle d'un système qui « ...représente par des signes très différents des faits musicaux identiques » et préconise avec le Professeur Étienne Souriau (1892-1979) un « ...système semblable au système de Rousseau, adapté à l'échelle chromatique » (Marie, 1973, p.43). Leur système emploie des signes numériques destinés à remplacer les signes graphiques⁹.

Si ce remplacement n'a pas été suivi de succès, il est absolument indispensable dans le cas de la musique utilisant l'ordinateur. Si l'on veut faire l'analyse d'une composition, en synthèse sonore ou en composition assistée par l'ordinateur, il faut d'abord réaliser une transcription (codage) de la partition. Cette transcription ne peut être que la transcription des paramètres musicaux en nombres.

Une fois l'ensemble des symboles établi, le compositeur peut manier et travailler ces symboles indépendamment de la réalité acoustique que les symboles représentent. De cette façon, il est possible d'appliquer des algorithmes, de chercher des modèles ou d'effectuer des calculs sur des données qui deviennent ensuite des paramètres

⁷ Les informations proviennent de (Knobloch, 1992, p.125).

⁸ L'image est tirée de (Knobloch, 1992, p.146).

⁹ Les informations proviennent de (Marie, 1973).

musicaux. Cette méthode permet également d'avoir du recul par rapport à la réalité sonore, et, de pouvoir la manier en dehors du temps dans lequel elle se déroule naturellement.

Cependant, il ne faut pas confondre le phénomène sonore et sa représentation puisque le compositeur travaille avec des symboles. La réalité sonore étant toujours plus riche que sa représentation symbolique, comme pour toute représentation d'ailleurs, « on se heurte vite à des murs » (Murail, 1984, p.168). Le vrai problème consiste à faire le choix adéquat du système de notation pour telle ou telle partition, afin d'obtenir le résultat sonore souhaité.

En choisissant sa notation, son système de symboles et de formes, le compositeur choisit en même temps sa manière de s'exprimer. À travers sa notation, il décide ce qui est important de communiquer aux interprètes et ce qui ne l'est pas. Ce choix est donc déterminé par sa composition et fait ainsi partie intégrante de celle-ci.

La partition ne peut donc pas servir d'excuse à un jugement esthétique de l'œuvre puisqu'elle est son image et qu'elle a soigneusement été choisie par le compositeur. Il nous est donc difficile d'accepter l'idée que « ...ce n'est pas en général la musique qui est difficile, mais la notation musicale qui est inadéquate » (Viora, 1982, p.21). Pour le compositeur, la partition est le seul moyen de transmettre ce qu'il crée aux interprètes. Peu importe que la partition soit, ou ne soit pas, complexe à interpréter ; seul le résultat sonore peut être jugé, puisque c'est ce résultat qui constitue la composition. C'est souvent la partition qui est critiquée par les compositeurs, dans la mesure où elle est plus simple à décrire que la musique en elle-même, et, la question la plus souvent posée concerne l'audibilité de l'écriture.

La partition est, pour nous, un ensemble de signes à l'aide desquels le compositeur communique à l'interprète des informations sur ce qu'il faut jouer dans le but d'obtenir le résultat souhaité. Ces signes peuvent être assemblés d'une manière plus ou moins déterminée. Parfois, les signes peuvent être assemblés ou avoir des relations mutuelles en fonction d'un modèle et ceci pour des raisons multiples. Il se peut que le modèle inspire particulièrement le compositeur (chant des oiseaux), ou qu'il ait déjà fait ses preuves par ailleurs (différentes formes musicales), ou tout simplement qu'il fasse faire des économies de travail au compositeur (les jeux de dés en sont un parfait exemple).

III.2. La formalisation et les algorithmes

Le processus de la formalisation est lié au développement autonome d'une logique mathématique et, d'autre part, à l'axiomatique et à l'étude des structures abstraites. C'est surtout dans les mathématiques que le symbolisme du calcul algébrique et l'explication des concepts « relation » et « fonction » est à l'origine de l'idée que le calcul est une véritable forme de raisonnement et peut s'étendre à d'autres objets.

La formalisation ne se réduit pas seulement aux mathématiques ; on peut également voir des tentatives de formalisation, ou « mathématisation », en sciences humaines. Nous pouvons rappeler ici les travaux de Troubetzkoy ou Jacobson dans le cadre de la linguistique ou les travaux de Chomsky. Dans ce cadre, l'intérêt peut se porter sur la musique comme sur un langage dans lequel il est possible de parler des signes et de leurs arrangements.

La formalisation décrit un système sous une forme abstraite et mathématique. Elle permet de découvrir les liaisons et les procédures qui n'étaient pas visibles auparavant. Elle donne aussi les moyens de manipuler les objets et de les présenter

sous une forme différente de celle qui était connue avant le processus de formalisation.

L'algorithme décrit le processus logique permettant la résolution d'un problème particulier. Le processus consiste en une suite d'opérations élémentaires effectuées dans un ordre déterminé. Ces opérations s'enchaînent dans un ordre spécifique pour que le processus soit terminé après un nombre fini d'opérations.

Le plus souvent, le terme de processus désigne un calcul, ce calcul étant le calcul mathématique. Le calcul étant sans ambiguïté, il peut être effectué par une machine qui exécute un programme - le programme est l'algorithme traduit dans le langage de la machine. Aujourd'hui, la machine est un ordinateur et l'avantage de son utilisation est sa polyvalence. En effet, il suffit de changer le programme pour effectuer le calcul d'algorithmes différents sans avoir à changer le matériel.

Le terme « résolution d'un problème », dans la définition de l'algorithme, désigne ce que l'on veut obtenir. Cela peut être un nombre, comme par exemple le résultat du calcul du nombre π avec un algorithme spécifique ou le résultat d'une recherche dans une base de données. Dans un sens plus large, la résolution d'un problème peut être un objet physique, construit et créé d'après un manuel qui décrit les opérations et les conditions de son assemblage. Dans ce contexte, il est donc possible d'imaginer cette résolution comme le matériau de préparation d'une composition musicale ou une partie entière d'une composition.

La formalisation sert à décrire un objet ou un processus, elle apporte la clarté de la description et la méthode de représentation. L'algorithme apporte le processus de construction et montre comment le construire pour parvenir à la création. La formalisation et l'algorithme sont ainsi à la base de l'utilisation et de l'exploitation des modèles et des données extra musicales dans la composition.

III.2.1. La musique et la formalisation

En musique, nous trouvons deux origines à la réflexion et à l'étude formelle et formalisée (ou pseudo formalisée) d'un processus musical : théorique et pratique. A première vue, Ces deux origines ne semblent pas opposées, mais elles servent un but différent. Il y a une opposition entre l'étude des « objets » déjà créés dont on veut trouver les points communs¹⁰, et la création qui par défaut doit être unique.

D'un côté, c'est le besoin de mieux comprendre le déroulement du processus compositionnel à cause d'une certaine nécessité de mieux expliquer et de mieux démontrer ce processus. C'est ce besoin qui pousse les musicologues et compositeurs à essayer de formaliser le processus compositionnel ou plus précisément une partition musicale.

Il s'agit là de trouver le plus de points communs pour réunir et bâtir une théorie. Il faut donc généraliser, enlever les différences et garder l'essentiel. C'est de cette façon que l'on peut rassembler les compositions sous un seul toit, pour les comparer et les étudier. C'est donc l'analyse qui prédomine, la formalisation est utilisée pour proposer un langage commun. Mais « les structures formelles dont dispose actuellement le musicien sont d'une cohérence particulièrement contraignante... », et donc « la principale difficulté consiste précisément à passer d'un langage général [...] à un langage musical proprement dit » (Dufourt 1981, p.7).

Les schémas des formes comme ABA, rondo, sonate etc, permettent l'étude et la comparaison des pièces entre elles et servent à guider le compositeur pendant son apprentissage, mais ils ne sont pas là pour lui imposer la démarche à suivre. Ces

¹⁰ Parmi les exemples, nous pouvons noter les théories de Shenker, Lerdhal et Jackendoff (Lerdhal, 1985) et *Set Theorie* de Forte (Forte, 1973) basées sur les travaux de Milton Babbitt (Babbitt, 1961).

schémas et ces théories ne précèdent pas le processus compositionnel, au contraire, ils le résument pour l'expliquer ; ils servent de guide, mais pas de loi.

La pensée d'un compositeur est à l'opposé d'une telle réflexion. Si le compositeur veut formaliser, ce n'est pas pour reproduire un processus, une règle ou une forme, mais pour aller plus loin en les dépassant. Il a besoin d'une réflexion profonde sur son travail, non dans le but de copier ou de reproduire un schéma, mais dans le but d'inventer et de créer. Le travail de formalisation ne peut lui servir que pour aller de l'avant et non pour reproduire ce qui existe déjà.

C'est peut-être là que réside le problème des « décalages » entre ce que le compositeur dit et ce qu'il fait, parce que le travail du compositeur n'est pas de produire des compositions à la chaîne, mais d'écrire des œuvres uniques. Quand le compositeur essaie de trouver un système plus ou moins formel, un modèle ou une théorie scientifique pour les besoins de son travail, il cherche le matériau pour construire et non pas des « recettes ».

La théorie et la formalisation fournissent au compositeur des éléments de départ pour son travail. Elles lui servent à aller du général au particulier et du particulier à l'unique. Prendre un compositeur au pied de la lettre, en cherchant les « fautes » qu'il a commises dans ses partitions par rapport à ses théories, est comme chercher les quintes parallèles et les fautes d'orchestration chez Beethoven, au lieu de chercher l'essentiel de son travail compositionnel.

Comme pour n'importe quelle théorie, la maîtrise de la technique pure, n'est pas une garantie du « bien composer ». De même que l'apprentissage et la maîtrise du contrepoint n'ont pas garanti la composition de chefs-d'œuvres à tous les compositeurs du passé, la maîtrise d'un système formel ne garantit pas un futur chef-d'œuvre.

Ainsi, si la pièce *Achorripsis* est la « première pièce de Xenakis totalement formalisée » (Malt, 1997), il ne s'agit pas d'une composition automatique, mais bel et bien d'une œuvre créée suivant certaines règles établies. Il ne faut donc pas chercher à refaire et reconstruire la même pièce avec les mêmes règles, de même qu'il n'est pas possible de refaire à l'identique les sonates de Mozart à partir des règles apprises dans les manuels.

Le théoricien cherche les points communs et une généralisation, le compositeur, lui, recherche une exception et espère trouver des procédés uniques. Alors que le théoricien formalise pour pouvoir rassembler le passé existant, le compositeur formalise pour trouver et affirmer sa différence dans ses futures œuvres.

III.2.2. Ordinateur

Le processus de formalisation est un point de passage obligé pour accomplir un travail de composition avec l'aide de l'ordinateur. En effet, ce sont surtout les compositeurs utilisant l'ordinateur, qui sont « obligés » de procéder à une formalisation de leurs pensées et à une structuralisation de leur processus compositionnel. L'informatique oblige le compositeur à organiser ses idées et à formuler très clairement des règles de travail pour qu'elles puissent être exploitées et transférées sur un logiciel de Composition Assisté par Ordinateur.

Historiquement, deux attitudes s'opposent dans la pratique musicale. D'un côté, nous trouvons des musiciens-chercheurs qui ont disposé de machines récentes et performantes dès le début de l'informatique. Avec le coût des premières machines et la complexité du travail, il s'agit presque d'un travail expérimental effectué dans un laboratoire de recherche. Quand Lejaren Hiller et Leonard Isaacson écrivent en 1957 *Illiad suite*, ce n'est pas tant l'originalité de la composition que la manière dont elle a été réalisée qui est intéressante. Il faut se rappeler qu'il n'y a pas si longtemps, au

début des années 80, les ordinateurs étaient pourvus d'interfaces plus que rudimentaires et les logiciels étaient loin d'offrir la facilité de travail que l'on connaît aujourd'hui.

D'un autre côté, le compositeur qui, au début de l'informatique, travaillait sans avoir les moyens d'être en contact avec l'ordinateur a certainement dû se sentir un peu frustré ; ce qui peut produire toutes sortes de fantasmes liés au travail avec l'ordinateur. Ainsi, nous pouvons comprendre la constatation presque amère faite par André Riotte en 1983 « ...l'ordinateur reste un moyen coûteux pour le compositeur. Non encore intégrée en Europe, sauf exception, aux autres recherches interdisciplinaires, l'informatique musicale souffre d'un manque de moyens d'information et de recherche » (Riotte, 1983, p.119).

Le processus de formalisation oblige les compositeurs à une réflexion différente de celle de leur pratique car il faut examiner l'importance des diverses tâches à effectuer. Ainsi, pour Pierre Boulez, ce que « ...l'utilisation de l'ordinateur nous oblige, c'est bien de réfléchir aux mécanismes mêmes de la composition » (Boulez, 1981b, p.46). Le travail avec l'ordinateur ne laisse pas le compositeur indifférent envers son propre travail compositionnel.

L'un des « dangers » le plus pertinent du travail du compositeur avec l'ordinateur est justement le fonctionnement de l'ordinateur et celui d'un programme informatique en général et d'un algorithme en particulier. En fait, pour être « utile », un programme doit pouvoir effectuer plusieurs tâches. Ceci veut dire qu'il doit être possible de changer les données entrantes, que chaque pas doit être décrit précisément et sans ambiguïté et qu'après un certain nombre de pas, le programme doit fournir un résultat.

Au début, les chercheurs étaient ravis de la possibilité d'un traitement massif des informations. Il était devenu possible d'effectuer des calculs fastidieux à une vitesse phénoménale. Mais, un peu plus tard, les compositeurs commencèrent à se demander si ce type de traitement correspondait vraiment à leur travail.

Pierre Boulez se penche surtout sur la multitude des choix qui créent finalement une saturation pour le compositeur. « Lorsque nous inventons par nous-mêmes sans l'intermédiaire de quelque « machinerie » que ce soit, nous procédons à des successions de choix uniques dus à l'intuition instantanée » (Boulez, 1981b, p.17). C'est ce choix unique, qui finalement constitue la décision et le choix compositionnel et qui le différencie d'un travail algorithmique puisqu'une multitude de solutions font que « ...si les critères ont été convenablement choisis et les champs proprement délimités, aucune solution ne sera, en principe, meilleure qu'une autre » (Boulez, 1981b, p.46).

Ce « danger » de la difficulté devant autant de choix peut conduire certains compositeurs, c'est le cas de Jean-Claude Risset, à un regard plus critique « l'ordinateur paraît bien se prêter au rôle de moulin à notes, de laminoir de musique au kilomètre... » (Risset, 1983, p.161). Cette critique ne se fonde pas sur le principe de l'emploi de l'ordinateur lui-même, mais sur la façon dont il est utilisé par certains compositeurs. C'est le choix esthétique et non plus la technologique qui divise les compositeurs.

Nous sommes loin de la joie de Barbaud, dans les années 60, à qui justement la possibilité de travail sans relâche de l'ordinateur donnait l'espoir de résoudre certains problèmes compositionnels. Le travail entrepris demandant alors « ...un volume de calculs beaucoup plus important et nécessiterait un temps hors de proportions avec le résultat qu'on peut obtenir » (Barbaud, 1966, p.17).

Mais peu importe les difficultés de compréhension et de maîtrise de l'informatique par le compositeur. Le résultat est là : l'informatique change le travail du compositeur et l'oblige à penser différemment. Cette nouvelle façon de penser est plus abstraite et plus formelle, puisque c'est son outil de travail qui le contraint à faire ainsi.

Par le biais d'un outil commun, l'ordinateur, la musique et la science deviennent plus proches. Comme le constate John Chowning : « avec l'utilisation des ordinateurs et des systèmes numériques, les processus intervenant dans la composition et dans la production musicale n'ont jamais été si étroitement associés aux possibilités scientifiques... ». Et nous ne pouvons qu'être d'accord avec la remarque suivante : « avec l'utilisation généralisée des ordinateurs [...] la composition musicale à tous les niveaux (du micro-formel au macro-formel) [...] suscite une interdépendance profonde entre les divers domaines de la pensée scientifique et musicale » (Chowning, 1981, p.33).

Comme nous le verrons par la suite, le « transfert » de la formalisation entre les mathématiques et la musique se fait selon deux procédés : par abstraction et par analogie. Par le processus d'abstraction, nous essayons d'atteindre une certaine objectivité dans l'observation des œuvres musicales et de ne prendre en compte que leurs traits significatifs. Par le processus d'analogie, nous pouvons faire un lien entre les systèmes formels et les systèmes musicaux.

Le travail et l'utilisation de l'ordinateur favorisent ainsi le processus d'abstraction pour le compositeur. Par son universalité et sa fonctionnalité, l'ordinateur sert le compositeur comme un outil, mais, en même temps, change sa façon de travailler. Une des conditions pour pouvoir travailler avec l'ordinateur et un programme informatique est de penser autrement, de manière plus abstraite. C'est ce qui permet de relier les modèles extra musicaux avec la composition.

III.2.3. Analogie

Établir une analogie permet de mettre en correspondance des entités qui demeurent distinctes, mais que l'on considère comme étant équivalentes d'un certain point de vue. En effet, l'analogie exprime une équivalence partielle pouvant porter sur des facteurs très divers. L'analogie est alors la correspondance que l'on établit entre divers systèmes et qui passe obligatoirement par l'intermédiaire du ou des langages servant à les décrire. L'analogie permet de créer des liens entre les objets, entre les relations et entre les processus qui jusqu'alors étaient restés tout à fait distincts. C'est un processus mental grâce auquel nous trouvons des similitudes partielles entre deux choses.

Si il est relativement facile de décrire ce qu'est une analogie, « nous ne disposons toujours pas, sinon d'une véritable théorie de l'analogie, du moins d'une conception approximative [...] susceptible de conduire à des résultats à la fois acceptables et intéressants » (Bouveresse, 1999, p.34). Il reste le problème de l'analogie, que l'on puisse utiliser comme bon nous semble « ...toutes les analogies qui peuvent se présenter à un moment ou à un autre, des plus réelles et importantes aux plus superficielles et trompeuses... » (Bouveresse, 1999, p.34).

Ainsi, nous pouvons trouver des analogies un peu partout dans la description du processus compositionnel ou de son résultat. Le plus souvent, il s'agit de créer une allusion à quelque chose qui est justement en dehors de la musique ou du processus compositionnel, mais qui peut être suggéré par un procédé auditif ou purement spéculatif. C'est alors une analogie que l'on pourrait qualifier d'analogie extérieure qui concerne ce qui est visible et perceptible.

Dans la description faite dans les premières pages de sa partition *Les éléments*, composée en 1737, Jean Féry Rebel parle de « la Basse qui exprime la Terre par des notes liées ensemble et qui se jouent par secousses, des flûtes lesquelles par des traits de chant qui montent et qui descendent imitent le cours et le murmure de l'eau, de l'air qui est peint par des tenues suivies de cadences que forment les petites flûtes et enfin des violons, qui par des traits vifs et brillants représentent l'activité du feu »¹¹.

De son côté, Tristan Murail parle « d'une analogie poétique » quand il décrit en 1992 le titre de sa pièce pour violoncelle *Attraction étranges*. Le titre qui « ...fait allusion à cet univers nouveau des mathématiques, le monde « chaotique » où l'on regroupe les fractales, l'étude des turbulences, les évolutions de population, etc. »¹². Mais le compositeur, à part ce titre évocateur, n'utilise aucun procédé mathématique au sens propre, l'analogie n'est donc pas directe comme dans le cas de Rebel, mais plus verbale et conceptuelle.

De la même manière, le compositeur Jean-Baptiste Barrière parle du titre de sa pièce *Chréode* pour bande magnétique, comme d'une métaphore. Le terme « chréode » est alors emprunté à la génétique et à la morphogenèse et sert « ...de manière générale de métaphore pour cette situation à laquelle nous sommes aujourd'hui confrontés devant les nouvelles morphologies musicales... » (Barrière, 1984, p.199).

Les deux exemples précédents montrent un autre type d'analogie dans la musique, c'est une analogie interne au processus et non plus une « vue » externe. Il s'agit alors d'observer les développements et les changements de ce qui n'est pas forcément clair et univoque. Si les analogies externes et audibles sont plus destinées à l'auditeur, comme une sorte d'illustration sonore, les analogies internes posent plus de problèmes conceptuels et sont plus destinées à la réflexion.

C'est par l'analogie, que « la composition est envisagée comme l'action de composer des symboles qui s'assemblent en propositions, énoncés, ou en phrases, et qui peuvent s'engendrer mutuellement par application de règles d'inférence » (Barrière, 1988, p.195). Cela permet de comparer le processus compositionnel à une sorte de langage formel et ultérieurement d'avoir les outils, pour composer ou pour analyser le processus.

Il est possible d'élargir le concept, comme le fait Scriabine qui « ...tend vers une intégration toujours plus complète du principe de l'analogie universelle » (Kelkel, 1988, p.159). On passe là dans un domaine plus flou où le symbolisme commence. Par exemple, dans le cas de Costin Miereanu et de sa pièce *Dans la nuit des temps* composée en 1969 où le chiffre sept désigne « ...sept extraits de la Bible sur les sept jours et nuits de la Genèse, sept surfaces d'une danse lumineuse effervescente en montage typographique... » (Stoianova, 1973, p.113).

Dans tous les cas, l'analogie peut servir de point de départ pour l'abstraction et la future formalisation du processus compositionnel. Elle permet de mettre en parallèle des concepts divers, pour pouvoir ensuite utiliser des modèles autres que musicaux dans le processus musical. Il n'est pas important qu'il s'agisse de modèles scientifiques ou non, ce qui est essentiel c'est le passage de l'un vers l'autre et leur rapprochement mutuel.

III.2.4. Abstraction

Le processus d'abstraction est le premier stade dans la création des liens et des relations entre différents objets. Comme nous l'avons vu, le fait même de créer une

¹¹ Rebel J., *Les Éléments*, Salabert, Paris, 1993, 58p., p.XIV

¹² Murail T., pochette du disque, Accord, 1992

partition demande un certain niveau d'abstraction avec l'élimination ou la généralisation de certains paramètres. Suivant le niveau d'abstraction, le modèle extérieur au monde musical va être utilisé plus ou moins directement et d'une manière plus ou moins complexe.

On peut se demander si le processus mental nécessaire à un certain niveau d'abstraction peut être en contradiction avec le processus même de la composition. Ainsi d'après Hugues Dufour « ...il faut sans doute s'astreindre à travailler à un niveau plus élevé d'abstraction, ce qui veut dire renoncer à tous les attributs traditionnels de la musique » (Dufour, 1981, p.7). D'où une certaine crainte de voir le musicien plutôt comme explorateur des possibilités objectives de la science et qui ne puisse pas ainsi prétendre « leur imposer le sceau d'une contribution personnelle » (Dufour, 1981, p.7).

Il s'agit là d'une allusion à un concept de création de la musique par automates, tel qu'il était créé par Pierre Barbaud qui représente alors la voie extrême de la formalisation et de l'abstraction. Pour Barbaud, « au lieu de fabriquer des œuvres, on a désormais l'ambition de fabriquer des programmes... » (Barbaud, 1968, p.121).

Cela explique aussi l'hésitation de certains compositeurs pour qui l'acceptation d'une pensée et d'une réflexion trop abstraite, correspond à un éloignement du processus compositionnel. En effet, plus on privilégie le côté réfléchi et pensé, plus on fait passer au second plan le côté intuitif et spontané et vice-versa. Mais ce raisonnement fait oublier que même les formes musicales les plus simples ne sont en fait que des modèles créés par un processus d'abstraction.

Cette hésitation est pourtant en contradiction avec les faits que l'on peut observer dans les autres arts. Pour Xenakis ce sont nos « structures mentales » qui « sont généralement disposées à admettre l'utilité de la géométrie dans les arts plastiques comme l'architecture, la peinture, etc. ». Le problème est donc de passer du stade géométrique à un stade moins visuel et donc plus difficile « pour admettre qu'on puisse utiliser des mathématiques non visuelles [...] pour aider à la composition musicale, elle-même plus abstraite que les arts plastiques » (Xenakis, 1981b, p.16).

Parler de processus d'abstraction revient à parler des différents traits des objets qui ne sont pas séparés de l'objet en réalité, mais seulement présents dans notre pensée. Le processus de sélection des traits que l'on estime pertinents pour décider de l'appartenance ou de la non-appartenance de l'objet à une classe déterminée s'appelle l'abstraction.

L'abstraction est donc un travail formel qui résulte de notre pensée et qui structure les données auxquelles nous sommes confrontés selon quatre opérations mentales : simplification, généralisation, sélection et schématisation. Leurs significations sont les suivantes :

- Simplification : négliger toutes les circonstances environnant un acte, ne pas tenir compte des accidents d'une substance, ne pas s'arrêter aux particularités d'un être.

- Généralisation : remonter des éléments (aussi complexes soient-ils) vers des propriétés plus générales.

- Sélection : isoler de toute intégralité ou globalité de l'objet, un aspect fragmentaire, local.

- Schématisation : décomposer et recomposer un système de données.

Ces quatre opérations mentales correspondent à quatre processus de cognition : idéalisation, conceptualisation, classification et modélisation. Le dernier d'entre eux -

modélisation - désigne le processus mental de schématisation qui permet une modélisation d'une donnée et sa formalisation (Macherey, 1995).

Ainsi nous pouvons voir que la formalisation est liée à l'opération de schématisation à laquelle correspond le processus de cognition - la modélisation. Ce concept de formalisation sert à la « présentation des théories scientifiques et en premier lieu, sinon exclusivement, des mathématiques ».

Le simple fait de décrire un objet, implique déjà un processus d'abstraction. Il faut séparer les propriétés de l'objet par un système de classement et de comparaisons. Il faut en même temps retenir et isoler l'essentiel de l'objet puisque l'objet peut être décrit par une infinité de descriptions. Enfin, il faut généraliser les propriétés de l'objet pour que l'on puisse les appliquer aux autres objets similaires.

De la même manière, c'est par l'abstraction que nous pouvons décrire un son. Ainsi nous le décomposons en divers éléments tels que sa hauteur, sa durée, son timbre, etc. En même temps, nous ne tenons pas compte des petites différences et variations de ces éléments pour ensuite étendre ces données aux diverses sources sonores. Enfin, avec les données ainsi obtenues par le processus d'abstraction, nous pouvons créer des modèles pour composer la musique ou l'analyser.

III.2.5. Formalisation

D'un point de vue général, le processus de formalisation est lié à l'opération de schématisation, une des quatre opérations mentales structurant les données. La formalisation nous permet d'apercevoir un objet comme quelque chose que l'on peut diviser et assembler. L'objet contient ainsi des éléments hiérarchiques liés l'un à l'autre par différents types de relations. Le processus de formalisation crée ainsi un système d'éléments (représentant un objet), avec une hiérarchie et des relations entre ces éléments.

D'un point de vue particulier, nous parlons de la formalisation comme d'une « ...présentation des théories scientifiques - et, en premier lieu sinon exclusivement, des mathématiques - dans le cadre d'un système formel, permettant de caractériser sans ambiguïté les expressions du langage et les règles de démonstration recevables » (Macherey, 1995, p.707). Cette présentation se déroule dans le cadre d'un système formel, mais il faut souligner que la formalisation ne se réduit pas à une question de formulation.

Ainsi, nous pouvons définir ce système formel (ou la théorie formalisée) à partir des conditions suivantes :

- 1) l'ensemble des symboles qui est un ensemble fini ou dénombrable et dont une suite finie de symboles forme une expression du système
- 2) un sous-ensemble d'expressions du système qui sont correctement formées et que l'on appelle les formules du système
- 3) un sous-ensemble de formules que l'on appelle les axiomes du système
- 4) une liste finie de relations entre les formules que l'on appelle les règles d'inférence

À l'aide de ces symboles et de ces règles, il nous est ensuite possible de créer une « démonstration formelle du système », c'est-à-dire une suite finie de formules dont chacune est, soit un axiome, soit une conséquence immédiate des formules précédentes. Chaque formule peut être qualifiée de vraie ou de fausse, sauf pour les axiomes, qui sont des formules à partir desquelles le système est construit et que l'on admet tel quel.

On appelle « théorème du système » une formule dont il existe une démonstration. Par conséquent, caractériser formellement une théorie, c'est la décrire avec des ensembles de symboles et de règles de manipulation de ces symboles.

En ce qui concerne la musique, on peut considérer la notation musicale comme un ensemble de symboles et les théories musicales, telles que la théorie du contrepoint ou de l'harmonie comme des règles de manipulation de ces symboles. Il est donc tentant de voir une analogie entre une théorie de la composition et un système formel.

Bien entendu, les théories d'analyse ou de composition ne peuvent pas être prises au pied de la lettre quand elles traitent de la formalisation. Il ne s'agit pas vraiment du processus de formalisation au sens mathématique du terme¹³, mais il faut le prendre dans un sens plus large. La formalisation sert alors de méthode pour décrire et manipuler l'objet - la composition musicale.

Dans le cas de l'analyse musicale, la formalisation peut apporter une clarté de définition et de compréhension du sujet. Elle aide à mieux cerner les problèmes et à chercher l'essentiel là où il est difficile de parler autrement qu'avec des comparaisons imprécises et multi-significatives. En même temps, elle crée un niveau plus général qui permet de chercher les liens qu'il ne sera pas possible d'apercevoir autrement. De ce point de vue, il est même possible de juger si un système est plus ou moins scientifique, comme le fait Laurent Fichet quand il parle de *La Théorie Générative de la Musique Tonale*, de Lerdahl et Jackendoff (Lerdahl, 1983). Cette théorie est scientifique puisqu'elle est « vérifiable ». C'est une théorie, où il y a « ...un essai d'établissement d'une grammaire exhaustive de la musique tonale », et où il est possible de « ...théoriquement générer une musique tonale en observant toutes les règles édictées et rien que ces règles » (Fichet, 1996, p.255).

Dans la composition, la formalisation apporte directement la possibilité de travailler avec un modèle extra musical. Le système formel, avec une complexité plus ou moins grande, établit le lien entre le processus compositionnel proprement dit et le modèle ou les données externes à la musique.

III.2.6. Modèle

Bien que la notion de modèle soit extrêmement large et qu'il soit impossible d'en donner une définition exacte, nous pouvons au moins dire que le modèle est quelque chose « qui sert d'objet d'imitation »¹⁴. Le modèle est donc un objet construit volontairement dans le but de retrouver certaines caractéristiques d'un autre objet. Les caractéristiques peuvent être soit externes - la couleur, le matériau, la forme, etc, - soit internes - les relations entre différentes parties.

Nous pouvons diviser les modèles en deux catégories : les modèles physiques et les modèles théoriques. Les modèles physiques sont les objets que l'on construit réellement avec du matériel et que l'on peut toucher, voir ou mesurer. Les modèles théoriques sont, au contraire, des ensembles de formules, de phrases ou d'équations qui les décrivent.

Dans les deux cas, le modèle reproduit certaines fonctions qu'il est possible d'étudier indépendamment de l'objet réel. Par le processus d'abstraction, nous enlevons les parties non significatives de l'objet, pour ne considérer que les traits dont

¹³ Nous ne parlons pas maintenant de la création de nombreux programmes informatiques dans le but de la création de la composition ou de son analyse. Effectivement, dans ce cas-là, il est absolument indispensable de manipuler les systèmes formels strictement définis.

¹⁴ coll., Larousse Référence Électronique, 1993

nous avons besoin. En même temps, nous simplifions sa structure, pour pouvoir contrôler les changements et en mesurer les conséquences. Une fois le modèle établi, il nous est donc possible de ne travailler qu'avec ce modèle ; les connaissances ainsi acquises sont alors valables pour l'objet imité.

Au sens initial le modèle est d'abord d'un concept « technique », où le modèle est en premier lieu une maquette. La maquette est un objet réduit reproduisant, sous une forme simplifiée, un objet de grandes dimensions. Le modèle peut être ainsi soumis à des mesures, des calculs, des tests physiques qui ne seraient pas appliqués commodément à la chose reproduite. Dans ce cas, le modèle devient un objet physique.

En deuxième lieu, et surtout pour les sciences exactes, le modèle désigne le schéma théorique visant à rendre compte d'un processus, des relations existant entre divers éléments. Dans ce cas, il ne s'agit plus d'un objet matériel, mais d'une construction logique et formelle qui vise à décrire le fonctionnement et le mécanisme étudié. Le modèle devient un système d'équations et de formules, où les données obtenues correspondent aux résultats issus de l'observation du comportement de l'objet.

Pour construire un modèle, il est nécessaire de recourir à l'analogie et à l'abstraction, puisque le modèle n'est pas l'objet représenté, mais seulement une reproduction faite à son image. Le modèle constitue ainsi une simplification du système étudié. Il permet d'effectuer des simulations destinées à prévoir le comportement de ce système dans des cas déterminés. Le modèle est donc une représentation d'un objet et il devient ainsi en méthodologie une sorte de figuration ou de reproduction qui servent les buts de la connaissance.

Pour clarifier les choses, prenons comme exemple un modèle mathématique. Le modèle mathématique est créé par un système de correspondances entre les objets matériels et les objets mathématiques. Les relations - nous pouvons dire les lois - entre les objets réels sont représentées par les relations mathématiques. Ainsi, le problème initial est traduit en un problème mathématique. Une fois le problème mathématique résolu, il suffit d'adapter la solution pour les objets et les lois réels¹⁵.

Un des grands avantages des modèles théoriques, et mathématiques en particulier, est qu'ils peuvent décrire plusieurs objets ou situations réels. Les mêmes systèmes d'équations décrivent le comportement d'objets qui ne sont pas a priori compatibles. Cette description du monde réel par des modèles identiques crée pour les objets et les situations observés un dénominateur commun qui unifie ainsi des faits distincts.

Les objets fractals sont l'exemple d'une telle polyvalence des modèles. Ces objets, à l'équation mathématique très simple, ont une multitude d'applications pour simuler les situations du monde réel. Ils peuvent décrire les expériences chimiques comme la déposition du zinc pendant le processus d'électrolyse, la complexité de la forme d'une plante pendant sa croissance ou le mouvement des molécules dans le mouvement Brownien¹⁶.

De la même manière que pour les objets, les situations et les processus réels, les modèles peuvent servir pour la description d'un processus compositionnel, ou au moins de l'une ou de plusieurs de ses parties. Pour un compositeur, il s'agit de rechercher un modèle, qui peut imiter un ou plusieurs traits caractéristiques de sa

¹⁵ Cet exemple est repris de (Dieudonné, 1987, p.30).

¹⁶ Ces exemples sont repris de (Peitgen, 1992a).

future composition musicale. Deux possibilités peuvent se présenter : soit il veut imiter l'objet, soit il veut imiter un processus.

Le modèle peut décrire diverses caractéristiques et n'est pas restreint à un genre de musique. Il peut s'agir d'« ...une description du modèle abstrait du système des « tonalités » dans la musique traditionnelle » (Barbaud, 1966, p.11) dans le cas de Pierre Barbaud et de ses automates musicaux. Un modèle physique peut aussi être utilisé, par exemple, le spectre acoustique des instruments qui sert de modèle à des compositeurs de musique spectrale. Des modèles mathématiques, probabilistes ou stochastiques, peuvent également être employés, ainsi que Iannis Xenakis l'a fait pour certaines compositions.

III.3. Les relations entre les sciences et la musique

Pour illustrer les différents rapports entre les sciences et la musique, ainsi que leur degré de complexité, nous allons montrer ici deux exemples de liens entre la réalité scientifique et artistique. Dans le premier cas, nous parlerons du rapport entre les connaissances acoustiques et la maîtrise du jeu instrumental. Dans le deuxième cas, nous verrons le processus de la composition musicale en relation avec des modèles extra musicaux.

Nous avons déjà observé et analysé les relations intentionnelles et réfléchies de l'intégration des modèles extra musicaux à la composition. Ce sont, par exemple : les relations entre le plan architectural et le motet *Nuper rosarum flores* de Dufay ; les règles de Guido d'Arezzo employées pour établir les parcours mélodiques à partir des voyelles des textes ; les jeux de dés des compositeurs du 18^e siècle utilisés pour déterminer la formation des compositions musicales...

À présent, nous allons nous intéresser aux relations « cachées » et « non visibles » entre les modèles et la musique, c'est-à-dire aux relations que le musicien ou le compositeur n'utilise pas consciemment. Il s'agit de rechercher les rapports qui ne sont plus des relations volontaires entre les disciplines scientifiques et la musique, mais les rapports qui résultent de la réalité même de la production d'un son ou du processus de la création d'une composition musicale.

III.3.1. L'acoustique et l'instrument

Le phénomène sonore est une réalité physique. Il est régi par des lois, qui sont indépendantes de notre volonté artistique. Nous ne pouvons qu'utiliser le phénomène existant pour produire le son. Nous pouvons changer les paramètres du son - timbre, dynamique, hauteur - mais pas la nature elle-même de la création ou de la transmission du son.

La phrase « je crée un son » n'est donc pas tout à fait exacte, même si elle est généralement l'utilisée. Il faudrait plutôt dire, que dans certaines conditions, la modification d'un milieu, le plus souvent l'air, provoque en nous la sensation que l'on appelle communément « entendre un son ». Il ne s'agit donc pas d'une création mais d'une transformation, en l'occurrence d'un changement d'état de la matière. Nous percevons l'énergie, qui se propage à travers la matière suivant les lois de la physique.

Ce qui est très intéressant, et qui est en même temps très pratique, est qu'il n'est pas nécessaire de connaître les lois physiques de la propagation de l'énergie ou du mouvement des molécules pour produire un son. N'importe quel musicien jouant d'un instrument utilise les propriétés physiques de l'instrument pour créer un son, et cela sans avoir besoin de connaître l'acoustique et ses calculs mathématiques.

De la même façon, pour un compositeur, il suffit de connaître quelques principes de l'orchestration pour pouvoir écrire pour un instrument donné. Cette connaissance est acquise par la méthode de l'apprentissage qui n'est pas l'étude de l'acoustique ou de la physique. C'est un apprentissage utilisant divers instruments et les résultats obtenus. De ce point de vue, nous pourrions conclure, qu'il n'est absolument pas nécessaire pour un musicien ou un compositeur, de se tourner vers les sciences, même si, comme nous l'avons dit plus haut, la matière première de leur travail - le son - est décrite par les sciences. Mais l'apprentissage et l'exploration expérimentale ont leurs limites. La connaissance, autre que celle obtenue ainsi, peut servir à la compréhension des mêmes phénomènes envisagés sous des angles différents.

Ainsi, une connaissance plus ou moins approfondie de l'acoustique, peut aider un musicien à jouer d'une autre manière et à produire d'autres sonorités sur son instrument. De même, cette connaissance est indispensable au luthier, ainsi qu'au compositeur désireux de trouver des sonorités non établies par la connaissance empirique dans les traités de l'orchestration. C'est ainsi qu'il est possible d'aller plus loin et même si « on comprend maintenant, grâce à l'analyse acoustique, le bien-fondé des recettes empiriques, [...] il reste infiniment à découvrir » (Murail, 1984, p. 180).

Il ne s'agit pas ici de réduire la question du jeu instrumental et de l'orchestration au simple constat : une meilleure connaissance de l'acoustique permet de mieux jouer ou de mieux orchestrer une partition. La situation est en réalité beaucoup plus subtile et comporte des variables, comme l'environnement culturel, la facilité d'apprentissage ou le poids de l'héritage culturel. Mais la connaissance de l'acoustique en particulier et des sciences en général, peut aider le compositeur ou l'interprète, à réaliser des approches différentes en se libérant des préjugés établis.

III.3.2. Les modèles et la composition

Le phénomène de la composition est complexe et nous ne pouvons pas déterminer une « loi » pour la création d'une composition dans la mesure où les conseils et les règles ne sont que des guides. L'art de composer est le mélange entre une volonté de rigueur et une interprétation des règles par chaque compositeur. Les règles elles-mêmes ne sont qu'une abstraction issue de l'expérience, laquelle est, tour à tour, modifiée par de nouvelles « découvertes ».

Si nous regardons les manuels scolaires expliquant une forme musicale, comme par exemple une sonate, et qu'ensuite nous analysons les partitions possédant une telle forme, nous découvrons que la forme de la sonate n'est ici qu'une idée, une image qui n'a jamais été appliquée telle quelle. Chaque compositeur l'a utilisée à sa manière pour produire un résultat qui, en fin de compte, ne peut pas être simplement superposé au schéma décrit dans les manuels.

Une sonate, une fugue ou tout autre forme musicale, n'est pas qu'un objet à recopier. Il s'agit plutôt d'un modèle et d'une abstraction issue de la généralisation de certains traits de pièces utilisant telle ou telle forme. C'est donc un processus en boucle, une sorte de *feedback*, qui d'un côté agit sur le développement de la forme en fonction des pièces et de l'autre change le modèle de la forme en fonction de ces mêmes pièces. La forme ainsi atteinte, et acceptée par tous, arrive à un équilibre entre ces deux processus, jusqu'à ce que, par la pratique musicale, une autre forme se généralise.

Ce qui nous intéresse est justement cette forme « scolaire » d'une forme musicale qui sert de modèle à la création d'une pièce. C'est, bien sûr, un modèle musical et non pas un modèle mathématique (ou autre), mais comme n'importe quel

modèle, elle est une image et une imitation de quelque chose de réel, ici l'ensemble des pièces répondant à une définition de la forme de la sonate.

Le travail d'un étudiant en composition consiste à créer des pièces d'après un modèle donné. Le travail d'un compositeur expérimenté consiste ensuite à transformer les modèles établis ou à en inventer d'autres qui correspondent à ses propres besoins. La notion de modèle fait donc partie intégrante de la création artistique en général et musicale en particulier.

À côté des modèles déjà établis, il y a beaucoup d'autres modèles utilisés dans la composition qui sont issus de l'observation de la nature ou des sciences. Parmi ces modèles largement utilisés par les compositeurs, nous pouvons mentionner les symétries géométriques, les proportions et le nombre d'or, le calcul combinatoire, les statistiques, la théorie des ensembles, l'analyse spectrale...

Ces modèles sont directement tirés, consciemment ou inconsciemment, de connaissances extra musicales. Le problème réside dans la manière de les appliquer. Leur « utilisation » dans le processus compositionnel peut être assez simple, par exemple, l'utilisation de symétries dans la polyphonie ou de rapports numériques, mais elle peut aussi être beaucoup plus complexe, comme par exemple pour des applications de statistiques ou de la théorie des gaz.

III.4. Les types de relations

Nous allons maintenant aborder les diverses approches qui existent entre les sciences et la musique et entre les modèles et la composition. Nous essaierons de trouver les caractères qui réunissent ou séparent les différentes relations. Ce qui nous permettra de classer et de diviser les relations étudiées, entre les modèles extra musicaux et le processus compositionnel.

La classification dépend d'abord des caractéristiques que l'on estime cohérentes pour que les ensembles créés aient des caractères différents et reconnaissables. C'est le côté objectif de la classification. D'un autre côté, la classification comporte toujours une certaine part de subjectivité, qu'il n'est pas possible d'enlever mais que l'on peut atténuer. Cette subjectivité rejoint la finalité de la classification, puisque ce sont justement les raisons pour lesquelles la classification est créée qui nous font prendre des décisions pendant son développement.

Nous pouvons ainsi créer des divisions et des classements d'après l'utilisation des types d'algorithmes : déterministes ou aléatoires. La musique est alors divisée en musique algorithmique et musique aléatoire. Une autre possibilité consiste à sélectionner les données suivant leur provenance, ainsi, nous pouvons parler de musique spectrale, de musique dodécaphonique, de musique concrète, etc. Il est aussi possible de classer la musique en fonction des procédés extra musicaux employés pour générer le processus compositionnel ; nous aurons, par exemple, la musique stochastique, la musique fractale, la musique algorithmique, etc..

Notre réflexion portera sur les éléments premiers utilisés pendant la phase de pré-composition. Nous parlons de pré-composition puisqu'il s'agit de la création de matériau utilisable par la suite pour la composition elle-même, et, non du stade du processus compositionnel où les décisions définitives sont prises pour obtenir une composition unique.

Pour bien différencier ces deux processus : le processus pré-compositionnel - création et accumulation de matériau - et le processus compositionnel - décision et choix artistique définitif - nous allons parler du premier, dans le cas de lien avec des

modèles extra musicaux, comme étant la *sonification*. La sonification est définie comme le processus, qui permet d'acquérir le matériau musical à partir d'un modèle extra musical. Le modèle lui-même peut être, soit, un processus dynamique, soit, un ensemble de données statistiques, c'est pourquoi nous parlerons de sonification des données et sonification du processus.

Il n'est, bien sûr, pas possible d'obtenir des données sans un processus qui les engendre. La différence va donc résider dans l'importance accordée aux données et au processus pendant la création du matériau musical. Le choix entre les données ou le processus comme modèle, détermine aussi le potentiel futur de l'exploitation de ce modèle.

En premier lieu, nous considérerons la sonification des données. Le modèle va porter sur l'importation de données extra musicales statiques « figées ». Le modèle est, dans ce cas, une réalité physique ou un objet mathématique ou autre dont on peut mesurer les grandeurs. Ce sont ces ensembles de grandeurs qui seront ensuite « codés », suivant un algorithme plus ou moins complexe, en paramètres musicaux. Le cas extrême et le plus rigoureux est la sonification de données utilisée en complément à la perception visuelle des données. Cette perception est souvent très monotone et laborieuse, comme c'est, par exemple, le cas pour une séquence d'ADN où quatre lettres forment une longue séquence qu'il est difficile de suivre visuellement.

Un deuxième cas de sonification est réalisé avec un processus extra musical présenté sous forme d'algorithme, de fonction, etc... Le processus ne contient pas de données en lui-même, mais, en changeant les entrées ou les variables du processus, on génère des données qui sont alors utilisables pour la sonification de données. La sonification de données résultant d'un processus est identique à celle de l'exemple de l'ADN, sauf que maintenant il est possible d'« influencer » le résultat obtenu en changeant les variables du processus.

III.4.1. Hiérarchisation

Avant de parler de sonification, il est nécessaire d'expliquer deux termes que nous utiliserons fréquemment, il s'agit de la hiérarchisation et de l'événement sonore. La hiérarchisation définit la méthodologie et dit comment on comprend la structure de la composition musicale. L'événement sonore détermine la matière et montre les briques de sa construction. Tous deux sont complémentaires puisqu'ils décrivent le résultat du processus compositionnel.

Le processus de hiérarchisation permet de diviser une structure, ici, une composition musicale ou plutôt sa partition, en plusieurs parties et sous-parties. Cette division est effectuée en fonction de divers critères et de comparaisons entre les parties et les sous-parties. La hiérarchisation crée ainsi des niveaux qui correspondent aux mêmes types de sous-ensembles.

La structure que l'on appelle la composition musicale est en fait un ensemble de signes et de relations entre ces signes. Chacun de ces signes représente un ou plusieurs paramètres d'un événement sonore.

La hiérarchie est l'ensemble des divisions de la structure donc de l'ensemble principal qui est la composition elle-même, et de leurs relations mutuelles. Ainsi, la hiérarchie est créée par la position des sous-ensembles sur différents niveaux et par leurs relations mutuelles.

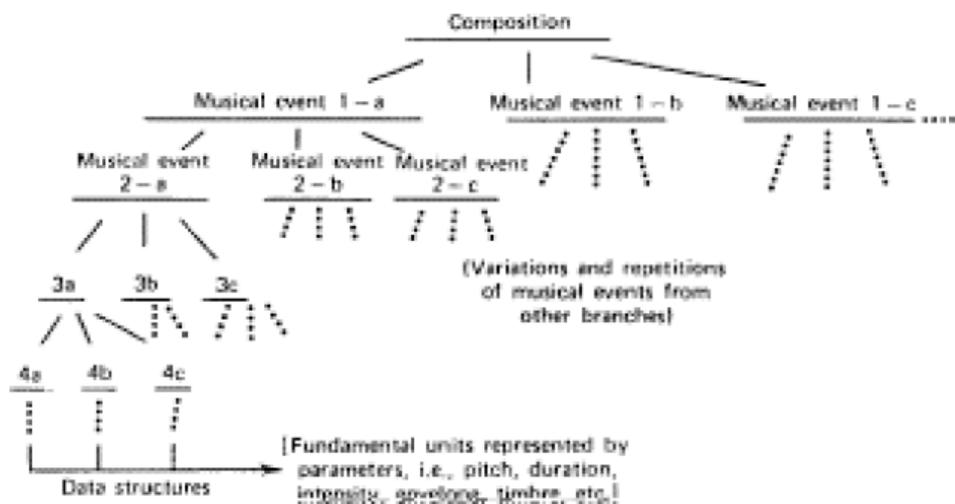


Figure III.4.1 Arbre hiérarchique de la composition musicale.

Le plus souvent la hiérarchie de la composition est définie comme un arbre, où « ...chaque nœud représente une partie de la pièce. Les fils d'un nœud associé à une partie A décrivent les sous-parties composant A » (Barbar, 1998, p.109). C'est ensuite cet arbre qui est appelé hiérarchie. D'après cette définition, une fois l'ensemble de référence divisé, les sous-ensembles créés n'ont pas d'éléments communs, comme le montre la figure ci-dessus¹⁷.

Le fait de décomposer les parties en sous-parties est justifié par deux raisons, d'abord à cause d'une évidence formelle. La pièce est divisée « tout naturellement » en parties, distinctes ou non, et même le travail compositionnel peut être expliqué comme une sorte d'assemblage de petites parties qui forment la totalité. Ensuite, la division et la hiérarchisation aident à structurer et à formaliser la composition dans le but d'un traitement informatique¹⁸ soit pour analyser les données existantes, soit pour en calculer de nouvelles.

La hiérarchisation ne se limite pas au seul domaine de la programmation informatique. La nécessité de décrire une pièce musicale contraint à la diviser en différentes parties, plus ou moins grandes, et à montrer les relations entre les parties ainsi formées. L'analyse musicale de la forme montre un niveau élevé de la hiérarchisation, la pièce étant divisée en parties qui sont à leur tour redivisées. L'exemple d'une telle division est donné ci-dessous par la forme de la sonate¹⁹.

¹⁷ Le schéma est reproduit d'après l'article (Bateman, 1980, p.235).

¹⁸ Nous parlons ici de la programmation et non pas de l'activité créatrice d'un compositeur.

¹⁹ Cette figure est reprise de (Bateman, 1980, p.233).

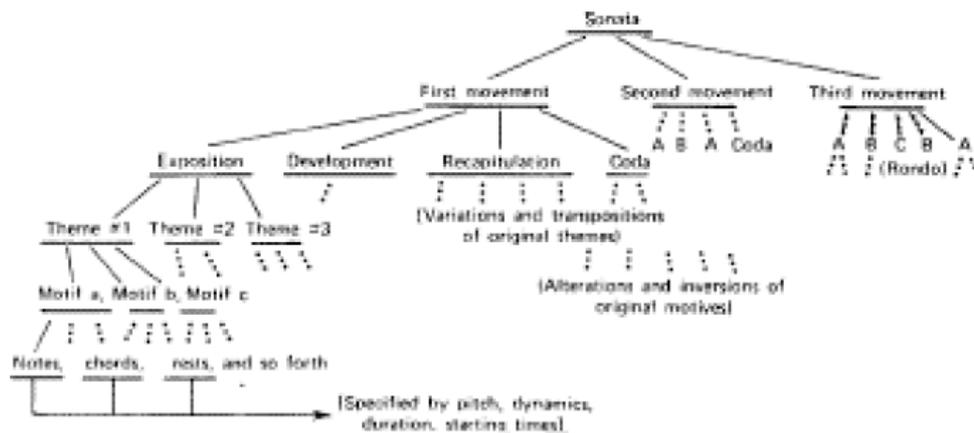


Figure III.4.2 Division de la forme sonate.

Enfin, la hiérarchisation sert « ...à généraliser l'organisation des sons sur plusieurs niveaux » (Xenakis, 1981b, p.14). Cette généralisation permet de gérer le matériau musical d'une manière plus abstraite et plus globale, et d'utiliser les modèles pour les différents niveaux de la hiérarchie. De même, il est possible d'envisager l'utilisation du même modèle pour des niveaux éloignés de la composition et de réunir ainsi « horizontalement » la microcomposition, la mesacomposition et la macrocomposition musicales²⁰.

III.4.2. Événement sonore

Définir une composition musicale comme un ensemble de signes écrits sur le papier ou enregistrés sur un support quelconque n'est pas entièrement satisfaisant. Nous avons déjà parlé de la partition comme d'un ensemble de signes graphiques représentant les paramètres sonores. Nous avons aussi utilisé le terme « signe sonore », qui était décrit comme un son auquel on attribue une signification au sens large.

La composition n'est pas seulement un ensemble de signes graphiques. La partition sert à produire, à jouer la composition elle-même. Pour parler de n'importe quel sous-ensemble sonore dans la hiérarchie de la structure de la composition nous allons utiliser le terme : événement sonore. Ce mot est plus général que « signe sonore » qui n'est qu'une analogie de « signe graphique ».

Un événement sonore désigne un son ou un ensemble de sons dont la principale caractéristique est leur durée dans le temps. Le terme « événement sonore » ne désigne pas une durée particulière, c'est un terme générique qui désigne un ensemble de sons pendant une durée déterminée. Ainsi, la composition, elle-même peut devenir un événement sonore²¹ réunissant tous les sons qui la composent.

L'événement sonore a un sens plus général que le terme « son ». Suivant ses caractéristiques, les événements pourront être groupés et mis en relation les uns par rapport aux autres. Il est ainsi possible d'établir un ordre - une hiérarchie - dans l'ensemble des événements sonores.

Chaque événement peut être décrit par un certain nombre de caractéristiques. Cette description se fait avec des signes qui expriment les valeurs de ces caractéristiques sous des formes diverses. Ainsi, la position d'un signe peut exprimer sa position temporelle ou la description verbale peut exprimer sa dynamique. Pour

²⁰ Ces termes sont utilisés par Xenakis dans (Xenakis, 1981b).

²¹ Le terme d'événement sonore est utilisé dans plusieurs articles, comme dans (Buxton, 1985), ou (Bateman, 1980). Ce terme est utilisé aussi par Xenakis dans (Xenakis, 1981a).

des événements plus complexes, on trouve les lettres A, B, C, etc., qui désignent les parties entières d'une composition et décrivent sa forme.

Les caractéristiques d'un événement sonore - que l'on nommera aussi les paramètres sonores - sont décrites par des valeurs qui peuvent être codées sous différentes formes. Le choix d'un paramètre est subjectif et dépend de notre perception et de l'importance que nous attribuons à chaque paramètre. En décrivant un événement sonore à l'aide des valeurs de ses paramètres nous procédons ainsi à son analyse, d'après des critères subjectifs.

Le fait d'« extraire » les valeurs d'un événement sonore grâce à son analyse permet de le reconstituer à partir des valeurs de ses paramètres. Les valeurs étant écrites à l'aide de signes ou de nombres, il est possible d'effectuer certaines opérations logiques, mathématiques ou autres, ou tout simplement de prendre ces valeurs ailleurs que dans le milieu musical. Dans ce cas, nous parlerons de la sonification des données.

III.4.3. Sonification

La sonification est la création en général et plus précisément le calcul des paramètres des événements sonores sur un ou sur plusieurs niveaux à partir de modèles extra musicaux. La sonification est alors la relation entre le modèle et le paramètre de l'événement sonore. Sonifier un modèle veut dire choisir certains paramètres des données que produit le modèle et ensuite choisir la fonction qui attribue à une valeur d'un paramètre des données une valeur d'un paramètre de l'événement sonore.

Le résultat de la sonification peut aller de la préparation du matériau compositionnel à la création de la composition entière. Dans la majorité des cas, la sonification est utilisée dans le processus pré-compositionnel. Le compositeur prépare ainsi le matériau qui servira au processus compositionnel proprement dit. Ce que nous appelons ici le processus pré-compositionnel, désigne le travail qu'il est possible de décrire, la plupart du temps, formellement et qui se différencie du processus compositionnel, lequel désigne un acte artistique lié à la personnalité du compositeur et à son talent musical.

En fonction de la provenance du modèle, nous parlerons de la sonification du processus ou de la sonification des données. Il faut rappeler que ce sont toujours des données que l'on sonifie puisqu'il faut substituer aux valeurs des paramètres sonores les valeurs des données. Dans le cas de la sonification de données, les modèles sont directement les ensembles des valeurs observées et mesurées. Dans le cas de la sonification du processus ce sont les données produites par le processus servant de modèle qui sont sonifiées.

Un exemple, parmi les plus connus et les plus exploités, de la sonification de processus est la composition automatique avec des dés. Chaque jet de dés produit un couple de nombres constituant les données qui sont remplacées par des mesures de musique pré-composée.

La sonification des données est très répandue dans le processus pré-compositionnel, comme en témoignent les substitutions de lettres par des notes, les attributions de notes aux différentes couleurs, etc ... Dans tous ces cas, les données - lettres, couleurs, etc. - sont transformées en paramètres musicaux et produisent ainsi le matériau du processus compositionnel.

Le choix du modèle est primordial pour le compositeur. Ce choix peut être conditionné par la facilité d'utilisation ou par la simplicité à générer les données. Ceci est le cas des compositions automatiques utilisant des dés, ou, des programmes très

simples utilisant une fonction *random* permettant de calculer des valeurs en quantité souvent astronomiques. L'avantage d'un tel modèle est la possibilité de produire souvent une importante quantité de matériau musical qui peut être ensuite utilisé dans le processus compositionnel proprement dit.

Le choix peut également être conditionné par une ressemblance du modèle avec le processus compositionnel dans son intégralité ou avec une de ses parties. Par exemple, l'utilisation des symétries géométriques pour les transformations des paramètres sonores, le plus souvent de la hauteur. Le modèle lui-même peut être plus ou moins proche du monde musical, comme dans le cas du modèle acoustique du spectre du son, utilisé par les compositeurs de la musique dite spectrale.

Enfin, le choix du modèle peut être guidé par des motivations tout à fait personnelles. C'est le cas, par exemple, des « transcriptions » des lettres de l'alphabet en notes de musique suivant la ressemblance des noms. C'est le célèbre thème B A C H (si bémol, la, do, si), les « thèmes » de Schuman, de Schönberg, l'alphabet musical de Messiaen, etc... C'est aussi l'attribution des noms des planètes aux notes d'une gamme ou les relations entre les couleurs et les hauteurs qui diffèrent d'un compositeur à l'autre.

Une fois le modèle choisi, il faut définir les paramètres des événements sonores à modifier. Le plus souvent, ce sont les trois paramètres « classiques » : la hauteur, la durée et la dynamique, mais, en théorie, il est possible de modifier n'importe quel paramètre d'un événement sonore. Ce choix est aussi déterminé par le niveau sur lequel se trouvent les événements sonores, puisqu'en changeant de niveau les paramètres des événements changent en conséquence. Ainsi, si au niveau microscopique nous travaillons avec des hauteurs bien déterminées, au niveau macroscopique nous n'allons plus pouvoir travailler avec les hauteurs exactes, mais avec les registres définis par les intervalles.

Un des nombreux exemples de la sonification des données est l'attribution de paramètres sonores aux diverses couleurs. Cet exemple de sonification est intéressant puisque, à priori, un tel choix ne devrait théoriquement pas diverger suivant les différents compositeurs. Chacun voit les mêmes couleurs et entend les mêmes sons, pourtant ce qui diffère entre les compositeurs, c'est le choix de la fonction de transformation²², qui attribue à une couleur déterminée une hauteur particulière.

²² Le terme de la fonction de transformation exprime ici le même sens que le terme « mapping » en anglais utilisé dans le même contexte.

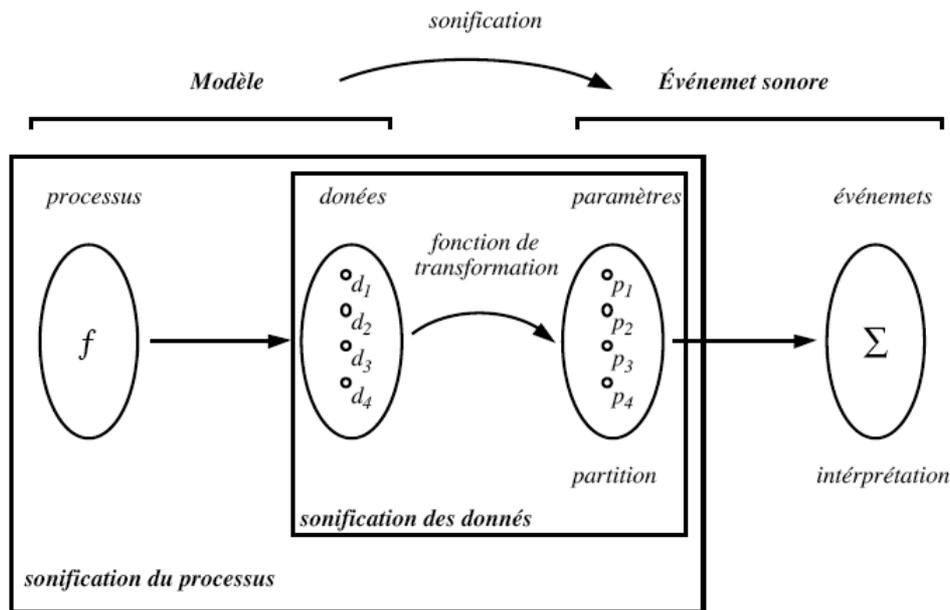


Figure III.4.3 La sonification des données et du processus.

Ceci montre, qu'il est possible d'avoir comme point de départ les mêmes données pour sonifier les mêmes paramètres sonores sans que le résultat soit, même de loin, identique. Par contre, une fois cette fonction de transformation établie, elle est gardée au moins pour une composition entière et ne change pas « en cours de route ». La plupart du temps, cette fonction de transformation est « au dessus » de la sonification et elle est purement subjective. Comme nous pouvons le voir, par exemple, dans l'attribution des notes d'une gamme aux planètes ou dans le cas d'une réflexion plus complexe de Kepler pour reproduire l'harmonie du monde.

La sonification des données sert à transformer les valeurs obtenues par un phénomène naturel, ou tout simplement extra musical, en des valeurs de paramètres sonores. Il est logique de penser que le scientifique et le musicien n'utiliseront pas la sonification de la même manière. Si pour un scientifique, la sonification est seulement l'un des moyens de représentation des données mesurées ou calculées, pour un musicien, ou un compositeur, la sonification apporte un élargissement de son travail ainsi que des idées qui ne pourraient pas être présentes sans ce type de travail. Par contre, si le but de la sonification est différent pour un compositeur et pour un scientifique, la base même de la sonification réunit les deux mondes - scientifique et artistique - à travers l'emploi d'outils semblables et de procédés analogues.

III.4.3.1. Sonification des données

La première approche et la source d'un lien entre les sciences et les arts est la perception des données scientifiques exprimées sous une forme qui est le plus souvent visuelle. De ce point de vue, « la sonification signifie l'utilisation du son pour la présentation des données, le sens auditif étant équivalent au sens visuel »²³. La comparaison avec le domaine visuel est significative puisque de nombreux modèles sont au départ visuels et seulement sonifiés par la suite.

Les données scientifiques sont, pour la plupart, exprimées sous forme de graphiques montrant les valeurs obtenues à la suite de mesures des événements ou

²³ Notre traduction de « Sonification refers to the use of sound to present data, the auditory equivalent of visualization. » (Madhyastha, 1992, p.2).

d'objets physiques. Il est effectivement plus simple de visualiser les données sous la forme d'un graphe, plutôt que sous la forme d'une série de chiffres. Il est également possible d'essayer de convertir les données en paramètres du son dans le but de les entendre.

La sonification est d'abord faite par et pour le scientifique. L'intérêt des compositeurs s'éveille à partir du moment, où les données scientifiques permettent de générer une certaine complexité. La complexité ne signifie pas forcément la complexité du modèle, mais il peut s'agir de la variété des données obtenues qui peuvent être générées par un modèle relativement simple.

En effet, tout le monde connaît les images créées à partir des équations d'objets fractals. La popularité de ces images est due à la richesse des formes qui sont obtenues par des procédés relativement simples et accessibles à tout utilisateur d'un ordinateur individuel. Nous avons, ici, une réunion heureuse entre la relative simplicité du concept et l'importante variété des résultats obtenus.

La grande différence entre l'image et le son est le paramètre du temps. Chaque événement sonore doit obligatoirement comporter les paramètres de la durée et du temps quand il est créé. Il n'est donc pas possible, comme c'est le cas pour une image ou un graphique, de revenir en arrière ou de parcourir rapidement l'ensemble des données présentées sous forme d'événements sonores. Dans certains cas, il est plus compréhensible de sonifier les données qui évoluent dans le temps et de garder ainsi une analogie avec le temps des événements sonores, mais ceci n'est pas une règle générale de la sonification.

La finalité de la sonification pour un scientifique n'est pas la même que pour un artiste. Pour un scientifique, la finalité d'une visualisation ou d'une sonification des données est la compréhension d'un phénomène, son explication ou la confirmation d'une théorie. Pour un artiste, c'est un moyen comme un autre d'obtenir le matériau avec lequel il peut travailler à son œuvre. Très souvent, pour un compositeur la sonification n'apporte pas la solution globale pour la réalisation de son œuvre, mais plutôt le matériau qui va être développé dans le processus compositionnel. Ainsi, « quand le processus aléatoire est utilisé pour la composition, il est rare que les données obtenues soient transformées directement et sans changement dans la composition »²⁴.

La principale difficulté, pour une exploitation sonore plus ample des données scientifiques, résidait principalement dans la complexité du travail sur un grand nombre de données. Ce problème a pu être résolu grâce au traitement informatique des données. Après cela, le compositeur a pu se concentrer sur l'aspect musical de l'exploitation des données sans être arrêté par des problèmes techniques qui freinaient son imagination. De même, le scientifique peut expérimenter la meilleure représentation des paramètres sonores pour les données à sonifier.

Une fois les paramètres de la sonification établis, c'est l'utilité et la finalité qui déterminent s'il s'agit d'une sonification scientifique ou de son exploitation artistique. Si le compositeur utilise la sonification pour obtenir le matériau musical, ce matériau devient musical dans le contexte de la composition dans laquelle il évolue. Quand la pièce *Earth Magnetic Field* composée, en 1970, par Charles Dodge « ...donne à entendre les variations du champ magnétique terrestre » (Risset, 1986), ce n'est pas la signification scientifique des données qui intéresse l'auditeur, mais son emploi artistique.

²⁴ Notre traduction de « When a random process is used compositionally, it is rare that the raw output from the process is translated into music directly. » (Dodge, 1985, p.266).

Nous pouvons dire qu'un objet possède des caractéristiques, c'est-à-dire qu'il est décrit à l'aide de plusieurs paramètres dont les valeurs mesurées ou calculées sont les données. Le compositeur doit donc en premier lieu trouver des paramètres dont la variation et le changement peuvent être intéressants musicalement pour la variation et le changement d'un paramètre sonore ou musical. Sonore, s'il s'agit de créer un son, un bruit, etc..., musical, s'il s'agit de la création du matériau pour une partie ou pour la totalité de la composition.

La sonification des données est donc une application directe des données obtenues par une observation et une collecte ou par un calcul. Cette application est faite à l'aide d'une fonction qui attribue à une donnée observée une et une seule valeur d'un paramètre sonore. Le choix de cette fonction est donc primordial pour la perception de l'évolution des données, si toutefois on souhaite que cette évolution soit perceptible !

Le cas de la sonification de la molécule DNA par Nabuo Munakata est un exemple de transformation des données. À chaque donnée, ici une lettre qui désigne l'une des quatre bases de la molécule, correspond une hauteur de la gamme en Do majeur. Cette transformation permet ensuite une « lecture » sonore de la molécule, et crée ainsi une sorte de mélodie perpétuelle.

Cet exemple montre, tout d'abord, une certaine simplicité d'affectation des données aux divers paramètres sonores. Pour un compositeur, cette simplicité peut donner lieu à une réticence, puisque le matériau musical ainsi obtenu est d'une relative pauvreté. Par contre, pour un scientifique cette simplicité présente un avantage parce qu'il s'agit de présenter les données le plus clairement possible et sans paramètres superflus pour l'audition.

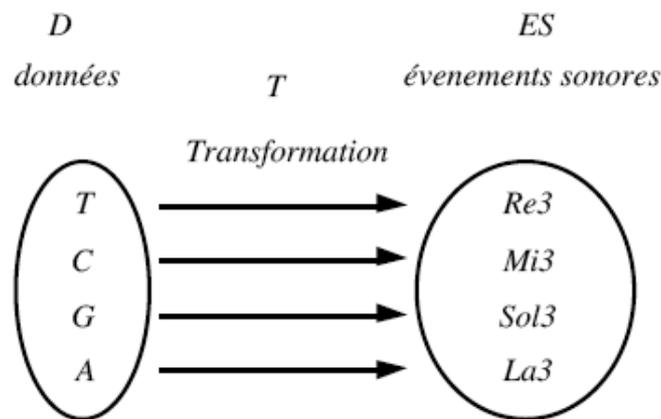


Figure III.4.4 Schéma de sonification des données.

Ensuite, nous pouvons voir que le choix des valeurs des paramètres sonores, ici les hauteurs, est déterminant pour l'esthétique du matériau créé. En effet, l'affectation des données aux hauteurs d'une gamme majeure, mineure ou chromatique, n'est pas indifférente à la personne qui écoute la sonification. Suivant sa sensibilité, la personne va plutôt accepter une affectation tonale ou non tonale et, de même, le compositeur va choisir les gammes, les modes ou les séries d'après sa propre orientation esthétique.

III.4.3.2. Sonification de processus

Dans le cas de la sonification du processus, à l'opposé de la sonification des données, le modèle est quelque chose qui produit des données et qui les génère. L'importance ici est la dynamique et le changement, en opposition à des données

statiques et figées comme dans le cas de modèles basés sur les seules données. C'est justement ce changement qui est intéressant pour le compositeur, puisqu'il ajoute une part d'incertitude et de nouveauté dans le cas de modèles qui produisent des données plus ou moins aléatoirement.

Il est possible de diviser les modèles basés sur le processus en deux catégories : déterministes ou aléatoires. Mais même en travaillant avec un modèle déterministe, il ne s'agit pas d'une production de données à chaque fois identiques. Dans tous les cas, il est possible d'obtenir des données différentes par le même processus, ce qui oppose justement ce type de sonification à une sonification des données où les données par défaut restent toujours les mêmes.

Les modèles basés sur un processus permettent d'avoir un contrôle sur certaines variables du processus. En changeant les valeurs de ces variables, on change aussi le résultat produit. Dans le cas de la sonification des données, il n'est possible d'agir que sur la fonction de transformation ; par contre, dans le cas de la sonification de processus il est possible d'effectuer, en plus, un contrôle sur la production des données elles-mêmes, en changeant les variables du processus qui les produit.

L'intérêt d'une telle sonification réside dans la possibilité de changement des résultats tout en gardant le même modèle, et en sachant approximativement quels vont être ces résultats. La notion de variable dans le processus introduit une souplesse de contrôle et, en fin de compte, la modification des résultats dans des limites créées par le modèle lui-même. Ces modifications peuvent, d'une part, produire diverses versions du travail ou le matériau musical et, d'autre part, servir dans le processus de recherche d'un matériau spécifique.

La relation, que l'on établit entre le modèle et les paramètres sonores, est une relation entre l'ensemble des résultats possibles du processus (déterministe ou aléatoire) et l'ensemble des valeurs de certains paramètres sonores. Il s'agit là, de la fonction de transformation comme nous l'avons décrite dans le chapitre précédent. Si dans le cas de la sonification des données, cette transformation a été au cœur du processus pré-compositionnel, ici, elle ne joue plus que le rôle secondaire. Le rôle principal est le rôle du processus lui-même.

Dans le cas de la sonification du processus du jeu de dés, il n'est pas possible de contrôler le processus lui-même puisqu'il s'agit d'un jet de dés et que le nombre de résultats est limité à onze. Mais cette apparente pauvreté est équilibrée d'un côté par le contrôle harmonique fixe pour chaque jet de dés et par la fonction de transformation, qui attribue à une donnée (un numéro résultant du jet de dés) un événement sonore très complexe qui est une mesure entière avec une mélodie et son accompagnement.

Figure III.4.5 Schéma de sonification de processus.

Comme nous pouvons le constater, le choix de la sonification est subjectif. Le compositeur préfère l'exploitation des modèles à base de processus puisque les logiciels spécialisés en composition assistée par ordinateur les rendent maniables et qu'il est possible d'effectuer plusieurs essais dans un temps raisonnable pour tester un modèle avant de l'appliquer à un processus compositionnel. L'inconvénient des modèles à base de données reste le contrôle limité au seul processus de transformation.

Si le compositeur préfère la sonification de processus ou de données, la seule chose importante reste le résultat de son travail sous forme de composition musicale. Comme nous l'avons déjà constaté, il ne sera pas possible pour l'auditeur ni pour le musicologue de faire le chemin inverse et de trouver le modèle utilisé sans l'aide du compositeur lui-même. La sonification reste un outil de préparation du matériau musical au même niveau que n'importe

quel autre processus compositionnel plus traditionnel. Le travail avec les modèles est un moyen comme un autre de réaliser de la musique, comme par n'importe quel autre moyen.