



HAL
open science

XENAKIS ET LA NATURE? ENTRE LES MATHÉMATIQUES ET LES SCIENCES DE LA NATURE

Makis Solomos

► **To cite this version:**

Makis Solomos. XENAKIS ET LA NATURE? ENTRE LES MATHÉMATIQUES ET LES SCIENCES DE LA NATURE. *Musicalia. Annuario internazionale di studi musicologici*, 2004, n°1, p. 133-146. hal-01202902

HAL Id: hal-01202902

<https://hal.science/hal-01202902>

Submitted on 21 Sep 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

XENAKIS ET LA NATURE ?

ENTRE LES MATHÉMATIQUES ET LES SCIENCES DE LA NATURE

Makis Solomos*

Communication au colloque *Son et nature* organisé par l'Università degli studi di Pavia, Facoltà di Musicologia, sous la direction de Gianmario Borio et Pierre Michel, Crémone, janvier 2003, publiée in *Musicalia. Annuario internazionale di studi musicologici*, 2004 n°1, p. 133-146.

Xenakis et la nature

Parler des relations de Xenakis à la nature constitue une affaire complexe, multidimensionnelle. On pourrait tout d'abord évoquer son naturalisme et figuralisme qui semblent évidents et que plusieurs commentateurs ont déjà souligné. Quelques exemples : les mesures 122-171 de *Pithoprakta*, où « l'on se croirait à la guerre au royaume des insectes. On entend un bourdonnement, un vrombissement, un murmure, transpercé de cris aigus [... dans] un intense mouvement à une échelle minuscule »¹ ; le passage central de *Nuits* (mesures 130-155) et son ambiance de nuit méditerranéenne (grillons, etc.) ; les « miaulements » de *S.709* ; etc. Mais cette vision des choses n'est pas évidente. Car, le plus souvent, il s'agit uniquement de sonorités qui font « penser à », sans que l'intention figuraliste soit là, et qui peuvent être également prises pour ce qu'elles sont : des sons inouïs composés de bout en bout — c'est clairement le cas des sonorités de *S.709*. Plus généralement, à quelques exceptions près (par exemple, *Pour la Paix* ou *Pour les baleines*), il n'y a nulle intention, nulle poétique figuraliste. Or, l'esthétique naturaliste constitue avant tout une poétique. Aussi, il serait plus raisonnable de parler — en pensant également à d'autres compositeurs contemporains, mais d'une manière moins prononcée, sans doute —, pour reprendre un débat déjà vieux pour les arts plastiques, d'une esthétique qui tend à faire éclater l'idée de représentation pour insister sur la *présentation*. De nombreux auditeurs ont une réaction pudique face aux œuvres de Xenakis, réaction qu'ils occultent en les décrétant simplistes parce qu'elles « évoqueraient » trop facilement des phénomènes naturels. Or, cette gêne provient précisément du fait que ceux-ci ne sont pas évoqués, figurés, représentés, mais que, d'une manière incongrue, ils ont, en quelque sorte, fait irruption dans la musique ! Xenakis est clair sur ce point : lorsqu'il se sert d'une terminologie naturaliste pour décrire ses œuvres, il n'écrit jamais qu'il a voulu « illustrer », « figurer », « représenter » ou « imiter » tel phénomène naturel, mais que, par exemple, ses masses *sont* des « nuages » de sons. Ses œuvres agissent en quelque sorte directement, sans passer par le langage, la figuration, la codification : elles provoquent des chocs de nature physique. Leur violence est un moyen pour détourner l'écoute de la recherche d'un « sens » : lorsque l'oreille grésille sous l'effet de cordes suraiguës jouées *fortississimo*, il n'est plus besoin de rechercher une réalité extérieure au sensible².

* Musicologue, Université Montpellier-3, Institut Universitaire de France.

¹ Nouritza Matossian, *Iannis Xenakis*, Paris, Fayard, 1981, p. 118.

² On trouvera des réflexions sur une autre catégorie utile à ce débat, la métaphore, in Makis Solomos (éd.), *La métaphore lumineuse. Xenakis-Grisey*, Paris, l'Harmattan, à paraître.

Une seconde dimension de la question nous mènerait vers un autre débat, encore plus ancien. On pourrait se centrer sur tous ces aspects de la musique de Xenakis —très nombreux— qui évoquent des tempêtes, des phénomènes sismiques et autres cataclysmes naturels : « Quand j’ai composé *La Légende d’Eer*, je pensais à quelqu’un qui se trouverait au milieu de l’Océan. Tout autour de lui, les éléments [...] se déchaînent »³, nous dit-il à propos de sa pièce électroacoustique majeure où affleure sans cesse l’océanique, mais dans sa version sauvage, et non pas celle léthargique (Wagner). Ou encore, à propos des *Polytopes*, Xenakis écrit : « Etre sensible aux phénomènes lumineux surtout naturels : foudre, nuages, feux, mer étincelante, ciel, volcans... Etre bien moins sensible aux jeux lumineux des films, même abstraits, aux décors de théâtre, à l’opéra. Préférer les spectacles naturels hors de l’homme. Préférer le vertige qui crée l’abysse du ciel étalé, lorsqu’on y plonge notre tête en oubliant la terre où reposent nos pieds »⁴. Ici, on peut qualifier Xenakis de dionysiaque : son propos serait une expression immédiate à travers l’union avec la nature entière⁵.

Un troisième aspect du problème consisterait à tenter de qualifier l’idée de nature à laquelle renvoie la musique de Xenakis. Pour aller vite, on dira que la nature de Xenakis, même si elle fait appel à des tempêtes, n’est pas celle des romantiques. Sa vision de la nature est celle de la science moderne : une nature désordonnée, dans laquelle l’homme ne constitue pas le centre, une nature chaotique (dans le sens général du terme) qui échappe à l’homme. Il y a une extraordinaire convergence entre l’imaginaire xenakien et la science moderne, qui, à l’encontre de celle classique, ne présente plus la nature comme un univers ordonné, déterministe, mécaniste. Je voudrais souligner cette convergence en mettant côté à côté les conclusions du biologiste Jacques Monod, qui, dans un ouvrage célèbre des années 1970, parle de la rupture de l’« ancienne alliance » (entre l’homme et la nature, alliance qui caractérisait la science classique), et une notice de Xenakis pour *Terretektorh* :

« L’Homme enfin se réveille de son rêve millénaire pour découvrir sa totale solitude, son étrangeté radicale. Il sait maintenant que, comme un Tzigane, il est en marge de l’univers où il doit vivre. Univers sourd à sa musique, indifférent à ses espoirs comme à ses souffrances ou à ses crimes »⁶.

« L’auditeur sera [...] soit perché sur le sommet d’une montagne au milieu d’une tempête l’envahissant de partout, soit sur un esquif frêle en pleine mer démontée, soit dans un univers pointilliste d’étincelles sonores, se mouvant en nuages compacts ou isolés »⁷.

Cette troisième dimension des relations entre Xenakis et l’idée de nature nous mène vers une dernière question qui sera —après cette longue introduction— la question que je traiterai dans le présent texte. Je viens de parler de science et l’on sait que Xenakis aimait s’y référer. Or, une question peu encore analysée est : à quelles sciences puisait-il son inspiration et/ou des outils pour composer ? Il me semble que Xenakis lui-même —et ses commentateurs— ont surévalué l’importance des mathématiques en ce qui concerne ces

³ Iannis Xenakis, entretien avec Dominique Druhen, pochette du CD *Iannis Xenakis 2 : La légende d’Eer*, Auvidis, 1995, MO 782058.

⁴ Iannis Xenakis, « Polytopes », in *Festival d’automne à Paris 1972-1982*, Paris, Temps Actuels, p. 218.

⁵ Cf. Makis Solomos, « De l’apollinien et du dionysiaque dans les écrits de Xenakis », in Makis Solomos, Antonia Soulez, Horacio Vaggione, *Formel/Informel : musique-philosophie*, Paris, l’Harmattan, 2003 (version italienne à paraître dans un livre d’écrits de Xenakis, édition critique d’Agostino Di Scipio).

⁶ Jacques Monod, *Le hasard et la nécessité*, Paris, Seuil, 1970, p. 216.

⁷ Iannis Xenakis, pochette du disque ERATO STU 70529.

références. Or, il existe une autre référence, tout aussi importante pour sa musique : *les sciences dites de la nature*, qui regroupent la physique, la botanique, la chimie, etc.

En effet, lorsqu'on étudie les modèles scientifiques que Xenakis a transférés en musique, on observe une tension entre deux types : certains se réfèrent aux mathématiques pures alors que d'autres sont issus des sciences de la nature. Cette dichotomie n'est nullement tranchée car, pour le besoin du calcul, l'outil mathématique est toujours omniprésent ; en outre, elle ne correspond pas à une évolution d'ordre chronologique, les deux types de modèle se chevauchant dans l'évolution de Xenakis. Cependant, on peut tenter de la mettre à jour car l'objectif varie en fonction de ces deux types : avec les premiers, Xenakis espère « fonder » la musique, alors qu'avec les seconds, il est question, dirons-nous d'une volonté de la « naturaliser » ; se juxtaposent ainsi une abstraction poussée et un imaginaire qui s'ancre dans la nature — même si pas nécessairement naturaliste. Dans ce qui suit, je vais exposer succinctement l'idée de « fonder la musique », puis la tentative de la « naturaliser ».

Fonder la musique

« Fonder » la musique ou, selon l'expression synonyme employée par Xenakis, la « formaliser » : tel est l'objectif qui domine son ouvrage théorique le plus développé, *Musiques formelles*, publié en 1963, dont la traduction américaine *Formalized Music*, élargie par des articles ultérieurs, alimente régulièrement tous ceux qui souhaitent examiner la manière avec laquelle Xenakis propose de bâtir l'alliage arts/sciences. Avant de comprendre la nature de cet objectif, examinons le chemin qui l'y a conduit.

L'itinéraire du premier Xenakis — des œuvres de sa « période de jeunesse » qui va de 1947 jusqu'à la première pièce commentée dans *Musiques formelles*, *Metastaseis* (1953-1954) — correspond à une marche vers l'abstraction. Cette période, peu encore étudiée, est caractérisée par un projet que l'on peut qualifier de « bartókien »⁸. Le compositeur, marqué par un certain nationalisme teinté de réalisme socialiste, mais récusant « l'Ecole nationale » grecque de l'époque, cherche à y concilier les traditions musicales de son pays avec ce qu'il connaît alors des avant-gardes occidentales. On peut parler de projet bartókien car les références à la tradition grecque sont déjà marquées par le goût pour l'abstraction : les éléments empruntés à la musique traditionnelle (modes, polyphonies épirotiques, harmonisations en quarts parallèles et rythmes aksaks) sont stylisés et traités comme des « modèles », l'œuvre nouvelle en proposant un « transfert ». Quant aux références à l'avant-garde, elles poussent encore plus loin l'abstraction, notamment par l'utilisation de la série de Fibonacci et le calcul combinatoire, qui culminera dans les mesures 104-202 de *Metastaseis* avant de donner naissance à la musique « stochastique » (qui utilise le calcul des probabilités).

La dernière pièce de jeunesse se débarrasse totalement de toute référence à la musique traditionnelle et offre un plongeon dans une abstraction qui donne un avant-goût de ce que sera la quête des fondements. Intitulée *Le Sacrifice* (1953), elle se présente comme un mécanisme autorégulé. Pendant toute sa durée, l'orchestre est rivé sur huit hauteurs figées dans le registre — ou sur des hauteurs très voisines, parfois avec des glissements —

⁸ Cf. Makis Solomos, « Du projet bartókien au son. L'évolution du jeune Xenakis », in Makis Solomos (éd.), *Présences de / Presences of Iannis Xenakis*, Paris, CDMC, 2001, p. 15-28.

auxquelles sont associées huit durées, dont la composition en double-croches correspond aux premiers termes de la série de Fibonacci. Tout le long de la pièce, les notes échangent leur durée selon un mécanisme que décrit l'**exemple 1**. *Le Sacrifice* constitue donc un gigantesque algorithme, où domine la quête d'une automatisaion de la composition.

Exemple 1. Le mécanisme du *Sacrifice*

La recherche d'une automatisaion intégrale de l'acte de la création musicale continuera à fasciner Xenakis. Elle est à l'origine de l'idée de formalisation, de la quête de fondements. Fonder la musique est, disions-nous, l'objectif de *Musiques formelles* : il s'agit de formaliser l'art des sons à la manière dont les mathématiciens ont tenté de fonder leur discipline en recherchant une axiomatique concise d'où tout pourrait être déduit. Grâce au mathématicien Guilbaud dont il suivra les cours, Xenakis s'inspire largement de l'évolution des mathématiques de l'époque, qui en est arrivée au point culminant de la question des fondements avec, en France, la domination du formalisme de l'école Bourbaki. Mais ici s'arrête le parallélisme avec l'histoire des mathématiques : car, comme il a été dit, pour formaliser la musique, Xenakis lui applique des outils extérieurs, empruntés aux mathématiques. C'est ce qui explique le fait que chacun des chapitres de *Musiques formelles* et de *Formalized Music* se réfère à des outils différents. Limitons-nous ici aux deux ensembles d'outils dominants : les probabilités et la théorie des ensembles et des groupes.

L'outil probabiliste fait son apparition avec *Pithoprakta* (1955-1956), œuvre que je commenterai ultérieurement. Xenakis le généralise avec *Achorripsis* (1956-1957), *Analogique A et B* (1958-1959) et les pièces intitulées *ST* (1956-1962). Il s'en sert par la suite ponctuellement pour calculer certains passages probabilistes des œuvres des années 1960, mais dans une optique purement instrumentalisée, c'est-à-dire sans l'ambition de la formalisation. Cependant, il le réactive dans l'esprit d'une formalisation intégrale à la fin des années 1980 avec le programme GENDYN et les pièces *Gendy* (1991) et *S.709* (1994).

Les pages de *Musiques formelles* consacrées à *Achorripsis* (chapitre I) permettent de saisir les enjeux de la formalisation, alors que celles dédiées aux autres œuvres citées consistent en des descriptions des calculs effectués. En effet, Xenakis pose clairement la question des fondements à propos d'*Achorripsis* : « Quel est le minimum de contraintes logiques à la fabrication d'un processus musical ? »⁹, demande-t-il. Puis, il établit une typologie des « phases de base de la fabrication d'une œuvre musicale » : « conceptions initiales », « définition d'êtres sonores », « définition des transformations » de ces êtres, « microcomposition », « programmation séquentielle » des deux phases qui précèdent, « effectuation des calculs », « résultat final symbolique » (partition), « incarnation sonore » (exécution instrumentale)¹⁰. Xenakis ne commente que peu chacune de ces phases et il n'y reviendra pas dans les pages ou écrits ultérieurs. Ce qui importe ici est de souligner le propos explicite de ce découpage : tenter de discrétiser l'acte de composition musicale dans l'espoir d'en délimiter des opérations qui pourraient être intégralement calculées. La quête d'un fondement s'identifie ici à l'idée d'une totale automatisaion, d'un mécanisme autorégulé qui, comme il a été dit précédemment, se trouve à son origine.

⁹ Iannis Xenakis, *Musiques formelles = Revue Musicale*, n°253-254, 1963 (réédition : Paris, Stock, 1981), p. 33.

¹⁰ *Ibid.*, p. 33-34.

Le second ensemble d'outils mentionné contribue à une idée plus générale de la quête des fondements. Il s'affine musicalement en trois phases. Avec *Herma* (1961) et *Eonta* (1963-1964), il prend le visage de la théorie des ensembles. Puis, dans quatre œuvres des années 1960 — *Akrata* (1964-1965), *Nomos alpha* (1965-1966), *Nomos gamma* (1967-1968) et *Anaktoria* (1969) —, Xenakis s'intéresse à la théorie des groupes (cf. **exemple 2**). Enfin, dans la majeure partie du très grand nombre d'œuvres composées à partir de la fin des années 1970, il travaille avec une sous-application de la théorie des groupes : un outil pour construire des échelles qu'il nomme « théorie des cribles ».

Exemple 2. Le groupe de la rotation des cubes utilisé pour *Nomos alpha*¹¹

Les pages de *Musiques formelles* qui sont consacrées à l'application de la théorie des ensembles à *Herma* (chapitre V) sont très explicites. « Ici nous allons aborder le problème épineux de la Logique sous-jacente à la composition musicale ; la Logique, cette reine de la connaissance qui, accaparée par la mathématique, hésite entre son propre nom bimillénaire et celui d'Algèbre »¹², écrit-il. Ou encore : « Dans ce chapitre nous commencerons par nous considérer brusquement amnésiques de manière à pouvoir remonter aux sources des opérations mentales de la composition et pour essayer de dégager des principes généraux valables pour toutes les musiques. Nous n'allons pas faire une étude psychophysique de la perception, mais plus simplement essayer de voir un peu plus clair dans le phénomène de l'écoute et de la pensée lorsque nous entendons de la musique, de manière à forger un outil de meilleure compréhension des œuvres du passé et de fabrication de musiques futures »¹³. On peut aisément critiquer Xenakis sur son ambition démesurée : le « phénomène de l'écoute » n'est nullement abordé, quant à la « compréhension des œuvres du passé », elle se limite à l'analyse des mesures 123-124 du premier mouvement de *l'Appassionata*¹⁴... Cependant, ce qui importe ici est de souligner que, dans l'esprit de Xenakis, l'application de la théorie des ensembles aux hauteurs de *Herma* va dans le sens d'une quête de fondements plus générale que précédemment : il est ici à la recherche d'universaux, de structures communes à toute musique.

L'utilisation de la théorie des groupes lui permet de trouver une meilleure formulation à cette quête. Notons que, dans les années 1960, la théorie des groupes se présente pour de nombreux mathématiciens comme la théorie qui permettrait de parachever les fondements de leur discipline. Je renvoie à titre d'exemple à un livre de 1969 de Jean Ullmo qui, pour n'être pas une référence absolue en épistémologie, est très révélateur de l'esprit de l'époque : son dernier chapitre, intitulé « L'intelligibilité de la nature », est consacré aux groupes ; il tente de montrer l'universalité de cette théorie (Ullmo évoque même la musique) et annonce que la « convergence des mathématiques et de la réalité s'est généralement produite sur le terrain de la théorie des groupes, qui ont pu apparaître ainsi comme une structure commune à la pensée

¹¹ Iannis Xenakis, *Musique. Architecture*, Tournai, Casterman, 1971 (réédition augmentée : Tournai, Casterman, 1976), p. 98.

¹² Iannis Xenakis, *Musiques Formelles*, op. cit., p.183.

¹³ *Ibid*, p. 185.

¹⁴ Cf. *ibid*, p. 194-200.

et à l'expérience »¹⁵. Xenakis va se saisir de cette théorie pour fonder la musique, toute musique et, bien entendu, toutes les composantes du son et de la musique. Ainsi, il écrit : « *L'ensemble des intervalles mélodiques est muni d'une structure de groupe avec comme loi de composition l'addition. Cette structure est indépendante, bien sûr, de l'unité intervallique [...]. Elle est universelle, car la structure d'ordre total est valide dans les musiques traditionnelles du Japon, des Indes, d'Afrique, etc. Or, cette structure n'est pas spécifique aux hauteurs, mais également aux durées, aux intensités, aux densités et à d'autres caractères des sons ou de la musique, comme par exemple le degré d'ordre ou de désordre. Ce qui est donc intéressant, c'est la profonde identité de structure de nombreux caractères du son* »¹⁶. Dans *Nomos alpha*, un groupe issu des rotations d'un cube structure quatre paramètres différents, un autre découlant d'un triangle est censé générer des valeurs pour un cinquième paramètre et un dernier provenant d'un ensemble de nombres premiers fournit les valeurs d'un nouveau paramètre. Par ailleurs, l'article « Vers une philosophie de la musique » (devenu le chapitre VIII de *Formalized Music*) qui commente *Nomos alpha* débute ainsi : « Nous allons tenter au pas de course : 1° un “dévoilement de la tradition historique” de la musique ; 2° de construire une musique »¹⁷. Fait intéressant, la phrase placée entre parenthèses constitue une référence à *L'origine de la géométrie* de Husserl — référence unique dans les écrits de Xenakis et qui s'inscrit pleinement dans la quête des fondements.

Par la suite, de la théorie des groupes, Xenakis ne retiendra qu'un outil pour construire des échelles, outil qu'il nomme « théorie des cribles ». Cette théorie, élaborée simultanément à l'application des groupes durant les années 1960, sera à partir de la fin des années 1970 la seule « théorie » xenakienne. Construit avec les outils de la logique mathématique — qui sont aussi ceux de la théorie des ensembles —, un crible propose une formule logico-mathématique pour une échelle préexistante ou inventée, pouvant s'appliquer à plusieurs caractéristiques du son, hauteurs, rythmes, intensités, densités, etc. — on notera cependant que Xenakis l'a seulement utilisé pour les hauteurs et, quoique moins souvent, pour les rythmes. Écoutons-le dans un article tardif qui forme le chapitre IX de *Formalized Music* : « En musique, la question des symétries (identités spatiales), ou des périodicités (identités dans le temps), joue un rôle fondamental à tous les niveaux, depuis l'échantillon, en synthèse des sons par ordinateur, jusqu'aux architectures d'une pièce. Il est donc nécessaire de formuler une théorie permettant de construire des symétries aussi complexes qu'on les désire et, inversement, à partir d'une suite donnée d'événements ou d'objets dans l'espace ou dans le temps, de retrouver les symétries qui la constituent. On nomme ces suites des “cribles” »¹⁸. À nouveau, Xenakis avance sa théorie comme pouvant s'appliquer aux musiques existantes — et il est vrai que certains de ses articles des années 1960 formalisent les structures modales de la musique grecque antique et de celle byzantine avec la théorie des cribles¹⁹. Ce qui est cependant significatif ici c'est, comme il a été dit, que Xenakis se limite aux hauteurs (et,

¹⁵ Jean Ullmo, *La pensée scientifique moderne*, Paris, Flammarion, 1969, p. 255-256.

¹⁶ Iannis Xenakis, « La voie de la recherche et de la question » (1965), repris dans *Kéleütha*, Paris, L'Arche, 1994, p. 69-70. C'est Xenakis qui souligne.

¹⁷ Iannis Xenakis, « Vers une philosophie de la musique » (1968), repris dans *Musique. Architecture, op. cit.*, p. 71

¹⁸ Iannis Xenakis, « Cribles » (1988), repris dans *Kéleütha, op. cit.*, p. 75.

¹⁹ Cf. Iannis Xenakis, « Vers une métamusique » (1967), repris dans *Musique. Architecture, op. cit.*, p. 38-70.

accessoirement, aux rythmes). Les œuvres composées uniquement avec la théorie des cribles et notamment celles des années 1980 portent la trace de cette limitation : nous sommes là dans un univers qui réactive la hauteur. Ainsi, l'ultime aboutissement de la quête des fondements de la musique sonne comme des retrouvailles avec ce qui a alimenté pendant des siècles la théorie musicale, à savoir, l'étude des échelles.

Naturaliser la musique

Parallèlement à la quête d'un fondement par ses références à de pures théories mathématiques (notamment la théorie des groupes, d'où est issue la théorie proprement xenakienne des cribles), l'œuvre de Xenakis se réclame des sciences de la nature, dans un souci d'universalité proche de celui de cette quête. « Ma conviction est que nous atteignons l'universel non à travers la religion, l'émotion, la tradition, mais à travers les sciences de la nature », déclare-t-il à Bálint Varga²⁰. Cependant, l'universalité recherchée est de nature différente.

Dans la préface de la partition inédite du *Sacrifice* où, comme il a été dit, tous les rythmes sont issus de la série de Fibonacci — qui tend, comme l'on sait, vers la section d'or —, Xenakis légitime cette systématisation de la manière suivante : « La règle d'or est une des lois biologiques de croissance. On la retrouve dans les proportions du corps humain. Par exemple le rapport des hauteurs de la tête et du plexus solaire est égal au nombre d'or, les phalanges des doigts, les os des bras et des jambes sont en proportion d'or. Or les durées musicales sont créées par des décharges musculaires qui actionnent les membres humains. Il est évident que les mouvements de ces membres ont tendance à se produire en des temps proportionnels aux dimensions de ces membres. D'où la conséquence : les durées qui sont en rapport de nombre d'or sont plus naturelles pour les mouvements du corps humain »²¹. Cette affirmation témoigne de l'influence sur Xenakis du Modulor de Le Corbusier²². Elle renvoie aussi, bien entendu, à Bartók, dont Xenakis avait sans doute écouté à l'époque des œuvres qui utilisent la série de Fibonacci, même s'il n'était pas au courant des travaux de Lendvai. Mais, surtout, elle réactive toute cette extraordinaire tradition musicale qui, à l'encontre de la tradition théorique mentionnée précédemment — celle qui se focalise sur l'étude des échelles —, relie la musique au corps, à la nature d'une manière plus générale, et qui culmine dans la vision organiciste de la musique que l'on rencontre chez les analystes allemands du XIXe siècle. La musique de Xenakis déploie des formes qui juxtaposent des sections indépendantes et se situe donc aux antipodes d'une vision organiciste de la forme²³. Cependant, dans ses sections séparées, elle se définit parfois comme processus et évoque ainsi l'organicisme. Mais, surtout, pour nous limiter à ses rapports avec la science, elle convoque des modèles issus des sciences de la nature.

²⁰ Bálint A. Varga, « Nicht nur von Musik ist die Rede », *Boosey and Hawkes Verlagsnachrichten*, n°41, 1982, p. 3.

²¹ Iannis Xenakis, préface de la partition du *Sacrifice*, Salabert.

²² Xenakis écrira d'ailleurs un article sur le Modulor : « Der Modulor / The Modulor », *Gravesanner Blätter*, n°9, 1957, p. 2-3/3-5.

²³ À l'exception cependant des quelques œuvres, telle *Eonta*, qui adoptent le modèle du son : cf. Makis Solomos, *Iannis Xenakis*, Mercuès, P.O. Editions, 1996, p. 47-49.

Le premier de ces modèles est appréhendé par Xenakis lui-même avec l'expression « la parabole des gaz » dans un petit article de 1958²⁴, une expression qu'il n'emploiera plus par la suite. « Regardons les volutes d'une fumée de cigarette dans une pièce calme. Nous savons que la fumée est composée de molécules et leurs mouvements désordonnés suivent statistiquement des règles qui nous sont sensibilisées comme des volumes ou des surfaces mouvantes terriblement mobiles et riches. [...] Identifions les sons ponctuels, par exemple : pizz., aux molécules ; nous obtenons une transformation homomorphe du domaine physique au domaine sonore. Le mouvement individuel des sons ne compte plus. L'effet massal et son évolution prennent tout un sens nouveau, le seul valable », écrit-il²⁵. C'est avec cette démarche que Xenakis introduit le calcul probabiliste en musique, car les pages précédemment citées de *Musiques formelles* consacrées à *Achorripsis* — œuvre avec laquelle il est à la recherche d'une autogénération — sont postérieures à ce texte. Avant de servir à poser la question des fondements, les probabilités sont utilisées pour produire des masses grâce à « une transformation homomorphe du domaine physique au domaine sonore ». Il va de soi que l'expression « transformation homomorphe » renvoie ici à une pure métaphore — que Xenakis reconnaît en parlant de « parabole » —, à un transfert purement intuitif. Nous ne sommes pas loin ici de ce que la tradition esthétique qualifie de « naturalisme », sauf que Xenakis se donne les moyens de calculer le transfert, ce qui constitue une différence de taille. Ainsi, les mesures 52-59 de *Pithoprakta*, qui utilisent pour la première fois le modèle probabiliste des gaz, ne se contentent pas de représenter, d'imiter un gaz : en faisant appel à l'outil mathématique (les probabilités), elles deviennent en quelque sorte un gaz musical.

Les probabilités de *Pithoprakta* introduisent donc un modèle issu de la physique dont la finalité est différente de celle des modèles mathématiques. Pour simplifier, on dira que le modèle mathématique cherche à (re)construire la réalité — c'est le sens de l'expression « fondements » —, à mettre en évidence (inventer) *ce qui est*. Par contre, le modèle physique part de la réalité, de *ce qui apparaît* — c'est-à-dire, en définitive, de la *physis*, de la nature dans son sens le plus général, d'où les confusions possibles avec le naturalisme. Le premier impose une démarche hautement abstraite ; le second tend à « naturaliser » la musique, c'est-à-dire à l'appréhender comme une chose donnée, même si, par le biais de la « parabole », l'humain, avec sa capacité d'abstraction, est réintroduit.

À la fin des années 1960, Xenakis réexploite la parabole des gaz pour aboutir à une technique différente : il convoque les mouvements browniens. Ayant l'occasion, à Bloomington (Etats-Unis), de travailler pour la première fois la synthèse du son sur ordinateur, il imagine un procédé qui tranche avec les méthodes les plus communes de l'époque. Il récuse les synthèses basées sur l'analyse de Fourier. Égratignant au passage le présupposé idéologique de cette analyse — foi dans la nature harmonique du son, qui fait implicitement de la tonalité le principe de toute musique —, il propose une autre méthode : « les variations stochastiques de la pression du son »²⁶. Partant directement de la courbe de

²⁴ Cf. Iannis Xenakis, « Les trois paraboles » (1958), repris dans *Musique. Architecture, op. cit.*, p. 16-19.

²⁵ *Ibid.*, p. 18-19.

²⁶ Cette méthode est exposée pour la première fois dans l'article « Nouvelles propositions sur la microstructure du son » (1971), repris dans *Arts/Sciences. Alliages*, Tournai, Casterman, 1979, p. 139-150 et qui constitue le chapitre IX de *Formalized Music*, Bloomington, University Press, 1971 (réédition augmentée par Sharon Kanach : Stuyvesant NY, Pendragon Press, 1992).

pression du son, il cherche à créer d'emblée des sons très riches et c'est pourquoi il convoque à nouveau des processus probabilistes. Les mouvements browniens (via les marches aléatoires, qui constituent leur modélisation mathématique : cf. **exemple 3**) serviront de métaphore pour obtenir ces courbes : une courbe de pression sera à l'image d'un « processus de déplacements chaotiques de petites particules suspendues dans un liquide ou gaz, qui est le résultat de leurs collisions avec les molécules du milieu »²⁷. Cette méthode ne sera pleinement exploitée qu'avec le programme GENDYN de la fin des années 1980. Dans les années 1970, Xenakis ne dispose pas d'ordinateurs assez puissants pour éprouver une telle méthode de synthèse²⁸. Aussi, il transfère ce procédé dans le cadre de la musique instrumentale : les deux axes des courbes de pressions du son obtenues par les fonctions aléatoires serviront, en tant que purs graphiques, pour calculer la trajectoire de la hauteur dans le temps d'un instrument. De 1971 (avec *Mikka*) jusqu'à la fin des années 1970, un grand nombre de pièces utiliseront ce procédé. On pourrait s'étonner de la double « parabole » mise en œuvre — des déplacements chaotiques de molécules à la courbe de pression aléatoire d'un son d'une part et, d'autre part, de cette dernière à une trajectoire aléatoire des hauteurs jouées par un instrument. Mais l'essentiel, quant à cette étude, est d'observer que, avec son utilisation métaphorique des mouvements browniens, Xenakis procède comme dans *Pithoprakta* : ce n'est pas le « fondement » qui l'intéresse, mais le fait de partir de ce qui est, de la nature. On notera cependant que l'application systématique des mouvements browniens à la synthèse sonore dans le cadre du programme GENDYN renvoie cette fois à la quête des fondements ; avec ce programme, Xenakis recherchera de nouveau à créer une musique *ex nihilo*, à automatiser au maximum l'acte créateur : le modèle initial qu'offrent les mouvements browniens disparaîtra et seules subsisteront les marches aléatoires, c'est-à-dire leurs modélisations mathématiques. C'est dire que, dans les rapports de Xenakis à la science, il est difficile de distinguer ce qui relève des modèles mathématiques de ce qui tient des modèles issus des sciences de la nature.

Exemple 3. Courbe de pression aléatoire d'un son²⁹

Une autre technique de composition xenakienne, issue en partie de l'utilisation des mouvements browniens dans le cadre de la musique instrumentale et employée aussi durant les années 1970, peut être rattachée aux modèles empruntés aux sciences naturelles, bien que d'une manière très générale : la technique des « arborescences » (cf. **exemple 4**). Après avoir commencé à générer des lignes mélodiques avec les mouvements browniens, Xenakis s'est posé la question de leur généralisation. En effet, ceux-ci ne fournissent qu'une seule ligne à la fois. Comment en produire plusieurs et inventer ainsi un nouveau type de polyphonie ? Telle est la question que posent les arborescences, qui visent la « généralisation du principe mélodique »³⁰. Pour ce faire, il suffit de générer une ligne aléatoire (mouvement brownien)

²⁷ Définition des mouvements browniens par l'*Encyclopedia of Mathematics*, Dordrecht-Boston-London, Kluwer Academic Publishers, 1993, vol.1, p. 483.

²⁸ Certains passages de la *Légende d'Eer* (1977) contiennent néanmoins des sons obtenus avec cette méthode de synthèse.

²⁹ Iannis Xenakis, *Formalized Music, op. cit.*, p. 251.

³⁰ Iannis Xenakis, préface de la partition de *Gmeeoorh*, Paris, Salabert, 1974.

qui, à un moment, se divise en plusieurs ramifications épousant chacune des lignes elles aussi aléatoires. Rien n'empêche alors de faire subir au buisson ainsi obtenu des transformations topologiques : rotations, inversions, etc. Cette méthode compositionnelle relève donc plus du graphique et de la géométrie que des sciences de la nature. Néanmoins, le terme « d'arborescence » dans son acception première ainsi que les expressions « ramifications », « buissons », etc. renvoient aussi à une appréhension du tissu polyphonique comme matière organique — le modèle du vivant, de la nature, de ce qui est, est donc bien présent.

Exemple 4. Graphique de Xenakis pour des arborescences d'*Erikhthon*³¹

Voilà donc quelques exemples de techniques xenakiennes que l'on peut mettre en rapport avec des modèles issus des sciences de la nature. Il va de soi que, dans les cadres de cet écrit, le tour de la question ne peut pas être fait. Il faudrait une étude plus étendue et, sur ce point, le théoricien Xenakis de même que ses commentateurs ne peuvent aider : l'accent est surtout mis sur les modèles mathématiques ; les relations avec les sciences de la nature sont rarement mises en évidence. Cependant, une relecture de l'ouvrage concis *Arts/Sciences. Alliages*³² montrerait à quel point la relation de Xenakis avec les sciences ne se limite pas à son utilisation des mathématiques. Plus généralement, l'imaginaire xenakien est truffé de références à la nature — ne serait-ce que les fameux « nuages » ou « galaxies » de sons — et, même s'il est difficile parfois de faire la distinction entre un simple naturalisme et une référence aux sciences de la nature, celles-ci sont bien présentes dans son esprit lorsqu'il se réclame de « l'alliage arts/sciences ».

Un dernier exemple permettra de montrer la complexité de la question. Il s'agit d'un passage (mesures 97-103 : **exemple 5**) d'une œuvre orchestrale de la dernière période créatrice de Xenakis, *Horos*. Ce passage, selon les propos de Xenakis lui-même, « produit une sorte de turbulence [... analogue à] un fluide »³³. Sachant que, dans certains passages de *Horos*, Xenakis transfère en musique la technique des « automates cellulaires » et que ceux-ci peuvent modéliser plusieurs types de comportements, dont, précisément, les fluides, on pourrait penser que le passage en question serait composé à l'aide des automates cellulaires. Il n'en est rien. Xenakis a convoqué des techniques d'écriture traditionnelle : 33 lignes mélodiques rapides en imitation parcourent tout l'orchestre selon des mouvements contraires et asynchrones, produisant effectivement un effet de turbulence. Ce dernier exemple montre en somme que ce qui permet à Xenakis de « naturaliser » la musique, c'est à la fois le *transfert* de modèles (ici, modèles des sciences de la nature) et la *métaphore* : transfert (transport), métaphore, comme l'on sait, forment un seul et même mot en grec.

Exemple 5. *Horos* : mes. 97-105 (éditions Salabert)

³¹ Iannis Xenakis, *Musique. Architecture, op. cit.*, p. 178.

³² Cf. Iannis Xenakis, *Arts/Sciences. Alliages, op. cit.* Il s'agit en fait de la thèse sur travaux de Xenakis : un chapitre introductif de Xenakis est suivi de dialogues avec Olivier Revault d'Allonnes, Olivier Messiaen, Michel Ragon, Michel Serres et Bernard Teyssède.

³³ Iannis Xenakis in Bálint A. Varga, *Conversations with Iannis Xenakis*, London, Faber and Faber, 1996, p. 184.

Fonder la musique ou la naturaliser : tels sont les deux pôles qui permettent d'appréhender le rapport de Xenakis aux sciences. Ces deux démarches peuvent sembler contradictoires : à l'abstraction du premier pôle s'oppose, dans le second, l'imaginaire fondé sur la nature. En réalité, ces deux pôles coexistent pacifiquement en se complétant. Comme il a été dit, il n'est pas toujours évident de les distinguer — le cas de l'utilisation double des probabilités (pour s'acheminer vers une automatisation intégrale de l'acte compositionnel et pour produire des masses de sons au comportement probabiliste à l'image de volutes de fumée) est flagrant. D'une manière plus générale, je dirai que c'est cette complémentarité qui accorde à la musique de Xenakis sa force particulière : avec elle, l'abstraction est toujours tempérée par la superposition d'une image concrète et, inversement, elle empêche l'image concrète de devenir représentation.