

Zeitschrift: Dissonance
Herausgeber: Association suisse des musiciens
Band: - (2001)
Heft: 72

Artikel: La liberté et le mouvement en musique : méthodes de transcription au sein d'un continuum rythme/son
Autor: Estrada, Julio
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-927802>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LA LIBERTÉ ET LE MOUVEMENT EN MUSIQUE

PAR JULIO ESTRADA

Méthodes de transcription au sein d'un continuum rythme/son

Instituto de Investigaciones Estéticas UNAM, México

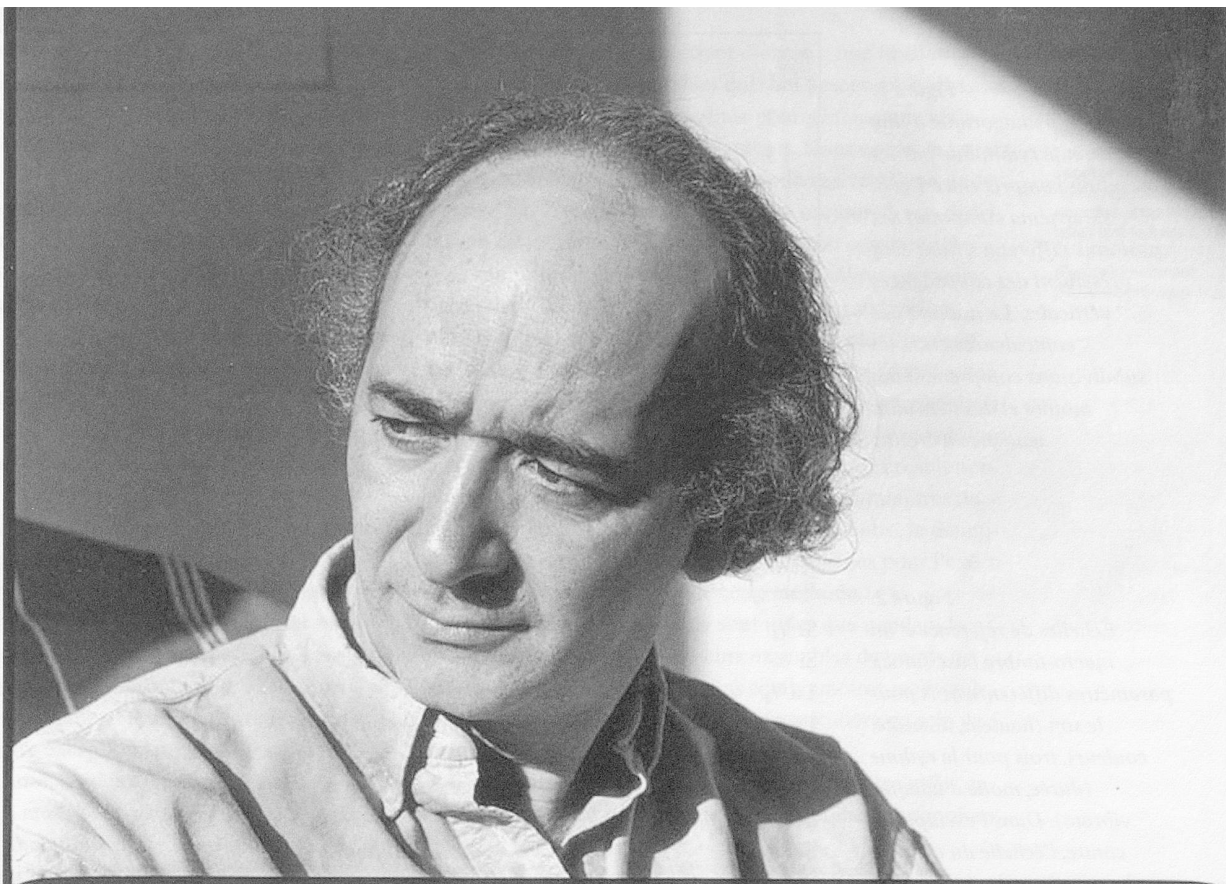
RÉSUMÉ

Après avoir travaillé sur des appareils électroniques dans les années 1960, Karlheinz Stockhausen fut le premier à remarquer l'existence d'une continuité physique entre le son et le rythme (Stockhausen 1963, pp. 99-139). Cela peut être confirmé en appliquant l'analyse de Fourier : transposée à une fréquence basse, c'est-à-dire en dilatant la durée de l'échantillon initial, la courbe d'une onde sonore présente une forme qui peut être interprétée en physique comme une pulsation rythmique. Cette relation permet d'imaginer qu'il existe des équivalences physiques entre des paramètres du son tels que la hauteur, l'intensité et le contenu harmonique, d'une part, et les paramètres rythmiques que sont la durée, l'intensité d'attaque et les structures micro-rythmiques, de l'autre. Notre tentative d'identifier le rythme comme faisant partie des phénomènes vibratoires nous permet de l'intégrer avec le son dans un champ espace-temps global, dit *chrono-acoustique*. Cette thèse est cependant relativisée par des observations concernant la faculté de l'oreille à distinguer les phénomènes auditifs. Ainsi, la psychologie de l'ouïe révèle que notre tendance à dissoudre la sensation d'intervalle vient de l'impression de saturation qui fait la démarcation entre notre perception du continu et du discontinu, ce qui correspond à des *échelles hautes et basses de résolution* pour n'importe quel paramètre. Des frontières analogues séparent nos sensations de la discontinuité dans la durée et de la continuité dans la hauteur. L'équivalence physique du rythme et du son nous permet de découvrir des méthodes d'organisation presque identiques dans les deux cas. Cela rappelle une idée, lancée par Henry Cowell pendant le premier quart du XX^e siècle, concernant l'application de la série des harmoniques au rythme (Cowell 1964/1996). Notre but est la synthèse du rythme et du son en un *macro-timbre* continu. Nous donnerons des informations générales sous-tendant notre sujet en présentant une vaste palette de méthodes graphiques — telles que celles proposées par Xenakis pour créer une nouvelle musique instrumentale —, qui incluront dans notre cas les paramètres

multiples du rythme et du son. Nous nous proposons d'appliquer ces méthodes à un champ de représentation élargi, à plus de deux dimensions, ce qui permet de saisir plusieurs paramètres sonnant simultanément. Le processus consistant à transcrire ces graphiques en une partition nécessitera différents degrés de discrétion (au sens mathématique), méthode que nous étendrons au problème de la résolution. À cause de la transcription de données graphiques dans des notations traditionnelles et nouvelles (symboliques), et à cause de la tâche pratiquement impossible de transcrire un continuum par des relations point-à-point, créer une partition exige de combiner sans cesse des résolutions extrêmement déterministes, mais relatives. Et comme nous sommes confrontés à une vaste palette de nouveaux matériaux rythmiques et sonores, grâce aux outils de la technologie moderne, nos procédés déboucheront sur la nécessité de techniques instrumentales et vocales plus poussées, du fait même de notre conception acoustique de la composition musicale.

INTRODUCTION

Transcrire le continuum son/rythme est certainement l'une des techniques les plus révolutionnaires de la nouvelle composition musicale. Cependant nous traiterons le sujet non seulement du point de vue méthodique, mais aussi sous l'angle esthétique, en étudiant le concept de l'*imaginaire* en musique. L'imaginaire musical peut être interprété comme un monde intérieur privé, fait d'intuitions, d'impulsions, d'associations d'idées, de représentations intérieures, de souvenirs, de fantasmes ou de perceptions auditives oniriques. Nous essayons de traduire l'imaginaire en musique selon une méthode de transcription chronographique qui utilise un processus de saisie précis, analogue au procédé d'enregistrement du son, dans lequel la matière musicale est disséquée en de nombreuses catégories acoustiques. À cet effet, nous amplifierons les notions traditionnelles de rythme et de son pour créer un cadre de référence plus vaste où inscrire nos méthodes de saisie graphique.



Julio
Estrada

La discussion se concentrera essentiellement sur une conception différente de la manière de transcrire ce que nous considérons être un continuum rythme/son. Toute référence spécifique à un langage musical préétabli mise à part, cette méthodologie de la composition est basée sur la description acoustique soit d'un univers imaginaire individuel, soit d'autres méthodes qui tendent vers la transformation abstraite du matériau musical.

Nos méthodes chronographiques et transcriptives ne devraient pas être appliquées seulement au domaine de la composition. Nous espérons que cette notation musicale précise rendra des services en musicologie et en ethnomusicologie, où il serait facile d'en intégrer plusieurs éléments. Son utilisation serait également judicieuse dans la musique traditionnelle, où les indications vocales et instrumentales proviennent de sources orales ou écrites.

Pour présenter nos idées, il nous faut commencer par établir les grands traits de la structure de notre continuum, comme nous l'avons déjà fait dans toute une série d'articles (Estrada, 1990, 1994a, 1994b).

CONTINUITÉ PHYSIQUE ENTRE LE RYTHME ET LE SON

La musique du XX^e siècle a inauguré une nouvelle conception des rapports entre le son et le rythme. Des musiciens comme Julián Carrillo ou Alois Hába ont poursuivi les recherches déjà traditionnelles sur les systèmes microtonaux tels qu'on en trouve dans la musique hindoue ou byzantine — ou même dans celle de la Renaissance, par exemple chez Mercator (Johnston, dans Vinton, 1971, pp. 483-484). Les instruments de Carrillo, en particulier, étaient capables de diviser l'octave en quelque huit cents micro-intervalles tempérés, seuil auquel l'oreille humaine perçoit le passage d'une hauteur à la suivante comme continu (Estrada, 1988a, pp. 126-127 ; 1988b, pp. 183-187).

Henry Cowell mit à son tour en lumière l'existence de plusieurs parallèles entre le son et le rythme, notamment en

relevant l'identité des séries harmoniques des deux domaines, où l'on observe une similitude entre la fréquence des hauteurs et les proportions rythmiques métronomiques (Cowell 1964, p. 100). En 1931, il conçut un instrument original, construit par Thérémine, pour son ouvrage *Rhythmicana* : le « rhythmicon » génère des fréquences basses selon une division harmonique de la seconde, qui est prise comme unité de référence (Slonimsky, 1988, p. 151). Certaines des idées de Cowell furent reprises et élargies par Conlon Nancarrow, lequel proposa, au début des années 1940, d'utiliser simultanément plusieurs tempos pour traiter les imitations contrapuntiques (Fürst-Heidtmann, 1986, p. 54). Ses œuvres pour piano mécanique étaient radicales en ce qu'elles permettaient de nouvelles perceptions du rythme : une seule séquence mélodique, jouée à la cadence d'environ deux cents notes par seconde (qui est déjà une fréquence de hauteur) devient un timbre, où le rythme mélodique, perçu jusqu'ici comme discontinu, devient un continuum pour l'oreille (Estrada, 1994c).

Pour mieux comprendre ce qui vient d'être dit, imaginons que la masse totale de la matière musicale soit un spectre géant comprenant une infinité de fréquences, des plus basses ou plus lentes — qui, en physique, peuvent être associées à la notion de *rythme* — à celles, plus élevées et plus rapides, qui provoquent la sensation de son. Le long de cette immense échelle, les vibrations rythmiques et sonores peuvent être unifiées en un continuum, et la limite entre les deux domaines sera affaire de perception. Si l'on essaie de différencier les fréquences au sein de ce qu'on a appelé le « macro-timbre », on percevra, dans le registre inférieur — par transmission tactile ou osseuse — une *discontinuité*, résultant de la succession d'innombrables micro-instants, alors qu'aux fréquences plus rapides (plus élevées), les hauteurs seront perçues comme formant un *continuum*.

L'étude du macro-timbre exige des notions d'acoustique. L'analyse de Fourier fournit une explication générale : si complexes soient-ils, tous les phénomènes auditifs peuvent être représentés par l'addition de courbes sinusoïdales. Appliquée en général aux fréquences de hauteur, sa méthode

Figure 1.
Division pythagorique d'une
unité rythmique par les
nombres compris entre 1 et 8.
Ce schéma comprend dix
positions différentes, dont cinq
présentent des coïncidences
verticales. Le nombre des
coïncidences entre les
subdivisions comprenant des
moitiés et des tiers aura
tendance à croître.

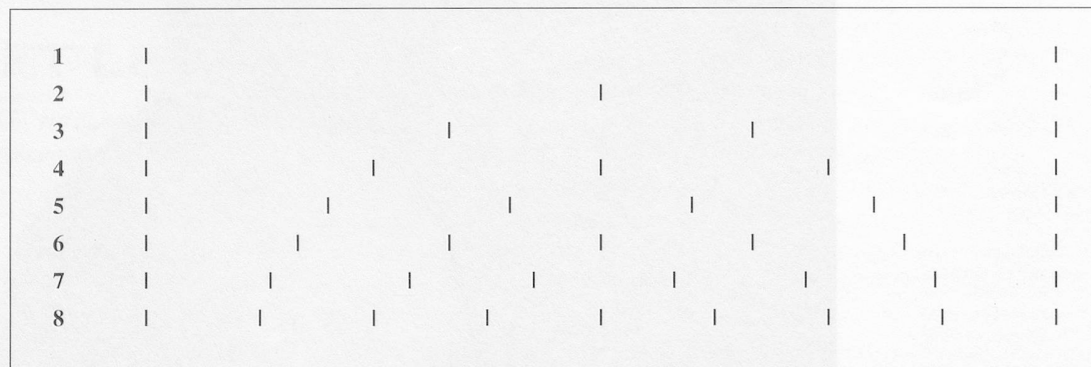


Figure 2.
Échelles de référence d'un
macro-timbre basé sur six
paramètres différents, trois pour
le son (hauteur, intensité,
couleur), trois pour le rythme
(durée, mode d'attaque,
vibrato). Dans l'exemple ci-
contre, l'échelle du contenu
harmonique des hauteurs se
réfère à la couleur du timbre
des instruments à cordes.

Hauteur	Intensité	Couleur	Durée	Attaque	Vibrato
Si $1/4$			1/12"		1/12"
Si	fffff	dietro il pont.	1/10"		1/10"
La $3/4$			1/8"		1/9"
La #	ffff	sopra il pont.	1/6"	sffz	1/8"
La $1/4$			1/4"		1/7"
La	fff	sul pont. ext.	1/3"		1/6"
Sol $3/4$			1/2"		1/5"
Sol #	ff	molto sul pont.	1"	sffz	1/4"
Sol $1/4$			1 1/4 "		1/3"
Sol	f	sul ponticello	1 1/3"		1/2"
Fa $3/4$			1 1/2"		2/3"
Fa #	mf	poco sul pont.	1 2/3"	sfz	3/4"
Fa $1/4$			1 3/4"		1"
Fa	mp	ordinario	2"		1/4"
Mi $1/4$			2 1/4"		1 1/3"
Mi	p	poco sul tasto	2 1/3"	mfz	1 1/2"
Ré $3/4$			2 1/2"		1 2/3"
Ré #	pp	sul tasto	2 2/3"		1 3/4"
Ré $1/4$			2 3/4"		2"
Ré	ppp	molto s. tasto	3"	poco attacco	2 1/4"
Do $3/4$			3 1/3"		2 1/3"
Do #	pppp	sul tasto ext.	3 2/3"		2 1/2"
Do $1/4$			4"		2 2/3"
Do	ppppp	al niente	5"	senza attacco	non vib.

pourrait aider à observer que les fréquences basses sont perçues comme des durées grâce à la structure sinusoïdale. Si nous admettons ainsi que les fréquences basses et celles de hauteur ont la même structure sinusoïdale et ne diffèrent que par la vitesse, nous accédons à une nouvelles perspective physique, où le rythme et le son ont en commun la même base vibratoire. Cette affirmation concernant la nature physique de la matière musicale de base devrait permettre à notre conscience et à notre intelligence d'influencer positivement nos perceptions.

Etablissons au moins six relations entre ce que nous concevons comme les paramètres du rythme et du son :

- A) Fréquence — durées rythmiques ou hauteurs du son ;
- B) amplitude — attaque rythmique ou intensité globale du son ;
- C) contenu harmonique – microstructures rythmiques de durée (semblables au *vibrato*) ou timbre du son.

Si les parallèles A et B sont aisés à comprendre, il est possible que la notion de *timbre rythmique* (contenu harmonique d'une durée fondamentale) ne soit pas aussi facile à intégrer dans nos conceptions musicales traditionnelles. Expliquons donc la base acoustique de cette équivalence.

De même que le timbre d'un son résulte de la combinaison de hauteurs différentes, il est aussi possible de concevoir la coexistence de plusieurs microdurées distinctes au sein d'une durée globale. Ainsi, la durée totale d'un seul coup de tambour pourrait être *modulée* elle-même par la présence de petites vibrations de basse fréquence, produites soit par la pression exercée sur la membrane, soit par les secousses imprimées à l'instrument. Ce type d'« articulation » pourrait être désigné comme un *vibrato*. Les microdurées résultant de l'une ou l'autre des articulations pourraient être des facteurs essentiels de la structure interne de ce vibrato. En fait, ces articulations pourraient être l'équivalent des notions acoustiques de modulation de fréquence (pression) ou de modulation d'amplitude (secousse, trille).

Une fois que nous percevons un son isolé à travers la grille des six paramètres ci-dessus, nous pouvons en découvrir la structure réelle. Traiter une quantité si énorme d'informations est une rude tâche, mais elle est justifiée, à nos yeux, si notre méthode d'unification du rythme et du son répond à un besoin musical précis de la part des compositeurs ou des musicologues.

De la structure physique unitaire de notre matériau musical, il découle qu'il nous faut remplacer la notion d'acoustique

par un concept plus vaste, la *chrono-acoustique*, où la prise en compte du facteur temps aboutit à une conception différente de la perception du rythme et du son. En théorie classique, on affirme qu'il nous est impossible de percevoir les basses fréquences. Nous contestons cependant cette thèse, parce que nous ne pouvons pas non plus percevoir les fréquences de hauteur si elles ne sont tenues un certain temps, c'est-à-dire portées par une durée. Revenons sur cette thèse par trois voies différentes.

- I. Rythme. Prenons une seule fréquence basse d'une période d'une seconde (= la noire à 60) : elle ne sera pas perçue si elle n'est pas portée par un son.
- II. Son. On ne pourra pas percevoir une période isolée de 1/440° de seconde (= la₄) si elle n'est pas répétée au moins vingt fois, ce qui donne une fréquence basse d'environ 1/20° de seconde, qui est le minimum nécessaire pour que nous percevions les durées brèves.
- III. Rythme-son. Considérons les fréquences rythmiques et sonores comme des ondes sinusoïdales isolées les unes des autres. Étant donné les mécanismes auditifs, la seule zone dans laquelle ces ondes seront audibles se situe à la frontière entre le rythme et le son, soit vers 1/16° de seconde. À part cette exception, qui peut être conçue comme un *rythme-son*, les deux types de fréquences seront inaudibles à moins d'être combinés (II).

Sans ce rapport complémentaire entre le rythme et le son, la perception humaine est incapable de fonctionner.

Même si nous pouvons concevoir et traiter le rythme et le son comme des abstractions hors du temps, il faut — une fois qu'ils font partie de la réalité — qu'ils soient intégrés dans une unité constituée par le temps (durée) et l'espace (amplitude de l'onde). Notre conception d'un champ chrono-acoustique nous incite à considérer les paramètres rythmiques et sonores comme un tout (macro-timbre) proche de la réalité. En son sein, chaque paramètre doit être considéré comme un intégral de l'entier. Une conception plus large du matériau musical peut se servir, comme modèle, du monde réel des sons et en tirer des transformations abstraites. Par opposition aux structures préconçues qui sont généralement utilisées dans les langages musicaux, voire dans certains systèmes technologiques, il importe de mettre plus d'accent sur la richesse acoustique intrinsèque des phénomènes auditifs. Le champ chrono-acoustique a besoin d'une quantité plus élevée d'informations si notre macro-timbre veut être « compétitif » par rapport à la nature et à l'imaginaire.

MÉTHODES DE SAISIE CHRONOGRAPHIQUE

Au sein de n'importe lequel des paramètres du macro-timbre, nous pouvons définir une échelle de référence, dotée d'un niveau élevé de résolution, qui se rapproche d'un continuum. Même si notre perception n'est pas suffisamment aiguisée pour distinguer certains de ces paramètres, il nous faut tenir compte de seuils auditifs. Nos échelles de référence peuvent être définies en fonction de leur structure physique (fréquence) ou de nos mécanismes de perception (bas, moyen, haut). Les paramètres les plus faciles à définir comme échelles de référence sont l'amplitude du rythme et du son (hauteur). Mais face à la complexité du timbre d'un son, il nous faut simplifier notre conception et parler de couleur d'une hauteur donnée. Il nous faut être conscients du fait que pour les échelles de référence rythmiques (fréquence ou contenu harmonique), leur vitesse élevée sera résolue par notre perception comme une hauteur inférieure si les durées sont brèves (fréquences fondamentales ou constituants harmoniques).

Les méthodes qui permettent d'obtenir une résolution de type continu diffèrent de celles qui sont basées sur la division pythagorique d'une unité donnée pour générer une série harmonique de durées ou de hauteurs. Dans ce cas, la superposition des divisions harmoniques successives d'une unité donnée (en 2, en 3, en 4, etc.) aboutira toujours à une distribution discontinue, à cause de la répétition constante des sous-multiples de l'unité rattachés aux nombres premiers originaux (figure 1). En revanche, la petite subdivision unique d'une unité donnera une résolution plus élevée et une distribution homogène des distances dans l'échelle de référence créée. La sensation produite est plus proche de la continuité, parce qu'elle a tendance à gommer la perception des intervalles. Cette méthode d'obtention de la résolution peut être appliquée à n'importe lequel des paramètres du rythme et du son mentionnés plus haut. En outre, la délimitation d'un espace physique à trois dimensions pour l'exécution musicale peut profiter de cette méthode.

Les *échelles de référence* ne sont utiles que pendant le processus de transcription. Leurs ensembles de points ne doivent pas être utilisés à des fins combinatoires, mais seulement pour déterminer une position particulière au sein de l'ambitus d'un paramètre donné (figure 2).

Les méthodes de saisie graphique peuvent être utiles en composition et en musicologie si l'on cherche une représentation objective exacte :

1. des sons environnants ;
2. de la musique intérieure de notre imagination ;
3. d'une exécution musicale.

Dans le cas de l'exécution musicale, on peut éviter ainsi tout biais ethnocentrique ou musicologique lorsque l'on transcrit de la musique traditionnelle.

Lorsque l'on compose, le processus de création du matériau musical personnel peut exiger une méthode exacte de saisie chronographique. On peut y arriver en dessinant méticuleusement l'évolution de chaque paramètre dans le temps.

La collection des données chronographiques représente le matériau de base requis pour créer la partition. On pourrait parler du *matériau textuel principal* du compositeur, étant donné qu'il exprime un univers sonore. La partition qui en résulte est un *texte secondaire*, le produit de la transcription de données graphiques dans les échelles de référence choisies par le compositeur. Le degré de résolution de chaque échelle de référence peut être déterminé par de nombreux facteurs circonstanciels : perception, habitude, capacité des exécutants, possibilités des instruments, buts de la composition ou, dans la transcription de musique traditionnelle, fidélité aux différents styles.

Pour être en mesure de créer ou de capter les transformations instantanées de n'importe quel paramètre, la méthode de saisie chronographique exige une résolution élevée du temps. La plupart des méthodes chronographiques se fondent sur une représentation de l'espace à deux dimensions, dont l'une des coordonnées est le temps. La notation européenne traditionnelle table pour l'essentiel sur une telle méthode : chaque note peut être située sur une grille dont l'ordonnée marque les hauteurs et l'abscisse le temps. Il y a quelque quarante ans, Xenakis a proposé une nouvelle méthode chronographique capable de maîtriser la transformation continue des hauteurs. Parmi les œuvres où il l'applique avec succès, on citera *Metastaseis* ou *Pithoprakta* (cf. Xenakis, 1963). La méthode a été perfectionnée dans le système graphique de musique par ordinateur Upic, mis au point au CEMAMu, et qui utilise la même méthode de saisie pour déterminer l'enveloppe du son et la forme de l'onde (Xenakis, 1992)¹.

Pour définir six constituants macro-timbriques ou plus, il est nécessaire d'élargir la méthode de Xenakis. Au lieu

1. Des méthodes identiques sont apparues quand Stockhausen a proposé un nouveau type de partition, capable de reconnaître ou de reproduire des données acoustiques telles que la fréquence et les variations d'amplitude du son (*Etude électronique n° 1*).

d'utiliser une série de chronogrammes bidimensionnels séparés (un par paramètre), il s'agit de mettre au point une méthode plus vaste, consistant à représenter en plusieurs dimensions des trajectoires simultanées — méthode souvent utilisée en acoustique (Leipp, 1989, pp. 83-84) (figure 3). Ainsi, sur une trajectoire à trois dimensions, chaque dimension peut être attribuée à un paramètre différent, par exemple x = fréquence, y = amplitude, z = contenu harmonique. Pour inclure le facteur temps ou *vitesse de changement* de chaque paramètre, la saisie graphique doit utiliser des unités de temps, c'est-à-dire la seconde ou une fraction de seconde ; ces unités feront office de points de référence sur chaque trajectoire, ce qui aide à déterminer la position de chaque paramètre à n'importe quel moment.

Noter des trajectoires à trois dimensions exige des capacités très poussées, car il faut saisir l'immense quantité de données caractéristique des matériaux musicaux. Une représentation chronographique pluridimensionnelle permet d'obtenir une grande variété d'inflexions se produisant simultanément à plusieurs niveaux. Cela est important si nous réalisons que nos idées musicales sont un matériau vivant. C'est dans cet esprit que, depuis 1984, l'auteur utilise pour composer des trajectoires chronographiques à trois dimensions. Au début, la méthode était artisanale : les trajectoires étaient préétablies et dessinées avec des objets matériels, l'évolution du temps étant indiquée par de petites marques. Par la suite, l'auteur a conçu un outil informatique musical, le système *eua'oolin*.

Ce système (en *nahuatl*, *eua* signifie « s'envoler » et *oolin* « mouvement », d'où « envol de mouvements ») a été mis au point à l'Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) à partir de 1990². Il utilise un espace cubique, dans lequel une seule caméra de télévision enregistre des mouvements à trois dimensions. Ceux-ci sont effectués par un bâtonnet muni d'une petite boule blanche à son extrémité, qui est l'objet suivi par la caméra. Les images télévisées sont converties numériquement à raison de trente par seconde, puis enregistrées dans un fichier Midi-Toolkit comprenant trois listes d'informations pour chacun des trois paramètres définis auparavant³. Conformément à notre thèse, qui est que le rythme et le son peuvent être traités d'une manière identique, un ensemble de trois paramètres peut être attribué à l'un et à l'autre⁴. Le but principal du système *eua'oolin* est d'arriver à produire une partition imprimée par l'ordinateur, qui résulte de la transcription automatique des trajectoires à trois dimensions (Estrada, 1990, 1994a, pp. 23-28).

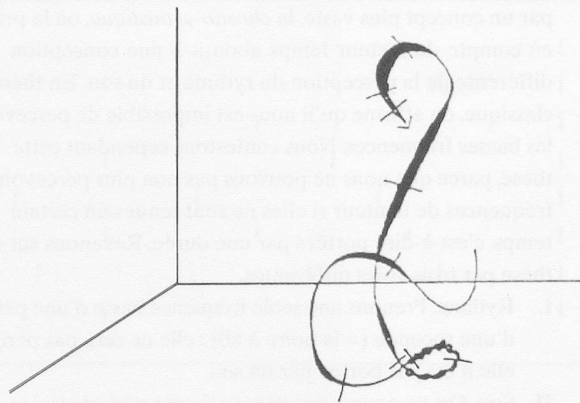
TRANSCRIPTION MUSICALE

Notre principale conception de la *transcription* consiste à convertir des saisies chronographiques en notation musicale. Elle ne diffère pas beaucoup du travail consistant à transformer des signes pour les interpréter, comme on le fait en paléographie. Appliquée cependant aux trois cas cités plus haut (sons environnants, imaginaire, exécution musicale), la méthode de transcription se distingue de l'usage traditionnel, qui peut donner soit une nouvelle partition instrumentale basée sur une composition appartenant au même ordre musical (comme l'orchestration, par Ravel, des *Tableaux d'une exposition* de Moussorgski), soit une partition ethnomusicologique de musique appartenant à un autre ordre.

Quant à notre système, il consiste à :

- I. saisir chronographiquement (c'est-à-dire à copier exactement) n'importe quel matériau musical ;
- II. assigner une série d'échelles de référence aux paramètres choisis pour obtenir la conversion des données chronographiques ;

Figure 3.
Trajectoire en
trois dimensions



x = fréquence ; y = amplitude ; z = contenu harmonique. La vitesse de changement est indiquée par la distance entre les unités de temps égales (—) au sein de la trajectoire. En modifiant la couleur, la texture ou, comme ici, l'épaisseur du trait reproduisant la trajectoire, on parviendrait à représenter simultanément tous les six paramètres.

- III. fournir une série d'alternatives pour transcrire les données dans une partition musicale multi-paramétrique ;
- IV. permettre une exécution musicale basée sur la partition finale et qui soit une version nouvelle du matériau original (I). La méthode de transcription consistera à définir le degré de discrétion de chaque dimension d'une trajectoire donnée. En terme de notation de la partition et d'exécution musicale, la résolution élevée des échelles de référence peut exiger qu'on traite une quantité élevée d'informations, question où l'aspect pragmatique va jouer un rôle fondamental. Le choix d'une résolution donnée déterminera la transcription de chaque paramètre, c'est-à-dire la conversion des données chronographiques en partition (figure 4).

La partition finale — notre *texte secondaire* — est une sorte d'enregistrement écrit qui diffère de ce que nous appelons une partition musicale. On pourrait la définir ainsi :

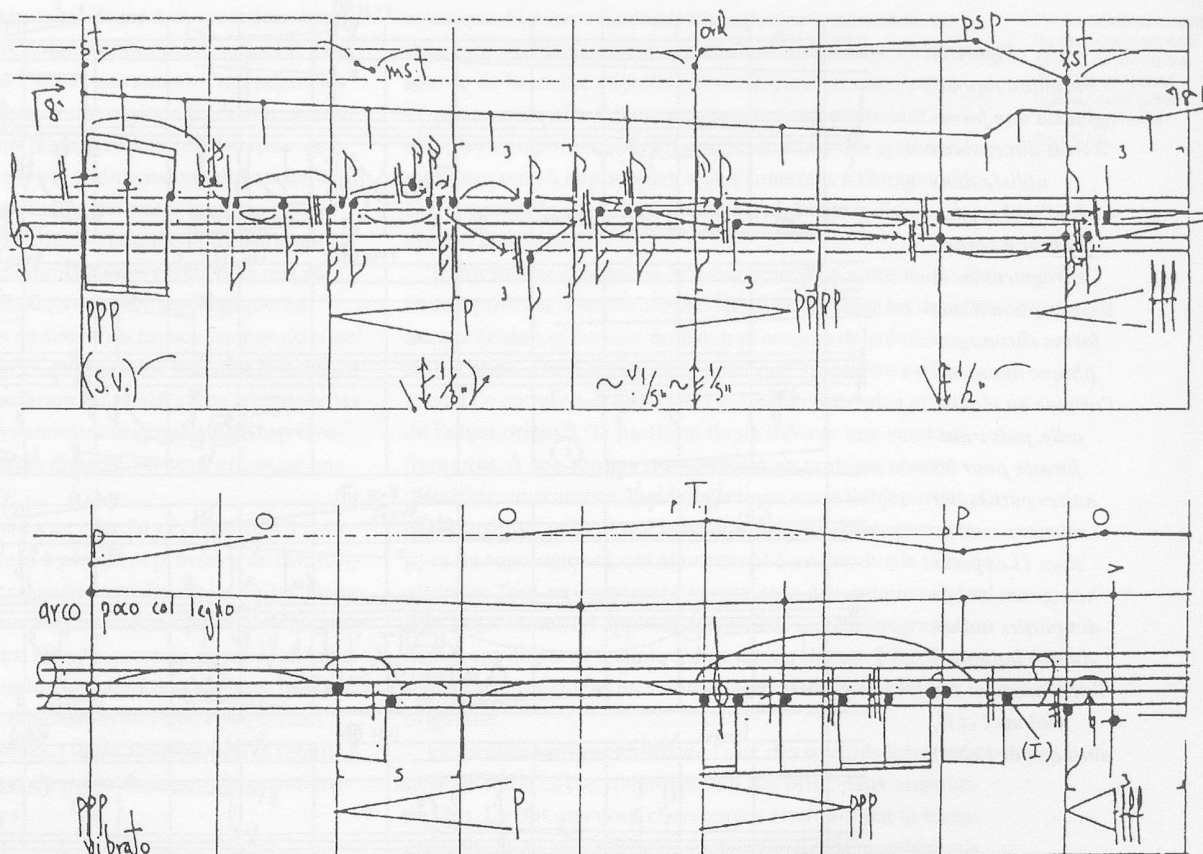
- A) Le langage utilisé est non-génératif. Aucun des différents aspects de la partition ne peut être considéré comme le produit d'un *acte direct d'écriture musicale*, comparable à la notation scalaire habituelle. Notre méthode est au contraire le résultat d'un processus indirect (le passage d'une saisie chronographique à une transcription), où les signes, symboles ou indications d'articulation sont engendrés par le processus musical lui-même. Or ces signes, symboles, etc. ne peuvent être utilisés à leur tour comme points de départ d'autres partitions.
- B) La notation musicale obtenue est « hyperdéterminée ». Même s'il utilise un choix arbitraire d'échelles de référence, le processus consistant à créer la partition finale est fortement déterministe, dans la mesure où il exige l'exécution minutieuse de la moindre inflexion. Comme il s'agit de noter une quantité immense d'informations, la partition complexe qui en résulte paraîtra très éloignée de la source d'inspiration musicale du compositeur.
- C) Malgré cela, la notation reste une reproduction approximative des chronogrammes. Même si nos outils sont conçus pour recopier fidèlement nos sources musicales, notre partition restera toujours un *essai* de représentation d'un matériau sonore qui se déplace dans la relativité du temps et de l'espace. De ce point de vue, il est impossible que les mécanismes de la raison, des sens et de l'imagination assimilent toutes les informations fournies par les objets que nous prenons pour modèles.
- D) Le *texte* établi n'est pas définitif. La partition finale sera une version entre mille autres possibles. Même si notre

2. *Eua'oolin* fait partie d'un programme de recherche dirigé par l'auteur à l'Instituto de Investigaciones Estéticas et l'Instituto de Investigaciones en Matemáticas y en Sistemas, parrainé par le DGAPA à l'Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Le matériel et les logiciels ont été mis au point essentiellement par Mario Peña et Román Osorio. Pour plus de renseignements, s'adresser à : Julio Estrada. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM, Proyecto Música, Matemáticas y Computación, Circuito M. de la Cueva s/n, Zona Cultural, Cd. Universitaria, México 04510 D.F., fax 52 5 665-4740. ejulio@ibt.unam.mx

3. Midi-Toolkit est un logiciel mis au point à l'université Carnegie Mellon par Roger Dannenberg pour réaliser des sons synthétiques.

4. À l'heure qu'il est, seules les données sonores peuvent être converties par le programme Midi. La conversion des données rythmiques est en train d'être mise au point.

Figure 4.
Transcription
dynamique de
« yuunohui'se »,
pour violon, et
« yuunohui'nahui »,
pour basse.
Les deux
transcriptions
dérivent de la
même saisie
chronographique,
qui couvre cinq
paramètres :
trois pour le son
(hauteur, intensité,
timbre) et deux
pour le rythme
(durée, vibrato).



méthode de transcription représente un essai complet pour donner une forme concrète à toutes les informations relatives à chaque dimension d'une trajectoire, nous ne pouvons présumer qu'une reproduction quelconque d'un modèle doit être considérée comme « définitive ». Examinons cette thèse dans trois perspectives différentes.

1. Le système de notation choisi pour transcrire est utile pour transmettre l'idée musicale à l'interprète ; il est handicapé cependant par le recours à des signes et symboles approximatifs — notamment en ce qui concerne l'amplitude ou le contenu harmonique du rythme et du son. En outre, la notation musicale souffre des habitudes d'exécution.
2. Chaque version écrite pourrait être le produit d'une combinaison particulière d'une série d'échelles de référence. Dans cette combinaison de paramètres, la résolution la plus fine ne fournira jamais un nombre suffisant de points pour reproduire exactement un modèle. Même dans le domaine des hauteurs, par exemple, le processus consistant à fragmenter une forme chronographique en une grande quantité de subdivisions discrètes ne peut jamais être reproduit deux fois de la même manière. Les hauteurs discrètes deviennent négligeables et ne sont utiles qu'en tant que maillons d'une transitions continue ; ainsi, un *fa* dièse relié à une autre hauteur par un glissando n'a pas de valeur propre.
3. Telle inflexion au sein d'un paramètre musical pourra être transcrite aisément, tandis que la même inflexion pourra passer inaperçue si on l'applique à un autre paramètre. Les microvariations d'une trajectoire donnée pourront par exemple être transcrites sans peine en micro-intervalles de hauteur ; mais elles seront moins satisfaisantes si on les assigne à la couleur timbrique, chaque échelle de référence ayant une résolution différente.

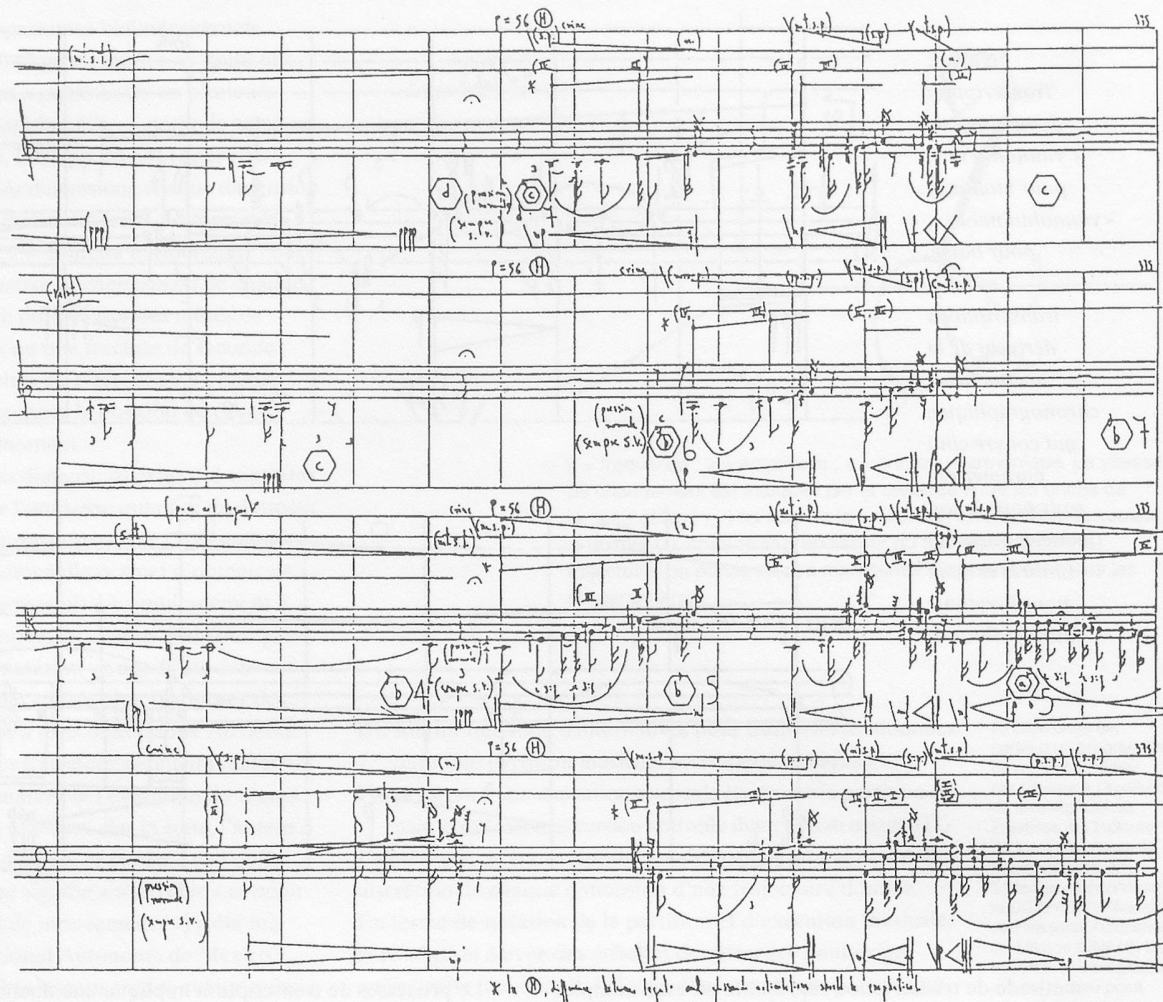
Le processus de transcription implique une dualité permanente entre le déterminisme et la relativité, contradiction à laquelle nous ne pouvons échapper pour obtenir un résultat qui soit fidèle à l'original. Malgré notre tentative de reproduire des objets musicaux précis, les changements physiques du passage de l'énergie dynamique à travers le temps sont toujours relatifs. Il nous est quasiment impossible de percevoir d'un seul coup les informations liées aux transformations d'un objet en mouvement dans un cadre donné. Le problème que nous affrontons dépend de notre perception à la fois psychologique et physiologique. La subjectivité de ce processus a été relevée dans des expériences sur l'exécution et l'audition musicale. Dans le cas plus précis d'une expérience sur une écoute imaginaire, on a constaté que les idées musicales ont tendance à être modifiées constamment par différentes influences : pensée rationnelle, stimuli sensoriels ou liberté même de l'imagination. Il est donc possible que nous soyons incapables de percevoir nos propres images intérieures comme un tout et que nous ne puissions qu'essayer de les interpréter successivement.

AUTRES APPLICATIONS DES CHRONOGRAMMES

Le but de la représentation de notre macro-timbre est la synthèse des mouvements généraux de nos objets. Il n'est pas facile à atteindre, étant donné qu'il faut une grande quantité d'énergie pour percevoir, mémoriser et comprendre chaque état d'un objet donné, qu'il soit imaginaire, environnant ou musical. Notre méthode tire son origine de notre conception de la composition, qui est axée sur l'évolution des objets musicaux dans le temps. Nos procédés pourraient aussi être considérés comme le résultat d'une écoute créative des mouvements perçus dans notre imagination ou dans le monde sonore environnant.

Le mouvement dynamique de nos modèles est d'une importance capitale lors de la composition et de l'exécution.

Figure 5.
Variation topologique d'une forme à trois dimensions utilisée dans « ishini'ioni », pour quatuor à cordes. Ce fragment est la transcription d'une forme chronographique destinée à l'origine au violoncelle, puis transformée pour les autres parties par rotations successives. (Les petits hexagones au bas des parties individuelles indiquent l'emplacement des violons I et II, ainsi que de l'alto.)



Les mouvements changeants d'un objet donné ayant tendance à être perçus comme un tout, ce n'est que par l'analyse que nous pouvons en comprendre la spécificité au niveau des constituants individuels. Si nous observons par exemple le vol d'un oiseau, notre perception principale sera celle d'un ensemble dynamique, qui peut être conçu comme le produit d'une foule de relations : l'interaction des mouvements du corps même de l'oiseau (ailes, queue, tête), le milieu ambiant (vent, présence d'autres êtres vivants), voire d'autres stimuli visuels enregistrés au moment même de l'observation (nuages, arbres, lumières, ou tout autre objet voisin). Comme nous sommes incapables de traiter toutes ces informations d'un seul coup, nous ne pouvons qu'essayer de les reproduire par l'abstraction ou la synthèse, ce qui est généralement le cas dans la composition musicale.

Pour obtenir le macro-timbre entier, le processus de représentation chronographique exige lui-même ces deux approches (abstraction et synthèse). L'idée est d'élargir les notions européennes traditionnelles d'harmonie et de contrepoint, car à part leurs fondements combinatoires ou acoustiques, ces deux disciplines peuvent être conçues comme des méthodes susceptibles d'aider le compositeur à représenter sa pensée musicale dynamique. Pour obtenir un rapport équilibré entre les différents paramètres de notre macro-timbre, le processus chronographique transpose la notion de mouvement vocal en harmonie. L'imitation contrapuntique sert aussi de modèle : la forme dynamique d'un paramètre donné peut en effet être considérée comme une structure stable, susceptible d'être reproduite de manière identique comme un thème ou motif.

La saisie chronographique et les méthodes de transcription peuvent être considérées toutes deux comme des outils différents, permettant de créer de la musique d'un genre plus

abstrait. Voyons brièvement quelques possibilités que nous avons mises au point ces dernières années.

I. *Variation par permutation.* On prend les graphiques d'un ou plusieurs paramètres et on les attribue à d'autres, ce qui revient à permuter partiellement ou complètement les données originales. On pourra changer par exemple l'attribution des paramètres :

- fréquence → amplitude ;
- amplitude → contenu harmonique ;
- contenu harmonique → fréquence.

Chaque nouvelle attribution conserve la même énergie dynamique globale par rapport à l'objet musical original, mais cette énergie est désormais canalisée vers une perception différente. Nous proposons donc une nouvelle sorte de variation musicale, où le macro-timbre est modifié sans que ses tendances dynamiques intérieures ne changent.

L'auteur a utilisé de telles permutations de formes dynamique pour réaliser trois des quatre *yuunohui*, une série de compositions pour violoncelle basées sur le *yuunohui'ye*⁵. Les quatre pièces ont le même aspect général mais correspondent à des macro-timbres différents. La forme dynamique des hauteurs, dans la première version, peut être perçue dans la seconde au niveau de l'intensité, à celui de la couleur timbrique dans la troisième et de la durée dans la quatrième. Dans *ensemble yuunohui*, version qui permet d'exécuter les quatre solos sous forme de six duos, quatre trios et un quatuor, l'ensemble des paramètres d'une des versions instrumentales est perçu comme étant en synchronie avec ceux d'autres versions⁶ (figure 5).

II. *Variation topologique.* Une fois établie une trajectoire pluridimensionnelle, nous pouvons la considérer comme un ensemble de données topologiques susceptible d'être manipulé dans l'espace. L'une de nos références principales a été

5. C. Sandoval a fourni une analyse complète des *yuunohui* (Sandoval, 1994).

6. Dans le cas des *yuunohui*, l'amplitude rythmique (accentuation) n'est pas utilisée.

la proposition de Xenakis de procéder à des rotations continues en deux dimensions, comme celles mises au point dans le système Upic (version 1987 et suivantes). Cependant, les restrictions d'un espace à deux dimensions rendent un certain nombre de manipulations impossibles si l'un des axes est le temps. En revanche, un espace tridimensionnel dans lequel les trajectoires incluent le temps permet n'importe quelle manipulation topologique précise, comme la transformation continue de toute forme donnée. Nous avons déjà mis au point quelques méthodes de variation topologique en recourant à des gammes au sein d'un espace tridimensionnel (Estrada / Gil, 1976, 1984). Ces procédés donnent donc aussi une nouvelle sorte de variation musicale, grâce à laquelle les tendances des formes dynamiques originales peuvent être déplacées à volonté en trois dimensions pour effectuer une transformation.

Deux sections principales de *ishini'ioni* (1984-1990) pour quatuor à cordes recourent à plusieurs procédés de transformation topologique de trajectoires tridimensionnelles. Dans la première, on trouve une variation constante d'une forme initiale à trois dimensions. Dans la seconde, la saisie chronographique d'un fragment de *Ungeduld* de Schubert, fait de deux trajectoires à trois dimensions — l'une comprenant trois paramètres mélodiques, l'autre les paramètres relatifs à l'accompagnement — sert de point de départ de variations topologiques simultanées⁷.

CONCLUSION

Nous nous intéressons essentiellement au processus qui permet de représenter l'imaginaire pour le libérer des contraintes de n'importe quel système musical. Nous considérons que tant le monde sonore environnant que l'imaginaire fournissent des modèles suffisamment riches pour engendrer une ample variété de nouvelles possibilités instrumentales. En procédant à la saisie chronographique exacte de ces matériaux musicaux, nous pouvons produire un nouveau macro-timbre, dont la notation précise exigera premièrement un style d'exécution différent, et deuxièmement une variété d'inflexions musicales chrono-acoustiques proche de la richesse de tous les sons imaginés ou réels.

Nous savons que la relation entre notation et représentation musicale dépend de l'exécutant, autrement dit que l'interprétation d'une partition a tendance à la transformer considérablement à cause du changement constant des constituants acoustiques. L'une des tâches de l'exécutant consiste à convertir les symboles en matière vivante, problème qu'il résoudra grâce à sa connaissance des traditions culturelles. On comprend ici que la musique est moins stable dans la réalité que sur le papier. L'analyse acoustique stricte d'une exécution nous montre le gouffre qui sépare ce qui est noté de ce qu'on entend. On le remarque à propos des paramètres tels que la hauteur (*portamento*), l'amplitude (*crescendo* et *decrescendo*), la fréquence et l'amplitude (*vibrato*), la respiration, les coups d'archet ou les accents percussifs, ou encore une foule d'inflexions non écrites, propres à chaque interprète et à chaque époque.

L'influence de la technologie sur la composition a complètement bouleversé les styles d'exécution, en obligeant l'interprète à être plus conscient des effets acoustiques. Une des tendances de la musique moderne est de rechercher la haute précision en matière d'interprétation et d'inflexions, souci qui était laissé auparavant à l'exécutant. Une fois que les indications précises d'exécution sont devenues le but des compositeurs, tout changement acoustique devra s'effectuer dans un fluide sonore riche. Notre perception et la méthode utilisée pour la représenter sont la réponse à ce nouveau défi

artistique. Si nous concevons l'imaginaire comme une authentique réalité acoustique intérieure, comparable au monde sonore de la réalité objective, nos efforts de transcription ne pourront profiter d'aucun langage musical existant, si complexe ou poussé soit-il. La nature même des systèmes musicaux tend à imposer des règles concrètes à l'imagination. Ces systèmes brident donc la pensée musicale individuelle, libre et spontanée.

Transcrire est devenu un élément crucial de notre méthode de composition, à la fois comme tentative de saisir les données avec précision et comme nouveau processus de création de partition. Du point de vue esthétique, transcrire est un travail de *conversion* qui conserve une identité plus proche de l'objet original : la partition finale devient une version *figurative*. À son tour, la transcription en tant que *choix* d'écriture nous amène à une dialectique entre l'objet original et la partition, voire entre celle-ci et ses variations permutatives ou topologiques, qui aboutissent à une nouvelle version *abstraite*. Tout en conservant le caractère dynamique original d'un objet initial, les applications variées des chronogrammes dépassent de pures techniques de manipulation. Elles fournissent pratiquement un *souvenir virtuel* des mouvements originaux.

Le mouvement est lui-même l'une des qualités fondamentales de toute chose vivante et l'un des principaux attributs de l'art. Le but que nous cherchons à atteindre par la transcription est de reproduire de façon réaliste les mouvements qui constituent notre univers musical.

Bibliographie

- Cowell, Henry, *New Musical Resources*, préface et notes de Joscelyn Godwin, Something Else Press, 1964. Également, *New Musical Resources*, notes et article complémentaire de David Nicholls, Cambridge : Cambridge University Press, 1996.
- Estrada, Julio, « Técnicas compositivas en la música mexicana de 1910 a 1940 », *La música de México*, I/4, UNAM, México 1988a, pp. 119-161.
- « Técnicas compositivas en la música mexicana de 1940 a 1980 », *La música de México*, I/5, UNAM, México 1988b, pp. 177-127.
- « Los sistemas *Eua'oolin* y Espectro interválico », Memoria del Seminario internacional año 2000 : alternativas teóricas, tecnológicas y compositivas, UNAM, México 1990, pp. 23-32.
- « *Eua'oolin* », *Intermedia, nuevas tecnologías, creación y cultura*, 1/1994a, n° 1, pp. 94-99.
- « Le continuum en musique : sa structure, ses possibilités compositionnelles et son esthétique », *Aesthetik und Komposition*, in *Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik*, XX(1994), 1994b, pp. 50-65.
- « Meister der Zeit. Über den amerikanischen Komponisten Conlon Nancarrow », trad. allemande Monika Fürst-Heidtmann, *MusikTexte*, 1994c, pp. 34-38.
- « *Mictlan* aus der Oper *Pedro Páramo* für Sängerin, Kontrabass und Geräuschemacher (1992) », trad. allemande Monika Fürst-Heidtmann, *MusikTexte*, 1994d, pp. 52-56.
- Estrada, Julio et Gil, Jorge, *Grupos finitos y su aplicación al análisis, estudio y desarrollo de estructuras melódicas, armónicas y contrapuntísticas*, CIMAS, vol. 6 serie B, n° 98, UNAM, México 1976.
- *Música y teoría de grupos finitos (3 variables booleanas)*, avec résumé anglais, México : UNAM, 1984.
- Fürst-Heidtmann, Monika, « Time is the last frontier in music. Les Études pour Player Piano de Conlon Nancarrow », trad. française Simone Hardt, *Contrechamps* 6 (1986), pp. 50-61.
- Johnston, Ben, « Microtones », *Dictionary of Contemporary Music* (dir. John Vinton), New York : E.P. Dutton & Co., 1974, pp. 483-484.
- Leipp, Émile, *Acoustique et musique*, Paris : Masson, 1989.
- Sandoval, Carlos, « Los *yuunohui*, un acercamiento al continuo en la obra de Julio Estrada », México : DGAPA, UNAM, 1993.
- Slonimsky, Nicolas, *Perfect Pitch. A Life Story*, Oxford : Oxford University Press, 1988.
- Stockhausen, Karlheinz, « ...Wie die Zeit vergeht... », *Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik*, vol. 1, Aufsätze 1952-1962 zur Theorie des Komponieren, Cologne : Verlag M. DuMont Schauberg, 1963, pp. 99-139.
- Xenakis, Iannis, *Musiques formelles*, Paris : Éditions de la Revue musicale, n° 253/54 (1963).
- *Formalized Music. Thought and Mathematics in Music*, New York : Pendragon Press, 1992.

7. Le développement du système *eua'oolin* prévoit de permettre de telles variations topologiques grâce aux programmes Cad-Cam.