

LES CAHIERS DU CREM

Centre de Recherches en Esthétique Musicale,

MUSIQUE

ET $\frac{4}{4} \frac{5}{4} \frac{6}{4} \frac{7}{4}$

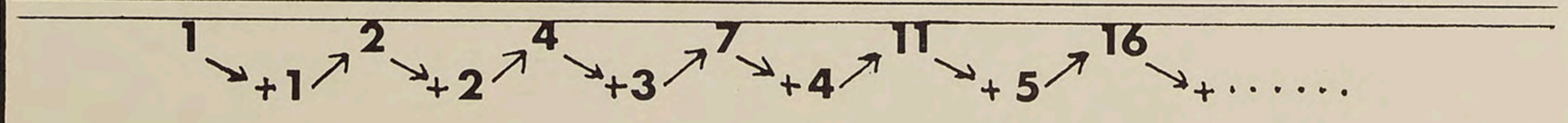
$\frac{9}{16}$ **NOMBRE** $(\sqrt[12]{2})^{80}$
(SOL #)

$\frac{2}{4} \frac{2}{8} \frac{2}{16} \frac{4}{1}$

$\frac{3}{2}$ $\frac{1}{1,618} = 0,618$
Z / 12

$a_5 = (5, 9, 7, 0, 2, 3, 8, 11, 4, 10, 6, 1)$

$\text{♩} = 60 \leftrightarrow 72$ $60 (\sqrt[12]{2})^{x-1}$



Vingtième Siècle

LES CAHIERS DU CREM

Centre de Recherches en Esthétique Musicale.

MUSIQUE

ET

NOMBRE

PRESIDENTS D'HONNEUR

Célestin DELIEGE Professeur d'analyse au Conservatoire
de LIEGE (BELGIQUE)

Claude HELFFER Pianiste

REDACTEUR EN CHEF

Michelle BIGET Musicologue, Université de ROUEN

COMITE DE LECTURE

Michelle BIGET Musicologue, Université de ROUEN

Pierre-Albert CASTANET Compositeur et musicologue, Université
de ROUEN

Joëlle CAULLIER Musicologue, Université de LILLE III

Jean-Louis LELEU Musicologue, Université de LILLE III

EQUIPE DE REDACTION

Michelle BIGET

Pierre-Albert CASTANET

Joëlle CAULLIER

Jean-Pierre DAMBRICOURT Philosophe et musicologue, Université
de ROUEN

Daniel DURNEY Philosophe et musicologue, Université
de DIJON

Jean-Louis LELEU

Ricardo MANDOLINI Compositeur, Université de LILLE III

Michel SERVIERE Philosophe, Collège International de
Philosophie

SECRETARIAT DE REDACTION

Michelle BIGET

Pierre-Albert CASTANET

RESPONSABLE DE GESTION

Marie-Thérèse LEROY Mathématicienne et musicologue

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Pierre-Albert CASTANET

ADMINISTRATION ET ABONNEMENT AU SIEGE SOCIAL :

Institut de Musicologie
Faculté des Lettres et Sciences Humaines de ROUEN
Rue Lavoisier
76 130 MONT SAINT-AIGNAN (FRANCE)

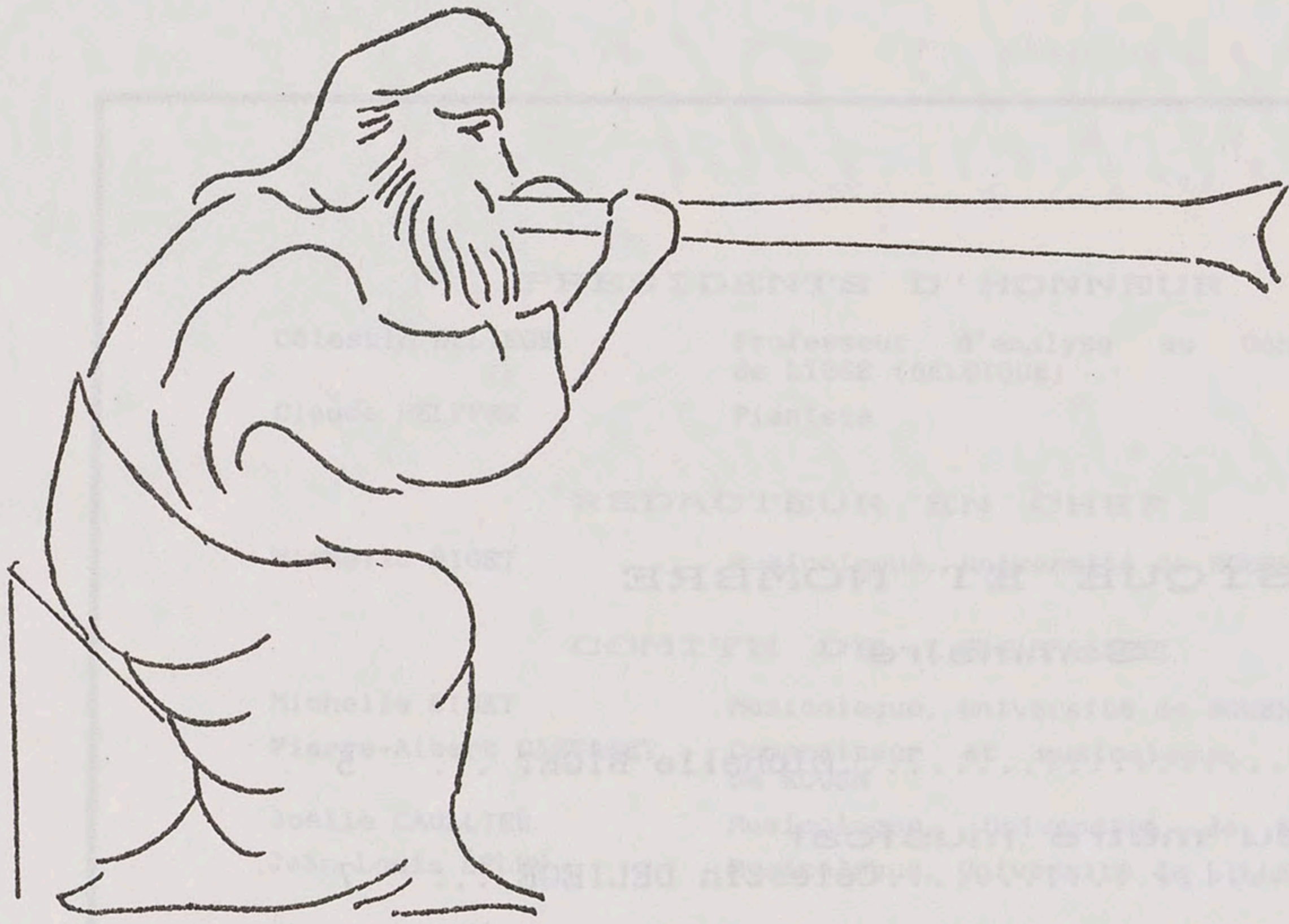
Numéro de commission paritaire : en cours
Dépôt légal : n° 1-2 décembre 1986
Revue trimestrielle

MUSIQUE ET NOMBRE

Sommaire

Editorial	Michelle BIGET ...	5
Pertinence du mètre musical	Célestin DELIEGE ...	7
Le nombre-prétexte	Michelle BIGET ...	21
L'organon ou les outils mathématiques de la création musicale	Pierre-Albert CASTANET ...	33
Le nombre et la musique	Jean-Etienne MARIE ...	45
Recherches musicales et mathématiques Evariste GALOIS et Michel PHILIPPOT	Marie-Thérèse LEROY ...	67
Le nombre d'or et la fin du pythagorisme musical... Jean-Pierre DAMBRICOURT ...		83
Partages d'écriture Mathématique et musique sont-elles contemporaines ?	François NICOLAS ...	95
L'ordinateur et le processus de composition	Ricardo MANDOLINI ...	109
Numbers traduction de Benoît Grenèche	Reginald Smith BRINDLE ...	119
Numeri traduction de Giulia Le Héricey et Pierre-Albert Castanet	Franco DONATONI ...	127
Chroniques par Franck CATHERINE, Daniel DURNEY, Jean-Pierre DAMBRICOURT, Pierre-Albert CASTANET, Annie LABUSSIÈRE		141
SOMMAIRE du n°3		148

Illustrations de Régis BEAUDART



Andrea Pisano
 La Musica
 Jabal inventeur de la
 harpe et de l'orgue



Luca della Robia Orfeo

EDITORIAL

Les musicologues inspirent de la suspicion aux historiens. De leur côté, les esthéticiens sont souvent désignés comme la bête noire des philosophes. S'il existe une discipline au statut énigmatique, accusée de manquer de points d'appui dans le concret, de prendre pour objet une activité vaine et futile, perdue pour la Cité -la musique- ce sera bien l'esthétique musicale. On oppose usuellement les attitudes esthétiques et scientifiques, insinuant implicitement que les premières s'assimilent au jeu libre de l'imagination, tandis que les secondes restent inféodées à une nécessité logique. Descartes avait reculé devant ce qu'il considérait comme l'impossible union entre la faculté de percevoir et celle de juger. Relativiste avant la lettre, son *Compendium musicae* avait pourtant frayé le chemin à Kant qui, dans la *Critique du jugement*, déclarait le sentiment esthétique harmonie de l'entendement et de l'imagination. Schopenhauer plaça la musique au-dessus de tous les autres arts et haussa son étude au rang d'une métaphysique. Positivistes et idéalistes se disputèrent ensuite le domaine de l'esthétique. Fechner en déterminant la validité scientifique de la section d'or, Croce en faisant de l'esthétique une linguistique générale, plus tard Francès et Imberty, voulurent se référer à des critères d'élucidation précis et, de la sorte, éviter toute assertion téméraire ou intuitive relative aux phénomènes d'art : réaction bien compréhensible si l'on songe au verbalisme lyrique, entaché d'affectivité, propre à de nombreux musicographes des années romantiques. D'autres se tournèrent non vers les déductions scientifiques mais vers les méthodes de la philosophie : ils affirmaient la transcendance de la subjectivité et réfutaient l'obligation de passer par les grilles de décodage d'une quelconque science exacte ou humaine. Ainsi Bergson, et dans sa mouvance Vladimir Jankélévitch, crurent en la capacité de l'instant musical à être porteur d'éternité. Une autre voie fut ouverte par l'esthétique critique. Adorno et l'Ecole de Francfort voulurent démontrer la présence en musique de l'individu; obsédés par la bipartition du monde en blocs idéologiques et politiques, ils traquèrent les oeuvres rétives à la récupération, témoignant d'une irréductible spécificité, en un mot les oeuvres dissonantes dans un corps social aux réflexes musicaux automatisés : et d'abord, celles du grand rebelle du XXe siècle, Schönberg.

Au terme de ce XXe siècle, nous ne saurions toujours que maladroitement définir le champ de l'esthétique musicale. S'il s'agit d'une réflexion philosophique sur l'art, quel art retiendra-t-elle ? la musique des grandes institutions de concerts ou celle des studios de recherche ? la musique des foires, des dancings ou des orchestres militaires ? S'interrogera-t-on sur les processus de création ? Entre Goethe qui entendait des voix, Lamartine qui prétendait ne pas penser, Tartini qui composait en songe et Chopin qui, au dire de George Sand, écrivait de la musique spontanément, miraculeusement, on serait tenter d'exiger une investigation en ce sens et de citer Paul Valéry : "Les Dieux gracieusement nous donnent le premier vers : mais c'est à nous de façonner le second"*. Ne faudrait-il pas aussi, pour la bonne santé de l'esthétique, tirer parti d'une sociologie de l'art c'est-à-dire étudier les corrélations entre formes sociales et formes esthétiques (la musique de chambre a d'abord été un art familial) et considérer les deux attitudes élémentaires (esthé-

* INTRODUCTION A LA METHODE DE LEONARD DE VINCI.

tiquement valables l'une et l'autre) de révolte contre le milieu et d'adhésion conformiste à ce milieu ? Quel sort faire à la division de tout acte musical entre le contemplateur/auditeur, le créateur/compositeur et le participant/exécutant ? Doit-on inscrire cette tripartition dans une sociologie ou une psychologie de la musique ? Qu'elle est donc gênante, cette étymologie du terme "esthétique" : "aisthesis", dont la double signification en langue grecque concerne aussi bien la connaissance sensible que l'aspect sensible de notre affectivité. Toutes ces ambiguïtés, la musicologie les véhicule déjà : son passif est lourd ! Depuis le milieu du XVIIIe siècle, elle voisine avec des sciences plus anciennement confirmées dans leur objet et dans leur méthode. La musicologie, comme l'esthétique musicale, entretient des relations accidentelles avec l'histoire (pour son information), avec l'histoire des mentalités et des beaux-arts, avec l'acoustique, l'organologie ou l'ethnologie. De ce fait, combien ont oublié, critiques ou gens de lettres, que l'unique préalable essentiel au travail musicologique était constitué par ... le document musical.

L'équipe des Cahiers du CREM rassemble des chercheurs de formations très diverses. Si elle a choisi comme présidents d'honneur le pianiste Claude Helffer et le musicologue Célestin Deliège, c'est par révérence envers deux hommes témoignant dans leurs activités respectives de compétences complémentaires. Pianiste et polytechnicien, Claude Helffer a multiplié les conférences parallèlement aux concerts et aux enregistrements; on a pu l'entendre dresser la généalogie de la musique contemporaine en requérant son talent d'interprète comme ses connaissances en mathématiques et sciences physiques. Célestin Deliège a récemment publié deux ouvrages importants : *Les fondements de la musique tonale** et *Invention musicale et idéologies***. Une pensée synthétique gouverne ces deux textes, pourtant composés d'articles de différentes sources. Il est tellement rare qu'un discours musicologique équilibre avec bonheur le constat analytique irréfutable, les considérations sociologiques et l'édition de grandes lois esthétiques, que le lecteur ne songe plus à se poser la question annexe : l'esthétique musicale serait-elle science du goût, philosophie de l'art ou technique de la sensibilité ? Célestin Deliège a su mettre au jour de grandes constantes du langage musical (la notion d'anamnèse, le poids des épigones qui réifient les styles d'époque) et il faut lui en savoir gré. Une récente chronique à lui consacrée*** méconnaît totalement ce que son apport présente de cohésion et d'honnêteté intellectuelles.

Ce premier numéro se présente comme une tribune : les contributions des auteurs reflètent l'hétérogénéité des approches comme celle des points de vue. Le lecteur pourra ainsi constater que les propos relatifs à Xenakis -un musicien qu'il est difficile de ne pas citer dès lors qu'on évoque le Nombre en musique- changent sensiblement de résonance selon qu'ils sont imputables à Jean-Pierre Dambricourt, Daniel Durney, Pierre-Albert Castanet ou François Nicolas. Mais la référence aux textes musicaux s'est avérée la règle tacite. Si une certaine analyse décourage l'intérêt en aspirant au mimétisme de la partition, un propos esthétique dénué d'assise factuelle retombe dans les égarements de tous ceux qui abordent la musique par le biais de ses manifestations secondes : correspondances de compositeurs, comptes-rendus critiques ou manifestes. Nous réclamons le droit au discours esthétique pour le créateur et l'interprète, pour tous ceux qui examinent attentivement le matériau musical de base. Nous nous insurgeons contre le postulat qui déclare la musique chose trop grave pour être abandonnée à la réflexion des seuls musiciens. Ceux-ci garantissent au contraire la recherche des tentations idéologiques ou systématiques, voire des coquetteries herméneutiques d'une (mauvaise) philosophie. L'esthétique musicale demeure à inventer.

Michelle BIGET

* J.C. Lattès, 1984.

** C. Bourgois, 1986.

*** ENTRETEMPS, n°2.

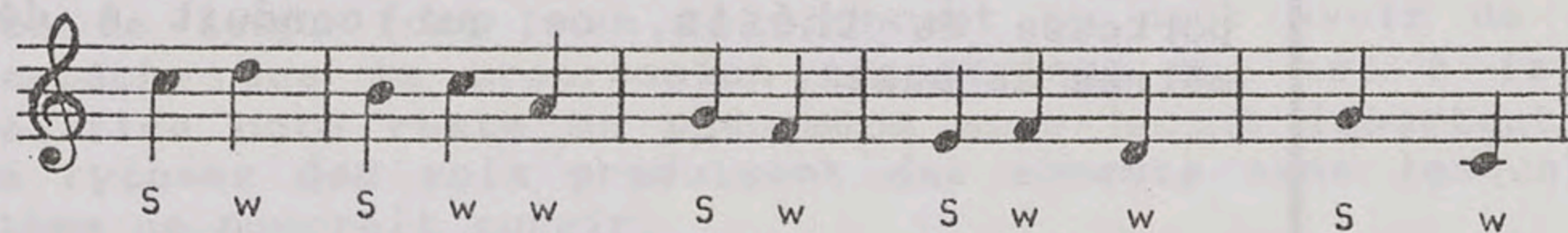
PERTINENCE DU METRE MUSICAL

Le titre de cet essai peut paraître curieux à première vue; la pertinence du mètre en musique serait-elle encore à démontrer ? Démontrer serait sans doute sans objet, mais revenir sur les choses qui nous apparaissent les plus banales, faire le procès d'habitudes devenues trop rapidement confortables peut n'être pas, selon l'angle de vue choisi, sans quelque intérêt.

Je proposerai, en première partie de l'essai, une relecture de quelques principes de base et, en seconde partie, une analyse illustrant quelques-uns des points qui nous auront préalablement retenus, en choisissant comme terrain d'application le Prélude op. 28, °19 en Mi bémol majeur de Chopin : une partition d'accès facile que, par manque de place, nous ne reproduirons pas in extenso, mais que nous discuterons en supposant que le lecteur l'a à portée de main.

*

Un manuel d'initiation intelligente au matériau et aux structures musicales, excellent et hautement recommandable, propose à ses jeunes lecteurs, comme premier exemple, celui dont voici les débuts, où S. = strong et W. = weak*. On imagine sans peine l'heureuse application de ce schéma dans les classes d'instruments !



Les mythes, expression fondamentale de notre imagination, n'ont cependant jamais manqué de faire beaucoup de dégâts, même les petits, mais ils ne naissent pas sans cause. L'ouvrage cité ne peut être le bouc émissaire; tous les théoriciens américains pensent la mesure comme une succession de temps forts et faibles. Soutenir le contraire ne peut que vous proposer immédiatement comme déboussolé. En Europe, le même type d'alternance des battues est également couramment enseigné, mais l'on sait que quelques hurluberlus ne sont pas tout à fait d'accord. Comment en est-on venu à cette croyance unanime ? Il faut bien reconnaître qu'elle a pu trouver ses lettres d'accréditation dans les musiques de danse, dans la Marche et dans la Valse. La religion de Sousa n'aurait-elle fait que des adeptes ? Celle des Strauss n'aurait-elle engendré que si peu de doute ?

Il faut pourtant remonter bien au-delà dans l'histoire si l'on veut toucher à la racine du mythe, et finalement comprendre que la dualité métrique incriminée révèle quelques fondements

* Christ et al., 1980 : 2.

qui nous ont amenés à nous exprimer par métaphore. Toutefois peut-on encore faire allusion à cette vénérable figure de rhétorique quand il s'agit de l'expliquer en sachant combien, dans l'enseignement musical, sa concrétisation en implacable réalité devient nocive quand la leçon de solfège ou de piano commence à se confondre avec la leçon de gymnastique matinale.

Pour tenter de comprendre, le mieux sera de remonter jusqu'aux origines des faits.

La musique européenne a connu deux grands régimes métriques. Le premier est représenté par le mensuralisme médiéval qui probablement a concerné, en tout ou partie, la musique monodique rituelle, mais dont nous connaissons la théorie et la pratique par les monodies profanes des ménestrels et les polyphonies de l'Ars antiqua. Le second est encore en usage : apparu au début du XIVe siècle, il est fondé sur la proportionnalité des valeurs de durées organisée en progression géométrique. Pour la première fois depuis sept siècles, ce type d'organisation est actuellement mis en péril par la musique synthétique.

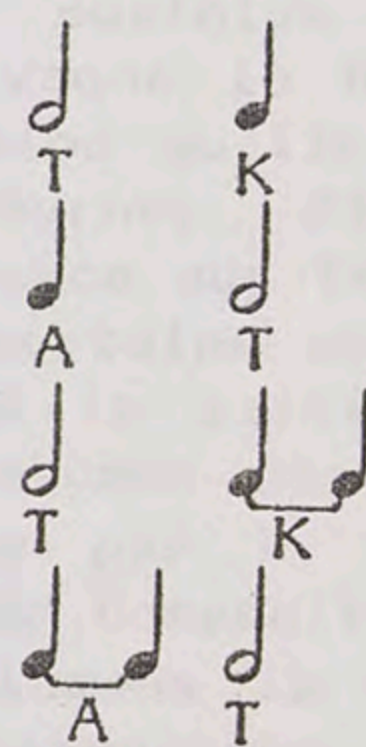
Le mensuralisme médiéval affirme puissamment la prédominance du mètre : les régions métriques se conforment à l'impératif d'un mode fixe. Les grands écrits théoriques du temps, décryptés depuis longtemps par de Coussemaker, demeurent aujourd'hui crédibles et, s'ils pèchent par une information incomplète, leurs indications comportent néanmoins beaucoup de données convergentes. Je n'ai pas à revenir ici sur des faits aussi connus que la nomenclature et l'organisation des célèbres modes rythmiques formés d'une combinaison de longues et de brèves avec adjonction possible d'ornements, mais il me faut insister sur quelques caractéristiques qui ont pu être suffisamment déterminantes, dans les représentations mentales, pour conditionner l'avenir du sentiment métrique.

1). Par Francon de Cologne (Ars cantus mensurabilis), nous savons que, quel que soit le mode utilisé, c'est la longue qui reçoit la consonance dans la polyphonie. Telle était la norme dans le principium perfectionis.

2). Une telle théorie dérive strictement de la tradition scolastique où la notation est le principe qui conditionne directement le mode de représentation et de réalisation. Principium importantis ordinem ad actum, peut-on lire dans la Somme théologique : proposition que traduit abruptement Erwin Panofsky qui nous la rappelle opportunément, écrivant le "principe règle l'acte" *.

3). La représentation mentale et la réalisation pratique dans les principaux modes impliquent que la valeur longue soit porteuse de thésis, ce qui conduit à définir comme suit les mètres de base :

trochée,	thésis + katalexis
iambe,	arsis + thésis
dactyle,	thésis + katalexis
anapeste,	arsis + thésis



Les modes rythmiques ont eu une importance considérable au premier âge des grandes polyphonies en ce que, comme l'a observé Maury Yeston, l'ars antiqua représente un des rares moments de notre histoire où le rythme commande l'ordonnance du processus des hauteurs (rhythm to pitch), alors que par la suite les hauteurs deviendront l'élément dominant organisant le processus

* Panofsky, 1967 : 83.

* Yeston, 1976 : 4.

rythmique (pitch to rhythm)*. On sait que la transformation s'opère dans les dernières années du XIIIe siècle, époque à laquelle des compositeurs prennent l'habitude de diviser la brève apparemment dans un souci majeur d'ornementation. Mais le temps parfait (division ternaire du mètre) reste prédominant, et la présence de la Trinité dont il est le symbole permet d'émettre l'hypothèse que la polyphonie a continué de s'édifier au cours de l'ars nova en favorisant la puissance de la thésis, temps premier et image de la personne du Père. J'avance ici cette hypothèse, sans toutefois pouvoir la vérifier, au nom de sa vraisemblance. A partir de là, on peut éventuellement imaginer comment l'idée de thésis a pu être associée à l'idée de temps fort que, par nature, elle n'inclut cependant qu'imparfaitement.

Quoi qu'il en soit, il est frappant de constater combien la notation, donc la représentation visuelle, a été déterminante pour constituer les grammaires métriques et rythmiques de la polyphonie. Mais si, dans l'organisation référée aux modes rythmiques, c'est le mètre qui engendre le rythme, il n'en est plus de même à partir du moment où une valeur "étalon" engendre une progression géométrique par subdivision ou par multiplication selon que l'organisation est géométrique du haut ou du bas. Très rapidement, c'est le rythme qui va engendrer le mètre. Cela aura pour conséquence un affaiblissement de la thésis que les modes rythmiques avaient clairement fixée. Plus les polyphonies de la fin du Moyen Age et de la Renaissance seront complexes et plus l'effet de thésis sera atténué. C'est principalement la syncope qui contribue à cet effacement, car contrairement à ce qui a lieu dans le jazz, les pièces polyphoniques produisent des syncopes dans certaines voix sans pour autant les compenser dans les autres par des battues régulières. Il y a là une raison majeure qui a joué en faveur du tactus, lequel, à la Renaissance, apparaît comme un mode d'abolition du mètre. Il n'est besoin que de reprendre certaines éditions, établies selon des habitudes du XIXe siècle, introduisant des barres de mesure dans des motets du XVIe siècle - pièces ou l'imitation contrapuntique entre les voix est à la base de l'écriture - pour se convaincre de l'absurdité de l'établissement d'une mesure dans de tels contextes. Bien sûr, une métrique, d'ailleurs très variable, peut être détectée dans chaque voix lue ou entendue individuellement, mais l'ensemble ne peut donner lieu à un réglage métrique considéré du haut : ce sont des battues égales, accélérées ou ralenties, les tactus, qui règlent le débit du processus.

A ce stade, il ne peut plus y avoir la moindre perception de temps fort ; un tel concept ne peut avoir de sens. Il n'empêche que la progression géométrique qui est à la base de l'édifice noté reste un phénomène sous-jacent important, et que les rythmes des voix produisent des accents sans lesquels aucun rythme ne pourrait surgir.

Le progrès de la musique instrumentale permettra à la progression géométrique de l'emporter en créant des rythmes cadres qui imposeront, à la fin du XVIe siècle, la barre de mesure. Et ce sont les mêmes circonstances qui vont rendre à l'accent sa véritable vie, estompée depuis le début de l'ars nova, et que les musiques de danse, la chanson et le madrigal auront particulièrement contribué à restaurer.

Au XIIIe siècle, nous avons vu l'accent lié à la thésis, et cette même liaison a dû caractériser inévitablement le rythme du plain-chant. La notion de mesure, qu'il faut finalement distinguer de celle de mètre, par la suite va lier la notion de thésis à celle d'accent métrique, mais sans toutefois que cette liaison soit inconditionnelle. Ce qui importe le plus quand on parle d'accent, c'est de ne pas succomber à la confusion. Heureux sont les Anglo-Américains de parler une langue qui leur évite partiellement un piège auquel notre langue nous conduit : ils distinguent entre accent et stress, ce dernier terme étant

exclusivement réservé à ce que nous appelons, le plus souvent, l'accent dynamique. Parlant de l'accent accent, Cooper et Meyer conviennent qu'il n'est pas aisé de la définir parce qu'il s'agit d'un phénomène psychologique. Ils écrivent : "Des accents peuvent intervenir aussi bien sur des notes brèves que sur des longues, sur des notes douces aussi bien que sur des fortes, sur des graves aussi bien que sur des aiguës et irrégulièrement aussi bien que régulièrement". Par ailleurs, les auteurs insistent sur le caractère "focal" de l'accent, il est le "noyau" du rythme**. Mais leur distinction est insuffisante entre accent métrique et thétique : ils parlent de "battues" accentuées ou non-accentuées, or la battue est liée à la mesure, alors que les traits prosodiques sont, comme les décrit Wallace Berry, des "impulsions". Réfléchissant, à la suite de Cooper et Meyer, sur les propriétés de l'accent, cet auteur écrit (souligné par lui) : "L'effort pour comprendre le critère accentuel dans l'expérience de la musique est, indépendamment du problème d'incommensurabilité, l'effort pour énumérer les facteurs qui apparaissent contribuer à, et conditionner la perception de groupement par accentuation de certaines impulsions comme donnée métrique. Il est bien sûr impératif, spécialement dans l'établissement de critères abstraits, de se souvenir que leur évaluation contextuelle dans des situations musicales réelles est finalement décisive (...). Nous devons aussi, en fin de compte, attirer l'attention sur la nécessité d'une évaluation de l'impulsion accentuelle en relation à un niveau structural donné de référence***.

* Cooper & Meyer, 1960 : 7.

* ibid. : 8.

*** Berry, 1976, vol.1 : 338.

L'auteur se montre ici prudent, il est d'accord sur une relation de la thésis à l'accent métrique, mais là ne peut être la seule manière de la localiser; c'est avant tout une question de contexte qui nous permet d'y parvenir. Finalement, il serait plus exact de donner à la thésis la définition d'accent structural, terminologie introduite par Lerdahl et Jackendoff**** qui se refusent cependant à l'assimiler à la thésis, réservant ce type d'accent aux points qu'ils regardent comme centraux - accent de début et de cadence - dans les champs temporels (time-spans). Cette manière de voir est héritée de la démarche de Cone qui, elle-même résulte trop immédiatement de l'Ursatz schenkerien*****.

**** 1983 : 17 et 30-35.

***** Cone, 1968 : 26 et sq.

Je me dois ici d'insister sur l'opportunité qu'il y a de lier l'accent structural à la thésis. Il n'y a pas d'ailleurs que l'accent principal qui appelle cette liaison mais aussi les accents secondaires des groupes - arsiques et désinentiels - lesquels là où ils apparaissent, donnent un relief très marqué à la structure prosodique. Mais il ne doit y avoir aucune équivoque sur le fait que cette prosodie des oeuvres tonales n'est vérifiable que dans les cas où la mesure est suffisamment prégnante pour déterminer un rythme cadre.

En définissant l'accent stress, Cooper et Meyer pent immédiatement toute confusion possible avec l'accent accent; ils spécifient : "Le terme stress tel qu'il est utilisé dans ce livre signifie l'intensification dynamique d'une battue, qu'elle soit accentuée ou non-accentuée. Donc un accent stress, quel qu'en soit le degré de force, placé sur une battue faible ne rendra pas cette battue accentuée (accented)*****.

***** Cooper & Meyer, ibid. :8.

La distinction entre les types d'accent ne devrait plus prêter à aucune équivoque, mais, on le voit, la notion d'alternance des battues fortes et faibles n'en est pas pour autant abandonnée. Puisqu'elle a la vie aussi dure nous aurions tort de lui faire la guerre. Ayant bien délimité les types d'accent et leur fonction, nous savons désormais que l'accent métrique est fictif au sens anglais stress mais qu'il s'est introduit dans les représentations mentales du fait de coïncidences fréquentes avec l'accent structural prosodique, c'est-à-dire la thésis et, plus concrètement encore, du fait de la progression géométrique introduite par la notation proportionnelle, laquelle est responsable

du rythme de la polyphonie occidentale depuis Philippe de Vitry et Guillaume de Machaut. Mais cette vision s'est encore considérablement renforcée quand la mesure est venue constituer un second rythme enveloppant le premier et que nous avons dénommé "rythme cadre". Dès ce moment, une véritable grille s'est constituée, laquelle a déterminé des niveaux de battues que le contrepoint fuxien a tôt concrétisé sous la forme des "espèces", dénommées note contre note, deux notes contre une, quatre notes contre une etc...

Ce n'est toutefois pas le rythme cadre déterminé par la mesure qui peut nous inciter à découvrir, dans les partitions, la pertinence du mètre. La mesure est pauvre, le mètre non. Cela n'a pas empêché pratiquement tous les théoriciens américains de pousser la progression géométrique jusqu'à conférer de la pertinence à l'hyper-mesure. S'il y a des battues fortes et faibles, pourquoi la même alternance ne se vérifierait-elle pas au niveau des mesures ? Les mêmes théoriciens ont cependant insisté sur le fait que l'alternance ne peut être acceptée comme automatiquement produite, et ils n'ont pu écarter la nécessité de la modifier suivant la marche des groupes. Lerdahl et Jackendoff nous ont bien montré les embûches rencontrées par l'hyper-mesure dans l'analyse du début du premier mouvement de la Symphonie en Sol mineur de Mozart* ; les corrections nécessaires résultent bien de la position des groupes : ce qui, personnellement, me renforce dans la conviction que la mesure et le mètre sont deux choses distinctes. Le mètre peut coïncider ou ne pas coïncider avec la mesure ; le mètre est formé par le groupe, lequel définit son rythme prosodiquement si une mesure vient encadrer les groupes. André Souris dont l'intuition n'était pas celle d'un logicien mais celle d'un phénoménologue, et au surplus d'un très bon musicien, a donné à la notion de mesure un poids encore inférieur à celui que je lui reconnais ici, lorsqu'il a écrit :

"MESURE - C'est la pulsion qui règle le tempo dans l'exécution. Simple moyen de repérage ayant pour étalon une valeur moyenne de durée, la mesure, dans son principe même, reste étrangère à la structure rythmique de la phrase aussi bien qu'à la forme de la composition. Elle ne pose aucun problème, sinon pour les débutants et les théoriciens, obnubilés par les conventions de l'écriture. (...) Pas plus que l'écriture du langage parlé, la notation musicale ne rend compte des fonctions structurales, syntactiques, de la phrase. Les discussions sur les rapports de la mesure et du rythme sont donc pratiquement dépourvues d'objet. Elles n'ont pour base qu'une valorisation abusive de la notation, et par conséquent, de la mesure elle-même, confondue avec le rythme. Cette confusion ne peut même se justifier par la coïncidence de certains rythmes réguliers avec les pulsations de la mesure***.

On le voit, la sévérité d'André Souris dépasse la mienne. La notion de rythme cadre n'avait même pas de sens pour lui en liaison à la mesure réduite à sa seule représentation graphique. Moins sceptique, je pense que la notation a imprégné effectivement nos mœurs : la scolastique a eu la vie assez longue pour nous avoir transmis cet héritage. Mais déclarer et affirmer ne sert à rien ; encore faut-il tenter de montrer. Je m'attacherai donc maintenant à faire ressortir la liaison du mètre à la prosodie du groupe dans un Prélude de Chopin, avec l'espoir complémentaire que l'analyse limitée à ce seul aspect, puisse contribuer à un léger progrès dans le domaine des grammaires génératives de la musique.

*

*** Dellège, 1984, chap.V.

J'ai exposé*** une théorie prosodique de la musique tonale, principalement prégnante dans les cas où la mesure introduit un rythme cadre. Cette théorie se fonde sur la présence, dans

* Lerdahl & Jackendoff, *Ibid.* : 21-25.

** Souris, 1976 : 261.

le contexte, du groupe anacrouse-accent-désinence dont les marques primaires sont traduites par les symboles A,T,K (arsis-thésis-katalexis). Le groupe en question définit, dans les contextes où il est présent, le mètre le plus pertinent puisqu'il traduit l'évolution du groupe du début à la chute et que, dans certains cas, l'analyse peut s'élargir au groupe de groupes. Cette théorie a des affinités avec celle de Cooper et Meyer, mais elle comporte diverses extensions impliquées par la grammaire tonale. Parmi elles, le poids donné à la désinence et l'enregistrement des accents secondaires : l'accent arsiqne et l'accent désinentiel. Du point de vue de la constitution de grammaires génératives, l'insuffisance de mon argumentation théorique était de n'être pas étayée sur des règles de bonne formation. Je tenterai aujourd'hui une première approche de telles règles en y ajoutant, à l'instar du modèle de Lerdahl et Jackendoff, des règles préférentielles. Dans la plus large mesure possible, il sera recouru aux règles énoncées par ces auteurs, lesquelles ont été partiellement testées expérimentalement de manière concluante en leur faveur*. Une prudence méthodologique m'invite toutefois à noter que les règles que j'énoncerai ont davantage de relation avec la compétence poétique qu'avec la compétence esthésique, cette dernière étant plus proche des préoccupations développées dans notre modèle de référence.

* I. Dellège : à paraître.

Le sujet présentement traité, m'oblige toutefois à dépasser la théorie prosodique des groupes; nous devons, en effet, prendre en compte le mètre de l'harmonie, lequel interfère dans le rythme de la prosodie, mais définit des patterns séquentiels plus larges et éventuellement indépendants. Je commencerai donc par formuler des règles concernant la grammaire de l'harmonie tonales (les règles de bonne formation sont désignées par l'abréviation RBF et les règles préférentielles par RP).

RBFT (Engendrement des échelles tonales) : L'ordonnance des échelles tonales est fondée sur l'échelle des quintes.

RBFhc (Harmonie ultime de la cadence) : Un point cardinal ultime de l'harmonie, s'il est appellatif, ne peut être enchaîné à sa résolution sans une césure lui donnant un caractère suspensif.

De RBFT, découle immédiatement les règles préférentielles suivantes d'engendrement du pattern harmonique :

RPh 1. (Ordre des fondamentales) : Dans une progression divergente par rapport à la tonique, la succession des fondamentales se donne préférentiellement en une suite de quintes ascendantes et de quartes descendantes en alternance; et dans une progression convergente, en une suite de quartes ascendantes et de quintes descendantes.

RPh 2 (IVe degré) : Quand ce degré ne suit pas RPh 1, il peut préférer rarement une position de substitution au IVe degré et fréquemment une position de substitution au IIe degré. Parfois il préfère une position intermédiaire entre ceux-ci.

RPh 2 résulte de l'observation empirique. La préférence peut s'expliquer par la présence des sons communs dans les accords portés par ces degrés.

RPh 3. Les contextes fondés primordialement sur une organisation harmonique préfèrent les patterns de fondamentales bien ordonnées. Inversement, les contextes fondés sur une organisation primordialement contrapuntique engendrent préférentiellement des suites de fondamentales faiblement ordonnées.

La lecture de l'harmonie du Prélude n°19 de Chopin montre 9 points cadentiels. A partir de là, on délimite des patterns harmoniques dont le mètre est égal à des séquences de niveau 2 de huit mesures. Ces patterns se groupent parallèlement deux à deux jusqu'à la mesure 64, se jumelant ainsi en quatre séquences de niveau 1 de 16 mesures. Celles-ci se groupent, à

leur tour, en deux sections départagées à la césure de la mesure 32. La séquence de niveau 2, (65-71) forme la coda de la pièce. Ainsi, chaque séquence de niveau 2 est le domaine de définition du mètre de l'harmonie.

Après élimination des fonctions récessives ou récurives, la liste des patterns formant l'axe harmonique des séquences peut être schématisée comme suit :

Séquence 1 (1-8)	1			7	8
	I			II	V
Séquence 2 (9-16)	9		12 t3	15	16
	I		VI	II	V
Séquence 3 (17-24)	17	18		21 t3	23
	bVII	bIII		VI	II
					V
Séquence 4 (25-32)	25	26		29 t1 t3	30 t2
	bVII	bIII		IV	VII
				III	VI
					II
					V
Séquence 5 (33-40)	33			39	40
	I			II	V
Séquence 6 (41-48)	41	43			48
	I	II			V
Séquence 7 (49-56)	49			54 t1 t3	55
	I			III	IV
				II	V
Séquence 8 (57-64)	57			62	63 t1 t3
	I			III	IV
				II	V
Séquence 9 (65-71)	65			71	
	I			I	

Les règles de bonne formation du groupe données par Lerdahl et Jackendoff *, spécifient (1) la nécessité de la contiguïté des événements et des séquences pour constituer un groupe; (2) que la pièce constitue un groupe; (3) le mode de subdivision de groupe en unités non fragmentées. A ces règles j'ajouterai la suivante, de bonne forme prosodique :

RBFpr (Prosodie) : Tout groupe comporte une thésis.

Une règle préférentielle en découle :

RPM La thésis préfère un accent métrique

Cette logique suppose également acquis l'ensemble des règles préférentielles de groupement énumérées par Lerdahl et Jackendoff**. Il est impossible de les reprendre ici telles qu'elles ont été formulées. Comme pour les règles de bonne formation, j'en donnerai rapidement la substance : (1) Le groupe se délimite par le repos, par une variation de distance entre points d'attaque; (2) par un changement intervenant dans la durée d'un événement, son intensité, son timbre ou son registre; (3) par la symétrie, le parallélisme et des éléments de stabilité dans les champs temporels.

On ne peut qu'accepter sans peine les règles métriques de bonne formation proposées par les auteurs ***. Elles sont liées inconditionnellement à la progression géométrique, ce qui n'en rend pas ici le rappel utile. Mais comme toute cette étude tend à le démontrer, il doit être possible de contourner cette progression au profit du groupe pour délimiter les mètres réels. J'énoncerai donc la règle métrique suivante de bonne formation :

RBFm Sur base de leurs délimitations, les groupes engendrent dans la pièce les mètres réels.

*
ibid. : 37-38.

**
ibid. : 43-52.

ibid. : 72.

*
Ibid. : 75-104.

**
Dellège Ibid. : 201.

Le lecteur intéressé pourra consulter les règles préférentielles métriques énumérées par Lerdahl et Jackendoff*, j'y ferai allusion dans la mesure où certaines d'entre elles serviront de données d'entrée à notre lecture. Mais la position quelque peu tangente prise ici par rapport aux conceptions les plus couramment admises sur la structure métrique m'empêche de les assumer toutes avec la même tranquillité d'esprit.

Revenons donc au Prélude de Chopin pour tenter cette fois d'y lire les mètres tels que les groupes les engendrent, ces groupes étant appréhendés sur la base de leur structure prosodique. Remarquons tout d'abord, comme je l'ai signalé antérieurement** que des ambiguïtés se présentent laissant à l'exécutant des choix préférentiels. Principalement, il n'est pas toujours possible de savoir avec certitude quand, dans un contexte, l'on est en face d'une structure arsiq ou désinentielle. En présence de telles ambiguïtés, il appartient à l'interprète d'imposer sa volonté en veillant à être toujours en mesure de l'expliquer et sans tomber dans l'aberration. C'est en cela que les oeuvres tonales ont été, à leur manière, des oeuvres ouvertes; c'est aussi, indépendamment des qualités techniques, ce qui signale le bon ou le mauvais interprète : les décisions doivent justifier leur opportunité.

Aucune distribution rythmique ne peut, dans le Prélude, faciliter la description de la structure prosodique. En dehors de la noire de la mesure 0, de la croche suivie du demi-soupir de la fin de la première section, mesure 32; et des accords conclusifs des trois dernières mesures, la pièce évolue en une suite de triolets réguliers. Nous devons donc recourir à des critères exclusivement mélodiques et harmoniques pour formuler nos observations; la mesure apportant un élément d'information presque sous-jacent mais néanmoins réel.

Je défendrai le point de vue, que sans doute l'intuition pressent aisément, selon lequel trois dispositions métriques différentes sont engendrées dans la pièce par la structure prosodique.

Préalablement, nous remarquons que partout, aux deux mains, chaque triolet fusionne en un accord contenant six parties. La pièce peut donc être réécrite ou imaginée en une suite régulière de noires. Cette réécriture fait apparaître un véritable contrepoint dont les conduites de voix les plus riches sont données, à la main droite, par la première et la troisième notes des triolets et, à la main gauche, par la première (basse de l'harmonie) et la deuxième, ceci étant entendu dans la perspective d'éviter le plus possible des redoublements, mais aussi sans exclure aucune des six parties : il y aurait donc un contrepoint formé de quatre parties principales et de deux parties secondaires.

La structure métrique donnée par la mesure (pléonasse significatif), ne nous contraint en aucune manière de prendre en compte le sub-tactus représenté par une croche de triolet. Les durées prégnantes sont, la noire, c'est-à-dire le TACTUS, et la blanche pointée valeur immédiatement supérieure dans la progression géométrique. La métrique va donc dicter un rythme cadre conformément à l'indicateur de référence. Si nous prenons en compte les durées supérieures, la ronde et la maxime pointée, nous lirons des hyper-mesures admissibles du fait du respect de la carrure par le compositeur, déjà relevé dans le mètre de l'harmonie, mais de peu d'assistance pour la formation du phrasé, lequel n'est rien d'autre que le dessin prosodique. En limitant nos observations au seul aspect métrique, donc du rythme cadre, assumant la règle de bonne formation RBFp et la règle préférentielle RPM qui viennent d'être énoncées, je lirai chaque mesure comme comportant une thésis suivie de deux désinences, celles-ci se groupant. Mais il faut s'attendre à ce qu'une telle régularité soit rapidement submergée par la constitution des groupes à différents niveaux.

Observons tout d'abord la séquence initiale (mesures 0...8, exemple 1). Le processus est amorcé par une anacrouse et la cadence de la mesure 8 ne peut s'achever que sur le deuxième temps, le premier et le troisième comportant une appoggiature, ce qu'interdit RBFhc, mais aussi en raison des règles de symétrie et de parallélisme telles que nous les verrons départager les groupes dans un instant. Le troisième temps de la mesure 8 reproduit donc l'anacrouse de la mesure 0 sous une forme variée. A partir de là, la question se pose de savoir si d'autres troisièmes temps ne sont pas également porteurs d'anacrouse, préférentiellement s'entend. Ce ne sont pas les changements d'harmonie qui peuvent nous permettre de répondre à cette interrogation : conformément à la règle MPR 5f. de Lerdahl et Jackendoff *, ils interviennent sur des points métriques importants des champs temporels, et ils ont une durée suffisante pour leur donner un caractère stable. Nous devons donc chercher une solution en constituant les groupes sur une base mélodique et plus généralement contrapuntique. De ce point de vue, l'observation de la séquence nous permet de la décrire comme suit : une montée arpégée sur harmonie de tonique et crescendo (mesures 1 et 2), suivie d'une descente ornée de la même structure arpégée dans la voix supérieure mais raccourcie d'une quarte. Des mouvements de voix sont amorcés dès la mesure 3, mais la progression harmonique n'est engagée qu'à partir de la mesure 5 pour aboutir à la dominante mesure 6. Deux decrescendi soulignent les mesures 3 et 4, crescendo et decrescendo alternent sur les harmonies de la progression; les mesures 7 et 8 réitèrent les mesures 5 et 6 en les variant.

Cette description référée à l'observation immédiate, relevant plus de l'état des lieux que de l'analyse, introduit cependant la constitution des groupes. Une lecture schenkerienne du niveau supérieur de la séquence conduira, suivant les options, à l'aperception d'une Urlinie (ligne génératrice) 5...2 ou 3...2 sur la progression I V. Dans l'exemple 1, sont notés les sons des deux voix supérieures qui peuvent se combiner pour constituer ces lignes. Cette lecture permet de dégager deux groupes : de 0 à 6 t. 2 et de 6 t.3 à 8 t.2. Ce découpage est corroboré pour les groupes récursifs mesures 5-6 et 7-8, par les règles préférentielles de symétrie et de parallélisme, GPRS.5 et 6**, lesquelles départagent les deux groupes, ce qui confère la marque d'anacrouse au troisième temps de la mesure 6. C'est la même règle de symétrie qui doit, en conséquence, amener une anacrouse sur le troisième temps de la mesure 4, sans quoi la symétrie avec le groupe 6 t.3 - 8 t.2 ne sera pas sauvegardée. On remarquera que le même désir de symétrie ne peut conduire automatiquement à marquer d'une anacrouse le troisième temps de la mesure 2, point culminant de la montée arpégée : le premier groupe s'articulera de préférence de la dominante de la mesure 0 à celle du deuxième temps de la mesure 4, dans la voix supérieure, ce qui renforce encore la possibilité de considérer le troisième temps de cette mesure comme de type arsique. La constitution de ce groupe initial peut être référé à la règle de stabilité, GPR 7***.

Sur la base des deux lectures qui viennent d'être faites de la séquence : lecture du rythme cadre, et lecture des groupements, je ferai les remarques suivantes à propos de la prosodie : les deux thésis des mesures 1 et 2 peuvent se grouper; la thésis de la mesure 3 du fait de l'évolution contrapuntique et de la ligne descendante doit être considérée comme un accent désinentiel et la thésis de la mesure 4 se groupe avec la désinence du deuxième temps. La seconde partie de la séquence n'appelle aucune remarque particulière que les observations antérieures n'impliquent.

(cf; exemple 1 à la page suivante)

*
ibid. : 84 et sq.

**
L & J : 49-51.

L & J : 52.

Viva^{co} *sempre legato*

A T K K T K K T K K T K A T K K T K A T K K T K

A T GT T TK K A T K A T K

A T K A T K

Exemple 1

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| A = anacrouse | GA = groupe arsiqne |
| T = thésis | GT = groupe accentuel |
| K = désinence | GK = groupe désinentiel |
| TK = accent désinentiel | |
| KTm = désinence sur accent métrique | |

Il faut ici noter que dans un stade ultérieur de la grammaire, des règles devraient pouvoir être énoncées concernant l'emplacement des accents secondaires. On peut prévoir qu'elles dépendront de conditions de subordination à des climax, (points culminants centraux).

Quelles que soient les précautions prises, des contestations restent possibles. On peut se demander si les anacrouses des mesures 4 et 6 se justifient vraiment, alors que le decrescendo est maintenu jusqu'à la fin de ces mesures. De même puisque le volume d'intensité du début de la mesure 4 est équivalent à celui de la mesure 3, on pourrait être incité à considérer les deux thésis comme identiques. La réponse sera qu'il y a danger à frôler une confusion entre l'accent dynamique et l'accent structural. Mais d'autres réponses peuvent être apportées à ces objections. D'abord, on soulignera le cas de la mesure 8 dont le decrescendo se maintient aussi jusqu'au troisième temps qu'il serait cependant aberrant d'inclure dans la cadence vu le poids de son caractère appellatif.

D'autres réponses encore pourraient venir de la stylistique; il faut savoir que le contrôle syntaxique, si utile qu'il soit, a néanmoins ses limites. Ainsi nous apprenons de Chopin lui-même, par le sens qu'il attachait à la dynamique, qu'elle paraît bien vivre dans son style dans une relative indépendance de la structure phraséologique. Selon les témoignages de son élève Kleczynski, cités par Jean-Jacques Eigeldinger*, Chopin décrivait rigoureusement la carrure à laquelle il se conformait volontiers, mais il visait aussi la sonorité, laquelle fluctuait selon des règles de prosodie qui caractérisaient autant son style de compositeur que son jeu d'exécutant. La sonorité pouvait décroître même sur une anacrouse.

* 1979 : 69-70.

Si pour en terminer avec cet exemple nous revenons un instant à la structure, en portant encore notre attention à l'écriture de la basse, nous y trouvons une confirmation complémentaire aux délimitations du groupe telles qu'elles viennent d'être suggérées. Celle-ci aux deuxièmes temps des mesures 4, 6, et 8, quitte la position fondamentale pour la reprendre aussitôt dès le temps suivant, donnant ainsi sur le deuxième temps un véritable allègement qui contribue à en souligner la marque désinentielle. Le même phénomène se produit aussi, dira-t-on, aux deuxièmes temps des mesures 2, 5 et 7 : sur la mesure 2, il s'agit d'une transition conduisant la basse vers l'octave supérieure; dans les deux autres cas, l'insertion d'une désinence n'est pas impensable, nous l'avons d'ailleurs notée au niveau inférieur régi par la mesure. Mais alors, le retour à la fondamentale devrait, dès ce niveau, ramener une anacrouse sur le troisième temps. Nous n'avons pas opté pour cette solution : interférence de la syntaxe et du style; Chopin, selon les témoignages, insistait sur la nécessité d'une continuité dans le phrasé.

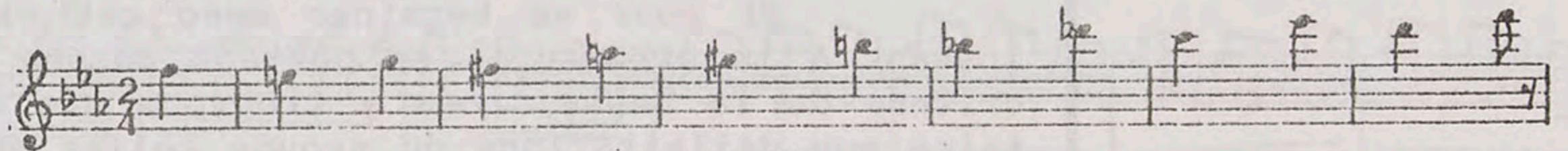
Nous examinerons maintenant brièvement, l'exemple 2. Il s'agit du crescendo qui conduit à la fin de la première section. Deux possibilités prosodiques s'offrent ici à l'exécutant : soit qu'il se conforme au rythme cadre en s'appuyant sur la métrique et, dans ce cas, il prolonge le niveau inférieur tel qu'il apparaît dans la séquence initiale, et un niveau supérieur lui permet de tenir compte des hyper-mesures (exemple 2a); soit qu'il transforme l'épisode en un 2/4 en s'appuyant sur les groupes mélodiques délimités par les règles préférentielles de liaison-repos GPR 2a* renforcée par la règle de symétrie sus-mentionnée groupant les sons deux par deux. Ces groupes peuvent être lus en privilégiant les tierces ou les secondes, selon que les règles sont renforcées ou mises en conflit avec les mètres locaux de la progression harmonique. La règle GPR 5f, mentionnée plus haut, déclarant la préférence de l'harmonie longue en accord avec la métrique donnera une symétrie par tierce, le conflit syncoperait l'harmonie (exemple 2b). Ce dernier exemple, par rapport à l'exemple 2a, a le désavantage de morceler plus fortement le discours en n'offrant guère de possibilité d'une procédure perceptible au niveau supérieur, mais il ne peut être récusé.

* L & J : 45.

The musical score for Example 2a consists of three systems of piano and bass staves. The first system includes a piano staff with a treble clef and a bass staff with a bass clef. The piano staff has a 'cresc.' marking. Below the piano staff, there are annotations: 'GK' under a bracketed group of notes, and 'A T K K etc.' below that. The second system shows a piano staff with a treble clef and a bass staff with a bass clef. The third system shows a piano staff with a treble clef and a bass staff with a bass clef, with annotations 'A T TK K T TK K' below the piano staff.

Exemple 2a

A T K T K etc.

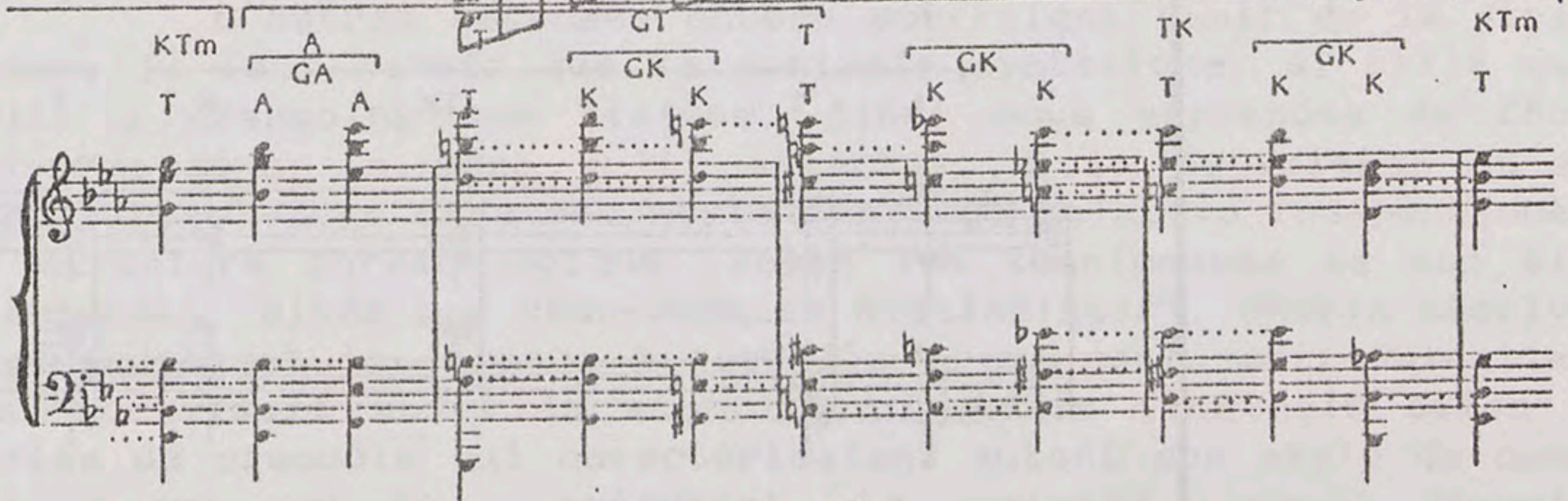


exemple 2b

Terminons en portant encore un instant notre attention sur la troisième forme métrique (exemple 3).

Il s'agit là de la séquence coda de la deuxième section précédant la coda générale (mes. 57...65 t.1). Nous voyons cette fois les anacrouses commencer sur le deuxième temps de 57, 59 et 61 et l'accent désinentiel se prolongeant sur la totalité de 64 pour aboutir à une désinence sur l'accent métrique de 65. Quelles sont les règles qui servent d'input à cette structuration ? Principalement les règles de symétrie, de parallélisme et de stabilité, lesquelles agissent concurremment par renforcement mutuel. Si on avait tenté de délimiter les groupes au moyen des mêmes règles mais en partant du premier temps de 57, 59 et 61, on arrivait à un résultat aberrant en coupant les harmonies de 58 et 60 de leur résolution.

Quant à l'enjambement 64-65, il pourrait autoriser également l'anacrouse sur le troisième temps de 64 suivi de l'accent sur le premier temps de 65. Les deux possibilités coexistent du fait que la cadence à cet endroit se donne par enjambement, ce qui veut dire que le premier temps de la mesure 65 est à la fois aboutissement de la séquence qui précède et point de départ de celle qui suit. L'interprète, dans un tel cas, est forcé d'opter : il ne peut, bien sûr, faire entendre simultanément, dans son phrasé, les deux types d'impulsion. C'est à de tels moments que les questions de style seules prévalent ; et selon Chopin c'est la continuité qui devrait l'emporter, autrement dit, le prolongement de la désinence sur la totalité de 64.



Exemple 3*

* Pour le tracé prosodique du niveau supérieur de cet exemple, on a préféré éviter une transcription musicale notée, simplement afin de mieux sauvegarder la diversité des changements d'harmonies et les mouvements de voix tels qu'ils agissent dans la prosodie. Seule l'accolade supérieure indique les mètres prosodiques de ce niveau.

*

Pour résumer et conclure, je dirai que cet essai aura atteint son but s'il a réussi à favoriser une réflexion sur quelques points intéressants, que j'énumérerai brièvement comme suit : (1) La notion de temps forts et faibles, sans être une fiction, n'est toutefois qu'une métaphore résultant, peut-être, de représentations mentales très anciennes. (2) La mesure ne doit pas être prise pour plus que ce qu'elle est, c'est-à-dire un rythme cadre servant d'enveloppe à des structures rythmiques plus fines. C'est le même type structural que les théoriciens de la poésie rencontrent dans l'analyse du vers. Benoit de Cornulier a montré avec pertinence les réalités opposées d'un découpage rythmique et métrique du vers : "Il est nécessaire de prendre conscience de la différence qui sépare les analyses rythmiques des véritables scansion métriques pour pouvoir rendre aux premières leur finesse, leur complexité, parfois même leur flou et aux secondes leur simplicité, leur systémativité, et leur précision". Mais je ne voudrais pas trahir le propos de l'auteur : la pertinence métrique du vers semble plus grande pour l'analyse de la poésie qu'elle ne l'est pour nous; le rythme ne parvient pas, de fait, à la contrarie. (3) La délimitation des groupes engendre les mètres les plus caractérisés. Si nous avons pris un exemple chez Stravinsky, nous aurions assisté à une polymétrie étonnante, de ce point de vue, largement indépendante de l'organisation métrique de référence, dont l'évidence est marquée du sceau de l'efficacité et de la simplicité. (4) Enfin, peut-être le lecteur acceptera-t-il de voir combien une perspective générative peut permettre de gagner en précision dans l'analyse. Mais, de ce point de vue, on n'est vraiment pas très loin et les résultats ne pourront découler que d'un travail collectif et critique. Rameau et d'Alembert n'ont pas eu tort de nous enseigner qu'il existe une science de l'art. Deux siècles après leur message on en doute néanmoins dans certains milieux. Une position rationaliste n'engendre pourtant pas la laideur, elle protège la beauté par une pensée logique, elle tente de mieux la comprendre.

* de Cornulier, 1982 : 76.

REFERENCES

- BERRY Wallace, 1976 : STRUCTURAL FUNCTIONS IN MUSIC, Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall.
- CHRIST-DELONE-KLIEWER-ROWELL & THOMSON, 1980 : MATERIALS AND STRUCTURE OF MUSIC, Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall.
- CONE Edward T., 1968 : MUSICAL FORM AND MUSICAL PERFORMANCE, New-York, Norton.
- COOPER Grosvenor & MEYER Leonard B., 1960 : THE RHYTHMIC STRUCTURE OF MUSIC, University of Chicago.
- CORNULIER Benoît de, 1982 : THEORIE DU VERS, Rimbaud, Verlaine, Mallarmé, Paris, Seuil.
- DELIEGE Célestin, 1984 : LES FONDEMENTS DE LA MUSIQUE TONALE, Paris, Lattès.
- DELIEGE Irène, (à paraître) : "Grouping Conditions in Music Listening, an Approach to Lerdahl and Jackendoff's Grouping Preference Rules", In MUSIC PERCEPTION, University of California Press.
- EINGELDINGER Jean-Jacques, 1979 : CHOPIN VU PAR SES ELEVES, Neuchatel, La Baconnière.
- LERDAHL Fred & JACKENDOFF Ray, 1983 : A GENERATIVE THEORY OF TONAL MUSIC, Cambridge U. P..
- PANOFKY Erwin, 1967 : ARCHITECTURE GOTHIQUE ET PENSEE SCOLASTIQUE, Paris, Minuit.
- SOURIS André, 1976 : CONDITIONS DE LA MUSIQUE ET AUTRES ECRITS, Bruxelles, Université & Paris, CNRS.
- YESTON Maury, 1976 : THE STRUCTURATION OF MUSICAL RHYTHM, New Haven, Yale U P.

Célestin DELIEGE, musicologue, professeur d'analyse au Conservatoire de Liège (Belgique) et à l'Ecole Normale Supérieure de Paris pour la formation doctorale en relation avec le C.N.S. de Paris et l'Université de Tours. Auteur des *Fondements de la musique tonale* (Paris, 1984) et de *Invention musicale et idéologies* (Paris, 1986).

LE NOMBRE-PRETEXTE

la dimension logique

Il n'est guère que les tenants de l'analyse statistique pour réduire les oeuvres musicales à des suites de symboles mathématiques. Un ferment de cohérence rationnelle, qui se situe à l'origine de tout véritable geste compositeur, amène inéluctablement à s'interroger sur l'éventuelle pesée du calcul numérique sur les résultats sonores. Le titre même de l'ouvrage de Pierre Boulez, *Penser la musique d'aujourd'hui**, insiste sur l'aspect intellectualiste de l'acte créateur et implique qu'il n'est pas d'art musical sans fondement théorique. Ordre, règle, discipline : ces termes jalonnent la plupart des écrits relatifs à la musique, de l'Antiquité à nos jours. Philosophes et hommes de science ont eu à coeur de faire de l'oeuvre musicale une totalité ordonnée, dont les différents éléments sont soudés organiquement les uns aux autres. Quand le foisonnement des événements sonoriels déroutent la mémoire analytique de l'auditeur et gêne la saisie de la logique interne, jaillit la tentation de croire disparue toute ordonnance rigoureuse. La musique "moderne" est souvent réputée pure anarchie : ce n'est là que banal défaut d'accoutumance à certains langages. A moins d'adopter l'attitude d'un John Cage, qui laisse les sons évoluer à leur gré et dénonce l'artifice de toute technicité, il semble toujours possible, au prix d'un effort plus ou moins soutenu, de déceler un projet constructeur dans ce que l'on perçoit. La musique contemporaine, dont la cause reste à plaider auprès de nombreux mélomanes, accuse simplement la divergence entre le construit et le perçu.

"Parce que mathématique, la musique évolue, dans ses formes, dans son langage et dans son esprit, du Baroque au Classique. La solution du problème posé une fois trouvée, tout recommence"**. Cette affirmation de Suzanne Clerx rejoint la volonté, exprimée par Eugenio d'Ors et Focillon, de situer un phénomène stylistique hors de l'histoire, au-delà d'une apparition passagère. Détecter des lois scientifiques dans un processus artistique conçu sur le long terme séduit ou heurte. Mais il est certain qu'on peut opposer dans le temps des séquences soucieuses d'une perfection formelle d'essence numérique et d'autres, plus attirées par la recherche que par son aboutissement, durant lesquelles les normes musicales témoignent d'une perpétuelle mouvance. Suzanne Clerx intitule l'un de ses chapitres : Du désordre à l'ordre. En épousant un itinéraire qui la mène de la polyphonie à la forme-sonate, en passant par la variation et par la danse, elle poursuit une démonstration qui fait basculer le discours sonore du stade expérimental des tâtonnements à un moment de fragile équilibre. Parfaitement adapté à la conjoncture langagière propre aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, ce raisonnement n'a sans doute pas valeur universelle, comme le souhaitait son auteur. Faire de la musique un jeu du Nombre qui mesure le temps

* Genève, Gonthier, 1964.

** LE BAROQUE ET LA MUSIQUE, Bruxelles, Editions de la Librairie Encyclopédique, 1948.

* LA MUSIQUE DISCIPLINE SCIENTIFIQUE, Paris, Dunod, 1968.

et l'organise dans la mémoire, ce fut une hantise de toujours. Opposer, par ailleurs, une esthétique du rationnel à une esthétique de l'irrationnel, répond à une constante de la pensée occidentale. Mais certaines époques se sont complues à transposer systématiquement cette problématique dans le domaine musical. Quelle crédibilité accorder au postulat pythagoricien dans lequel s'insère la démarche du musicien antique et médiéval ? mais aussi celle d'un Iannis Xenakis ? Une donnée numérique peut-elle se substituer à l'intention créatrice ? Le Nombre épuise-t-il le sens musical ? Et en ce cas, faut-il suivre Pierre Barbaud* qui pose en principe la neutralité artistique du résultat sonore ? Autant de questions sur lesquelles il importe de se pencher.

L'héritage antique

La génération de Pythagore véhicula l'idée que tout phénomène est l'apparence du Nombre omniprésent. Les relations de longueur des cordes mises en vibration furent étendues par Pythagore et ses disciples aux manifestations extra-musicales. Ils instaurèrent notamment un parallélisme entre l'harmonie qui règle le mouvement des astres et l'ordre numérique qui gouverne les intervalles mélodiques, les rapports du cosmos reflétant les rapports musicaux. Cette généralisation de la loi sonore eut des conséquences insouçonnées : les néo-pythagoriciens de l'époque médiévale parvinrent à en tirer parti pour théoriser sur la métempsychose. L'extension des conceptions mathématiques au-delà de la musique nous semble aujourd'hui des plus hasardeuses, quand elle consiste à construire une échelle musicale des sphères, assignant à tout astre un son différent. En dépit d'un système dont Zarlino, Descartes puis Rameau dénonceront les invraisemblances et les imperfections acoustiques, il faut admettre que les pythagoriciens ont contribué à faire de la musique une activité respectable et quantifiable. Le quadrivium institué pendant le Bas-Empire l'associe aux sciences et aux spéculations intellectuelles.

La gamme de Pythagore se fondait sur la quinte et sur l'octave. Or la quinte, dans tout calcul physique sollicite le 3, le premier nombre parfait dans la symbolique musicale. Le Moyen-Age qualifiera aussi de "perfection" le rythme ternaire, seul toléré jusqu'à la fin du XIII^e siècle. L'insistance de l'harmonie baroque et classique sur le couplage tonique / dominante conserve le souvenir de cette sublimation du Trois. Le second nombre parfait est le 7 : c'est lui qui régit notre gamme diatonique. En matière de théorie musicale, le Moyen-Age reste hellénisant. A la cour du roi goth Théodoric, Boèce et Cassiodore perpétuent la tradition pythagoricienne qui veut que la musique soit source d'équilibre : dans la République platonicienne, qui aspirait à la sociabilité idéale, chacun était musicien. La coïncidence de la visée artistique et du fondement arithmétique n'est pas démentie avant Rameau. Ce dernier, aussi entiché de rigueur scientifique et de philosophie que les Encyclopédistes, ses contemporains, se vit totalement désavoué par eux lorsqu'il publia en 1761 *L'origine des sciences*, ouvrage qui faisait de la musique un modèle universel et expliquait par elle les règles qui régissent non seulement les autres arts mais aussi la géométrie, Rameau insufflant en dernier ressort un poids métaphysique dans un domaine qu'il avait voulu soumis à des lois vérifiables. Or, dès la Génération harmonique de 1737, Rameau avait laissé échapper une petite phrase très significative. En quête, comme tous les hommes des Lumières, des sources du plaisir auditif, il préluait à de savants calculs en affirmant que le but de

la musique était "d'exciter en nous diverses passions". Si les pythagoriciens de l'Antiquité avaient expliqué tous les intervalles et toutes les consonances comme une application du rapport $\frac{n+1}{n}$ et prétendu qu'un même type de rapport numérique gouvernait aussi l'univers et l'éthique, Rameau et Rousseau, moins antagonistes qu'on ne le croit généralement, n'avaient pas fini de débattre, en plein XVIIIe siècle, de la nécessité d'un détour par la science pour écrire la musique : ils admettaient l'un et l'autre que cette nécessité était contrebalancée par l'impérieux besoin d'expression subjective. Après eux, des préoccupations métaphysiques ou poétiques orienteront la réflexion théorique et la manipulation numérique : songeons au Scriabine de L'Acte préalable ou au texte de Stockhausen intitulé Musique universelle*. Entre un légitime esprit inventif et le pythagorisme du Nombre, des générations de compositeurs se débattent.

* In MUSIQUE EN JEU, n°15, pour la traduction française.

la liberté surveillée du bas moyen-âge

Mis à part le respect des échelles mélodiques constituées pendant l'Antiquité et de la ternarité rythmique, en quoi le Moyen-Age est-il inféodé au Nombre ? Il semble que ce Nombre gêne le musicien le plus anonyme aux entournures. Dans les proses de la fin du XIIIe siècle, on observe une rigoureuse symétrie des membres de phrases deux à deux : mais les foudres encourues par les proses trois siècles plus tard, lors de la tenue du concile de Trente, révèlent la prolifération dangereuse du genre qui, à l'instar du trope du IXe siècle ou des mélismes des lignes organales, dans les polyphonies de l'école de Notre-Dame au XIIe siècle, encourageait à la composition libre. Jacques Chailley désigne ainsi le conduit comme le premier produit musical surgi ex nihilo, le créateur étant "placé devant un papier blanc"**. La teneur, raison d'être de l'organum, devient peu à peu le prétexte du motet : la procédure isorythmique la réduit à quelques notes sans cesse répétées sur des schémas métriques fixés à l'avance. La teneur se réduit à un timbre passe-partout, et l'intérêt du motet réside dans les évolutions respectives des parties mélodiques supérieures, qui ne sont pas des VOCES prius factae. Même le lien originel entre le motet et l'office liturgique est appelé à disparaître, le genre devenant polylingue et bientôt profane. Le motet n'est donc plus cette musique au service de la théologie qui devait fournir au croyant une idéale imago mundi. Il faut toutefois relativiser cette tendance à jeter par-dessus bord les prescriptions théoriques. Les genres profanes de l'ARS NOVA, ballade, virelai et rondeau obéissent à une codification précise, les retours d'un refrain y dessinant un schéma bien déterminé.

** HISTOIRE MUSICALE DU MOYEN-AGE, Paris, P.U.F., 1950.

Une modeste invention, le point de division, dont nous faisons encore usage dans nos solfèges modernes, va permettre de mêler rythmes binaires et rythmes ternaires, cependant qu'une éphémère notation rouge témoigne de l'impatience vis-à-vis du Trois, révéralé tant par l'Antiquité que par la civilisation chrétienne. Le hoquet qui brise le rythme et le déchiquette, les contretemps et dérèglements métriques du XIVe siècle attendent pareillement à la ternarité. En outre, l'abondance des altérations de la musica ficta, manifeste à partir du Roman de Fauvel, trahit le désir d'aller au-delà de l'heptacorde. Si le continuum mélodique véritable doit attendre les effets de glissando de Ligeti et de Xenakis, ou les recherches sur les micro-intervalles d'Alois Haba et Wysnegradsky, l'apparition timide de degrés intermédiaires dans la modalité dite ecclésiastique,

héritée de l'Antiquité, dénonce à sa manière l'impérialisme du Nombre. Mais alors, comment appréhender les tours de force musicaux dont le Moyen-Age était friand ? Le rondeau *Ma fin est mon commencement* de Machaut, dont le titre est assez explicite, la *Missa cujusvis* d'Ockeghem, écrite de façon à ce que toute transposition soit réalisable en usant d'une clef ou d'une autre, sa *Missa prolationum* où le bassus et l'altus suivent respectivement le tenor et le superius en augmentation, toutes les messes cycliques du XVe siècle qui se conçoivent comme suite de variations sur une même teneur, commune aux cinq parties rituelles, participent à la fois de la gageure, du goût du compte qui tombe juste et du vertige devant le vide.

l'harmonie moderne : un trouble-fête

La banalisation de la tierce "harmonique" dans les terminaisons de phrase allait soulever un problème compliquant la théorie musicale issue de Pythagore. Consonance identifiée avec l'harmonique 5, la tierce majeure engendrait des calculs de plus en plus absurdes, la tierce mineure se trouvant délibérément laissée de côté. Zarlino mit en valeur le rôle de soutien joué dans tout accord par sa note la plus grave; Descartes ensuite découvrit (avant Rameau) que "chaque corde contient en soi toutes les autres cordes qui sont moindres qu'elle"* . Ajoutons à ces travaux prémonitoires les Principes d'acoustique et de musique publiés par Sauveur en 1701, et l'on comprend que la voie était libre pour que Rameau formule la théorie de la basse fondamentale, mettant à mal la doctrine pythagoricienne : la propriété de longueur des cordes sonores était ramenée au statut de conséquence seconde de la résonance** . Cent trente années après les expériences de monodie accompagnée de Caccini, Peri et Monteverdi, Rameau justifiait une "nouvelle" façon de concevoir et d'entendre la musique, en déclarant la mélodie simple émanation du substrat harmonique.

En réalité, les spéculations mathématiques des Anciens Grecs sont alors remplacées par d'autres spéculations. La musique demeure considérée comme tributaire de l'étude physique des vibrations sonores et de l'étude des rapports d'intervalles. Si la Génération harmonique de 1737 émet des principes auxquels on peut encore se référer, le Traité d'harmonie de 1722, trop souvent reçu comme la première proclamation de foi du Rameau-homme de science, procède à une analyse indéfendable des accords, les dissonances apparaissant par empilement de tierces successives. Mais l'harmonie ramiste aura la vie dure. Edmond Costère*** constate que la musique reste bien le plus conservateur de tous les arts, puisque son enseignement officiel se veut toujours assujéti à cette harmonie, née de la fructueuse collaboration de la physique et de l'esthétique aux XVIIe et XVIIIe siècles : pourtant, cette même harmonie ne saurait rendre compte des musiques modales, sérielles, concrètes ou électroniques. Les Lumières rationalistes ont sciemment triché avec la quantité numérique : n'ayant pu intégrer dans un même ensemble l'octave juste, la quinte juste et la tierce majeure telles qu'elles apparaissent dans le fractionnement arithmétique de la corde sonore, elles inventèrent le tempérament égal, dont Jean-Sébastien Bach illustra toutes les possibilités de modulation dans le *Wohltemperierte Klavier*. Il est permis de rapprocher l'isomorphisme de l'échelle mélodique réalisée par le tempérament des effets de symétrie formelle (avec la généralisation des schémas fondés sur le *da capo*) et du souci d'articulation périodique (la carrure par 4 et 8 mesures) des compositeurs classiques.

* COMPENDIUM MUSICAE, 1618.

** Consulter à ce sujet CHAILLEY (Jacques), RAMEAU ET LA THÉORIE MUSICALE, in REVUE MUSICALE, n° spécial 260 et LA RÉSONANCE DANS LES ÉCHELLES MUSICALES, Paris, C.N.R.S., 1963.

*** MORT ET TRANSFIGURATION DE L'HARMONIE, Paris, P.U.F., 1962.

Si le Wohltempierte Klavier atteste une volonté de clarification de la gamme majeure/mineure, le cycle modulant, souvent restreint aux tons à distance de quarte et de quinte ou à leurs relatifs, tant dans la fugue que dans la sonate, comme les respirations mélodico-harmoniques du choral de Bach, des Essercizi de Domenico Scarlatti ou des grands ouvrages symphoniques de Haydn ou de Mozart, relèvent d'une identique rationalisation à tout prix et de la macroforme, et du moindre détail.

nostalgies

Doit-on tenir pour anachroniques les figuralismes par le Nombre dont la musique religieuse de Bach offre maint exemple ? Comment concilier la théorie ramiste et l'hommage au Trois de la Sainte Trinité qui ordonne la série des Chorals du Dogme : un prélude de plan ternaire et une triple fugue, l'un et l'autre écrits en Mi b M (tonalité à trois bémols) encadrent la série des chorals proprement dits et réalisent un tryptique. Comment intégrer à l'harmonie moderne ces suites de tierces et de sixtes parallèles, souvenir de l'ancien faux-bourdon, ou ces troisième et sixième degrés qui conservent une teinte modale et accompagnent les textes faisant allusion à la religion ou au passé ? Le figuralisme commande-t-il tous les gestes d'un Bach* ? Certes le chœur n°15 Herr, bin's ich ? de La Passion selon Saint-Mathieu ne comporte que onze entrées parce que Judas, le douzième disciple, n'a pas prononcé un mot ; certes, Jésus vocalise le terme gekreuziget (récit n°2) sur une courbe évocatrice de l'inquiétante septième diminuée. Mais à ces applications directes du symbole numérique, on peut opposer le récitatif informel par essence et le vague de ce que Charles Rosen nomme "les éléments individuels" et que l'on peut traquer chez Bach au détour d'un emprunt rare, d'une dislocation métrique, d'un zig-zag mélodique. Le prélude improvisé des luthistes baroques, la liberté d'instrumentation des pages "orchestrales" du XVIIe siècle, la multiplicité des règles d'interprétation censées former ce bon goût sur lequel les nombreux traités du temps ne parviennent pas à l'unanimité, infirment l'idée d'une pétrification de la matière sonore due au Nombre.

Dans la symbolique maçonnique, le Trois, le Cinq et le Sept jouent un rôle capital. Il n'est pas possible de passer sous silence la contribution mozartienne au rituel franc-maçon. Mais qui pourrait nier que le symbolisme des tonalités qui découle du jeu des armatures relève d'un mécanisme visuel ? Mozart compose en Mi b M mainte cantate maçonnique, maint Lied destiné à être exécuté pendant les tenues des loges, et de nombreux passages de la Zauberflöte ; ce ton réunit le Trois de la perfection, les bémols de la gravité et le mode majeur de la sérénité. Il affecte, dans la Zauberflöte, l'ouverture, la grande scène terminale et toutes les séquences à valeur initiatique, alternant parfois avec son relatif Ut m qui propose l'approche tourmentée du Mi b, ou avec sa quinte Si b, sorte de Mi b imparfait, un bémol manquant à la clef. Mais si Mozart avait rédigé sa partition en Ré # M, le sens véhiculé par sa musique deviendrait théoriquement tout autre ! La puérilité de ces purs amusements graphiques ne saurait aller au-delà du simple protocole et infléchir la démarche proprement compositionnelle. Que le livret de Schikaneder, pour en revenir à la Zauberflöte, mette en scène trois Dames, trois Enfants, trois Vertus, trois Temples, relève de la transposition idéologique évidente ; que Mozart réponde complaisamment aux allusions peu discrètes de ce livret par les cinq accords de son ouverture ou par ses armatures à trois bémols,

* Consulter l'analyse détaillée de CHAILLEY (Jacques), in LES PASSIONS DE J.S. BACH, Paris, P.U.F., 1963.

** SCHÖNBERG, Paris, Editions de Minuit, 1979, p.26.

*
In AVANT-SCENE OPERA, n°38-39, 1982, p.22.

**
ALBAN BERG, Paris, J.C. Lattès, 1979, pour la traduction française.

nul ne songe à le contester. Mais voir simultanément dans les développements musicaux de cet opéra une permanente allégeance métaphysique à la maçonnerie conduit à ignorer la dimension spécifiquement sonore de la musique. Poursuivre, comme l'a fait Jacques Chailley, une démonstration analogue dans le Parsifal de Wagner, ne semble guère avoir convaincu Edouard Sans*. Anagrammes et symbolisme numérique apparaissent encore chez Berg. Mosco Carner** les évoque à propos du Lied SchlieÙe mir die Augen beide et signale l'obsession du chiffre 23 auquel Berg, le plus nostalgique des trois Viennois, accordait une valeur fatidique. La Suite lyrique, son second quatuor à cordes, manifeste sa déférence au Nombre dans les dimensions des mouvements et des sections de mouvement comme dans les indications métronomiques.

équilibre instable

L'époque classique offre le parfait exemple d'une écriture musicale respectueuse du Nombre et déjà tentée par sa mise à mort. L'introduction de Die Schöpfung chez Haydn, le premier mouvement du quatuor à cordes K.465 (Les dissonances) chez Mozart, reflètent la procédure adoptée par Jean-Ferry Rebel en 1737 dans sa symphonie Les Elemens : du chaos à l'ordre apollinien, des dissonances qui s'annulent rapidement les unes après les autres et prolongent le moment d'incertitude tonale à la sereine affirmation cadencielle, tout est là mis en oeuvre pour doser savamment le conflit et sa résolution, la perturbation et la régulation. Les théories d'Heinrich Schenker ne sont jamais plus satisfaisantes que lorsqu'on les applique à un texte musical situé entre 1760 et 1800. La structure des oeuvres coïncide alors avec leur plan tonal, lequel se distribue en membres de dimensions équivalentes, et la relation systématique de tonique à dominante vaut tant pour les plus petites unités que pour les grands ensembles.

On signale souvent le goût de la modulation des auteurs classiques comme un prémisses d'esthétique romantique. Mais, comme le remarque Francis Bayer***, la modulation entretient l'équivoque car elle s'assimile à "une trans-position qui n'entraîne aucune modification de la structure sonore de base". Une fugue ou une sonate actualisent, chacune à leur manière, le rapport 3/2, c'est-à-dire la relation élémentaire du premier au cinquième degrés, dans leur structure globale comme dans les emprunts les plus fugitifs. Mais fugue et sonate ne cessent d'évoluer dans l'espace préconstitué de la gamme tonale, tandis que la modalité détruit les configurations spatiales dès que l'on change d'échelle. Debussy, les différents représentants des écoles ethno-romantiques, plus tard Olivier Messiaen, en seront bien conscients. Le retour à la modalité amorcé dans les années 1880 ouvre le champ des possibles. Là commence la véritable révolution musicale.

La lassitude vis-à-vis de la dominante abusive conduit au démantèlement progressif de la gamme diatonique, du rapport 3/2 et des accords classés. Mais les diverses gestions du capital mélodique auxquelles nous sommes confrontés depuis le début du XXe siècle n'échappent pas toujours le Nombre. Ainsi, le Traité d'harmonie des systèmes diatonique, chromatique, en quart, tiers, sixième et douzième de ton d'Alois Haba s'offre comme un prolongement du chromatisme tempéré, tandis que la métatonalité de Claude Ballif, en supprimant l'intervalle de triton, restaure le poids des quatrième et cinquième degrés. Les instruments à

DE SCHÖNBERG A CAGE, Paris, Klincksieck, 1981, p.19.

sons fixes usant du tempérament avaient contribué à sacraliser la tonalité. Mais les audaces harmoniques du XIXe siècle devaient dénoncer les impossibles de la tradition : comment justifier les six quintes superposées par Liszt dans Mephisto-Valse ? à quoi rattacher les agrégats de quarts de Scriabine et Hindemith ? à quel saint diatonique se vouer pour identifier les treizièmes ravéliennes ? La déchéance du Nombre est prononcée dès lors que le discours musical admet l'intrusion de tous les accords sans exclusive, bientôt de tous les bruits : en ce sens, la bitonalité de Petrouchka n'est pas hétérogène aux expériences de Klangfarbenmelodie des Viennois contemporains de Stravinsky.

Le phénomène mesurable de l'harmonie classique n'offre qu'un bruit parmi d'autres. "La hauteur n'est qu'une partie du domaine dont le timbre est le tout" reconnaissait Schönberg en 1911 dans son Harmonielehre. La hauteur, l'intervalle, l'agrégat classé vont prendre une valeur relative : le XXe siècle s'intéresse par priorité au timbre. Aussi peut-on estimer avec Edmond Costère* que "le grand vaincu de la musique d'aujourd'hui est Rameau". Tous les analystes qui s'obstinent à interpréter tonalement des oeuvres accueillant la résonance tonale comme fait vibratoire parmi d'autres méconnaissent cette présence du timbre, manifeste, par exemple, dans l'harmonie wagnérienne. Jacques Chailley élargit les disciplines traditionnelles pour découvrir les toniques salvatrices dans le Prélude de Tristan, Pacific 231 ou Les visions de l'Amen. René Leibovitz a substitué à la stricte lecture tonale une cinétique du complément, montrant que tout accord tend vers l'ensemble des autres sons qui permettent l'obtention d'une échelle dodécaphonique. Il rejoint là Charles Rosen qui justifie l'usage beethovénien de trois septièmes diminuées distinctes d'affilée par une volonté de saturation des douze demi-tons. Hindemith, dans sa quête éperdue du Grundton, ne se résigne pas non plus à la déchéance des rapports pythagoriciens. Espace défini par la modulation rationnelle à la quinte, la musique classique vivait en autarcie, dans une circularité satisfaite de sa propre configuration. Pour que disparaisse ce que Michel Imberty nomme "la géométrie du devenir"**, il faut accepter la mise en action de paramètres étrangers à cette tonalité assujettie au Nombre.

atonalité, prison dorée

Comme le "retour à la modalité", le langage atonal est né du besoin de diversification du matériau musical. Il sollicite la mémoire de façon très neuve mais s'inscrit bien dans la dimension logique évoquée en tête de ces lignes. Faut-il rappeler le souci webernien de la Fassunglichkeit*** ? L'égalité et l'indépendance des douze demi-tons sont démenties par la pratique. Edmond Costère l'affirme catégoriquement : "Hauteur, intensité, durée, timbre, accent, emplacement, écriture, tout concourt à l'inégalité des sons mis en oeuvre"****. De son côté, Francis Bayer observe que trois séries choisies chez Berg, Dallapiccola et Webern dessinent dans l'espace des figures "dont la valeur plastique et expressive est fondamentalement différente"*****. Il n'est pas facile d'oublier, du jour au lendemain, les réflexes conditionnés par trois siècles de tonalité. La hiérarchie fonctionnelle gouvernée par le Nombre se fait plus discrète, moins systématique : mais la solidarité des notes les unes avec les autres relève d'un cartésianisme latent. De même que la teneur médiévale prenait valeur caudale d'aboutissement, de même le son ou l'agrégat qui achèvent une phrase atonale reçoivent un certain poids et autorisent une perception relative des notes voisines.

* Op. cit., p.25.

** LES ECRITURES DU TEMPS,
Paris, Bordas, 1981, p.188.

*** La compréhension.

**** Op. cit., p.59.

***** Op. cit. p.44.

L'instable et le stable, le disparate et l'analogique se conçoivent avec de nouveaux moyens. Le XXe siècle qui répudie le réalisme plastique et la mécanisation poétique - par le mètre régulier et la rime implacable - aimerait à se débarrasser aussi du réalisme harmonique : mais ce n'est pas chose aisée.

Restituer des lambeaux du passé dans les oeuvres modernes fut un acte conscient chez Berg. Dans *Wozzeck* ou *Lulu*, la citation anachronique se pratique toujours à dessein. Mais croire, à l'instar de Schönberg, à un avenir sériel comme à un avenir coupé de ses racines, soulève la polémique. La série, matrice de mélodies principales et secondaires qui élargit prodigieusement la notion thématique et favorise l'unité constructive, exige l'instauration de relations mutuelles entre les sons. Si Schönberg est parvenu à congédier les notes graves fondamentales, par trop autoritaires, il n'a pas fait l'économie d'un espace musical directionnel. Webern, en étendant le contrôle sériel à tous les paramètres, accuse la tendance schönbergienne à la planification totale, tendance qui se réclame, métaphoriquement parlant, du Nombre. La série contient en elle tout son potentiel de permutations : appliquée non seulement aux hauteurs mais aussi aux rythmes et aux intensités, elle réfléchit un parti pris de déterminisme de plus en plus poussé, qu'il s'agisse de la série webernienne ou des séries proliférantes de Barraqué, qui disciplinent le matériau élémentaire comme la forme globale.

le cas scriabine : un attardé ? un visionnaire ?

Mort en 1915, Alexandre Scriabine n'a pas connu les expériences sérielles mais il participe par ses harmonies de quartes, au processus d'extinction de la tonalité; aussi mérite-t-il une mention ici. Scriabine réagit contre l'uniformité de la mesure (décalages rythmiques et polymétrie cultivés dans le Poème de l'extase ou la Septième sonate), comme réagit Stravinsky dans le même temps. Avidé de sonorités agrégatives nouvelles, il substitue au système tonal un autre système, tout aussi contraignant, et perfectionne la forme-sonate, corollaire historique de la tonalité, en forme rigoureusement isomorphe. L'accord hexaphonique, dit "synthétique", testé par Scriabine dans *Prométhée*, combine six quartes justes et altérées. Le compositeur s'en sert comme de l'accord parfait et en fait le principe unificateur de toute l'oeuvre. Manfred Kelkel* voit dans l'écriture scriabinienne une conception originale de la musique, phénomène temporel organisé selon la succession et la simultanéité, grâce à l'emploi "des mêmes intervalles pour la construction des accords, des thèmes, des figurations". L'ambivalence de la mélodie et de l'harmonie ainsi réalisée engage le musicien à instaurer aussi des rapports analogiques entre les éléments formels et le Tout. L'importance du phénomène de périodicité et de symétrie s'avère flagrante dans les Septième, Huitième et Neuvième Sonates pour piano de Scriabine. "Toute la Huitième Sonate", écrit Manfred Kelkel, "est structurée comme un miroir à multiples facettes"**. En effet, la coupe formelle ne s'exprime, chez Scriabine, que par l'articulation métrique. Quand il y a asymétrie, celle-ci résulte du nombre d'or. L'inversion - d'essence extra-musicale - apparaît de temps en temps : par exemple, dans l'Etude op.65 n°1, dont les deux parties comportent respectivement 68 et 86 mesures. Une diagnose métrotectonique, inspirée de la méthode de Georges Conyus, met en évidence ces architectures strictement mesurées.

* SCRIBINE. Paris, Champion, 1978, livre III, p.8.

** Op. cit., livre III, p.150.

Scriabine rejoint les pythagoriciens : cet isomorphisme relève d'une saisie du monde comme système de correspondances. En présentant ces sonates comme la simple addition des éléments qui les composent, on pourrait laisser croire à une démarche compositionnelle fondée sur de simples modelages quantitatifs. Les métamorphoses thématiques engagées, comme chez Liszt, dès les premiers propos, sont là pour infirmer cette vision simpliste. Mais les théoriciens de la Gestalt, pour lesquels la globalité de la forme importe d'abord, virent en Scriabine le parfait promoteur d'un discours dont le Tout est immanent aux parties. Il est permis de se demander s'ils ont apporté la bonne réponse au pourquoi de la forme scriabinienne. La pesée esthétique du Nombre chez Scriabine n'est peut-être que mineure. La multiplication des indications expressives dans ses partitions pour piano témoigne d'un besoin de masquer la forme par le fond. Jusqu'à la Neuvième Sonate, l'exécutant se voit nanti d'un contrepoint verbal insolite : "tragique effroi", "avec une douceur de plus en plus caressante et empoisonnée", "concentré", "ailé"... Instabilité humoresque et pathos mystique (fortement imprégnés des concepts de Fichte, Schopenhauer et Hegel sur le Moi pensant) trouvent chez Scriabine un répondant sonore. Assemblage de symétries, et comme tel modèle cosmogonique, la Neuvième Sonate dite encore Messe noire, est très composite et assimile son économie mathématique au cérémonial magique. Mais l'accélération continue, qui évoque les noch schneller haletants de Schumann, les dissonances non résolues de triton et de neuvième mineure, qui anticipent les Mana de Jolivet, comme l'exploitation d'une typologie pianistique du discours, plaident en faveur d'une recherche de la sonorité pour la sonorité. L'ordre de superposition des trois cellules obsessionnelles de cette sonate n'étant jamais le même, la qualité du timbre obtenu varie constamment. De la nudité des voix dialoguantes à la polyphonie touffue sur trois portées, opposant entre eux des registres bien différenciés, le style pianistique très subtil et très mouvant de Scriabine concourt en fait à l'a-normalisation du moule de forme-sonate. Eparpillées sur des distances variables, les notes se refusent souvent à décomposer les accords et les recomposent en bruit : ces palpitations du timbre pianistique, dues à la pure gestique instrumentale, favorisent la solitude des données individuelles et relèguent l'organisation numérique au second plan.

La défense et illustration du Nombre sera, au XXe siècle, assurée par Xenakis, pour qui la musique actualise les structures mathématiques que l'on retrouve dans chaque chose. "Nous sommes tous des pythagoriciens" prévient-il son lecteur dans *Musiques formelles**. Les calculs de probabilités, le recours à la théorie des ensembles revendiqués par Xenakis, ne doivent pas laisser conclure à l'absorption du musical par le mathématique. La rigueur ne répugne pas à l'empirisme, aux retouches, aux correctifs. Francis Bayer** cite Herma pour piano seul comme exemple de transgression par Xenakis de ses propres règles; par ailleurs la notion de hors-temps, qui privilégie le paramètre de hauteur et le détermine sans référence à la durée, sauvegarde la part d'intuition a-numérique. Xenakis ne pratique pas l'écriture algorithme, concrétisation automatique d'un programme complexe. C'est qu'à la dimension logique sans cesse évoquée jusqu'ici, il faut à présent opposer la dimension ludique.

la dimension ludique ou l'anti-pythagorisme

Quand un compositeur se sert de la matérialité du son

* In LA REVUE MUSICALE n°253-254, 1963, p.16.

** Op. cit., p.103.

en deçà ou au-delà de toute tentative de systématisation, la vérité de l'oeuvre musicale ne réside plus dans son mode de constitution. Serait-ce aller trop loin que prétendre efficace l'inarticulation de certains coups de biseau stravinskyens dans le *Sacre du Printemps*, de certains effets de choc dans le premier mouvement de la *Sonate pour deux pianos et percussion* de Bartok ? Les jeux de clusters de Stockhausen (dans les *Klavierstücke V à X*), *Ohana*, Ligeti ou Xenakis tirent parti d'un traitement radical infligé au son au début du XXe siècle par Varèse, qui contraignit le timbre à exister pour sa valeur intrinsèque. Tout ce qui conserve les qualités du Bruit originel, mutilé par les structures classiques, s'attaque à une poétique de la nécessité pour lui préférer celle de la gratuité. Une musique festive, une musique de l'immédiat aspirent à la dissolution de toute culture. L'altération perpétuelle du tempo dans les pièces pour piano de Schumann, comme les combinaisons de cellules rythmiques fixes et mobiles chez le Stravinsky des années 1910, laissent présager la mobilité agogique des *Zeitmasse* de Stockhausen : à condition de bien vouloir admettre que cette mobilité relève d'une haute surveillance, voire du respect du mouvement métronomique. Les harmonies polysémiques de Wagner et de Liszt entretenaient chez l'auditeur une sensation d'incertitude en suspendant la capacité de prémonition tonale; plus tard, les mosaïques de timbres, d'intensités, de tempi et de vecteurs "harmoniques" de Debussy jouent sur la segmentation psychologique de la forme musicale. Tout ceci prélude à la *Momentform* contemporaine, immobilisation plus ou moins longue du discours sur l'hypersignifiante de l'ici-et-à-présent.

Pour se déconnecter entièrement du passé et de l'avenir, faire de l'aventure sonore une suite de stases, rejoindre le Mallarmé du *Coup de dés* et offrir des actualisations multiples de la résultante musicale - à la façon des mobiles de Calder, se présentant sous des profils toujours différents - il faut se placer dans la perspective de l'oeuvre ouverte. Certains crient alors à la démission du compositeur, à la neutralité de ses intentions. Cage ou Feldmann n'indiquent que des dispositifs de production du son : ils refusent toute combinatoire, ils n'énoncent pas de discours puisque tout reste enfoui sous l'ignorance de ce qui arrivera ou n'arrivera pas. Mais il s'agit là de cas extrêmes. Les *Cinq Archipels* de Boucourechliev se situent dans un champ intervallique sélectionné par avance. Les *Formants 2 et 3* de la *Troisième Sonate pour piano* de Boulez laissent une latitude de manoeuvre à l'interprète mais lui indiquent avec une grande précision les hauteurs, les rythmes et les attaques : une fois choisi son itinéraire, le pianiste n'est plus libre ! Dans *Stratégie* pour deux orchestres, Xenakis cherche à contrôler le hasard par des opérations stochastiques. Chacun des deux chefs d'orchestre disposent de dix-neuf tactiques : il existe donc $19 \times 19 = 361$ synchronisations potentielles. Mais il est bien évident que la régulation pythagoricienne n'empêche pas *Stratégie* d'échapper à son auteur à chaque exécution.

L'acte de culture et la manipulation numérique ne sont que prémisses à la constitution d'univers sonores particuliers. On rencontre peu de réactions totalement négatives au constructivisme musical; mais le travail préparatoire, conscient ou inconscient, qui insère toute oeuvre dans la dimension logique (qu'on nomme cette dernière pythagoricienne ou cartésienne) joue un rôle plus ou moins important selon les individus. L'espace musical n'est pas le strict analogon de l'espace mathématique. Il présente cette indéniable part d'ineffable et d'imprévu, où la génération romantique a investi tant de résonances affectives. Mais toute velléité d'indétermination prend appui sur la rigueur. Pour répartir les myriades de sons de *Pythoprakta*, Xenakis fait appel au calcul. Le titre de *MISTS* qu'il a choisi pour une récente production pianistique ne doit pas abuser : Pierre-

* LES CHEMINS CONVERGENTS D'UNE RENCONTRE, in ANALYSE MUSICALE, n°5, (voir notamment l'artifice employé engendrant l'harmonie et les superpositions de cribles).

** INCANTATION AUX FOSSILES, Lausanne, d'Ouchy, 1948, p.88.

*** Ce besoin de symétrie réexposante demeure étranger aux musiques orientales.

Albert Castanet constate qu'il y a là "brumes de la matière intrinsèque plus que de la théorie"*. Plutôt que de décider arbitrairement si la musique est science, science fictive ou anti-science lorsqu'elle joue de l'ad libitum, je citerai Arthur Honegger : "A elle seule, la musique est plus complète que tous les autres arts réunis puisqu'il lui reste en outre le domaine immense de ce qui n'est traduisible que musicalement"**.

Le temps musical n'appartient pas au temps vécu : c'est avant tout une construction maîtrisée par la mesure. Faut-il pour autant l'inféoder aux contraintes des axiomatiques logiques et à elles seules ? Si plusieurs oeuvres de même style délivrent différentes qualités d'émotion esthétique, c'est bien que la musique ne se réduit pas à la pure combinatoire mathématique. Sa compréhension, en ce cas, relèverait de l'enquête historique, du simple décodage de matériaux stockés en mémoire et validés par acculturation. Des éléments de signification communs à un ensemble d'individus peuvent obéir à des fins détournées, une tension s'immisçant entre le sens usuel et le sens imposé par un nouveau contexte. La forme classique tripartite se fonde bien sur l'antique perfection numérique et exige d'achever l'aventure musicale par une détente heureuse. Le stéréotype A B A prend une valeur nouvelle chez Debussy : de thématique, la tripartition devient dynamique. L'un des réflexes temporels les plus tenaces d'Occident réside dans ce formalisme réversible, entretenant avec le Nombre une relation métaphorique***. Quand la musique du XVIIIe siècle se décide à ne plus instruire le temps de la parole, elle se réfugie dans une architecture simple, exigeant après la modulation centrale le retour au ton principal : en s'attachant aux valeurs épiphénoménales du timbre, le XXe siècle rend caduque cette approche temporelle. Ce qui n'implique nullement qu'il se soit, à jamais, débarrassé du Nombre...

Michelle BIGET, maître de conférences en musicologie à l'Université de Haute-Normandie et chargée d'enseignement à l'Université de Paris III; a été chargée pendant cinq ans d'un séminaire à l'École Polytechnique. Vient de publier *Le geste pianistique* et est associée comme pianiste au NOUVEL ENSEMBLE CONTEMPORAIN. Dirige par ailleurs un laboratoire attaché à la musique de la Révolution Française, dans le cadre d'une A.T.P. du C.N.R.S.

LA LIBRAIRIE MUSICALE DE PARIS

UNIQUE EN FRANCE !

700 m² DE MUSIQUE IMPRIMEE



la librairie musicale de Paris

UN DEPARTEMENT CLASSIQUE COMPLET

- Partitions pour tous les instruments
- Classiques HENLE, DOVER, IMC, MUSICA RARA
- Partitions de poche
- Enseignement (Instruments, Jardin musical, Solfèges)
- Musique Contemporaine
- Département Librairie
- Département Musique Ancienne

CONDITIONS SPECIALES AUX ETUDIANTS DE MUSIQUE

LA LIBRAIRIE MUSICALE DE PARIS - 68 BIS RUE REAUMUR
75003 PARIS - Tél. 42.72.30.72

QUASAR STUDIO

Enregistrement 16 pistes
900f.00 h.t. par jour

Par ici la musique!
Post-synchro-vidéo,
Création publicitaire,
Jingle personnalisé,

78, rue des Bons Enfants

76000 Rouen.

Tél.: 35.88.81.40.

B16 AUTOLOCATOR. REVERBS et DELAYS DIGITAUX. DBX. SEQUENCERS. DX 7. S 900. SP X 90. Tous micros.

L'ORGANON

OU LES OUTILS MATHÉMATIQUES DE LA CRÉATION MUSICALE

L'Organon est le titre sous lequel sont rangées les œuvres logiques d'Aristote (l'utilisation de ce terme n'étant pas due au philosophe grec). L'organon signifierait que la logique n'est pas une partie mais l'instrument du savoir. A l'instar des idées savantes d'Aristote, la logique mathématique serait-elle l'instrument de la création musicale ? A l'orée du siècle des Lumières, le philosophe et mathématicien allemand Gottfried Wilhelm Leibniz reconnaissait que la musique était un exercice d'arithmétique secrète et celui qui s'y livrait ignorait qu'il manipulait des nombres ! La musique contemporaine reste un mystérieux exercice d'arithmétique : des modes à transposition limitée d'Olivier Messiaen, à l'aspect "spectral" des musiques de Tristan Murail, en passant par les espaces euclidiens et figures géométriques des compositions de Philippe Drogoz, les sons paradoxaux de Jean-Claude Risset, les intervalles de torsion hélicoïdaux de Hugues Dufourt, les textures de style statistique de Philippe Manoury ou les œuvres de Xenakis relevant de la théorie cinétique des gaz. Nous tenterons d'étudier certains mécanismes de construction des matériaux musicaux par l'analyse d'œuvres de Louvier, Xenakis... ou Ferneyhough, mettant le doigt sur la technique d'agencement arithmétique des composants. Auparavant nous aurons eu soin d'évoquer le problème de fond d'une telle entreprise : la mathématique est-elle alibi et subterfuge ou théorie et système ?

construction de matériaux : théorie ou artifice

Olivier Messiaen, dans la Conférence de Bruxelles* prononcée à l'Exposition Internationale de 1958, parle du rythme en plaçant en exergue deux facteurs principaux : le nombre et la durée. "Supposons un seul frappé dans tout l'univers. Un frappé : il y a l'éternité avant, l'éternité après. Un avant, un après, c'est la naissance du Temps. Supposons, presque aussitôt, un second frappé. Comme tout frappé se prolonge du silence qui le suit, le second frappé sera plus long que le premier. Autre nombre, autre durée, c'est la naissance du Rythme". Messiaen s'est amusé avec les nombres et, au long de son discours, il déploie un véritable credo en faveur de la technique pure. Credo qui devrait voir naître un Traité de Rythme, commencé il y a quarante ans. La mathématique est mère de toute logique et les compositeurs s'en sont emparés comme élément de cohérence (de la forme) et d'homogénéité (du matériau). C'est un moyen

* Paris, Leduc, 1960.

* 20e SIECLE : IMAGES DE LA MUSIQUE FRANÇAISE, "Clefs pour mémoire", Paris, GIE (Sagem) et Ed. Papiers, 1986, p.131.

** VOYAGE DE MON OREILLE, "L'entendu dit", Paris, UGE, 1979, p.32.

*** Ibid., p.27.

**** Genève, Denoël/Gonthier, 1977, p.12.

***** Pierre BOULEZ, "Le musicien dans la cité", in REVUE MUSICALE n°306-307, Paris, Richard-Massé, 1977, p.71.

***** Claude BALLIF, "Idéalisme et matérialité", Ibid, p.200.

***** Dominique JAMEUX, "Entre Berg et le Voir", L'OEIL ET L'OREILLE in CRITIQUE n°408, Paris, Ed. de Minuit, mai 1981, p.490.

de construction, et non une méthode de composition nous avoue Alain Bancquart*. Claude Ballif n'hésite pas à qualifier la technique de "recettes de cuisine" : "Ce sont des systèmes de mensurations, de pesées dans tous les sens (hauteurs, durées, etc...) plus ou moins artificiels, synthèses acoustiques plus ou moins arbitraires. Et nous croyons aux grandes théories musicales par l'influence qu'elles ont eue sur la production des compositeurs en vedette, actuels ou passés. Elles deviennent par là de justes théories"**. Cuisine interne faite de trucs, de tour de main savant, de sauce magique et de liant sophistiqué. Pour Ballif, ces utilisations d'ingrédients musico-culinaires sont contre nature : ces règles, ces "secrets de fabrication" que l'on ne reçoit plus comme un pieux héritage du passé, il faut bien les forger soi-même, mais cela se fait trop souvent au jour le jour, au gré des besoins ou des modes, sans raison profonde. Autrefois régente du cosmos, la musique se voit vidée de sa substance jusqu'à n'être que le "jeu gratuit" de quelques subtiles conventions sur le bruit***.

Théorie, convention, règle, jeu, recette de cuisine, autant de moyens pour confectionner, sous couvert de la science, une palette raisonnée de systèmes logiques. Conception strictement interne et qui ne prend pas valeur de structure pour l'auditeur. Tout comme l'amateur de peinture cubiste ne détermine pas la conséquence du nombre dans une oeuvre de Robert Delaunay ou de Le Fauconnier. Paul Klee, dans la Théorie de l'art moderne**** nous confie : "Si le tableau présente finalement l'aspect d'une configuration de cristaux tranchants ou de pierres polies, ce n'est pas un jeu, mais le résultat logique d'une méditation sur la forme...". Toute création est ainsi engendrée. Une logique consciemment organisatrice n'est pas indépendante de l'oeuvre, elle contribue à la créer, elle est liée à elle dans un circuit réversible; car c'est le besoin de préciser ce que l'on voudrait arriver à exprimer qui amène l'évolution de la technique; cette technique renforce l'imagination qui se projette vers l'inaïperçu; et ainsi, dans un jeu de miroirs perpétuel, se produit la création...*****. Ballif, qui est si sévère envers les techniques artificielles, n'a-t-il pas inventé vers les années cinquante-cinq un système ardu baptisé "métatonalité" ? Ici, l'artifice est fondé sur le cycle des quintes, excluant le tritonique Diabolus in musica. Un système est un système, et la roue de loterie Do - Sol - Ré - La - Mi - Si est tout autant à l'image de la mathématique que la technique sérielle dodécaphonique. L'auteur de Un coup de dés op.53 poursuit : "Il est vrai que Eupalinos aussi rêvait d'un temple qui serait l'image mathématique d'une jeune fille de Corinthe. Chacun de ces esprits nous souffle des images : ne sont-elles pas, bien souvent, lanternes sourdes pour masquer, malgré le tapage fait autour, le "rien à dire" ?"*****. L'ossature bâtie par la mathématique intéresse au premier chef le compositeur, puis le spécialiste, l'analyste, le musicologue, qui ont besoin de connaître, de trouver, de décrypter les éléments de genèse d'une forme ou d'un matériau. Le calcul reste bien souvent enfoui ou trop complexe pour être remis au jour. Claude Helffer dit que Boulez ne se souvient plus des démarches mathématiques qui ont présidé à l'élaboration de certaines pièces pour piano. Le mystère est entretenu, on a perdu les clefs, on ne retrouve plus les plans. Divagation sur le chiffre : terme des Services Secrets ou - ce qui revient au même - du vocabulaire diplomatique. Fonction cryptique. Dissimulation aux yeux et aux oreilles "indiscrètes", c'est-à-dire, en termes mathématiques, non-repérées, indifférenciées et pour tout dire incontrôlables. Le chiffre demande... à être déchiffré. Le cryptage invite au décryptage : la partition aux dispositifs nombreux et non-patents sollicite l'analyse. Le chiffre sépare (les initiés de ceux qui ne le sont pas) et unit (ceux qui le sont). Seuls, en musique, ceux qui sont en possession des outils adéquats savent déchiffrer*****, les outils pratiques de l'artisanat musical tels que les définit Jean-Claude Risset dans un article intitulé

* MATHÉMATIQUE : HEUR ET MAL-HEUR, in CRITIQUE n°359, Paris, Ed. de Minuit, avril 1977, p.420.

** RISSSET, ibid. p.423.

*** Pierre BOULEZ "L'écriture du musicien : le regard du sourd?", in CRITIQUE n°408, Paris, Ed. de Minuit, mai 1981.

**** Pierre BOULEZ, "Donc on remet en question", LA MUSIQUE EN PROJET, Paris, Gallimard/IRCAM, 1975.

***** Lire attentivement la page 2, Paris, Durand, 1950.

***** Universal Edition, 1955. Lire à ce sujet : Célestin DELIEGE, "Deux aspects de l'univers boulezien" in CRITIQUE n°408, p.478.

Musique, calcul secret ? : "Un modèle descriptif, qu'il soit statistique ou non, peut être génératif. Or le musicien est plus acteur que spectateur, plus artisan qu'exégète, il cherche plus à faire qu'à connaître : les modèles mathématiques de composition pourront le séduire. Même simplistes, ces modèles peuvent suggérer des mécaniques stimulantes, conquérantes*. La mise en œuvre de procédures rédactionnelles logiques, liées aux mathématiques, a dès 1956 donné naissance à divers systèmes élaborés avec l'aide d'un ordinateur. Le système a engendré l'intelligence artificielle des machines, se nourrissant de programme informatique, de graphique multidimensionnel, de codex numérique... "L'ordinateur paraît bien se prêter au rôle de moulin à notes, de laminoir de musique au kilomètre, mieux que les synthétiseurs et leurs séquenceurs, et pourquoi pas de litteratron musical, de source musicale fonctionnelle et démobilisante au service d'une idéologie technocratique ?"**. Les calculs simples font la joie des enquêteurs en musicologie. Rien de tel pour ajouter au piment d'une partition que les délices du type detective story nous dit Pierre Boulez*** : "Donnez-nous le chiffre, et tel un tricot que l'on démaille, je vous rends la laine de l'œuvre. Si l'auteur ne s'est pas entouré de précautions suffisantes pour tenir le limier en échec, on est sûr de la ruée, car rien ne donne, comme ce décryptage, l'illusion d'avoir pénétré au secret de la création". Nous sommes entièrement d'accord avec l'auteur des Structures et nous pouvons dire avec Jean-Claude Risset que "les modèles mathématiques font parfois penser à des squelettes désincarnés". Mieux, nous dirions : des squelettes à habiller, à décorer, pour rendre la vie et insuffler une âme. La direction mathématique peut être aux yeux et aux oreilles de certains une manière d'échapper à la difficile question du choix esthétique de l'œuvre. Elle est un solide garde-fou pour le compositeur incertain et manquant de personnalité ou de style. Le créateur a alors recours à la science comme excuse, au scientisme en tant que mysticisme de remplacement. Boulez poursuit : "D'une façon sommaire, on s'en remet pour les choses essentielles à certaines propriétés numériques en lesquelles on place sa foi : ce qui est un moyen commode d'éviter le doute individuel" ****.

Nous étudierons quelques cas de figure représentatifs de certaines démarches mathématiques en musique contemporaine dans une optique aristotélicienne. C'est-à-dire que nous nous attarderons à la logique formelle du raisonnement plutôt qu'à son contenu proprement dit. Nous entreverrons "l'organon", les outils de la science plutôt que le résultat auditif.

études de cas

a) les paramètres chromatiques : le psaume 90 de IVES

Le calcul numérique et la mise en nombres des paramètres musicaux ont été ressentis comme un besoin au cours des années cinquante par beaucoup de compositeurs : Messiaen, Dallapiccola, Maderna, Nono, Berio ou Boulez. La notion de série imaginée par Schönberg pour les hauteurs (dodécaphonie) est appliquée aux divers paramètres suivants : attaques, intensités, valeurs... Il suffit de lire et d'analyser le Mode de valeurs et d'intensités pour piano de Messiaen (1949)***** ou les Structures pour deux pianos - cahier I - (1952) de Boulez***** pour saisir la mise en hiérarchie, l'ordonnance numérique des différents modes ou séries régissant l'intégralité de l'œuvre. Messiaen parle de gamme chromatique de durées; ce phénomène se trouve

déjà chez Charles Ives et notamment dans le Psalm 90 datant de 1923. Durant cinq mesures (mes. 60 à 65) Ives construit puis gomme un cluster rythmiquement par soustraction et addition de doubles croches, jouant sur le paramètre de durée, accélé-rando et ritardendo notés mathématiquement (exemple A). La texture est tissée horizontalement et verticalement par des outils arithmétiques; trame savante teintée de logique et de figuralisme. Harmoniquement, le cluster des 22 parties (divisées) choristes atteint son paroxysme sur le mot wrath (colère). Ives étudie les timbres et les densités : de l'unisson (octaves) à la grappe de sons, au point d'orgue. Du point de vue des intensités, les nuances épousent la même logique. Un miroir rigoureux à tous les niveaux des paramètres et dans tous les sens se remarque : les voix de soprani et de basses, celles des alti et des ténors. Les parties extrêmes, par mouvements contraires, chantent une gamme par tons entiers; les parties intérieures imitent en couple, comme dans un canon mélodique, à huit doubles croches de distance. La densité harmonique est réglée de ce fait par paires. A part le DO tenu au pédalier de l'orgue, présent de l'introduction à la Coda de l'oeuvre, remarquons l'absence d'accompagnement instrumental. Ce DO est employé en valeurs longues comme contre-balancier statique et comme note fondamentale engendrant l'agrégat harmonique. Dressons un tableau numérique de la densité des parties vocales; une unité est égale aux nombres de sons différents par pupitre. La symétrie est parfaite, un double miroir se présente à nous :

S	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1
A	1	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	3	2	1	1
T	1	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	3	2	1	1
B	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1

Résumons-nous : jeu de durées par addition et soustraction régulières de doubles croches (engendrant l'homorythmie), matériau mélodique basé sur une suite de tons, densité dirigée par une arithmétique logique et systématique font de Charles Ives le précurseur insoupçonné de la série généralisée et de ses dérivés.

exemple A

extrait de Charles Ives, Psalm 90 pour chœur mixte, orgue et cloches, Pennsylvania, Merion Music Inc., Bryn Mawz, 1970, p.14.

(Les chiffres sont indiqués au-dessus des valeurs, l'unité est la double croche.)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

ff *(dim)* *f*

we spend our years as a tale that is told.

ff *(dim)* *f*

we spend our years as a tale that is told.

ff *(dim)* *f*

we spend our years as a tale that is told.

ff *(dim)* *f*

we spend our years as a tale that is told.

b) la traduction musicale de l'arithmétique : l'étude 23 et canto di natale de LOUVIER

Alain Louvier a inséré dans ses oeuvres des notions mathématiques complexes. On lui doit par exemple En hommage à Gauss (1968) pour violon et orchestre et Sigma de N.P deux moins un (1974) pour violon et piano. Dans l'Etude 23 qui clôt le quatrième livre des Etudes pour agresseurs (1964)* il écrit une "méditation mathématique" sur le fameux triangle arithmétique de Pascal. Le mode d'emploi de la science est inscrit dans la note de l'auteur qui préface l'oeuvre : le triangle est donné intégralement au piano II (jusqu'au 19e rang) sous forme d'accords dont la composition en intervalles reproduit la décomposition en facteurs premiers de chaque nombre du triangle. Ainsi le nombre $12376 = 2^3 \cdot 7 \cdot 13 \cdot 17$ est traduit par :

MI SI MI FA# SOL# LA# SI
 L 7 L 17 L 2 L 2 L 2 L 13 (page 25)

puis par :

MI FA SOL DO RE MI SI
 L 13 L 2 L 17 L 2 L 2 L 7 (page 26)

Dans ces deux exemples, l'unité d'intervalle est le demi-ton; ce sont deux des nombreuses permutations possibles pour un nombre comprenant six diviseurs. Le piano I traduira par des modes d'attaque (agresseurs) les facteurs premiers relatifs au numéro des mesures. La polyphonie de la traduction musicale et de la gestique d'un énoncé mathématique est alors puissamment raisonnée.

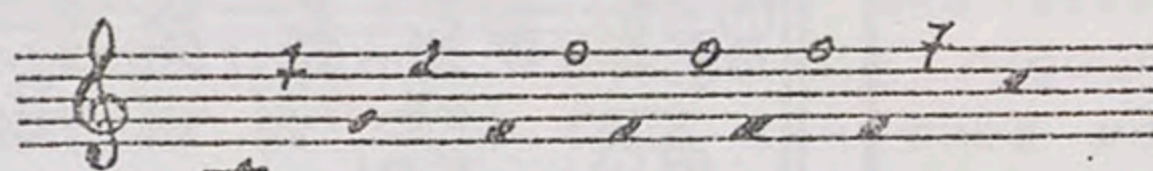
Dé même dans Canto di natale, créé en 1976, Alain Louvier "mêle intimement la symbolique des nombres aux coïncidences remarquables, leur arithmétique (traduction harmonique de la décomposition en nombres premiers)", et à quelques mystères d'ordre personnel et familial. L'oeuvre sacrée est écrite en quarts de ton, de façon modale, et présente des citations grégoriennes relatives au temps de Noël. Elle est également en rapport avec la naissance de la fille du compositeur (le 24-12-72) et se compose de trois mouvements : Conception, Attente, Naissance.

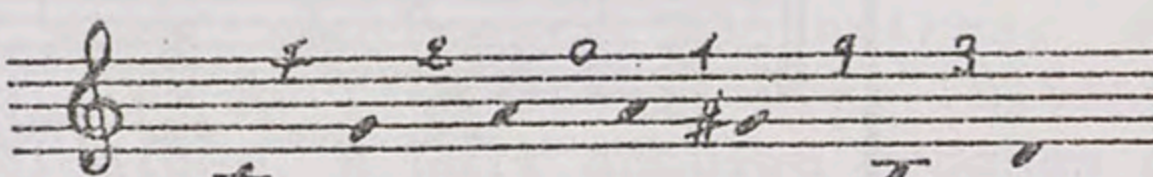
* 4ème livre pour deux pianos, tome 2, Paris, Leduc, 1977.

* D'après le commentaire de l'auteur dans la pochette du disque Erato, coll. Musique Française d'Aujourd'hui, CANTO DI NATALE pour plain-chant et douze instruments (Ed. Leduc), Paris, Costallat, 1983, (STU 71514).

Voici la présentation mathématique de la seconde partie*. La conception ayant été située environ au 720 000ème jour de l'ère chrétienne, ce nombre ne se divise que par 2, 3 et 5, propriété très rare pour un nombre de cette importance. Cette particularité sert d'origine à la lecture des 253 jours de l'attente. Les nombres 720 001 à 720 253 sont analysés, regroupés par familles arithmétiques et se déroulent dans l'ordre, lentement ou par à-coups, comme dans le temps vécu. A chaque passage sur un nombre premier, lecture en est faite en mélodie; prétexte liturgique et autobiographique :

exemple :

720 007 

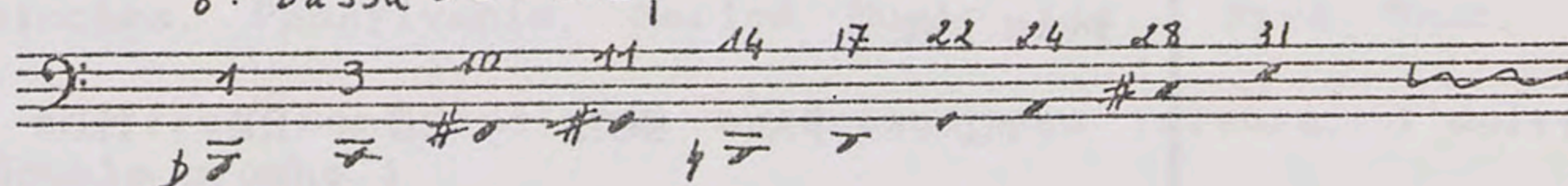
720 193 

L'unité de base est encore une fois le demi-ton, 7 équivaut à 7 demi-tons (à partir de DO, nous arrivons à SOL) et 0 signifie unisson... Des phrases entières sont confectionnées par ce procédé, flirtant avec le contour modal des cellules de plain-chant.

c) le crible venu des probabilités : Mists de XENAKIS

Xenakis ne parle pas de séries et ses modes ont pour nom "cribles". Il est l'inventeur de la musique stochastique libre, markovienne, symbolique et ensembliste. "Stochastique" désigne selon l'auteur de Pythoprakta "l'évolution asymptotique vers un état stable" propre aux phénomènes qui obéissent à la loi des grands nombres. Xenakis est l'auteur de plusieurs livres concernant l'art et la science. Dans Musique Architecture** il analyse mathématiquement son oeuvre pour violoncelle solo Nomos Alpha (1966). Dans Mists*** (1980) pour piano, il trouve tout son matériau mélodique (puis harmonique) en agencant des sons d'après une suite de nombres : 1, 3, 10, 11, 14, 17, 22, 24, 28, 31... ce qui donne musicalement :

8^{ve} bassa - - - - - 1



L'unité est le demi-ton et le chiffre indique le nombre de demi-tons entre la note zéro (le premier La du piano) et la note cherchée :

La + 1 (demi-ton) = Si b
La + 3 = DO
La + 10 = Fa #
.../...

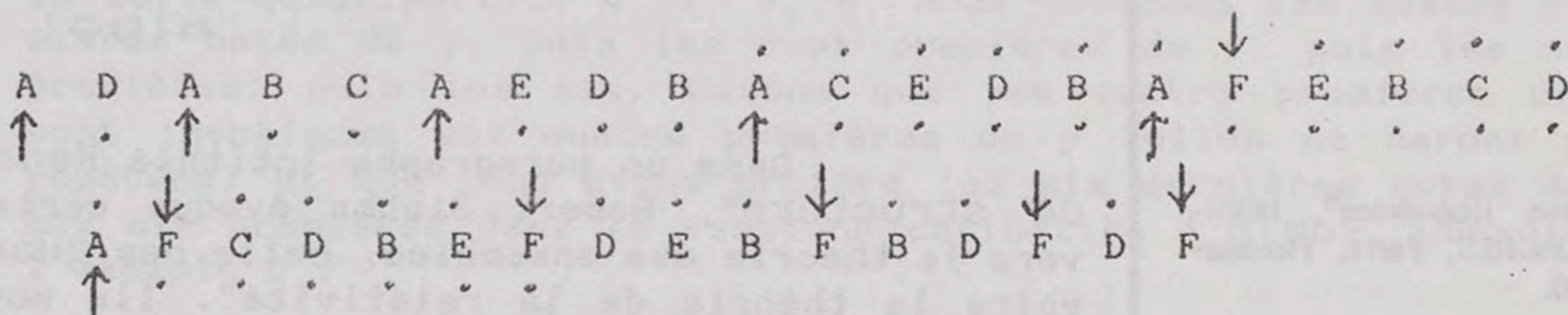
**** Voir notre analyse : "Les chemins convergents d'une rencontre" à propos de MISTS, in ANALYSE MUSICALE n°5, Paris, octobre 1986. (Voir notamment l'artifice employé engendrant l'harmonie et les superpositions de cribles).

La suite de sons (de nombres) obtenue est un crible. En plaçant en abscisse les numéros d'ordre d'arrivée des sons et en ordonnée la fréquence du son correspondant exprimée en hertz, on obtient une courbe de type exponentiel. Ce qui laisse supposer que le crible ait été choisi à partir d'une loi de probabilité (technique chère à Xenakis)****.

d) omniprésence du nombre - de l'objet à la forme : n'ombres de PETIT

Nous avons créé N'Ombres de Jacques Petit le 14 novembre 1985 à Anvers (Belgique). L'oeuvre est écrite en trio : un clarinettiste, un radio-cassette et une bande magnétique. Elle fait partie du répertoire du théâtre musical de chambre et utilise un flot d'objets sonores aux timbres divers (instruments, cris, bruits, paroles, synthétiseur); l'aspect théâtral n'est ici que matière à produire des sons. La pièce est constituée de trois actes dont le dernier sert de réexposition. Les matières sonores, dans leur quasi totalité, ont été mises en forme par des nombres; "ombres furtives, des souvenirs-éclaircs viennent conclure la pièce comme des reflets se répétant à l'infini dans un jeu de miroirs". Ubiquité du nombre au niveau de l'objet sonore (scène d'amour), au niveau de la forme globale : la logique mathématique sert de prétexte à la musique, au spectacle, à l'entendu, à l'art. L'auteur nous confie : "L'aspect de la précision et de l'exactitude théorique n'est pas important, les nombres sont là pour donner des idées et non pour régir une volonté. N'Ombres est une pièce gaie, voire même humoristique, en aucun cas elle ne doit être intellectuelle".

Analysons par exemple l'agencement des éléments constituant le matériau de la scène 1 acte II, et figurant sur la bande du radio-cassette. Il s'agit d'un continuum de six objets divers perpétuellement variés : A sonnette, B voix "Allo, allo, oui", C séquence jazz, D sonnerie "occupé", E breaks de batterie et F cloche. Voici l'ordonnance des apparitions :

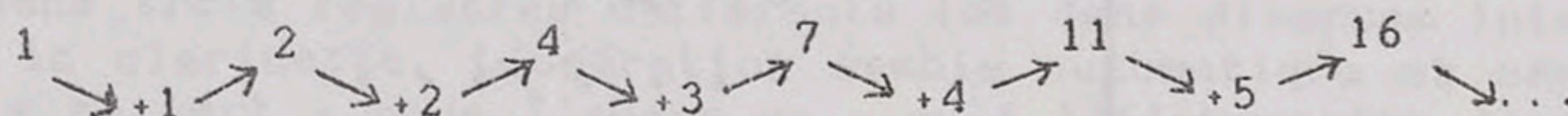


Remarquons la symétrie d'emploi des matières A et F. A suit une logique simple, plaçant entre ses apparitions un, puis deux, puis trois... objets autres. F suit une démarche identique mais d'une manière rétrograde, en partant de la fin F intercale un, puis deux, puis trois... objets différents entre ses citations.

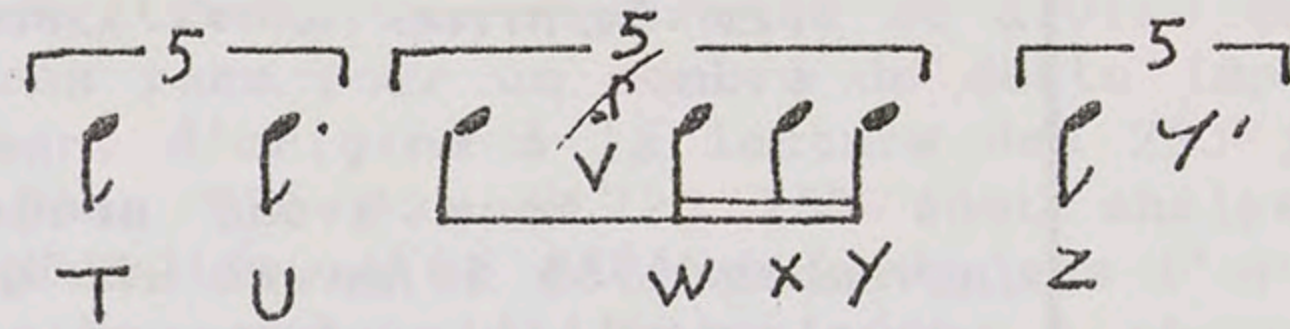
Jacques Petit utilise fréquemment une suite de nombres particulière et ce depuis une dizaine d'années (Mektoub -1976 pour orchestre, Sonate à douze -1984 pour cordes, Etude n°1 -1986 pour bande). Dans N'Ombres, la suite numérique régit le tempo des cloches (acte I scène 1), la dynamique de la bande magnétique (acte I scène 2), les silences entre "les réexpositions" (acte III). De quelle suite s'agit-il ?

Une suite de 1er terme $U_1 = 1$, chaque terme étant la somme du terme précédent et de son rang (pour tout entier naturel $n > 1$, $U_n = U_{n-1} + n-1$).

exemple :



La construction globale de l'oeuvre a été calculée mathématiquement et le schéma des durées des diverses pièces (scènes, ponts...) peut être transcrit ainsi :



Acte I : Acte II : Acte III :
 T = scène 1 W = scène 1 Z = réexpo.
 U = scène 2 X = scène 2
 V = pont Y = pont

pour T, U, W et X, le mouvement métronomique pourrait approcher : 0,16 =
 pour Z, les différentes réexpositions (qui contractent de plus en plus la matière jusqu'à un son imperceptible) suivent ce plan :
 1ère réexposition : 1 =
 2ème : 2 =
 3ème : 3 =
 4ème : 4 =

Notons que les 5 dernières réexpositions (il y en a 12 en tout) sont corrigées à l'oreille et raccourcies plus vite que prévu par la progression. L'idée cinétique n'est pas sans rapport avec la notion théâtrale du projet compositionnel.

e) souvenir sériel, magie du nombre :
 algol de CASTANET

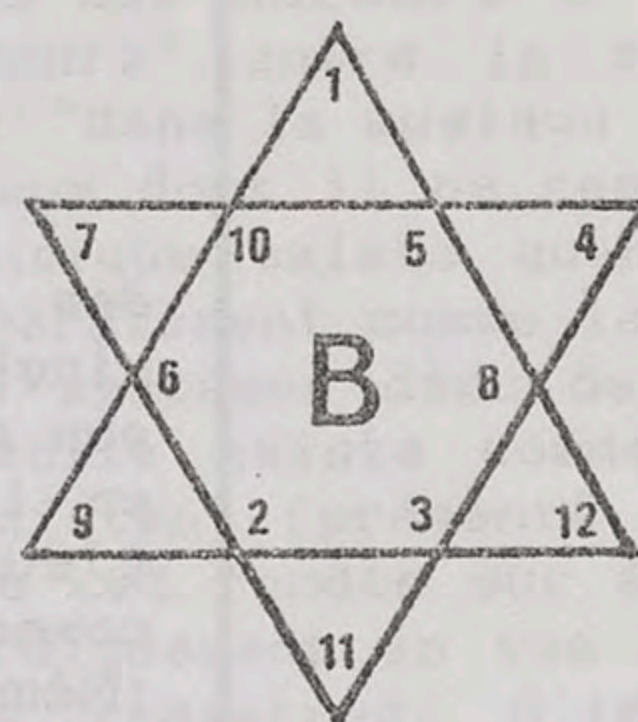
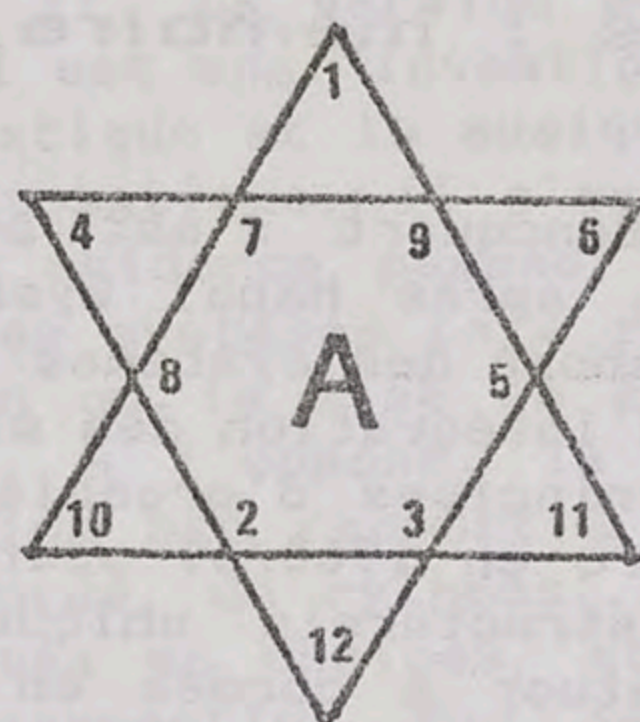
* "L'évolution libératrice", HORIZONS SONORES, Paris, Flammarion, 1956.

** Pierre-Albert CASTANET, ALGOL, Mont-Saint-Aignan, Publications de l'Université de Rouen, 1986.

Dans un paragraphe intitulé Regards vers la notion de structure*, Robert Siohan évoque certains esprits "tournés vers la théorie des ensembles, celle des quanta, vers la Gestalt voire la théorie de la relativité". Ils nous laissent "supposer que le système sériel n'a peut-être pas toujours valablement répondu à l'appel des musiciens justement préoccupés par ce problème de l'unité, de la forme". Nous avons composé une pièce pour clarinette seule dont les hauteurs sont dérivées d'une série dodécaphonique, mais dont la mise en oeuvre diffère radicalement des procédés de Spiegelbild et de son numérotage à la viennoise. La série type est altérée périodiquement. Voici des extraits des séries d'Algol (1984)**.

exemple B

L'aspect métrique est dû aux vertus d'étoiles magiques à six branches. A chaque angle correspond un nombre allant de 1 à 12.



La somme des nombres rencontrés le long d'un côté de triangle est toujours égale à 26 (toutes les 26 notes, la série sera altérée, nous passerons de x à y, puis de y à z... consulter l'exemple B). Prenons une des droites obliques de l'étoile A, nous rencontrons la suite de nombres 12, 2, 8, 4. Musicalement, cela se traduira par les douze notes de x (la série entière), les deux premières notes de x, les huit premières de x et les quatre premières de x. Système pseudo-répétitif dirigé par le nombre, que l'on peut constater dans l'exemple C :

exemple C

série x

Prenons à présent la ligne horizontale contiguë, nous apercevons la suite quadripartite 4, 7, 9, 6. Nous obtenons les quatre premières notes de y, puis les sept premières de y, puis les neuf premières, puis les six. Notons que les quatre premières de x sont identiques aux quatre premières de y (elles ne seront pas répétées) et que nous avons préféré les six dernières notes de y aux six premières dans la version définitive d'Algol. Consulter l'exemple D :

exemple D

série y

Refermons le triangle par la lecture de la troisième ligne descendante, nous observons les nombres 6, 5, 3, 12, transposés en sons par les six premières notes de z, les cinq premières, puis les trois premières et les douze, comme le montre l'exemple E :

exemple E

série z

Ce procédé régit trois des mouvements (toccatas) de l'oeuvre, écrits dans trois registres différents (et dans diverses intensités) de la clarinette. L'opération semble automatique et mécanique, elle ne sert - nous l'avons vu - qu'à l'élaboration du canevas de base. Il suffit d'avoir la partition en main pour se rendre compte des mutations d'ordre esthétique et musical, pour découvrir les habits de fête d'un squelette "authentiquement vivant" (Siohan).

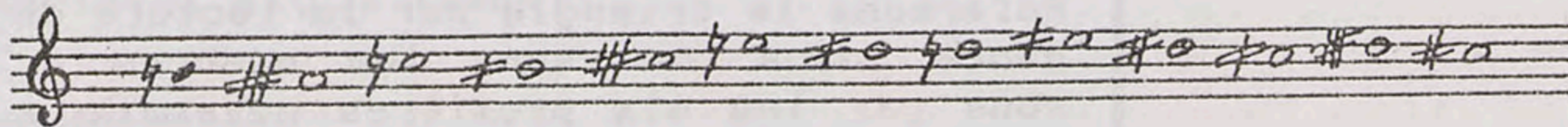
f) logique d'un univers de micro-
Intervalles : mémoire de BANCQUART

Alain Bancquart s'est beaucoup intéressé à l'étude des quarts de ton, après Haba, Wysnegrasky et Carillo. Depuis vingt ans, il a élaboré des systèmes d'espaces polytempérés (voyez son premier essai d'intégration des micro-distances dans *Thrène I* en 1967) et des principes d'organisation d'éléments syntaxiques (*Jeux pour lumière* en 1968/69 pour trio à cordes et orchestre) comme fondements structurels uniques du régime des hauteurs (*Mémoire pour quatuor à cordes* en 1985). Dans un article sur la technique de la musique à 24 sons*, il démontre que l'on ne compose pas avec 24 sons de la même manière qu'avec la moitié. On ne peut pas greffer, par simple décalquage mathématique, harmonique et mélodique, donc structurel, un élément du monde chromatique (à 12 sons) à celui bi-dodécaphonique (24 sons). Alain Bancquart s'exclame : "Organisation, méthode, logique, cohérence! Il semble que l'accumulation de ces termes définisse un monde aux lois bien contraignantes (...) Un élément comprenant 10 à 12 sons différents peut être mémorisé; s'il comprend 24 sons, cela devient impossible. Cette donnée primaire de la perception m'a amené à utiliser des éléments, des "séries", ne comportant jamais plus de 13 sons. Il s'agit donc d'éléments sériels, déformants, défectifs par rapport au total bi-chromatique***. Un nouveau problème est posé : celui de la perception, nous l'étudierons plus en détail au paragraphe suivant. D'autre part, ne faut-il pas voir dans le nombre 13 une volonté arithmético-symbolique ? Chez les Aztèques, il est le chiffre sacré fondamental des temps, représentant l'achèvement de la série temporelle.

* "Cleps pour mémoire", op. cit., p.130.

** Ibid., p.130.

Dans *Mémoire* (première partie), la matrice sérielle est bâtie sur 13 fois 13 chiffres. A chaque chiffre est affecté un son (de 1 à 13), on peut lire la série à l'endroit et à l'envers. Un carré de 13 chiffres sur 13 est alors construit; on peut l'interpréter horizontalement et verticalement. Il s'agit de variations (permutations) de 13 sons fixes, déterminant un mode d'ambitus rigoureux et cohérent. "On obtient ainsi des figures extrêmement différentes, mais qui sont régies par la même logique interne. C'est à mon sens un des avantages principaux de cette méthode de déduction qui m'a permis, grâce à des rapports logiques, d'organiser un ensemble de hauteurs de sons, irrationnel par rapport à celui que représentent les 12 sons chromatiques". Exemple d'une série de 13 sons extraite de *Mémoire* (d'un ambitus de quarte augmentée, si l'on se place dans le système classique chromatique) :



Remarquons au passage l'intention volontaire du compositeur de placer dans les nombres 11, 1, 8, 3, la transcription des lettres B, A, C, H, de l'alphabet musical, rendant hommage au maître incontesté des jeux et codes extra-musicaux (chiffres et lettres) qu'était Jean-Sébastien Bach.

g) mathématique et perception : carceri
d'Invenzione II de FERNEYHOUGH

*** London, Peters.

Dans *Carceri d'Invenzione II* (1982)***, Brian Ferneyhough organise la perception des événements sonores d'une manière arithmétique. Il prend en considération l'impact acoustique sur l'affect de l'auditeur, d'une manière quantitative

à composantes triangulaires de Braque, Calder, Kandinsky, Klee, Kowalski, Miro, Miroglio, Mondrian, Picasso, Tapies, ... La figure géométrique régie par le nombre 3 symbolise la divinité, l'harmonie et la proportion. Dans la musique le chiffre (ainsi que ses multiples) sont présents dans toutes les structures de l'oeuvre et architecturent la partition dans ses moindres paramètres. Ce voyage sonore à travers des "séquences trinitaires" est réalisé grâce à 3 groupes de percussions, formés chacun de 3 éléments de chaque famille de timbre. Ils sont disposés en triangle et représentent un total de 33 outils instrumentaux. Le plan formel est tripartite : A et B comportent chacun une séquence de 3" et onze séquences de 33" dont l'ordre d'exécution est ad libitum, seule la coda doit clore la partition. Le percussionniste joue dans 3 positions différentes et doit utiliser 12 sortes de baguettes en employant 6 modes de jeu différents. Au total, 3333 valeurs de durées, sons ou silences peuvent être appréhendées par le musicien-acteur. "L'interprète se déplace entre les 3 groupes instrumentaux suivant un rituel gestique où l'efflorescence de l'esprit et de la sensibilité doivent surgir - à travers le sacré de ce chiffre génétique - des sons et de leurs résonances".*

* Programme du Forum des Percussions, Paris, Centre Pompidou, du 5 au 10 décembre 1984. L'oeuvre est éditée chez Salabert, à Paris.

conclusion

Nous avons pu constater - ainsi que l'admettait Saint Augustin - que le nombre est Vivant dans l'Art, à tous les niveaux de l'édifice compositionnel : attaques, hauteurs, intensités, durées, timbres, espaces, perceptions; du micro-intervalle (Bancquart) à la phrase musicale (Louvier), du tissu harmonique (Ives) à la macro-forme d'un mouvement (Petit). Pour Pascal Dusapin, l'acte de création doit être libre de toute envie, de toute humeur, de toute doctrine et de tout système : les musiciens gèrent pour la plupart l'héritage des années cinquante et continuent trop souvent de confondre combinatoire et composition**. Nous savons où mène trop de liberté et nous pourrions éclairer l'autre versant de l'art musical en citant certaines oeuvres de Stockhausen ou Brown, ou en discutant sur diverses réunions publiques organisées par Cage, le groupe Fluxus... Faut-il prôner l'esthétique du bastinage de la Mathématique ou celle du toboggan de la Liberté ? Vaut-il mieux s'aventurer sur les rails d'une Logique (parfois inventer) ou se laisser à la dérive d'une Inspiration, n'écouter que les conseils du "vent qui passe", comme l'affirmait Debussy ? "Bien malin qui discernera le vrai du faux, qui séparera exorcisme et obsession, qui fera la part de la contrainte futile et du recours à la toute puissance du Nombre!"***. De toute évidence, en musique (autant qu'en littérature ou en arts plastiques), nous pouvons reconnaître, avec Raymond Queneau, des formes "qui imposent à la matière proposée toutes les vertus du Nombre et naissant de l'expression même .../... connaturelle à l'idée directrice, fille et mère de tous les éléments qu'elle polarise, se développe une structure qui transmet aux oeuvres les derniers reflets de la lumière universelle et les derniers échos de l'Harmonie des Mondes"****.

** MONDE DE LA MUSIQUE, n°86, Paris, février 1986.

*** Pierre BOULEZ, in CRITIQUE, n°408, op. cit., p.446.

**** BATONS, CHIFFRES ET LETTRES, Paris, Gallimard, 1965.

Pierre-Albert CASTANET, compositeur et analyste, prix du C.N.S.M. de Paris, chargé de cours et coordinateur des activités de musique contemporaine à l'Université de Haute-Normandie, clarinettiste et président du NOUVEL ENSEMBLE CONTEMPORAIN. A récemment publié une pièce pour clarinette, *Algol*, une oeuvre semi-ouverte, *Octimbres*, et un manuel partique de l'Improvisation.

LE NOMBRE ET LA MUSIQUE

Il m'a fallu un voyage au Liban (1965) pour comprendre Pythagore. Le mode de transport le plus fréquent au Proche Orient était le taxi collectif. Dans la plaine de la Becca nous avons pris à bord une paysanne et sa fille. Je demandai à l'ancêtre de chanter. Dès les premières notes d'une mélodie qui jouait sur trois ou quatre hauteurs, cette femme n'était plus avec nous mais dans quelque ailleurs fabuleux et secret... Sa fille eut la plus grande peine à la faire revenir parmi nous. Ce rapt de l'âme et du corps par la musique est fréquent dans le Proche Orient. Comment tenter de maîtriser cette force qui nous projette dans le "sans-nom" ?

Si la voix n'est pas un objet manipulable, tout instrument à cordes, par contre, se prête à l'expérimentation... Celle même de Pythagore : par division de la corde (en 2, 3...) on obtient des hauteurs différentes (harmoniques). Ainsi s'établit une application de l'ensemble des sons sur celui des nombres. Le nombre offre dès lors la maîtrise des intervalles, et, par delà, de la musique... Par généralisation, le nombre offrira la maîtrise du monde.

Depuis Pythagore, les apologistes et théologiens de la musique n'ont jamais cessé d'affûter leurs nombres pour mieux cerner une justesse idéale dont l'oreille musicale (et donc celle des compositeurs) en action ne se souciait que médiocrement*. On peut donc avancer que la musique dans sa relation avec le nombre et la musique en tant qu'expérience vécue constituaient deux ensembles disjoints et c'est en fonction de cette disjonction qu'à maintes reprises P. Schaeffer a vitupéré contre les "musiciens acousticiens" qui confondaient musique et acoustique.

Certes, le temps en musique se compte. Mais la maîtrise du solfège (rythmique) ne vise qu'à permettre la maîtrise des durées symbolisées non par des chiffres mais par des idéogrammes (♪ ♪ ♫ ...) grâce à un conditionnement tel que le corps et l'esprit soient libérés des opérations de comptage constant (1,2,3 - 1,2,3...).

La croyance commune (ou le comportement commun) veut que "La musique se nourrisse d'inspiration et de métier; qu'elle n'a que faire de mathématiques sinon pour des élucubrations intellectuelles qui n'auraient de musique que le nom".

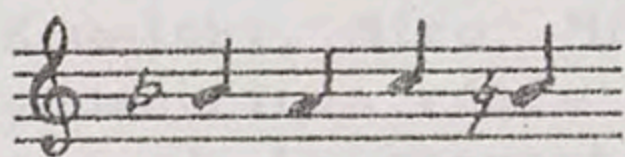
Cependant Bach et le XVIIe siècle ont connu et reçu l'enseignement de la Kabale (et Leibniz qui considérait la musique comme un exercice d'arithmétique occulte n'a-t-il pas conjoint la Kabale à son traité De la combinatoire ?). Or la Kabale veut qu'on associe des lettres à des nombres. Par ailleurs les notes, dans de nombreuses régions, sont désignées par les lettres de l'alphabet. Nous avons donc l'ensemble de relations**.

LA = a = 1	La = h = 8	La = p = 15	La = x = 22
Si = b = 2	Si = i, j = 9	Si = q = 16	Si = y = 23
Do = c = 3	Do = k = 10	Do = r = 17	Do = z = 24
Ré = d = 4	Ré = l = 11	Ré = s = 18	
Mi = e = 5	Mi = m = 12	Mi = t = 19	
Fa = f = 6	Fa = n = 13	Fa = u = 20	
Sol = g = 7	Sol = o = 14	Sol = v, w = 21	

* L'oreille riche de pouvoirs de discrimination d'une incroyable acuité dès lors que l'attention se porte sur la justesse, se relâche dans une tolérance laxiste non moins étonnante si son intérêt se porte sur un autre visage des sons : l'expression ou la complexité dans la musique vivante.

** En Allemagne on distingue deux Si, le bémol = B et le bécarre H, d'où une distorsion par rapport à la relation établie par la Kabale (ou une ambiguïté).

Le nom de Bach a donné lieu à un thème souvent exploité



par Bach lui-même. Ce qu'on sait moins, c'est que Bach vers la fin de sa vie, s'est adonné à la numérologie. On peut considérer qu'au dramatisme psychologique (symbolisme des intervalles) il a substitué une symbolique du nombre. Le dernier choral qu'il a écrit : Von Deinem Thron... comporte deux parties. La première comporte 14 notes, la seconde 41 (récurrence de 14). Or B.A.C.H. = (2 + 1 + 3 + 8) = 14 et J(9).S(18).BACH(14) = 41. Toutes les dernières oeuvres de Bach se réfèrent à cette symbolique*. Mais le nombre, dans son utilisation par Bach, n'est pas considéré pour lui-même et dans son efficace in se; sa présence ne s'explique que par son symbolisme dans le monde de la Kabale.

S'agissant de "musique et nombre" nous ne traitons pas de "musique et géométrie". Toutefois rappelons que depuis le XIIIe siècle, la musique n'a cessé de géométriser par le jeu (spatial) de l'écriture. Les portées (abscisse : axe du temps; ordonnée : axe des hauteurs) sont de véritables coordonnées cartésiennes, et, dans le plan où s'inscrit l'écriture, toute répétition d'un thème est une translation; toute transposition également. Par ailleurs les jeux de l'écriture tels que le renversement (on conserve la grandeur, mais on inverse le sens des intervalles d'une ligne mélodique) ou la récurrence (lecture de droite à gauche) sont des symétries par rapport à des axes.

**
TECHNIQUE DE MON LANGAGE MUSICAL, volume de texte, Paris, Leduc, p.13.

Iannis XENAKIS, MUSIQUES FORMELLES, Paris, Masse, p.15.

Ce n'est donc qu'à notre époque que le nombre a été intégré, pour sa vertu propre, à l'acte même de composer, et c'est pourquoi on a parlé d'un renouveau du pythagorisme. Mais ne serait-il pas plus exact de parler d'un "pythagorisme inversé"? Nous avons avancé cette idée que l'expérience de Pythagore sur les cordes visait à maîtriser le "sans nom", le "dangereux", le "sans limite", au sein desquels nous aspirait la musique. Or que cherchent Messiaen, Xenakis... sinon, par le nombre, à susciter une expérimentation d'un au-delà de la raison?

MESSIAEN : "Pensons... à l'auditeur de notre musique modale et rythmique... être séduit, tel sera son unique désir. Et c'est précisément ce qui se produira : il subira malgré lui le charme des impossibilités... toutes choses qui l'amèneront progressivement à cette sorte "d'arc-en-ciel théologique" qui essaie d'être le langage musical dont nous cherchons édification et théorie"***.

XENAKIS : "L'art (et surtout la musique) a bien une fonction fondamentale qui est de catalyser la sublimation... Il doit viser à entraîner par des fixations repères vers l'exaltation totale dans laquelle l'individu se confond, en perdant sa conscience, avec une vérité immédiate, rare, énorme et parfaite"***.

C'est bien là, en quelque sorte, l'inverse exact de la démarche pythagoricienne : non plus la maîtrise du monde par le nombre, mais bien, par la maîtrise du nombre la fusion au sein de l'Univers.

Notons toutefois l'ambiguïté de la démarche tant des pythagoriciens que des compositeurs actuels. Car pour les premiers si le nombre permettait une domination rationnelle du monde, il permettait aussi, par gnose, une certaine connaissance "orphique", il était voie mystique. Et pour les seconds, la visée projectionnelle dans le "sans nom" procède par jeu rationnel et par volonté de domestiquer, par ce jeu, l'indomptable.

hommage à galois : "de l'ambiguïté" ****

Oeuvre de Jean-Etienne MARIE
commande de Radio-France.

Se lancer dans une oeuvre rendant hommage à Evariste GALOIS incite à lire ses textes, non en seconde main, mais directement dans le texte. Ce qui frappe au cours d'une telle lecture est l'entrecroisement incessant de méditations mathématiques très générales :

"Ici on fait l'analyse de l'analyse : ici les calculs les plus élevés exécutés jusqu'à présent sont considérés comme des cas particuliers qu'il a été utile, indispensable de traiter, mais qu'il serait funeste de ne pas abandonner pour

* Je ne dis à personne que je doive à ses conseils ou à ses encouragements tout ce qu'il y a de bon dans mon ouvrage. Je ne le dis pas, car ce serait mentir".

des recherches plus larges".
et de proclamations manifestant la plus grande exigence d'honnêteté intellectuelle* :

"Hasardé dans une voie aussi insolite, bien souvent des difficultés se sont présentées que je n'ai pu vaincre. Aussi... trouvera-t-on souvent la formule "je ne sais pas"... Le livre le plus précieux du plus grand savant serait celui où il dirait tout ce qu'il ne sait pas. Quand la concurrence, c'est-à-dire l'égoïsme, ne règnera plus dans les sciences... au lieu d'envoyer aux Académies des paquets cachetés on s'empressera de publier ses moindres observations pour peu qu'elles soient nouvelles, et on ajoutera "je ne sais pas le reste". (De Ste-Pélagie, décembre 1831).

Mais comment n'être pas profondément bouleversé par l'examen des derniers manuscrits, ceux laissés sur la table de travail juste avant cette quête d'une mort pressentie au cours d'un duel obscur ?

Mentir	
Pistol (et)	
REPUBLICQUE	
$(n-2) x^{n-3} \cong 2(n-3) x^{n-4} + 3(n-4) x^{n-5} \dots$	
Pas l'ombre	indivisible
	unité, indivisibilité de la république
	Liberté, égalité, fraternité ou la mort
Fa bémol	Inconstitutionnalité
Une femme	$\frac{\sqrt{\varphi a}}{x \varphi a} \quad \frac{dx}{\sqrt{\varphi x}}$

Un hommage, à moins d'être emploi usurier de formules dérivées de l'apport d'E. Galois dans les champs mathématiques, devrait donc, pour être véritable, s'efforcer de trouver une problématique rendant compte de cette intime union de l'homme, de l'oeuvre.

"J'ai fait en analyse plusieurs choses nouvelles. Les unes concernant la théorie des équations..."
(Lettre à A. CHEVALIER)

Dans les écrits de Galois, on voit interférer les notions de permutation, substitution, de modulo, de nombres premiers dans la résolution d'équations algébriques de degré n . Citant au hasard, relevons :

94 a,b "Pour qu'une équation primitive de degré m soit soluble par radicaux il faut que $m = p^v$, p étant un nombre premier (Si...) l'équation devra être telle que deux valeurs quelconques de ses racines étant connues, les autres s'en déduisent rationnellement... La démonstration de ces propositions est fondée sur la théorie des permutations. deux cas à considérer**.

a est premier, a^x divise $\frac{p^v - 1}{p - 1}$

$\frac{p^v - 1}{a(p-1)} \quad v \equiv p \pmod{a^x} \quad a^x \equiv 1 \pmod{p}$

95 a (1) LEMME II
Si \mathcal{M} est un nombre premier et p un entier quelconque

** Les citations ici faites sont extraites des ECRITS ET MEMOIRES MATHEMATIQUES D'EVARISTE GALOIS, édition critique intégrale par R. BOURGNE et J.P. AZRA, Paris, Gauthier-Villars, 1962. Les fragments 94 a,b et 95 a se trouvent respectivement aux pages 167 et 149.

$$(x-p)(x-p^2)(x-p^3)\dots(x-p^{\mu-1}) \equiv \frac{x^{\mu}-1}{x-1} \pmod{\frac{p^{\mu}-1}{p-1}}$$

En effet, appelons G un groupe qui contient toutes les substitutions linéaires possibles par les $\frac{p^{\nu}-1}{p-1}$ lettres..."

Notre problème consiste donc à trouver une écriture musicale qui ait quelque relation non pas uniquement avec telle ou telle solution apportée par E. Galois, mais avec un ensemble (sinon l'ensemble) des problèmes qui se posaient à lui : comment regrouper, dans un homomorphisme musical, les questions d'intégration ou de différenciation liées au degré d'une expression algébrique, et celles de modulo, de nombres premiers, de permutations, de substitutions, sans omettre l'introduction de nombres irrationnels là où jusqu'alors n'intervenaient que des nombres entiers - tout en laissant présager l'extrême tension d'une si courte et si tumultueuse existence.

Pour ce faire :

1. Nous avons liées ensemble les notions de degré d'équation, de modulo, de substitution et de hauteur des sons utilisés.
2. La dispersion de ces sons s'est faite selon des structures temporelles élaborées à partir de durées tirées de la suite des nombres premiers par le jeu double de combinaisons et de permutations, structures procédant par superpositions homothétiques dans des rapports quantifiés par des nombres rationnels ou irrationnels, non par décision arbitraire, mais par application d'une même loi tout au long de l'oeuvre.
3. L'instrumentation ayant pour contrainte de souligner les structures temporelles et de hauteur, procède également par substitution.

Nous reporterons, après examen de ces points l'étude de la forme générale de l'oeuvre et de la liaison de ces processus à ce que fut la vie d'Evariste GALOIS.

domaine des hauteurs

puissance et modulo

Les musiciens ressentent comme identique l'octave. Si cette octave est divisée en 12 intervalles tempérés, ils perçoivent la musique comme une répétition du même toutes les 12 notes, de même qu'on lit l'heure se répétant de 12 en 12 heures, on perçoit donc les notes modulo 12 et nous aurons, en prenant le Do comme origine :

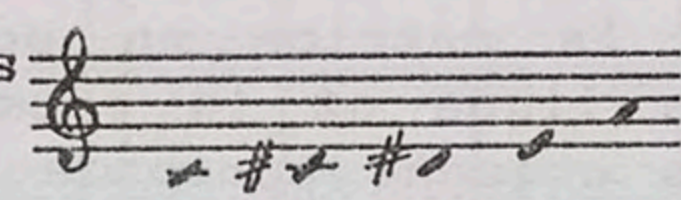
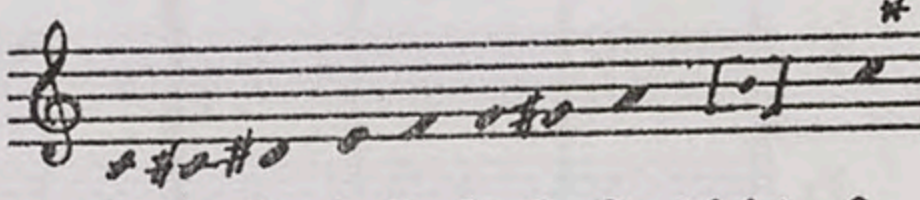
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 0 ...

Rappelons (pour nos lecteurs musiciens) que dans l'ensemble des nombres entiers, l'expression " $x = y \pmod{12}$ " qui se lit "x est congruent à y modulo 12" signifie que $x - y$ est divisible par 12 et selon que la division de x par 12 fait apparaître un reste y : 0, 1, 2, 3...11, on peut disposer tout nombre entier dans une classe $E_0, E_1, E_2 \dots E_{11}$. Or il est remarquable que si on élève chacun des nombres de cette suite 0, 1, 2...11 (que nous avons liée à des hauteurs) aux puissances 2, 3, 4, ...n, nous obtenons des nombres qui, lus mod.12 laissent apparaître deux ensembles (défectifs) de nombres distincts, l'un pour les puissances paires, l'autre pour les puissances impaires :

NOTE	CLASSE	N ²	N ³	N ⁴	N ⁵	Modulo 12 :	N ²	N ³	N ⁴	N ⁵
Do	0	0	0	0	0		0	0	0	0
DO#	1	1	1	1	1		1	1	1	1
Ré	2	4	8	16	32		4	8	4	8
Ré#	3	9	27	81	243		9	3	9	3
Mi	4	16	64	256	1024		4	4	4	4
Fa	5	25	125	625	3125		1	5	1	5
Fa#	6	36	216	1296	7776		0	0	0	0
Sol	7	49	343	2401	16807		1	7	1	7
Sol#	8	64	512	4096	32768		4	8	4	8
La	9	81	729	6561	59049		9	9	9	9
La#	10	100	1000	10000	100000		4	4	4	4
Si	11	121	1221	13341	147741		3	9	3	9

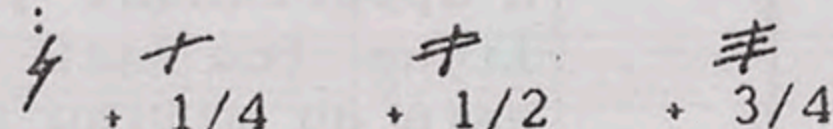
La relation hauteur-puissance-modulo met donc en évidence deux groupes de notes, l'un de 5, l'autre de 8 :

* Ces 8 notes sont les premières d'un mode de 9 notes de structure symétrique et répétitive. Si l'on note le nombre de 1/2 tons séparant chaque terme on a : 1,2,1; 1,2,1; 1,2,1. Cette réflexion n'est ici inscrite que pour souligner le réflexe premier d'un compositeur face à une structure.

Puissances paires :  Puissances impaires : 

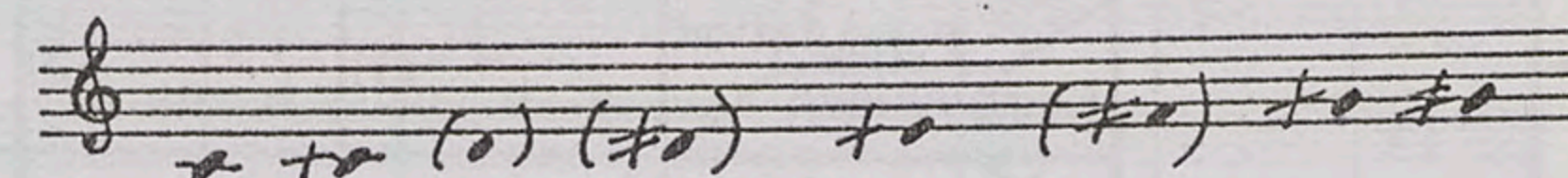
0	1	5	4	5	7	8	9	(11)	0				
	1	2	1		1	2	1		1	2		1	

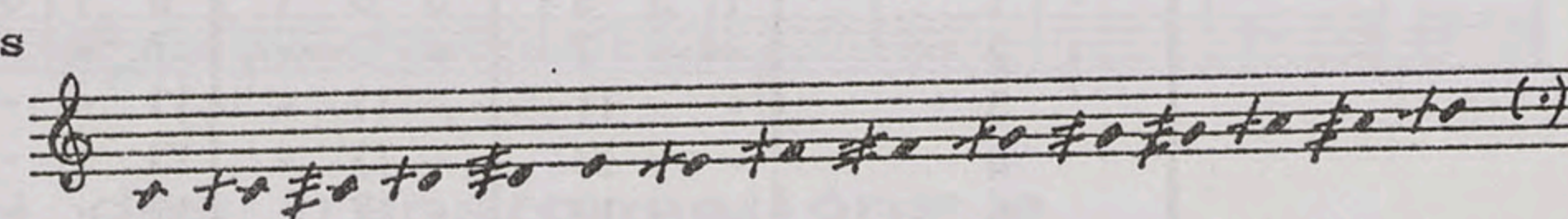
On peut opérer de la même façon avec 24 quarts de tons et là, le résultat est de beaucoup plus riche. Précisons que nous notons ainsi les quarts de tons :



NOTES	CHIFFRAGE	MODULO 24			
		n ²	n ³	n ⁴	n ⁵
Do ♯	0	0	0	0	0
Do +	1	1	1	1	1
Do #	2	(4)	8	16	8
Do #	3	9	3	9	3
Ré ♯	4	16	16	16	16
Ré +	5	1	5	1	5
Ré #	6	(12)	0	0	0
Ré #	7	1	7	1	7
Mi ♯	8	16	8	16	8
Mi +	9	9	9	9	9
Fa ♯	10	4	16	16	16
Fa +	11	15	12	15	12
Fa #	12	0	0	0	0
Fa #	13	1	13	1	13
Sol ♯	14	(4)	8	16	8
Sol +	15	9	15	9	15
Sol #	16	16	16	16	16
Sol #	17	1	17	1	17
La ♯	18	6	12	0	0
La +	19	1	19	1	19
La #	20	16	8	16	8
La #	21	9	21	9	21
Si ♯	22	(4)	16	16	16
Si +	23	1	23	1	23

Soient deux ensembles de notes

puissances paires 

puissances impaires 

1	2	2	2	1	1	3	(1+2)	1	1	2	2	2	1
---	---	---	---	---	---	---	-------	---	---	---	---	---	---

Modulo 24, nous avons alternance (si nous négligeons les 8 notes de n_2) de 5 et 15 notes pour les puissances respectivement paires et impaires, la dérivée ultime constituant le total chromatique de 24 sons.

Il est irréaliste actuellement de sortir du quart de ton pour la musique instrumentale d'orchestre si l'on désire se référer à des hauteurs précises. Mais une telle recherche devrait être poursuivie dans les domaines informatiques et électroniques avec des musiques modulo 30, 36, 42... ou un nombre quelconque... De toute façon, le total chromatique en un tempérament donné apparaîtrait comme dérivée ultime de puissances dont la numération modulaire ferait alterner des échelles défectives correspondant aux puissances paires et impaires. La structure de l'oeuvre sera donc établie par le cheminement : du mode engendré par les puissances impaires à celui émanant des puissances paires pour aboutir au total chromatique.

Le développement peut se faire de deux manières :

- a) On établit la matrice en portant la série défective sur la première ligne et la première colonne : chaque premier terme de la colonne commande une transposition de la série. Si la matrice utilisait le total chromatique aucune case de la matrice ne sortirait de l'ensemble chromatique. Mais ici, la transposition de la première ligne introduit dans certaines cases des notes appartenant au total chromatique mais n'appartenant pas à l'ensemble des notes de notre première ligne (ce qui se passe avec le mode majeur transposé au sein du milieu chromatique).
- b) On procède par substitution*; dans ce cas toutes les transformées ("substituées") restent dans l'ensemble des notes de départ. Pour maîtriser mieux ce processus de substitution, nous avons introduit dans l'oeuvre *Obediens usque ad Mortem* le principe de sous-ensembles de substitutions cycliques (5 et 7 notes qui permettaient le retour de la formule originale après un cycle de 35 transformations). Ici, disposant d'un ensemble de 15 notes, nous avons introduit le jeu de cycles de 7, 5 et 3 notes. La formule initiale ne se retrouve qu'au bout de 105 substitutions (il faut cependant noter que des cycles de 21, 15, 35 quasi répétitions s'instituent dans le balayage du grand cycle des 105 substitutions)...C'est ce second mode de développement que nous avons adopté.

Soit une suite d'objets A B C D
On substitue D à A, B à C,
A à B, C à D

A → D → C → B → A.....
B → A → D → C → B.....
C → B → A → D → C.....
D → C → B → A → D.....

tableau a

durees

Pour édifier les structures rythmiques, nous sommes partis de la suite des nombres premiers dans laquelle nous avons sélectionné deux ensembles de 7 valeurs :

- a) 1, 3, 5, 7, 11, 13, 17
- b) 1, 5, 11, 13, 17, 23, 31

Dans le premier ensemble nous avons sélectionné $C_3^7 = 35$ combinaisons de 3 valeurs qui soumises à permutation nous donnent un tableau de 210 figures rythmiques :

Permutation Combinaison	a b c ⁽¹⁾	b c a ⁽²⁾	c a b ⁽³⁾	b a c ⁽⁴⁾	a c b ⁽⁵⁾	c b a
1	1 3 5	3 5 1	5 1 3	3 1 5	1 3 5	5 3 1
2	--- 7	- 7---	7 - -	- - 7	- 7 -	7 - -
3	- - 11	- 11 -	11 - -	- - 11	- 11---	11 - -
4	- - 13	- 13 -	13 - -	- - 13	- 13 -	13 - -
5	- - 17	- 17 -	17 - -	- - 17	- 17 -	17 - -

35	11 13 17	13 17 11	17 11 13	13 11 17	11 17 13	17 13 11

Serie (P) Luyssens

no. 15. 1. ligne: (4.13) 14 = 8 1/2

(3.7:21) 5

A handwritten musical score consisting of 24 staves, numbered I to XXIV on the right side. The notation includes notes, rests, and other musical symbols. There are several annotations on the left side of the page:

- A large bracket on the left side groups staves I through XII.
- Another bracket groups staves XIII through XXIV.
- Small handwritten notes and symbols are scattered around the staves, including some circled notes.
- At the top of the page, there are some numbers and symbols: "1 0 1 - 0 - - - 1 - 1 - 0 1".

tableau partiel des transformations a

Transcrites en valeurs traditionnelles, ces combinaisons nous donnent :

$$\begin{aligned}
 1, (1) &= \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} & 4, (4) &= \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \\
 2, (2) &= \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} & 5, (5) &= \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \\
 3, (3) &= \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} & 35, (6) &= \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩}
 \end{aligned}$$

Dans le second ensemble, nous avons sélectionné $C_7^5 = 21$ combinaisons de 5 durées distinctes. Mais chacune de ces combinaisons se prêtant à $5! = 120$ permutations, nous aurions eu affaire à $120 \cdot 21 = 2520$ figures rythmiques. Ce chiffre nous a semblé excessif compte tenu de l'exploitation envisagée de ce matériau de base. Aussi avons-nous introduit le jeu de deux cycles de permutations, l'un de trois, l'autre de deux, qui nous permet de disposer de $21 \cdot 6 = 126$ figures rythmiques de 5 valeurs :

c o m b i n a i s o n s	P e r m u t a t i o n s					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	a b c d e	c b e d a	e b a d c	c d a b e	a d e b c	e d c b a
1	1 5 11 13 17	11 5 17 13 1	17 5 1 13 11	11 13 1 5 17	1 13 17 5 11	17 13 11 5 1
2	- - - - 23	- - 23 - -	23 - - - -	- - - - 23	- - 23 - -	23 - - - -
3	- - - - 31	- - 31 - -	31 - - - -	- - - - 31	- - 31 - -	31 - - - -
16	5 11 13 17 27	13 11 27 17 5	27 11 5 17 13			
21	11 13 17 23 31					31 23 17 13 11

tableau B*

* Se reporter en fin de cet article pour consulter les tableaux B, C et F.

Ce qui en notation rythmique traditionnelles donne :

$$\begin{aligned}
 \text{pour } 2, (3) & \quad \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \\
 \text{pour } 16, (2) & \quad \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩}
 \end{aligned}$$

Aux figures rythmiques issues de ces sélections, combinaisons et permutations de nombres premiers, nous allons appliquer des dilatations ou contractions (homothéties) non par multiplication des valeurs par des nombres naturels ou même fractionnaires comme il fut habituel de le faire de Bach à Messiaen, mais par des nombres réels et ce, non en raison d'un choix arbitraire, mais par application d'une règle simple :

Etant donné un rythme de 5 valeurs : a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 d'une valeur totale : \underline{m} , je dispose au-dessous de lui un second rythme de 5 valeurs : b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 de telle sorte que les trois premières viennent coïncider avec les cinq du rythme initial :

$$\begin{vmatrix} a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \\ b_1 + b_2 + b_3 \end{vmatrix} + b_4 + b_5$$

Or en état non dilaté (= initial) la somme de $b_1 + b_2 + b_3 = \underline{n}$

Pour que la somme de ces 3 valeurs coïncide avec \underline{m} , somme des 5 valeurs du rythme initial, il faut multiplier \underline{n} par un facteur λ de dilatation

$$\underline{m} = \underline{n} \lambda$$

Ce facteur λ appliqué à la totalité du second rythme, nous donne :

$$b_1 \lambda + b_2 \lambda + b_3 \lambda + b_4 \lambda + b_5 \lambda = \underline{p}$$

Un troisième rythme est alors placé au dessous du second pour une dilatation de même type :

$$\text{Si } c_1 + c_2 + c_3 = \underline{q} \quad \text{nous aurons } \underline{p} = \underline{q} \mu$$

Explicitons par un exemple regroupant les figures rythmiques

$$\begin{array}{l} A : 1.(1) \quad 1 + 5 + 11 + 13 + 17 \quad = 47 \\ B : 8.(2) \quad 13 + 5 + 31 + (17 + 1) \quad = 49 + 18 \quad 67 \\ C : 15.(3) \quad (31 + 13 + 1) + (23 + 17) \quad = 45 + 40 \end{array}$$

Faire coïncider les 3 premières valeurs de B avec la totalité de A détermine une contraction de B. Donc chaque terme sera multiplié par $\lambda = 47/49 = 0,95$

La totalité de B prendra pour valeur : $67 \cdot 0,95 = 64$.

Pour que les trois premières valeurs de C coïncident avec cette nouvelle valeur de B, nous devons lui faire subir une dilatation μ de $64/45 = 1,4222\dots$

Handwritten musical notation with three staves labeled A, B, and C. Staff A contains rhythmic figures with durations 1, 5, 11, 13, 17. Staff B contains rhythmic figures with durations 13, 5, 31, and (17 + 1). Staff C contains rhythmic figures with durations (31 + 13 + 1) and (23 + 17). The total duration for A is 47. The total duration for B is 49 + 18 = 67. The total duration for C is 45 + 40 = 85. The text indicates that B is contracted by $\lambda = 47/49 = 0,95$ to match A's total duration of 47. The new total duration for B is $67 \cdot 0,95 = 64$. The text also indicates that C is dilated by $\mu = 64/45 = 1,4222\dots$ to match the new total duration of B (64).

Ce que nous avons opéré avec les 3 premières valeurs de chaque figure rythmique, nous pouvons le reprendre avec les 3 dernières

Handwritten musical notation with three staves labeled A, B, and C. Staff A contains rhythmic figures with durations 1, 5, 11, 13, 17. Staff B contains rhythmic figures with durations 13, 5, 31, and (17 + 1). Staff C contains rhythmic figures with durations (31 + 13 + 1) and (23 + 17). The text indicates that B is contracted by $\lambda = 0,95$ to match A's total duration of 47. The new total duration for B is 64. The text also indicates that C is dilated by $\mu = 1,4222\dots$ to match the new total duration of B (64).

Dans ces deux exemples λ et μ appartiennent à l'ensemble des nombres réels. Nous avons ainsi une structure musicale homologue des structures mathématiques obtenues par Galois en substituant à des nombres naturels des nombres irrationnels. Bien entendu le choix de 3 valeurs contre 5, qui a déterminé la valeur de λ et de μ , est arbitraire ou plus exactement correspond au désir d'une certaine densité d'événements. Si le besoin se fait sentir d'une densité plus grande, nous pouvons déterminer λ et μ par une recherche de coïncidence de 4 valeurs contre 5 :

Handwritten musical notation with three staves labeled A, B, and C. Staff A contains rhythmic figures with durations 1, 5, 11, 13, 17. Staff B contains rhythmic figures with durations 13, 5, 31, and (17 + 1). Staff C contains rhythmic figures with durations (31 + 13 + 1) and (23 + 17). The text indicates that B is contracted by $\lambda = 0,8933\dots$ to match A's total duration of 47. The new total duration for B is 64. The text also indicates that C is dilated by $\mu = 0,8533\dots$ to match the new total duration of B (64).

Là s'arrête la recherche d'une analogie entre la pensée de Galois et l'univers musical qui m'est propre. L'acte de composition dès lors commence.

composer

De l'ambiguïté fut une commande de Radio France comportant un cahier des charges quant au nombre d'instrumentistes. Nous avons donc écrit cette oeuvre pour 4 bois, 4 cuivres, 3 percussions-claviers, 12 cordes. Elle comporte deux parties, la première, abstraite, pour 12 cordes; la seconde, plus dramatique, pour l'ensemble de l'effectif.

*
Se reporter en fin de cet article pour consulter les tableaux B, C et F.

I. Premier fragment sur les puissances impaires
pour 12 cordes en quart de ton

L'acte qui fonde l'oeuvre est la détermination de la partition temporelle. Sur ce plan, nous disposons d'un tableau de combinaisons partant des valeurs les plus brèves (1, 5, 11, 13, 17) vers les plus longues (11, 13, 17, 23, 31). **tableau B*** Ce tableau, par la technique d'écriture que nous venons de décrire (homothéties), va servir à fixer un certain nombre de structures rythmiques à 3 voix. Nous avons renoncé à un balayage aléatoire-esthétique et recherché une équipartition des durées des combinaisons retenues. Le **tableau C** dans lequel le premier chiffre indique la ligne des combinaisons, le second la colonne des permutations, en témoigne.

Pour la 1ère structure

1.1
7.2
14.3

, pour la 2ème

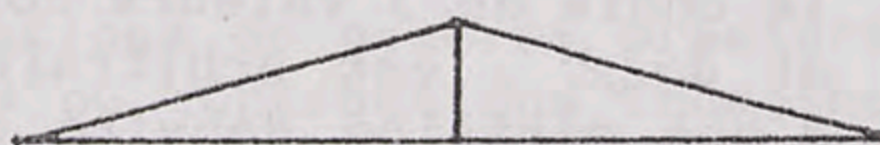
2.2
8.3
15.4

 ...

Ainsi les 126 figures rythmiques du tableau des combinaisons-permutations se trouvent ramenées à
42 structures de 3 valeurs contre 5 avec synchronisme initial
42 - - - - - final

Au-dessous de chaque structure, figurent 2 chiffres indiquant la durée totale respectivement pour le synchronisme initial et pour le synchronisme final; ces durées varient de 59 à 396 ♩ .

C'est à partir de ce tableau que nous avons élaboré le schéma temporel du premier mouvement. Voulant terminer ce premier mouvement par un synchronisme de toutes les cordes se reproduisant trois fois, nous sommes partis de la fin, utilisant les structures de durée (127 à 139, puis 166 → 179 enfin 184 à 226) qui lors de l'audition - donc dans l'ordre inverse - donneront une sensation de densité plus grande. A partir de cette triple répétition d'un synchronisme final, toujours en remontant le temps, a été mis en place un contrepoint ininterrompu de structures dont les durées vont croissant de 126 à 327, avec effet de densité croissante puis décroissante, un synchronisme final s'enchaînant à un synchronisme initial



L'oeuvre se présente donc comme un contrepoint, à 4 voix, non de lignes mélodiques, mais de structures, elles-mêmes contrepoint à trois voix.

Le hasard seul a fait que le sous-ensemble des hauteurs correspondant aux puissances impaires comportait 15 notes qui sont venues s'ajuster aux 15 valeurs de chacune des 3 voix des structures rythmiques de base.

L'oeuvre enchaîne un premier épisode ne comportant, à l'exception de la contrebasse isolée dans l'extrême grave, que des sons très aigus, harmoniques ou naturels, non vibrés. Un second épisode introduit un effet de sourdine, prend un caractère expressif et met en évidence des mouvements mélodiques plus accusés. Troisième épisode *ff* avec de grands intervalles, très expressif, qui introduit au mouvement caractérisant la fin de ce premier fragment. En effet, dans cette fin, dont nous avons déjà signalé le triple synchronisme terminal, les valeurs des structures de base sont animées de mouvements de triolets, quatrilolets, quintilolets en alternance avec une tenue (mouvement, tenue, mouvement, tenue, mouvement).

Musique abstraite, de silence, de méditation, de tension, de volonté constructive, d'un "je découvre" heurtant un "je ne sais".

Voir pages suivantes les reproductions des extraits d et d' (2 pages du début), e et e' (2 pages de la fin)

Viol. I
Viol. II
Vla.
Cello I
Cello II
C.B.

nos vides - En fin d'archet jusqu'à mesure 13 : *

mp

7
f + f
f + f
f + f
f + f
V = Pente
an
table

Viol. I
Viol. II
Vla.
Cello I
Cello II
C.B.

nos vides - En fin d'archet : jusqu'à mesure 13 : *

mp

"De l'Ambiguïté" J.E. MARIE
 extrait du début du 1er mouvement
 (planches d et d')
 - d -
 reproduction Interdite

101

Handwritten musical score for system 101. It consists of four staves. The top staff has a treble clef and contains a melodic line with various notes and rests. The second staff has a bass clef and contains a bass line. The third and fourth staves appear to be for a piano accompaniment, with chords and arpeggiated figures. Performance markings include 'poco vibrato' and 'mp' (mezzo-piano). There are also some handwritten annotations and symbols like asterisks and arrows.

102

Handwritten musical score for system 102. It consists of four staves, continuing the piece from system 101. The notation is similar, with a melodic line on the top staff and accompaniment on the lower staves. Performance markings include 'poco vibrato' and 'mp'. There are also some handwritten annotations and symbols.

Handwritten musical score for "De l'Ambiguïté" by J.E. Marie. The score is written on multiple staves, showing complex rhythmic patterns and melodic lines. It includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings. The score is divided into measures by vertical bar lines. There are some handwritten annotations and corrections throughout the piece.

"De l'Ambiguïté" J.E. MARIE
 reproduction d'un fragment de la fin du
 1er mouvement (planches e et e')
 reproduction Interdite

105)

Handwritten musical score for measures 105-109. The score is written on ten staves, with five staves per system. It includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings like *mf* and *ff*. The notation is dense and appears to be a complex piece of music.

110)

Handwritten musical score for measures 110-114. The score is written on ten staves, with five staves per system. It includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings like *ff* and *mf*. The notation is dense and appears to be a complex piece of music.

II. Deuxième fragment sur les puissances paires pour bois, cuivres, percussions, cordes.

Ce deuxième fragment se propose d'évoquer, toujours à partir des mêmes structures, la vie tumultueuse du révolutionnaire.

Première opposition : bois et cuivres sont groupés par 4 alors que les cordes restent, comme dans la première partie, assemblées par trois. Les bois utiliseront des rythmes de 3 valeurs, les cordes ceux de 5 valeurs ou de 3 valeurs selon le contexte. Mais lorsqu'elles reposent sur les figures de 5 valeurs, celles-ci, dans les structures de base, sont ajustées à 4 contre 5. Enfin ce fragment comporte deux parties. La première introduit le processus de substitution dans les timbres (avec trois cycles de 4, 5 et 6 substitutions

trombone → hautbois → cordes II → trompette → flûte
clavier → cordes I → cor I → percussion → cordes III → clarinette
cor II → cordes IV → timbales → basson

tableau f

La seconde comporte 4 séquences. Les épisodes 1, 2 et 4 débutent par un groupe rapide et bref aux timbales, percussion *pp* et 3 (pour épisode 1) 6 et 9 cordes (pour épisodes 2 et 4), exploitent les structures de 4 contre 5 valeurs selon le schéma



S'imbriquent alors et poursuivent seuls ensuite bois et cuivres sur des structures à 4 voix élaborées à partir des combinaisons de 3 valeurs (C) sur lesquelles également interviennent en rafale les cordes en fin de parcours. L'épisode 3 est comme une suspension du temps avec effets des cordes (spiccato, saltando, pizz., harmoniques...) proches du silence, voulant rendre plus dramatique l'apparition de 4. Après un silence, l'oeuvre se termine par un Pizz. *ffff* et un coup de timbale.

Structure 4 contre 5, synchronisme initial
Processus de substitution des timbres (substitution n°6)

Voir pages suivantes la reproduction d'un extrait
final du 2e mouvement, g1, g2, g3

16 $\hat{\curvearrowright}$ T° $J=12$

V.7
Vto I
Vto II
V.6
Vto I
Vto II

15
17
18
19
20
21

ppp
pp
mf
sf

separat
expansif

136
136'

10

"De l'Ambiguïté" J.E. MARIE
 extrait du second mouvement
 (planches G1, G2 et G3)
 - g1 - reproduction interdite

75

17

Handwritten musical score for a symphony orchestra, page 17, rehearsal mark 75. The score is written in a single system with multiple staves. The instruments listed on the left are:

- K. (Kornet)
- ob. (Oboe)
- cl. (Clarinete)
- bas. (Basson)
- Trp. (Trompete)
- Cor I (Corni I)
- Cor II (Corni II)
- Tub. (Tuba)
- W. (Waldhorn)
- F. (Fagott)
- Syncl. (Synchronon)
- Gong (Gong)
- C. (Cymbale)
- Tam. (Tambourin)
- Gr. (Glocke)
- Tim. (Trommel)

The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings like *pp* (pianissimo) and *ppp* (pianississimo). There are also some handwritten annotations and a box containing the number '75' at the top. The bottom of the page features the page number '- 92 -' and the text 'reproduction Interdlite'.

18

Handwritten musical score for the first system, measures 18-21. It features multiple staves with complex notation, including notes, rests, and dynamic markings. A large bracketed section at the top right contains rhythmic patterns.

Handwritten musical score for the second system, measures 22-25. The notation is less dense than the first system, with some notes and rests visible.

Handwritten musical score for the third system, measures 26-29. This system is mostly empty, with only a few faint notes and markings.

Handwritten musical score for the fourth system, measures 30-33. This system contains dense musical notation for various instruments, including strings and woodwinds.

V. 6
 V. 7
 Ato I
 Cello I
 Ato II
 Cello II

$\frac{65}{2}$

n°	a	b	c	d	e	c	b	e	d	a	e	b	a	d	c	c	d	a	b	e	a	d	c	e	d	c	b	a	Total	
1	1	5	11	13	17	11	5	17	13	1	17	5	13	11	11	13	1	5	17	1	13	17	5	11	13	17	11	5	1	47
2	1	5	11	13	23	11	5	23	13	1	23	5	13	11	11	13	1	5	23	1	13	23	5	11	13	23	11	5	1	53
3	1	5	11	13	31	11	5	31	13	1	31	5	13	11	11	13	1	5	31	1	13	31	5	11	13	31	11	5	1	61
4	1	5	11	17	23	11	5	23	17	1	23	5	17	11	11	17	1	5	23	1	17	23	5	11	17	23	11	5	1	57
5	1	5	11	17	31	11	5	31	17	1	31	5	17	11	11	17	1	5	31	1	17	31	5	11	17	31	11	5	1	65
6	1	5	11	23	31	11	5	31	23	1	31	5	23	11	11	23	1	5	31	1	23	31	5	11	23	31	11	5	1	71
7	1	5	13	17	23	11	5	23	17	1	23	5	17	11	11	17	1	5	23	1	17	23	5	11	17	23	11	5	1	59
8	1	5	13	17	31	11	5	31	17	1	31	5	17	11	11	17	1	5	31	1	17	31	5	11	17	31	11	5	1	67
9	1	5	13	23	31	11	5	31	23	1	31	5	23	11	11	23	1	5	31	1	23	31	5	11	23	31	11	5	1	73
10	1	5	13	17	31	11	5	31	17	1	31	5	17	11	11	17	1	5	31	1	17	31	5	11	17	31	11	5	1	73
11	1	11	13	17	23	11	11	23	17	1	23	11	17	13	11	17	1	11	23	1	17	23	11	13	17	23	11	11	1	65
12	1	11	13	17	31	11	11	31	17	1	31	11	17	13	11	17	1	11	31	1	17	31	11	13	17	31	11	11	1	73
13	1	11	13	23	31	11	11	31	23	1	31	11	23	13	11	23	1	11	31	1	23	31	11	13	23	31	11	11	1	79
14	1	11	17	23	31	11	11	31	23	1	31	11	23	17	11	23	1	11	31	1	23	31	11	17	23	31	11	11	1	83
15	1	13	17	23	31	11	13	31	23	1	31	13	23	17	11	23	1	13	31	1	23	31	13	17	23	31	13	11	1	85
16	5	11	13	17	23	13	11	23	17	5	23	11	17	13	13	17	5	11	23	5	17	23	11	13	17	23	11	13	5	73
17	5	11	13	17	31	13	11	31	17	5	31	11	17	13	13	17	5	11	31	5	17	31	11	13	17	31	11	13	5	77
18	5	11	13	23	31	13	11	31	23	5	31	11	23	13	13	23	5	11	31	5	23	31	11	13	23	31	11	13	5	83
19	5	11	17	23	31	13	11	31	23	5	31	11	23	17	13	23	5	11	31	5	23	31	11	17	23	31	11	13	5	87
20	5	13	17	23	31	13	13	31	23	5	31	13	23	17	13	23	5	13	31	5	23	31	13	17	23	31	13	13	5	89
21	11	13	17	23	31	13	13	31	23	11	31	13	23	17	13	23	11	13	31	11	23	31	13	17	23	31	13	13	11	95

tableau de combinaisons b

a		b		c		d		e		f		g		h		i		j		k		l		m		n		o		p		q		r		s		t		u		v		w		x		y		z																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1.1	8.2	2.2	9.3	3.3	10.4	4.4	11.5	5.5	12.6	6.6	13.7	7.7	14.8	8.8	9.9	10.10	11.11	12.12	13.13	14.14	15.15	16.16	17.17	18.18	19.19	20.20	21.21	22.22	23.23	24.24	25.25	26.26	27.27	28.28	29.29	30.30	31.31	32.32	33.33	34.34	35.35	36.36	37.37	38.38	39.39	40.40	41.41	42.42	43.43	44.44	45.45	46.46	47.47	48.48	49.49	50.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
15.3	16.4	17.5	18.6	19.7	20.8	21.9	22.10	23.11	24.12	25.13	26.14	27.15	28.16	29.17	30.18	31.19	32.20	33.21	34.22	35.23	36.24	37.25	38.26	39.27	40.28	41.29	42.30	43.31	44.32	45.33	46.34	47.35	48.36	49.37	50.38	51.39	52.40	53.41	54.42	55.43	56.44	57.45	58.46	59.47	60.48	61.49	62.50	63.51	64.52	65.53	66.54	67.55	68.56	69.57	70.58	71.59	72.60	73.61	74.62	75.63	76.64	77.65	78.66	79.67	80.68	81.69	82.70	83.71	84.72	85.73	86.74	87.75	88.76	89.77	90.78	91.79	92.80	93.81	94.82	95.83	96.84	97.85	98.86	99.87	100.88																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
111 : 36	118 : 34	122 : 34	123 : 34	125 : 34	127 : 34	129 : 34	131 : 34	133 : 34	135 : 34	137 : 34	139 : 34	141 : 34	143 : 34	145 : 34	147 : 34	149 : 34	151 : 34	153 : 34	155 : 34	157 : 34	159 : 34	161 : 34	163 : 34	165 : 34	167 : 34	169 : 34	171 : 34	173 : 34	175 : 34	177 : 34	179 : 34	181 : 34	183 : 34	185 : 34	187 : 34	189 : 34	191 : 34	193 : 34	195 : 34	197 : 34	199 : 34	201 : 34	203 : 34	205 : 34	207 : 34	209 : 34	211 : 34	213 : 34	215 : 34	217 : 34	219 : 34	221 : 34	223 : 34	225 : 34	227 : 34	229 : 34	231 : 34	233 : 34	235 : 34	237 : 34	239 : 34	241 : 34	243 : 34	245 : 34	247 : 34	249 : 34	251 : 34	253 : 34	255 : 34	257 : 34	259 : 34	261 : 34	263 : 34	265 : 34	267 : 34	269 : 34	271 : 34	273 : 34	275 : 34	277 : 34	279 : 34	281 : 34	283 : 34	285 : 34	287 : 34	289 : 34	291 : 34	293 : 34	295 : 34	297 : 34	299 : 34	301 : 34	303 : 34	305 : 34	307 : 34	309 : 34	311 : 34	313 : 34	315 : 34	317 : 34	319 : 34	321 : 34	323 : 34	325 : 34	327 : 34	329 : 34	331 : 34	333 : 34	335 : 34	337 : 34	339 : 34	341 : 34	343 : 34	345 : 34	347 : 34	349 : 34	351 : 34	353 : 34	355 : 34	357 : 34	359 : 34	361 : 34	363 : 34	365 : 34	367 : 34	369 : 34	371 : 34	373 : 34	375 : 34	377 : 34	379 : 34	381 : 34	383 : 34	385 : 34	387 : 34	389 : 34	391 : 34	393 : 34	395 : 34	397 : 34	399 : 34	401 : 34	403 : 34	405 : 34	407 : 34	409 : 34	411 : 34	413 : 34	415 : 34	417 : 34	419 : 34	421 : 34	423 : 34	425 : 34	427 : 34	429 : 34	431 : 34	433 : 34	435 : 34	437 : 34	439 : 34	441 : 34	443 : 34	445 : 34	447 : 34	449 : 34	451 : 34	453 : 34	455 : 34	457 : 34	459 : 34	461 : 34	463 : 34	465 : 34	467 : 34	469 : 34	471 : 34	473 : 34	475 : 34	477 : 34	479 : 34	481 : 34	483 : 34	485 : 34	487 : 34	489 : 34	491 : 34	493 : 34	495 : 34	497 : 34	499 : 34	501 : 34	503 : 34	505 : 34	507 : 34	509 : 34	511 : 34	513 : 34	515 : 34	517 : 34	519 : 34	521 : 34	523 : 34	525 : 34	527 : 34	529 : 34	531 : 34	533 : 34	535 : 34	537 : 34	539 : 34	541 : 34	543 : 34	545 : 34	547 : 34	549 : 34	551 : 34	553 : 34	555 : 34	557 : 34	559 : 34	561 : 34	563 : 34	565 : 34	567 : 34	569 : 34	571 : 34	573 : 34	575 : 34	577 : 34	579 : 34	581 : 34	583 : 34	585 : 34	587 : 34	589 : 34	591 : 34	593 : 34	595 : 34	597 : 34	599 : 34	601 : 34	603 : 34	605 : 34	607 : 34	609 : 34	611 : 34	613 : 34	615 : 34	617 : 34	619 : 34	621 : 34	623 : 34	625 : 34	627 : 34	629 : 34	631 : 34	633 : 34	635 : 34	637 : 34	639 : 34	641 : 34	643 : 34	645 : 34	647 : 34	649 : 34	651 : 34	653 : 34	655 : 34	657 : 34	659 : 34	661 : 34	663 : 34	665 : 34	667 : 34	669 : 34	671 : 34	673 : 34	675 : 34	677 : 34	679 : 34	681 : 34	683 : 34	685 : 34	687 : 34	689 : 34	691 : 34	693 : 34	695 : 34	697 : 34	699 : 34	701 : 34	703 : 34	705 : 34	707 : 34	709 : 34	711 : 34	713 : 34	715 : 34	717 : 34	719 : 34	721 : 34	723 : 34	725 : 34	727 : 34	729 : 34	731 : 34	733 : 34	735 : 34	737 : 34	739 : 34	741 : 34	743 : 34	745 : 34	747 : 34	749 : 34	751 : 34	753 : 34	755 : 34	757 : 34	759 : 34	761 : 34	763 : 34	765 : 34	767 : 34	769 : 34	771 : 34	773 : 34	775 : 34	777 : 34	779 : 34	781 : 34	783 : 34	785 : 34	787 : 34	789 : 34	791 : 34	793 : 34	795 : 34	797 : 34	799 : 34	801 : 34	803 : 34	805 : 34	807 : 34	809 : 34	811 : 34	813 : 34	815 : 34	817 : 34	819 : 34	821 : 34	823 : 34	825 : 34	827 : 34	829 : 34	831 : 34	833 : 34	835 : 34	837 : 34	839 : 34	841 : 34	843 : 34	845 : 34	847 : 34	849 : 34	851 : 34	853 : 34	855 : 34	857 : 34	859 : 34	861 : 34	863 : 34	865 : 34	867 : 34	869 : 34	871 : 34	873 : 34	875 : 34	877 : 34	879 : 34	881 : 34	883 : 34	885 : 34	887 : 34	889 : 34	891 : 34	893 : 34	895 : 34	897 : 34	899 : 34	901 : 34	903 : 34	905 : 34	907 : 34	909 : 34	911 : 34	913 : 34	915 : 34	917 : 34	919 : 34	921 : 34	923 : 34	925 : 34	927 : 34	929 : 34	931 : 34	933 : 34	935 : 34	937 : 34	939 : 34	941 : 34	943 : 34	945 : 34	947 : 34	949 : 34	951 : 34	953 : 34	955 : 34	957 : 34	959 : 34	961 : 34	963 : 34	965 : 34	967 : 34	969 : 34	971 : 34	973 : 34	975 : 34	977 : 34	979 : 34	981 : 34	983 : 34	985 : 34	987 : 34	989 : 34	991 : 34	993 : 34	995 : 34	997 : 34	999 : 34	1001 : 34	1003 : 34	1005 : 34	1007 : 34	1009 : 34	1011 : 34	1013 : 34	1015 : 34	1017 : 34	1019 : 34	1021 : 34	1023 : 34	1025 : 34	1027 : 34	1029 : 34	1031 : 34	1033 : 34	1035 : 34	1037 : 34	1039 : 34	1041 : 34	1043 : 34	1045 : 34	1047 : 34	1049 : 34	1051 : 34	1053 : 34	1055 : 34	1057 : 34	1059 : 34	1061 : 34	1063 : 34	1065 : 34	1067 : 34	1069 : 34	1071 : 34	1073 : 34	1075 : 34	1077 : 34	1079 : 34	1081 : 34	1083 : 34	1085 : 34	1087 : 34	1089 : 34	1091 : 34	1093 : 34	1095 : 34	1097 : 34	1099 : 34	1101 : 34	1103 : 34	1105 : 34	1107 : 34	1109 : 34	1111 : 34	1113 : 34	1115 : 34	1117 : 34	1119 : 34	1121 : 34	1123 : 34	1125 : 34	1127 : 34	1129 : 34	1131 : 34	1133 : 34	1135 : 34	1137 : 34	1139 : 34	1141 : 34	1143 : 34	1145 : 34	1147 : 34	1149 : 34	1151 : 34	1153 : 34	1155 : 34	1157 : 34	1159 : 34	1161 : 34	1163 : 34	1165 : 34	1167 : 34	1169 : 34	1171 : 34	1173 : 34	1175 : 34	1177 : 34	1179 : 34	1181 : 34	1183 : 34	1185 : 34	1187 : 34	1189 : 34	1191 : 34	1193 : 34	1195 : 34	1197 : 34	1199 : 34	1201 : 34	1203 : 34	1205 : 34	1207 : 34	1209 : 34	1211 : 34	1213 : 34	1215 : 34	1217 : 34	1219 : 34	1221 : 34	1223 : 34	1225 : 34	1227 : 34	1229 : 34	1231 : 34	1233 : 34	1235 : 34	1237 : 34	1239 : 34	1241 : 34	1243 : 34	1245 : 34	1247 : 34	1249 : 34	1251 : 34	1253 : 34	1255 : 34	1257 : 34	1259 : 34	1261 : 34	1263 : 34	1265 : 34	1267 : 34	1269 : 34	1271 : 34	1273 : 34	1275 : 34	1277 : 34	1279 : 34	1281 : 34	1283 : 34	1285 : 34	1287 : 34	1289 : 34	1291 : 34	1293 : 34	1295 : 34	1297 : 34	1299 : 34	1301 : 34	1303 : 34	1305 : 34	1307 : 34	1309 : 34	1311 : 34	1313 : 34	1315 : 34	1317 : 34	1319 : 34	1321 : 34	1323 : 34	1325 : 34	1327 : 34	1329 : 34	1331 : 34	1333 : 34	1335 : 34	1337 : 34	1339 : 34	1341 : 34	1343 : 34	1345 : 34	1347 : 34	1349 : 34	1351 : 34	1353 : 34	1355 : 34	1357 : 34	1359 : 34	1361 : 34	1363 : 34	1365 : 34	1367 : 34	1369 : 34	1371 : 34	1373 : 34	1375 : 34	1377 : 34	1379 : 34	1381 : 34	1383 : 34	1385 : 34	1387 : 34	1389 : 34	1391 : 34	1393 : 34	1395 : 34	1397 : 34	1399 : 34	1401 : 34	1403 : 34	1405 : 34	1407 : 34	1409 : 34	1411 : 34	1413 : 34	1415 : 34	1417 : 34	1419 : 34	1421 : 34	1423 : 34	1425 : 34	1427 : 34	1429 : 34	1431 : 34	1433 : 34	1435 : 34	1437 : 34	1439 : 34	1441 : 34	1443 : 34	1445 : 34	1447 : 34	1449 : 34	1451 : 34	1453 : 34	1455 : 34	1457 : 34	1459 : 34	1461 : 34	1463 : 34	1465 : 34	1467 : 34	1469 : 34	1471 : 34	1473 : 34	1475 : 34	1477 : 34	1479 : 34	1481 : 34	1483 : 34	1485 : 34	1487 : 34	1489 : 34	1491 : 34	1493 : 34	1495 : 34	1497 : 34	1499 : 34	1501 : 34	1503 : 34	1505 : 34	1507 : 34	1509 : 34	1511 : 34	1513 : 34	1515 : 34	1517 : 34	1519 : 34	1521 : 34	1523 : 34	1525 : 34	1527 : 34	1529 : 34	1531 : 34	1533 : 34	1535 : 34	1537 : 34	1539 : 34	1541 : 34	1543 : 34	1545 : 34	1547 : 34	1549 : 34	1551 : 34	1553 : 34	1555 : 34	1557 : 34	1559 : 34	1561 : 34	1563 : 34	1565 : 34	1567 : 34	1569 : 34	1571 : 34	1573 : 34	1575 : 34	1577 : 34	1579 : 34	1581 : 34	1583 : 34	1585 : 34	1587 : 34	1589 : 34	1591 : 34	1593 : 34	1595 : 34	1597 : 34	1599 : 34	1601 : 34	1603 : 34	1605 : 34	1607 : 34	1609 : 34	1611 : 34	1613 : 34	1615 : 34	1617 : 34	1619 : 34	1621 : 34	1623 : 34	1625 : 34	1627 : 34	1629 : 34	1631 : 34	1633 : 34	1635 : 34	1637 : 34	1639 : 34	1641 : 34	1643 : 34	1645 : 34	1647 : 34	1649 : 34	1651 : 34	1653 : 34	1655 : 34	1657 : 34	1659 : 34	1661 : 34	1663 : 34	1665 : 34	1667 : 34	1669 : 34	1671 : 34	1673 : 34	1675 : 34	1677 : 34	1679 : 34	1681 : 34	1683 : 34	1685 : 34	1687 : 34	1689 : 34	1691 : 34	1693 : 34	1695 : 34	1697 : 34	1699 : 34	1701 : 34	1703 : 34	1705 : 34	1707 : 34	1709 : 34	1711 : 34	1713 : 34	1715 : 34	1717 : 34	1719 : 34	1721 : 34	1723 : 34	1725 : 34	1727 : 34	1729 : 34	1731 : 34	1733 : 34	1735 : 34	1737 : 34	1739 : 34	1741 : 34	1743 : 34	1745 : 34	1747 : 34	1749 : 34	1751 : 34	1753 : 34	1755 : 34	1757 : 34	1759 : 34	1761 : 34	1763 : 34	1765 : 34	1767 : 34	1769 : 34	1771 : 34	1773 : 34	1775 : 34	1777 : 34	1779 : 34	1781 : 34	1783 : 34	1785 : 34	1787 : 34	1789 : 34	1791 : 34	1793 : 34	1795 : 34	1797 : 34	1799 : 34	1801 : 34	1803 : 34	1805 : 34	1807 : 34	1809 : 34	1811 : 34	1813 : 34	1815 : 34	181

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	fl.	ob.	clar.	ban.	Trp.	Cor I	Cor II	Treb.	Timp.	Perc.	clav.	I	II	III	IV
17															
15															
9															
4															
6															
10															
20: 3															
24: 10															
30: "															
35: 15															
VI															
VII															
VIII															
IX															
X															
XI															
XII															
XIII															
XIV															
XV															
XVI															
XVII															
XVIII															
XIX															
XX															
XXI															
XXII															
XXIII															
XXIV															
XXV															
XXVI															
XXVII															
XXVIII															
XXIX															
XXX															

cordes
 I = viol.
 II = "
 III } viol.
 alt.
 celo
 IV } alt.
 celo
 cs

tableau f

nombre et musique II

Nous sommes enserrés dans un réseau extraordinairement complexe de symétries, de répétitions dont notre être biologique ne laisse perdre aucune trace. Pour n'être pas noyé, happé par ces proliférations de résonance en nous, nous nous construisons des modèles, des formes qui apaisent l'angoisse, introduisent l'être dans la lumière, mais comme en tremblant, car les forces de proliférations nocturnes ne cessent de faire pression.

Le nombre est à la fois dans la prolifération et dans notre modèle fragile. Cette longue théorie de calculs ici exposée - et qui n'est pas spécifique d'une oeuvre se voulant honorer un mathématicien de génie - ne vise qu'à faire descendre le nombre de la forme aussi loin que possible dans celui de la prolifération.

Jean-Etienne MARIE, compositeur, Docteur ès Lettres et Sciences Humaines, ancien enseignant aux Universités de Vincennes et de Marseille Luminy. Directeur du Centre International de Recherches Musicales (CIRM), directeur artistique des Musiques Actuelles, Nice Côte d'Azur (MANCA), fondateur des Semaines de Musique Contemporaine d'Orléans. Auteur de MUSIQUE VIVANTE (Toulouse, Privat, 1953), LA MUSIQUE ET LE SACRÉ (Mexico, 1975), L'HOMME MUSICAL (Paris, Arthaud, 1976) et TROIS DISCOURS SUR LE MUSICAL (Aix en Provence, Edisud, 1983).

**RECHERCHES MUSICALES
ET MATHÉMATIQUES :**

ÉVARISTE GALOIS ET MICHEL PHILIPPOT

évariste galois

"Pardon pour ceux qui m'ont tué, ils sont de bonne foi"*.

Evariste Galois

Né à Bourg-la Reine (alors Bourg-l'Egalité) le 26 octobre 1811, Evariste Galois est certainement l'unique mathématicien à avoir joui d'un double privilège : écrire la quasi totalité de son oeuvre en prison et mourir en duel à 20 ans "victime d'une infâme coquette"*.

Après une enfance dont nous ignorons tout, Evariste Galois quitte la maison paternelle à 12 ans pour entrer au collège royal Louis-le-Grand. Les avis de ses professeurs sont partagés : on remarque ses moyens "distingués" mais on trouve le personnage bizarre et même frondeur. Jusqu'en 1826, ses études se déroulent cependant sans histoire. En octobre 1826, il entre en classe de rhétorique mais doit pour de multiples raisons (santé délicate, manque de maturité) retourner en seconde au bout de quelque temps. C'est alors qu'il découvre les mathématiques. Il suit des cours supplémentaires, dits de mathématiques préparatoires et se jette dans la lecture des *Eléments de géométrie* de A.M. Legendre** (exposé repensé et modernisé des 8 livres d'Euclide) et des livres d'analyse de Lagrange***. En 1827 il revient en classe de rhétorique, obtient le premier prix du concours général en mathématiques, se présente seul au concours d'entrée de l'Ecole Polytechnique (école alors marquée par Monge**** et l'idéal républicain) et échoue. L'année suivante, négligeant la classe de mathématiques élémentaires, il rentre en mathématiques spéciales dans la classe de M. Richard qui remarque rapidement la supériorité de cet élève. C'est durant cette année, encouragé par M. Richard, qu'il publie son premier mémoire dans *Les Annales de Mathématiques*. L'Académie charge Poinsot et Cauchy***** de l'examen du mémoire mais Cauchy perd le mémoire, comme il avait déjà aussi perdu celui d'Abel*****. A la fin de l'année scolaire nouvel échec au concours d'entrée à l'Ecole Polytechnique : d'après les discrètes allusions faites par Galois à cet échec, on peut supposer qu'il exposa à l'oral ses propres théories qui déroutèrent un auditoire moins génial que lui.

L'époque de ce deuxième concours, qui coïncide aussi avec le suicide de son père, marque un tournant important dans la vie du mathématicien. Sur les conseils de son professeur, Galois entre à l'Ecole Normale Supérieure, section Sciences (dite alors école préparatoire). Il présente en 1829 l'ensemble de ses travaux mathématiques en vue de l'obtention du Grand Prix de Mathématique de l'Académie des Sciences : Fourier***** (alors secrétaire perpétuel) prend le manuscrit et meurt, l'Académie ne renverra jamais le manuscrit. Une partie, dont Galois avait fait une copie, sera cependant publiée. C'est à l'Ecole Normale que Galois fait la connaissance d'Auguste Chevalier (disciple du

* Lettre à tous les républicains, le 29 mai 1832, publiée par la REVUE ENCYCLOPEDIQUE, n° de septembre 1832.

** (1752 - 1833)

*** (1736 - 1813)

**** (1746 - 1818)

***** (1789 - 1857)

Mathématicien norvégien (1802 - 1829) ayant travaillé, entre autres choses, sur les équations résolubles par radicaux et la théorie des groupes.

***** (1768 - 1830)

J. A. A.

saint-simonisme auquel Galois n'adhérera jamais) et découvre les réalités politiques de son temps. Les étudiants des écoles participent activement à l'insurrection de juillet 1830. Seul le directeur de l'Ecole Normale consigne ses étudiants. Galois essaie de s'enfuir et signe ainsi son premier acte de "républicain". (Le directeur de l'Ecole Normale mettra pourtant ses élèves à la disposition du nouveau régime de Louis-Philippe dès que celui-ci sera établi...).

En novembre 1830, Galois est inscrit à la Société des Amis du Peuple (ce fut le seul élève de l'école membre de cette société), il expose à ses camarades de l'école le programme du parti républicain, critique sévèrement l'attitude de la direction pendant les journées de juillet ainsi que l'organisation des études. Un article polémique attribué à Galois et paru dans la Gazette des Ecoles le fait renvoyer de l'Ecole Normale. Pour survivre, il ouvrira un "cours public d'Algèbre Supérieure".

En mai 1831, à l'occasion d'un banquet organisé par la Société des Amis du Peuple le citoyen Galois porte un toast "A Louis-Philippe" un couteau à la main. Il est arrêté, enfermé à Sainte-Pélagie, puis acquitté. Arrêté de nouveau le 14 juillet 1831, alors qu'il est à la tête d'une manifestation interdite, il est interné (à Sainte-Pélagie) en compagnie de son ami Duchatelet (qui est de façon presque sûre son adversaire du duel de 1832). Galois est condamné à neuf mois de prison, son ami à trois mois (?)... A cette époque, Gérard de Nerval et Raspail sont également les hôtes de Sainte-Pélagie et parlent du mathématicien dans leurs écrits. C'est pendant son séjour à Sainte-Pélagie que Galois apprend le rejet par l'Académie du mémoire présenté à la séance du 17 janvier 1831 par Lacroix et Poisson. Ceux-ci estimèrent les raisonnements de Galois "ni assez clairs ni assez développés"* pour pouvoir juger de leur exactitude et préférèrent attendre "que l'auteur ait publié en entier son travail pour se former une opinion définitive"*.

* Compte-rendu de la séance du 11 juillet 1831 de l'Académie des Sciences.

** Sainte-Pélagie, septembre 1831. Dossier 11, fonds Galois de la bibliothèque de l'Institut de France, publié par A. DALMAS in E. GALOIS, REVOLUTIONNAIRE ET GEOMETRE, LE NOUVEAU COMMERCE, 1982.

Galois estimera que "... M. POISSON n'a pas voulu ou n'a pas pu comprendre..."**. L'Académie ne pourra d'ailleurs jamais juger dans sa totalité l'oeuvre de Galois. Le 30 mai 1832, après avoir corrigé son testament mathématique, dont certains feuillets sont écrits à la hâte, il quitte la maison du sieur Faultrier dans laquelle il avait été transféré et se rend au lieu du duel dont on connaît l'issue.

Dans la lettre à Auguste Chevalier du 29 mai 1832 déjà citée, Galois résume ses travaux :

- La première partie porte sur la résolution par radicaux des équations algébriques (c'est-à-dire les équations dont le premier membre se présente sous forme d'un polynôme à coefficients dans un corps... tout le monde se souvient des formules permettant de résoudre l'équation du second degré). Depuis le XVII^e siècle, on connaissait les formules permettant de résoudre par radicaux les équations algébriques de degré inférieur ou égal à 4***; tous les algébristes s'étaient ensuite penchés sur la résolution de degré supérieur ou égal à 5 et ce, sans succès. Galois a l'idée géniale d'introduire le groupe d'une équation sur un corps donné, c'est-à-dire le groupe des permutations des racines laissant invariantes certaines expressions polynomiales des racines. Il aboutit ainsi à l'impossibilité de la résolution par radicaux d'une équation de degré 5. Il étend ensuite son résultat et exprime une condition nécessaire et suffisante permettant de résoudre par radicaux une équation algébrique de degré premier. Cette première série de travaux, objet des mémoires perdus ou rejetés, confirment les intuitions d'Abel.

- Viennent ensuite des recherches sur les fonctions intégrales et "l'application à l'analyse transcendante de la théorie de l'ambiguïté". Malheureusement, il ajoute, à propos de cette

*** Les nombres complexes avaient déjà été introduits au XVI^e siècle par CARDAN et BOMBELLI pour résoudre l'équation du 3^e degré, puis par FERRARI pour celle du 4^e degré.

dernière théorie "je n'ai pas le temps et mes idées ne sont pas encore très bien développées sur ce terrain qui est immense... Après cela, il y aura, j'espère, des gens qui trouveront leur profit à déchiffrer tout ce gâchis".

préliminaires mathématiques

L'ENSEMBLE DES ENTIERS MODULO 12

Sur l'ensemble \mathbb{Z} des entiers relatifs (entiers positifs, négatifs ou nul) on définit une relation \mathcal{R} appelée congruence modulo 12 de la façon suivante : deux entiers relatifs seront dits liés par la relation \mathcal{R} si et seulement si leur différence est un multiple de 12 (positif, négatif ou nul). Les entiers 29, 17 et -7, par exemple, sont liés par la relation \mathcal{R} car $29-17=12$, $29-(-7)=36$, $17-(-7)=24$ (12, 36 et 24 sont des multiples de 12). La congruence modulo 12 possède les propriétés d'une relation d'équivalence. Notons que deux entiers relatifs sont liés par cette relation si et seulement si ils donnent le même reste lorsqu'on les divise par 12 ($29=2 \times 12+5$, $17=1 \times 12+5$, $-7=-1 \times 12+5$: dans chaque cas le reste est 5)

Ceci permet de répartir les entiers relatifs en 12 ensembles deux à deux disjoints appelés classes d'équivalence modulo \mathcal{R} . Chaque classe d'équivalence étant caractérisée par un reste particulier, on convient de la représenter par ce reste (la classe d'équivalence des entiers 29, 17 et -7 sera représentée par 5). On obtient ainsi 12 classes d'équivalences deux à deux disjointes représentées par les entiers 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11. L'ensemble des classes d'équivalences ainsi définies s'appelle ensemble des entiers modulo 12 et est noté $\mathbb{Z}/12$.

L'addition et la multiplication de \mathbb{Z} induisent sur l'ensemble $\mathbb{Z}/12$ des opérations de même nom et qui sont désignées par les mêmes symboles. Cherchons à calculer $5+2$, $11+8$, 5×2 et 11×8 dans $\mathbb{Z}/12$: il est naturel d'écrire $5+2=7$ et $5 \times 2=10$ et les résultats sont des éléments de $\mathbb{Z}/12$; par contre, si nous écrivons $11+8=19$ et $11 \times 8=88$ nous "sortons" de l'ensemble $\mathbb{Z}/12$. Pour trouver le résultat de ces opérations dans $\mathbb{Z}/12$, il suffit de remarquer que $19=12+7$ et $88=(12 \times 7)+4$; nous écrirons donc $11+8=7$ et $11 \times 8=4$ dans $\mathbb{Z}/12$ (Notons que c'est la compatibilité de la congruence modulo 12 et des opérations de \mathbb{Z} qui donne un sens à ces définitions).

Voici les "tables" d'addition et de multiplication dans $\mathbb{Z}/12$:

table d'addition

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2
4	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3
5	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4
6	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5
7	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6
8	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7
9	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

table de multiplication

×	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
3	0	3	6	9	0	3	6	9	0	3	6	9
4	0	4	8	0	4	8	0	4	8	0	4	8
5	0	5	10	3	8	1	6	11	4	9	2	7
6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6
7	0	7	2	9	4	11	6	1	8	3	10	5
8	0	8	4	0	8	4	0	8	4	0	8	4
9	0	9	6	3	0	9	6	3	0	9	6	3
10	0	10	8	6	4	2	0	10	8	6	4	2
11	0	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Le résultat de l'opération $8+5$ se lit, dans la table d'addition, dans la case située à l'intersection de la ligne 8 et de la colonne 5.

Le résultat de l'opération 10×6 se lit, dans la table de multiplication, dans la case située à l'intersection de la ligne 10 et de la colonne 6.

Notons que, définies ainsi, les lois $+$ et \times de $\mathbb{Z}/12$ sont internes (les résultats sont toujours des éléments de $\mathbb{Z}/12$), commutatives (pour deux éléments a et b quelconques de $\mathbb{Z}/12$, $a+b=b+a$ et $axb=bx a$) et associatives; la multiplication est distributive par rapport à l'addition; on remarque aussi que, pour tout élément a de $\mathbb{Z}/12$, $a+0=a$ et $a \times 1=a$: 0 et 1 sont appelés "éléments neutres" le premier pour l'addition, le second pour la multiplication. Notons enfin que si a est un élément quelconque de $\mathbb{Z}/12$ a possède toujours un "symétrique" b pour la loi $+$ (c'est-à-dire un élément b de $\mathbb{Z}/12$ tel que $a+b=0$). $\mathbb{Z}/12$ muni de l'opération $+$ possède une structure mathématique que l'on appelle structure de groupe; s'il est muni des opérations $+$ et \times sa structure devient une structure d'anneau (cet anneau est même commutatif et unitaire).

Les propriétés ainsi décrites dans $\mathbb{Z}/12$ sont, en fait, identiques à celles de \mathbb{Z} . Il existe cependant une différence fondamentale entre les deux ensembles: chacun de nous sait que, dans \mathbb{Z} , la relation $axb=0$ ne peut être vérifiée que lorsque $a=0$ ou $b=0$. Si l'on regarde attentivement la table de multiplication dans $\mathbb{Z}/12$, on voit que:

$$\begin{aligned} 2 \times 6 &= 6 \times 2 = 3 \times 4 = 4 \times 3 = 3 \times 8 = 8 \times 3 = 0 \\ \text{et } 4 \times 6 &= 6 \times 4 = 4 \times 9 = 9 \times 4 = 6 \times 6 = 6 \times 8 = 8 \times 6 = 0 \\ \text{et } 8 \times 9 &= 9 \times 8 = 10 \times 6 = 0 \end{aligned}$$

Les nombres 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10 portent le nom de "diviseurs de zéro".

Evidemment, pour tout élément a de $\mathbb{Z}/12$, $ax0=0$. Le nombre 0 est appelé "élément absorbant", c'est le seul élément de $\mathbb{Z}/12$ possédant cette propriété.

Notons enfin que les seuls éléments a de $\mathbb{Z}/12$ possédant un inverse (c'est-à-dire un nombre b tel que $axb=1$) sont 1, 5, 7 et 11 c'est-à-dire les nombres premiers avec 12. Ces nombres sont d'ailleurs leur propre inverse car:

$$1 \times 1 = 5 \times 5 = 7 \times 7 = 11 \times 11 = 1$$

CORRESPONDANCE ENTRE LES NOTES DE LA GAMME CHROMATIQUE ET LES ELEMENTS DE $\mathbb{Z}/12$

Tout musicien ayant un minimum de connaissances en acoustique sait que les fréquences de deux notes séparées par un intervalle d'une octave sont doubles l'une de l'autre. Dans notre gamme tempérée, on peut passer d'une note à la note supérieure dans la gamme chromatique en multipliant sa fréquence par une constante positive k . Partant d'une note de fréquence f , la note de même nom, située à l'octave supérieure aura pour fréquence $k^{12} \times f = 2 \times f$ d'où la relation $k^{12} = 2$, soit $k = \sqrt[12]{2}$;

Partons d'un DO de fréquence $f = (\sqrt[12]{2})^0 f$ (puisque $(\sqrt[12]{2})^0 = 1$) et parcourons une octave de demi-ton en demi-ton en donnant la fréquence de chaque note de la gamme chromatique ascendante. Nous obtenons:

do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si
$(\sqrt[12]{2})^0 f$	$(\sqrt[12]{2})^1 f$	$(\sqrt[12]{2})^2 f$	$(\sqrt[12]{2})^3 f$	$(\sqrt[12]{2})^4 f$	$(\sqrt[12]{2})^5 f$	$(\sqrt[12]{2})^6 f$	$(\sqrt[12]{2})^7 f$	$(\sqrt[12]{2})^8 f$	$(\sqrt[12]{2})^9 f$	$(\sqrt[12]{2})^{10} f$	$(\sqrt[12]{2})^{11} f$

Tous les DO seront obtenus en multipliant f par une puissance de $\sqrt[12]{2}$ multiple de 12.

Tous les DO # ou RÉ b seront obtenus en multipliant f par une puissance de $\sqrt[12]{2}$ multiple de 12 plus 1.

Tous les RÉ, en multipliant f par une puissance de $\sqrt[12]{2}$ multiple de 12 plus 2, etc...

Il apparaît ainsi une correspondance entre les notes de la gamme chromatique et les éléments de $\mathbb{Z}/12$. Puisqu'au départ, il faut faire un choix, choisissons la note DO comme note de départ* (c'est celui de Michel P. Philippot dans Carrés Magiques) et posons DO = 0, nous obtenons la correspondance suivante :

Si#	Réb	Ré	Mib	Mi	Fa	Solb	Sol	Lab	La	Sib	Si
Do	Do#	Ré	Ré#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Une fois les notes de la gamme chromatique assimilées aux éléments de $\mathbb{Z}/12$, il est possible de leur appliquer les opérations définies dans $\mathbb{Z}/12$.

Prenons un exemple... au hasard... : aux notes (Si b, La, DO, Si #) correspondent les éléments (10, 9, 0, 11) de $\mathbb{Z}/12$. Si nous ajoutons 3 à chacun de ces éléments ce que nous noterons (10, 9, 0, 11) + (3) nous obtenons (1, 0, 3, 2) ce qui correspond à la suite de notes (RÉ b, DO, Mi b, RÉ): le thème de BACH a été transposé d'une tierce mineure. L'opération "addition" sur les notes de la gamme chromatique n'est donc pas très nouvelle puisqu'elle se ramène à la simple transposition.

Il peut être intéressant d'envisager ce que donne l'opération "multiplication" sur la même série de notes, et là, deux cas se présentent : la multiplication par un "diviseur de zéro" de $\mathbb{Z}/12$ risque de "réduire" la série (tout dépend, bien entendu, de la série choisie) alors que la multiplication par un nombre premier avec 12 laisse son nombre d'éléments inchangé.

Par exemple (10, 9, 0, 11) x (6) = (0, 6, 0, 6) et
(10, 9, 0, 11) x (11) = (2, 3, 0, 1). La multiplication de BACH par 6 le réduit, celle par 11 le renverse...

Partant du total chromatique, les multiplications par 1 (qui laisse chaque note invariante), 5, 7 et 11 permettent de conserver ce total chromatique; la multiplication par 6 réduit la gamme chromatique au triton DO - Fa # ((0, 6)), la multiplication par 4 ou 8 transforme les 12 sons en accord de quinte augmentée DO - Mi - Sol # ((0, 4, 8)); celle par 3 ou 9, en accord de septième diminuée RÉ # - Fa # - La - DO ((3, 6, 9, 0) enfin, la multiplication par 2 engendre la gamme par ton correspondant à la série (0, 2, 4, 6, 8, 10). Les multiplications les plus "intéressantes" sont donc, si l'on compose "sériel", celles par 5, 7, 11. Comme le fait justement remarquer Michel P. Philippot**, la multiplication par 5 laisse invariants les multiples de 3 et celle par 7 les multiples de 2***. L'élément 6 (Fa#) est invariant par toute multiplication par un nombre impair. Ces "points fixes" lors de la multiplication par 7 et 5 permettent d'envisager des "variations" sur une série de notes. La multiplication par 11 correspond au renversement bien connu de tout musicien.

** Lettre page suivante.

*** Voir table de multiplication donnée précédemment.

éléments pour une analyse de carrés magiques de PHILIPPOT

Un concert du 15 mars 1983 donné à la Maison de Radio-France proposait aux auditeurs un hommage à Evariste Galois. Quatre oeuvres, spécialement commandées par Radio-France, étaient données en première audition. Les compositeurs : (dans l'ordre d'exécution) Janine Charbonnier, Jean-Etienne Marie (De l'ambiguïté*), Michel Philippot (Carrés Magiques) et Fernand Vanderbogaerde devaient tous respecter une règle, utiliser sous une forme quelconque la théorie des groupes. La lettre ci-jointe de Michel Philippot nous donne la solution apportée au problème par l'un des quatre compositeurs :

* Cf. l'article de Jean-Etienne MARIE donné dans cette revue MUSIQUE ET NOMBRE.

Paris, le 24 mai 1986

Monsieur,

Votre lettre m'est bien parvenue grâce aux éditions Salabert. Malheureusement, à part d'illisibles brouillons, je n'ai aucun document sur "Carrés Magiques". Depuis longtemps, je souhaite mettre ainsi au propre, et en ordre, de nombreux papiers sans que mon emploi du temps me l'aie jamais permis.

Par conséquent, à défaut d'autres documents, je vais vous dire en deux mots les principaux procédés utilisés dans cette oeuvre.

En premier lieu, il est évident que la notion de "groupe" devait être appliquée puisqu'il s'agissait d'un hommage à Evariste Galois. Rien n'est plus simple puisque, ainsi que l'a exposé depuis longtemps Pierre Barbaud (in "La Musique, Discipline Scientifique"), l'ensemble des notes de la gamme chromatique munie de l'opération transposition constitue un groupe équivalent à celui de l'ensemble des nombres naturels modulo 12 munie de l'opération addition.

Mais se limiter à l'ensemble des entiers de 0 à 11 et à l'addition ne me paraissait guère exaltant puisque, musicalement, je me trouvais enfermé dans un système de simple transpositions de notes, motifs, lignes mélodiques ou accords, à l'exclusion de tout autre type de transformation. Il m'a alors paru amusant d'ajouter l'opération multiplication; c'est à dire de transformer mon groupe en anneau. Mais 12 n'étant pas un nombre premier, il en résulte, évidemment, que l'anneau en question possède des "diviseurs de zéro". Par conséquent, les multiples qui sont également des diviseurs de 12 (diviseurs de zéro) sont des éléments "absorbant". On constate ainsi facilement que la multiplication par deux ne donne plus que les notes de la gamme par tons entiers; la multiplication par 3 celles d'un accord de septième diminuée; la multiplication par 4 celles d'un accord de quinte augmentée et, enfin, la multiplication par 6 le seul triton do-fa dièse.

Il reste trois multiplications intéressantes (en plus du cas trivial de la multiplication par 1) qui sont celles par 5, 7 et 11, puisque ces trois nombres sont premiers avec 12. On retrouve donc:

$(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11) \cdot (5) = (0,5,10,3,8,1,6,11,4,9,2,7)$
 $(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11) \cdot (7) = (0,7,2,9,4,11,6,1,8,3,10,5)$
 et la multiplication par 11 qui donne le renversement:
 $(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11) \cdot (11) = (0,11,10,9,8,7,6,5,4,3,2,1)$

Remarquons, en outre, que la multiplication par 5 garde inchangés les multiples de 3 et celle par 7 les multiples de 2.

Nous sommes maintenant en possession d'un système de transformations (variations, développements etc...) des divers motifs mélodiques ou harmoniques qui sera suffisamment riche pour obtenir toute la variété désirable et suffisamment limité pour ne pas compromettre la variété.

En résumé:

- a/ l'opération addition sur un motif quelconque en donne les diverses transpositions.
- b/ l'opération multiplication donne soit un renversement (multiplication par 11) soit des transformations (permutations) dans lesquelles les notes ré dièse fa dièse et la sont des points fixes (multiplication par 5) ou les notes ré, mi, fa dièse, sol dièse et si bémol sont des points fixes (multiplication par 7). Evidemment, la note do (=0) est toujours un point fixe.
- c/ on peut, évidemment combiner multiplication et addition.

A titre d'exemple on peut voir les transformations suivantes du motif

ré, la, sol dièse, ré dièse = $(2,9,8,3) = A$

1/ $A \cdot 11 = (10,3,4,9) =$ si bémol, ré dièse, mi, la (renversement de A)

2/ $A \cdot 5 = (10,9,4,3) =$ si bémol, la, mi, ré dièse (une permutation où la et ré dièse sont restés en place).

3/ $A_7 = (2, 3, 8, 9) = \text{ré, rédièse, sol dièse, la}$ (une permutation où ré et sol dièse sont restés en place)

4/ $(A_7)+3 = (5, 6, 11, 0) = \text{fa, fa dièse, si, do}$ (transposition de la permutation précédente).

On voit que tous les procédés de variation, développement, etc... peuvent se ramener à des opérations d'addition et multiplication sur les notes ou accords. Il est facile de voir comment ce procédé peut également s'appliquer aux durées.

Lorsqu'on établit les tables d'addition et de multiplication, on s'aperçoit que la somme des nombres des lignes et des colonnes est constante ; d'où le titre: "Carrés Magiques".

Voilà tout ce que je puis vous dire pour aujourd'hui. Bien entendu, bien d'autres explications pourraient être données, surtout en se plaçant dans un contexte plus général de réflexions sur l'esthétique; mais je n'en ai pas le temps aujourd'hui. Je vous prie de m'en excuser.

En vous remerciant vivement pour votre intérêt, je vous prie d'accepter l'expression de mes sentiments les plus amicaux.
Félicitations pour votre travail.

M. Philippot

Michel PHILIPPOT

Nous nous proposons maintenant d'éclairer ces commentaires à l'aide d'exemples tirés de la partition.

L'oeuvre est composée de 8 sections délimitées par des doubles barres. Dans les 4 premières mesures* écrites de façon tout à fait homophonique (si l'on exclut la "perturbation" créée par la percussion) se succèdent 8 accords dont voici les séries** :

n° de l'accord	série A_i	$Rv(A_i)$	$Ret(A_i)$
1 6 sons	$A_1 = (0, 10, 8, 2, 9, 7)$	$(0, 2, 4, 10, 3, 5)$	$(7, 9, 2, 8, 10, 0)$
2 6 sons	$A_2 = (6, 11, 4, 11, 3, 5)$	$(6, 11, 8, 1, 9, 7)$	$(5, 3, 11, 4, 1, 6)$
3 6 sons	$A_3 = (7, 9, 1, 8, 11, 6)$	$(5, 3, 11, 4, 1, 6)$	$(6, 11, 8, 1, 9, 7)$
4 6 sons	$A_4 = (5, 3, 10, 4, 2, 0)$	$(7, 9, 2, 8, 10, 0)$	$(0, 2, 4, 10, 3, 5)$
5 9 sons	$A_5 = (5, 3, 10, 11, 4, 1, 2, 6, 0)$	$(7, 9, 2, 1, 8, 11, 10, 6, 0)$	$(0, 6, 2, 1, 4, 11, 10, 3, 5)$
6 12 sons	$A_6 = (5, 7, 9, 2, 3, 8, 11, 4, 10, 1, 6, 0)$ puis $(5, 9, 7, 0, 2, 3, 8, 11, 4, 10, 6, 1)$	$(7, 3, 5, 0, 10, 9, 4, 1, 8, 2, 6, 11)$	$(1, 6, 10, 4, 11, 8, 3, 2, 0, 7, 9, 5)$
7 6 sons	$A_7 = (0, 2, 4, 10, 3, 5)$	$(0, 10, 8, 2, 9, 7)$	$(5, 3, 10, 4, 2, 0)$
8 12 sons	$A_8 = (0, 6, 2, 11, 8, 4, 10, 1, 3, 9, 5, 7)$	$(0, 6, 10, 1, 4, 8, 2, 11, 9, 3, 7, 5)$	$(7, 5, 9, 3, 1, 10, 4, 8, 11, 2, 6, 0)$

On remarque rapidement une parenté entre les accords de 6 sons

$$A_3 = Rv \text{ Ret } A_2 = \text{Ret } A_2 \times (11)$$

$$A_4 = Rv \text{ Ret } A_1 = \text{Ret } A_1 \times (11)$$

$$A_7 = Rv A_1 = A_1 \times (11)$$

A_5 , sorte d'état intermédiaire entre les accords de

* Voir la reproduction de la p.1 de la partition à la page suivante.

** Pour constituer ce tableau, les accords ont toujours été lus du grave vers l'aigu.

A_i représente la série d'éléments de $\mathbb{Z}/12$ associée aux notes de l'accord.

$Rv(A_i)$ représente la série renversée de la série A_i

$Ret(A_i)$ représente la série rétrograde de la série A_i

Adagio
♩ = 60 ca.

R.
Fl.
Cl. sib.
Fog.
Cor.
Trom.
Tuba
Timp.
dr. perc.
Harp.
V₁
V₂
Alt.
Celli
Bassi
8^{va} bassa

avec l'aimable autorisation des Editions Salabert. Paris

6 sons et ceux qui présentent le total chromatique est composé des notes de l'accord n°4 parmi lesquelles sont intercalées 3 notes issues de l'accord n°2 (correspondant à 11, 1 et 6 (le temps d'une double croche, on entend les sons 5, 2, 0, issus de l'accord précédent).

L'accord n°6 est obtenu en intercalant les sons de A_1 (soulignés) entre ceux de A_2 :

(5, 7, 9, 2, 3, 8, 11, 4, 10, 1, 6, 0)

L'accord n°7 est obtenu en intercalant les sons de $Rv(A_2)$ (soulignés) entre ceux de $A_7 = Rv(A_1)$:

(0, 6, 2, 11, 8, 4, 10, 1, 3, 9, 5, 7)

Les accords A_1 et A_2 engendrent en fait les 8 accords de ces quatre premières mesures. Ils font entendre le total chromatique sous forme d'une série bi-hexaphonique, réunion des séries A_1 et A_2 . Ces deux séries de 6 sons et un certain nombre de leurs transformations, sont omniprésentes dans Carrés Magiques. En restant, dans un premier temps, dans la première section de l'oeu-

vre, nous suivrons leur évolution avant d'étudier leurs diverses transformations au cours du temps.

* Voir ci-dessous la reproduction de la page 2 de la partition.

A partir de la mesure 5*, les séries A₁ et A₂ se trouvent énoncées de façon linéaire :

Trombone et basson se partagent, avec une note commune (5), la série (Ret A₂) x (7) soit :

$$(5, 2, 3, 11, 4, 1, 6) \times (7) = \begin{matrix} (11, 9, 5, 4, 7, 6) \\ \text{trombone} \quad \text{basson} \end{matrix}$$

En suivant le même principe, trompette et clarinette se partagent les notes de la série (Ret A₁) x (7)

$$(7, 9, 2, 8, 10, 0) \times (7) = \begin{matrix} (1, 3, 2, 8, 10, 0) \\ \text{trompette} \quad \text{clarinette} \end{matrix}$$

On retrouve ensuite :

(Ret A_1) x (5) = (11, 9, 10, 4, 2, 0) à la trompette mes. 7-8-9

(Ret A_2) x (5) = (1, 3, 7, 8, 5, 6) partagée entre trombone et basson, mes. 8 à 11 etc...

La première section de l'oeuvre se termine comme elle avait commencé, de façon harmonique (structure en arche). A partir de la mesure 16, et jusqu'à la mesure 21 (début de la 2ème section) on entend le total chromatique (par un jeu de trilles), sauf sur l'accord final qui, lu du grave vers l'aigu, donne les notes de (Ret A_2).

Etudions maintenant, exemples musicaux à l'appui, les différentes formes de présentation de A_1 et A_2 au cours de l'oeuvre

1. Présentation en accords

C'est le cas dans les quatre premières mesures de l'oeuvre mais aussi, par exemple,

- au début de la 2ème section, mes. 21, où la harpe joue en accords et avec des répétitions de notes, la série (Ret A_2) pendant que le cor 2 joue de façon linéaire les 6 notes de (Ret A_1)

- mes. 115, où A_1 x (7) et A_2 x (7) sont jouées en accords par les bois (4 accords de 3 sons) puis (Ret A_1) x (5) aux cors...

Musical notation for three instruments: Hautbois, Clarinette ensib, and Basson. The notation shows chords and trills corresponding to the series A_1 and A_2 . Fingerings are indicated by numbers 1-3.

2. Présentation sous forme linéaire

On peut trouver :

- les 12 sons joués par un seul instrument : exemple, mes. 131-132, le violon 1 joue la série A_1 x (5) suivie immédiatement de la série A_2 x (5)

Musical notation for Violon mes 131-132. The notation shows a linear sequence of notes for series A_1 x (5) and A_2 x (5). Fingerings are indicated by numbers 1-3.

- deux séries issues de A_1 et A_2 partagées entre deux instruments, chacun d'eux jouant une série entière :

mesure 24 (Ret A_1) x (5) à la flûte
(Ret A_2) x (5) à la trompette

mesure 28 A_1 x (11) = Rv (A_1) = (5, 3, 10, 4, 2, 0) à l'alto
 A_2 x (11) = Rv (A_2) = (7, 9, 1, 8, 11, 6) au hautbois

- les séries issues de A et A éparpillées entre plusieurs instruments. Ceci se produit en particulier dans les passages où l'écriture est très dense :

exemples : mesure 115
 $A_2 \times (11)$ à la contrebasse et au violoncelle (1ère note)
 $A_1 \times (11)$ au violoncelle et à l'alto

mesures 116 : Ret $A_1 = (7, 9, 2, 8, 10, 0)$
 contre basse violoncelles cor basse clarinette

$A_2 = (6, 1, 4, 11, 3, 5)$
 hautbois violons viol. 2 trompette flûte clarinette
 1 hautbois clar.

On retrouve le même procédé, superposé aux deux précédents aux mesures 131-132 :

exemple : le violon 1 fait entendre $A_1 \times (5)$ puis $A_2 \times (5)$
 les bois $A_1 \times (11)$ moins une note puis $(Ret A_2) \times (11)$
 le violon 2 $A_2 \times (11)$ moins une note
 l'alto $(Ret A_2) \times (11)$
 alto + violoncelle $(Ret A_2)$ (en accords)

à la mesure suivante, alto et contrebasse se partagent
(Ret A) x (11)

The image shows a handwritten musical score for a string ensemble. It consists of five staves: Violins I (V1), Violins II (V2), Violas (Vc), Cellos (Celi), and Basses (Basse). The score is written in a common time signature and includes various musical notations such as notes, rests, and slurs. Above the staves, there are handwritten annotations including 'AAX5' and 'A2X5' with arrows pointing to specific measures. Below the staves, there are numerical sequences of notes, such as '11 9 10 4 2 0 1' and '3 7 8 5 6', which correspond to the series discussed in the text. Dynamic markings like 'mp' and 'mf' are also present throughout the score.

3. Séries permutées

Au début de la 4ème section, mes.143, est énoncée la série (3, 11, 1, 10, 0, 5) (cordes) faisant entendre les mêmes sons que la série $[(A_1 \times (5))] + 1$ mais avec des permutations puisque $[A_1 \times (5)] + 1 = (1, 3, 5, 11, 10, 0)$ mais peut-être peut-on trouver une transformation du type $n \rightarrow an + b$ sur les numéros de l'une des séries A_1 , A_2 , Ret A_1 ou Ret A_2 permettant de retrouver exactement cette série

4. Séries défectives

On trouve, par exemple, la série (6, 11, 8, 1) égale à $A_2 \times (11)$ privée de ses deux derniers sons (9, 7) mesures 33-34-35 au cor 2.

Notons cependant que la plupart des séries semblant défectives ne le sont pas en réalité. S'il manque un seul son il est souvent joué par un autre instrument et, s'il s'agit du dernier son de la série, il arrive parfois avec une ou deux mesures de retard.

mesure 84, le violoncelle fait entendre dans l'ordre :

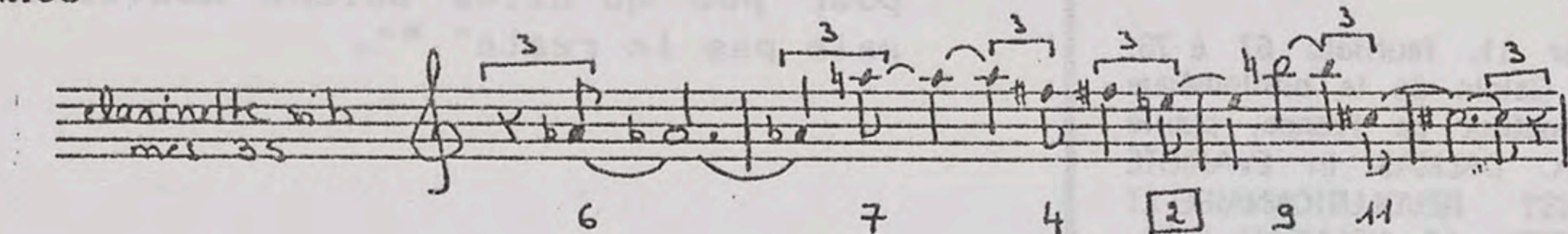
(2, 7, 4, 9, 1, 11, 6, 8, 0, 10, 5)

les 6 premières sons de cette série sont ceux de $[A_2 \times (11)] + (8)$ (dans l'ordre), les 5 derniers, ceux de $[(\text{Ret } A)] \times (11) + (11) = (6, 8, 0, 7, 10, 5)$; le son 7 qui semble manquer est joué à la trompette au moment exact où on l'attend.

5. Séries alternées

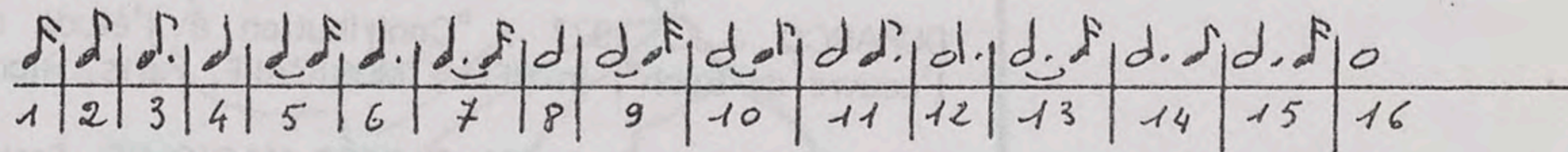
Nous en donnerons deux exemples

- la série du hautbois (mes.248-249) : (9, 10, 2, 5, 1, 8) devient au violon 2 et à l'alto (mes.249-250) : (9, 11, 2, 5, 1, 8) le Sib de la 1ère série étant remplacé par Si ♯.
- la série de la clarinette (mes.35) est (6, 7, 4, 2, 9, 11) au lieu de (6, 7, 4, 5, 9, 11) série attendue puisqu'elle est égale à $A_2 \times (7)$ ici "l'altération" de la série est plus importante



En essayant de retrouver les diverses transformations de A_1 et A_2 au cours de l'oeuvre, nous avons rencontré toutes les possibilités offertes par l'utilisation de la structure d'anneau $\mathbb{Z}/12$ (les deux opérations étant utilisées), possibilités qui s'ajoutent à celles offertes par le traitement habituel des séries. On peut évidemment penser que le nombre de solutions ainsi découvertes est encore limité puisque les seules multiplications utilisables de façon intéressante sont celles par 5, 7 et 11 (et celle par 11 n'ajoute rien à ce que l'on savait déjà faire en ce domaine puisqu'il s'agit du renversement). Les transformations d'une série donnée seraient, par ce procédé, beaucoup plus nombreuses si l'on pouvait envisager toutes les multiplications (sauf celle par 0 évidemment) sans changer le nombre d'éléments de la série. Ce serait le cas si l'on travaillait dans un ensemble \mathbb{Z}/n avec n premier, par exemple $\mathbb{Z}/13$ (qui n'est plus seulement un anneau mais un corps). Musicalement, ce serait envisageable en adjoignant au 12 de la gamme chromatique soit l'élément silence (M. Philippot y a pensé...) soit un son dont la hauteur n'est pas déterminée; mais il faudrait alors renoncer aux octaves (le 0 se retrouvant tous les 13 sons et non pas tous les 12) ou à l'interprétation mathématique à partir des fréquences.

Pour terminer cette étude, notons aussi que le procédé décrit plus haut sur les séries de hauteurs peut s'adapter aux durées. Dans les sections où l'on choisit la double croche comme plus petite durée, on pourra établir, par exemple, la correspondance suivante entre les durées et les éléments de $\mathbb{Z}/16$:



Si la croche de triolet est choisie comme plus petite valeur, la correspondance se fera avec les éléments de $\mathbb{Z}/12$ mais les choses se compliquent rapidement si l'on veut choisir une unité plus petite.

Malgré un certain nombre de tentatives, plus vaines les unes que les autres, nous n'avons toujours pas découvert de procédé de ce genre régissant les durées dans CARRES MAGIQUES. Une seule constatation : quand on calcule la longueur (en nombre de mesures) des différentes sections, on obtient (20, 48, 74, 34, 24, 17, 30, 11), série de nombres à laquelle on peut faire correspondre la série (8, 0, 2, 10, 0, 5, 6, 11) d'éléments de $\mathbb{Z}/12$. Est-ce un hasard si les 4 premiers éléments sont issus de A_2 et les 3 derniers de A_1 ? (autre curiosité $8+20+0=10$, $0+5+6=11$...) Tout ceci est du domaine du "je ne sais pas". Restons fidèle à Galois jusqu'au bout, lui qui, parlant des difficultés qu'il n'avait pu vaincre, terminait la préface de deux de ses mémoires ainsi :

"Aussi, dans ces deux mémoires et surtout dans le second qui est plus récent, trouvera-t-on souvent la formule "je ne sais pas". La classe des lecteurs dont j'ai parlé au commencement ne manquera pas d'y trouver à rire. C'est que, malheureusement, on ne se doute pas qu'un auteur ne nuit jamais tant à ses lecteurs que quand il dissimule une difficulté. Quand la concurrence, c'est-à-dire l'égoïsme, ne régnera plus dans les sciences, quand on s'associera pour étudier, au lieu d'envoyer aux académies des paquets cachetés, on s'empressera de publier les moindres observations, pour peu qu'elles soient nouvelles, et en ajoutant "je ne sais pas le reste" *".

* Dossier 11, feuillets 67 à 73, fonds Galois de la bibliothèque de l'Institut de France, publié par A. DALMAS In EVARISTE GALOIS? REVOLUTIONNAIRE ET GEOMETRE, LE NOUVEAU COMMERCE, 1982.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBAUD P., 1971 : LA MUSIQUE, DISCIPLINE SCIENTIFIQUE, Paris, Dunod, collection Science-Poche.
- BELHOSTE B., 1985 : CAUCHY, UN MATHÉMATICIEN LEGITIMISTE AU XIX^e SIÈCLE, Paris, Belin.
- BOURBAKI N., 1960 : ÉLÉMENTS D'HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES, Paris, Hermann.
- CHAMBADAL L., 1891 : DICTIONNAIRE DE MATHÉMATIQUES, Paris, Hachette.
- CLEYET-MICHAUD M., 1973 : LE NOMBRE D'OR, Paris, P.U.F., (Que sais-je ?).
- DAHAN-DALMEDICO A. - PEIFFER J., 1986 : UNE HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES, Paris, Seuil.
- DALMAS A., 1982 : EVARISTE GALOIS, REVOLUTIONNAIRE ET GEOMETRE, Paris, Le Nouveau Commerce.
- DEDRON P. - ITARD J., 1959 : MATHÉMATIQUES ET MATHÉMATIENS, Paris, Magnard.
- DUPARCQ J.J., 1977 : "Contribution à l'étude des proportions numériques dans l'oeuvre de Bach", in REVUE MUSICALE, Paris, Richard-Masse.
- GERARDIN L., 1986 : LES CARRÉS MAGIQUES, Paris, Dangles.
- GHYKA M., 1985 : PHILOSOPHIE ET MYSTIQUE DU NOMBRE, Paris, Payot.
- GIANCARLO B., 1986 : MIROIRS INVISIBLES DES SONS, LA CONSTRUCTION DES CANONS : RÉPONSE À UNE ENIGME, Paris, LES BELLES LETTRES. Traduit de l'italien par A. L. DEBELLEMANI7RE, ANNALES LITTÉRAIRES de l'Université de Besançon, vol.342.
- MARIE J.E., 1976 : L'HOMME MUSICAL, Paris, Arthaud.
- NEROMAN D., 1981-1984 : LE NOMBRE D'OR, Paris, Devry-Livres.
- QUEYSANNE M. - DELACHET A., 1969 : L'ALGÈBRE MODERNE, Paris, P.U.F., (Que sais-je ?).
- THOM R., 1980 : PARABOLES ET CATASTROPHES, Paris, Flammarion.

CAHIERS DU SUD : "Les grands courants de la pensée mathématique", Paris, Rivages.

ENCYCLOPÉDIE UNIVERSALIS, ed. 1985 : articles sur tous les mathématiciens cités et sur groupe, corps, etc...

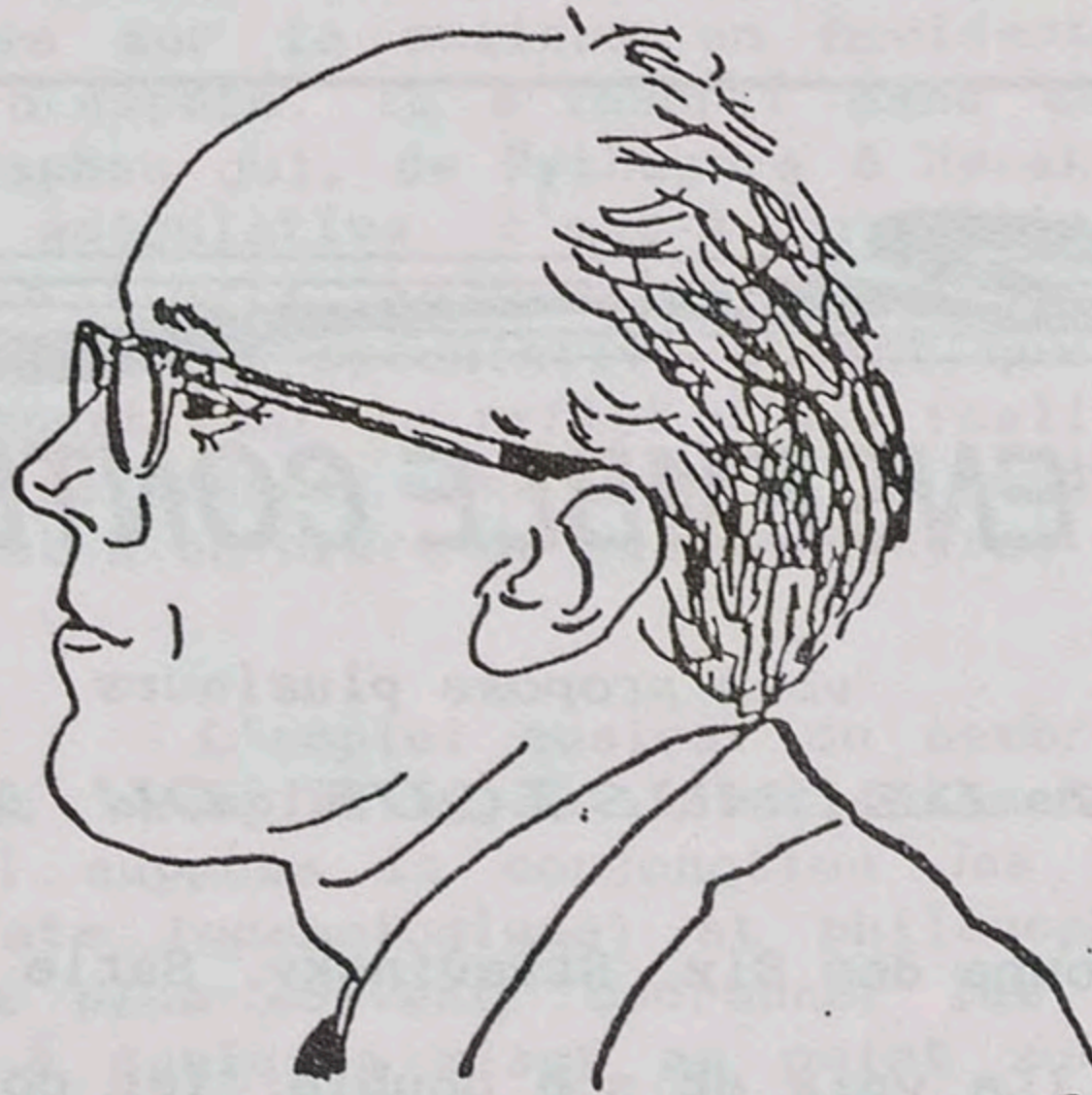
PENSER LES MATHÉMATIQUES (Séminaire de l'École Normale Supérieure, 12 intervenants : 1982), Paris, Seuil.

Marie-Thérèse LEROY, mathématicienne et musicologue, diplômée des Universités de Rouen (Mathématiques) et de Paris IV (musicologie en Sorbonne). Auteur d'un travail sur la basse de viole en France et en Allemagne à l'époque de J.S. BACH (1980).

16/2/83 = A.C.I.C. Rod. France (studio 106)

Quatuor numéro deux
de Michel Philippot

interprètes:
le
quatuor
Bernède



" CONSTRUIRE UNE FORME, CE PEUT ÊTRE, POUR LE COMPOSITEUR, FAIRE "
" ÉMERGER DU DÉSORDRE (LA TOTALITÉ DES POSSIBLES MUSICAUX, C'EST-À-DIRE LE "
" HASARD,) UN NIVEAU D'ORDRE CONVENABLE (C'EST-À-DIRE UNE FORME). "

"DIAGRAMMES DU MONDE" N° 146.

"LES MUSIQUES ARTIFICIELLES"

AVRIL 1969
DUNOD, ÉDITEUR
PAGE 55.



ALPHONSE LEDUC

CAHIERS D'ANALYSE
ET DE FORMATION MUSICALE

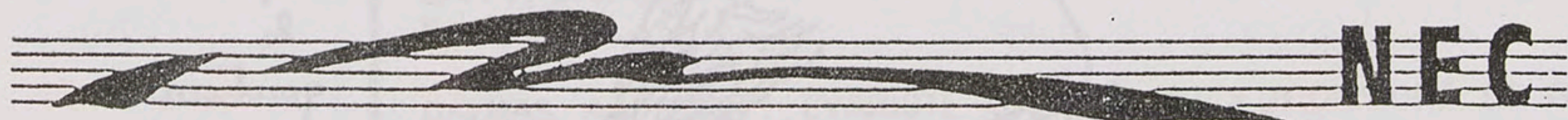
- Vol. I *Le Forestier* "L'ASCENSION" d'O. Messiaen 70 F.
 Vol. II *Canac* "PRELUDE A L'APRES-MIDI D'UN FAUNE" de Cl. Debussy .. 62 F.
 Vol. III *Gonzalès* "L'ARLESIENNE" de G. Bizet 70 F.

à paraître début 1987 :

Vol. IV *Grouvel* "Tout un monde lointain" de H. Dutilleux

chez votre marchand ou

175 rue St-Honoré - 75040 PARIS CEDEX 01



NOUVEL ENSEMBLE CONTEMPORAIN

vous propose plusieurs

CONCERTS DE MUSIQUE DU XX^e SIECLE

- * AUTOUR DE 1920 (Groupe des Six, Stravinsky, Satie ...)
- * CONCERTS A THEMES (La voix et son double, les cordes pincées, les vents, le clavier, les Sequenzę de Berio, la musique polonaise ...)
- * MUSIQUES IMPROVISEES, MIXTES, CREATIONS ...

Pour tous renseignements, s'adresser au

NOUVEL ENSEMBLE CONTEMPORAIN

Institut de Musicologie
Faculte des Lettres et Sciences Humaines de Rouen
Rue Lavoisier

76 130 MONT SAINT-AIGNAN (boite postale 32)

LE NOMBRE D'OR
ET LA FIN DU
PYTHAGORISME MUSICAL

"Point d'ouvrages, soit de la nature soit de l'art soit en physique soit même en morale, qui ne soient susceptibles de ce terme, harmonie universelle, harmonie céleste, harmonie du corps, harmonie en peinture, en architecture, harmonie de gouvernement, etc... Si l'on demande aux peintres ce que c'est qu'accorder un tableau, on verra que c'est faire pour contenter l'oeil ce qu'on fait en musique pour contenter l'oreille pour parvenir cependant à la justesse exacte, rigoureuse et sensible qu'on trouve dans la musique, laquelle semble nous être donnée par la nature comme le type sensible de ce qui doit être en proportions, c'est-à-dire de toute perfection". Ainsi s'exprime Jean-Philippe Rameau dans ses Nouvelles réflexions sur le principe sonore (1759).

Il est frappant de voir rassemblés dans ces deux phrases quelques-uns des caractères les plus fondamentaux de la pensée sur la musique en Occident. Rameau est loin d'être un cas d'espèce. Il s'inscrit dans une lignée de musiciens et musicographes qui, de Pythagore à Xenakis, ne conçoivent de musique que spéculative, c'est-à-dire liée à la recherche théorique et liée à l'oeil, au domaine visuel, conformément à l'étymologie du mot. Musique spéculative autant que spéculaire, l'oeuvre tendant à constituer le reflet d'une réalité qui lui est extérieure. D'où la référence simultanée à un ordre de raison abstrait (le Nombre) et à un ordre de raison naturel (la Nature ou le Cosmos).

L'emploi musical du nombre d'or me paraît particulièrement exemplaire du fonctionnement d'une telle pensée en ce qu'il suppose la conjonction des spéculations mathématique, naturaliste (cosmologique) et philosophique, cette dernière venant, le plus souvent, "couronner les deux autres". Après avoir procédé à quelques mises au point succinctes sur ce qu'est le nombre d'or et sur quelques-unes de ses propriétés, je voudrais étudier les tenants et aboutissants de la lignée de musiciens évoquée à l'instant : Pythagore d'une part, Bartok et Xenakis d'autre part. Le nombre d'or aura en quelque sorte valeur de chiffre pour déterminer ce qui, de leurs "philosophies" musicales, s'impose comme une immense boucle maintenant entièrement parcourue.

rappels

En astronomie, le nombre d'or désigne un nombre ordinal correspondant au rang de l'année dans le cycle lunaire

de 19 ans (tous les 19 ans, les phases de la lune reviennent aux mêmes dates) découvert par l'astronome athénien Méton au Ve siècle avant Jésus-Christ. Ce nombre était gravé en lettres d'or sur les monuments public grecs.

En arithmétique, le nombre d'or est un nombre irrationnel égal à $\frac{\sqrt{5} + 1}{2}$, ce qui donne en valeur décimale approchée 1,618. Le mathématicien Fibonacci, au XIIIe siècle, introduit la suite de nombres 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21... (série d'or la plus simple) qui forme une suite de récurrence définie par ses deux premiers termes et la relation $u_n = u_{n-1} + u_{n-2}$. Le rapport $\frac{u_n}{u_{n-1}}$ tend vers le nombre d'or quand on tend vers l'infini.

En géométrie, la proportion dorée partage un segment de telle façon que le rapport du segment à sa partie la plus grande est égal au rapport de cette partie à la partie la plus petite (la proportion dorée partage le segment en moyenne et extrême raison).



Le nom de Pythagore (VIe siècle avant J.C.) est volontiers associé au nombre d'or mais c'est Euclide (IIIe siècle avant J.C.), dans ses *Eléments* de géométrie, qui laisse le premier témoignage écrit sur les propriétés géométriques du nombre d'or (Livres VI et XIII). Euclide étudie en particulier les pentagones réguliers (inscrits) dans un cercle et montre que le rapport du côté du pentagone étoilé à sa diagonale est égal au nombre d'or. Euclide n'attache aucune importance particulière au nombre d'or en dehors de quelques propriétés remarquables.

Il est probable que les pythagoriciens connaissaient la construction au compas du pentagone convexe ou étoilé (figure parfaite pour les anciens Grecs, symbole de beauté et d'harmonie) et que cette construction un peu compliquée était un de leurs secrets jalousement gardés. On sait également que les pythagoriciens considéraient les nombres rationnels comme participant au domaine extra-humain donc divin. Il n'en fallait pas plus pour donner naissance à une tradition ésotérique basée sur une confiance dans les nombres et dans les modules et dont l'origine coïncide avec la naissance des mathématiques elles-mêmes. On s'acharna dès lors à découvrir la "divine proportion" partout, dans les oeuvres d'art de l'Egypte ancienne comme dans la nature. La grande variété de fleurs à 5 pétales régulièrement répartis ne peut pourtant pas nous faire oublier les autres. De même qu'il est possible que le nombre d'or se trouve "accidentellement" dans d'innombrables constructions par le simple fait de sa présence dans de nombreux triangles ou rectangles*. L'intérêt pour le nombre d'or renvoie à une attitude philosophique globale dont il est temps maintenant de démonter les mécanismes.

* La série de Fibonacci permet, quant à elle, de construire une spirale logarithmique à courbure constante qui traduit un phénomène de croissance qu'on retrouve dans certains coquillages.

le primat de l'oeil

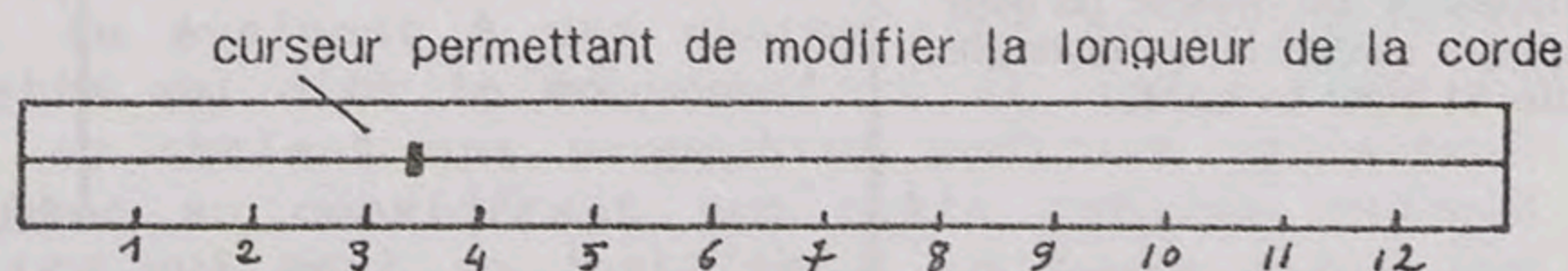
Il faut avoir présente à l'esprit la mutation intellectuelle capitale qui s'effectue en Grèce, à l'époque de Pythagore. Elle consiste avant tout dans le passage d'une pensée religieuse à une pensée rationnelle. En partant de considérations d'ordre religieux et symbolique sur les nombres, les pythagoriciens donnent naissance à ce qui deviendra le rationalisme moderne; les premiers, ils libèrent l'arithmétique du pragmatisme

commercial et jettent les bases d'une science démonstrative. C'est en étudiant les corps sonores que Pythagore parvient à l'idée que les nombres sont à la racine de toutes choses. En combinant les nombres, on peut obtenir les mêmes harmonies musicales et les mêmes rapports géométriques dans des milieux différents. Il infère que l'harmonie du nombre est celle du cosmos. Pythagore donne un nom nouveau à cette science faite de mathématiques, de musique et de réflexions cosmologiques : philosophie.

Toute pensée sur la musique cherchant à donner au phénomène musical un fondement scientifique de nature mathématique ou physique pourra être dite pythagoricienne. Il ne s'agit pas de se méprendre sur le sens de cette affirmation. Science, musique et philosophie ont spécifié relativement tôt, après Pythagore, leurs domaines respectifs. L'idée d'une correspondance entre les lois du matériau sonore et les lois d'organisation de la musique elle-même est une idée qu'Aristoxène déjà, au IV^e siècle avant J.C., récuse partiellement dans son *Traité d'harmonique*. Il faut donc bien distinguer le phénomène sonore, qui relève d'une science : l'acoustique, du phénomène musical qui est le résultat de déterminations multiples (y compris, parfois, acoustiques)*. Nous ne rangeons pas dans la catégorie du pythagorisme musical les tentatives de formalisation des langages musicaux qui sont des entreprises effectuées la plupart du temps après coup, à partir d'oeuvres musicales appartenant au passé**. La formalisation musicale se donne pour but la recherche des fondements proprement musicaux des oeuvres, et non arithmétiques ou naturels même si la méthode employée est le plus souvent d'origine mathématique. Là aussi, il faut distinguer entre une démarche musicologique qui fait appel à des méthodes, ou plus simplement des cadres de pensée, issus d'autres disciplines (les mathématiques, la physique, la biologie, la sociologie, la philosophie...) et une démarche qui vise à subordonner ces disciplines entre elles. La démarche musicale ou musicologique pythagoricienne implique, fondamentalement, une hiérarchisation des pratiques et des savoirs, participant à une vision du monde unifiée par un seul principe explicatif : le nombre, qui se voit doté d'une essence naturelle. Le pythagorisme demeure une philosophie du passage et de la transition : entre une pensée religieuse voire mythologique (Pythagore, dont l'existence n'est même pas prouvée, se disait fils d'Apollon) et une pensée rationnelle, entre un point de vue substantialiste et un point de vue fonctionnel. Il n'est même pas sûr que la métaphysique elle-même, en ses développements modernes, ne participe pas de cet état éminemment instable de la pensée, oscillant perpétuellement (au moins jusqu'à Kant) entre une vocation scientifique et une vocation religieuse. Le pythagoricisme semble bien irriguer toute une formation culturelle dont nous commençons à peine au XX^e siècle à entrevoir la sortie.

Ce fondement exogène de la musique dans le pythagoricisme musical s'assortit d'un paradoxe (qui fut, du reste, fécond) : le primat de l'oeil sur l'oreille, son antériorité non chronologique mais protocolaire dans l'élaboration des processus musicaux. La terminologie musicale grecque montre clairement, en effet, l'assimilation des intervalles musicaux à des segments visibles. Les pythagoriciens étudient les intervalles musicaux en se référant à l'observation d'un monocorde dont ils font vibrer différentes parties. Le canon musical pythagorien, dont les Anciens (Théon de Smyrne, Gaudence..) ont laissé des descriptions, permet une mesure directe et chiffrée des intervalles musicaux***.

support comportant un chevalet à chaque extrémité



l'intervalle produit par deux sons est exprimé par le rapport des deux nombres correspondants

* Quant à une définition précise de la musique, je me rangerais à l'opinion de Luciano Berio : "La musique est tout ce que l'on écoute avec l'intention d'écouter de la musique" (*Entretiens avec Rossana Dalmonte*, Paris, 1983, J.C. Lattès pour la traduction française, p.21).

** Voir mon compte-rendu du livre de Célestine DELIEGE, *LES FONDEMENTS DE LA MUSIQUE TONALE*.

*** voir Annie BELIS, *ARISTOXENE DE TARENTE ET ARISTOTE : LE TRAITE D'HARMONIQUE*, Paris, Klincksieck, collection "Etudes et commentaires" n°100, 1986, p.67.

* Annie BELIS, op. cit., p.156.

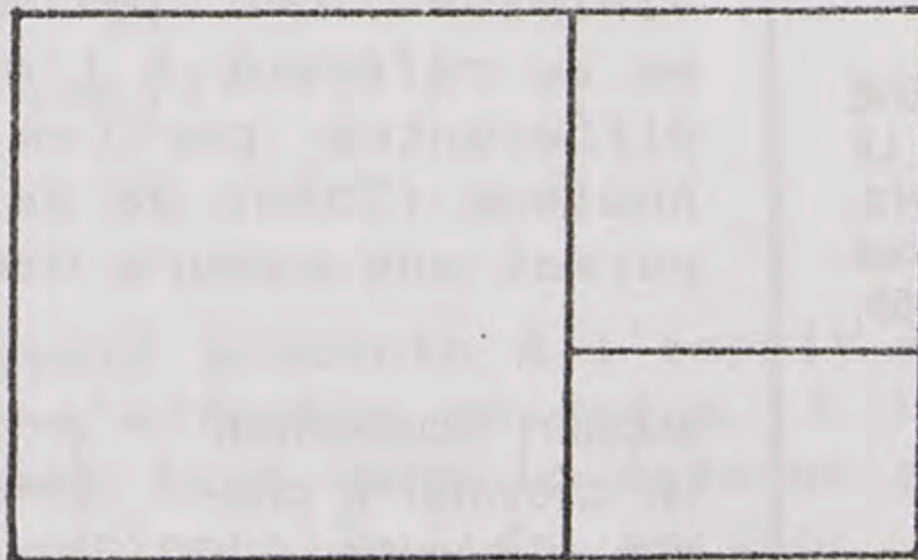
** Iannis XENAKIS, MUSIQUES FORMELLES, Paris, Stock-Musique, 1981, p.164.

Aristoxène lui-même, qui critique pourtant les pythagoriciens, utilise des métaphores spatiales pour qualifier la marche du chant : celle-ci est "droite" quand la ligne mélodique procède par mouvement ascendant, "rétrograde" dans le cas contraire et "circulaire" lorsqu'elle combine les deux mouvements*. Mais surtout, la conception du "logos" grec, signifiant à la fois le fait de savoir compter et la faculté de connaître, semble redevable de cette hégémonie de l'oeil dans la pensée antique. Xenakis aime à rappeler le sens étymologique du concept de "raison" : la recherche de la proportion**. D'où cette idée d'un calcul logique organisant et ordonnant la diversité des phénomènes à partir d'un principe fondateur unique. La conception platonicienne de la genèse de l'univers, exprimée dans le Timée ne fait que reprendre cette idée à travers la place privilégiée qu'il assigne à une figure géométrique, le dodécaèdre régulier dont, rappelons-le, les douze faces ne sont autres que des pentagones convexes. Ordre et proportion, les deux mots-clés de toute conception traditionnelle du Beau, proviennent d'une raison qui s'applique d'abord à des objets mathématiques de nature visuelle. Même si les Anciens rappellent que le géomètre peut raisonner juste sur des figures fausses, c'est cette même raison qui, chez Platon, doit nous mener à la contemplation des Idées. La philosophie, dès sa "création" au moment du basculement intellectuel dont Pythagore est l'un des acteurs, érige une rationalité visuelle dont les effets se feront sentir jusque dans nos métaphores langagières les plus courantes : ne dit-on pas que l'on va "tirer au clair" une question (ce sont toutes les expressions relatives au thème de la lumière et de l'obscurité en provenance probable du mythe de la caverne) ou que l'on donne un "point de vue" ? Par contre, il s'agira toujours de "dissiper les malentendus". Il est évident que, dans ces conditions, la musique s'entend mal, qu'il est difficile de "rationaliser". A moins "d'entrevoir" un autre type de rationalité non plus uniquement visuelle mais également auditive. Par là même, bien peu de philosophies s'intéressent à la musique sauf, précisément, les esthétiques irrationalistes du XIXe siècle, celles de Schopenhauer, Kierkegaard ou Nietzsche.

Au XIXe siècle, ce qu'on appelle la "psychologie esthétique" travaille pourtant à donner une assise expérimentale rigoureuse à cette idée de la beauté proportionnelle et ordonnée qui est fondamentalement visuelle. Le "psychophysologue" Fechner, ainsi qu'il se qualifie lui-même, a l'idée de déterminer la validité scientifique de la section d'or en demandant à plusieurs personnes d'indiquer la forme de rectangle préférée parmi une gamme de rectangles plus ou moins allongés. La préférence va majoritairement au rectangle d'or dont le coefficient de forme, c'est-à-dire le rapport du grand côté au petit côté, est égal à 1,618. Mais Fechner constate dans le même temps, que les tableaux les plus célèbres de l'histoire de l'art n'utilisent pas le rectangle d'or en tant que rectangle d'encadrement. Le résultat est donc remarquable à deux titres : d'une part, le caractère particulièrement "esthétique" de la proportion dorée se voit confirmé statistiquement, d'autre part, la plupart des artistes n'en ont cure. Ce qui met l'intérêt pour le nombre d'or à sa juste place***.

*** En considérant que les images fournies par les deux yeux se chevauchent d'un tiers, notre champ visuel équivaut à un rectangle horizontal de 3 sur 5 peu différent (à moins de 3%) du rectangle d'or. Là non plus, il n'y a pas de quoi crier au miracle, surtout en matière de musique.

Notons que si l'on découpe un carré par rabattement du petit côté, le rectangle d'or a la particularité de devenir un petit rectangle semblable au rectangle initial et ainsi de suite.



La psychologie esthétique ne cherche ni plus ni moins qu'à mettre en évidence des critères objectifs du Beau sur la base d'une idée

de la beauté acceptée sans réserve et venue tout droit de Platon et de ses contemporains. Si de tels critères existaient, les artistes, à n'en pas douter, s'empresseraient de les contourner. Que penser, d'autre part, de l'application de tels critères à la composition des oeuvres musicales ? Deux musiciens peuvent, ici, aider à formuler une réponse. Tous deux se sont servis de la section d'or pour écrire certaines de leurs oeuvres, quoique de façon différente : il s'agit de Bela Bartok et de Iannis Xenakis. L'examen de deux textes musicaux va nous permettre d'évaluer les conséquences esthétiques d'une application du nombre d'or à la composition musicale et de vérifier cette prééminence de l'oeil sur l'oreille propre à ce que j'ai nommé une pensée sur la musique "pythagoricienne".

deux passages du premier mouvement des contrastes de BARTOK

Les Contrastes de Bela Bartok, pour violon, clarinette et piano, ont été écrits en 1938 et sont donc contemporains de la Musique pour cordes percussion et célesta (1936) et de la Sonate pour deux pianos et percussion (1937). Le titre évoque l'opposition des timbres des trois instruments et des modes d'attaque et d'entretien du son. Mais il peut renvoyer également, en référence à la notion linguistique de contraste, au travail compositionnel relatif à la constitution de la forme musicale. Le contraste est l'ensemble des rapports qu'une unité linguistique entretient avec des unités de même niveau à l'intérieur d'un contexte donné* ; il concerne les rapports syntagmatiques entre unités et se distingue de l'opposition qui, elle, désigne leur rapport paradigmatique. Sans prétendre apparenter le processus musical au fonctionnement du langage naturel, les notions linguistiques de contraste et d'opposition peuvent peut-être s'avérer de quelque secours pour déterminer ce qu'est la forme musicale. Celle-ci pourra être définie en termes d'opposition et de contraste des unités musicales au sein d'une même oeuvre, les unités musicales pouvant être des patterns harmoniques, des figures ou matériaux mélodiques ou rythmiques, des alliages de timbres... L'idée serait à développer : elle suppose, entre autres, que soit précisé ce qu'est un système musical (les systèmes modaux, le système tonal, le système dodécaphonique, les systèmes sériels...). La forme musicale de ces Contrastes me semble, en tout cas, correspondre à la définition proposée, étant donné le haut degré de définition du système de composition bartokien** et du système tonal dont la musique de Bartok dépend partiellement.

Les grandes articulations du premier mouvement révèlent l'emploi incontestable du nombre d'or ; le mouvement comporte 93 mesures et la réexposition intervient au milieu de la mesure 57 soit, à peu de choses près, la proportion dorée : $\frac{93}{57,5} = 1,618$.

Bartok fait de cette proportion un élément purement visuel, visible seulement sur la partition, puisque les minutages déterminent une proportion différente : 296 secondes pour l'ensemble du mouvement (durée approximative proposée par les éditions Boosey and Hawkes) contre 155 secondes pour les mesures 1 à 57, rapport presque égal à 2. En évaluant à une quarantaine de secondes la cadence de clarinette qui clôt le mouvement et en les retranchant aux 296 secondes, on obtient une proportion auditive avoisinant le nombre d'or. Même en considérant que cette cadence suspend le temps musical (ce qui peut se justifier), on tombe alors sur le problème des différences entre temps "réel", temps psychologique et temps musical. Il y a très peu de chances pour que l'audi-

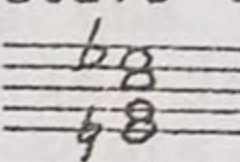
* Surtout employé en phonologie, le contraste désigne la différence phonologique entre deux unités successives d'une phrase parlée. Le contraste est, bien entendu, également une notion optique, ce qui ajoute ici à son intérêt.

** Je renvoie à l'article de référence en la matière : "Introduction aux formes et harmonies bartokiennes" d'Erno LENDVAI, in BARTOK, SA VIE, SON OEUVRE sous la direction de Bence SZABOLCSI, Budapest, Corvina, 1956, pp.88 à 136.

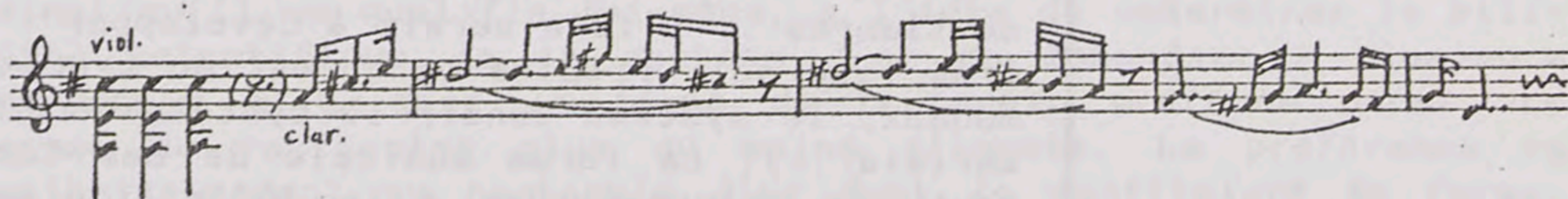
* Se référer au psychologue Wolfgang KÖHLER, PSYCHOLOGIE DE LA FORME, Paris, Gallimard, 1964, qui montre que la perception de la forme musicale "résulte de l'autorépartition de certains processus dans le secteur visuel du cerveau (p.168) et ne résout rien tant que l'on n'a pas défini avec précision les différences et les interactions entre le temps "réel", le temps psychologique et le temps musical.

teur perçoive cette proportion; j'ajouterai même que si l'essence de l'oeuvre musicale est de composer le temps, il n'y en a aucune, à moins de s'ennuyer et de consulter une montre. Mais, d'un point de vue psychologique cette fois, le temps paraît toujours très long dans ce cas-là!*

Bartok, pour autant, n'applique pas de force le nombre d'or aux grands segments de la forme musicale. Le matériau mélodique, harmonique et métrique, ainsi que le montre Erno Lendvai, est lui-même conçu en rapport étroit avec le nombre d'or et la suite de Fibonacci. Bartok privilégie en effet, dans les accords et les intervalles, la seconde majeure (2 demi-tons), la tierce mineure (3 demi-tons), la quarte (5), la sixte mineure (8), l'octave augmentée (13) etc... L'accord bartokien le plus

typique  résulte de la superposition d'une tierce mineure, une quarte et de nouveau une tierce mineure (voir mesures 65 et suivantes du premier mouvement des Contrastes). La métrique dépend également, sans que cela soit aussi systématique que pour les accords et les intervalles, de l'application de la suite numérique de Fibonacci (mesures à 8 temps et 5 temps alternées à partir de la mesure 132 du troisième mouvement). Bartok conçoit une forme musicale entièrement régie par le nombre d'or depuis la plus petite unité (l'intervalle) jusqu'à la construction d'ensemble. Les rapports sont aussi serrés que possible entre les diverses unités musicales et l'on peut dire, dans ce jeu subtil de différence et d'identité, que l'on a bien une forme "contrastée" au sens linguistique du terme.

L'opposition paradigmatique entre unités se marque, au sein du système bartokien, par la différence entre le diatonisme et le chromatisme de l'écriture. Les remarques précédentes concernaient son emploi chromatique. Le diatonisme est utilisé par le compositeur sous la forme de gamme dite "acoustique" car issue de la série harmonique naturelle du son. Si la fondamentale est la note DO, les sons harmoniques sont : DO - DO - SOL - DO - MI - SOL - SI bémol - DO - RÉ - MI - FA#... et la gamme acoustique sera DO - RÉ - MI - FA# - SOL - LA - SI bémol. C'est la gamme initiale (énoncée par la clarinette et transposée sur la note LA) de notre premier mouvement.



Le "passage" du silence à la musique, au début des Contrastes, se fait donc par le biais d'une référence à la nature du son comme s'il n'y avait pas de solution de continuité entre le monde extérieur et l'oeuvre musicale. Le milieu de la mesure 57 évoqué plus haut est, lui aussi, un "passage" : le passage entre une expansion de l'oeuvre (un "développement") et le retour circulaire au point de départ. Ce passage où Bartok utilise le procédé rythmique d'augmentation des valeurs pour masquer au maximum la transition**, fait de ce premier mouvement un organisme clos à l'instar de toutes les oeuvres redevables du système tonal :

** Ce procédé est très employé pour les réexpositions : chez Beethoven, premier mouvement de la quatrième symphonie, chez Schubert, réexposition du thème "la jeune fille et la mort" après cinq variations dans le quatorzième quatuor, etc...

Violon
clar.
piano

* Ayons à l'esprit la signification mathématique mais aussi astronomique du nombre d'or.

** Cf. Erno LENDVAI, op. cit., p.128.

Mais si Bartok clôt son organisme, il en fait un "microcosme" compris dans le "macrocosme" que constitue la Nature. C'est bien sûr le titre de son recueil de pièces pour piano mais c'est aussi quelque chose de plus fondamental : les échelles et les accords issus du nombre d'or sont les complémentaires exacts des échelles et accords issus de la résonance naturelle des sons** :

		3	5	8		
gamme dorée :	Do	Mib	Fa	Lab		

gamme acoustique :	Do	Ré	Mi	Fa#	Sol	La	Sib
		2	4	6	7	9	10

La gamme "dorée" évoque la gamme pentatonique : DO Mib Fa Lab Sib propre à certaines mélodies du folklore musical hongrois : l'intérêt de Bartok pour le nombre d'or et sa passion pour les musiques populaires finissent par se recouper. De même la quarte (5) et la sixte mineure (8), intervalles résultant de l'emploi du nombre d'or, deviennent la quinte et la tierce majeure une fois renversées, et ces deux nouveaux intervalles forment un accord (DO-Mi-Sol) harmonisant la gamme acoustique. L'écriture diatonique et l'écriture chromatique se complètent en constituant les deux faces opposées du phénomène musical***. L'œuvre musicale bartokienne serait ainsi à la fois une nature (un microcosme) imitant la Nature (le macrocosme) et une anti-nature comprise, en dernière analyse, dans la Nature elle-même. On ne peut, ici, que marquer l'analogie avec la philosophie de Pythagore qui voit au fondement de toutes choses la tension de principes opposés, le limité et l'illimité, la lumière et l'ombre, le pair et l'impair, menant à la vision d'un nombre régi par l'harmonie et la proportion. Les Contrastes s'écrivent dans la tension d'une œuvre artificielle (appartenant à l'art) qui se veut pourtant la copie conforme d'un modèle naturel. C'est le même paradoxe que réalisent les *Metastasis* (1953-1954) de Iannis Xenakis à la différence que le compositeur, fort d'une vision plus moderne de la Nature, voudra donner l'illusion du mouvement et de l'agitation qui caractérisent les phénomènes naturels. Mais la pensée musicale, nous allons le voir, reste la même. En outre, Xenakis offre une prise beaucoup plus grande à l'évaluation esthétique de sa démarche compositionnelle grâce à ses nombreux écrits théoriques.

les metastasis de XENAKIS

Il n'est pas question de dénier aux *Metastasis* leurs qualités musicales. De même que pour les *Contrastes*.

*** On ne s'étonnera pas qu'Erno Lendvai associe l'écriture diatonique à la ligne droite et l'écriture chromatique au cercle (voir p.130).

La valeur de ces oeuvres se situe ailleurs que dans l'utilisation du nombre d'or, comme nous allons essayer de le montrer plus loin. Il y a donc lieu de distinguer "l'idéologie" musicale (à l'origine de la démarche compositionnelle) de la pensée proprement musicale qui est cette démarche elle-même.

Les *Metastasis* sont écrits pour un orchestre de 61 instruments : piccolo, flûte, 2 hautbois, clarinette basse, 3 cors, 2 trompettes, 2 trombones ténor, timbales, percussion et cordes (12, 12, 8, 8, 6). Le titre signifie "transformation" et ne renverrait qu'à ce qui fait la nature profonde de la création musicale si cette oeuvre n'était aussi la première oeuvre stochastique de Xenakis, c'est-à-dire basée sur les lois d'apparition des événements exprimées par la théorie des probabilités. Xenakis contrôle les transformations musicales à l'aide des lois mathématiques des grands nombres ou des lois physiques de la théorie cinétique des gaz, ce qui lui permet de jouer sur les effets musicaux de masse, chaque instrument ayant une partie indépendante. Les *Metastasis* sont donc une oeuvre dont la stabilité, l'équilibre (stase) sont envisagés dans une perspective très large et très englobante (ce qui coïncide avec un des sens du préfixe *meta*)*. De fait, c'est bien à un organisme bouclé sur lui-même auquel on a affaire : l'oeuvre débute sur une hauteur unique (Fa) dans une nuance extrêmement piano, point de départ de tous les événements, et s'achève par une convergence des glissandi des cordes un demi-ton plus haut, sur un Sol aboutissant progressivement au silence. L'oeuvre se constitue en totalité fermée mais, en même temps, reste ouverte sur le monde extérieur (sur le silence comme aussi sur les bruits environnants). Cette volonté de maintenir à tout prix un "passage" vers le monde, ce désir parfaitement audible d'articuler des états transitoires de la matière sonore constituent sans doute une autre caractéristique du pythagorisme musical isomorphe au caractère éminemment transitif de la philosophie pythagoricienne lors du "grand commencement" grec.

On retrouve le nombre d'or, dans *Metastasis* comme dans d'autres oeuvres de Xenakis, tant au niveau du déroulement temporel de l'oeuvre qu'au niveau de certaines bases de calcul. Cette utilisation de la proportion dorée ou de la suite de Fibonacci s'inscrit, chez le compositeur, dans une vision philosophique et musicale plus vaste dont les principaux points sont les suivants :

- Xenakis affirme trouver dans les phénomènes naturels une origine et une justification à sa démarche compositionnelle. Il donne en exemple le chant de milliers de cigales, le "bruit que font les gouttes de pluie sur une tente tendue de cirque, les clameurs ordonnées ou désordonnées d'une manifestation politique, les sons glissés des balles pendant les combats de rues, autant de phénomènes riches en enseignement sur les structures et sur leur perception"**.

- Les lois physico-mathématiques qui régissent ces phénomènes et, par extension, les lois mathématiques relevant d'autres domaines (la théorie des jeux, la théorie des ensembles...), sont alors appliquées aux phénomènes musicaux. Si Xenakis transporte ces cadres abstraits à la musique, c'est que, pour lui, raison mathématique et raison musicale ne sont pas hétérogènes (la pensée musicale aurait même pris du retard sur la pensée mathématique). Ce qu'il appelle le stade "hors-temps"*** du processus de composition, correspond à une manipulation de concepts mathématiques sur des ensembles de sons, d'intervalles, de durées considérés avant tout comme des fonctions. Le stade "en-temps" consiste à concrétiser une construction hors-temps en retenant certains effets sonores plutôt que d'autres et en faisant appel à ce que le compositeur nomme l'intuition, ou encore, l'instinct.

- La musique ne constitue pas une fin en soi mais est rattachée à une vision unifiée de l'homme. Dans la notion de "métamusique", Xenakis entend "une remise en question et une

* La mécanique statistique montre que l'entropie d'un système (c'est-à-dire son degré de "désordre") est reliée au nombre d'états microscopiques entre lesquels le système peut fluctuer; l'état d'équilibre d'un tel système est celui qui correspond à la valeur la plus grande du nombre d'états microscopiques, donc au désordre maximum.

** MUSIQUE ARCHITECTURE, Paris, Casterman, 1976. p.27.

*** MUSIQUES FORMELLES, op. cit., p.186.

* MUSIQUE ARCHITECTURE, op. cit., p.69.

** Ibid., p.199.

*** Ibid., p.142.

**** MUSIQUES FORMELLES, op. cit., p.212.

***** MUSIQUE ARCHITECTURE, op. cit., p.18.

***** Le Modulor applique la suite de Fibonacci à des séries de nombres arrondis à l'unité, différents par leur premier terme, afin d'obtenir un ensemble plus varié de dimensions. C'est, au demeurant, une position philosophique en de nombreux points analogue à celle qui vient d'être détaillée qui anime Le Corbusier.

***** Les METASTASIS possèdent un double architectural, le Pavillon Phillips, conçu par Xenakis lorsqu'il était calculateur chez le Corbusier pour l'Exposition Universelle de Bruxelles en 1958. La structure du Pavillon Phillips est basée sur des paraboloïdes hyperboliques et des conoïdes.

***** Et un moderne Rameau. Celui-ci prétendait, à la fin de sa vie, que les sciences trouvaient leur fondement dans la résonance du corps sonore. Xenakis reprend significativement une idée similaire en déclarant que l'art doit "servir (...) de guide universel aux autres sciences" (MUSIQUE ARCHITECTURE, op. cit., p.187).

***** "L'écriture du musicien : le regard du sourd ?", CRITIQUE, n°408, Paris, Editions de Minuit, mai 1981, p.443.

critique radicale mais constructive de nos manières de penser et faire la musique". Il s'agit de "donner (...) les outils théoriques et technologiques pour (...) exercer sa créativité et son esprit de recherche dans le domaine de la pensée abstraite allié au domaine de la sensibilité et de la réalité artistique. Faire donc de l'homme un tout". Cet humanisme s'étaye sur l'universalité des catégories logiques ("une langue mathématique et logique simple mais universelle").

- Enfin, Xenakis lui-même fournit la clé de sa philosophie musicale. "La formalisation et l'axiomatisation, écrit-il", constituent en réalité un guide processionnel, plus adapté à la pensée moderne en général. Elle permet de placer d'emblée sur un terrain plus universel l'art des sons, et de le rapprocher à nouveau des astres, des nombres et de la richesse du cerveau humain, comme jadis aux grandes phases des civilisations antiques: les mouvements des sons qui provoquent en nous des mouvements concordants à ceux-là... "procurent un vulgaire plaisir à ceux qui ne savent pas raisonner; et à ceux qui savent, une joie raisonnée, par l'imitation de la divine harmonie qu'ils réalisent dans des mouvements périssables" (Platon, Timée).

Xenakis fait donc retour de façon avouée au pythagorisme. Les catégories musicales du hors-temps et de l'en-temps, si fondamentales chez lui, ne sont autres que les avatars de l'opposition entre un ordre visuel et un ordre auditif. Le compositeur revendique d'ailleurs cette opposition de façon tout à fait conséquente pour sa propre musique même s'il est clair qu'il voudrait en réussir la synthèse : "les excitations numériques dans le domaine artistique, plastique ou sonore de tous les siècles précédents ont montré l'inefficacité de ces recherches qui tendent à démontrer la valeur d'une oeuvre par la richesse de ses combinaisons... D'où impasse formelle et auditive". Ce qui n'empêche pas Xenakis d'écrire les Metastasis en faisant appel aux ressources du Modulor, ce module architectural imaginé par Le Corbusier et basé sur le nombre d'or. La constante référence de Xenakis à l'architecture indique clairement qu'il conçoit la musique avant tout comme un art de l'espace (D'où cette position extrême : "je me suis aperçu qu'en architecture, les problèmes étaient les mêmes qu'en musique"). Xenakis élabore un édifice musical unifié par des lois numériques dont les unités vont s'opposer à travers les notions de continuité (glissandi des cordes ou des trombones) ou de discontinuité (sons percussifs, pizzicati), d'ordre ou de désordre. On retrouve les notions formelles de contraste et d'opposition à l'intérieur d'un système musical clos dégagées à propos des Contrastes de Bartok. Tout donne à penser que l'ensemble de l'oeuvre musicale de Xenakis parachève la tradition pythagoricienne. L'attachement explicite de Xenakis aux principes philosophiques antiques incite à avancer qu'un parcours musical vient de s'accomplir et qu'il s'achève circulairement par un retour à ses origines. Xenakis ne serait autre qu'un moderne Pythagore. Est-ce à dire que les musiciens n'ont plus qu'à entamer une nouvelle fois la boucle ? Je ne le pense pas. Le pythagorisme en matière de pensée musicale semble, à l'heure actuelle, se refermer sur lui-même, offrant l'image même des organismes musicaux qu'il a générés.

symptômes d'un dépassement

Peut-être la musique de Bartok et celle de Xenakis annoncent-elles déjà un excès des processus musicaux sur la pensée censée les fonder. Ni Bartok ni Xenakis ne portent sur la musique le "regard du sourd" dont parle Pierre Boulez. Loin de

se limiter à une simple "application", le chiffre est un catalyseur de l'imagination. Bartok, recourant au nombre d'or, partage avec les compositeurs sériels de la même époque la préoccupation de fonder la cohérence de l'oeuvre sur un ordre musical débordant l'ordre tonal. Il n'y a pas, en cela, de différence radicale entre le "génétisme" propre à la série et le système d'écriture bartokien. Certes, les sériels n'ont besoin d'aucune donnée extérieure à l'oeuvre et évacuent, pour reprendre la distinction xenakienne, la catégorie hors-temps (la série ne préexiste pas à l'oeuvre à la façon des gammes tonales, de la gamme acoustique ou dorée; elle est une fonction d'intervalles en-temps). Mais Schönberg, Berg et Webern, ce dernier dans une mesure moindre, tout comme Bartok, conservent certains aspects thématiques et prosodiques de la tonalité. Tous élaborent une synthèse du langage tonal qu'il appartiendra au seul Webern de remettre en question. Les rapports qui uniraient Bartok aux sériels sont donc à évaluer moins dans la question de l'auto-engendrement de l'oeuvre que dans la recherche de nouvelles bases du langage musical. L'originalité de l'oeuvre de Bartok est étroitement liée à cette parenté historique.

On a reproché à Xenakis, quant à lui, de s'intéresser à des problèmes mathématiques, physiques ou informatiques depuis longtemps résolus. Xenakis non plus n'est pas mathématicien mais tâche avant tout à résoudre des problèmes musicaux. Son oeuvre, de même que celle de Bartok, s'inscrit dans un contexte historique précis : celui de la "crise" de la musique sérielle des années cinquante*, à un moment où Xenakis conteste "la complexité absolument déterministe des opérations compositionnelles et des oeuvres engendr(ant) un non-sens auditif et idéologique**". Le musicien, on le voit, désire faire figurer l'audibilité en bonne place parmi ses préoccupations de compositeur. De fait, son oeuvre s'impose comme la réalisation évidente du compromis entre des conceptions musicales entièrement neuves et leur perception auditive.

Cependant les rapports de l'oeil et de l'oreille chez nos deux musiciens ne semblent pas aussi simples. L'écriture n'est pas asservie qu'à la perception (sans pour cela que la relation s'inverse puisqu'un Xenakis définit justement sa position contre la tyrannie de l'écriture chez les sériels). Il subsiste, chez Bartok et Xenakis, ce qu'il faut nommer un ésotérisme de l'écriture que met bien en évidence l'utilisation du nombre d'or. L'oeil introduit dans la partition des rapports secrets et sacrés qu'une oreille profane ne peut décrypter : voilà ce que "sous-entendent" les Contrastes et les Metastasis. Cette irréductibilité de l'oeil et de l'oreille l'un à l'autre se marque donc par tout un pan d'écriture ne valant que pour lui-même et sans aucune incidence sur la perception. Il convient dès lors d'envisager une écriture qui ne soit plus détournée de sa fonction. Ce qui signifie qu'il y a lieu non pas de soumettre l'écriture à la perception mais de dialectiser les rapports de l'oeil et de l'oreille et de radicaliser, dans une tension paradoxale nouvelle (mais qui n'a plus rien à voir avec la tension musicale pythagoricienne), leur spécificité respective. De nombreuses oeuvres d'aujourd'hui sont écrites en vertu de ce paradoxe neuf. Ces musiques contribuent à substituer à l'ésotérisme scriptural (au sens traditionnel d'hermétisme mais aussi au sens grec de ce qui se passe à l'intérieur, dans un lieu fermé***) un exotérisme tourné vers l'auditeur comme vers l'interprète, celui-ci se voyant chargé de débrouiller les rapports complexes de ce qu'il lit et de ce que l'auditeur entend. Cet exotérisme n'implique pas le renoncement à un certain hermétisme entendu, cette fois, comme discipline exigeante de lecture et d'écoute. "Le jeu de la reconnaissance, écrit Pierre Boulez, les perspectives de l'écoute, voilà qui fait le prix et la réussite d'une oeuvre, qui crée en nous à la fois le sentiment d'une vérité immédiate du texte et

* "La crise de la musique sérielle" est le titre d'un article de Xenakis publié dans le n°1 des GRAVESANER BLÄTTER (juillet 1955) dirigés par Herman SCHERCHEN. Voir MUSIQUES FORMELLES, op. cit., p.18.

** Ibid., p.18.

*** Conformément à l'enseignement de Pythagore.

*L'écriture du musicien : le regard du sourd ?", op. cit., p.460, cité par DELIEGE, LES FONDEMENTS DE LA MUSIQUE TONALE, op. cit., p.265.

d'une vérité enfouie plus profondément, que nous ne sommes pas sûrs de saisir dans sa totalité". Son Répons (1981) ainsi que d'autres oeuvres (je pense à Antiphysis d'Hugues Dufourt) illustrent, à n'en pas douter, l'avènement de ce que je souhaiterais nommer une musique "acroamatique" en double référence aux parties les plus secrètes et les plus difficiles de la philosophie d'Aristote transmises oralement mais aussi, et surtout, au sens étymologique du terme : qui charme l'oreille.

L'utilisation musicale du nombre d'or a été envisagée dans une perspective plus que phénoménologique. Point nodal d'une philosophie basée sur un mysticisme du chiffre, la proportion dorée a permis de dégager les cadres d'une trajectoire musicale qui, de Pythagore à Xenakis en passant par les musiciens de l'Ars Nova, Rameau ou Schönberg semble toucher aujourd'hui à son terme. Il serait bien sûr souhaitable d'étudier chaque musicien un par un : les calculs savants d'un Guillaume de Machaut, le naturalisme historique de Schönberg qui introduit l'idée que les systèmes musicaux se caractérisent par une intégration toujours plus poussée des harmoniques issus de la résonance naturelle du corps sonore, l'idée goethéenne de la plante originelle chez Webern, le panthéisme cosmique du dernier Stockhausen... Il serait tout aussi utile d'étudier le basculement qui s'opère à l'époque de Jean-Jacques Rousseau et qui constituerait peut-être le premier indice de la fin de ce qui a été le "pythagorisme musical". Ce texte n'a pas la prétention d'être complet : contrairement à son objet, il ne s'achève ni, encore moins, ne se ferme sur lui-même. Je voudrais donc prolonger la réflexion par deux remarques :

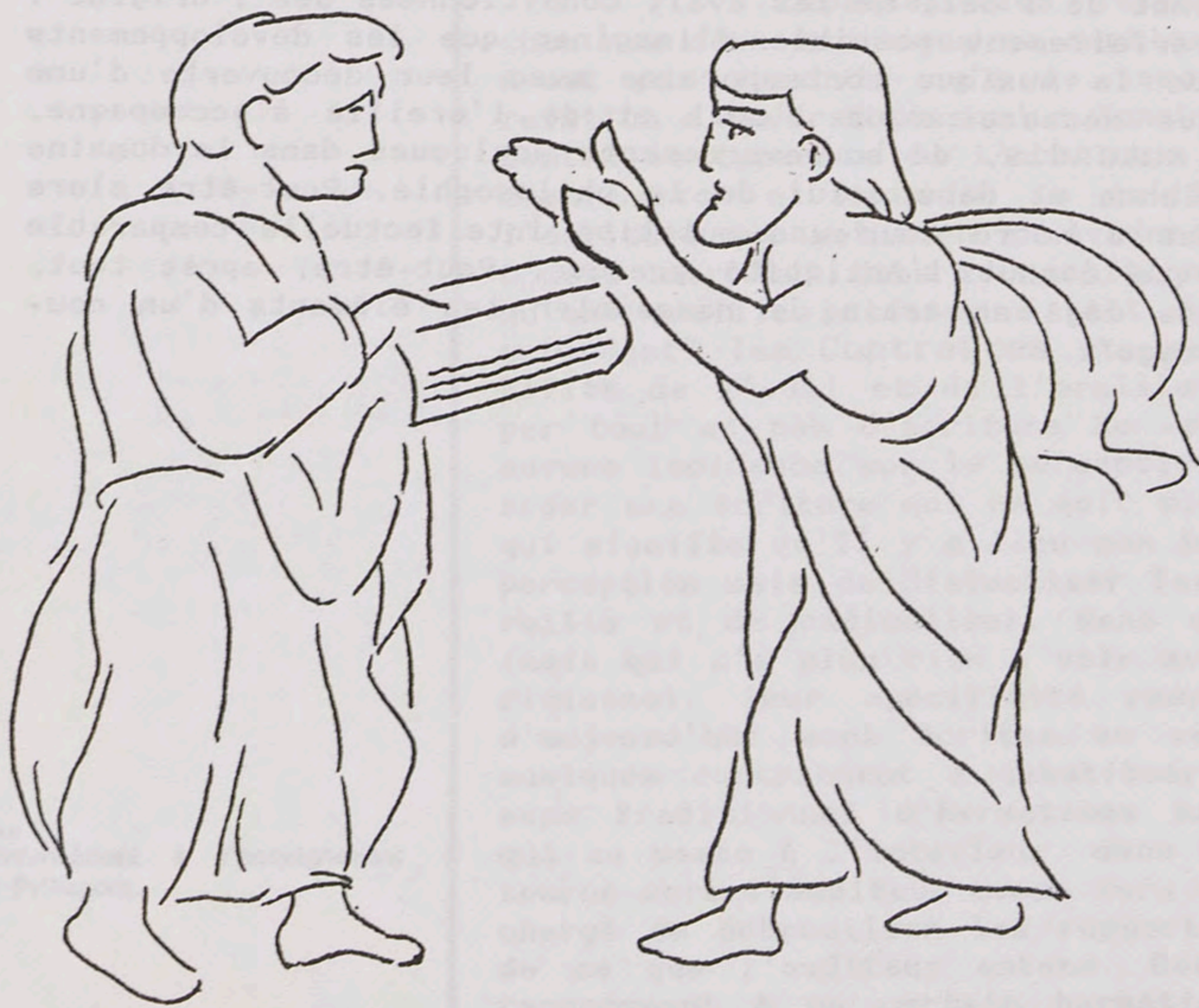
- Il y a tout lieu de se méfier de la conjonction musique/mathématiques/philosophie telle que la pensée de Pythagore nous en fournit le modèle. S'il est évident qu'il existe des liens étroits entre ces trois disciplines, toute pensée sur la musique digne de ce nom ne pourra se satisfaire de cette unique conjonction même à la gérer correctement. La littérature, la biologie, les sciences humaines... constituent autant de champs d'investigation susceptibles de retombées musicales fécondes.

- Qu'auraient été la philosophie, la musique et la science si ce primat de l'oeil ne les avait conditionnées dès l'origine ? Il est parfaitement possible d'imaginer que les développements récents de la musique contemporaine avec leur découverte d'une dialectique nécessaire de l'oeil et de l'oreille s'accompagne, mutatis mutandis, de bouleversements analogues dans le domaine de la science et dans celui de la philosophie. Peut-être alors vivons-nous à notre tour une mutation intellectuelle comparable à celle que connut l'Antiquité grecque. Peut-être, après tout, sommes-nous déjà en train de rassembler les éléments d'un nouveau "passage".

Jean-Pierre DAMBRICOURT est diplômé en philosophie et en musicologie, chargé d'un cours d'esthétique musicale à l'Université de Haute-Normandie et clarinettiste au NOUVEL ENSEMBLE CONTEMPORAIN.



Luca della Robia L'Aritmetica Pitagora



Luca della Robia La Filosofica

PARTAGES D'ECRITURE

MATHEMATIQUE ET MUSIQUE SONT-ELLES CONTEMPORAINES ?

"La liaison étroite de la réflexion critique
et de la création effective".

Albert Lautman

On entend affirmer parfois l'existence d'un compagnonnage entre musique et mathématique, compagnonnage sans âge qui se trouve généralement réduit aux proportions d'une association entre nombre et musique. Je crois nécessaire, pour penser ce compagnonnage, de l'inscrire dans les tours et détours d'une histoire périodisée, plus exactement d'une double histoire : celle des mathématiques et celle de la musique. Je ne présenterai pas ici une histoire détaillée des rapports entre mathématique et musique : ceci reste un travail à faire qui dépasserait les limites d'un tel article. Ma question sera celle qui figure en tête de cet article soit : l'état actuel de la mathématique et celui de la musique relèvent-ils d'un même temps et, si oui, comment penser cette contemporanéité ?

Par état actuel, j'entends plus précisément l'état des mathématiques depuis leur refonte par Cantor et l'état de la musique depuis sa recomposition par Webern. Il n'est pas ici envisageable d'exposer en détail ces deux états; je me contenterai donc de renvoyer à un certain nombre de travaux qui exposent ce à partir de quoi ce texte déploiera son argumentation*. Plus précisément je renverrai pour ce qui concerne Cantor aux ouvrages de Cavaillès et Badiou et pour ce qui concerne Webern à mon article [0],

Peut-on penser une coexistence entre "mathématiques modernes" et "musique contemporaine"? Je ne vise nullement la perspective d'un alliage entre ces deux termes, alliage d'ailleurs disproportionné qui se monnaie le plus souvent en un simple rapport d'application des unes à l'autre. Je crois tout au contraire que penser cette contemporanéité implique de passer par une critique de cette logique des "mathématiques appliquées à la musique"; ce point fera l'objet d'une partie ultérieure mais commençons par ce qui fait l'ordinaire des rapprochements entre ces deux domaines pour discerner ce qui peut périodiser l'association, plus limitée, entre nombre et musique.

I. musique et nombre : nombres ordinaux et cardinaux

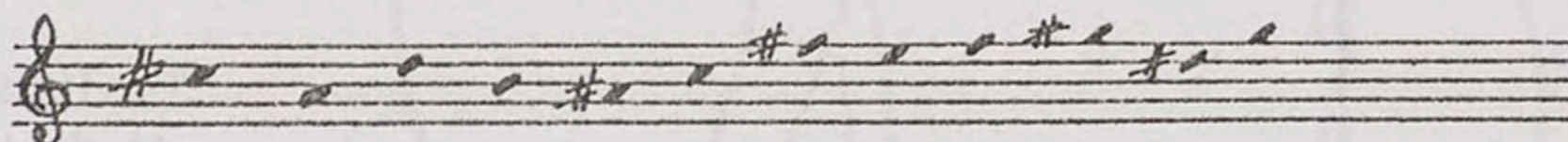
Le nombre a , dans la pensée mathématique, une

* Je donne en annexe une bibliographie qui fournit les principales références de cet article. Je les indiquerai dans le corps du texte par la simple mention, entre crochets, des lettres qui les indexent. Les autres ouvrages, cités de façon plus occasionnelle, seront indiqués en notes au fil du texte.

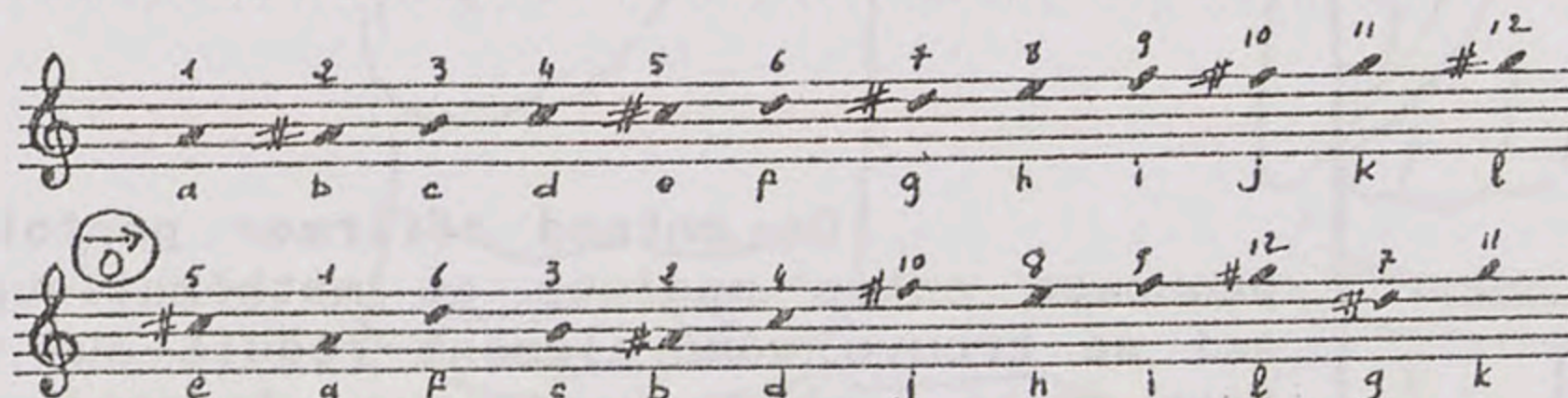
* On pourra se reporter à l'ouvrage de documentation historique : NOMBRE, MESURE ET CONTINU, Jean DHOMBRES. CEDIC/F. Nathan, 1978.

histoire longue et complexe*. Depuis Cantor, un aspect central de la théorie moderne des nombres consiste en la différenciation entre nombres ordinaux et nombres cardinaux [w]. Dans le fini ces deux sortes de nombres se confondent; cette production mathématique consiste donc à scissionner, dans l'infini, deux propriétés qui étaient confondues dans le fini. On peut déceler dans la combinatoire sérielle un même type de différenciation qui va nous fournir un premier exemple de contemporanéité entre opérations mathématiques et opérations musicales.

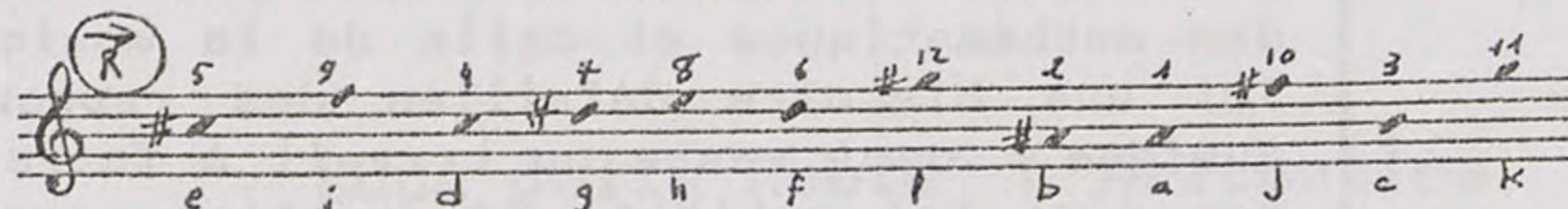
Prenons la série dodécaphonique utilisée par Stockhausen dans *Zeitmaße* :



En suivant l'ordre "naturel" du total chromatique (à partir d'un La), on peut noter cette série de deux façons apparemment équivalentes : en utilisant des lettres (a à l) ou des chiffres (1 à 12)



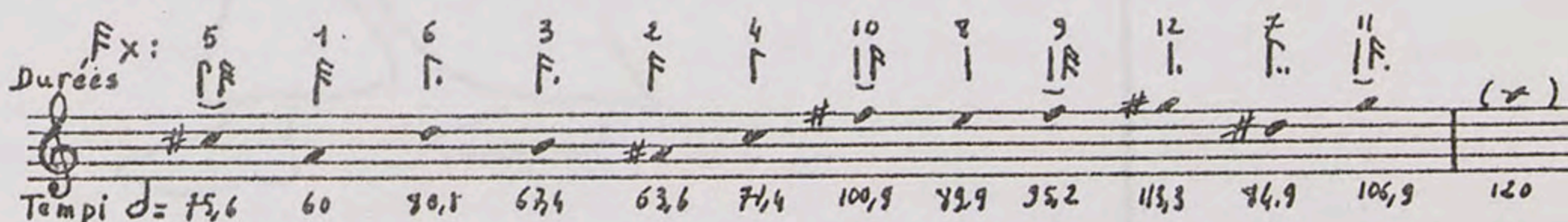
Ces deux systèmes de notations permettent d'inscrire toutes les transcriptions de la série, ses renversements



ses rétrogradations... Si l'usage, au choix, de lettres ou de nombres paraît sans importance, ceci sera infirmé par le sens très particulier que va donner Stockhausen à la généralisation de la série. Stockhausen ne va plus se limiter à ce que la numérotation prescrit comme ordre; il ne va plus interpréter les nombres 1 à 12 comme un pur ordre (le 1er, le 2ème, ..., le 12ème) qui serait alors tout aussi bien inscrit par des lettres a à l (que désigne en effet d'autre la lettre l que le 12ème élément ?) mais il va les interpréter aussi comme la donnée de quantités; il ne dira plus seulement : l'élément numéroté 3 (ou c) est "à-deux-pas" du premier (en suivant l'ordre chromatique "naturel") mais il dira : cet élément 3 vaut trois fois ce que le premier ne valait qu'une fois. Par exemple, il associera des durées à cette progression de quantités et dira : 1 vaut une triple croche; 3 vaut alors trois fois cette durée soit une double croche pointée. Ou encore, de façon plus compliquée, il associera des tempi à cette série de quantités en transposant ce que les hauteurs fixent comme quantités (en retenant leurs fréquences : le La médian vaut 440 Hz quand son octave supérieur vaut le double) sur les tempi; ainsi, si le premier La est associé à $\text{♩} = 60$, son octave supérieure sera associée à $\text{♩} = 120$. Le nombre x qui numérote chaque hauteur servira donc à fixer le tempo qui lui est associé selon la formule suivante (déduite de tempérament égal):

$$60 \left(\sqrt[12]{2} \right)^{x-1}$$

Voici les durées et les tempi auxquels Stockhausen aboutit par cette façon très particulière de nombrer la série :



** On trouvera une discussion plus détaillée de ce point dans mon article [p].

Peu important ici les différents usages que fait Stockhausen des quantités 1 à 12**; ce qu'il m'intéresse de relever est que la série dodécaphonique devient productrice de quantités et non

plus seulement d'ordre. On voit bien que ceci ne peut se faire que par l'usage de nombres et non de lettres qui ne déterminent, elles, qu'un ordre (que voudrait dire que la lettre ℓ vaut douze fois la lettre a ?).

Cette logique, tout à fait particulière, de généralisation de la série (comme ordre et comme quantités) n'est pas l'apanage de Stockhausen : on la trouve chez d'autres compositeurs sériels* mais Stockhausen est celui qui lui donne la plus grande ampleur.

Ces deux modes de notation de la série représentent, je crois, une contemporanéité des opérations musicales avec l'époque mathématique où nombres ordinaux et cardinaux se différencient. En effet, l'ordinal désigne la capacité du nombre à inscrire un ordre quand le cardinal désigne sa puissance quantificatrice. Dans le fini (pour les entiers naturels), les deux coïncident; on peut en effet circuler de l'un à l'autre par ajout ou suppression d'une particule (trois/troisième, huit/huitième...). Cette équivalence ne vaut plus dans l'infini : si tout nombre cardinal reste un ordinal, l'inverse n'est plus vrai : tout nombre ordinal n'inscrit plus une nouvelle quantité. On touche là aux paradoxes bien connus de l'infini où la partie peut équivaloir, en quantité, au tout. Je ne veux pas m'étendre ici sur ce point mais seulement relever que cette division du nombre en une double fonction, ordinale et cardinale, est une nouveauté des opérations musicales contemporaines. On peut très simplement la référer à l'émergence dans la musique contemporaine de nouveaux principes de formalisation, en particulier de principes d'ordre (cf. la série) qui viennent remplacer les anciens principes tonaux de structuration. Ceci remonte à Webern $\Gamma \text{ } \text{ } \Gamma$ mais, si cette scission du nombre n'est apparue que dans l'ère moderne de la musique, elle renvoie cependant à deux préoccupations différentes qui existaient bien antérieurement :

1) La logique ordinale renvoie à la préoccupation de la Nature, au souci traditionnel de doter l'oeuvre musicale d'une structuration naturelle. J'associe ordinal et Nature en suivant l'interprétation philosophique des ordinaux proposée par Badiou $\Gamma m \Gamma$; en effet les ordinaux sont des ensembles stables et équilibrés de l'intérieur : "emboîtés" les uns dans les autres, ils ne font que superposer de l'homogène (en une disposition qui canalise au maximum l'excès des parties sur les éléments).

Le souci de doter la structure musicale d'une dimension naturelle est fort ancien; on peut le lire dans cette antique tradition qui se propose de doter d'une même forme le microcosme et le macrocosme de l'oeuvre et qui, après avoir été énoncée ouvertement par Goethe, trouve aujourd'hui dans la théorie fractale son point maximal d'amplification**.

Ce souci est également à l'oeuvre de longue date dans l'usage du nombre d'or et des séries de Fibonacci. En effet le nombre d'or assure une équivalence entre parties et tout (en garantissant que le rapport du tout à la plus grande partie équivale à celui de la plus grande partie à la plus petite); il est alors possible d'emboîter les ensembles (cf. série de Fibonacci) en sorte que chaque partie apparaisse à la fois comme telle et en même temps comme tout au regard de la partie plus petite qu'elle englobe.

Si l'on désigne comme "part naturelle" de l'oeuvre cette solidarité entre tout et parties, solidarité qui atteint son apogée - comme je l'ai dit - avec la logique fractale (où tout et parties sont entièrement isomorphes), il y a cependant des formes plus souples de cette solidarité. Ainsi Lautman propose à notre attention les résultats mathématiques suivants : les

* Par exemple chez Boulez; ainsi dans MESSAGESQUISSE les quantités 1 à 6 réglissent la densité des violoncelles non solistes... On se reportera à l'analyse qu'en propose Antoine BONNET; cf. ouvrage collectif à paraître en 1987; Ed. Ch. Bourgois.

** LES OBJETS FRACTALS, Benoît MANDELROT. Flammarion, 1975.

propriétés d'un tout ne se reflètent localement dans celles des parties que si le tout est complet c'est-à-dire achevé et non prolongeable. Soit : le tout, pour être naturellement organisé c'est-à-dire stabilisé intérieurement par des liaisons nécessaires avec ses parties, doit être complet; on ne peut y ajouter localement. Toute une esthétique de la fermeture de l'oeuvre, de sa complétude, trouve ici, je crois, sa raison d'être : dans ce désir de majorer la part naturelle de l'oeuvre. Le choix esthétique porte en effet sur le poids de cette part, non sur son existence puisqu'il y a une mesure naturelle de toute chose $\llbracket m \rrbracket$.

2) La logique cardinale renvoie à autre chose : à une doctrine de la quantité. Cette logique est présente également tout au long de l'histoire de la musique : dans les incessants calculs de quantités qui jalonnent le déploiement d'une oeuvre pour en assurer ce qu'on nommera sa cohérence. On trouvera cela aussi bien dans la spéculation rythmique du XIVe siècle que dans ces combinatoires ésotériques qui, selon certains, seraient censées gager la solidité de la composition.

Le calcul sur les quantités prolifère désormais dans la musique contemporaine. Il n'y s'agit pas d'ordonner tout et parties en une norme unique, d'assurer à l'oeuvre une homogénéité et un équilibre par une hiérarchie emboîtée mais plutôt de varier et de calculer sur une dialectique donc sur de l'hétérogène, sur du qualitativement différent. Cela touche en mathématique à l'errance d'un excès (celui de l'ensemble des parties d'un ensemble sur cet ensemble) $\llbracket k, m \rrbracket$, errance parce que cet excès quantitatif est lui-même inquantifiable. Cela touche en musique à la composition de qualités différentes, à la mise en dialectique de qualités hétérogènes. Ainsi le calcul musical sur les quantités (et non plus sur les ordres) se relie au souci de composer des qualités variées et en interaction réciproque.

II. mathématique et musique

1) De l'écriture comme nombre

La distinction fini/infini se double de la distinction dénombrable/continu : l'excès inquantifiable mentionné précédemment est en premier lieu celui de la puissance du continu sur la puissance du dénombrable : on peut tout aussi bien décider que cet excès est minimal (hypothèse du continu) ou au contraire qu'il est le plus grand de toute une série d'excès moindres. Dans tous les cas, si le dénombrable ("le numérotable") peut être infini, il sera toujours radicalement disjoint du continu et cela dans une mesure inconnaissable.

L'opposition dénombrable/continu se retrouve dans la pratique musicale puisque l'écriture musicale est, comme toute écriture, discrète, discontinue : elle opère sur des signes disjoints, classés en nombre fini - je différencie écriture et notation $\llbracket n \rrbracket$ laquelle peut être graphique donc utiliser des symboles continus non dénombrables. L'interprète, a contrario, travaille dans la continuité, tant celle du temps physique que celle des sonorités. Il a même très précisément pour fonction de projeter la carcasse discrète établie par l'écriture dans cette double continuité, temporelle et sonore.

Cette dissociation entre la note et le son n'est pas une faiblesse; elle est au contraire une force tout à fait singu-

* On pourrait spécifier en disant : le rythme est nombre (on sait [n] l'importance de l'écriture pour la composition du rythme). Ce point, à soi seul, mériterait tout un article.

** Cf. Jacques LACAN : LE SEMINAIRE SUR LA LETTRE VOLÉE, (LES ÉCRITS; Seuil) et la remarquable lecture qu'en proposent Jean-Luc NANCY et Philippe LACOUE-LABARTHE : LE TITRE DE LA LETTRE, Ed. Gallimard, 1973.

lière de la musique. L'écriture étant dénombrable, on peut dire qu'elle est nombre (au sens ordinal du terme)* et qu'elle est ainsi ajustée au concept du nombre tel qu'exposé dans l'axiomatique de Peano et de Frege, c'est-à-dire le nombre comme marque dotée d'une matérialité spécifique. Le rapprochement musique/nombre ne peut valoir à mon sens que dans la prise en compte de l'écriture musicale; la musique est le seul art à s'être doté d'une écriture spécifique, différente de l'écriture usuelle. La musique partage cette caractéristique avec les mathématiques qui se sont pourvues d'un système propre d'écriture, en développement considérable au XXe siècle avec l'axiomatique moderne. Il y a analogie entre dispositif musical et dispositif mathématique, en particulier en raison de cette "abstraction" que confère l'écriture; cette abstraction est d'ailleurs créatrice de matérialité et non pas d'idéalisme arbitraire : l'écriture musicale est la matière de la musique occidentale là où le son en est plutôt le matériau. Il y a une matérialité de l'écriture musicale comme il y en a une de la lettre et du signifiant**. Cette matérialité est aussi ce qui fonde le dispositif propre des mathématiques : son appareil de formalisation qui est en vérité son propre dispositif expérimental [j] ; mais si cette matérialité de l'écriture prédispose une correspondance entre mathématique et musique, elle ne suffit pas à fonder, de soi seule, un rapport direct et immédiat entre ces deux domaines.

2) Critique des rapprochements directs entre mathématique et musique : Xenakis

Il faut à mon sens se défaire de la représentation où mathématique et musique correspondent directement, sans médiations. Il y a différentes manières de plaider ce type de rapprochement : on le présentera par exemple comme paradigme d'un rapprochement plus général entre Art et Science. Immanquablement, dans cette logique, l'art sera rabattu sur la culture puis sur la communication alors que la science sera rabattue sur la technique puis sur l'industrie. On transitera ainsi de l'Art-Science vers la Culture-Technique pour en arriver au point ultime de l'abaissement : "la communication et l'industrie". Il y a quelque chose de nécessaire dans cette dégénérescence qui tient à l'idée même d'un alliage entre art et science; disant cela je ne plaide pour aucune tour d'ivoire mais vise seulement l'impossibilité de nouer directement l'une à l'autre.

On excipe facilement d'une double spécificité : celle de la mathématique dans les sciences, celle de la musique dans les arts. On dira par exemple : la mathématique est un modèle de rigueur déductive et de vérité. Il faut critiquer cette représentation métaphysique des mathématiques et Lakatos l'a fort bien entrepris [g] montrant comment la mathématique réelle n'est pas réductible à sa part formalisée, comment elle est une histoire faite d'évolution du concept même de rigueur, tressée de dialectique entre preuves et réfutations en sorte que les mathématiques ne sont pas plus d'essence déductive que les "sciences expérimentales" ne seraient d'essence inductive. De même Badiou [j] a montré comment les mathématiques sont dotées de leur propre dispositif expérimental, soit leur appareillage de formalisation qui inscrit ainsi la matérialité de leur pratique. Mathématiques et sciences dites "expérimentales" se différencient donc par la nature de leur dispositif expérimental mais non par l'existence ou non d'un tel dispositif, encore moins par l'opposition déduction/induction.

Il faut également critiquer les raisons données habituellement pour justifier un statut d'exception de la musique au sein des arts. Ce statut s'argumente le plus souvent du caractère non signifiant de la musique; or, si ceci permet bien de

distinguer la littérature des arts, ceci ne permet pas, à mon sens, de particulariser la musique dans les arts sauf à se représenter de façon erronée la fonction signifiante de certains arts (du cinéma, de la peinture figurative) en assimilant tendanciellement le sens de leurs oeuvres et ce qu'elles opèrent comme désignation signifiante (le "sujet" figuré du tableau, du film...).

L'avocat le plus connu du rapprochement entre mathématique et musique est Xenakis qui y voit explicitement le modèle de l'Art-Science conçu comme un alliage*. Il y eut d'autres avocats de cet amalgame : Pierre Barbaud**, Jean Etienne Marie***... mais peut-être ont-ils engagé dans cette voie moins de convictions personnelles, en tous les cas ils y ont rencontré moins de succès et surtout moins de renommée. Je ne traiterai pas ici du compositeur Xenakis**** mais seulement du théoricien. Sa conception du rapport mathématique/musique me paraît pouvoir se résumer à l'idée que les résultats mathématiques, codifiés en formules, peuvent et même doivent s'appliquer au champ de la composition musicale. Dans cette optique la mathématique se caractériserait par sa puissance spécifique de calculs et sa capacité à exporter ses techniques. Xenakis, en fait, assimile les mathématiques à ce formulaire qui constitue le vade mecum de tout ingénieur, recueil de formules qui représente un bon exemple de cette culture technique dont je parlais précédemment.

Ces formules, que célèbre Xenakis *****, sont au plus loin de la vérité des mathématiques et de leur formalisation; toute leur dialectique interne entre raison et calcul y est entièrement écrasée. De plus Xenakis considère ces formules comme la clef de voûte d'une formalisation musicale, dans la présomption que celle-ci peut se déduire de la formalisation mathématique. Cette hypothèse est explicitement formulée par Xenakis qui affirme que la pensée musicale est "forcée de s'aligner sur les positions de la pensée scientifique"*****. En cet alignement, tout, d'un coup, se perd : aussi bien le sens des mathématiques (qui n'est aucunement réductible à ces formules) et la vérité de leur dispositif de formalisation (dispositif qui leur est entièrement singulier) que la possibilité de penser une modalité, propre à la musique, de la formalisation. Dit autrement : s'il est vrai qu'il y a sens à parler en musique de calcul, de raison, de déduction, de formalisation... le sens donné à chacun de ces termes - et surtout à leur agencement - ne peut d'aucune façon être directement transposé du sens qu'ils ont en mathématique. Considérer qu'on peut appliquer les résultats mathématiques à la musique et ainsi transférer la rigueur et la cohérence des unes à l'autre relève d'une conception entièrement fautive. Ceci explique l'attirance de Xenakis pour Aristoxène de Tarente, à rebours de ce à quoi l'image de théoricien formaliste qu'il se compose devrait a priori le conduire; Jacques Chailley a relevé la contradiction sans la pénétrer*****. Elle relève pourtant de ce vieux dualisme qui assemble formalisme et empirisme, dans le cas présent conception formaliste des mathématiques (comme modèle de rigueur...) et conception empirique (où ce modèle se monnaie en formules sonnantes et trébuchantes, rémunérant en effets calculés le plus paresseux des tâcherons). D'où que Xenakis se réclame d'Aristoxène, l'empiriste anti-mathématicien*****, plutôt que de son ennemi Pythagore [f]. Xenakis croit, en se réclamant de l'empirisme, s'assurer d'une position interne au champ musical; il est vrai que son formalisme et son dogmatisme ne lui viennent d'aucune façon de Pythagore (comme le croit Chailley) mais plutôt de son extériorité à tout enjeu spécifiquement musical [q]. Cette présentation des rapports entre mathématique et musique est non seulement inféconde mais a ce côté, parfaitement insupportable à mes yeux, de renforcer l'usage dominant des mathématiques comme instrument de sélection sociale. Les mathématiques, en cette fonction "terrorisante", sont au plus loin de ce qu'elles

* Cf. le titre du livre de XENAKIS : ARTS/SCIENCES. ALLIAGES, Casterman, 1979.

** Pierre BARBAUD : LA MUSIQUE DISCIPLINE SCIENTIFIQUE, Dunod 1968.

*** Jean-Etienne MARIE : L'HOMME MUSICAL, Arthaud, 1976.

**** Je renvoie ceux que cet aspect intéresse à mon texte [q].

***** Cf. de XENAKIS, MUSIQUES FORMELLES, p.27 (Stock, 1981); MUSIQUE ARCHITECTURE, p.19 (Casterman, 1976).

***** Cf. MUSIQUE ARCHITECTURE, p.19.

***** Jacques CHAILLEY : ELEMENTS DE PHILOGIE MUSICALE, p.18, Leduc, 1985.

***** Il y a toute une tradition pour instituer Aristoxène de Tarente comme le fondateur de la théorie de la musique. Ceci est par exemple longuement argumenté dans un ouvrage récent : ARISTOXÈNE DE TARENTE ET ARISTOTE : LE TRAITE D'HARMONIQUE, Annie BELIS, Klincksieck, 1986. On peut légitimement opposer à cet ouvrage les conclusions du livre de SZABO publié en français 10 ans plus tôt [f].

sont réellement : le discours ontologique intégralement transmissible $\Gamma m I$.

III. théorie de la musique, mathématique et philosophie : trois thèses

Je défendrai les trois thèses suivantes :

1) Il n'y a de rapport privilégié qu'entre mathématique et THEORIE de la musique.

Je propose ainsi de clairement distinguer musique et théorie de la musique. Le discours sur la musique n'est nullement équivalent à un "discours musical" tel que celui tenu par une oeuvre. Ce point était déjà patent quand on évoquait le nombre : une oeuvre ne prononce jamais un nombre, seul peut le faire un discours sur l'oeuvre (et l'on sait combien il est alors facile de faire proliférer les nombres qui sont censés organiser une partition); mais ceci vaut plus généralement : il n'y a pas de rapport d'application entre théorie de la musique et composition, entre discours sur la musique et action musicale effective. La théorie de la musique n'est pas une science dont la pratique musicale serait l'application : la théorie de la musique relève d'une dimension philosophique plutôt que scientifique. D'où la thèse suivante :

2) Il n'y a de rapport entre mathématique et théorie de la musique qu'indirect, très exactement que médié par la philosophie. Ou encore : mathématique et théorie de la musique ne se nouent que par l'entremise d'un troisième terme qui est le discours philosophique.

Cette thèse a des appuis historiques. Ainsi l'ouvrage de Szabo $\Gamma f \Gamma$ nous indique que ce noeud à trois termes est fondateur puisqu'on le retrouve à l'origine non seulement de la théorie de la musique mais également à l'origine des mathématiques grecques (Pythagore) et à celle de la philosophie occidentale (Parménide). Ainsi au VI^e siècle avant J.C. la théorie de la musique alimentait les mathématiques non seulement en concepts (diastème = intervalle...), en problèmes (celui de l'irrationalité de $\sqrt{2}$ par le biais du problème de la division de l'octave en deux parties égales *), mais également en méthodes (algorithmes). Remarquons avec l'auteur que cette stimulation "a son origine non pas dans la pratique de la musique mais dans sa théorie" (p.121). Depuis cette époque pythagoricienne où s'inventa la théorie de la musique (deux siècles avant Aristoxène), l'orientation de l'influence entre les disciplines s'est inversée; je maintiendrai qu'un rapport entre mathématique et théorie de la musique ne peut continuer d'advenir que par le biais de la philosophie, d'une interprétation philosophique de la musique et des mathématiques. Ou encore : on ne peut prononcer de contemporanéité entre musique et mathématique qu'en mettant en jeu un discours philosophique.

3) Les mathématiques ne sont pas un modèle à exporter. Cependant, étant l'ontologie, le discours sur l'être en tant qu'être $\Gamma m \Gamma$, elles aident à penser les êtres particuliers (les "étants") et fournissent des concepts et des dialectiques qui sont à même, au prix de leur interprétation philosophique, d'éclairer la théorie musicale (comme bien d'autres théories, telles la théorie politique ou la théorie psychanalytique). Je ne songe donc pas à restaurer une quelconque exclusive des rapports mathématique/musique mais je maintiens qu'il y a là un penchant singulier qui peut s'expliquer par ce "partage de l'écriture" entre

* Remarquons que ceci infirme le premier point de l'histoire comparée mathématique/musique que Xenakis a commise (MUSIQUE ET ARCHITECTURE, p.192..) et qui est, d'un bout à l'autre, insoutenable.

ces deux termes. J'ai détaillé ailleurs [n] ce qui, dans l'écriture, se joue de l'essence de la musique. Commençons par quelques exemples de ces rapports tels que le livre de Lautman [a] nous en fournit à profusion.

a) On peut distinguer deux dialectiques :

.... La dialectique du tout et de la partie. Elle repose sur la dimension algébrique d'une structure. Une partie est un fragment algébriquement structuré, elle n'est pas un voisinage dans toute sa complexité comme l'est une donnée locale; elle est une petite structure, identifiée par ses éléments et élaborée en prélevant certaines couches de la partition. Ainsi une partie musicale pourra être, bien sûr, une voix mais aussi telle organisation harmonique ou tel groupement rythmique.

La dialectique du tout et de la partie est marquée par les propriétés relevées par Lautman et précédemment mentionnées : pour qu'il y ait solidarité organique des parties et du tout il faut que ce dernier soit complet. Ceci se relie à cette propriété bien connue des oeuvres d'art : leur part d'autofondation; c'est ce que l'on trouve au cinéma, au théâtre ou même en peinture dans la procédure autonymique de la "mise en abyme"; en effet, le tout se définissant par ses parties et inversement, il y a là ce que Lautman appelle une structure "non prédicative" où, au lieu qu'un ensemble se définisse de la recollection d'éléments préalablement présentés, certains éléments ne se définissent qu'à partir des propriétés globales de l'ensemble auquel ils appartiennent.

La solidarité entre le tout et les parties ne débouche pas nécessairement sur une isomorphie mais sur toute une gamme de positions esthétiques qui se différencient selon la part de complétude donnée au tout; on aura, d'un extrême à l'autre de l'éventail, d'un côté l'oeuvre comme objet fractal naturaliste où toute partie est isomorphe au tout, de l'autre l'oeuvre entièrement ouverte, incomplète au risque de vaciller d'inconsistance.

.... La dialectique du local et du global est moins directement définie par ce type d'algèbre. Le local est un entour, un voisinage, une complexité non réduite à telle ou telle ossature combinatoire. De même le global n'est pas la macrostructure mais plutôt l'ensemble de la partition dans son fatras hétérogène d'écriture et de notation, de signes et de graphismes, amas dont on ne sait jamais dans quelle exacte mesure il fait "tout". Cette dialectique, qui en première approximation renvoie à la topologie plutôt qu'à l'algèbre, est le domaine privilégié de l'orchestration; elle relève de la pensée en termes de timbres et d'enveloppes sonores plutôt qu'en termes d'harmonie fonctionnelle ou de rythmes.

Le sens du local, c'est le souci du détail de la partition; le sens du global, c'est le souci de ce qui permettra à l'oreille de circuler dans le résultat sonore d'ensemble. A contrario, le sens de la partie et du tout était plutôt le souci de l'architecture (micro et macro) de l'oeuvre, de son ossature. Là aussi, dans cette dialectique du global et du local, se dessinent des esthétiques très différentes selon l'importance donnée ou non au plan des détails, selon le type de processus adopté dans l'engendrement de l'oeuvre : qu'elle remonte du local vers le global ou descende à l'inverse. On a ainsi deux manières très différentes de composer l'"espace" de la partition : l'une où prime la conception globale (cf géométrie de Klein [a] p.34), l'autre où l'emporte une vision plus locale (Cf. géométrie de Riemann).

Ces oppositions valent évidemment en première approximation; il n'y a pas de dissociation complète entre algèbre et topologie dans toute réalisation effective mais plutôt un feuilletage qui peut prendre plusieurs aspects :

- l'algèbre topologique où l'algèbre est en charge du tout et la topologie du local; on se demandera par exemple si une opération algébrique d'ensemble est localement continue c'est-

à-dire localement compatible avec une topologie définie; en musique ce sera typiquement le problème de l'orchestration d'une particella : faut-il maintenir localement la continuité mélodique de tel phrasé en l'instrumentant d'une façon homogène (cf. l'orchestration par Schönberg du prélude et de la triple fugue du Dogme en Musique) ou faut-il au contraire créer des discontinuités en variant l'instrumentation en cours de motif (cf. l'orchestration du Ricercare de l'Offrande musicale par Webern).

- la topologie algébrique où, à l'inverse, le global est défini topologiquement alors que l'algèbre est en charge de la partie; par exemple y a-t-il au niveau global continuité (topologique) des approximations algébriques d'une fonction ? soit : la fonction est-elle continuellement différentiable* ? En musique ce seront les problèmes d'écriture d'effets de timbre : comment écrire les hauteurs et les durées de sorte que l'effet d'amalgame perçu par l'oreille puisse se modifier en vitesse, en tessiture... sans que l'effet de fusion pour l'oreille ne se déprenne ?

Tout ceci n'est, bien sûr, qu'une approximation de deuxième ordre : le feuilletage continue en fait de proliférer.

b) En un autre chapitre Lautman examine les rapports entre propriétés intrinsèques (ou de structure) d'un objet et ses propriétés extrinsèques (ou de situation) : dans quelles conditions y a-t-il séparation ou au contraire conjonction entre l'identité interne d'un objet et l'effet de sa localisation sur un espace qui l'englobe ? Là aussi deux parti-pris esthétiques extrêmes se dessinent, équivalents de cette opposition dont parle Lautman entre Kant (disjonction) et Leibniz (adéquation; cf. la monade). On aura en musique d'un côté les positions structuralistes qui mettent en jeu des opérations indépendantes de la nature particulière des matériaux sur lesquels elles s'appliquent, d'un autre côté les positions naturalistes où il y a totale adéquation entre propriétés du matériau et caractéristiques des opérations qui l'affectent. Il y a bien sûr un troisième cas, plus intéressant, où intérieur et extérieur sont en rapport dialectique. Ce sont par exemple les situations dont s'occupent les théorèmes de dualité relevés par Lautman, théorèmes qui définissent les conséquences sur un espace global de l'immersion d'un objet doté d'une structure intérieure donnée. On a, dans la composition musicale, des problèmes équivalents : quelles sont les conséquences d'ensemble (sur l'oeuvre) du fait de poser en tel endroit de la partition telle donnée locale dotée de telle micro-structure (cet accord, ce mélisme...)?

Je ne prétends inférer nulle règle de composition musicale de ces théorèmes mathématiques mais seulement indiquer que ces derniers peuvent aider à penser et imaginer des choix de composition.

c) On pourrait allonger à loisir cette liste tant ce livre est fécond. J'ai ailleurs [n] relevé ce que cet ouvrage permet de penser du temps (non comme existence propre mais comme opération sur des existences), de la forme musicale (elle s'édifie pour la perception par création d'une continuité imaginaire à partir de la discontinuité scripturale, par invention d'une sorte de "surface universelle de recouvrement", objet idéal, lisse et connexe, point d'aboutissement en l'"être parfait" de cette "montée vers l'absolu" que Lautman décèle en maints processus mathématiques).

Ce livre conduit également à réfléchir le statut de l'écriture musicale et apporte quantité d'arguments en faveur de sa puissance créatrice singulière. Lautman indique ainsi que la mathématique est opérateur de scission de trois façons différentes :

- Elle peut désidentifier deux propriétés confondues en un même élément; il cite Weierstrass qui démontre que toute fonction continue n'est pas nécessairement différentiable mais on peut

* Cf. [r], tome I, p.149.

également évoquer la différenciation des propriétés ordinales et cardinales d'un même nombre

- Elle peut désidentifier deux éléments ayant des propriétés équivalentes; Lautman donne l'exemple du partage des points singuliers d'une fonction analytique en points essentiels et pôles.

- Elle peut enfin créer une dualité à l'intérieur d'un être en le dotant d'une double fonction liée d'une part à sa nature intrinsèque et d'autre part à l'action extérieure qu'il exerce sur d'autres êtres. Lautman donne l'exemple de nombres qui ont à la fois une fonction de structuration d'un domaine (par décomposition selon un certain nombre de sous-domaines) et une fonction créatrice (par le fait que cette décomposition structurale implique l'existence d'un certain nombre d'autres êtres mathématiques).

J'avancerai que l'écriture musicale est un opérateur de scission; l'écriture est nécessaire pour composer une ambiguïté, qu'elle soit l'équivoque de deux propriétés sur un même objet, de deux objets ayant même propriété ou encore celle d'une double fonction; on peut en donner différents exemples :

- Le cas de la double propriété peut s'illustrer de l'enharmonie où un même accord s'avère doté de différentes fonctions tonales.

- Le cas des deux éléments sera rapproché de la composition d'effets de timbre où s'amalgament en une même illusion auditive des objets distincts.

- Le cas de la double fonction se retrouvera dans l'exemple du thème qui est à la fois un objet structuré par la tonalité et en même temps une puissance de rétroaction sur cette structure tonale.

Dans ces trois cas, je tiens l'écriture musicale pour nécessaire; elle seule peut donner à telle ou telle ambiguïté locale ou partielle une portée à grande échelle.

Ce que dit Lautman du rapport continu/discontinu conduit également à l'écriture. Il oppose * aux deux visions habituelles de ce rapport (le continu émane du discontinu par enrichissement progressif; ou, à l'inverse, le discontinu est une approximation du continu) la vision où ces deux genres sont bien distincts et en rapport soit d'"imitation" (analogies de structure) soit d'"expression" (lorsque le domaine discontinu "exprime" le continu et qu'à l'inverse le continu l'"enveloppe")**. Il y a là une vision moderne du discontinu qui permet de penser l'écriture musicale, non comme un germe dont procéderait la perception par enrichissement progressif, ni comme approximation visuelle de ce que l'oreille a perçu continuellement, mais plutôt comme un genre radicalement distinct de la perception, genre doté d'une structure qui lui est propre et qui lui permet d'"exprimer" la structure sonore ou d'être "enveloppé" par elle.

Cette question de l'écriture musicale ne cesse en effet de se poser dans l'ère contemporaine : quel sens y a-t-il dans la prolifération combinatoire scripturale ? Faut-il l'abandonner et replier l'écriture sur une pure et simple notation ?

Faut-il au contraire prétendre aligner de force l'oreille sur l'ordre écrit et ainsi se condamner à ne composer que pour l'oeil ?

Mon hypothèse est que ce dilemme est moderne; il se creuse depuis Wagner et se structure radicalement depuis Webern I & II. Comment le dépasser ? La réponse à cette question s'articule à la réponse à la question qui ouvre ce texte : y a-t-il contemporanéité entre musique et mathématique au XXe siècle ? Dans quelle mesure mathématique moderne et musique contemporaine sont-elles d'un même temps ?

* Cf. [f], p.196.

** Cf. [f], pp.197, 227.

IV. mathématique moderne et musique contemporaine : enjeux de la formalisation

On pourrait illustrer les rapports entre mathématique moderne et musique contemporaine de différentes façons :

- La théorie des ensembles $\llbracket w \rrbracket$ prononce au XXe siècle que les mathématiques s'originent du vide, plus précisément de la marque de ce vide (l'ensemble vide) $\llbracket m \rrbracket$. La musique contemporaine s'origine, en son versant d'écriture, du silence; non point le silence empirique, impossible à percevoir mais la marque de silence en tant que marque minimale d'écriture $\llbracket \emptyset \rrbracket$. Ceci disjoint radicalement l'écriture de la perception en établissant l'écriture sur un plan imprésentable à l'audition. De même que tout ensemble inclut le vide, toute partition se tresse de marques de silence.

- L'axiome de choix pourrait nous tracer le chemin d'un autre rapprochement. N'y a-t-il pas dans ce type d'opérations sur l'infini que cet axiome autorise, opérations ineffectuables mais sur lesquelles on décidera cependant de raisonner et même calculer, n'y a-t-il pas dans ce mathème de l'intervention $\llbracket m \rrbracket$ quelque chose qui peut nous éclairer sur l'intervention de l'interprète et de l'auditeur dans le continu du monde sonore et l'infini de l'oeuvre ?

Je voudrais cependant suivre ici en priorité une autre piste : si l'écriture musicale entrelace une formalisation et une figuration $\llbracket \emptyset \rrbracket$, quel est le sens de la formalisation musicale et dans quelle mesure le développement de cette formalisation depuis Webern est-il contemporain des mathématiques actuelles ? Le livre de Lautman ouvre déjà à quelques réflexions. Il indique * qu'il peut y avoir passage créateur de l'essence (d'un être) à l'existence (d'un autre être) et il donne comme exemple les cas de double fonction mentionnés précédemment. Cette faculté créatrice qui provient d'une capacité à structurer un domaine, je la retrouve dans la puissance de l'écriture musicale et en particulier dans sa dimension formalisatrice qui est précisément sa capacité à structurer le domaine de la partition. On pourrait dire que l'écriture musicale a une puissance créatrice de scission par dotation incessante de double fonction pour tout signe écrit : toute note est d'un côté élément d'une formalisation, pièce d'une structure algébrique, atome discret d'une loi scripturale, d'un autre côté partie d'un voisinage sonore potentiel, d'un contour continu possible, d'une enveloppe traçable pour l'oreille. Tout signe écrit d'un côté appartient à une formalisation, de l'autre est inclus dans une figuration et ultimement une enveloppe. Ainsi l'écriture ouvre à une "création", au passage possible d'une essence scripturale à une existence perçue (la Forme). Il faut, bien sûr, en passer par l'intervention de l'interprète qui, seul, noue écriture et perception, qui élabore les enveloppes en rendant sensibles les figurations écrites; en ce sens la figuration est l'équivalent de ces "mixtes" créateurs dont parle Lautman**, intermédiaires entre deux réalités hétérogènes, entre le domaine structuré et l'être porté à l'existence, entre la formalisation et les enveloppes formelles.

Mais pour cerner les fonctions de la formalisation musicale et les conditions de sa contemporanéité aux grandes mutations de la pensée scientifique et philosophique, il est nécessaire de faire référence aux grands théorèmes logiques qu'a produits le XXe siècle $\llbracket u, v, w \rrbracket$. En suivant l'interprétation philosophique qu'en propose Badiou $\llbracket i, j, k \rrbracket$, ces théorèmes peuvent s'entendre comme dialectique du rationnel et du calculable, le calculable étant ce qu'effectue la formalisation mathématique, le rationnel étant ce qui fait sens du dispositif complet, non réductible à la syntaxe formalisée. Le théorème de Gödel formule qu'il y a excès du rationnel sur le calculable car il y a des

* Cf. [f], pp.87, 287

** Cf. [f], p.106.

énoncés vrais (rationnels) qui sont indécidables (incalculables). Mais le calculable, qui est interne au rationnel puisqu'il en est une partie, est aussi en excès sur le rationnel et donc en puissance de torsion intérieure; c'est le théorème de Lowenheim-Skolem qui formule cet excès en affirmant que tout système formel admet des modèles pathologiques : tout système, en même temps qu'il devient adéquat à un modèle donné qui est sa référence initiale, devient adéquat à de tout autres modèles entièrement hétérogènes au premier. Ainsi, toute formalisation ajustée à une situation embrasse par le fait même d'autres situations et les confond en un même regard. Il n'y a donc pas de formalisation univoque et toute formalisation généralise; c'est ici la marque de la puissance propre du calcul mais aussi de son fonctionnement déroutant : toute interprétation d'une théorie cohérente peut se faire selon une infinité de modèles. Ceci tient fondamentalement au côté dénombrable de toute écriture et aux limitations que ceci impose à tout calcul.

Je vois, en ces considérations, la raison d'une confiance en la formalisation musicale, confiance à un double titre :

- au titre d'une première version du théorème de Lowenheim-Skolem qui affirme que toute théorie cohérente a un modèle; ainsi la cohérence d'un système n'est pas purement formelle et suffit à fonder l'existence d'une référence, soit, pour ce qui nous occupe : la formalisation, en fixant une cohérence de la partition, "assure" de l'existence d'une "interprétation", d'un "modèle" sonore perceptif.

- au titre de sa seconde version qui affirme l'existence d'une infinité de modèles pour toute théorie cohérente, soit, pour notre problème : s'il y a un modèle sonore, il y en a, en fait, une infinité, tous différents et hétérogènes entre eux.

Il y a là le principe d'une confiance en la puissance créatrice de la formalisation : formaliser, c'est engendrer la prolifération à l'infini des interprétations et perceptions. Cette prolifération se fait toujours par surprise, en une nouveauté qu'on n'attendait pas; en ce sens la prolifération contrarie le mouvement par lequel la cohérence vient à la partition c'est-à-dire le désir du compositeur de serrer au plus près son modèle sonore, celui qu'il imagine en écrivant.

Cette puissance de la formalisation est un excès, dont paradoxalement tout compositeur se passerait volontiers pour sa propre oeuvre puisqu'elle lui apparaît nécessairement comme pathologique.

On m'objectera l'impertinence de mes analogies. Il est vrai que l'oeuvre n'est pas une démonstration, que la formalisation musicale n'est pas mathématique, que le développement musical n'est pas une déduction; je n'oublie pas ce point mais m'autorise, pour établir ces correspondances (qui ne sont pas une "application") de ce que les mathématiques sont l'ontologie $\ulcorner m \urcorner$ et que, se prononçant sur l'être en tant qu'être, il est légitime de se prononcer sur l'être musical (être particulier) à leur ombre.

Ce faisant je ne songe pas à retomber dans le travers consistant à réduire les mathématiques à leur calcul. Notons d'ailleurs, point capital, que l'ordre des calculs mathématiques (tel que disposé dans les démonstrations formalisées) ne correspond en soi à aucun ordre dans le modèle qu'il s'agit de formaliser : un modèle est modèle d'un système formel si tout résultat (théorème) de ce système est interprétable comme un énoncé vrai dans le modèle; le modèle, par lui-même, n'inclut aucune déduction; il est seulement requis qu'on puisse dire de tout énoncé

s'il est vrai ou non dans ce modèle; le chemin démonstratif est une propriété singulière du système; le parcours démonstratif n'a aucun équivalent dans le modèle : on interprète uniquement le résultat déduit, non sa genèse.

Il y a là quelque chose qui vaut pour la formalisation musicale : que l'oreille ne puisse suivre, dans le modèle sonore, les sinuosités de la déduction qu'a opérée l'œil dans la froideur de la formalisation écrite n'implique aucunement l'absurdité de ce travail de déduction ou, à l'inverse, un handicap de l'oreille. Il s'agit bien de deux mondes distincts, structurés de façons entièrement différentes et il n'y a pas sens à décalquer l'un sur l'autre. En particulier la déduction opérée par l'œil dans la formalisation est autre chose que le développement de la figuration présentée à l'oreille. On ne peut donc penser les rapports entre ces deux mondes qu'en assumant leur différence irréductible et la dialectique qui s'instaure en cet écart. Cet écart est une condition de la pensée moderne, les mathématiques en attestent.

Il reste, bien sûr, à penser la spécificité de l'être musical; elle me paraît tenir à une double détermination :

- une détermination d'essence : le temps $I n I$
- une détermination d'enjeu : la dialectique*.

Le temps, la dialectique, telles sont, à mon sens, les deux déterminations qui donnent un sens spécifiquement musical aux mots cohérence, déduction, formalisation, calcul... Ceci renvoie à d'autres développements. Il est à mes yeux légitime de conclure sur cette ouverture; je n'envisage d'ailleurs aucune totalisation dialectique entre mathématiques et musique qui bouclerait la question et imposerait le silence. J'ai trop insisté sur le silence comme déterminant d'écriture, comme marque d'essence proliférante pour le revendiquer maintenant comme un point d'arrêt.

Mathématiques et musique ne cessent de se développer au XXe siècle en cette contemporanéité, fondée sur ce partage de l'écriture qui est aussi leur partage intérieur : du calcul et de la raison (pour la mathématique), de l'œil et de l'oreille (pour la musique). Partages d'écriture où l'écriture est ce qui réunit (mathématique et musique) et ce qui scinde (intérieurement) chacune des disciplines, disposant cette disjonction irréductible qui est leur avenir tragique mais aussi leur chance inaliénable.

références bibliographiques

PHILOSOPHIE DES MATHÉMATIQUES

- I a I Albert LAUTMAN : ESSAI SUR L'UNITÉ DES MATHÉMATIQUES. 10-18. n°1100. (1977)
- I b I Jean CAVAILLES : *REMARQUES SUR LA FORMATION DE LA THÉORIE ABSTRAITE DES ENSEMBLES. (in PHILOSOPHIE MATHÉMATIQUE; Hermann. 1962)
- I c I *MÉTHODE AXIOMATIQUE ET FORMALISME. (Hermann. 1981)
- I d I *TRANSFINI ET CONTINU. (in PHILOSOPHIE MATHÉMATIQUE; Hermann)
- I e I *SUR LA LOGIQUE ET LA THÉORIE DE LA SCIENCE. (PUF. 1960)

* Ce point fera l'objet d'une publication ultérieure dans la revue ENTRETEMPS.

- I f I Arpad SZABO : LES DEBUTS DES MATHEMATIQUES GRECQUES (Vrin.1977)
 I g I Imre LAKATOS : PREUVES ET REFUTATIONS, ESSAI SUR LA LOGIQUE DE LA DECOUVERTE MATHEMATIQUE. (Hermann. 1984)
 I h I Alain BADIOU *LA SUBVERSION INFINITESIMALE (CAHIERS POUR L'ANALYSE n°9. 1968. Seuil)
 I i I *MARQUE ET MANQUE : A PROPOS DU ZERO. (CAHIERS POUR L'ANALYSE n°10. 1969. Seuil)
 I j I *LE CONCEPT DE MODELE. (Maspero. 1970)
 I k I *THEORIE DU SUJET. (Seuil. 1982)
 I l I *SIX PROPRIETES DE LA VERITE. (Ornicar n°32 et 33.1985.Seuil)
 I m I *TRENTE-SEPT MEDITATIONS SUR L'ETRE ET L'EVENEMENT. (à paraître. Seuil)
-
- I n I François NICOLAS : *VISAGES DU TEMPS : RYTHME, TIMBRE, FORME. (ENTRETEMPS n°1. J.C. Lattès. 1986)
 I o I *LE PARTI-PRIS D'ECRIRE / COMPTE-TENU DES SONS. (REVUE DE MUSICOLOGIE; à paraître nov. 1986)
 I p I *LA CONCEPTION DU TEMPS MUSICAL CHEZ STOCKHAUSEN. (ANALYSE MUSICALE n°6. à paraître fin 1986)
 I q I *A PROPOS D'HERMA ET DE NOMOS ALPHA. (Dossier Xenakis du C.N.S.M.P. avril 1986)

MATHEMATIQUES

- I r I Jean DIEUDONNE : ELEMENTS D'ANALYSE (9 vol.). (Gauthier - Villars. 1971)
 I s I Laurent SCHWARTZ : ANALYSE, TOPOLOGIE GENERALE ET ANALYSE FONCTIONNELLE. (Hermann. 1970)
 I t I Andrew H. WALLACE : INTRODUCTION A LA TOPOLOGIE ALGEBRIQUE. (Gauthier - Villars. 1973)
 I u I Roland FRAISSE : COURS DE LOGIQUE MATHEMATIQUE (1 vol.). (Gauthier - Villars. 1972)
 I v I G. KREISEL et J.L. KRIVINE : ELEMENTS DE LOGIQUE MATHEMATIQUE. THEORIE DES MODELES. (Dunod. 1967)
 I w I Jean-Louis KRIVINE : THEORIE AXIOMATIQUE DES ENSEMBLES. (PUF. 1972)

François NICOLAS, compositeur, ancien élève de l'Ecole Polytechnique; rédacteur des cours de composition et d'analyse faits par les personnalités invitées au C.N.S.M. de Paris (Xenakis, Dufourt, Pousseur, Ferneyhough...); rédacteur à la revue *Entretemps*.

L'ORDINATEUR ET LES PROCESSUS DE COMPOSITION

*"A Mozart, père de
l'oeuvre musicale ouverte"*

Parmi tous les niveaux d'application de l'ordinateur comme auxiliaire efficace de la création musicale (production de signaux par synthèse, enregistrement et transformation de signaux concrets, transformation par interpolation d'analyses spectrales, conversion de séquences en partitions et vice-versa, etc..) je me référerai dans cet article à l'ingérence de l'ordinateur dans les processus de composition, tout en tenant compte des profonds changements que son utilisation amène dans la pensée créatrice.

Je parlerai de "processus" et non de "développement musical" car, à mon avis, ce second terme a un sens plus large, et il renvoie autant à la notion de "processus de composition" qu'à celle de "répétition" et "exposition", concepts qui ne seront pas analysés ici.

J'entends par processus compositionnel "la modification organisée des phénomènes musicaux, dirigée vers la création d'une valeur esthétique". Afin de pouvoir séparer les domaines opérationnels, c'est-à-dire, ceux où l'ordinateur peut aider le compositeur, de ceux qui relèvent exclusivement de ce dernier et de ses décisions, je me réfère de manière implicite, dans cette définition, aux éléments quantitatifs du processus de composition ("modification organisée") et aux éléments qualitatifs ("dirigés à la création d'une valeur esthétique").

Il importe de dire que, en art, toute catégorisation de ce type est dialectique, les notions de quantité et de qualité, tout comme celles de forme et de contenu *, se renvoyant continuellement.

En effet, l'imagination créatrice est sans cesse influencée par les instruments (ici, l'ordinateur) dont elle se sert. Elle constitue le fond, la matière et le sens de toute quantification. L'ordinateur ne peut travailler qu'avec des quantités, dans le monde de la pensée formelle. Mais c'est le compositeur, dans sa perpétuelle recherche de valeurs esthétiques, qui détermine le "contenu de vérité" de sa musique, auquel renvoie notre définition. A propos de celle-ci, précisons que nous entendons par "phénomènes musicaux" tant les objets sonores particuliers que leur organisation en séquences musicales. Autrement dit, le concept se réfère de manière générale, à tous les niveaux de la construction musicale.

la modification organisée

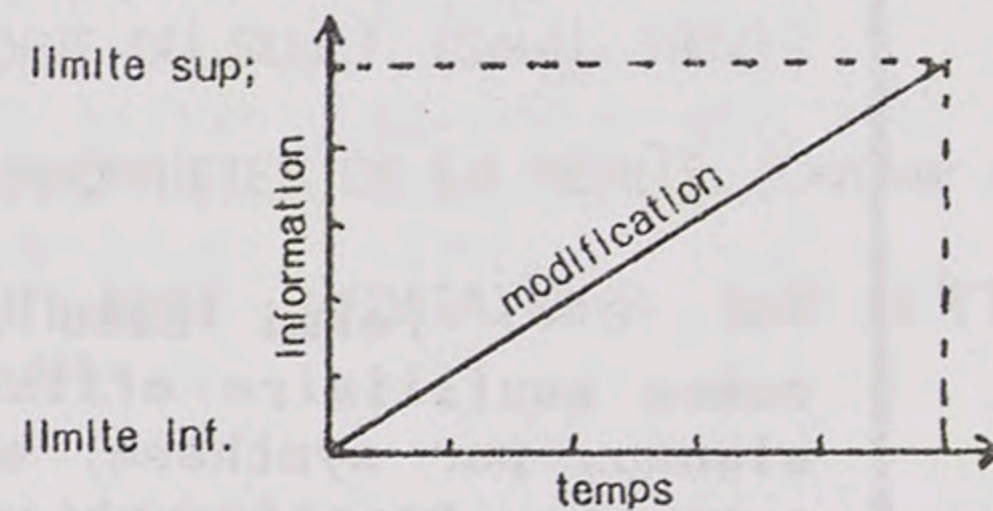
Nous abordons ici le domaine opérationnel de l'ordinateur. Deux axes parallèles de catégories conceptuelles opposées

* Voir à ce propos T. ADORNO, PHILOSOPHIE DE LA NOUVELLE MUSIQUE, Paris, Gallimard, 1962.

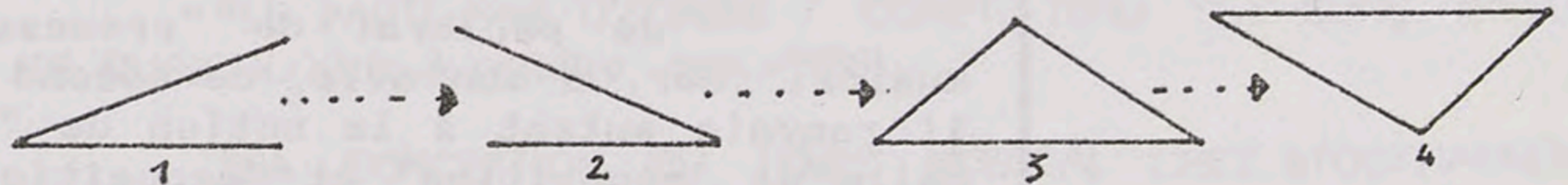
président à toute modification.

I - Le premier axe de catégories se fonde sur la graduation de l'information donnée quand la modification se produit.

Si la modification est proportionnelle au temps nécessaire pour qu'elle se produise, on parle alors de modification graduelle. J'entends par modification graduelle toute évolution qui implique croissance ou décroissance, interpolation, passage entre deux limites, sans que référence directe soit faite au type de courbe évolutive (linéaire, logarithmique) que chaque cas particulier démontre.

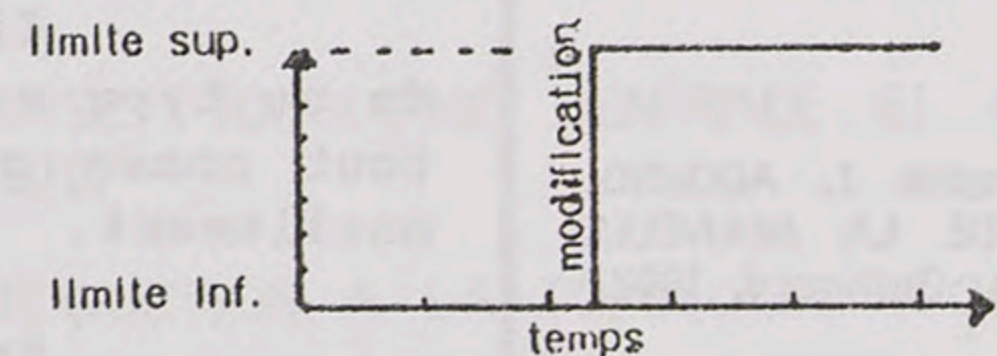


Ce schéma montre l'évolution de l'information entre deux limites : inférieure (valeur de départ) où la modification n'est pas encore produite, et supérieure (valeur d'arrivée) où la modification s'est déjà réalisée, par rapport à l'axe du temps. Ce type particulier de modification en génère d'autres, comme le montre le schéma :

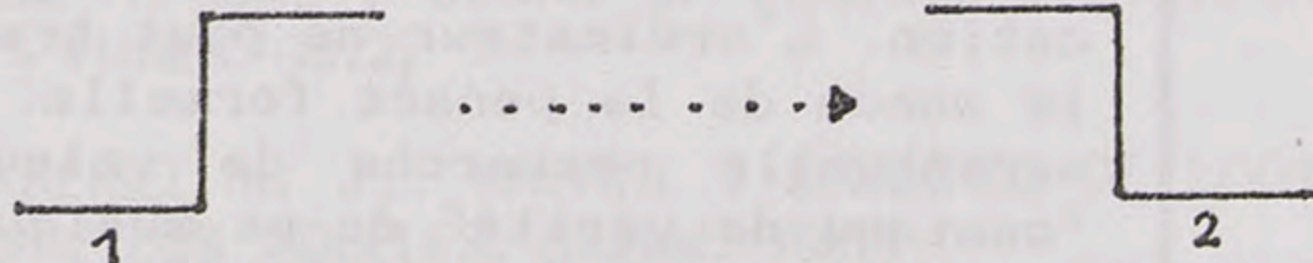


Il est facile de comprendre les conséquences musicales directes provoquées par ces modifications : sur le terrain purement paramétrique, le glissando, l'accelerando - rallentendo, le crescendo - diminuendo, le changement graduel de timbre, etc..., en harmonie, le passage modulant; la croissance et le décroissance de la densité instrumentale; la forme musicale "miroir"; les intersections... D'innombrables exemples de modification graduelle peuvent se réaliser dans la pratique.

Si l'information est donnée de manière subite, la modification est abrupte; telle est la notion de contraste, d'alternance entre deux limites.



Cet autre type de modification, lui aussi générateur,



a d'importantes conséquences musicales : sur le terrain paramétrique, les échelles, les changements subits de dynamique, l'alternance son-silence, la subdivision rythmique, la gamme de timbres (Klangfarbentonleiter), etc...; la modulation harmonique; l'instrumentation solo - tutti; les formes musicales, suite, sonate, etc...

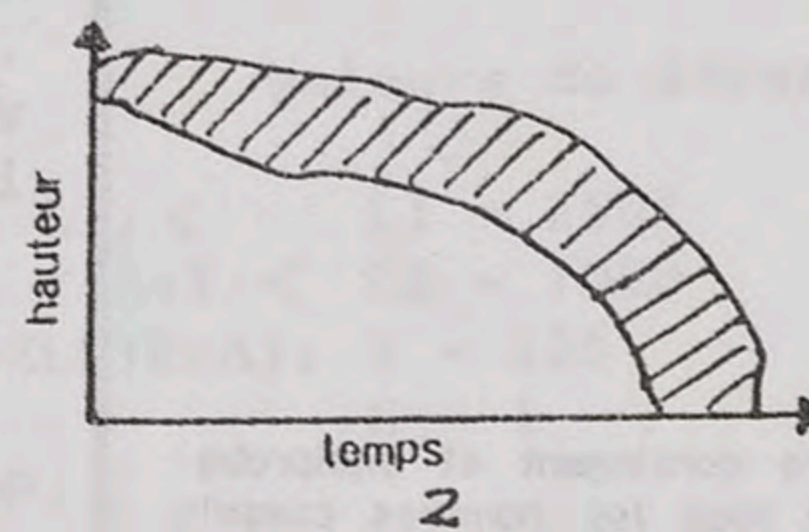
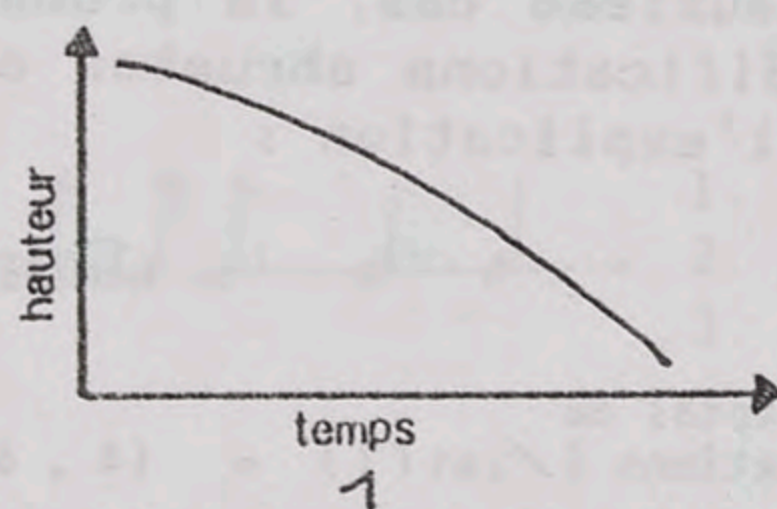
II - Le second acte catégoriel se réfère à la nature même de la pensée musicale qui souhaite la modification. Cet axe est constitué par les différents degrés de détermination de l'information donnée dans la modification.

° Si la modification se détermine de manière biunivoque (à chaque événement musical correspond une seule et unique valeur déterminée

sur l'axe du temps), elle donne lieu à un parcours musical parfaitement défini, où chaque événement trouve son expression précise instant par instant. La modification biunivoque peut aussi être appelée séquentielle, ponctuelle ou arithmétique. La plus grande partie de la musique occidentale, de Beethoven à Boulez, fournit d'innombrables exemples de ce type de processus compositionnel, dont la notation la plus adaptée est la notation traditionnelle.

° Si, au contraire, la détermination d'une modification se réalise de manière probable (valeurs équiprobables comprises entre deux limites), nous avons à faire à un processus de composition qui détermine le phénomène musical dans un ensemble de phénomènes, qui, tous, décrivent la modification dont il s'agit.

Ainsi, à une valeur de temps déterminée peuvent correspondre différentes valeurs équiprobables.



Ces deux schémas nous permettent de comparer la description biunivoque et la description probable d'une modification. Dans le premier cas, l'évolution mélodique est clairement définie sur l'axe du temps; dans le second, la modification est déterminée par une zone comprise entre deux valeurs limites, toutes les valeurs comprises entre elles étant équiprobables.

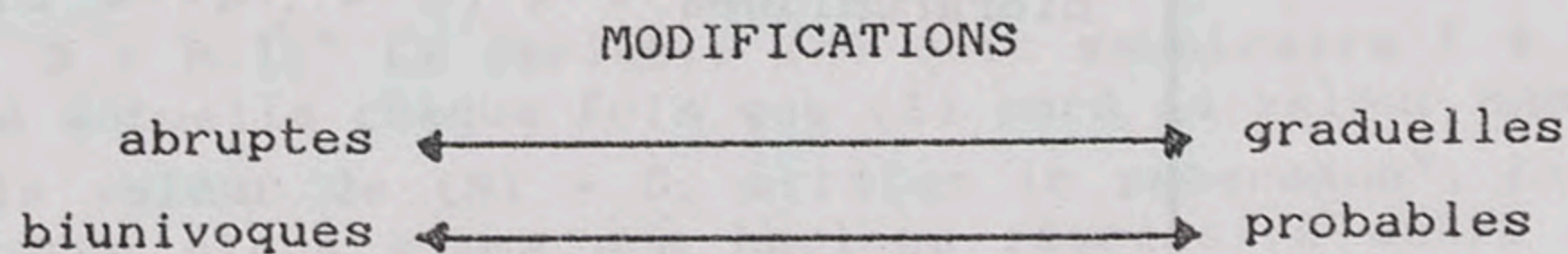
Les conséquences musicales directes du processus probable sont : l'ornementation libre; la cadence des concerti (antérieurs à Beethoven); l'improvisation dans le style, l'improvisation libre; la forme musicale ouverte; la musique aléatoire; la musique stochastique, etc...

Dans tous les cas il existe un répertoire limité de modifications interchangeables et équiprobables. Il existe aussi une série de règles syntaxiques imposées par le compositeur ou par le style de l'époque pour réguler les échanges.

En résumé, disons que tout processus de composition peut être décrit et formalisé par :

- a) la graduation de l'information donnée dans la modification
- b) la détermination de cette information.

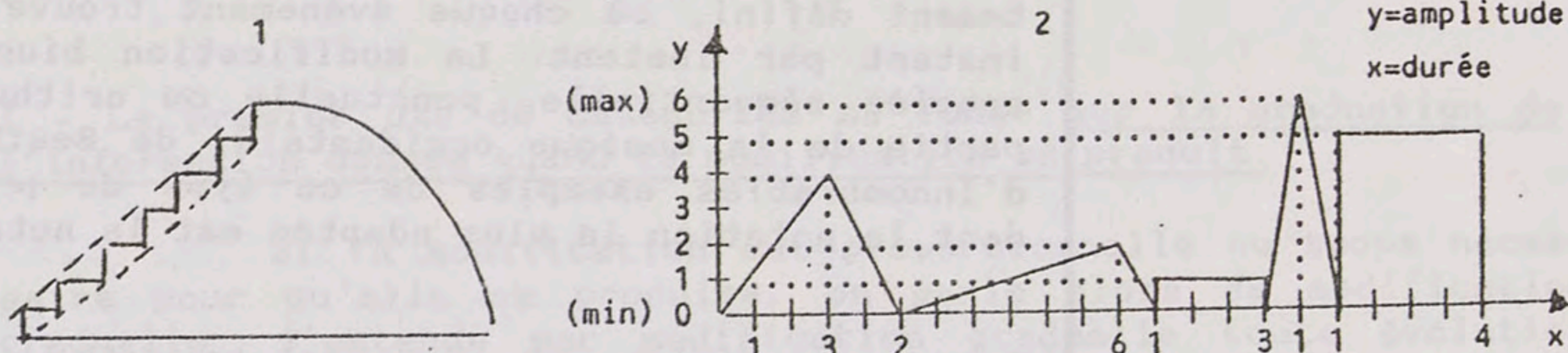
Les deux axes catégoriels constituent un ensemble superposé de catégories opposées, que nous visualisons ainsi :



Le fonctionnement parallèle de ces deux axes catégoriels permet qu'un certain nombre de modifications qui relèvent de différents composants du phénomène musical puissent être décrites en même temps. Ainsi, par exemple, la ligne mélodique d'une séquence peut être conçue comme une série de modifications abruptes et biunivoques, tandis que son évolution dynamique répond à un processus graduel. En même temps, les modifications timbriques et les ornements auxquelles est soumise cette ligne mélodique peuvent être dues au hasard et, donc, être formalisées comme des modifications probables.

A part leur fonctionnement parallèle, les axes catégoriels permettent la hiérarchisation et la régulation de certaines modifications entre elles. Dans ce cas on peut dire que certains processus compositionnels contrôlent l'activité d'autres processus, hiérarchiquement moindres dans l'architecture globale

de la pièce. Prenons les schémas suivants :



Nous sommes ici en présence de courbes de modification dont l'activité est contrôlée par d'autres.

. Dans le premier cas, les niveaux inférieur et supérieur des modifications abruptes sont transposées à partir de deux courbes graduelles qui les régulent (pensons, par exemple, à une échelle mélodique).

. Dans le deuxième cas, la probabilité (un dé) contrôle l'activité des modifications abruptes et graduelles sur un pied d'égalité; voici l'explication :

* Nombre contingent et équiprobable à tous les nombres compris entre les limites (les valeurs numériques limites incluses).

PARAMETRES	LIMITES	TIRAGES
1) Nombre total de modifications (\wedge et \sqcap) =	(4, 6)	(*) ↓ 5
2) Distribution de \wedge et \sqcap {	\wedge (1, 3) \sqcap (4, 6)	↓ ↓ ↓ 1 3 1 ↓ ↓ 4 6
3) Format {	Amplitude (max) = (1, 6) Durée (\swarrow) = (1, 6) Durée (\searrow) = (1, 6)	↓ ↓ ↓ 4 2 6 ↓ ↓ ↓ 3 6 1 ↓ ↓ ↓ 2 2 1
4) Format {	Amplitude (max) = (1, 5) Durée = (1, 6)	↓ ↓ 1 5 ↓ ↓ 3 4

Tous les \wedge et \sqcap commencent et finissent par l'amplitude minimale (0).

La réalité musicale présente de multiples combinaisons des quatre modifications décrites, selon qu'elles fonctionnent en parallèle ou qu'elles sont soumises à différentes données hiérarchiques.

la formalisation macrologique

En abordant le sujet des modifications abruptes, graduelles, biunivoques et probables, j'ai souligné le fait qu'elles affectent tous les paramètres de la pensée compositionnelle. En effet, une même logique peut servir à décrire un grand nombre de processus; les paramètres changeant, la logique perdure.

L'outil le plus performant dont nous disposons pour interpréter une structure macrologique est l'ordinateur. Grâce à un système de disjonctions logiques, nous pouvons faire en sorte que l'ordinateur comprenne et interprète fidèlement les lois qui gouvernent un processus de composition. Ce système de disjonctions, d'horloges internes qui établissent la régulation de différents

éléments qui composent le processus, nous l'appelons "programme". Un programme est constitué de valeurs constantes et de variables. Constantes sont les limites dans lesquelles doit se réaliser notre processus, variables sont toutefois les valeurs individuelles du processus qui doivent toujours être redéfinies.

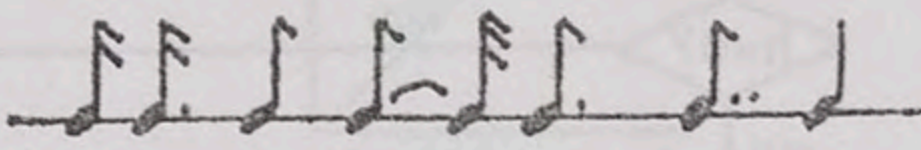
Les programmes de composition sont élaborés à partir de programmes plus vastes, appelés "langages". Le langage avec lequel ont été élaborés les programmes présentés ici s'appelle EMSETT*, qui est inspiré d'un autre langage appelé FORTRAN. Il est à noter que les formalisations qui suivent peuvent être rapidement adaptées à d'autres langages.

* Langage compositionnel développé pendant dix ans par les programmeurs du studio EMS de Stockholm, Suède.

I. FORMALISATION D'UN PROCESSUS GRADUEL

** Valeurs numériques en millisecondes :

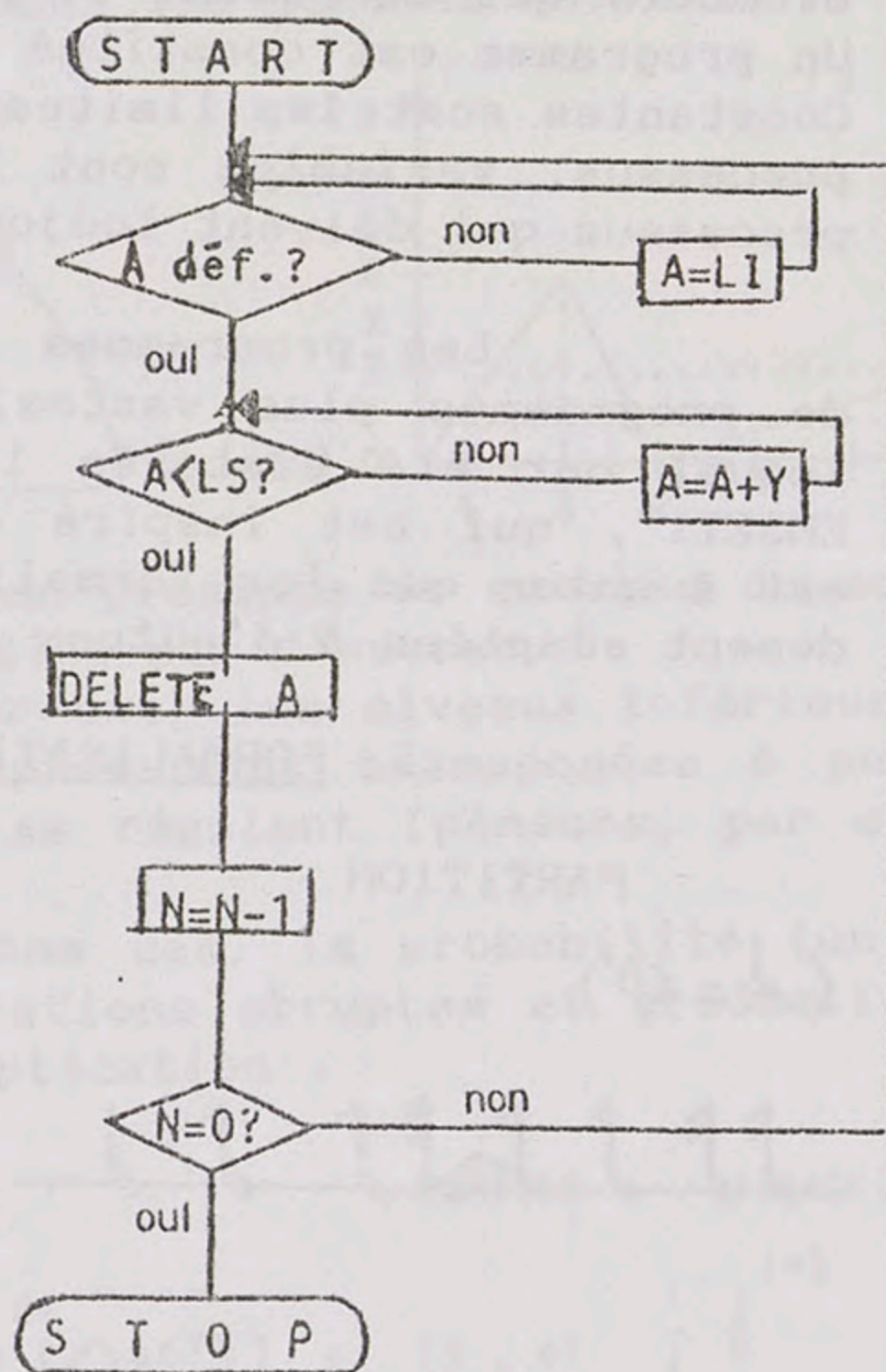
- 1000
- 250
- 125

PARTITION	MACROL	
<p>(♩ = 60')</p> 	<p>Description</p>	<p>Valeurs de départ</p>
	1. IFUND(A)A = LI; <	LI = 250*
	2. IFLE(A,LS)A = A+Y; <	LS = 1000
	3. IFGT(A,LS)DELETE(A);	Y = 125
	N = N-1; <	N = 1
	4. IFZER(N)STOP; <	
	"	

Il s'agit ici de deux formations d'un même processus; la première décrit un rallentendo linéaire, qui se produit simplement par l'addition constante de la ♩ entre les limites inférieure ♩ et supérieure ♩

La formalisation macrologique dit :

1. "Si la variable (A) n'est pas définie, sa valeur numérique = LI". Au début de ce programme, l'ordinateur recherche la valeur de (A) et ne la trouve pas; A se définit alors comme LI, "Limite Inférieure", qui figure entre les valeurs de départ.
2. "Si la variable (A) est de valeur numérique égale ou inférieure à (LS), (Limite Supérieure), alors A sera redéfinie comme A+Y dans les étapes successives où cette condition sera respectée. LS et Y se trouvent aussi dans les valeurs de départ; le rallentendo vient d'être décrit.
3. "Si la variable (A) est de valeur numérique supérieure à (LS), alors effacer la valeur numérique de (A);" de cette façon le programme produit une boucle dans sa logique : A n'est pas définie; alors A = LI; alors A = A + Y si inférieure ou égale à LS; alors effacer A si supérieure à LS; alors A n'est pas définie; alors A = LI, etc...
- LS empêchera que le rallentendo dépasse la limite ♩ que nous voulons; sans cela, le programme pourrait continuer à additionner de valeurs ♩, ♩, ♩ etc...
3. "...; N = N-1;" La variable (N) doit soustraire 1 à sa valeur numérique actuelle chaque fois que (A) perd sa valeur numérique.
4. "Si la valeur de (N) = 0, arrêter le programme". La variable N fonctionne alors comme une horloge régressive entre sa valeur numérique de départ et 0. Elle est la sécurité du programme et empêche que la périodicité de la logique décrite se reproduise ad infinitum.



QUANTIFICATION

Avec de petites modifications, ce programme peut s'adapter à la description de plusieurs autres processus analogues. Par exemple, pensons à un accelerando inverse au rallentendo exposé :

* SI supérieur ou égal.
 ** SI inférieur.

```

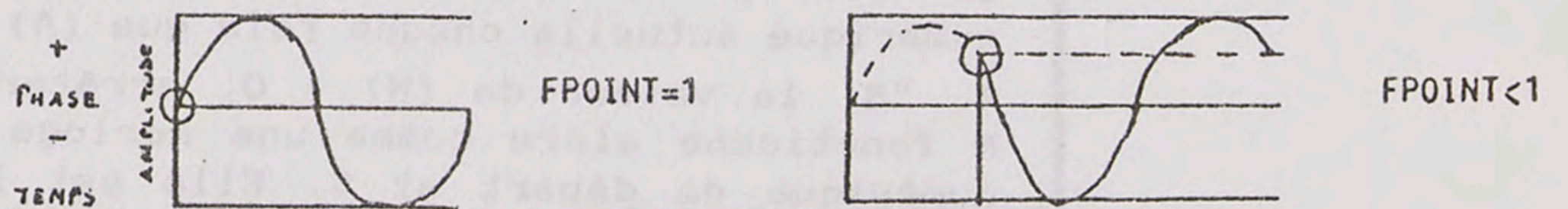
"
IFUND(A)A = LS
IFGE(A,LI)A = A-Y;*
IFLT(A,LI)DELETE(A);**
N = N-1
IFZER(N)STOP;
"
  
```

LI = 250
 LS = 1000
 Y = 125
 N = 1

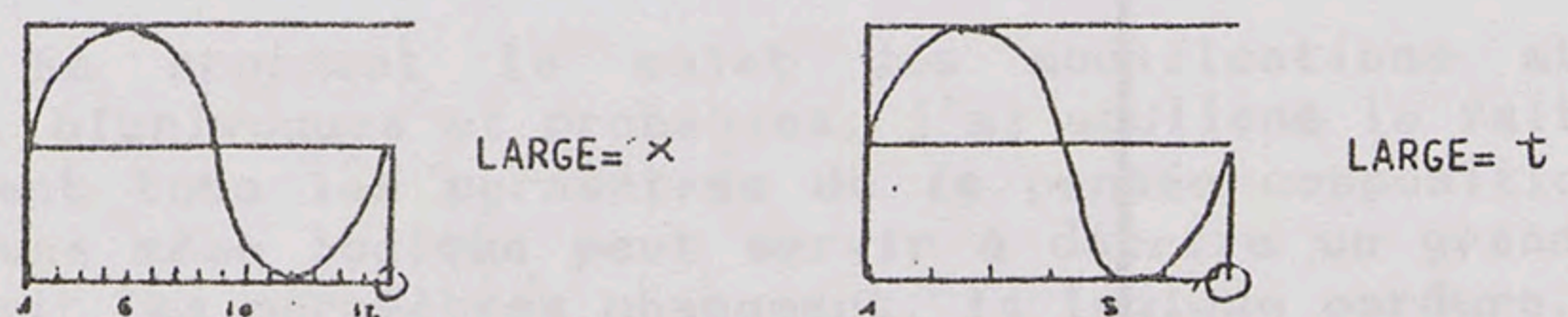
Par ailleurs, à partir du seul changement des valeurs de départ le programme peut décrire les variations graduelles de tous les paramètres du phénomène musical; et Y, valeur définie jusqu'à maintenant comme constante, peut aussi devenir variable et décrire ainsi des processus non-linéaires : Y = PF(FPOINT, LARGE, MIN, MAX, TYPE, COURBE, PHASE).

PF est une subroutine de la langue EMSETT. PF veut dire "Fonction Périodique". Si Y = PF (... , ... , ... , ... , ... , ...) dans les valeurs de départ, sa valeur numérique sera redéfinie à chaque étape du programme en fonction des paramètres suivants :

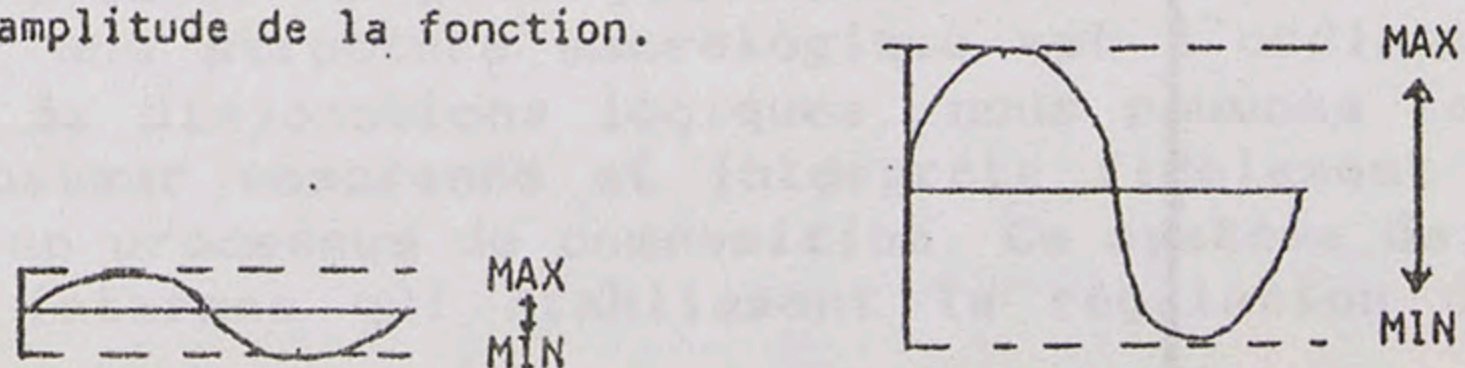
FPOINT : le moment de la fonction périodique considéré comme point de départ.



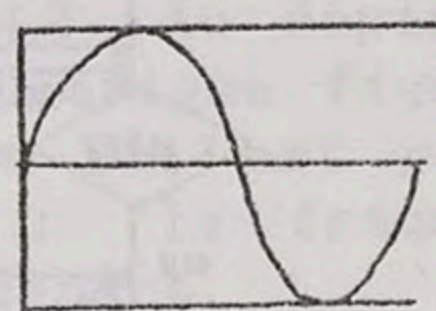
LARGE : Le nombre d'unités qui constituent une période.



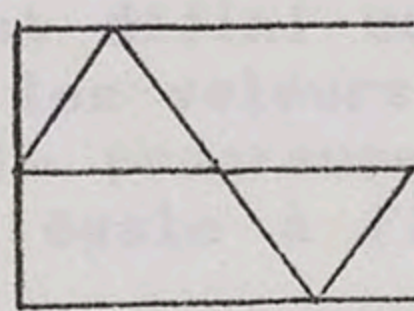
MIN : L'amplitude de la fonction.



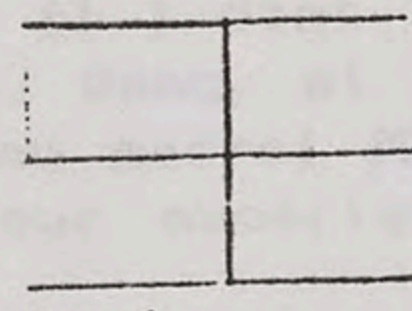
TYPE : Le type de fonction périodique.



Sinusoïdal.

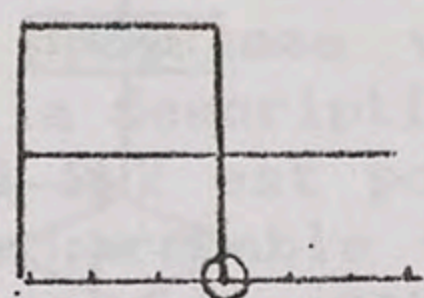


Triangulaire

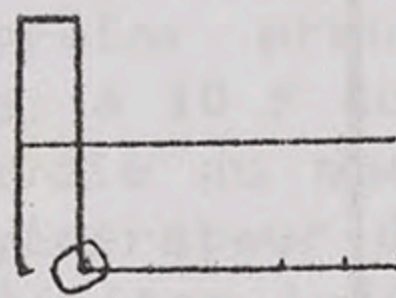


Carré

PHASE : Le moment où change la phase de la fonction.

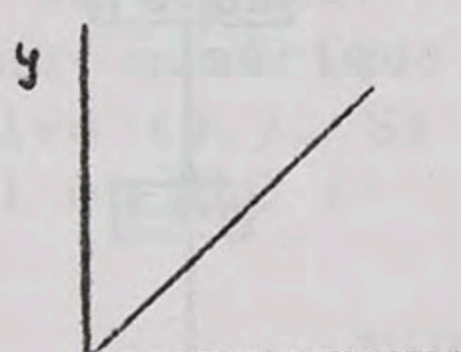


$$PHASE = \frac{LARGE}{2}$$

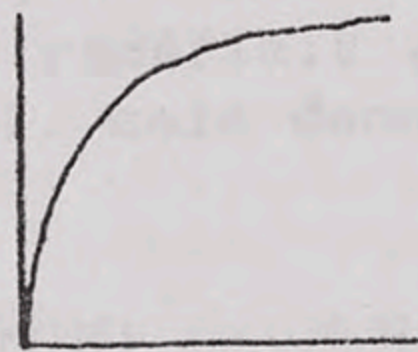


$$PHASE \neq \frac{LARGE}{2}$$

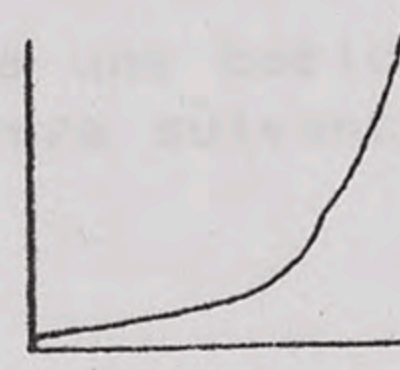
COURBE : La forme de la courbe qui origine la fonction.



Linéaire x



Convexe

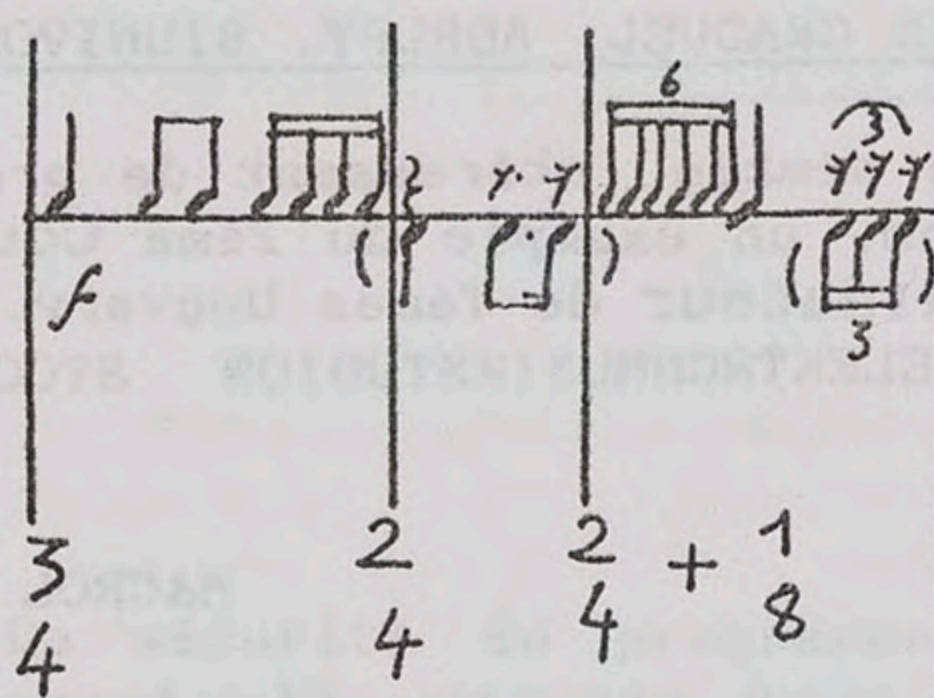


Concave

II. FORMALISATION D'UN PROCESSUS ABRUPT

PARTITION

MACROL



- | Description | Valeurs de départ |
|--|-------------------|
| 1. IFUND(T)T = COL; < | COL = 7 |
| 2. IFPOZ(T)DOMAC(MAC1);
T = T-1; | COL1 = 3
N = 2 |
| 3. IFNEG(T)T1 = COL1;* < | |
| 4. IFPOZ(T1)DOMAC(MAC2);**
T1 = T1-1; < | |
| 5. IFNEG(T1)DELETE(T);
N = N-1; | |
| 6. IFZER(N)STOP | |
| " | |
| MAC1 = "INTENSITE = ODb" | |
| MAC2 = "INTENSITE = -80Db" | |

Il importe ici de contrôler l'activité de l'amplificateur (branché à l'ordinateur) chargé de transmettre une séquence de signaux, de manière à produire une alternance sons-silence (disons ODb pour les sons et -80Db pour les silences).

Le changement abrupt se centre sur les variables T et T1, qui ne se situent pas dans la même hiérarchie logique. Quand T est positif ou zéro, il renvoie au macrol MAC1(ODb) et redéfinit après sa valeur numérique, comme l'indique le point 2 de la description. Quand T1 est négatif, la variable T perd sa valeur numérique actuelle (négative) pour que le programme recommence depuis le début (5.).

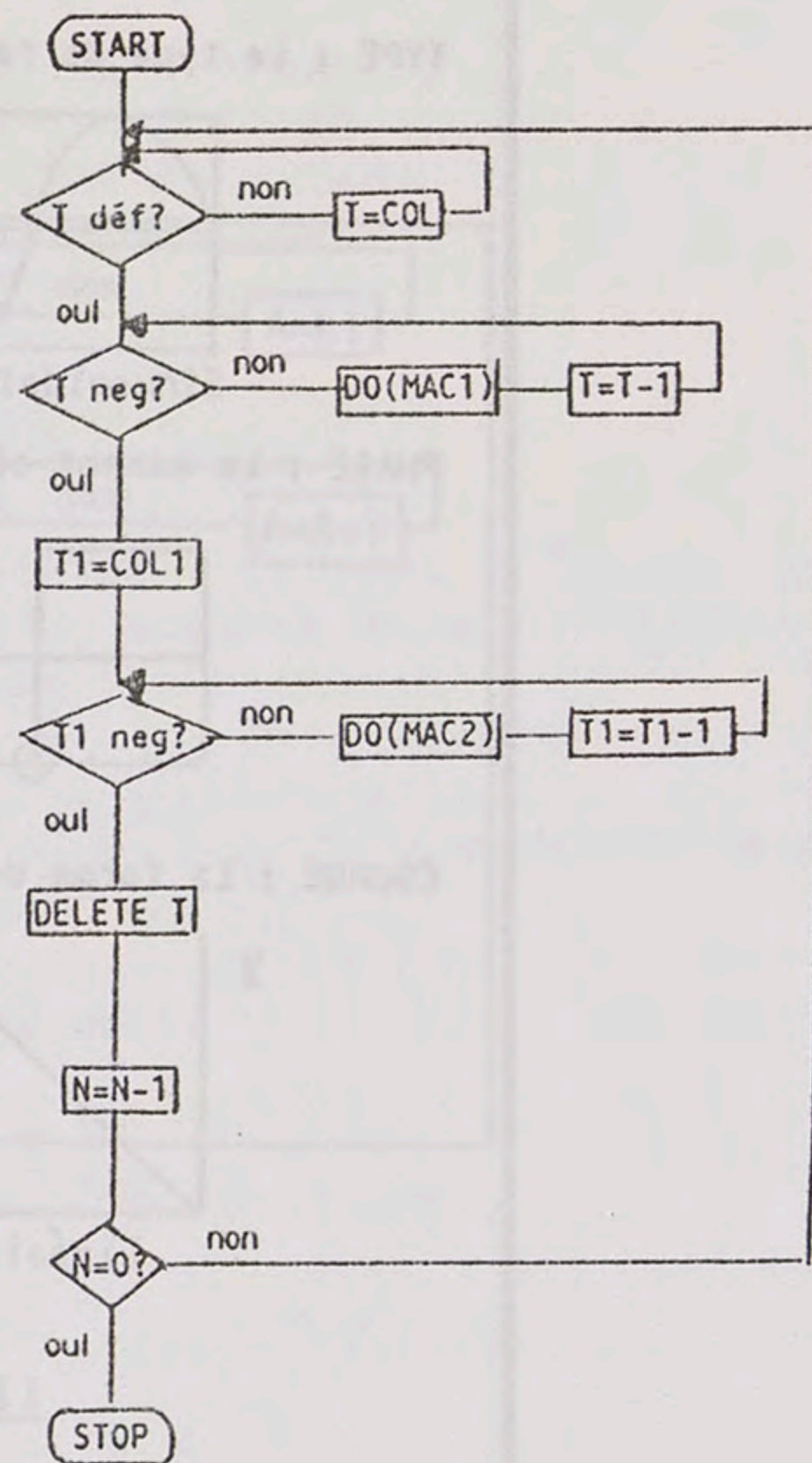
L'activité supplémentaire de la variable N détermine la sécurité du programme. N soustrait toujours une unité à sa valeur numérique chaque fois que T la perd (5.). Quand N = 0 le programme s'arrête (6.).

Sont valables ici les considérations faites dans I. "FORMALISATION D'UN PROCESSUS GRADUEL - QUANTIFICATION". C'est-à-dire que pour que ce programme ait une valeur descriptive plus ample, il suffirait de transformer les valeurs constantes COL et COL1 en deux fonctions périodiques, donnant un nombre de sons différent pour chaque alternance sons-silence.

Aussi, les intensités fixées par le macrol MAC1 peuvent devenir variables : MAC1 = "INTENSITE = PF(..., ..., -20Db, ODb, ..., ..., ...)", en établissant ainsi une valeur d'intensité différente pour chaque son.

* Si négatif.

** Si positif ou zéro.



III. FORMALISATION D'UN PROCESSUS

A LA FOIS GRADUEL, ABRUPT, BIUNIVOQUE ET PROBABLE

Il me semble intéressant de présenter ici, avec quelques modifications, un exemple du 2ème Cours International de Musique par Ordinateur de Tamas Ungvary, assistant du studio EMS(STIFTELSEN ELEKTRONMUSIKSTUDION STOCKHOLM) de Stockholm, Suède, 1980.

MATRICE	MACROL	Valeurs de départ
FFF FFFF FFFF	1. IFUND(SL1)SL1 = MSIZE; <	FIXCF = 100(Hz)
FFF FFFF FFFF X	2. IFPOS(SL1)DOMAC(SL1)M2;	MINCF = 200
FFF FFFF FFFF XX	SL2 = MSIZE-SL1; <	MAXCF = 400
FFF FFFF FFFF XXX	3. IFPOS(SL2)DOMAC(SL2)M3;	MSIZE = 10
FFF FFFF FFFF XXXX	SL1 = SL1-1; <	
FFF FFFF FFFF XXXX	4. IFNEG(SL1)STOP	
FFF FFFF FFFF XXXX	"	
FFF FFFF FFFF XXXX	M2 = "CF1 = FIXCF"	
FFF FFFF FFFF XXXX	M3 = "CF1 = IRAN(MINCF, MAXCF)"	
FFF FFFF FFFF XXXX		
FFF FFFF FFFF XXXX		

Il s'agit ici d'une matrice où les F représentent une hauteur constante, tandis que les X sont des hauteurs probables, déterminées par le hasard. Le processus est abrupt quant à la transformation des hauteurs, mais il est aussi graduel en ce qui concerne le nombre de sons qui chaque fois changent, ayant toujours comme référence des séries de 10 sons qui se répètent; le processus est biunivoque dans la détermination constante des hauteurs (F), et probable dans la définition des hauteurs qui changent (X).

Observons que entre les F et les X s'établit la relation suivante:

- à 10 F correspondent 0 X;
- à 9 F 1 X;
- à 8 F 2 X;
- !
- !
- à 0 F 10 X.

Le programme est fondé sur l'activité des variables SL1 et SL2. Au départ, SL1 est défini comme MSIZE (1.) dont la valeur numérique figure entre les valeurs de départ. Donc, si la valeur de SL1 est positive, le programme renvoie au macrol M2, qui dit : "la fréquence est égale à FIXCF", valeur numérique fixe de départ.

Or, combien de fois M2 doit être répété ? "(SL1) fois", c'est-à-dire 10 fois au début (2.). Ensuite la valeur de la variable SL2 se définit comme la soustraction perpétuelle entre MSIZE et SL1. Le programme vient d'interpréter précisément la première ligne de la description matricielle; à 10 F correspondent 0 X.

Or, quand SL2 est positif, il renvoie au macrol M3, qui établit une valeur probable (IRAN est un générateur de nombres déterminés par hasard) entre MINCF et MAXCF (limites inférieure et supérieure de la probabilité) qui se trouvent entre les valeurs de départ*. M3 doit se répéter "(SL2) fois".

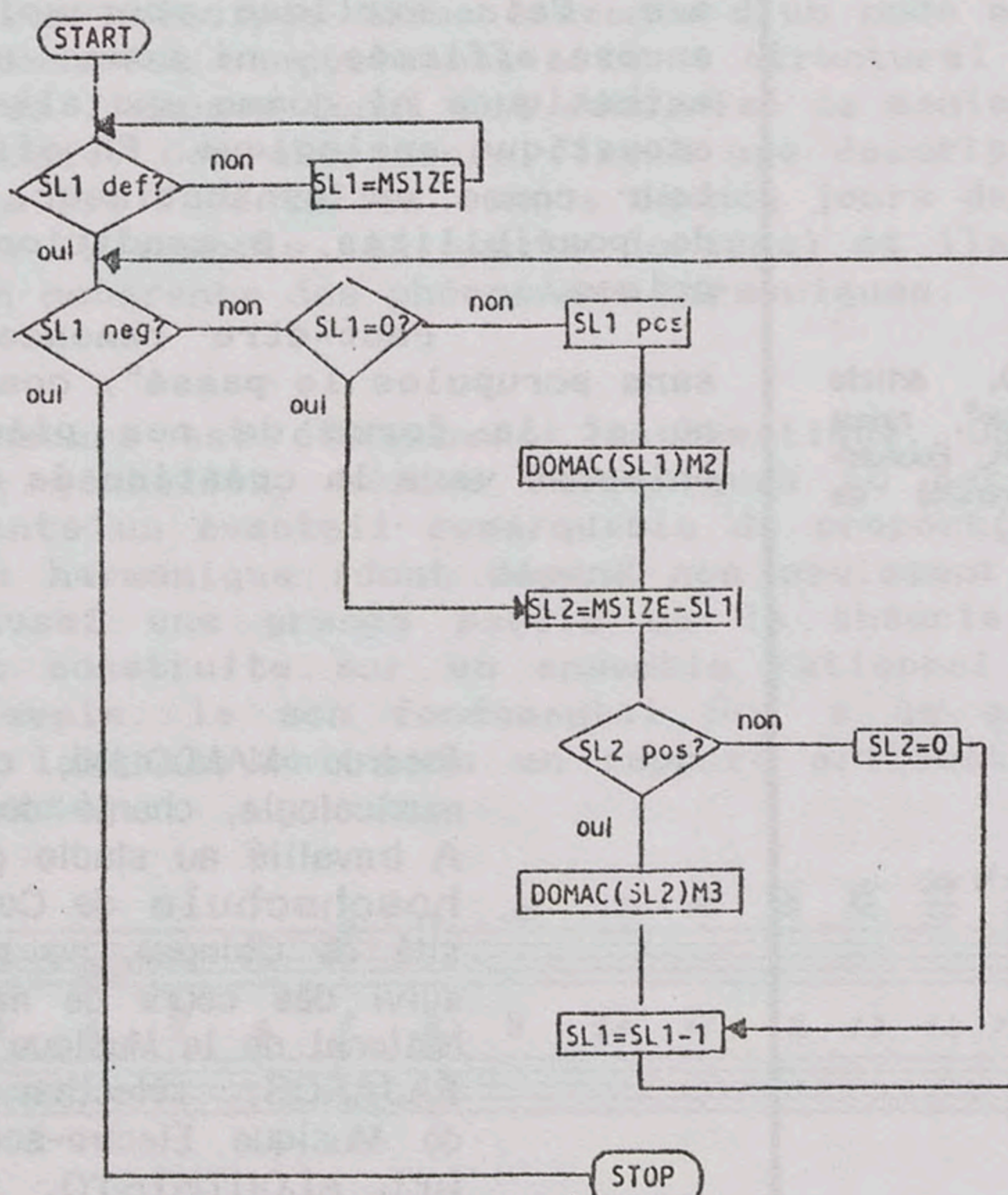
La valeur numérique de SL1 se redéfinit alors comme une horloge régressive (3.). Si $SL1 = SL1 - 1$, cela donne les valeurs suivantes pour SL1 et SL2 :

MSIZE	SL1 (SL1=MSIZE)	SL2 (SL2=MSIZE-SL1)
10	10	0
"	9 (SL1=SL1-1)	1
"	8	2
"	7	3
"		
"		
"		
"	1	9
"	0	10

Répétitions de M2
 Répétitions de M3

* EMSETT a deux sous-routines (CTGAUSS pour la distribution numérique de GAUSS et IRAN pour la distribution numérique rectangulaire) qui lui permettent d'imiter la probabilité et choisir "le hasard" (fonctions numériques de grande complexité qui donnent l'illusion qu'il s'agit du hasard. L'intelligence artificielle travaille toujours avec un "pseudo-hasard" (toujours réductible à une détermination complexe mais biunivoque).

La sécurité du programme est déterminée par la variable SL1 quand elle dépasse 0; c'est-à-dire, quand SL1 devient négatif le programme s'arrête (4.).



Pour la quantification de ce programme, les valeurs de départ MINCF et MAXCF peuvent devenir deux fonctions périodiques. Alors, à chaque fois que la probabilité intervient, ses limites inférieure et supérieure changent de valeur numérique. Cela permet d'imaginer une "gamme progressive des événements probables". Nous retrouvons ainsi la notion de hiérarchie, de contrôle d'un processus sur un autre.

conclusion

Le travail avec l'ordinateur produit des changements importants sur l'imagination créatrice.

En premier lieu, la formalisation macrologique oblige le compositeur à revoir ses processus, en l'amenant à séparer dans sa pensée les éléments qui ne peuvent pas être explicités (éléments qualitatifs), de ceux qui pouvant l'être, sont formalisables (éléments quantitatifs).

En second lieu, la pensée macrologique exige une économie rigoureuse de l'imagination. En effet, elle saisit qu'un nombre important de processus, qui dans une partition sembleraient indépendants, sont réductibles à une même structure de base. Le format de la partition se montre incapable de décrire d'une manière précise cette ressemblance entre les processus.

En troisième lieu, le compositeur confronté à l'ordinateur doit organiser sa pensée d'une façon performante, en établissant un ordre explicite de hiérarchies, de régulations et de fonctionnements parallèles des différentes idées musicales. Cet effort d'explicitation lui fournit à la fin un outil d'analyse musical profondément dynamique et puissant.

Enfin, l'ordinateur offre des possibilités inusitées quant à la création de nouvelles formes musicales, car une fois définies les règles syntaxiques et opérationnelles, il est aussi capable de composer des séquences musicales sous le contrôle esthétique du compositeur*.

Cet aspect n'est pas très courant dans la pratique de la musique digitale. Au contraire, la plupart des efforts de composition ont été dirigés vers la production de nouvelles techniques de synthèse et non à la recherche concernant les formes. Cela explique pourquoi la musique digitale ne s'est pas encore affirmée - ni comme une possibilité d'élargir les horizons esthétiques ni comme une alternative réelle à la musique électro-acoustique analogique. En effet, on continue à utiliser l'ordinateur comme un synthétiseur, oubliant qu'il offre beaucoup plus de possibilités, à condition que celles-ci soient vraiment comprises.

Peut-être renoncera-t-on un jour, enfin, à "copier sans scrupules le passé", comme le signale Morderuelo**. Le contenu et la forme de nos pièces digitales seront alors vraiment orientés vers la création de nouvelles valeurs esthétiques.

* Mozart, le premier compositeur ayant travaillé avec la forme musicale ouverte, a créé une grille de mesures désarticulées qui, selon des séquences numériques probables déterminées par des dés, s'organisaient sous forme de vases.

** Javier MORDERUELO, article "Musica y Ordenador", revue ARTE E INFORMATICA, Fondation CITEMA, Université de Madrid, Espagne, 1980.

Ricardo MANDOLINI, compositeur d'origine argentine, chercheur en musicologie, chargé des cours d'écriture à l'Université de Lille III. A travaillé au studio de musique électro-acoustique de la Musik-hochschule de Cologne et au studio de phonologie de l'Université de Cologne, au studio de l'Université de Berlin. A également suivi des cours de musique digitale à Stockholm. Prix du Comité National de la Musique Française en 1984 pour DE MI HUIAN LOS PAJAROS; sélection la même année à la Tribune Internationale de Musique Electro-acoustique de l'Unesco avec EL CUADERNO DEL ALQUIMISTO. Second prix du Concours International d'Electro-acoustique de Bourges.

* Extrait de THE NEW MUSIC par Reginald Smith BRINDLE, 2ème édition, 1986, avec l'autorisation des Presses de l'Université d'Oxford.

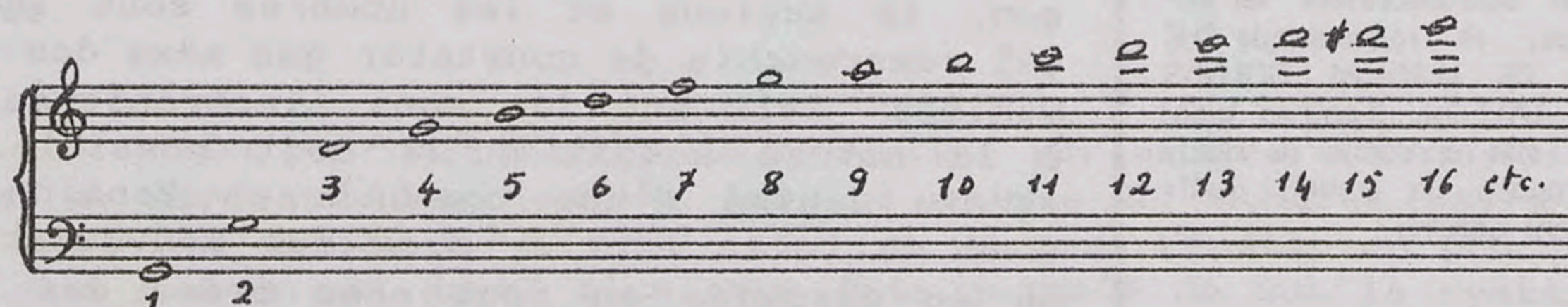
** Certains penseront qu'il s'agit là d'une exagération et préféreront dire que bien qu'on puisse réduire tous les sons en termes mathématiques, le son lui-même fait partie de la réalité physique, tandis que les mathématiques ne sont qu'un artefact de conception humaine. Ceci tendrait à supposer que si l'homme n'avait pas découvert les mathématiques, les mathématiques du son n'existeraient pas. Mais la nature du son dépend de fait de principes mathématiques, que l'homme soit capable ou non de les déduire. Il y a donc une réalité mathématique qui est tout aussi réelle et absolue que la réalité physique.

NUMBERS*

Ce chapitre commence par des excuses, ce qui, à certains, semblera superflu et à d'autres pas assez sérieux. Je ne suis pas mathématicien et je trouve les chiffres ennuyeux, mais je dois bien reconnaître que dans la musique il y a plus qu'une magie mystique des nombres. Les mathématiques constituent le fondement du son**. A tort peut-être, les Grecs accordaient à l'association de la musique et des nombres une place prédominante dans la philosophie du cosmos. Peut-être tout aussi à tort, certains compositeurs des années 40 et 50 ont tenté de construire de la musique entièrement à l'aide de nombres. Mais indépendamment du bien-fondé ou non de telles opinions, force est d'exposer, même brièvement, des faits mathématiques incontestables. Il convient également de faire mention d'autres données relatives aux nombres, en rapport moins étroit avec la réalité musicale, mais constituant une base pour la composition moderne, même si elles ne font que démontrer la perception inconsciente de l'homme qu'il y a de la beauté dans les nombres et que ceux-ci à leur tour peuvent générer de la beauté à partir du chaos.

Egyptiens et Mésopotamiens, on le sait, ont étudié les principes mathématiques du son. On pense même qu'au cours de la préhistoire, des instruments tels que l'arc en terre ont permis à l'homme de prendre conscience de la relation proportionnelle (dans la longueur des cordes) d'une hauteur de son par rapport à une autre. Mais c'est seulement avec Pythagore (au VIe siècle avant Jésus-Christ) qu'une école de chercheurs s'est penchée sur la codification des mathématiques de la musique et sur l'enseignement de ses principes comme éléments d'un code moral philosophique. La gamme fut conçue comme élément structurel de l'harmonie du cosmos et l'espace tonal fut subdivisé de manière à refléter cette harmonie. Ces chercheurs firent une description mathématique de tous les intervalles connus de nos jours dans la musique occidentale (y compris les quarts de tons) et ils fournirent une explication cohérente des phénomènes harmoniques.

La nature est étonnamment mathématique. Dans ses aspects musicaux (échelles, séries harmoniques ou harmonies), le son même présente un éventail remarquable de proportions numériques. La série harmonique (dont dépend non seulement la couleur sonore mais aussi une grande partie de la théorie harmonique classique) est construite sur un ensemble rationnel de proportions. Par exemple, le son fondamental SOL a un grand nombre d'harmoniques, lesquels ont tous un rapport arithmétique simple avec ce fondamental :



L'exemple ci-dessus ne montre que les seize premiers harmoniques

d'un son, le fondamental étant appelé premier harmonique. Le chiffre en dessous de chaque note indique non seulement l'ordre de la série harmonique mais également quel multiple de la fréquence du son fondamental est chaque harmonique. En supposant, par exemple que le fondamental Sol corresponde à cent vibrations par seconde (il est en fait de 97,99 dans la gamme tempérée), le second harmonique serait de 100×2 , le troisième de 100×3 et ainsi de suite, jusqu'au Sol suraigu qui serait de 1600 vibrations. De la même façon, une corde pincée donnera la même série harmonique si elle vibre sur toute sa longueur (le fondamental) ou si elle est touchée légèrement pour la diviser successivement en moitiés, tiers, quarts, cinquièmes, etc... (Toutes les notes de la série harmonique ne sont pas complètement justes par rapport aux échelles modernes; en fait, certaines en sont très éloignées. Dans de nombreux cas la gamme tempérée moderne est un compromis).

Des principes proportionnels semblables s'appliquent au rapport de fréquences dans les intervalles :

Intervalle	Rapport de Fréquences
Unisson	1/1
Octave	2/1
Douzième	3/1
Double Octave	4/1
Quinte	3/2
Dixième	5/2
Quarte	4/3
Sixte majeure	5/3
Tierce mineure	5/4
Tierce mineure	6/5
Sixte mineure	8/5

Les fréquences de toutes les notes de la gamme diatonique ont aussi une relation fractionnaire avec la tonique (bien qu'il faille nécessairement procéder à de petites rectifications pour se conformer au tempérament à tons moyens, au tempérament égal, etc...) :

Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2

Lorsque deux notes sont émises simultanément, d'autres sons moins audibles sont également produits : le son "additif" et le son "différentiel". (...) Le son additif est un son égal à la somme des fréquences des deux sons; le son différentiel est égal à la différence entre les deux. Avec plus de deux sons, ces phénomènes pythagoriciens fonctionnent de manière encore bien plus complexe.

Toutes ces données sont relativement simples. Si nous devons pénétrer plus avant dans des domaines plus complexes de l'acoustique tels que les principes de diffusion et de réflexion du son, les formes d'ondes, l'absorption du son, l'acoustique des salles, l'électro-acoustique, etc..., nous continuerions à voir que tous ces facteurs reposent sur des bases mathématiques. De fait, une totale compréhension du sujet est impossible sans une connaissance appropriée des mathématiques*. Mais il nous semble que nous avons suffisamment prouvé la manière dont le son, la musique et les nombres sont inextricablement liés. Il est remarquable de constater que même des sons apparemment "déshumanisés" tels que les sons électroniques, semblent se conformer à la nature autant qu'il soit possible. Par exemple, dans un studio équipé d'une commande en tension, on peut composer des sons de forme mobile, avec des mouvements en marches d'escalier ou en cascade; on peut même créer des combinaisons variées de mobilité. Dans de telles situations avec une grande quantité de sons en mouvement, il semblerait que quand c'est possible, les

* Je suis conscient d'avoir extrêmement simplifié les bases de l'acoustique, dans le but d'exposer clairement le sujet. A ceux qui souhaiteraient en savoir plus, je recommande THE PHYSICS OF MUSICAL SOUNDS de C.A. TAYLOR, (Londres 1965) qui, par son approche de musicien, propose un travail particulièrement adapté.

sons "se verrouillent" sur une succession d'intervalles naturels, de motifs de gammes, etc... Par exemple, si un oscillateur se verrouille et couvre de larges étendues de tierces mineures montantes et descendantes, il en résulte des arpèges de septièmes diminuées (ce qu'on peut tout juste admettre!). Le fait est d'ailleurs que ce verrouillage sur des phénomènes naturels est presque certainement dû à la prédominance d'un rapport mathématique particulier qui tend à organiser tout le reste en un ordre apparemment naturel.

J'ai déjà parlé des permutations (au chapitre précédent). Permutation signifie variation de l'ordre d'une série (de n'importe quels nombres, notes, etc...), mais elle suppose habituellement variation rationnelle et non fortuite. On a recours à la permutation pour créer la variété et engendrer des ressources supplémentaires. Les restaurants chinois ont parfois des menus dont l'importance est frappante, mais lorsqu'on y regarde de plus près, on s'aperçoit que les ingrédients de base sont très peu nombreux et que ce sont les permutations qui créent le nombre. Les possibilités de permutations croissent de façon astronomique en fonction du nombre d'ingrédients. Deux ingrédients ont deux permutations, trois en ont six, quatre en ont vingt-quatre et cinq pas moins de 120 ($1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 = 120$). Les compositeurs qui utilisent les permutations de la série de douze sons ne font qu'effleurer la surface de ses agencements possibles. Si un compositeur utilisait différentes permutations des douze notes à raison de cent par semaine, il lui faudrait presque 100 000 ans pour venir à bout des 479 001 600 possibilités.

On accède habituellement aux permutations à l'aide de procédés logiques tels que Boulez en a utilisé pour former les deux matrices utilisées dans *Structure*. Quelques-unes des méthodes de permutation des douze notes ont été inventées en premier par Berg dans son opéra *Lulu* pour créer des mélodies spéciales telles que les leitmotives; de nouvelles séries ont été tirées de sa série de base comme suit :

Série "0"

(1 note sur 5)
(1 note sur 7)
(en sautant 1, 2 et 3 notes)

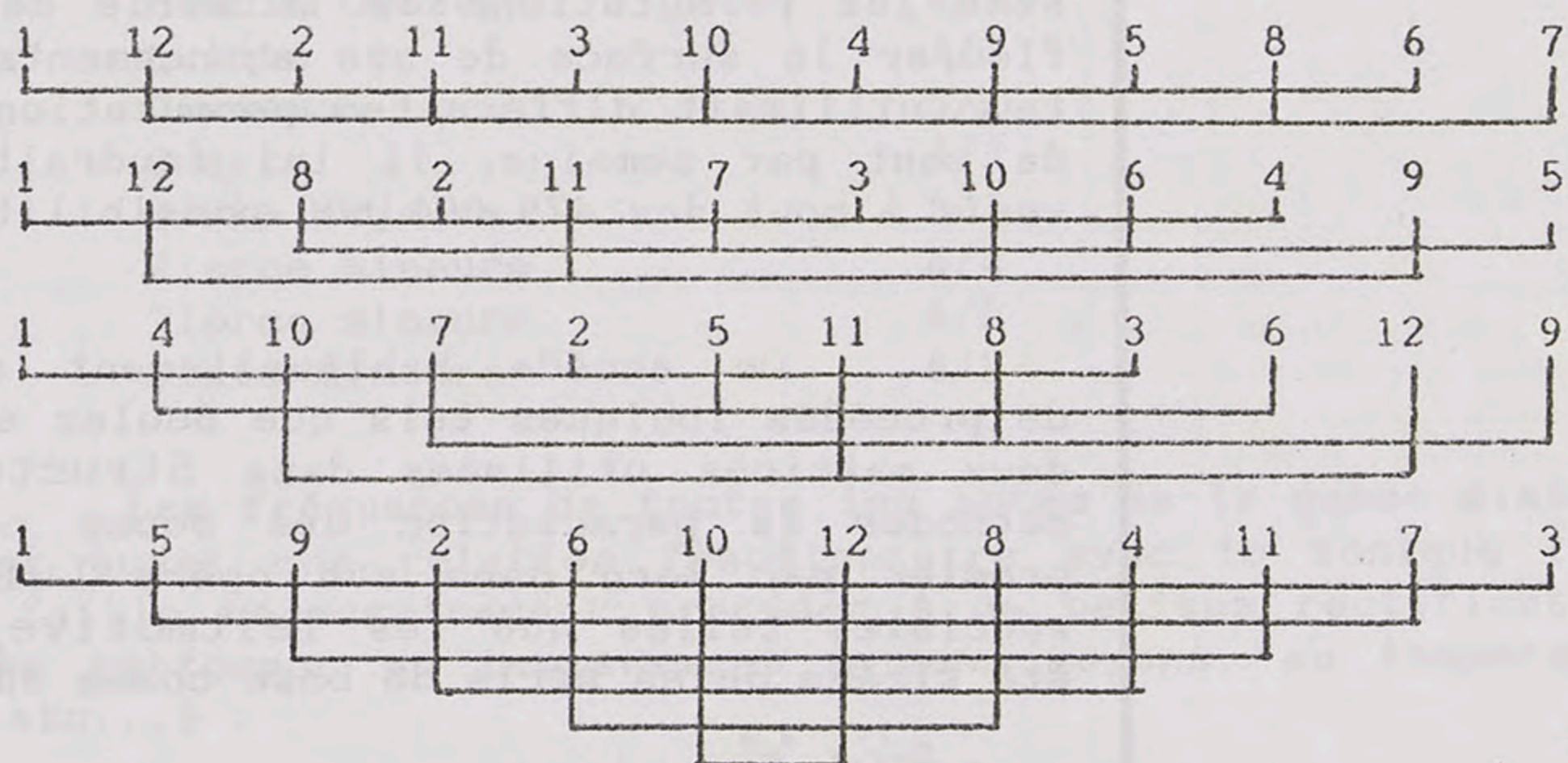
Comme nous le verrons, on forme de nouvelles séries en utilisant une note sur cinq d'une série qui se répète, ou une note sur sept, ou, comme dans le dernier exemple, en sautant d'abord une note, puis deux, puis trois et ensuite en inversant le procédé. Berg a dû étudier ce système de permutation très complètement, car seule une autre variante aurait été possible avec un tel système : celle obtenue en utilisant un nombre sur onze.

On pourrait former de nouvelles séries de façon semblable en écrivant des nombres impairs suivis de nombres pairs : 1, 3, 5, 7, 9, 11, 2, 4, 6, 8, 10, 12. On peut répéter ce procédé du "un nombre sur deux" plusieurs fois jusqu'à ce que le système se répète après la neuvième variante :

(a)	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
(b)	1	5	9	2	6	10	3	7	11	4	8	12
(c)	1	9	6	3	11	8	5	2	10	7	4	12
(d)	1	6	11	5	10	4	9	3	8	2	7	12
(e)	1	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	12
(f)	1	10	8	6	4	2	11	9	7	5	3	12
(g)	1	8	4	11	7	3	10	6	2	9	5	12
(h)	1	4	7	10	2	5	8	11	3	6	9	12
(i)	1	7	2	8	3	9	4	10	5	11	6	12
	1	2	3	4	5	6	etc.					

On peut former des permutations similaires en utilisant un nombre sur trois, quatre ou six bien que celles-ci aient un nombre limité de variantes (huit) et que toutes aient une limite particulière du fait que les premiers et derniers nombres sont toujours les mêmes.

Naturellement un des moyens les plus évidents pour former des permutations est la simple transposition de nombres qu'on peut effectuer de multiples façons logiques. Les transpositions de nombres suivantes sont élémentaires et se passent d'explications :



Jusqu'à maintenant, j'ai décrit plusieurs moyens simples de permutations. On peut obtenir maintenant des résultats plus importants et plus complexes en permutant un système avec un autre et en permutant encore une fois en diagonale avec un troisième système et ainsi de suite. Déjà, par ces moyens simples, on pourrait former des centaines de permutations différentes. Mais sont-elles nécessaires ? Il est impossible d'imaginer une situation dans laquelle on aurait vraiment besoin d'un très grand nombre de permutations. Si on utilise les permutations pour obtenir des variantes d'une série de douze notes, n'importe quelle "unité" thématique discernable disparaîtra, dès que celles-ci commenceront. Si au contraire le but des permutations est d'éviter l'unité thématique (ou la monotonie des successions de notes), on peut y parvenir aussi aisément avec peu de variantes qu'avec beaucoup. Le phénomène est identique pour les permutations de nombres s'appliquant à des paramètres tels que les durées de notes etc... Dans la mesure où l'esprit ne peut pas saisir des changements à l'infini ou même ne peut mémoriser qu'une variété de quelques éléments, un petit nombre de permutations convient aussi bien que beaucoup.

Une autre application des mathématiques à la musique s'est révélée à travers les tentatives de divers compositeurs à trouver ce qu'on pourrait appeler une Section Dorée musicale. Depuis les temps reculés de l'art et de l'architecture grecque, l'homme sait que les belles proportions obéissent à des règles

* Dans sa forme la plus élémentaire, la Section Dorée est la division d'une ligne de telle sorte que le segment le plus petit est à l'autre ce que ce dernier est à l'ensemble. Il en résulte des rapports de parties qui, mises en rectangles, etc., fournissent les proportions d'ensemble des façades architecturales, leurs subdivisions et les détails les plus petits tels que portes, fenêtres, décorations, etc. La Section a été utilisée de telle manière qu'une unité harmonieuse de proportions traverse la structure entière et ses composantes tout en évitant cette exacte coïncidence et cette similitude qui n'engendre que raideur et formalisme excessif. Le rapport avoisine $1/1,618$ comme dans la Suite de Fibonacci.

** Cependant, un des plus célèbres architectes modernes, Le Corbusier, a défendu l'emploi de la Section Dorée avec fermeté. Son livre, *THE MODULOR*, contient quelques commentaires intéressants sur la musique et les mathématiques.

*** Cf. *THE SYMBOLISM IN BERG'S "LYRIC SUITE"* de Reginald Smith BRINDLE, *THE SCORE*, n°2, (oct. 1957).

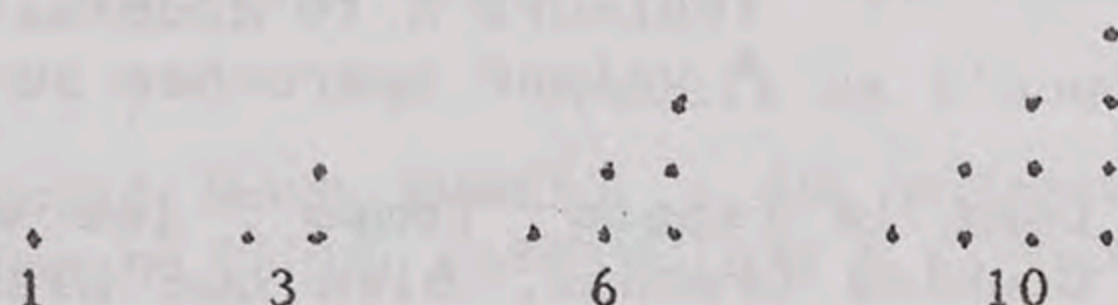
**** Comme nous l'avons constaté auparavant, la Suite de Fibonacci est en rapport avec les proportions de la Section Dorée, en ce sens qu'elle s'approche progressivement du rapport $1/1,618$ à mesure que la suite augmente. On peut la considérer comme une Section Dorée exprimée en nombres entiers, inexacts quand les valeurs sont faibles mais gagnant en exactitude avec des chiffres plus grands.

établies, et que la plus parfaite beauté est atteinte quand l'intuition d'un grand artiste le conduit à ne varier que très légèrement quelque chose qui est mathématiquement ou géométriquement parfait. Les Grecs ont inventé ce rapport géométrique connu sous le nom de Section Dorée* qui a été considérée pendant des siècles comme la clé du mystère de l'art et qui n'a été abandonnée que très récemment, la symétrie et les proportions classiques étant parfois délibérément évitées**. En musique et particulièrement quand le compositeur a adopté une démarche plus rationnelle, il semblerait que certaine forme de "Section Dorée" ait constitué le fondement de la pensée créatrice. Inconsciemment peut-être, l'homme a besoin de travailler selon des modèles et des proportions ordonnées et peut-être dans le domaine du son comme dans le domaine du visuel, ces proportions sont-elles des facteurs déterminants de la création de la beauté parfaite.

L'emploi d'une Section Dorée n'est pas limité aux compositeurs de la période du sérialisme intégral. Déjà en 1925, Alban Berg a bâti sa Suite Lyrique autour de son nombre magique 23, nombre qui déterminait la longueur des mouvements, les indications métronomiques et même à certains endroits le nombre de notes dans les accords***. Dans son ouvrage, *Technique de mon langage musical*, Olivier Messiaen révèle sa "prédilection marquée pour les rythmes en nombres premiers" (cinq, sept, onze, treize, etc...) et "pour le charme étrange des impossibilités" qui "réside particulièrement dans certaines impossibilités mathématiques des domaines modaux et rythmiques". Il semblerait également que les préoccupations de Messiaen en matière de nombres et de rapports constituent seulement un aspect de son expression religieuse; rapports et nombres ne sont pas simplement des éléments d'un langage musical mais des composants de sa pensée théologique. Dans les premières oeuvres de John Cage, on constate une ressemblance frappante avec la Section Dorée grecque. Entre *Construction in metal* d'avant la guerre et *Music of changes* de 1951, la structure de plusieurs oeuvres est basée sur un certain nombre de mesures comportant une racine carrée, de telle sorte que les grandes longueurs ont le même rapport à l'intérieur de l'ensemble que les plus petites longueurs à l'intérieur des sections plus grandes.

Nous avons déjà vu en quoi la configuration rythmique de la musique dans le sérialisme intégral, constituait un des plus grands problèmes auquel étaient confrontés les compositeurs. La découverte de nouvelles formes rythmiques grâce à des outils mathématiques était assez courante. Certaines de ces formes d'ailleurs ont pu être classées dans la catégorie des Sections Dorées, sont devenues patrimoine commun et ont été adaptées par des compositeurs à leurs propres idéaux. La suite de Fibonacci, dans laquelle chaque terme est la somme des deux termes précédents (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ...), a été largement employée, totalement ou en partie, pour créer des ensembles de valeurs de durée. Par exemple Luigi Nono a utilisé une portion de la suite et son rétrograde (1, 2, 3, 5, 8, 13, 13, 8, 5, 3, 2, 1) dans la plus grande partie de *Il Canto Sospeso*. Stockhausen a aussi utilisé la suite pour établir le nombre de notes à jouer dans des phrases successives et spécialement quand l'improvisation contrôlée était requise (comme dans *Mixtur* et à un moindre degré dans *Zyklus*)****.

On a tiré d'autres séries de nombres des diverses séquences de nombres triangulaires comme le montre cet exemple simple :



Le Triangle de Pascal offre d'autres séquences numériques employées par des compositeurs tels que Iannis Xenakis :

$$\begin{array}{cccccccc}
 1 & & & & & & & & \\
 1 & 2 & & & & & & & \\
 1 & 3 & 3 & & & & & & \\
 1 & 4 & 6 & 4 & 1 & & & & \\
 1 & 5 & 10 & 10 & 5 & 1 & & & \\
 1 & 6 & 15 & 20 & 15 & 6 & 1 & & \\
 1 & 7 & 21 & 35 & 35 & 21 & 7 & 1 &
 \end{array}$$

Il ne s'agit que des 7 premières lignes, le Triangle de Pascal étant en fait un dispositif infini. Horizontalement, chaque ligne correspond aux coefficients dans le développement d'un binôme. En pratique, cette partie du Triangle de Pascal offrant, comme nous le voyons, sept lignes différentes de nombres, donne une plus grande variété de matériel qu'une suite unique comme celle des nombres premiers (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, ...) ou la suite de Fibonacci. Toutefois, elle n'offre pas l'accroissement graduel de ces dernières suites, et s'avère donc moins appropriée pour déterminer des paramètres tels que les durées, etc...

Les durées de notes ont quelquefois été tirées directement des fréquences sonores. Dans son article "How time passes"*, Stockhausen élabore en détail un système dans lequel toutes les durées de note peuvent être en rapport avec les fréquences sonores (exprimées en cycles par seconde (cps) ou en Hertz (Hz)). Dans un tel système, toutes les durées devraient donc logiquement être exprimées en secondes ou en fractions de secondes, étant donné que les durées de note existantes ne peuvent indiquer que certaines fractions de temps et rien entre ces fractions. Si, par exemple, un son fondamental est représenté par *i*, avec la blanche comme équivalent en notation, il sera tout à fait facile d'écrire les durées de note de certaines notes de la série harmonique (par exemple, octave = $1/2 = d$, double octave = $1/4 = \text{♩}$ etc...). Mais comment trouver des équivalents pour $1/13$, $1/17$ etc... ou pour des notes qui sont à moins d'une octave au-dessus du fondamental et qu'on ne pourrait exprimer que par des fractions du type $9/13$? Il semble que Stockhausen le fasse vraiment et que même il résolve des questions bien plus épineuses (mais de façon tellement complexe que son article a dû être expliqué dans une édition postérieure de Die Reihe** par Gottfried Michel Koenig, sans grand succès). Le système de Stockhausen fonctionne toutefois mieux avec l'outil électronique, dans lequel les durées correspondent simplement à certaines longueurs de bande. La fréquence a également un rapport direct avec la longueur de la bande de telle sorte que le compositeur peut ne penser qu'en fréquences en Hertz et en centimètres de bande et faire abstraction des notes, des dièses, des bémols, des blanches, des doubles croches, etc...

* DIE REIHE 3, p.10.

** "Commentaire", DIE REIHE 8, p.80.

Une tentative semblable à établir des rapports entre des durées de note et des nombres complexes est probablement celle qui consiste à utiliser des suites logarithmiques et des racines carrées. Giselher Klebe, par exemple, établit des durées de note pour son Trio avec piano op.22 au moyen des racines carrées de nombres de 1 à 12 comme suit :

Série	$\sqrt{12}$	$\sqrt{11}$	$\sqrt{10}$	$\sqrt{9}$	$\sqrt{8}$	$\sqrt{7}$	$\sqrt{6}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{4}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	$\sqrt{1}$
Valeurs*	3.5	3.3	3.2	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3 (2.23)	2.0	1.7	1.4	1.0
Temps												

(valeurs X 10 doubles croches)

* valeur approchée au 1/10

Dans la rangée "Temps", les valeurs ont été multipliées par dix doubles croches, bien que Klebe emploie d'autres multiplications

dans sa composition. Les "valeurs" des racines carrées ne sont cependant pas toutes exactes et il est difficile de trouver une justification au fait qu'on adopte un système mathématique qui exige une grande précision pour délaier ensuite détails et résultats précis.

* BO NILSSON par G.M. KOENIG, DIE REIHE 4, (1958).

Gottfried Michael Koenig, dans un article sur Bo Nilsson* décrit peut-être l'un des plus remarquables exemples de cette confiance du compositeur dans l'application magique des mathématiques à la musique. Koenig raconte comment Nilsson lui a envoyé sa première composition pour qu'elle soit réalisée au studio électronique de la Radio Ouest-Allemande et il explique que Nilsson n'avait pu acquérir une grande expérience de la musique électronique du fait qu'il habitait au nord de la Suède. Aussi, au cas où sa partition s'avèrerait impossible ou malcommode dans des "manipulations particulières", il suggérerait que Koenig use de la formule suivante pour la "modulation aléatoire" :

$$(a+bx)^n dx = \frac{(a+bx)^{n+1}}{(n+1)b} + C; n \neq -1$$

Ainsi en est-il de la foi du compositeur dans la Section Dorée de son choix ! Mais toutes ces applications mathématiques ont-elles quelque valeur musicale ? La confiance du compositeur dans la magie des nombres est-elle complètement déplacée ? La réponse n'est pas du tout évidente. A propos de la musique construite, Adorno a déclaré : "Ces moments chez Webern où, selon les mots de Schönberg, un livre entier est réduit à un souffle, ne dissipent pas les soupçons concernant la musique très construite, pauvre essentiellement bien que donnant l'apparence d'une grande concentration. Chaque compositeur d'aujourd'hui doit se poser des questions sur la véritable substance de ses constructions. Il doit aussi se demander quelle quantité de substance musicale se détériore à travers la construction"**.

** TECHNIQUE, TECHNOLOGY AND MUSIC TO DAY par Theodor W. ADORNO, publié en anglais in ORDINI (Rome, 1959).

Ces propos susciteront de nombreuses réactions contradictoires, car le contraire, c'est-à-dire l'absence de construction, ne garantit pas en soi la "substance musicale". Dans le grand art, substance et construction ne sont pas seulement complémentaires, mais constituants inséparables d'une complète unité.

De nombreux compositeurs auraient tendance à considérer la musique à construction peu élaborée comme inférieure à la musique issue d'une méditation rationnelle. Le mot même de composition suppose délibération, contemplation, assemblage logique de diverses parties en une unité. Il ne serait probablement pas trop erroné de voir l'application des mathématiques à la musique ou en effet n'importe quelle sorte de constructivisme, comme un procédé susceptible de stimuler les talents du compositeur. Les mots de Iannis Xenakis, un des compositeurs les plus orientés vers les mathématiques, semblent suggérer une telle sublimation de la pensée créatrice au travers de la logique et de la raison : "(elle se réalise) dans l'effort pour analyser certaines sensations sonores, les dissectionner, les dominer, et ensuite les utiliser dans nos propres constructions; l'effort pour cristalliser les processus de la pensée qui créent des sons et pour les expérimenter dans nos propres compositions... L'effort pour faire de l'art par l'intermédiaire de la "géométrie", lui donnant ainsi une nourriture raisonnée, moins périssable que l'impulsion du moment et donc plus sérieuse, plus digne de ce combat pour des choses élevées qui existent dans tous les domaines de l'intelligence humaine"***.

Traduit de l'anglais par Benoît GRENECHE

Reginald Smith BRINDLE a été professeur à l'University of Surrey. Auteur de SERIAL COMPOSITION et CONTEMPORARY PERCUSSION.

*** IANIS XENAKIS, MUSIQUES FORMELLES, (Paris, 1981). Xenakis a travaillé comme architecte avec Le Corbusier, déjà cité à propos de l'usage moderne de la Section Dorée.



L'ARTISANAT FURIEUX

COLLECTION DE MUSIQUE CONTEMPORAINE

La collection

L'Artisanat Furieux
regroupe quatre départements :

- Partitions des compositeurs du
Centre de Création et de Recherche
Musicales en Haute-Normandie

C.C.R.M.

responsable : Elisabeth BERNARD

- Ecrits de pédagogie musicale de
l'Institut de Musicologie

I.M.

responsables : Pierre-Albert
CASTANET et Jacques FEUILLIE

- Essais et travaux collectifs du
Centre de Recherche en Esthétique
Musicale

C.R.E.M.

responsable : Michelle BIGET

- Enregistrements (cassette +
texte musical + commentaire imprimé)
des concerts-lecture du Nouvel Ensem-
ble Contemporain

N.E.C.

responsable : Pierre-Albert CASTANET

Cette collection diffusée par les
Publications de l'Université de Rouen
(P.U.R., direction Jacques LECLAIRE)
a été créée en 1986 avec le concours
de la Région Haute-Normandie

Premières parutions

Décembre 1986

Choral varié pour orgue
C.C.R.M., Olivier BERNARD

Algol pour clarinette solo
C.C.R.M., Pierre-Albert CASTANET

Impro-Duo-Ludo, jeux musicaux à
improviser à deux
I.M., Pierre-Albert CASTANET

Octimbres, forme semi-ouverte fondée
sur des codes d'improvisation
I.M., Pierre-Albert CASTANET

Solfège atonal
I.M., Jacques FEUILLIE

Le geste pianistique, essai
sur l'écriture du piano entre 1800 et 1930
C.R.E.M., Michelle BIGET

Février 1987

Paroles d'enfants pour chœur
mixte
C.C.R.M., Jacques FEUILLIE et Jacques PETIT

D'un lointain souvenir
pour guitare solo
C.C.R.M., Dominique LEMAITRE

Multiphonies I, Huit réflexions
sur la musique contemporaine
C.C.R.M., ouvrage collectif
E. BERNARD, M. BIGET, P.A. CASTANET, J.P. DAM-
BRICOURT, D. LEMAITRE, J. PETIT, Ph. RIPOLL,
Ph. TAILLEUX

*Autour de la clarinette,
de Schubert à Berio*
N.E.C., Jean-Pierre DAMBRICOURT

4 et 8 mains sur un piano
Debussy, Stravinsky, Hindemith, Petit
N.E.C., Michelle BIGET et Philippe CONVENT

Mai 1987

*10 Préludes romantiques
et 10 nouveaux préludes
romantiques* pour piano
C.C.R.M., Jacques PETIT

*Graphismes musicaux d'au-
jourd'hui*, manuel des nouveaux sys-
tèmes de notation musicale
I.M., Pierre-Albert CASTANET

*Autour de la flûte, de
Roussel à Taira*
N.E.C., Philippe TAILLEUX

*Oeuvres ouvertes et im-
provisation*
N.E.C., Michelle BIGET,
Pierre-Albert CASTANET, Jean-Pierre
DAMBRICOURT, Philippe TAILLEUX

Numeri est le cinquième chapitre d'un livre esthétique-philosophique, poético-musical du compositeur Franco Donatoni. La traduction que vous allez lire a été hasardeuse et périlleuse, étant donné le style très particulier de pensée et d'écriture de l'auteur. Les tournures françaises inhabituelles sont le reflet exact des phrases alambiquées italiennes, toutes émaillées d'ambiguïtés polysémiques, de contradictions conscientes, de jongleries ludiques et d'inventions substantives.

P.A. Castanet

NUMERI*

Les nombres amplifient la fonction, déferlant mainte réverbération sur les événements de la composition : ils se disséminent, introuvables, dans la partition et la rétrécissent dans un inextricable embrouillamini, dans des labyrinthes sans issues. Mais, comme la fonction du Nombre assume les obligations dans le temps et dans l'espace évoqués par la page, de la même façon, le Nombre se prête partout à des propositions d'ordre et à des suggestions de séries, à des dispositions de symétries et à des inversions de proportions, à des inventions de différences et à des multiplications de fragments, à des projections de géométries et à des distributions de présences.

Il ne faut pas croire que le Nombre fasse irruption, ici et là, avec l'arrogante violence qui lui est attribuée par ceux qui l'accueillent - instrument mortifié et inerte - dans le monde sombre de la quantité; il ne faut pas croire non plus, que comme moyen et instrument - action répétitive - il puisse être exploité pour servir l'oisiveté et le commerce, et qu'inactif il serve aux intérêts de l'homme. Au contraire, dans la réflexion de l'antécédent, dans l'antécédent de la réflexion, et dans la réflexion et dans l'antécédent, le Nombre s'impose - dispose propose suggère, dispose inverse invente multiplie projette distribue - agent non actif. Il apparaît reconnaissable a posteriori quand, d'une manière invisible, il s'est déjà ancré dans les choses, et les choses numérotées sont fécondées par le Nombre. Ainsi, on dit Nombre, mais on entend toujours la chose numérotée, et du Nombre restent l'empreinte, le signe et l'ombre. Même quand il sert de noble tyran, quand il mesure des grandeurs célestes, quand il sème des enchantements et lorsqu'il manigance, le Nombre n'est pas moins serviteur pour autant, alors on le retrouve comme dépouille graphique et aimant éteint, on le retrouve : aligné, en colonnes et en tablatures. Ainsi, on ne considère pas la nature insoumise, l'origine créaturelle non manifeste, l'essence ordinaire, la qualité créée, et du Mécanicien on le réduit au mécanisme. Le Nombre-chiffre aux conjonctions illimitées, qui de puissance à puissance, des puissants aux puissances soutient, règle et dirige - est jeu exempt de subterfuge mondain : son signe est Qualité, non chose, et ses composition et décomposition union et permutation ne nient pas le monde mais y sont indifférentes. Il n'obéit pas au langage institué par les hommes, il ne tisse pas de toile compréhensible, il ne mesure pas des millénaires et des galaxies : il compose les arabesques de la destinée, révoque l'Epiphanie, promet accomplissement, règle les équivoques, formule des présages, enchevêtre des labyrinthes, célèbre des

* Extrait de ANTECEDENT X, Sulle difficoltà del comporre, Franco DONATONI, Milano, Adelphi Edizioni, 1980, pp. 153 à 185. Avec l'aimable autorisation de l'éditeur propriétaire.

mystères desquels le moi est absent. C'est ainsi qu'on le rencontre dans ces pages - antécédent de chaque antécédent - et c'est ainsi qu'il apparaît dans la disposition suivante :

26		42		58		74		90	
	-1		15		31		47		63
27		43		59		75		91	
	0		16		32		48		64
28		44		60		76		92	
	1		17		33		49		65
29		45		61		77		93	
	2		18		34		50		66
30		46		62		78		94	
	3		19		35		51		67
31		47		63		79		95	
	4		20		36		52		68
32		48		64		80		96	
	5		21		37		53		69
33		49		65		81		97	
	6		22		38		54		70
34		50		66		82		98	
	7		23		39		55		71
35		51		67		83		99	
	8		24		40		56		72
36		52		68		84		00	
	9		25		41		57		73
37		53		69		85		01	
	10		26		42		58		74
38		54		70		86		02	
	11		27		43		59		75
39		55		71		87		03	
	12		28		44		60		76
40		56		72		88		04	
	13		29		45		61		77
41		57		73		89		05	
	14		30		46		62		78

disposition

Avant de prendre en considération la définition des quatre fonctions du Nombre, en suivant l'ordre ci-dessus, il est nécessaire de dire que la double disposition en ordre progressif provient d'un matériel pour ainsi dire "familier" et tout à fait habituel pour la personne qui écrit. Ceci ne signifie pas du tout qu'il s'agisse d'un matériel privilégié, ou, de toute façon, particulièrement riche en correspondances internes, à tel point qu'on puisse supposer d'autres dispositions ignorées par notre attention. Il s'agit donc d'un modèle et rien d'autre. Il ne faut pas sous-estimer le fait que la composition graphique ci-dessus doit être considérée - dans sa globalité - comme un "antécédent total" qui contient soit les antécédents partiels soit les antécédents ultérieurs. Ceci n'offre pas d'autres identifications possibles sinon celle qu'on peut attribuer à leur présence numériquement ordonnée dans le tableau général : germe ou graine, possible éventualité, probable possibilité. La curiosité banale avec laquelle on pourrait chercher la connexion logique ou significative entre le Nombre antécédent et la présumée image conséquente, outre à ne pas être sans malice, serait un subterfuge futile et une tricherie découverte pouvant engendrer des déviations tentantes : on ne peut soumettre l'antécédent à un dédoublement, les représentations spécifiques de l'image sont

la multiplicité de la manifestation unique du Nombre, la distinction n'est pas au niveau du rang mais de la qualité. La double colonne, comme on le verra par la suite, a une importance essentielle : non seulement puisque les correspondances ont lieu à travers des sauts d'un nombre dans la colonne opposée, mais surtout puisque les deux colonnes indiquent des modalités différentes : celle de gauche atteste une numération progressive aux généralités impersonnelles, celle de droite est disponible à la différenciation changeante de la série numérique, en suivant le début variable que l'on veut bien lui attribuer, en correspondance à la colonne de gauche. En outre, la différence qualitative de la série est relevable graphiquement à partir de l'alignement de la colonne de droite dans l'espace inférieur, comme s'il s'agissait d'un numéro qui participe, se réfère, arrive à accomplissement dans un point imaginaire infranumérique, lequel dans la colonne de gauche, indique la possibilité d'un hypothétique partage.

On n'insistera jamais suffisamment sur la nature qualitative de l'expression numérique ou numérale : chaque relevé futur offre au lecteur l'image d'une intensité que la correspondance dégage, et non la réduction de celle-ci à une médiation exercée par le Nombre. En d'autres termes, les propriétés essentielles de la correspondance sont :

1. manque de signification, ce qui signifie ici, la référence à une personne, à une chose, à un fait, à un événement ou une action pour lesquels la correspondance exprimerait un jugement de qualité, de faveur et vice-versa, toute autre chose que l'on puisse trouver dans l'optique existentielle de l'économie personnelle du moi;
2. absence de signification, soit dans le cas du langage mathématique, soit dans le cas où l'on veuille introduire des images ou des concepts afin de donner un support corporel à la fade abstraction du signe numérique, soit encore que l'on tire des présages de la forme du chiffre, en indiquant des supports qui ne sont pas sous la forme de la réalité phénoménologique mais encore plus dans le signe graphique entendu comme forme. L'absence de signifiant impose à la correspondance l'essentialité analogique que l'on suscite dans les choses comme excès, fièvre, délire, souffle silence et donne substance à ce que l'on pourrait appeler l'En-Outre*;
- 3; absence de chosalité, absence de causalité, absence d'occasionalité**, absence de productivité, absence de providentialité, absence d'éphémérité, absence de "ité";
4. présence créaturelle, aspect immobile du signe vivant, essence "originelle" du créatif, principe formateur de chaque forme, calligramme des puissances génératrices du visible, unité du multiple dans la multiplicité de l'Un, la Correspondance est identique au Nombre et ne représente pas la polarité dynamique en cours. Dans la correspondance, il apparaît à notre regard, la prédestination de la ressemblance, de la sympathie, de l'unisson et de la réverbération de l'évident et de l'associatif, du siamois et de l'identique et, enfin, du souffle bref du pas qui danse le superflu.

De ce qui précède, il apparaîtra clair que l'intensité - unique paramètre probable de la correspondance - ne peut en aucune façon être mesurée puisque cela dépend de ce que chaque individu a entendu : en elle on ne peut capter l'unité de l'intense, mesurant les sympathies de ce qui ressemble, comme on ne peut pas retrouver l'unité dans le signe numérique incarné par elle. Chaque relevé indiquera donc des degrés différents de l'intensité dont on parle, généralisée à travers la fonction qui la qualifie et la rend visible. Il est tout à fait superflu d'ajouter que la myopie, l'inadéquation et la sélectivité naïve maladroite voire même négative de la personne qui écrit rendent assez incomplète et lacunaire la série des relevés et sensiblement partielle

* "L'au-delà Intérieur", jeu de mot de Donatoni. Note du traducteur.

** Au sens du hasard, note du traducteur.

l'observation qui le met en oeuvre. Une fois confessées les limites illimitées du présent exercice, qu'on nous consente au moins l'effort abrupt - dure nécessité oblige - qui dans l'improbabilité relevée du relevé, ceint en liens amoureux le dévoilé et le voilé.

le miroir et le rétrograde

Le procédé élémentaire coïncide en deux phases distinctes seulement par une variation dans la nature différente de la correspondance. Dans le premier cas le nombre est miroir de lui-même, dans le second, le miroir (naturellement, l'image réfléchie est horizontale, s'agissant d'un antécédent qui - pour sa propre nature - se manifeste sur un axe vertical) se met en oeuvre entre deux couples de nombres. Le caractère de l'artifice est permutable : 12 devient 21 dans le premier cas, 1² et 3⁴ deviennent 4³ et 2¹ dans le second cas. Dans les deux cas, la permutation coïncide avec le mouvement rétrograde : la mécanique implicite au procédé n'offre pas d'autres intérêts. En fait, il s'agit d'examiner les cas particuliers dans lesquels un tel artifice se présente.

- 30
- (0)3
- 41
- 14
- 52
- 25
- 63
- 36
- 74
- 47
- 85
- 58
- 96
- 69

Observons les couples de nombres suivants (sept), extraits du tableau général ci-dessus. Le premier couple suggère le neutre superflu du ZÉRO se trouvant avant le numéro réfléchi; l'ensemble des miroirs est formé de sept couples; le couple central additionné donne Quatre-vingt-dix-neuf; les sommes particulières représentent les nombres Trois, Cinq, Sept, Neuf, Onze, Treize, Quinze; la somme des nombres représentés:représentant est égale au premier terme du couple central (Soixante-trois); la somme dans la première colonne (gauche) donne Quatre-cent quarante et un (voir le deuxième couple : contiguïté des extrêmes, élision d'un chiffre et position en suffixe de l'autre, 1); la somme dans la deuxième colonne donne Deux cent cinquante deux (voir le troisième couple : décentralisation des internes et centralisation des externes avec élision); la somme des sommes précédentes donne Six cent quatre-vingt-treize (voir la relation qui existe entre le premier et le dernier couple); la somme partielle (trois premiers couples) donne Cent vingt-trois dans la première colonne, Quarante-deux dans la deuxième; la somme partielle (trois derniers couples) donne Deux cent quarante-cinq (voir troisième couple) dans la première colonne, Cent soixante-quatorze (voir cinquième couple : "émission" de l'unité comme préfixe) dans la deuxième; la somme partielle des chiffres additionnés (trois premiers couples) donne, dans chaque colonne, Quinze (voir somme des chiffres dans les nombres du dernier couple); la somme partielle des chiffres additionnés (trois derniers couples) donne, dans chaque colonne, Trente-neuf (voir l'extrémité externe des deux colonnes); la somme des sommes partielles des chiffres additionnés (tous les couples sauf celui du centre) donne cinquante-quatre dans chaque colonne, lequel - comme on verra - est une espèce de Deuxième année Zéro (voir tableau général), ainsi

27
0
54

27 pour la réciprocity que le Nombre exerce, à cause de la correspondance. On verra plus loin quelle position occupe ce chiffre dans l'ensemble des nombres générateurs. Pour l'instant, en début d'observation, qu'il nous suffise d'apprendre les premiers personnages du récit, déjà entrés en scène : puisque le graphisme symbolique est, en réalité, ce que le personnage est pour l'image visible, on préfère "raconter" les nombres à travers l'écriture verbale comme

s'il s'agissait d'en prononcer le nom. Il est préférable de mettre en évidence le Nom du Nombre avec l'usage de l'écriture cursive, dans le but de suggérer - de la façon la plus claire possible et en considérant ce qui est permis par les moyens typographiques - la non identification de la part du lecteur, de la figure comme image, de la parole au nom. Dans ce cas on en aurait une visualité tout à fait fétichiste et une difficulté majeure à réaliser la visualisation du Nombre qui - comme l'exige en fait son essence créaturelle - ne peut pas coexister en deux apparences différentes (nombres arabes et écrits en toutes lettres) mais doit trouver, au contraire, le lieu mental de son identité intérieure, tout à fait libre des dernières entraves d'origine quantitative entraînant inévitablement avec elle l'image extérieure. Ici aussi, il s'agit de méthode : il ne s'agit pas, bien entendu, d'une méthode dualiste, comme n'est pas dualiste ce que l'on a appelé "opposition des contraires". Il s'agit plutôt de l'emploi conscient de la discrimination radicalisée : en elle est présent l'indiscriminatoire comme contraire-non-opposable. Qu'on prenne donc le Nombre comme image intérieure, de laquelle chiffre et lettre sont seulement figures, conventions graphiques, dépouille typographique : l'"intérieurité numérisée" est peuplée d'êtres réels qui vivent, agissent, et se transforment. Non comme images fantastiques ou imaginations du moi : le Nombre vit sa propre vie indépendante et autonome, et la personne qui écrit a de bonnes raisons de considérer sa propre personne comme rien d'autre que la rêverie et l'imagination d'un Nombre.

Il reste à observer, à propos de ce qui vient d'être vu, que la période qui règle les couples examinés est Onze, que la période qui se manifeste entre les sept couples est Six, et donc que le nombre qui représente le caractère cyclique global est Soixante-Six. Mais on reviendra plus tard sur ceci.

Procédons à l'observation du deuxième cas, le premier couple qui trouve sa propre image spéculaire est :

$$\begin{array}{r} 33 \\ (0)6 \\ 60 \\ 33 \end{array}$$

Il n'a rien d'autre à observer sauf : que la somme horizontale et verticale des deux couples donne Trente-neuf et Quatre-vingt-treize; que la somme des deux extrêmes donne Soixante-six et que celle des deux internes donne encore Soixante-six; que le cycle, irrépétitif, dans lequel les deux couples s'inscrivent est Vingt-sept; que Trente-trois et Vingt-sept sont 33 et 3^3 que l'on retrouve en $3 (+3)$ dans $(0)6$ soit $6(0)$.

La situation du deuxième couple est différente :

$$\begin{array}{r} 36 \\ (0)9 \\ 90 \\ 63 \end{array}$$

puisque maintenant - non partiellement comme dans le cas qui précède - les trois chiffres qui composent le Six cent quatre-vingt-treize, déjà rencontré comme somme des sommes des deux colonnes dans le premier exemple de notre étude, se retrouvent ici avec l'"expulsion" réciproque verticale (inférieure et supérieure) du chiffre déjà interne et central (9) lequel interpolé à l'intérieur de l'autre couple diagonal, devient le réfléchissant/réfléchi Trois cent quatre-vingt seize. Il sera maintenant inutile de faire observer que le Quatre-vingt-dix-neuf des sommes diagonales est la correspondance "par mouvement contraire" (image renversée) du précédent Soixante-six. Il faudra revenir plus tard sur ces numéros-clefs : l'événement a des ramifications complexes, l'aventure devra progresser entre d'épais enchevêtrements de chiffres, l'oeuvre est ouverte puisqu'elle n'est pas achevée. Il sera par contre nécessaire de se rappeler ce qui se définit par les sommes des colonnes prises une par une :

126 72

si on le visualise ainsi :

(-) 1 26 72 (0)
 $\xrightarrow{\hspace{1.5cm}}$ $\xleftarrow{\hspace{1.5cm}}$

est presque un incipit qui sonne ainsi :

-1 26
 0 27

C'est-à-dire réciproquement :

26 -1
 27 0

et donc il indique une période de neuf chiffres -immanant au premier couple considéré - c'est-à-dire 36

(0) 9

- essentiel puisqu'il est déterminé par une fusion qui mûrit dans la période comprise entre le Vingt-six et le Vingt-sept (gauche) et entre le Moins-un et le Zéro (droite). Il reste à noter que le cycle, évidemment irrépétitif, est le double qu'avant, étant en fait cinquante-quatre. Même s'il s'agit de cycles tout à fait impropres - en ne trouvant pas de confirmation dans une troisième apparition équidistante et donc plus période que cycle - il faut pourtant s'attarder sur cette coïncidence entre Vingt-sept et Cinquante-quatre.

54 27
 72 45

puisque les couples diagonaux expriment le Quatre-vingt-dix-neuf de la manière la plus explicitement conforme à ce deuxième Vingt-sept qu'est l'année Zéro dans le Cinquante-quatre. Mais le cycle ou période est ici restreint à Dix-huit. Ensuite, le fait que

45 18
 81

54 donne ample redondance au Quatre-vingt-dix-neuf, et que la période soit doublée à Trente-six par rapport au précédent, ne constituerait rien de neuf si, avec une déroboade imprévue, le Soixante-trois ne faisait sa réapparition maintenant comme somme du premier couple et l'emblématique -ambre, cuivre rouge, or, feu, soleil - Cent trente-cinq comme somme du deuxième. Qu'il nous soit permis d'esquisser - peut-être avec une hardiesse non dépourvue d'ardeur - l'image de

13 (x) 5

où le multiplicateur devient puissance 13⁵
 et, de Soixante-cinq, devient 371293

et aussi 3712.....93

qui, dans la somme des chiffres respectifs, devient 13 (+) 12 retrouvant dans le Vingt-cinq, le multiplicateur de soi-même, qui s'était manifesté au début comme détachement d'unité (5) multipliant.

Maintenant, revenons au visible immédiat, la similitude est facile avec le Cent vingt-six (somme à gauche) et avec le Soixante-douze (somme à droite) déjà considérés et sans intérêt à venir. Que le lecteur ne s'étonne pas si le multiplicateur dans la téméraire parabole qui a été prononcée, vient investi de pouvoir "séparatiste" par rapport au Nombre et indique le relevé qui révèle la nudité créaturelle du Treize.

La fixe volatilité du Multiplicateur (Cinq), son immatérielle et active entité transformante par rapport à l'action du nombre, son agissante processivité métamorphosante - se rendant disponible à n'importe quel nombre transformable - le font apte et

digne à la lévitation comme puissance, là où le Nombre - le processus multiplicateur enclenché - devient multiplicateur de soi-même. Avant de passer à la correspondance rétrograde plus complexe portons notre regard sur un autre double couple dans lequel la période Vingt-sept est présente. Le voici :

44
17
71
44

Du cycle Vingt-sept, en outre, on peut souligner brièvement la fonction médiatrice que le Soixante-trois accomplit dans la séquence (à trois couples) déjà connue :

36
(0)9
63
36
90
63

On estime inutile de s'attarder plus longtemps, mais on insiste en éclairant la présence de ce Six cent quatre-vingt-treize emblématique, dans lequel sont protagonistes 63, 96, 93, 39, (23 x 3), (32 x 3), (31 x 3), (13 x 3) : un noble groupe de huit - comme on voit - qui trouve son écho dans un double couple tout à fait extérieur, comme c'est le cas pour le pénultième examiné, dans lequel on exprime une possible variation dans l'apparence du Quatre et du Huit (4 + 4 et 1 + 7).

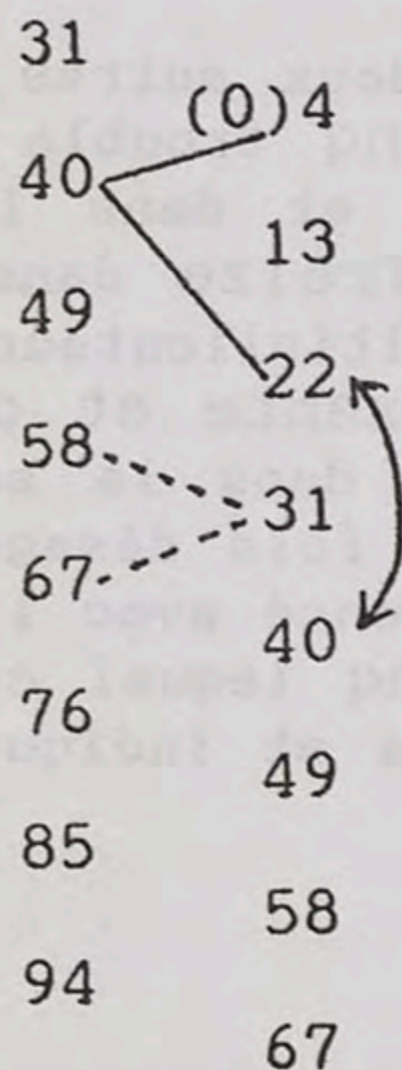
Dans les couples qui suivent, la période par neuf est particulièrement intéressante puisque réapparaissent des symétries non encore prises en considération. La séquence est formée de huit couples (la précédente - considérée au début - était formée de Sept couples), et tandis que la première débutait par

30 (0)3 avec l'affirmation péremptoire du Trois, l'actuelle rend manifeste le Quatre comme composante de Un et de Trois. Mais, tandis que la première séquence était formée par un cycle de Soixante-six, ayant période de Onze, celle-ci est formée d'un cycle de Soixante-trois ayant période de Neuf. En outre, tandis que dans la première séquence, les sommes particulières des nombres accouplés allaient d'un minimum de Trois à un maximum de Quinze, dans la dernière séquence, considérée ici, la "stabilisation" du Treize se manifeste en deux demi-cycles de quatre couples et, dans le premier cycle, cette stabilisation se manifeste en deux sous-cycles (en fait, tandis que dans le premier double couple le Nombre - même dans l'apparence rétrograde ou additionnée - est présent à 50%, dans le deuxième double couple le crescendo s'affirme et le rapport augmente à 75%). Dans le cycle entier la présence du Quatre est évidente quatre fois, sous l'apparence variée du Vingt-deux et du Quarante. Les périodes étant Sept (avant elles étaient Six), la quatrième période centrale

58
31
67
40

revêt une importance particulière, puisque le premier terme du couple, correspondant au début du deuxième semi-cycle (Soixante-sept), rebondit dans le deuxième terme du dernier couple. Si l'on observe les nombres par quatre suivant la lecture verticale alternée, en commençant à gauche, on verra que la présence (même variée, comme on a vu) du Quatre, subit la diminution suivante : 2, 2, 1, 1, 1, 1, 0, 0; seulement dans les deux derniers groupes de quatre (à partir de Soixante-seize) le Quatre est absent et le Treize est définitivement stabilisé.

Poursuivons : la somme partielle des quatre premiers couples (ici il manque le couple-pivot) est Deux cent quarante-huit; la somme partielle des seconds groupes de quatre est Cinq cent trente-six; la somme des deux sommes précédentes est Sept cent quatre-vingt-quatre, mais : la différence entre celle-ci et la somme correspondante de l'autre séquence (Six cent quatre-



vingt-treize) est Quatre-vingt-onze (Sept que multiplie Treize); la somme des chiffres additionnés donne Quatre-vingt-six (gauche) et Cinquante-neuf, et tandis que la différence entre les deux colonnes - dans la première séquence - était Quatre-vingt-un, maintenant elle est de Vingt-sept. Dans les trois derniers couples, la permanence du Treize oblige à mettre en évidence la somme des chiffres de chaque colonne Trente-neuf. Au lieu d'avoir le couple-pivot comme miroir 63

36

de la première séquence, le miroir se réalise dans le couple-pivot des trois derniers couples 85

58

tandis que le premier d'entre eux trouve son propre rétrograde dans le dernier 76

49

94

67

Un cas particulier - en en délaissant d'autres pour des raisons de brièveté, que la perspicacité du lecteur découvrira certainement - est réservé à la dernière correspondance qu'il est utile d'examiner (le cycle Cinquante-quatre est divisé en deux périodes de Vingt-sept): 28

1

55

28

82

55

L'assymétrie du premier couple par rapport aux deux autres est évidente, mais ici, l'emblématique Cinquante-cinq trouble les équivalences variées du Un dans le Vingt-huit et dans le Quatre-vingt-deux. Ce Cinq qui - contigu au Treize dans le Cent trente-cinq - se séparait et devenait Multiplicateur et Puissance, et du Treize faisait Trois cent soixante et onze mille deux cent quatre-vingt-treize - ayant dans la somme de ses chiffres le Vingt-cinq - maintenant, une fois désagrégé le côté corporel du Treize, double sa propre présence avec l'apparition contiguë du Cinq dans le Cinquante-cinq lequel cache en vérité la somme de toutes les unités numériques et indique sa triple Unité de

5 (+) 5

5 (x) 5

5⁵

dans laquelle Vingt-cinq 2⁵
se dissout dans l'apparence du 32
où le Malin suggère et tente la triplicité du Deux. Du Cinq, seule la Puissance (5⁵) exprime l'origine comme reflet dans le

31 25

si, une fois les couples séparés,

31 25
← →

la specularité du corporel est indissociable du groupement par cinq, après s'être faite Puissance d'elle-même.

nombreS générateurs

On avait déjà attiré l'attention - même par allusion - sur cet incipit de la séquence originelle qui semblait sortir - d'une manière qui peut sembler aussi illusoire - d'une réflexion analogique sur l'image numérique. Seuls deux couples constituaient l'incipit, mais maintenant on doit compléter le schéma en ajoutant le troisième couple, ainsi

26
 -1
 27
 0
 28
 1

pour pouvoir considérer chaque implication concernant le tableau général. D'abord, la somme de la première colonne donne Quatre-vingt-un, c'est-à-dire 3^4 : la somme - indication d'identité personnelle - de Neuf, Six, Dix-neuf, Vingt-sept donne Soixante et un, mais

$$9 + 6 + 1 + 9 + 2 + 7 = 34$$

et il est ici évident qu'il s'agit d'un Nombre Originare individuel et qu'il se réfère au plan propre de l'existence : écusson, poinçon, plaque d'immatriculation, code d'identification, sceau et cachet. Au niveau de la temporalité particulière - chaque chronologie étant individuelle - dans la deuxième colonne, la somme donne Zéro, l'identité est nulle. Si on considère par contre les trois nombres à gauche on relève les équivalences suivantes :

26 13 (+) 13 13 (x) 2 8 2^6 (64, cioè 10)
 27 3 (X)99 9 3^3 2^7 (128, cioè 11)
 28 4 (x) 7 10 2^8 (256, cioè 13)

donc, la série des nombres générés, disposés en ordre progressif, est (1) 2 3 4 7 8 9 10(1) 11(2) 13(4) 33(6)

Six comparait tardivement (qu'on se rappelle 33

(0)6

60

33 déjà con-

sidéré comme correspondance rétrograde), et seulement quand il se manifeste comme Trente-trois, comme résultat "horizontal" de la puissance 3^3 . On connaît déjà les sommes diagonales des couples (Soixante-dix), celles horizontales et verticales (Trente-neuf et Quatre-vingt-treize); en outre la somme des sommes (Cent trente-deux). C'est ici que l'analogie rappelle

27

0

99

72 pour la sympathie du réfléchi

rétrograde qui provient du catalyseur Soixante-six, lequel - non rétrogradable - se renverse (le lecteur aura déjà compris depuis longtemps que la lecture procède parallèlement et simultanément à la consultation opportune du tableau général des nombres). C'est ainsi que le huitième groupe de neuf possède le temps maximum dans lequel s'inscrit la génération du vingt-sept : la correspondance du Soixante-six avec le Quatre-vingt-neuf est flagrante. Mais puisque

66 66 99 99

c'est aussi

69 69 96 96

alors

66(+)66(+)99(+)99

ou

69(+)69(+)96(+)96

ou

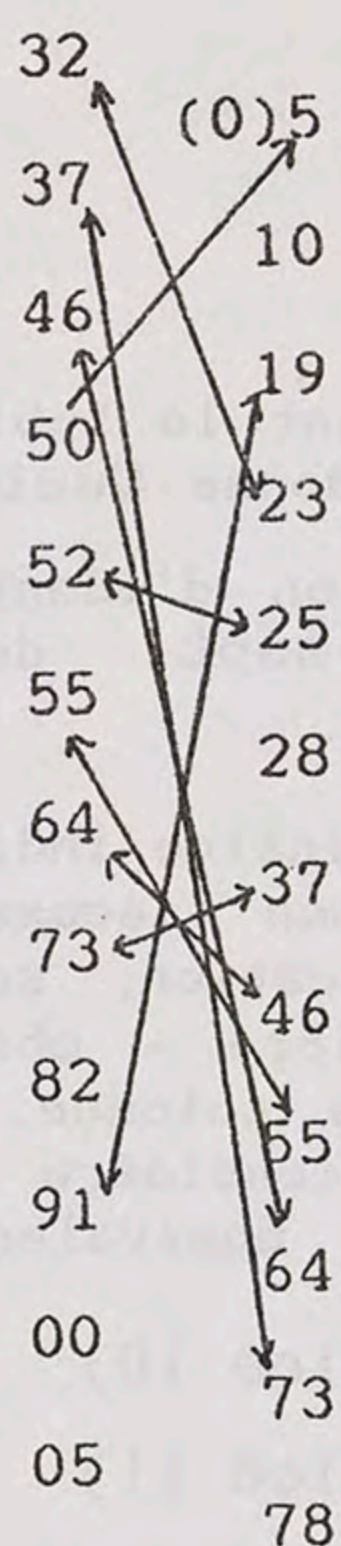
96(+)69(+)69(+)96

c'est Trois cent trente, mais aussi 330 33

Alors on devra se rappeler l'association à laquelle les présences significatives donnent origine - au nom de Trente-trois en elles caché - comme dans la séquence ci-contre :

puisque les nombres composés avec les chiffres renversés occupent un "lieu stratégique" dans la topographie cachée du tableau général.

39
 12(3)
 66
 39
 69
 42(6)
 93
 66
 96
 69
 99
 72(9)



L'unique absent entre les unités - dans la séquence citée ci-contre - est Cinq : on peut tant réfléchir sur la congruence de cette omission voulue par la chronologie, que l'observation expérimentale ne peut pas ne pas admettre que le Cinq doive être violé, que le Temps doive pâtir de la violence et que travail, patience, erreur, rectification, chute, renaissance soient l'héritage longuement mûri et lentement dévoilé. On le retrouve

$$5 \quad 50 \quad 5(+)5 \quad 55 \quad 5^2_2 \quad 52 \quad 2^5$$

dans des lieux également stratégiques comme le sont ceux des numéros inversés.

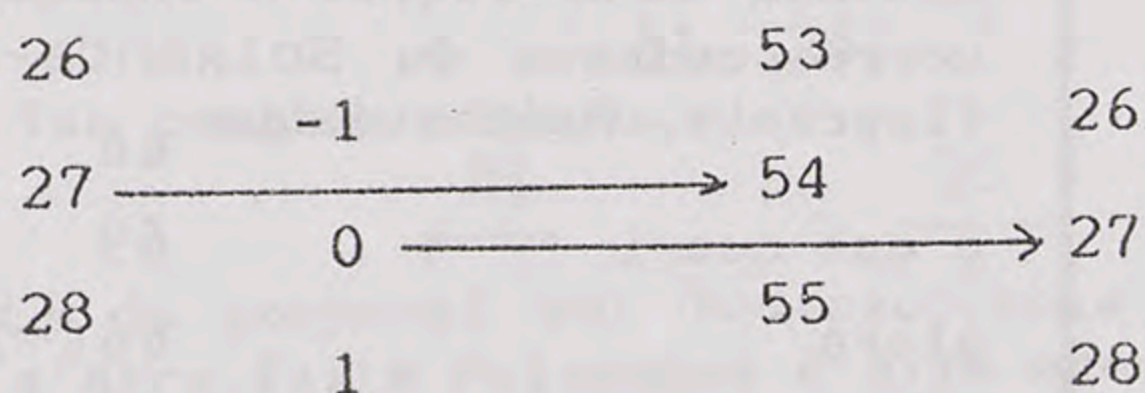
Afin d'éviter des spécifications ultérieures, il suffit de considérer l'extension de la correspondance qui du troisième couple de nombres générateurs 28

1 implique les images de l'Unité qui tirent leur origine de tel couple. Au nom du Nombre absent se révèle l'affinité qui, dans le tableau général, unit et assimile - dans une relation réciproque - des images lointaines, que la lecture décerne à peine (si l'attention recherche profondément et l'excès suggère). Dans le fait de scruter inlassablement la coïncidence dans l'exercice exténué d'associer le synchronique et le contigu, dans la recherche importune, dans l'attention aux choses, dans l'attente patiente, que l'analogie se révèle, il ne faut rien voir d'autre ici que l'état de veille de la conscience armée, qui dans l'antécédent veut être miroir et pouvoir abandonner celui-ci sans arme, mais -comme une sentinelle éveillée - veut éviter d'être la capture de l'antécédent. Le fait de répéter, d'insister, confirmer, encore une fois la fuyante énergie du Nombre, n'est peut-être pas utile ici, mais on ne peut pas s'arrêter d'avertir - avec une insistance pétulante et obstinée - le superflu d'un jeu qui dispose en bon ordre les pièges de l'insaisissable, il tend des embuscades à l'introuvable, il construit des tranchées sur l'abîme et fonde la bibliothèque de l'illusion. Dans l'absence d'un but à atteindre, la vie de frontière est uné résidence agréable, défense de l'inutilisable et négligence du non essentiel.

Ce qu'on a appelé Deuxième année zéro prend son origine, en fait, dans les Nombres Générateurs, véritablement dans le premier couple 26

-1
il est étroitement lié, par affinité, au troisième couple 28

1
La correspondance de l'arrivée au chiffre zéro est manifeste si l'on confronte les deux groupes de trois



où le Vingt-sept se déplace à l'extérieur, comme une charnière entre les nombres contigus, et l'expression numérique de la généralité impersonnelle du temps devient définition particulière dans l'expression numérique de la chronologie individuelle. Le Cinq, véritable centre médiateur de cette correspondance, se trouve dans le couple 52

25 qui est, d'une certaine façon la limite qui sépare le premier groupe de cinq de la Seconde année Zéro. Mais comme l'affinité déjà décrite entre les nombres contigus au Vingt-sept (dans la colonne de gauche) et ceux correspondant dans la colonne de droite, comme une telle affinité indique et expose un début ou une arrivée au nombre Zéro sur le Vingt-six, ainsi la troisième position du Vingt-huit affirme une

* Donatoni fait ici référence au chapitre précédent intitulé : "Sous-titre, épigraphe, dédicace". Note du traducteur.

action parallèle, simultanée et - pour ainsi dire - dérivée qui se positionne d'une façon complémentaire à la première et spécifiant, selon l'évidence relevable dans les phénomènes ou dans les événements mûris jusque lors dans les précédentes spécifications. L'attention tournée exclusivement vers l'antécédent, exempte la personne qui écrit de la vérification de la correspondance dans l'ordre des conséquents. On peut néanmoins trouver une allusion à telle correspondance dans le texte inséré comme commentaire au sous-titre*. On peut donc proposer - avec des raisons bien fondées sur la vérification offerte par la postérité - les deux numéros générateurs du temps général (Vingt-six et Vingt-huit) comme "initiateurs du cycle" dans la chronologie personnelle.

cycles

Les correspondances observées jusqu'à maintenant entre les deux colonnes impliquent une distance positionnelle qui se manifeste d'une manière périodique et forme des cycles. Le premier couple de numéros générateurs 26

-1 indique le moment initial du premier cycle de la période du groupe de neuf :

53	
	26
62	
	35
71	
	44
80	
	53

D'une façon similaire, le troisième couple des numéros générateurs 28

1 indique le moment initial du second cycle de la période du groupe de sept :

55	
	28
62	
	35
69	
	42
76	
	49

Le triple déroulement périodique de chaque cycle indique la période de vingt-sept comme précédent, premier et - pour ainsi dire avec une hypothèse hasardeuse, non exempte de vérifications personnelles - ayant fonction causale, par rapport au groupe de vingt et un, qui en représente la mise en oeuvre dans le domaine du réalisable, et donc inhérent au résultat qui concerne la nature du conséquent. La double séquence ci-dessus révèle un trait essentiel, qui est un véritable "oeil de cyclone", point focal de la chronologie personnelle : la coïncidence du couple 62

35

à la deuxième place, c'est-à-dire la superposition du moment initial de la deuxième période dans les deux cycles. Moment d'une importance capitale et bien notoire, traumatique présence qui réveille des processus non verbalisables en ces lieux, mais facilement vérifiables, puisqu'ici semblent converger les actions croisées des causes (antécédents) et des effets (conséquents). Si Questo** eut raison d'être écrit, ce que l'on est en train de raconter obéit à la nécessité qui l'oblige à trouver des moyens adéquats pour s'exprimer, eh bien ceci est dû à l'action péremptoire, au choc frontal, à la blessure éternelle infligée par cette coïncidence : non vanité littéraire, non exhibition narcissique, mais obédience dans l'attestation de la constatation adve-

** Ouvrage de Donatoni paru en 1970 à Milan.

nue, à propos de laquelle on ne peut seulement témoigner que des hypothèses faibles et tremblantes puissent devenir des certitudes de granit. En outre : l'obligation de montrer une méthode en cours, qui appartient à une artificialité culturelle non réservée - marché de soldes en hiver, ou significations, contenus, langages, oeuvres ouvertes et fermées, décompositions, messages agonisant en promiscuité leur danse de cimetière interminable dans le signe sombre et confortable de la fin de l'art/art de la fin, avec toutes les autres babioles remises à neuf qui sont quotidiennement exposées et offertes, et même frénétiquement demandées et voracement consommées par l'industrie de la nouveauté -, mais à la privatisation publique de la personne qui écrit, où les choses faites sont une expérience solitaire seulement si les gestes privés sont visibles publiquement.

Dans les deux séquences exemplaires du double cycle on retrouve des nombres chargés de sens que l'on a déjà rencontrés et sur lesquels on ne veut pas insister; il conviendra de souligner seulement une autre correspondance restée dans l'ombre jusqu'à présent :

44	17
71	44
(17) 98	71

La présence d'un cycle de période Onze - qui peut apparaître dérivé, comme fonction antécédente, mais se dispose comme étant particulièrement chargé de sens, en comparaison des transformations en action à l'intérieur de chaque cycle compris dans les cycles principaux, exige l'analyse comparée des trois cycles des périodes Neuf, Sept, Onze.

53		55	28	52	25
	26				
62		62	35	63	36
	35				
71		69	42	74	47
	44				
80		76	49	85	58
	53			96	
					69

On remarquera les propriétés suivantes :

1. la troisième séquence a un couple en plus, qui n'est pas - comme tous les autres couples - le miroir de lui-même;
2. la troisième séquence débute sur ce centre médiateur, institué sur le groupe de cinq, qui est 5^2 et 25, limite de la Deuxième année Zéro, qui lui précède d'une position;
3. après la fin de la deuxième séquence, suivant d'une position, on trouverait le couple 77

50 qui, dans son emblématique intuitive, définit et illumine la singulière fonction de la contiguïté, où le premier terme semble préparer l'avènement du deuxième, quand les deux se trouvent près suivant l'ordre progressif et dans la position périodale correspondante (ainsi il arrive de même pour les couples

62	63
----	----

- 35 36 qui appartiennent, respectivement, au deuxième et troisième cycles, même si chaque contiguïté a des caractères secondaires tout à fait individuels et, donc, irrépétitifs et non généralisables);
4. En tout il y a Treize couples et la dernière séquence est formée de Cinq couples;
 5. Treize s'affirme à la fin du deuxième cycle (quatrième couple) et à la quatrième place dans le troisième (dans le premier cycle, qu'on le remarque, le total Treize est tout à fait absent) mais il est dépassé par le couple 96

qui témoigne de l'absence du Cinq (si ce n'est comme Quinze);
lequel, septième de Trois cent trois

30

(0)3 est porteur de Trois cent trente et - sans le
Zéro - au Trente-trois joint la présence du Six comme
identité non réversible;

6. Du début du second cycle, le Cinq doublé (55) trouve sa
possibilité de 5^2 au début du troisième cycle (52) et, d'une
manière parallèle, sa puissance réalisée (25), mais le trei-
zième couple, en fait 96

69 présente dans le Soi-
xante-neuf le renversement du Quatre-vingt-seize, et
donc de celle qu'était l'image de l'individualité temporelle
(9/6); elle dépasse la réalisation du groupe de cinq et trouve
dans le Six, permanence et fin.

Il ne semble pas appréciable d'ajouter d'autres cycles aux trois
suivants : Sept, Neuf, Onze : ils semblent converger en eux-
mêmes chaque autre correspondance comme transitions et il est
facile de s'y référer, comme à des lieux privilégiés où chaque
conséquent trouve son accomplissement.

polarité du treize

Il est nécessaire d'observer à nouveau la séquence,
déjà citée des Huit couples; laissant à part le groupe de quatre
dans ses formes variées, on obtient

31	--	Il reste Douze Treize (qu'on n'oublie pas
--	--	d'observer la contiguïté), dans lesquels le
49	13	couple pénultième est le miroir/rétrograde
58	--	de lui-même. Mis à part le groupe de quatre,
67	31	expulsé les couples rendus impairs (Quatre),
76	--	le groupe de quatre réapparaît comme fonction
49	49	niant la specularité, ainsi :
85	58	
94	67	
		58
		31
		76
		49
		85
		58
		94
		67

tandis que, dans l'exemple précédent, le
groupe de quatre accomplissait la fonction de mettre en éviden-
ce l'identité diagonale. A présent, donc, les couples impairs
sont encore Quatre, privés de correspondance parallèle. Mais,
sauf le couple 76

49 d'essentielle prégnance puisqu'il
représente la conclusion de la triple période de sept du deuxième
cycle auquel notre Treize occupe une position stratégique : il
impose sa propre présence d'une façon particulière, telle que
l'on puisse le reproduire soi-même. En fait, dans la première
demi-séquence du cycle de neuf déjà cité - considéré dans sa
disposition intégrale - on trouve Trois présences isolées de
13, 31, 13 addition et Une présence double de : 31, 13 addi-
tion; dans la deuxième demi-séquence on trouve Une présence
isolée de : 13 addition et Trois présences doubles de : 13
addition, ainsi :

3 (Treize simples)	1 (Treize double)
1 (Treize simple)	3 (Treize simples)

et vice versa, ainsi on pourrait dire que dans la première demi-
séquence on trouve Trois présences (simples entendons-nous) du
groupe de quatre varié (4, 40, 22); dans la deuxième semi-sé-

quence on trouve Une présence du groupe de quatre (40) et donc le groupe de quatre réapparaît encore comme accostage, ou contiguïté fonctionnelle déterminée par le résultat obtenu par le relevé statistique, de UN et de Trois. On peut penser à la présence binaire du Treize, à sa permanence octale (simple ou double) dans le cycle ayant période de neuf, à sa triple présence originelle (31, 13 31) qui, additionné (75), offre la correspondance et rend témoignage des apparitions de son propre groupe de sept (gauche) et groupe de cinq (droite); on peut penser à la disposition en deux demi-séquences (quatre positions) des correspondances numériques entre les deux colonnes, mais sans manipulations ultérieures et falsifications du Treize développant une fonction constante générative, là où le Cinq institue et détient le privilège de chaque accomplissement métamorphosant. Mais où décernera-t-on tel événement si concret sinon dans le risque analogique qui ne prête pas tellement attention au déroulement numéroté des faits comme au Nombre qui est racine, sommet, involucre et substance de chaque chose qui s'accomplit ? La polarité du Treize appartient à ces focalités qui fécondent les événements dont on ne peut pas témoigner et que l'on ne peut pas décrire. Elles sont la présence agissante du propre dynamisme individuel: non l'énergie qui converge et écarte, qui unit et sépare, mais le lieu numérique où convergence et déviation, conjonction et séparation doivent s'avérer.

Empreinte de ce qu'il advient, signe des choses, le Nombre fixe la volatilité de l'éphémère et est substance de l'impermanent fluide. Aimant de l'imprévisible, il ne permet pas la prévision mais donne la certitude de la postvision, il décourage la prophétie mais révèle le réel dans l'advenu, il probabilise le futur mais donne certitude au passé. Stigmate de chaque chute et de chaque régénération, Treize est pôle et étoile fixe, axe et feu, ce n'est pas valable de le réduire à l'image et à la graphie de l'imagination. Dans l'imagination vivent les images vivantes qui consentent d'être pensées : leur modèle est le Nombre, comme image et antécédent à l'imagination, primauté aux choses numérotées et à celles qui sont numérables.

Milan, 13 décembre 1978

traduit de l'italien par : Gulia LE HERICEY
et Pierre-Albert CASTANET

Franco DONATONI, compositeur, professeur à l'Université de Bologne titulaire d'une chaire de composition à l'Académie Ste-Cécile de Rome. Auteur de *Questo* (Milan, 1970) et *Il sigaro di Armando* (Milan, 1982).

de l'usage donatonien du nombre

De prime abord, l'usage donatonien du nombre semble en désaccord avec la fonction numérique telle qu'elle est traditionnellement envisagée par le musicien. De ce point de vue, l'usage donatonien pourrait bien apparaître comme illégitime parce que n'accordant qu'une importance secondaire à la quantification des éléments musicaux. A travers cet usage comptable, c'est avant tout une fonction d'ordre qui ressort; le nombre par "nature" réglant des proportions, il est avant tout sollicité comme susceptible d'imposer au discours musical des formalismes n'y ayant pas cours. Par exemple, ce que vise Bartok par la référence au nombre d'or, c'est l'irruption dans le discours musical d'un ordre qui, lui étant étranger, s'offre comme une garantie de la novation contre la force de l'habitude - contre le métier dans ce qu'il a de plus routinier. Le nombre d'or y est un instrument destiné à subvertir un ordre quantitatif fixé par la tradition.

Ce qui fait l'illégitimité fondamentale et aussi probablement la force de l'usage donatonien du nombre est que d'emblée il se place sur le registre de la rêverie. Tant que le nombre reste du domaine de la quantité, tant qu'il est circonscrit comme un outil, un expédient propre à régler des proportions, Donatoni ne le considère pas comme véritablement créateur. Il en attend qu'il se prête à "des propositions d'ordre, des suggestions de séries". Ici le nombre se pense agent à part entière de l'énonciation musicale, non comme simple béquille comptable. C'est en tant qu'outil abstrait à son domaine propre qu'il devient véritablement productif.

Les rapports du nombre et de la musique se fondent sur un malentendu, et c'est ce malentendu qu'il faut organiser. Peu importe que le travail de la musique par le nombre soit lisible dans la partition, et encore moins audible. Le pister est dès lors assimilé par le compositeur à un subterfuge futile. Si le nombre pour Donatoni "règle des équilibres", cette fonction ne saurait être prise au sens restrictif de la tradition; elle s'éclaire de ce qu'il "formule des présages, enchevêtre des labyrinthes, célèbre des mystères dont le mot est absent". On le pressent, Donatoni emploie le nombre a contrario, sa fonction légitime étant (en tout cas pour la tradition musicale) d'ordonner les choses de la manière la plus compréhensible possible, le compositeur s'ingénie à lui faire nouer la partition de la façon la plus inextricable; c'est par ce noeud qu'elle s'embrouille et tient. Le nombre augure donc ici d'une esthétique apparentée au non-agriculteur : l'oeuvre est livrée à la toute-puissance de la structure numérique. Donatoni écrit : "Le nombre dispose propose suggère, dispose invente. multiplie projette distribue". Il est unique agent de la structure musicale; puisqu'incitateur dans la première proposition, il est décrit dans la seconde comme capable d'inventer, de projeter, de distribuer. L'absence de ponctuation entre ces termes indique assez leur profonde solidarité dans un acte unique : celui de composer.

Le corps du texte consiste en une série de déductions, conjectures et spéculations portant sur la structure numérique même. Le caractère singulièrement anti-démonstratif de ces propositions indique qu'il ne peut s'agir d'avancées théoriques d'ordre constructiviste. Il est possible de considérer ce texte comme la manifestation d'une tentative visant à musicaliser le matériau numérique. Donatoni met en avant certaines analogies formelles entre ses manipulations numériques et des structures musicales. Il pointe avec un maximum de minutie les mlrlrs, rétrogrades et toutes autres structures symétriques qui se dégagent de sa suite numérique. Il n'est peut-être pas indifférent, à ce propos, de noter que Donatoni y met la même attention vétilleuse que dans son écriture musicale. La mise en évidence de "la polarité du treize" semble relever de la même logique; celle-ci consisterait à infiltrer un ordre numérique de structures imitées de constantes morphologiques des matériaux musicaux. Autrement dit, il faut, pour que la numérisation musicale s'effectue dans de bonnes conditions, qu'elle utilise un matériau numérique déjà en affinité avec certaines structures sonores usuelles. Donatoni ayant entrepris ici la musicalisation du nombre, peut-être y a-t-il lieu de considérer le présent texte comme une oeuvre musicale privée de substrat sonore.

L'essentiel des investigations de Donatoni porte sur l'écriture même du nombre, c'est-à-dire sur sa matérialité la plus communément admise : l'écriture en base dix; la plupart de ses spéculations sont rigoureusement intraduisibles dans une autre base. C'est dire qu'étant du domaine du chiffre plus que de celui du nombre, elles désignent le véritable intérêt du compositeur qui est d'ordre "kabbalistique". Vouant sa musique au secret du chiffre, il la libère de la tyrannie du nombre. Suprême expression de l'ironie où l'on sent sourdre la dérision.

Donatoni y insiste; ce que l'on entend, c'est toujours la chose numérotée, jamais le nombre : "du nombre restent l'empreinte, le signe et l'ombre". Cela souligne que de toute manière et quels que soient les subterfuges inventés à cette fin, jamais le nombre (ou le chiffre) n'aura réellement prise sur la structure musicale : "c'est toujours la chose numérotée que l'on entend". Si pour Donatoni la musique peut s'en remettre au nombre, il ne peut s'agir que d'un simulacre d'autorité, augure dérisoire. Dans cette perspective, on comprend que cette musique s'engendre totalement à partir de fonctions numériques, parce qu'il ne saurait s'agir d'un modèle pris par le compositeur dans un domaine extra-musical - sorte de transcription d'un univers dans un autre. On passe d'une situation où le musical se produit par ses propres moyens à une autre où il se produit par des moyens numériques sélectionnés pour leurs vertus analogiques avec un certain matériau musical. Ce texte recèlerait donc les prémisses d'une esthétique qui allierait numérologie et non-agriculteur, laissant au nombre musical le soin d'opérer lui-même l'agencement du matériau sonore : il (le nombre) ne tisse pas de toile compréhensible, il ne mesure pas de millénaires ni de galaxies; il compose les arabesques de la destinée.

Jamais chez Donatoni le nombre ne se dé-chiffre : ici se dit l'arbitraire de tout acte compositionnel.

Franck CATHERINE, compositeur et esthéticien.

mists, oeuvre pour piano de Iannis Xenakis : de l'écoute à l'analyse, les chemins convergents d'une rencontre sur un article de Pierre-Albert Castanet publié dans L'ANALYSE MUSICALE n°5, 4e trimestre 1986, pp.65 à 75.

Il convient tout d'abord de rendre hommage à la revue L'ANALYSE MUSICALE, et ceci à un double titre. Tout d'abord parce qu'elle existe. L'initiative qu'ont prise ses fondateurs comble par là une grande lacune de la musicologie française qui, mis à part quelques essais isolés et certains écrits à destination pédagogique, semblait prête à faire pour toujours l'impasse de l'étude concrète et précise de la partition au profit de l'histoire, de la théorie, de l'esthétique. Ensuite, parce que le sommaire de cette revue accorde systématiquement une place, en dehors même du thème général de chacun de ses numéros, à l'analyse d'une pièce contemporaine : Messiaen pour son ST FRANCOIS D'ASSISE dans le n°1, Antoine Tisné dans le n°4, et cette fois-ci la dernière pièce de piano de Xenakis, MISTS.

Disons en tout cas et sans plus tarder que l'analyse de cette pièce par Pierre-Albert Castanet constitue un modèle du genre, par sa modestie et par son classicisme. Elle n'emprunte jamais d'autres voies que celles auxquelles le compositeur fait lui-même référence; elle se garde par conséquent de plaquer artificiellement sur l'oeuvre une autre grille que celle du langage formalisé de la musique stochastique. En outre, l'analyse part de l'écoute et y revient, après l'avoir éclairée de tous les concepts xénakistes elle est donc à la fois "subjective" et "objective" (l'auteur lui-même le souligne dans son avant-propos) mais ne prétend aucunement épuiser le contenu de l'oeuvre et sa signification - d'où l'ironie de l'exergue biblique de l'article : "Je viendrai à toi dans l'épaisseur de la nuée", qui fait en même temps allusion au titre de la pièce (MISTS signifie "brouillards").

L'analyse de Pierre-Albert Castanet commence, très logiquement, par l'explication de ce titre, replacé dans la perspective contemporaine naturaliste et scientifique qu'ont imposée Xenakis lui-même, F.B. Mâche, Cage, Levinas, etc... Dans leurs partitions, la nature n'est plus présente comme un objet extérieur à imiter, à compléter ou à ressentir, comme à l'époque romantique, mais ce sont les mêmes lois qui régissent jusqu'aux plus fines de ses particules, jusqu'aux plus complexes de ses mouvements qui marquent leur présence au sein de la composition musicale - car il existe pour eux une analogie fondamentale entre la pensée scientifique qui analyse ces phénomènes naturels et la pensée créatrice qui régit les processus sonores en jeu dans une partition. "Art-science/alliages", tel est justement, comme le rappelle l'auteur du présent article, le titre de la "thèse" de Xenakis, laquelle pourrait servir d'exergue à la plupart de ses compositions.

Une fois posés ces concepts généraux qui placent d'emblée l'analyse de l'oeuvre dans un éclairage radicalement neuf, l'auteur peut entrer plus avant dans le détail des notions mathématiques, notamment statistiques, et physiques, qui ont régi, d'après Xenakis lui-même, la composition de MISTS. Il y relève une "exploration de cribles de hauteurs" et de leurs transpositions, ainsi qu'un usage des "arborescences", c'est-à-dire buissons de lignes mélodiques. Il est même donné quelques précisions sur les processus qui gouvernent le traitement de ces deux éléments-clés : distributions de caractère aléatoire pour les cribles, rotations selon des angles divers pour les arborescences. Les processus stochastiques mis en oeuvre produisent des "nuages" de sons de densité voulue - résultat qui montre bien la double nature indissociable des sons ainsi créés : concrétisation d'un projet mental de caractère scientifique/décalque sonore des phénomènes physiques en jeu dans la nature extérieure.

Mais avant de passer à l'analyse détaillée de la partition, muni de ces quelques clefs mathématiques, l'auteur tente de généraliser à d'autres processus qu'il a pu repérer cette correspondance intime et permanente entre le naturel, le musical et la pensée pure. Il étudie ainsi successivement l'art de la "résonance" - perceptible dans les nombreuses tenues à la pédale forte, dans lesquelles il voit la résorption partielle, "en brouillard", du successif et du simultané, du vertical et de l'horizontal; la fluidité extrême des valeurs rythmiques notamment dans la seconde partie de l'oeuvre (notes isolées ou agrégats plaqués systématiquement à côté du temps ou de ses subdivisions) qu'il interprète comme une sortie du temps, un départ hors du temps, selon la catégorie xénakienne de l'"hors-temps"; enfin l'écriture de timbre par petites touches (intensités et ambitus particulièrement étendus) qui crée, d'après Pierre-Albert Castanet, une "partition visuelle" aux images quasi impressionnistes, par sa fluidité rhapsodique.

Ces longs mais indispensables prémisses étant achevés, P.A. Castanet peut alors aborder le corps même de l'analyse selon deux angles différents : d'une part en décomposant le matériau musical selon les quatre paramètres habituels de hauteur, durée, intensité, timbre, plus un cinquième : celui d'espace, auxquels sont appliqués en outre pour chacun les deux catégories discontinu/continu, absolu/relatif; d'autre part en suivant classiquement le déroulement de la partition, subdivisée en trois parties dont les deux premières présentent une écriture totalement contrastée et des éléments radicalement distincts - ce qui amène à conclure que les brumes évoquées par le titre ne trouvent guère leur répondant dans la forme, d'une parfaite clarté.

Disons d'emblée que de ces deux analyses, c'est la seconde (en encadré) qui a de loin retenu le plus fortement notre attention. La première en effet, qui procède selon cette classification en paramètres proposée d'ailleurs par Jean-Etienne Marle, ne permet guère d'éclairer que l'aspect hauteur du phénomène sonore. La variabilité extrême des durées et des intensités, la finesse des effets de timbre et d'espace avaient déjà été signalés dans la première partie, plus générale, de l'article; ils ne sont ici que partiellement précisés, avec certes parfois un schéma à l'appui, mais sans que pour autant une loi aussi pertinente que pour le phénomène des hauteurs en soit tirée, ou encore qu'un mode d'interaction entre ces paramètres soit découvert. Quant au domaine des hauteurs, il est exploré par l'auteur de façon à dégager la loi de

constitution des principaux cribles de la partie A, ainsi que le mode de traitement en variantes qu'ils subissent ultérieurement. P.A. Castanet remarque à cet égard que le choix des sons constituant le crible fondamental A1 répond sans doute à une loi de probabilité exponentielle; qu'en outre les cribles A2 A3 A4 qui sont issus du fondamental A1 comportent la même succession d'intervalles que celui-ci, avec un point de départ décalé dans la hauteur et dans le temps. Remarquons cependant - et c'est là une critique qui porte davantage sur le vocabulaire usité par Xenakis que sur l'analyse de sa pièce - qu'en ce qui concerne la représentation graphique en repère orthonormé du crible A1 mesuré en Hz, elle donnera toujours une courbe à tendance exponentielle du seul fait de sa direction ascendante. En effet, les rapports de fréquence aplatis vers le bas de la courbe se trouveront au contraire écartelés au-delà de 2000 Hz. Quant aux variantes A2 et A3, il sera très simple et satisfaisant de dire que la première est constituée des sons 21 à 29 de A1, d'un DO# et de la transposition au triton des sons 1 à 18 du même crible fondamental; et pour la deuxième, de la transposition à la tierce inférieure des sons 17 à 29 du modèle, d'un LA et de la transposition à la seconde majeure supérieure des sons 1 à 15. Mais nous évoquerons plus loin ces problèmes de vocabulaire, qui recouvrent en fait des questions de méthodologie.

Poursuivons la lecture de l'article de P.A. Castanet. La partie "analyse séquentielle", en encadré, nous comblera par sa précision, son grand respect des concepts xenakiens eux-mêmes, en même temps que son acuité à découvrir les procédés, dégager les sections, synthétiser la forme. L'oeuvre y apparaît très clairement comme un grand dyptique, prolongé dans une conclusion par le rappel un peu modifié de deux éléments, pris chacun dans l'une des parties principales. Ces parties A et B diffèrent absolument l'une de l'autre, par leur écriture, le mode de présentation de leurs éléments constitutifs et leur structure interne. La partie A est dominée par la linéarité, le monothématisme, la continuité tant d'écriture que de forme. La partie B est au contraire aussi discontinue que possible, tant dans le domaine des hauteurs que des durées, ne présente aucune cellule mélodique repérable, mais jette dans les interstices d'un balisage temporel en doubles croches des éclats de timbres excessivement contrastés; ce monolithe de particules disséminées, par lui-même incapable d'un déroulement propre, est cependant interrompû à quatre reprises, par des groupes de deux mesures comportant les cellules mélodiques linéaires, d'ailleurs en arborescence, issues de A. Ce retour prépare donc logiquement la troisième section conclusive en synthèse, mais plutôt issue de A, puisque le seul élément de B qui y est repris est justement cette phrase linéaire interruptive de deux mesures qui se rapporte en fait à la première partie.

L'élément constitutif unique de cette première partie est la déclinaison, au double sens du terme : pente/ présentation progressive des segments constitutifs, d'un grand crible en petits intervalles, d'où résulte à la 6e entrée une série de 29 sons. L'exposition comme le traitement de cette cellule s'effectue sur un mode d'entrées en canon tout à fait strictes au point de vue des hauteurs, mais sur lesquelles interviennent des figures rythmiques variables et complexes. Dans les cinq premières entrées canoniques, cette courbe n'est pas strictement monoclinale : la montée s'interrompt pour un ou deux temps pour une brève courbe symétrique en miroir. On aura ainsi l'impression que, dans son écriture étonnante, cette si belle page initiale crée l'image d'une succession d'essais d'abord infructueux puis réussis pour parvenir à parcourir de bout en bout une échelle ascendante.

Dans la suite de son déroulement, cette partie A continuera d'ailleurs à traiter le même élément en le complexifiant, mais avec les mêmes procédés fondamentaux de traitement canonique. Simplement, elle se fera plus polyphonique. Quatre voix nouvellement déterminées n'énonceront plus comme précédemment le crible de bout en bout à partir du son originel, mais débiteront par un son différent, régulièrement espacé dans la série, la tronçonnant ainsi en segments à la manière de Berg et Webern. Plusieurs de ces entrées polyphoniques seront en outre séparées par un épisode de transition, issu lui aussi de quelques sons de la série, dont il subdivise la courbe mélodique en tranches divergentes (sont-ce les arborescences dont parle Xenakis ?). Dans sa structure, cette section développante procède par reprise pure et simple des éléments, qu'il s'agisse du crible fondamental, de sa variante par transposition A2 ou de la transition en arborescence. Mais le passage le plus étonnant de cette section est sa conclusion qui magnifie les effets de miroir du début : les dessins mélodiques rapides, alternativement ascendants et descendants, par mouvement contraire entre les deux mains, se suivent, s'entrecroisent, s'étendent ou se resserrent avec la fantaisie, mais aussi la rigueur et la complexité d'un phénomène naturel - rafale de vent, gouttelettes de pluie...

L'analyse séquentielle de la seconde partie permettra de mettre en lumière avec la même pertinence la constitution de grandes plages sonores, aux éléments extraordinairement disséminés ou au contraire linéaires - ces derniers étant plus rares. Elle soulignera à chaque fois l'importance structurelles des éléments dynamiques et des spécifications de timbre. En revanche, sauf dans les passages contrastants issus de A, elle n'aboutira pas - et cela est inévitable - à une détermination aussi précise de ses éléments constitutifs propres, ni du traitement qu'ils subissent, comme cela fut le cas pour la première partie. La raison en est simple : c'est que Xenakis n'ayant pu fournir à l'analyste que des clefs très générales d'élucidation (les lois mathématiques fondamentales qu'il y a appliquées), l'analyste qui pouvait presque se passer de tout concept de cet ordre pour rendre compte de A, dominée par des processus de hauteurs et de rythmes, se trouve en revanche fort dépourvu quand vient le moment d'élucider dans le détail le "mouvement brownien des particules" qui régit B. De fait, les catégories de l'analyse classique qui demeureraient à peu près opératoires dans la première moitié de MISTS, en termes traditionnels de "canon", "série", "transposition", "strette" ou "polyphonie", coexistant dans l'évocation par P.A. Castanet de la partie A avec ceux d'arborescences, de cribles, de congruences, s'avèrent inadéquats pour cerner ce qui est mis en jeu dans

B. Nos méthodes d'analyse des paramètres autres que hauteurs et durées demeurent encore aujourd'hui notoirement insuffisants, trois quarts de siècle après le tournant atonal et trente ans après les débuts de l'électro-acoustique. Ainsi se trouve posé un problème de méthodologie propre à l'analyse de toute partition de Xenakis : ou le vocabulaire scientifique d'emprunt qu'on lui applique paraît trop spécialisé, extérieur à son objet, superfétatoire, ou au contraire insuffisamment précis, dans la mesure où l'analyste ne connaît pas tous les types d'application des lois scientifiques au matériau musical.

Soulignons cependant qu'il ne faudrait à notre sens tirer argument de ces difficultés partielles pour mettre en cause dans son principe la validité de cette application des mathématiques à la musique, sous prétexte qu'elle nous impose une nouvelle attitude mentale. Malgré les assauts de critiques qu'il a reçues pour l'avoir tentée, et ce encore jusqu'aux années 70, Xenakis a achevé la théorisation de cette pratique conceptuelle de la composition depuis les MUSIQUES FORMELLES qui demeurent définitivement inattaquables, ne serait-ce que sur le pur terrain de la pensée. Quant à la concrétisation de cette méthode dans les oeuvres elles-mêmes, elle permet simplement de remplacer le choix subjectif et arbitraire des sons par un faisceau de lois de conséquence entre eux, beaucoup plus fines et riches de possibles. On voit bien justement aujourd'hui, dans des oeuvres en solo comme MISTS, à quel degré d'affinement dans l'écriture, à quel enrichissement y compris poétique, elle a atteint. Boulez disait de son côté, lorsqu'il cherchait à généraliser la méthode sérielle dans les années 50, espérer de cette réforme fondamentale de la morphologie et de la syntaxe du langage musical une réforme tout aussi profonde de la poétique. De la même façon, Xenakis n'aurait sans doute pas acquis cette sûreté et cette absolue originalité d'écriture instrumentale s'il n'avait inventé à la même époque des méthodes de composition radicalement nouvelles, d'autant plus adéquates à la restitution du monde sonore d'aujourd'hui qu'elles s'appuyaient sur des lois plus englobantes, plus générales que le modèle arithmétique ou physique trop ample et totalement dépassé auquel elles se bornaient jusqu'ici. Que la mention des lois de Cauchy ou la confection de courbes logarithmiques apparaisse parfois inutile ou surprenante pour une simple analyse de hauteurs n'est pas en soi un inconvénient grave. L'important est d'être conscient que l'usage de ces lois très générales permet seul de procéder à l'analyse de n'importe quel crible, de n'importe quel nuage sonore, dans l'infinité de leurs éléments et sans limitation d'étendue. Du même coup, l'analyse musicale devra s'adapter et opérer la même mutation, dans le respect des données particulières que lui fournit chaque partition, et parfois son compositeur. C'est à ce titre, justement, qu'une analyse comme celle de P.A. Castanet s'avère aujourd'hui particulièrement précieuse.

Daniel DURNEY

Célestin Deliège : les fondements de la musique tonale

UNE PERSPECTIVE ANALYTIQUE POST-SCHENKERIENNE, Paris, J.C. Lattès, 1984, 272 pages.

Ce livre comble une lacune en France puisque l'accès à la pensée schenkerienne était, jusqu'à présent, réservé aux pays de langue allemande ou anglaise. Célestin Deliège apporte toutefois d'importants aménagements à la théorie de la tonalité du musicologue viennois, contemporain de Schönberg.

Six conditions pour qu'une séquence musicale puisse être déclarée tonale sont tout d'abord énoncées (pp.16-17). La première partie de l'ouvrage tente ensuite de dégager les principes générateurs de la musique tonale. Deliège propose, pour ce faire, cinq règles de base relatives aux structures globales des processus tonaux (pp.95, 96, 112, 128). Ces règles fondamentales, qui n'ont pas forcément de traduction lisible sur la partition, font du système tonal un système non plus linéaire mais arborescent. Les deux premières assurent la congruence des dimensions harmoniques et mélodiques. La dernière, quant à elle, permet une définition sans équivoque de l'emprunt et de la modulation, pierre d'achoppement de nombreuses théories analytiques. La base génératrice de la surface correspond au processus littéral épuré de tous les ornements (p. 151) et permet de distinguer clairement les accords de passage des accords participant à la progression harmonique.

La seconde partie de l'ouvrage s'occupe des facteurs de segmentation des processus tonaux et non plus des facteurs de liaison. Célestin Deliège précise la structure prosodique de plusieurs oeuvres en référence à la lecture de leurs structures globales et de surface (pp.173-205). La déficience de la théorie schenkerienne en ce domaine semble définitivement réduite. Pour terminer, le musicologue redéfinit les notions de thème (p.210), de sujet (p.213) et de motif (p.218). L'ouvrage s'achève par une réflexion très riche sur le style et le sens de l'oeuvre qui ramène le propos à des problématiques actuelles.

Un très haut degré d'axiomatisation du système tonal semble donc atteint même s'il subsiste une part irréductible à la formalisation. Alors que l'analyse traditionnelle se contente le plus souvent d'une analyse thématique, LES FONDEMENTS DE LA MUSIQUE TONALE offre l'accès aux niveaux structuraux les plus profonds de l'oeuvre. C'est un type d'écoute idéaliste qui se trouve récusé mais c'est aussi, pour le compositeur et l'interprète, la possibilité de mieux saisir les mécanismes d'un système musical qui reste d'actualité. Ajoutons que la très grande clarté des exemples musicaux devrait permettre à quiconque désire le lire, d'assimiler les données fondamentales de ce livre en tout point remarquable.

Jean-Pierre DAMBRICOURT

célestin dellège : Invention musicale et Idéologies

Paris, Ch. Bourgois, 1986, 391 pages.

INVENTION MUSICALE ET IDEOLOGIES se présente comme un recueil d'essais de sociologie de la musique du XXe siècle, écrits depuis une vingtaine d'année et actualisés. De ce livre, malgré tout très cohérent, tendent à se dégager trois lignes de force : la critique de ce que Célestin Dellège appelle l'"anamnèse", le souci de fonder rationnellement la cohérence de l'oeuvre, l'attention portée à la méthode musicologique.

Le premier point développe la thèse selon laquelle l'invention musicale ne connaîtrait d'autre alternative que la prospection ou l'exégèse (pp.13 et 308). D'où la reprise de l'idée adornienne assimilant la musique de Stravinsky à une musique de la régression (p.223). A condition qu'elle ne signifie pas l'académisme ou l'épigonisme, l'anamnèse me semble quant à moi un facteur de progrès *. L'interprétation de l'histoire musicale et la recherche des présupposés impliqués dans les oeuvres du passé permettent seules des créations pleinement lucides. Bien entendu, ce qu'il faut abhorrer, à la suite de Dellège, ce sont les laisser-aller et les compromis qu'entraîne une anamnèse superficielle, ce qui m'amène au second point.

Dans le chapitre intitulé DIABOLUS IN MUSICA (p.255), l'auteur pose le problème de la validité de l'oeuvre nouvelle. Si le "jugement de l'histoire" reste le test ultime (pp.23, 258, 269), Dellège propose une application originale de la notion popperienne de falsification**. L'introduction d'énoncés perturbateurs ou redondants devrait permettre d'éprouver la cohérence de l'oeuvre : si celle-ci les intègre, c'est qu'elle est invalide et de faible consistance; si au contraire elle les rejette, elle manifeste alors la puissance de son intégrité et la qualité de ses références théoriques, philosophiques ou politiques (p.268). Ce que Célestin Dellège appelle "idéologies", ce sont les options musicales des compositeurs rapportées à ces références : le sérialisme et l'épistémologie contemporaine (p.315), l'improvisation collective et la politique participationniste du capitalisme moderne (p.364), les techniques de l'anamnèse et le pragmatisme d'une société qui n'admet que les valeurs culturelles éprouvées (p.369)...Nous touchons ici au troisième point.

Pour Dellège, la tâche du musicologue est triple : mettre en évidence les options musicales, relier celles-ci à des phénomènes intellectuels et sociaux plus généraux, se situer soi-même par rapport à ces phénomènes (pp.45-46). En toutes circonstances, Célestin Dellège réaffirme le primat du texte musical censé protéger des errements d'une certaine musicologie. De fait, la méthode de recherche ne connaît, dans ces essais, extrêmement stimulants, aucune déviation. Parcours exemplaire d'une pensée alerte et rigoureuse dont les marques et remarques pertinentes surabondent. Pourtant, en dépit d'une séduction indéniable de la démonstration, on se prend, par endroits, à regretter la dimension subjective de la recherche dont, avec raison, se méfie l'auteur. La plus grande exigence de clarté et de rigueur est-elle incompatible avec le parti-pris et la passion ? Ne serait-ce pas plutôt que ce livre surmonte brillamment le dilemme en s'affirmant comme le fruit d'une passion pour la rigueur ?

*Cf. Jean-François Lystard : LE POSTMODERNE EXPLIQUE AUX ENFANTS, Paris, Galilée, 1986, pp.125, 126, 131.

**Selon Popper, c'est la falsifiabilité et non la vérifiabilité d'un système théorique qui constitue le critère de démarcation entre sciences et pseudo-sciences, en particulier la métaphysique; la falsification consiste à éprouver les théories de toutes les façons possibles pour, en fin de compte, conserver la théorie comparativement la plus apte.

Jean-Pierre DAMBRICOURT

rencontre et création en franche-comté

Un disque 33 tours vient de paraître dans la nouvelle collection FORMES ESPACES MUSIQUES grâce à l'association du même nom, à la radio HORIZON VERT (de la région doloise) et à la DRAC de Franche-Comté. Cette démarche pluridimensionnelle a le mérite de faire connaître des artistes s'intéressant à la musique de notre temps (Luca Pfaff et l'ensemble ALTERNANCE, la pianiste Pascale Bonnier, le quatuor de flûtes ARCADIE et la merveilleuse soprano Marie-Hélène Huguel) et des oeuvres inédites ou des créations. Le Nombre et ses vertus structurelles sont représentés par l'oeuvre de l'Américain Griffith Rose PARERAGON (1981), trois mouvements "classiques" et sages déroulant tantôt une série quadraphonique et ses dérivées, tantôt une panoplie de douze gammes modales d'essence chromatique.

Le concept de "son entretenu" est illustré par NATURA REVONATUR (1967) de Giacinto Scelsi pour onze cordes et par DANSE ET MOUVEMENT (1985) d'Alessandro Sbordoni pour piano. Musiques statiques, filandreuses, qui semblent plus expérimentales qu'achevées (au moins pour cette dernière pièce pianistique). Sbordoni déroule dans le temps la dimension horizontale du son et donne à entendre des "esquisses aléatoires de mélodies". Sous des aspects novateurs, la pièce est ravélienne; seul le second mouvement - qui ne dure que cinquante-huit secondes - possède une esthétique singulière et intéressante. Enfin, cet album intitulé RENCONTRE ET CREATION propose une création d'Alain Savouret intitulée MARDI, PLACE AUX FLEURS (1986), motet pour voix haut-parlantes d'après un conte de l'Argentine Susana Lastreto. Cet oratorio profane en miniature s'inspire du motet polyverbaliste du XIIIe siècle. C'est là une oeuvre pédagogique (palette d'effets électro-acoustiques), aux accents humoristiques, savamment orchestrée pour une douzaine de musiciens amateurs, preuve que l'art d'aujourd'hui peut s'adresser à tous...il suffit d'avoir envie de tendre l'oreille.

Disque HV 8602, Radio Horizon Vert, B.P. 10, Champvans, 39 100 DOLE.

Pierre-Albert CASTANET

la technoscience : un art de synthèse

L'Espace de projection de l'IRCAM a accueilli, les 24, 25 et 26 octobre dernier, un colloque organisé par le Collège International de Philosophie et par l'Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique (Paris). Le thème général voulait embrasser les "nouvelles technologies et mutations des savoirs"; on y a parlé d'art de synthèse, la musique étant plus représentée que l'image. L'intelligence artificielle des Nouveaux Monstres technologiques fut traitée d'une manière antinomique par les théoriciens-compositeurs Pierre Boulez et Hughes Dufourt; les concepts de Transfert et de Véhicule synthétique, de Logos et de Tekhné, de Traductique et d'Esthétique de la métamorphose, d'Orbital et d'Exorbital ont fait appel à la philosophie (un seul absent : Gilles Deleuze), à la science électronique et aux nouvelles idées d'ordre politique et éthique. La Technoscience confrontée à l'espace politique et au temps historique, phénomène mondial du traitement de la matière, joue actuellement sur la Mémoire et l'Imagination, le Présent gelé comme l'annonçait Rabelais et l'Avenir prospectif tel que l'entrevoit Paul Virilio. Pour ce dernier, au-delà d'une ubiquité de synthèse où temps réel et espace électronique se télescopent, les "machines de vision destinées à voir, à prévoir à notre place", disposées parmi nous ou mises en orbite autour de la planète, "verront" ce que nos yeux ne pourront jamais percevoir. A l'instigation de Paul Virilio, une rencontre est prévue en mai 1987 à St Etienne, sur le thème "l'imaginaire numérique"; l'image et la musique de synthèse seront au rendez-vous. Les actes du colloque 1986 seront publiés par le Collège International de Philosophie (se renseigner 1 rue Descartes, 75 005 Paris).

Pierre-Albert CASTANET

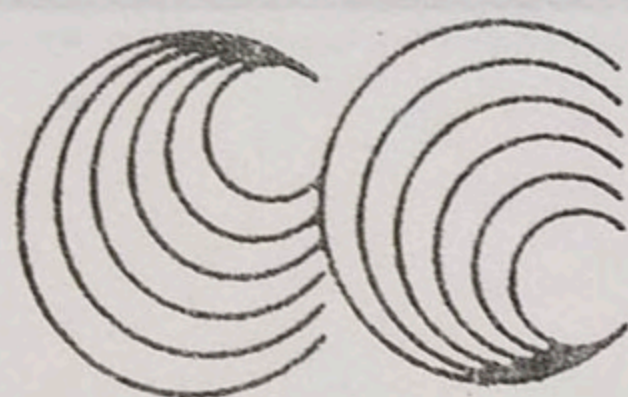
paris : un hommage à paul sacher

Les soirées des 29, 30 mai et 2 juin 1986 ont réuni autour de Paul Sacher - qui vient d'atteindre ses quatre-vingts ans - amis et admirateurs pour un hommage à celui qui demeure l'une des plus grandes figures du monde musical contemporain. Les trois manifestations, coordonnées par Verena Aebischer, se sont déroulées au Centre Culturel suisse à Paris. En une brève allocution d'ouverture, Pierre Boulez rappela les soixante années "d'activité et d'activisme" de Paul Sacher qui, outre son passé de fondateur et de chef de l'Orchestre de Chambre de Bâle (1926), de la Schola Cantorum Basiliensis (1933), du Collegium Musicum de Zürich (1941), dirigea la section suisse de la S.M.I.C. et apporta, sa vie durant, une aide efficace aux productions musicales contemporaines : nombre d'oeuvres de Bartok, Stravinsky, Honegger, Dutilleul...ont pu voir le jour grâce au soutien de Sacher. Boulez insista ensuite sur l'action à la fois historique et scientifique du musicien qui créa et consolida un public "dans un climat de confiance". Parallèlement, Sacher mena une activité de musicologue, conservant et classant manuscrits, lettres autographes, documents discographiques et iconographiques qui constitueront, au fil des années, le fonds de la collection conservée à la Fondation Paul Sacher à Bâle, entièrement vouée à la musique du XXe siècle.

Succédant à Pierre Boulez, Paul Sacher relata les conditions de sa rencontre avec Bela Bartok et évoqua les années d'amitié et d'échanges réciproques qui virent éclore la MUSIQUE POUR CORDES, PERCUSSION ET CELESTA, la SONATE POUR DEUX PIANOS ET PERCUSSION, le DIVERTIMENTO pour cordes et le SIXIEME QUATUOR. Citant de longs extraits de la correspondance de Bartok, Paul Sacher révéla certains épisodes bouleversants de la vie du compositeur et insista sur le labeur d'un homme qui ne composait "que pendant ses heures de récréation".

A cette soirée succédèrent deux concerts, les samedi 30 mai et lundi 2 juin. Cette dernière soirée permit d'entendre des oeuvres de Lutoslawsky, Holliger, Huber, Berio, Stockhausen et Boulez. Elle comporta deux temps forts : TREMA de Heinz Holliger, magistralement interprété par le violoncelliste Thomas Demenga; O KING de Berio, dont Elisabeth Laurence et l'Ensemble Intercontemporain, sous la direction de Pierre Boulez, offrirent au public une inoubliable exécution.

Annie LABUSSIÈRE



EDITIONS CHOUDENS

38, RUE JEAN MERMOZ
75008 PARIS
(1)42.66.62.97 - (1)42.66.68.75

En extrait de notre catalogue général :

- | | |
|---------------|---|
| P. ANCELIN | STELE A LA MEMOIRE DE BELA BARTOK (trio à cordes) |
| G. AURIC | LE MYSTERE PICASSO (dans LES NOUVEAUX MUSICIENS, n°4) |
| C. BALLIF | SONATE POUR PIANO N°5
TRIO POUR HAUTOIS, CLARINETTE ET BASSON |
| G. BARBOTEU | FORMULE 6 (sextuor de cors)
FLUTACORANNE (flûte solo et 4 cors) |
| J. Y. BOSSEUR | CA DE MEMOIRE (guitare) |
| J. BRUZDOWICZ | LA COLONIE PENITENCIERE (opéra d'après Kafka)
LE BEAU DANUBE BLEU (2 pianos et bande magnétique) |
| G. CALVI | SUITE LUDIQUE (dans LES NOUVEAUX MUSICIENS, n°4) |
| A. CLOSTRE | VARIATIONS ITALIENNES (piano) |
| DANIEL-LESUR | ANDREA-DEL-SARTO (opéra)
CONTRE-FUGUE (2 pianos) |
| C. DEBUSSY | INVOCATION (choeurs d'hommes et orchestre)
SALUT PRINTEMPS (choeurs de femmes et orchestre)
ODE A LA FRANCE (choeur mixte et orchestre) |
| L. DESCAVES | LES NOUVEAUX MUSICIENS (4 recueils de pièces pour piano contemporain) |
| C. DROUILLET | TRANSPARENCE (mélodies pour voix d'alto et piano) |
| HAIK-VENTOURA | LA MUSIQUE DE LA BIBLE REVELEE |
| A. HONEGGER | MERMOZ (musique du film) |
| M. LANDOWSKI | LE FOU
CONCERTO POUR ONDES MARTENOT ET ORCHESTRE |
| E. LOVREGGIO | LA MESSE CHINOISE |
| A. LOUVIER | ETUDE 38 POUR 16 AGRESSEURS APPRIVOISES |
| P. SCIORTINO | CIELS POUR D'AUTRES HOMMES (orchestre d'harmonie) |

Envoi de nos catalogues sur demande

MUSIQUE ET NOMBRE

n° 3

à paraître en mars 1987

Nature et machinisme : la réinvention
Michelle BIGET

Du naturel dans l'art : voyages à
 travers le sensoriel
 Pierre-Albert CASTANET

Artifice de la nature, nature de l'ar-
 tifice Franck CATHERINE

Trois avatars de l'idée kantienne de
 nature : Schönberg, Webern et Mâche
 Jean-Pierre DAMBRICOURT

Le sentiment de la nature
 (d'après une série radiophonique de l'INA/GRM) Bernard FORT

Electro-acoustique et nature : frag-
 ments et résonances ... Dominique LEMAITRE

La musique au naturel
 François-Bernard MACHE

Dao : de la couleur à l'ailleurs
 Christine PAQUELET

Musique, air du temps
 Philippe Tailleux

TRADUCTION

CHRONIQUES

LES CAHIERS DU **CREM**

Centre de Recherches en Esthétique Musicale ,

BULLETIN D'ABONNEMENT

NOM

PRENOM

ADRESSE.....

CODE POSTAL

VILLE

PAYS

PROFESSION

- Désire recevoir un numéro. France : 60F
Etranger : 70F

- S'abonne aux Cahiers du C.R.E.M.
4 numéros, France : 200F
(abonnement de soutien : 300F)
Etranger : 235F

Les chèques bancaires ou postaux et mandats internationaux
sont à libeller à l'ordre des Cahiers du C.R.E.M.

Bulletin d'abonnement à envoyer à :

Michelle BIGET
Institut de Musicologie
Faculté des Lettres et Sciences Humaines
Rue Lavoisier
76 130 MONT SAINT-AIGNAN (FRANCE)

LES CAHIERS DU CREM

Centre de Recherches et d'Éditions Musicales

BULLETIN D'ABONNEMENT

Le présent bulletin est destiné à servir de support à la diffusion de la revue et à l'information des abonnés.

Les commandes de la revue doivent être adressées à :

LES CAHIERS DU CREM

Centre de Recherches et d'Éditions Musicales

76 130 MONT SAINT AIGNAN

sur ABDICK

Sceaux

Les chèques bancaires ou postaux et mandats sont à libeller à l'ordre des Cahiers du C.R.E.M.

Bulletin d'abonnement à envoyer à :

LES CAHIERS DU CREM

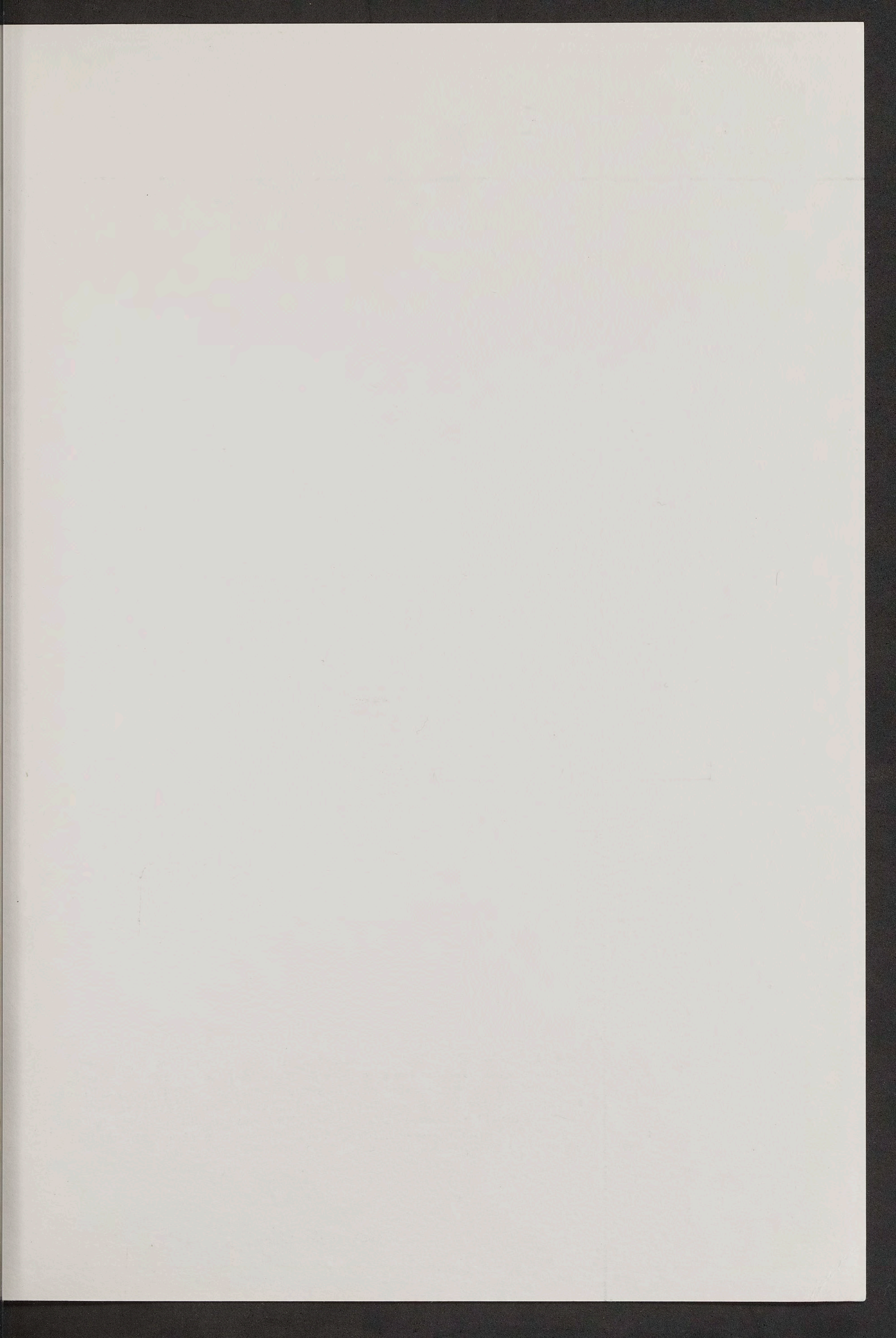
Centre de Recherches et d'Éditions Musicales

76 130 MONT SAINT AIGNAN

sur ABDICK

Sceaux

Les Cahiers du CREM se consacrent à la musique moderne et contemporaine et paraissent quatre fois par an (numéros simples ou doubles). Composition par Les Cahiers du CREM sur machines à écrire Canon S-60 et S-61. Duplication par l'atelier offset de la Faculté des Lettres de l'Université de Rouen, 76 130 Mont Saint Aignan, sur ABDICK. Couverture et montage par IMPRIMERIE, 92 230 Sceaux.



MUSIQUE ET NOMBRE

- Editorial** Michelle BIGET
- Pertinence du mètre musical**
..... Célestin DELIEGE
- Le nombre-prétexpte** Michelle BIGET
- L'organon**
ou les outils mathématiques de la création musicale
..... Pierre-Albert CASTANET
- Le nombre et la musique**
..... Jean-Etienne MARIE
- Recherches musicales et mathématiques**
Evariste GALOIS et Michel PHILIPPOT
..... Marie-Thérèse LEROY
- Le nombre d'or**
et la fin du pythagorisme musical .. Jean-Pierre DAMBRICOURT
- Partages d'écriture**
Mathématique et musique sont-elles contemporaines ?
..... François NICOLAS
- L'ordinateur et le processus de composition**
..... Ricardo MANDOLINI
- Numbers** Reginald Smith BRINDLE
traduction de Benoît Grenèche
- Numeri** Franco DONATONI
traduction de Giulia Le Héricey et Pierre-Albert Castanet

Numéro double 1-2 Décembre 1986 : 120 F

les cahiers du crem

Faculté des Lettres de l'Université de ROUEN
Boîte postale 32
Rue Lavoisier

76 130 MONT SAINT-AIGNAN (FRANCE)