

# Les "opérations mentales de la composition" (Xenakis)

Makis Solomos

► **To cite this version:**

Makis Solomos. Les "opérations mentales de la composition" (Xenakis). *Intellectica - La revue de l'Association pour la Recherche sur les sciences de la Cognition (ARCo)*, Association pour la Recherche sur la Cognition, 2008, 2008/1-2 (n°48-49), p. 207-220. <hal-00770202>

**HAL Id: hal-00770202**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00770202>**

Submitted on 4 Jan 2013

**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.

## LES « OPÉRATIONS MENTALES DE LA COMPOSITION » (XENAKIS)

Makis Solomos

Revue *Intellectica*. Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive, 2008/1-2 n°48-49, p. 207-220.

**Résumé.** Cet article s'intéresse aux questions de type « cognitif » que soulève Xenakis durant l'époque qui va d'*Achorripsis* (1956-57) à *Herma* (1960-61) via ses réflexions telles qu'elles sont énoncées dans *Musiques formelles* (publié en 1963). On en dégagera trois. La première apparaît dans le chapitre 1 sous le titre « Phases fondamentales d'une œuvre musicale », lorsque Xenakis demande : « Quel est le minimum de contraintes logiques nécessaires à la fabrication d'un processus musical ? ». Dans le chapitre suivant, via l'hypothèse granulaire sur la nature du son, il s'intéresse au fonctionnement de l'écoute. La dernière, portant sur les « opérations mentales de la composition », est la plus développée, et concerne le chapitre 5, où Xenakis écrit : « 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 », et où il livre les mécanismes de *Herma*.

Mots-clefs. Xenakis, cybernétique, sciences cognitives, écoute, Herma, Achorripsis.

**Abstract.** This article deals with the "cognitivist" issues raised by Xenakis during the period going from *Achorripsis* (1956-61) to *Herma* (1960-61), via his reflexions expressed in *Formalized Music* (published, in its French version, *Musiques formelles*, in 1963). We will distinguish three issues. The first appears in chapter 1 under the title: "Fundamental Phases of a Musical Work", when Xenakis asks: "What is the minimum of logical constraints necessary for the construction of a musical process?". In the next chapter, via the hypothesis concerning the granular nature of sound, he deals with the functioning of listening. The last issue, dealing with the "mental operations of composition", is the more developed and concerns chapter 5 (chapter 6 in the American edition), where Xenakis writes: "In this chapter, we shall begin by imagining that we are suffering from a sudden amnesia. We shall thus be able to reascend to the fountain-head of the mental operations used in composition and attempt to extricate the principles that are valid for all sorts of music ", and where he gives out the mechanisms of *Herma*.

### INTRODUCTION : XENAKIS ET QUELQUES QUESTIONNEMENTS DE TYPE COGNITIF

Dans la seconde partie des années 1950, peut-être juste après la composition d'*Achorripsis* (1956-57), Xenakis se livre à des lectures d'écrits qui comptent parmi les fondements des sciences cognitives. Il découvre la toute jeune cybernétique : « Je suis en train d'étudier les bases de la cybernétique qui me semblent capables de donner une allure intéressante à la composition musicale. Or j'ai trouvé que des *transformations* qui sont à la base de la cybernétique, je les ai déjà pensées et utilisées dans les *Metastaseis*, sans savoir

alors que je faisais de la cybernétique ! », écrit-il à Hermann Scherchen à la fin 1957<sup>1</sup>. Dans la troisième partie de l'article « Grundlagen einer stochastischen Musik / Elements of Stochastic Music », publiée quatre ans plus tard, et qui traite d'« enchaînements de trames », il renvoie « aux ouvrages spécialisés sur cette question »<sup>2</sup> et cite une *Introduction à la cybernétique* parue en français en 1958<sup>3</sup>. L'exemplaire qu'il devait posséder de ce livre a malheureusement disparu, mais l'on trouve dans ce qu'il reste de sa bibliothèque personnelle des livres se rapportant à la théorie de l'information ou théorie de la communication : l'ouvrage fondateur de Shannon et Weaver ainsi que deux autres ouvrages<sup>4</sup>. Il est fort probable que c'est par le biais d'Abraham Moles, l'auteur du célèbre livre *Théorie de l'information et perception esthétique* (1958), avec qui il fut lié durant cette époque – en 1960, ils fondèrent un groupe de réflexion informel, qu'ils nommèrent MYAM, du nom de ses quatre membres : Abraham Moles, Yannis Xenakis, Alain de Chambure, Michel Philippot<sup>5</sup> –, qu'il fit son initiation à ces univers.

Ce que l'on qualifie de « première cybernétique »<sup>6</sup> avait pour intention avouée de « créer une *science de l'esprit*. Il semblait aux meneurs de ce mouvement<sup>7</sup>, malgré leurs allégeances philosophiques variées, que l'étude de la phénoménologie de l'esprit était trop longtemps demeurée l'apanage des psychologues et des philosophes, qu'il était maintenant temps de recourir, pour en décrire les processus sous-jacents, à des mécanismes explicites et des formalismes mathématiques »<sup>8</sup>. Un tel projet ne pouvait que séduire le jeune Xenakis, au moins pour deux raisons.

D'une part, l'esthétique xenakienne est caractérisée par un déplacement propre à la modernité, mais qu'elle accentue : qu'il s'agisse de composer ou d'écouter de la musique, l'accent n'est plus mis sur le cœur, mais sur le cerveau. On a parfois confondu ce déplacement, notamment lorsqu'il prenait des accents violemment anti-romantiques, avec un intellectualisme, et il le fut parfois. Mais, souvent, il s'agissait simplement de considérer que la musique n'était pas (plus) un langage (le langage des sentiments), mais un processus physique affectant l'état des réseaux neuronaux. De même qu'on se centrait sur la nouvelle

---

<sup>1</sup> Iannis Xenakis, lettre à Hermann Scherchen du 19 décembre 1957, Archives Xenakis, Bibliothèque Nationale de France.

<sup>2</sup> Iannis Xenakis, « Elements of Stochastic Music », troisième partie, *Gravesaner Blätter* n°21, 1961, p. 113.

<sup>3</sup> Il s'agit de : Ross Ashby, *Introduction à la cybernétique*, Paris, Dunod, 1958. L'article en question de Xenakis deviendra le chapitre 2 de *Musiques formelles* (*Revue Musicale* n°253-254, 1963). La phrase citée s'y trouve p. 88 et la référence entière est donnée p. 226.

<sup>4</sup> Claude E. Shannon, Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, The University of Illinois Press, 1949. L'exemplaire de Xenakis n'est pas annoté alors que sont annotés ses exemplaires des deux autres livres : G. Cullmann, M. Denis-Papin, C.R. Kaufmann, *Éléments de calcul informationnel*, Paris, Albin Michel, 1960 (ce livre possède un chapitre général sur la théorie de l'information à côté de chapitres sur les permutations, les arrangements ou la statistique ainsi que d'un chapitre intitulé « De la thermodynamique à l'information ») ; Y.W. Lee, *Statistical Theory of Communication*, New York, John Wiley and Sons, 1960. Le livre de Shannon et Weaver est cité dans « Elements of Stochastic Music », seconde partie, *Gravesaner Blätter* n°19-20, 1960, p. 142 (repris dans *Musiques formelles*, *op. cit.*, p. 80 ; référence complète : p. 226).

<sup>5</sup> Cf. Archives Xenakis, Bibliothèque Nationale de France.

<sup>6</sup> Cf. Aline Péliissier, Alain Tête, *Sciences cognitives. Textes fondateurs (1943-50)*, Paris, PUF, 1995, p. XVI.

<sup>7</sup> Cf. les textes contenus dans *ibid.*, signés par : Norbert Wiener, Warren S. McCulloch et Walter Pitts, John von Neumann, Donald O. Hebb, Warren Weaver, Claude E. Shannon, Alan M. Turing.

<sup>8</sup> Francisco J. Varela, *Invitation aux sciences cognitives*, Paris, Seuil, 1996, p. 29-30.

poésie de la matière microscopique, le cerveau et son fonctionnement, l'émotion (plutôt que le sentiment), la cognition, devenaient les nouveaux territoires mystérieux à explorer.

D'autre part, Xenakis ne partagea pas l'hypothèse culturaliste sur laquelle se fonda une partie de la musique contemporaine naissante, notamment celle sérielle. Pour lui, l'art ne devait pas être une affaire d'esprits cultivés, s'éloignant de plus en plus, par leur raffinement, du fondement biologique de l'homme. « La musique a eu et aura toujours, de par son essence, un aspect sensoriel. [...] De plus, l'homme aimera toujours chanter puisqu'il a une voix, et toujours danser puisqu'il a un corps en liberté. [...] Un courant constant entre la nature biologique de l'homme et les constructions de l'intelligence doit être établi, sinon les prolongements abstraits de la musique actuelle risquent de s'égarer dans un désert de stérilité »<sup>9</sup>, concluait-il son célèbre article « La crise de la musique sérielle »<sup>10</sup>. Il s'intéressait au « naturel » ou, plus exactement, à la non dichotomie nature/culture. C'est pourquoi, à ses débuts, il se trouva en accord, sur bien des points, avec Le Corbusier et son moduler. De telles pensées, qui étaient plus liées à l'art moderne des débuts du XX<sup>e</sup> siècle qu'à celui de l'après 1945, auraient pu rester prisonnières d'une perspective conservatrice et former, dans l'univers xenakien, une couche agissant en contradiction avec d'autres couches. C'est ainsi qu'on éprouve parfois encore aujourd'hui le platonisme-pythagorisme de la conclusion de *Musiques formelles*, qui évoque la « divine harmonie »<sup>11</sup>. Cependant, elles expliquent pourquoi Xenakis s'est intéressé au projet mentionné de créer une science de l'esprit, l'esprit, le cerveau à étudier étant finalement la « nature ». Inversement, l'alliage de ces pensées anciennes à ces recherches nouvelles explique comment les premières ont fini par prendre une tout autre voie.

Dans ce qui suit, on s'intéressera aux questions de type cognitif que soulève Xenakis durant l'époque qui va d'*Achorripsis* à *Herma* (1960-61) via ses réflexions telles qu'elles sont énoncées dans *Musiques formelles* (publié en 1963). On en dégagera trois, la dernière, portant sur les « opérations mentales de la composition », étant la plus développée.

## « LES PHASES FONDAMENTALES D'UNE ŒUVRE MUSICALE »

La première interrogation de ce type que l'on rencontre dans *Musiques formelles* apparaît dans le chapitre 1 sous le titre de paragraphe « Phases fondamentales d'une œuvre musicale ». Xenakis pose la question : « Quel est le minimum de contraintes logiques nécessaires à la fabrication d'un processus musical ? »<sup>12</sup>, et répond : « Deux sont les hypothèses [...] : 1) Il existe, dans un espace donné, des instruments de musique et des hommes ; 2) Il existe des modes de contacts entre ces hommes et ces instruments qui permettent l'émission d'événements sonores rares »<sup>13</sup>. Le travail probabiliste sur des « événements sonores rares » (à l'aide de la loi de Poisson) est à la base de la composition

---

<sup>9</sup> Iannis Xenakis, « La crise de la musique sérielle », *Gravesaner Blätter* n°1, 1955 ; repris dans *Kéleütha*, Paris, L'Arche, 1994, p. 42-43.

<sup>10</sup> Avant sa reprise dans *Kéleütha* (cf. *infra*), cet article était accessible dans la version qu'en donne *Musique. Architecture* (Tournai, Casterman, 1971, p. 120), qui l'ampute de cette fin.

<sup>11</sup> Cf. Iannis Xenakis, *Musiques formelles*, *op. cit.*, p. 212.

<sup>12</sup> *Ibid.*, p. 33.

<sup>13</sup> *Ibid.*, p. 35-36.

d'*Achorripsis*. Dans *Musiques formelles*, entre la question et la réponse se glisse un développement sur les « phases fondamentales » mentionnées :

- « a) Conceptions initiales [...] ;
- b) Définition d'êtres sonores et de leur symbolique communication dans la mesure du possible [...] ;
- c) Définition des transformations que ces êtres sonores doivent subir au cours de la composition (macrocomposition [...]) ;
- d) Microcomposition : choix et fixation détaillée de la nature des relations fonctionnelles ou stochastique, des éléments du point (b) [...] ;
- e) Programmation séquentielle de points (c) et (d) [...] ;
- f) Effectuation des calculs [...] ;
- g) Résultat final symbolique de la programmation [...] ;
- h) Incarnation sonore du programme [...] »<sup>14</sup>.

Ce chapitre de *Musiques formelles* reprend des articles parus antérieurement dans les *Gravesaner Blätter* ou ailleurs (parfois eux-mêmes constituant déjà des reprises). Le passage en question apparaît pour la première fois dans l'article publié en 1961 « La musique stochastique : éléments sur les procédés probabilistes de composition musicale »<sup>15</sup>. Il est donc bien postérieur à *Achorripsis* et date de l'époque où Xenakis réfléchit à ce qui deviendra le programme informatique *ST*. Il y ajoute : « La plupart du temps ces phases sont inconscientes et défectives. Pourtant cette liste fixe les idées et permet des spéculations sur l'avenir. En effet, les calculatrices électroniques (*computers*) pourront *prendre en mains* les phases (g) et (h) et même la (f) »<sup>16</sup>. En somme, l'interrogation cognitive a ici une visée pratique : trouver ce qui, dans ce que l'on appelle une œuvre musicale, peut être mécanisé, formalisé, confié à une machine ; une réflexion dont les fruits se matérialiseront dès janvier 1962 avec la première œuvre calculée sur l'ordinateur IBM, *ST/48* (*ST/48, 1-240162*).

## LE FONCTIONNEMENT DE L'ÉCOUTE

Dans le chapitre suivant de *Musiques formelles*, on trouve une seconde interrogation. Ce chapitre reprend les quatre parties de l'article déjà mentionné, « Grundlagen einer stochastischen Musik / Elements of Stochastic Music », publiées en 1960-61 dans les *Gravesaner Blätter*<sup>17</sup> – les questions soulevées sont donc peut-être antérieures à celle des « phases fondamentales ». Ses développements sont à mettre en relation avec *Analogique A et B* (1958-59) et *Syrmos* (1959). Ils tissent un travail sur la stochastique markovienne (mise en relation d'états probabilistes) et l'hypothèse granulaire sur la nature du son (appliquée seulement à *Analogique A et B*). C'est cette hypothèse qui nous intéresse ici.

Cette hypothèse pense le son non pas selon l'analyse de Fourier, mais comme « une intégration de grains, de particules élémentaires sonores, de quanta sonores. [...] Tout son, toute variation sonore même continue est conçue comme un assemblage de grains élémentaires suffisamment nombreux et disposés dans le temps d'une façon adéquate.

---

<sup>14</sup> *Ibid.*, p. 33-34.

<sup>15</sup> Cf. Iannis Xenakis, « La musique stochastique : éléments sur les procédés probabilistes de composition musicale », *Revue d'Esthétique* vol.14 n°4-5, 1961, p. 307.

<sup>16</sup> Iannis Xenakis, *Musiques formelles*, *op. cit.*, p. 34.

<sup>17</sup> N°18, 1960, p. 61-83/84-105 ; n°19-20, 1960, p. 128-139/140-150 ; n°21, 1961, p. 102-111/113-121 ; n°22, 1961, p. 131-143/144-145.

[...] »<sup>18</sup>. On sait que Dennis Gabor fut le premier à émettre cette hypothèse, dans un article de 1947<sup>19</sup>. Savoir si Xenakis s'est inspiré de Gabor est une question complexe<sup>20</sup>. Cependant, il est important de constater que l'article de Gabor est intitulé « Acoustical Quanta and the Theory of Hearing » : l'hypothèse granulaire est une hypothèse sur l'*audition*. Et c'est ainsi que Xenakis pose la question, du moins au début : il s'interroge sur le fonctionnement de l'écoute. Un paragraphe du chapitre est intitulé « Psychophysologie » et se réfère à deux livres de psychoacoustique. Le premier, intitulé *Hearing*, semble avoir été étudié de près par Xenakis<sup>21</sup>. Le second est en réalité un livre d'acoustique, mais avec une partie de psychoacoustique ; il fut pionnier en son temps : *Vues nouvelles sur le monde des sons* de Fritz Winckel<sup>22</sup>.

Xenakis continuera à se poser des questions sur le fonctionnement de l'écoute. L'une des tâches de son centre de recherche, le CEMAMu, sera d'« élucider des phénomènes frontaliers des seuils de la perception en rapport avec l'échantillonnage »<sup>23</sup>. Il proposera également une réflexion, qu'il n'aura pas le temps de développer, sur les spécificités de l'oreille par rapport à la vue :

« La musique a toujours été proche de phénomènes très complexes qui sont liés à la sensation : on perçoit par exemple les hauteurs non pas par un comptage, mais par les décharges des neurones électriques, qui sont de type statistique ; c'est ainsi que les choses se passent dans notre cerveau ! Il est fantastique de penser que des notions scientifiques comme celles-ci existent depuis longtemps dans l'oreille, et que les musiciens l'ignoraient. Les musiciens ont fait des inventions qui étaient à l'avant-garde des mathématiques, mais sans le savoir ! On peut même penser à créer une écriture symbolique sonore, à condition de créer des symboles sonores adéquats. Mais ici intervient autre chose : est-ce que cela vaut le coup de passer par le son pour ce type de problème qui est tellement bien résolu visuellement ? Car l'œil est très rapide. Par contre, faut-il conserver à l'oreille ce qui lui appartient en propre ? L'œil est incapable d'analyser une fréquence dans une couleur ; mais l'oreille, oui »<sup>24</sup>.

S'il ne développa pas ces questions, c'est peut-être parce qu'il postula dès le début une équivalence entre perception et réalité physique : « Il est égal de se placer au niveau du phénomène physique ou au niveau de la perception. Au niveau de la perception nous

---

<sup>18</sup> Iannis Xenakis, *Musiques formelles*, op. cit., p. 61.

<sup>19</sup> Cf. Dennis Gabor, « Acoustical Quanta and the Theory of Hearing », *Nature* vol. 159 (4044), 1947, p. 591-594.

<sup>20</sup> Cf. : Makis Solomos, « The granular connection (Xenakis, Vaggione, Di Scipio...) », communication au colloque *The Creative and Scientific Legacies of Iannis Xenakis International Symposium*, organisé par James Harley, Michael Duschenes, Thomas Salisbury ; Agostino Di Scipio, « Scienza e musica dei quanti acustici : l'eredità di Gabor », *Il Monocordo* vol. 6, 1998, p. 71-76.

<sup>21</sup> Dans le « Carnet 19 » des Archives Xenakis (Bibliothèque Nationale de France), utilisé de 1957 à 1959, on trouve des notes sur ce livre : Stevens and Davies, *Hearing*, Willey and Son, New York, 1948.

<sup>22</sup> Fritz Winckel, *Vues nouvelles sur le monde des sons*, traduction A. Moles et J. Lequeux, Paris, Dunod, 1960. Xenakis a dû y trouver des idées confirmant ses choix musicaux ; on peut y lire : « L'ensemble des constatations que nous avons faites dans les pages qui précèdent nous montre que dans son architecture d'ensemble, la musique est un mouvement ; bien plus, que le matériau isolé, le son, est exclusivement un élément mouvant » (p. 119) ; « On peut donc affirmer à coup sûr que les sons stationnaires, tels que les représente la notation musicale habituelle, n'existent pas dans la réalité sonore : la musique ne vit que grâce aux régimes transitoires pendant lesquels les sons possèdent un timbre continuellement variable et différent du timbre neutre en régime stationnaire » (p. 129).

<sup>23</sup> Iannis Xenakis, « C.E.M.A.Mu. (Centre d'Études de Mathématiques et Automatique Musicale). Programme de recherche musicale et pédagogique pour les années 1976 et 1977 », in *Musique. Architecture*, seconde édition, 1976, p. 197.

<sup>24</sup> Iannis Xenakis, in Philippe Albèra, « Entretien avec Iannis Xenakis », *Musique en création. Le festival d'automne à Paris*, Contrechamps, 1989, p. 81.

comptons arithmétiquement ce qui, au niveau physique, est géométrique. Ceci peut s'exprimer d'une façon plus rigoureuse. La perception constitue un groupe additif, "presque" isomorphe de l'excitation physique qui est un groupe multiplicatif. Le "presque" est nécessaire pour conjurer les approximations »<sup>25</sup>. Cette réflexion est probablement le fruit de son travail sur la perception des densités dans *Diamorphoses* (1957).

## « LES OPÉRATIONS MENTALES DE LA COMPOSITION »

La troisième et plus importante réflexion xenakienne de type cognitif se trouve dans le chapitre 5, « Musique symbolique », de *Musiques formelles*. Ce chapitre, qui n'avait pas encore été publié au moment de la parution du livre, et qui fut peut-être rédigé en 1961, va de pair avec *Herma* (1960-61), œuvre pour piano dans laquelle Xenakis utilise la logique symbolique ou théorie des ensembles. Il y ébauche un ensemble de réflexions complexes et hétérogènes. L'une porte sur la perception du temps. C'est à cette époque qu'il lit du Piaget, l'un des auteurs que l'on cite habituellement en relation avec les fondements des sciences cognitives, dont il cite le livre *Le développement de la notion de temps chez l'enfant* (1946)<sup>26</sup>. Vingt ans plus tard, dans ses entretiens avec Varga, il explique le tournant qu'ont représenté ses recherches et interrogations à partir de *Herma* :

« Then came the phase when I tried to justify what I was doing. I had to find answers to such questions as: what is time, what is pitch, what is the relationship between the two, how do the two of them relate to intensity and the other properties of the sound with which I was making calculations? I started with the simplest question: what is time ? First I tried to find out how man's perception of time evolved. Primitive societies such as the Australian aborigines would have been suitable ground for research, but this didn't occur to anybody. Luckily, my wife Françoise, who was working in psychology, called my attention to the experiments of Jean Piaget; he examined the development of the perception of time and space in children. Piaget's book provided me with my first justification that I was right to do calculations with time. He proved that the perception of time stops developing at the age of twelve. Up until the age of six one can't see this process clearly, but between six and twelve I think there are three stages. He showed that time has an ordering structure and consequently that it has a group structure. I concluded from all this that time is nothing but a kind of structure. And because it is a structure it can be counted, expressed with real numbers, and shown as points on a straight line. [...] That, then, was the first step. The second: I suddenly realized that it is not true that music is only time, as Stravinsky claims in his book (Messiaen is also of a similar opinion: music is nothing without time). In fact music is basically outside time and time serves only for it to manifest itself. Whatever we think is by definition outside time because it is in our memory and doesn't disappear with the passage of time (unless we forget it). We have no power over the time-flow but we feel it passing: the notion of time is also outside time »<sup>27</sup>.

Ainsi, Xenakis conclut d'abord que le temps est quantifiable. Puis, il explique que la musique ne baigne pas tout entière dans le temps, qu'elle possède des aspects « hors-temps », la notion même de temps étant hors-temps, puisqu'elle fait appel à la mémoire. La dichotomie xenakienne hors-temps/en-temps est bien connue. Aussi, on rappellera seulement qu'est défini comme hors-temps « ce qui se laisse penser sans changer par l'avant ou l'après », par exemple les « modes traditionnels sont partiellement hors-temps, les relations ou les opérations

---

<sup>25</sup> Iannis Xenakis, *Musiques formelles, op. cit.*, p. 75.

<sup>26</sup> Cf. *ibid.*, p. 190.

<sup>27</sup> Iannis Xenakis in Bálint A. Varga, *Conversations with Iannis Xenakis*, London, Faber and Faber, 1996, p. 82-83. Cette partie des entretiens dates de 1980.

logiques infligées à des classes de sons, d'intervalles, de caractères... sont aussi hors-temps » ; est en-temps « l'ordre sériel » ou une « mélodie traditionnelle » ; enfin, « en tant que réalité sonore, il n'y a pas de musique hors-temps pure ; il existe de la musique en-temps pure, c'est le rythme à l'état pur »<sup>28</sup>. Il est à noter que, dans une première étape, précisément dans le chapitre 5 de *Musiques formelles*, Xenakis propose une tripartition : « Toute analyse musicale et toute construction musicale doivent se baser sur : a) l'étude d'une entité (l'événement sonore), qui groupe en dernière analyse trois aspects (la hauteur, l'intensité, la durée) et qui possède une *structure hors-temps* ; b) l'étude de l'autre entité plus simple, le temps qui possède une *structure temporelle*, c) la correspondance entre la structure hors-temps et la structure temporelle, la structure *en-temps* »<sup>29</sup> ; pour aboutir à la simple dichotomie qu'il généralisera par la suite, la « structure temporelle » de la tripartition deviendra le « en-temps » de la dichotomie, et la « structure en-temps » de la tripartition disparaîtra, c'est-à-dire qu'il n'envisagera plus la possibilité de « correspondance » entre les deux termes de l'opposition<sup>30</sup>.

Quoi qu'il en soit, si la musique ne baigne pas tout entière dans le temps, c'est parce que celui-ci « apparaît comme une matière cireuse, une glaise dans laquelle les opérations et les relations viennent s'inscrire, se graver pour des fins de travail d'abord et par la suite pour des fins de communication au tiers »<sup>31</sup>, une définition qui sera complétée par la suite : « Le temps pourrait être considéré comme un tableau noir (vide) sur lequel on inscrit des symboles et des relations, des architectures, des organismes abstraits. Du choc entre organismes-architectures et réalité instantanée, immédiate, naît la qualité primordiale de la conscience vécue »<sup>32</sup>.

Une « matière cireuse », un « tableau noir (vide) sur lequel on inscrit des symboles et des opérations » : en quelque sorte, le temps est mis entre parenthèses afin que soient mises en relief les opérations qui s'y déroulent. De quelle nature sont ces opérations ? Il ne s'agit rien de moins que des « *opérations mentales* de la composition », ce qui nous conduit au cœur des interrogations de type cognitif. En effet, le début du chapitre 5 de *Musiques formelles* émet cette proposition véritablement extraordinaire :

« 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 psychophysologique 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

---

<sup>28</sup> Iannis Xenakis, « La voie de la recherche et de la question », *Preuves* n°177, 1965, repris in *Kéleütha*, *op. cit.*, p. 68.

<sup>29</sup> Iannis Xenakis, *Musiques formelles*, *op. cit.*, p. 191. Il semblerait que ce sont les problèmes que Xenakis rencontra, lors de la composition d'*Herma* et d'*Akrata* (1964-65), dans l'application de cette trichotomie, qui l'ont conduit à postuler une simple dichotomie. Sur l'application de cette trichotomie dans *Akrata*, une œuvre peu encore étudiée, cf. Stéphan Schaub, « *Akrata*, for 16 winds by Iannis Xenakis: Analysis », in A. Georgaki, M. Solomos (éd.), *Proceedings of the « International Symposium Iannis Xenakis »*, Athènes, University of Athens, 2005, p. 138-149.

<sup>30</sup> Cette évolution théorique est sans doute due aux difficultés pratiques que Xenakis rencontra dans *Herma* pour donner un contenu musical à cette troisième entité, censée établir une médiation entre le hors- et le en-temps : cf. Stéphan Schaub, *L'hypothèse mathématique. Musique symbolique et composition musicale dans Herma de Iannis Xenakis*, mémoire de D.E.A., École des Hautes Études en Sciences Sociales, 2001.

<sup>31</sup> Iannis Xenakis, « La musique stochastique : éléments sur les procédés probabilistes de composition musicale », repris in *Musiques formelles*, *op. cit.*, p. 17.

<sup>32</sup> Iannis Xenakis, « Vers une métamusique », *La Nef* n°29, 1967, repris in *Musique. Architecture*, *op. cit.*, p. 57.



outil de meilleure compréhension des œuvres du passé et de fabrication de musiques futures. Nous serons donc obligés de ramasser, tailler, souder des êtres et des conceptions que nous rencontrerons épars ou organisés, en déroulant le fil ténu d'une logique qui certainement présentera des lacunes, mais qui aura le mérite d'exister »<sup>33</sup>.

Le contenu du chapitre 5 est touffu et complexe ; en un sens, Xenakis, comme il le souligne, « ramasse[r], taille[r], soude[r] des êtres et des conceptions [...qui sont] épars ou organisés » – en d'autres termes, il se livre, comme souvent, à un bricolage passionnant. Voici les principales étapes de sa première partie, étapes qui devraient donc nous permettre de « remonter aux sources des opérations mentales de la composition » :

– « Une esquisse logique et algébrique de la composition musicale ». Traite des relations entre événements et définit la notion d'intervalle ;

– « Structures des qualités des événements sonores ». Définit l'ensemble des intervalles de hauteur, muni de l'addition, comme un groupe ;

– « Espace vectoriel ». Définit un événement sonore comme vecteur possédant des valeurs dans chacun des ensembles ordonnés suivants : hauteur, intensité, durée (algèbre hors-temps). Puis, traite de l'ensemble des intervalles de temps séparant les événements (algèbre temporelle). Étudie enfin leur relation (algèbre en-temps).

Si l'on devait résumer très sommairement, on dirait donc que le propos du compositeur-théoricien y est de définir des éléments sonores et des relations entre eux. Il s'agit donc bien de traiter des « sources » (fondements) des « opérations » de la composition. Mais qu'en est-il des « opérations *mentales* de la composition » ?

En fait, Xenakis a déjà répondu à cette question dans le petit paragraphe qui, dans *Musiques formelles*, figure en exergue au chapitre 5 : « 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 »<sup>34</sup>. Dans son esprit, il n'y a pas de différence entre les opérations mentales de la composition et les opérations tout court de la composition : ce qu'est, objectivement, une composition est la même chose que le travail cognitif (mental) effectué pour la réaliser (ou pour la comprendre). En somme, il établit une équivalence de même nature que celle qu'il établissait, comme nous l'avons vu précédemment, entre perception et réalité physique (« Il est égal de se placer au niveau du phénomène physique ou au niveau de la perception » : cf. *supra* la citation entière). Cette équivalence est rendue possible par la foi de Xenakis en des invariants, en des universels. Dans ce chapitre de *Musiques formelles*, ceux-ci prennent la forme de la logique formelle, à laquelle le compositeur vient d'être initié grâce aux cours de Guilbaud et de Barbut à l'École Pratique des Hautes Études, cours dont certains sont cités dans la bibliographie de *Musiques formelles*<sup>35</sup>.

La deuxième partie du chapitre, dédiée à *Herma*, est sous-titrée : « Une application ». Xenakis substitue des ensembles d'événements (qui seront des nuages de sons) aux événements atomisés et les définit comme « égrènements » de hauteurs appartenant à des

---

<sup>33</sup> Iannis Xenakis, *Musiques formelles*, *op. cit.*, p. 185.

<sup>34</sup> *Ibid.*, p. 183. Il est à noter que dans l'édition américaine (*Formalized Music*, Stuyvesant (New York), Pendragon Press, 1992), les exergues des chapitres de *Musiques formelles* sont imprimés comme des introductions.

<sup>35</sup> *Ibid.*, p. 255.

ensembles. Les ensembles de hauteurs sont obtenus à partir de quatre ensembles initiaux, R (l'ensemble des touches du piano), A, B et C (trois ensemble définis *a priori*) et des opérations de la logique qui leur seront appliquées : réunion (notée « + »), intersection (notée sans signe), négation (notée « — »). L'œuvre consiste à superposer le déroulement d'ensembles de hauteurs construisant progressivement une même « fonction booléenne » de deux manières, selon un « organigramme en-temps » (**exemple 1**) qui précise également des intensités et des densités (nombre de sons par seconde) – les intensités, les densités et les silences servant « à la clarté de la composition par étages »<sup>36</sup>. Après l'exposition de la classe R (première ligne), suivent les expositions des classes A, B et C et de leurs complémentaires, qui occupent plus de la moitié de l'œuvre (jusqu'aux deux tiers de la cinquième ligne). Puis, après un silence, commence le travail sur les opérations logiques. L'**exemple 2** donne l'extrait de la partition qui correspond au début de ce travail (fin de la cinquième puis début de la sixième lignes de l'organigramme). On y entend d'abord la classe AB, puis, après un silence, la classe BC, à laquelle s'ajoute ensuite la classe AB en tant que « rappel » ; enfin (dernière ligne), on passe à la classe  $AB + \overline{AB}$ .

**Exemple 1. Herma : « organigramme en-temps » (Iannis Xenakis, *Musiques formelles*, op. cit., p. 297).**

**Exemple 2. Herma : partition, p. 12. © Boosey and Hawkes.**

Dans cette partie du chapitre, Xenakis mentionne un « observateur amnésique » :

« Soit donc un ensemble A de touches qui ont une propriété caractéristique. Ce sera la classe A, partie de l'ensemble R constitué par toutes les touches du piano.

[...]

Pour l'observateur amnésique on peut énoncer cette classe en faisant tinter les touches l'une après l'autre, après un silence suffisant. Il en déduira qu'il a entendu une collection de sons, un égrènement d'événements. Une autre classe B est choisie de la même manière (un certain nombre de touches) et énoncée après la classe A en faisant sonner les éléments de B.

L'observateur aura entendu deux classes A et B, et il note le fait temporel, A avant B [...].

Ensuite, il commence à noter des relations entre les éléments des deux classes. [...]

Prenons A et B de manière qu'elles aient quelques éléments communs. Faisons-lui entendre d'abord A, puis B, puis la partie commune [...] AB ou BA.

Cette opération a donc engendré une nouvelle classe qui a été symbolisée par l'égrènement de la partie commune de A et de B.

Si après lui avoir égrené les classes A et B on lui fait entendre un mélange de tous les éléments de A et de B, il en déduira qu'on a considéré une nouvelle classe, qu'on a opéré une sommation logique des deux premières. Cette opération est la *réunion* [...]

[de même pour la négation]

Jusqu'ici nous avons montré par une expérience imaginaire que nous pouvons :

a. Définir et énoncer des classes d'événements sonores [...];

b. Effectuer les trois opérations logiques fondamentales [...].

Par contre, l'observateur doit faire un travail intellectuel pour en déduire *et* les classes *et* les opérations. [...] De même, la relation d'égalité de deux classes doit être déduite par l'observateur [...] »<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> *Ibid.*, p. 208.

<sup>37</sup> *Ibid.*, p. 201-202.

Ainsi, le travail logique effectué nécessitera de la part de l'« observateur amnésique » un travail de déduction : nous retrouvons, en quelque sorte, la question des « opérations mentales ».

## EN GUISE DE CONCLUSION

Comme on l'a souvent signalé, la réussite de *Herma* repose sans doute plus sur les sonorités de type « nuages de sons » que l'on entend se succéder et se superposer, sur leurs variations de densité et de « couleur » (les classes de hauteurs jouant le rôle de coloration intérieure des nuages) que sur les opérations logiques appliquées aux classes de hauteurs. Par exemple, la fonction « F » que l'on entend à la fin comme résultante de toutes les opérations (et *via* les deux chemins), si elle s'entend comme conclusion, c'est sans doute parce que ses hauteurs sont jouées *fff* et que la densité y est maximale<sup>38</sup>. Ceci explique peut-être pourquoi il n'est pas nécessaire de vérifier auprès des auditeurs de la pièce si elle parvient à simuler « les opérations mentales de la composition ».

Par ailleurs, dans les années qui suivent *Herma*, Xenakis pense trouver dans la structure mathématique des groupes les « sources » de la composition et de la musique en général, en d'autres termes, leur fondement. Au niveau compositionnel, il les utilise dès *Akrata* (1964-65). Au niveau théorique, dans « La voie de la recherche et de la question », l'un des articles les plus importants qu'il rédige après la publication de *Musiques formelles*, il se centre sur les structures hors-temps et postule que « l'ensemble des intervalles mélodiques est muni d'une structure de groupe avec comme loi de composition l'addition. Cette structure [...] 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 donc est intéressant, c'est la profonde identité de structure de nombreux caractères du son »<sup>39</sup>. Il ajoute qu'il s'agit d'une

---

<sup>38</sup> Par ailleurs, l'analyse de *Herma* soulève de nombreux problèmes : écarts au niveau des hauteurs (erreurs ou « choix » effectués par Xenakis : les hauteurs que l'on rencontre sur la partition divergent parfois des hauteurs que l'on devrait avoir) ; question de la distribution dans le temps des hauteurs (est-elle stochastique et si oui, selon quelle fonction), etc. Il existe déjà un nombre important d'analyses ; par ordre chronologique : Nouritza Matossian, *Iannis Xenakis*, Paris, Fayard, 1981, p. 176-188 ; Francis Bayer, *De Schönberg à Cage. Essai sur la notion d'espace sonore dans la musique contemporaine*, Paris, Klincksieck, 1981 p. 91-105 ; Makis Solomos, *À propos des premières œuvres (1953-69) de I. Xenakis. Pour une approche historique de l'émergence du phénomène du son*, thèse de doctorat, Paris, Université de Paris 4, 1993, p. 47-50 et 171-174 ; Eugene Montague, « The limits of logic: structure and aesthetics in Xenakis's *Herma*, *Ex Tempore*, vol. 7 n°2, 1995, p. 36-65 ; Ronald Squibbs, « Musical composition as applied mathematics: set theory and probability in Iannis Xenakis' *Herma* », in *Bridges: Mathematical Connections in Arts, Music, and Science; Conference Proceedings*, sous la direction de R. Sarhangi, Winfield, Kansas: Central Plain Book Manufacturing, 2000, p. 141-151 ; Stéphan Schaub, *L'hypothèse mathématique...*, *op. cit.* ; Robert A. Wannamaker, « Structure and perception in *Herma* by Iannis Xenakis », *Music Theory Online* vol. 7 n°3, 2001 ; Carlos Agon, Moreno Andreatta, Gérard Assayag, Stéphan Schaub, « Formal Aspects of Iannis Xenakis "Symbolic Music": A Computer-Aided Exploration of Compositional Processes », in *Perspectives on Xenakis*, sous la direction d'Agostino Di Scipio, *Journal of New Music Research* vol. 33 n° 2, 2004, p. 145-160.

<sup>39</sup> Iannis Xenakis, « La voie de la recherche et de la question », *Preuves* n°177, 1965, repris in *Kéleütha*, *op. cit.*, p. 69-70.

« constatation historico-expérimentale »<sup>40</sup>. Les deux articles importants qui suivent, « Vers une philosophie de la musique » et « Vers une métamusique »<sup>41</sup> insistent sur la question historique et évoquent par exemple « un “dévoilement de la tradition historique” de la musique »<sup>42</sup>. C'est peut-être pourquoi les interrogations de type cognitif semblent moins intéresser Xenakis à partir de ce moment.

---

<sup>40</sup> *Idem.*

<sup>41</sup> Cf. Iannis Xenakis : « Zu einer Philosophie der Musik/Toward a philosophy of Music », *Gravesaner Blätter* n°29, 1966, p. 23-38/39-52 ; « Vers une métamusique », *La Nef* n°29, 1967, p. 117-140 ; repris tous deux in *Musique. Architecture, op. cit.*, respectivement p. 71-119 et p. 38-70.

<sup>42</sup> Iannis Xenakis, « Vers une philosophie de la musique », in *Musique. Architecture, op. cit.*, p. 71. Une note **de bas page** précise : « Le sens donné ici à “dévoilement de la tradition historique” est comparable à celui de *L'Origine de la géométrie*, par Ed. Husserl ».