



**HAL**  
open science

# L'Unité Temporelle: Une approche pour l'écriture de la durée et de sa quantification

Karim Haddad

► **To cite this version:**

Karim Haddad. L'Unité Temporelle: Une approche pour l'écriture de la durée et de sa quantification. Musique, musicologie et arts de la scène. Sorbone Université, 2020. Français. NNT : . tel-03258984

**HAL Id: tel-03258984**

**<https://hal.science/tel-03258984>**

Submitted on 12 Jun 2021

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

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



## **SORBONNE UNIVERSITÉ**

**École Doctorale V - Concepts et Langages**  
**UMR - Science et Technologies de la Musique et du Son**

### **THÈSE**

pour obtenir le grade de  
**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ SORBONNE UNIVERSITÉ**

Discipline : Musique, Recherche en Composition

Présentée et soutenue par :

**Karim HADDAD**

le : 13 novembre 2020

# **L'Unité Temporelle**

**Une approche pour l'écriture de la durée et de sa quantification**

#### **Sous la direction de :**

M. Jean-Marc CHOUVEL – Professeur, Sorbonne Université  
M. Carlos Augusto AGON – Professeur, Sorbonne Université

#### **Membres du jury :**

M. Moreno ANDREATTA – Directeur de Recherche, CNRS  
M. Gérard ASSAYAG – Directeur de Recherche, IRCAM  
Mme Isabelle BLOCH – Professeure, Télécom Paris  
M. Julio ESTRADA – Directeur de Recherche, UNAM  
Mme Anne SÈDES – Professeure, Université Paris VIII



*« La musique permet et exige le développement du langage, mais elle ne sera jamais épuisée par celui-ci; elle en constituera donc constamment un idéal et une critique (langage des anges); elle nous obligera à nous interroger toujours sur la relation entre le nom et la chose, à fonder toujours à nouveau l'emploi des mots dans le bain de Fouvence de la métaphore. »*

Michel BUTOR. *Les oeuvres d'art imaginaires chez Proust*. The Athlone Press, 1964, p. 13



## *Remerciements*

Je tiens à remercier en premier lieu mes deux directeurs de thèse, Carlos Augusto Agon et Jean-Marc Chouvel, ainsi que les professeurs chargés du comité de suivi messieurs François Madurel et François Giroux pour leurs recommandions et précieux conseils.

Mes remerciements vont aussi à l'équipe de Représentation Musicales, son directeur et ami Gérard Assayag, ainsi qu'à Moreno Andreatta, Jean Bresson, Philippe Essling et Mikhail Malt.

Ma gratitude revient à Olivier Warusfel et Jean-Louis Giavitto qui m'ont dispensé de moult conseils et informations précieuses.

Un grand merci à Sylvie Benoit et Cyrielle Fiolet pour leur présence et charmant soutien.

Un grand merci à mon fils Albert Adib Haddad qui sans lui, les formulations algébriques ici présentes, ressembleraient aux hiéroglyphes « lovecraftiennes ».

À ma femme pour son soutien autant moral qu'orthographique.

À Walid mon frère pour l'équipement logistique et le café, à mon père pour son sens critique et ses recommandations culinaires.

En guise de pensée intime, un remerciement posthume à Emmanuel Nunes, à Eric Daubresse, qui sans leur volonté créatrice, leur enseignement, la raison de cette thèse n'aurait pas lieu.

Ma reconnaissance anticipée aux membres du jury et les rapporteurs qui auront eu le courage et la patience de parcourir les chemins imaginaires d'une pensée musicale ne menant nulle part, sinon par delà le temps et l'espace.

Aux inoubliables compositeurs du siècle lumineux cités ici, dont leur œuvres ont nourri cette envie de réinventer l'écriture pour une écoute toujours renouvelée...



# Liste des Abréviations

<i>UT</i>	Unité Temporelle
RT	« Rhythm Tree » (Arbre rythmique)
CAO	Composition Assistée par Ordinateur
ERP	Ensemble Rythmique Périodique
PR	Paire Rythmique
<i>ppu</i>	Plus Petite Unité
PPUS	Plus Petite Unité Symbolique
URS	Unité Rythmique Symbolique





# Introduction

ποταμοῖσι τοῖσιν αὐτοῖσιν ἐμβαίνουσιν  
ἕτερα καὶ ἕτερα ὕδατα ἐπιρρεῖ  
καὶ ψυχαὶ δὲ ἀπὸ τῶν ὑγρῶν ἀναθυμιῶνται

- Héraclite, *Fragment 12* \*

Nous proposons dans cette thèse d'étudier un nouveau paradigme pour la pratique de l'écriture du temps musical à partir d'un concept de notation dédié à l'écriture de la durée, du rythme, et de la forme musicale. Cette nouvelle approche dite par *Unité Temporelle* ouvre plusieurs interrogations et problématiques qui se déclinent sur trois axes : la notation des *Unités Temporelles*, l'opérabilité (représentant le potentiel à créer des formes inédites), et la quantification.

L'écriture et la notation musicale étant intimement liées quant à leur contribution à la pensée musicale même<sup>1</sup> nous nous interrogerons sur la nécessité de cette écriture par rapport à nos trois axes et sur son implication (ou pas) dans une nouvelle pensée et pratique de l'écriture du temps. Ainsi nous nous interrogerons sur une possible notation, la plus cohérente possible, ouverte à une combinatoire algébrique portant sur de différentes opérations de transformations du rythme et de la durée, et finalement, la possibilité d'un dispositif de quantification efficace qui aura pour but de délivrer un rendu symbolique préservant l'essence même d'une « justesse » temporelle originelle.

Étant donné que la discipline de cette thèse est la *Recherche en Composition*, nous illustrerons par certaines œuvres la réalisation de cette « écriture » avec ses nouvelles potentialités ainsi que les questionnements qui peuvent être soulevés par delà les dogmes et l'approximation.

## I Problématique

Penser une grammaire du temps musical portant sur une syntaxe, et sa représentation, nous pousse forcément à examiner les implications possibles sur le plan formel ainsi que les questions qui peuvent être soulevées quand à la réalisation d'ordre pratique que représente une quantification rythmique viable de point de vue interprétatif. Ainsi, la problématique porte sur ces trois aspects, notation comportant syntaxe et représentation, forme et quantification.

\*. « On ne peut pas descendre deux fois dans le même fleuve, car des eaux nouvelles viennent à nous » HÉRACLITE. « Fragments, texte établi, traduit et commenté par Marcel Conche ». In : *Paris, puf* 15.21 (1986), p. 5

1. « Le passage à la notation mesurée (avec l'adjonction de nouvelles valeurs de durée telle la semi-brève vers 1250) constitue une mutation décisive de la pensée musicale » Jean-Yves BOSSEUR. *Du son au signe : histoire de la notation musicale*. Editions Alternatives, 2005.

## 1.1 Notation

L'ensemble des dimensions constitutives du rythme dont fait partie, la durée, le tempo et leur représentations symboliques, ont fait l'objet de multiples recherches tant au niveau théorique que sur le plan de la pratique compositionnelle. Le concept de temps musical même s'est vu agrémenté de moult hypothèses et de questionnements quant à sa portée dans la praxis de l'écriture temporelle, et ce, à la lumière d'une technique toujours renouvelée. Mais qu'en est-il du rapport entre cette « nouvelle » technicité (pour ne pas dire technologie) et le langage proprement musical propre à l'écriture, le rapport entre l'« efficacité » de la notation musicale comme médium et l'interprétation comme « performance » et surtout comme idée musicale transcrite ?

En dehors de la pragmatique et de la sémiotique (la sémiologie et le sens), la musique notée comprise comme langage formel porte en elle à l'instar de la grammaire une phonologie et une morphologie d'ordre symbolique et donc faisant abstraction d'un quelconque sens (ou signifié), une morphologie et une syntaxe. [à nous de lui trouver une sémantique qui réalisera le sens formel]

Or le langage du temps et tout particulièrement le temps musical, a un nombre infinitésimal de phonèmes temporels, dans la limite d'une micro-temporalité et d'une macro-temporalité au regard d'un continuum construit dans un champs perceptif raisonnablement humain.

Dans son essai *The Unreality of Time*<sup>2</sup> (1908), John Ellis McTaggart (1866-1925) distingue trois séries temporelles :

- une série A reliée aux prédicats Passé, Présent et Futur
- une série relative dite série B fondée sur les relations temporelles fondamentales d'antériorité, simultanéité et postériorité
- une série d'ordre événementiel et non-temporelle, la série C

Étant donné que le temps musical dans la tradition de la musique écrite est transmissible sous forme de notation symbolique (comprendre la « partition »), il nous paraît plus qu'évident que l'écriture du temps musical sous cette forme, se trouve en rapport direct avec la troisième série temporelle (C) de McTaggart, la notation de séries événementielles (ordonnées ou libres, voire « forme ouverte ») en soi, étant sans matérialité temporelle dans son essence propre d'écriture. Bien que la notation rythmique a trait à la temporalité de par la substance qu'elle renseigne, regroupant les dimensions temporelles de la durée, la métrique et le tempo, est-il possible de formuler symboliquement de manière la plus générique qu'il soit, toute structure temporelle à travers l'« intemporalité » de cette écriture même ? Autrement formulé, quel est l'appareil syntaxique possible permettant la manipulation d'objets de nature potentiellement temporelle en objets « temporisés », entendre par là, la manipulation, programmation, opérabilité, etc. des dits objets faisant partie intégrante du langage musical.

## 1.2 forme

Une fois la syntaxe que pourrait prendre ces objets temporels trouvée, est-il envisageable de lui adjoindre une sémantique et l'accorder dans un contexte

2. J Ellis McTAGGART. « The unreality of time ». In : *Mind* (1908), p. 457-474.

élargi aux autres dimensions musicales non-temporelles? Une fois cette sémantique trouvée, quelles sont les incidences sur le plan formel en regard du langage temporel utilisé, et quelles conclusions pourront être tirées sur le plan global d'une esthétique générale?

### 1.3 Quantification

Le passage du symbolique non-temporel à une symbolique temporalisée nécessite une symbolique adaptée selon sa destination; la lecture du temps calculé, en somme, son interprétation. Quelle stratégie sera la mieux adaptée pour cette transmission à partir d'un « hors-temps » au temps métronomique? Par quelle méthode de quantification, et selon quels critères? Quel est la « justesse » possible ne trahissant pas l'idée originelle de toute une structure formelle reposant sur une « idée » essentiellement temporelle?

## 2 Structure de la thèse

Cette thèse s'organise suivant 8 chapitres principaux accompagnés d'une partie introductive qui est la présente, et d'un chapitre de conclusions générales suivi de 3 annexes.

Les premiers trois chapitres sont consacrés à l'état de l'art :

- Le **Chapitre 1, *Forme, temporalité et perception*** porte sur l'état de l'art de la temporalité impliquant la forme dans son aspect compositionnel et perceptif.
- Le **Chapitre 2, *De quelques concepts et éléments fondamentaux de l'écriture du rythme et de sa notation*** présente plusieurs conceptions de l'écriture et de la notation de la durée, ainsi que la conceptualisation du domaine rythmique, qui nous semble les plus pertinentes, notamment celles des compositeurs tel que Messiaen, Cowell et Stockhausen, conclut par une section dédiée aux *Ensembles Rythmiques Périodiques*.
- Le **Chapitre 3, *De la quantification*** est une prospection à caractère générale portant sur les différentes méthodes de quantification rythmique les plus pratiquées.

Les cinq chapitres suivant abordent le concept d'*Unité Temporelle* qui se trouve au cœur de notre recherche :

- Le **Chapitre 4, *Les Unités Temporelles*** présente notre prospection quand à la conception, écriture et notation des *Unités Temporelles*.
- Consécutivement, dans le **Chapitre 5, *Objets temporels et « unité compositionnelle »*** nous aborderons le concept d'« unité compositionnelle » en regard des objets temporels que sont les *Unités Temporelles* même.
- Dans le **Chapitre 6, *La quantification par la sémantique ou de la transcription comme quantification*** nous aborderons la partie dédiée à la quantification symbolique.
- Le **Chapitre 7, *De l'esquisse à sa transcription : stratégies pour la quantification*** présente plusieurs exemples portés sur l'application de la quantification des *Unités Temporelles* dans divers contextes d'œuvres personnelles.

- Le **Chapitre 8**, *Pour une poésie temporelle* se démarque des autres chapitres dans le sens où il est question du point de vue artistique de l'auteur.

La **Conclusion** est un ensemble de réflexions générales sur notre concept d'*Unité Temporelle* et son emploi directe dans une esthétique potentielle du temps musical.

En annexe :

- L'**Annexe 1** présente l'ensemble des signes de la notation condensée utilisés.
- En **Annexe 2**, nous présentons la structure d'*arbres rythmiques* à partir d'un article dont on est le co-auteur <sup>3</sup>.
- Pour ne pas encombrer le corps de la thèse, les algorithmes servant au calcul de la représentation symbolique ont été reportés dans l'**Annexe 3**.

---

3. Carlos AGON, Karim HADDAD et Gérard ASSAYAG. « Représentation et rendu de structures rythmiques ». In : *Journées d'Informatique Musicale, 9th ed.*, Marseille (2002), p. 29-31.

## Chapitre 1

# Forme, temporalité et perception

*La forme : le mot, aurait pu dire Farry... Je puis penser à une autre citation. Webern se réfère à Hölderlin : vivre, c'est défendre une forme. Je m'estime seul responsable désormais pour ce que j'en déduis. Car je partirai de la réciproque : une forme, c'est défendre la vie ; ou, égocentrique : la forme, c'est défendre sa vie.*

- Pierre Boulez, *Points de repère*<sup>1</sup>

À partir de sa propre conception du temps musical, voire de la durée, qu'elle soit d'ordre pragmatique ou intuitive, en d'autres termes, fondée sur l'expérimentation et la perception, ou essentiellement théorique, construite à partir d'abstractions, le compositeur forge et développe principes et stratégies, établissant ainsi un rapport personnel à la forme musicale, devenant sa propre « vision » intime, et déduit ainsi, tout un répertoire formel qui lui est propre, à travers une rhétorique temporelle, qui dans les meilleurs des cas, devient empreinte d'une poïétique singulière. À travers Temporalité et Forme, concepts indissociables s'exprimant à travers un dispositif symbolique qui se trouve être l'écriture et la notation rythmique, nous aborderons dans ce chapitre des exemples marquants de ces deux conceptions qui seront suivit par un chapitre ultérieur d'un aperçu sur la mise en œuvre de ces concepts, à savoir, l'écriture temporelle.

### 1.1 De la forme

Dans le domaine analytique, Nicolas Meeus<sup>2</sup> relève deux définitions antinomiques de la forme musicale ; celle de Hugo Riemann, qui conçoit la forme musicale comme unitaire :

La forme est la coordination des différents éléments de l'œuvre d'art en un tout homogène. L'unité est la condition première de toute forme, elle l'est aussi de la forme musicale ; toutefois, elle n'atteint la plénitude de sa valeur esthétique que lorsqu'elle est la résultante des oppositions, des contrastes, des contradictions ou des conflits<sup>3</sup>.

Une autre conception opposée à celle-ci, considère plutôt la forme comme un agrégat d'éléments distincts. Toujours à partir du point de vue analytique et plus

1. Pierre BOULEZ. *Points de repère*. Collection Musique/Passé/Présent. Paris : Christian Bourgeois/Éditions du Seuil, 1985, p. 95.

2. Nicolas MEEUS. « De la forme musicale et de sa segmentation ». In : *Musurgia* (1994), p. 7-23.

3. HUGO RIEMANN et al. *Dictionnaire de musique*. Perrin, 1900, p. 423.

particulièrement herméneutique de la forme musicale comprise par Ian Bent<sup>4</sup>, Meeus la décrit ainsi :

Il [Ian Bent] précise en outre que, selon les points de vue analytiques, l'œuvre musicale peut être envisagée comme « (a) une « structure », un réseau clos de relations, plutôt qu'une somme de ses parties; (b) une concaténation d'unités structurelles; (c) un champ de données dans lequel on peut rechercher des régularités; (d) un processus linéaire; (e) une chaîne de symboles ou de valeurs émotionnelles »<sup>5</sup>

Dans un tout autre domaine, Claude Lévi-Strauss relève cette dualité par une critique des formalistes qui distinguent entre forme et contenu, les maintenant ainsi séparés. Car pour ces derniers « la forme seule est intelligible, et le contenu n'est autre qu'un résidu dépourvu de valeur signifiante »<sup>6</sup>. Comme structuraliste, Lévi-Strauss abolit cette hiérarchie en mettant sur le même plan forme et contenu, un point de vue qui se rapproche de celui de Bent :

Forme et contenu sont de même nature, justiciables de la même analyse. Le contenu tire sa réalité de sa structure et ce qu'on appelle forme est la « mise en structure » de structures locales, en quoi consiste le contenu<sup>7</sup>.

#### 1.1.1 « Penser la forme aujourd'hui ... »

Pierre Boulez reprendra la citation de Claude Lévi-Strauss dans *Penser la musique aujourd'hui*<sup>8</sup> ainsi que dans un texte rédigé pour une conférence portant sur la forme<sup>9</sup> et devant compléter le premier. Cette dualité entre forme et contenu, et l'importance de l'ascendance de l'une de ces structures sur l'autre, se trouve être une constante. Plus précisément, Boulez décrit l'articulation entre la *structure globale* qu'est la forme avec ses constituants, et les *structures locales* pouvant être, soit *statiques*, soit *dynamiques*. Boulez associe à cette dualité (entre la « *grande structure générale* » qui est la forme, et les *structures locales*), deux perspectives articulant ces structures entre elles : le point de vue morphologique et le point de vue syntaxique. Nous pouvons comprendre de ces deux perspectives comme étant pour la première, la *méthode d'engendrement* des *structures locales* et leur répartition vis-à-vis d'elles-mêmes. Quant au point de vue syntaxique, c'est la production, le *processus de mise en place* des *structures locales*. Ces deux principes morphologique et syntaxique constitueraient l'articulation symbiotique entre forme et son contenu.

C'est donc à partir des critères sélectifs que va s'établir la dialectique de succession ou d'enchaînement des structures locales, ces critères sélectifs étant déterminants pour l'incorporation des structures locales à la grande structure générale, ou *forme*.

Les *formants*, ou ensemble de critères sélectifs, sont donc seuls susceptibles d'engendrer, dans une grande structure, les points ou les champs remarquables qui permettent à une forme de s'articuler, aussi bien que la physionomie des points ou des champs ainsi articulés<sup>10</sup>.

4. Ian BENT. « with William Drabkin ». In : *Analysis*. New York : WW Norton (1987).

5. Nicolas MEEUS, « De la forme musicale et de sa segmentation ».

6. Claude LÉVI-STRAUSS. *Anthropologie structurale II*. Plon, 2014, p. 158.

7. *Ibid.*, p. 158.

8. Pierre BOULEZ. « Penser la musique aujourd'hui ». In : *Ed. Gonthier, Paris* (1963), p. 31.

9. Pierre BOULEZ. « Forme ». In : *Points de repère* (1981).

10. *Ibid.*, p. 87-88.

D'une manière plus générale, s'interrogeant sur la question formelle, et plus exactement sur la forme « ouverte » mise-en-œuvre dans sa *Troisième sonate pour piano*, dans *Sonate « que me veux-tu »*, Boulez évoque la fonction de la musique de la manière suivante :

C'est ainsi que la musique, à mes yeux, n'est pas uniquement destinée à « exprimer », elle doit prendre conscience d'elle-même ; devenir le propre objet de sa réflexion <sup>11</sup>.

Cette « réflexion » porte justement sur la question de la relation de la forme vis-à-vis du matériau et inversement.

Mais il reste une besogne considérable : repenser dans son entier la notion de forme. Il est bien évident qu'à un vocabulaire de plus en plus apériodique, asymétrique, à une morphologie d'évolution constante, on ne peut appliquer des critères formels à base de référence, sans leur faire perdre toute valeur, leur enlever toute cohérence. Cette tâche apparaît de plus en plus urgente : mettre les pouvoirs formels de la musique en parité avec la morphologie et la syntaxe : la fluidité de la forme doit intégrer la fluidité du vocabulaire <sup>12</sup>.

Examinons donc la conception particulière de la forme boulezienne telle qu'elle est développée dans *Penser la musique aujourd'hui* <sup>13</sup> à travers une lecture analytique de l'épistémologique de Louis Rougier (tout particulièrement dans son *Traité de la connaissance* <sup>14</sup>) que Boulez cite à maintes reprises dans son ouvrage. Cette conception « critique » s'articule autour de trois observations sur l'état de l'art de la composition musicale contemporaine, débouchant sur trois *principes logiques* (la *méthode*, le *procédé* et les *relations logiques*) s'articulant autour de la forme musicale :

La première observation de Boulez concerne la *méthode* :

Ordonner (dans le double sens du mot) le déroulement d'un certain ensemble de gestes – méthodiquement, empiriquement ou par l'intervention du hasard – n'est en rien leur donner la cohérence d'une forme <sup>15</sup>.

11. Pierre BOULEZ. « Sonate, que me veux-tu ? » In : *Perspectives of New Music* 1.2 (1963), p. 32.

12. *Ibid.*

13. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* ».

14. Louis ROUGIER. « *Traité de la connaissance* ». In : (1955).

15. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 28.



Boulez justifie ce propos à travers une citation translittérée de Louis Rougier<sup>16</sup> qui, dicit Boulez, pourrait servir « d'épigraphe à notre série d'étude »<sup>17</sup>. La citation reprise par deux fois à travers *Penser la musique aujourd'hui* conduisant au premier principe :

La méthode axiomatique permet de construire des théories purement formelles qui sont des réseaux de relations, des barèmes de déductions toutes faites. Dès lors, une même forme peut s'appliquer à diverses matières, à des ensembles d'objets de nature différente, à la seule condition que ces objets respectent entre eux les mêmes relations que celles énoncées entre les symboles non définis de la théorie<sup>18</sup>.

Boulez ajoute à propos de cet « énoncé » qu'il lui paraît « *fondamental pour la pensée musicale actuelle* », d'où la deuxième observation :

Ainsi se trouve posée la question fondamentale : fonder des systèmes musicaux sur des critères exclusivement musicaux – et non passer, par exemple, de symboles numériques, graphiques ou psychophysologiques à une codification musicale (sorte de transcription) sans qu'il y ait de l'une aux autres la moindre *notion* commune<sup>19</sup>. [...]

Si la première observation concernait la *méthode*, la deuxième portera sur le *procédé*. Elle sera appuyée par une autre citation, celle du géomètre Moritz Pasch extraite de ses conférences *Vorlesungen über die neuere Geometrie*<sup>20</sup> transmise et traduite par Rougier même<sup>21</sup> où Boulez établit un parallèle entre la praxis de la géométrie et celle de la composition musicale et le deuxième principe formel :

Si la géométrie veut devenir une science déductive, il faut que ses procédés de raisonnement soient indépendants de la signification des notions géométriques, comme ils sont indépendants des figures ; seules les relations imposées à ces notions par les postulats et les définitions doivent intervenir dans la déduction<sup>22</sup>.

16. À propos de l'origine exacte de cette citation de Rougier et de la plupart des citations empruntées aux sciences dans *Penser la musique aujourd'hui*, lire l'excellent article de François Nicolas *L'intellectualité musicale de Pierre Boulez et ses enjeux théoriques* (François NICOLAS. « L'intellectualité musicale de Pierre Boulez et ses enjeux théoriques ». In : *La pensée de Pierre Boulez à travers ses écrits : Actes du colloque tenu à l'École Normale Supérieure les. T. 4. 2009*, p. 17-62). La citation se rapprochant le plus à celle de Rougier apparaît dans deux ouvrages de ce dernier :

Ce que l'on perd ainsi en détermination, on le gagne en généralisation. Puisque la vérité des propositions que l'on déduit est indépendante de l'interprétation des notions premières sur lesquelles on raisonne, une théorie déductive à caractère purement formel, indépendant de la matière à laquelle on l'applique. *C'est une sorte de schème logique, un barème de déductions toutes faites, qui peuvent s'appliquer aux objets matériellement les plus divers*, pourvu que ceux-là vérifient les relations énoncées, dans les propositions premières, entre les symboles non définis de la théorie (Louis ROUGIER. « La Structure des théories deductives ». In : [1922], p. 68) et (Louis ROUGIER. « La philosophie géométrique de Henri Poincaré ». In : [1922], p. 16).

17. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 28.

18. *Ibid.*, p. 28-29 et p. 93.

19. *Ibid.*, p. 29.

20. Moritz PASCH. *Vorlesungen über die neuere Geometrie : Mit einem Anhang von Max Dehn : Die Grundlegung der Geometrie in historischer Entwicklung*. T. 23. Springer-Verlag, 2013.

21. La traduction se trouve dans le *Traité de connaissance* de Rougier (Louis ROUGIER, « *Traité de la connaissance* », p. 335)

22. *Ibid.*, p. 335.

Ce deuxième principe consisterait à ce que le *procédé* soit défini par les *relations* et les *définitions* que l'on pourrait établir entre les *notions énoncées* à travers un *raisonnement* qui serait toujours *indépendant des objets sur lesquels on raisonne*<sup>23</sup>.

La troisième observation porte sur la conséquence qu'exigent la *méthode* et le *procédé* :

Choisir les notions primitives en fonction de leurs spécificités et de leurs relations logiques apparaît comme la première réforme à apporter d'urgence dans le désordre actuel<sup>24</sup>.

Le troisième principe s'articulera donc sur les *relations logiques* fondé sur les formulations des deux premiers principes dont la mise en relation comme Lévi-Strauss l'évoque est une « mise en structure » de la *forme* et du *contenu* à condition que « ces structures se soumettent aux principes de logique formelle »<sup>25</sup>.

C'est ainsi qu'à travers une volonté d'*axiomatiser la pensée musicale*<sup>26</sup>, que la forme boulezienne procède par déductions et décisions stratégiques et non par une démarche programmatique et calculée au préalable ou bien d'un calcul statistique ou aléatoire<sup>27</sup>. Boulez s'inspire de la théorie déductive de Rougier comme « méthode » compositionnelle, ou « stratégie » comme la nomme Boulez, cette dernière responsable de la genèse de la forme boulezienne articulée autour de l'organisation « déductive » du matériau<sup>28</sup>.

Hugues Dufourt en parlant de *la technique et l'esthétique chez Boulez* décrit la conception de la forme chez Boulez ainsi :

23. Pierre BOULEZ, « Penser la musique aujourd'hui », p. 29.

24. *Ibid.*, p. 30.

25. *Ibid.*, p. 31.

26. cf. Daniel PARROCHIA. *Philosophie et musique contemporaine : ou Le nouvel esprit musical*. Editions Champ Vallon, 2016, p. 111

27. Boulez restera fidèle à cette démarche tout au long de sa pratique de compositeur. Bien plus tard, à travers son enseignement au Collège de France, et de manière plus générale et explicite, il reviendra sur l'importance de la pensée déductive quand au rapport à l'invention musicale :

[...] le métier consiste en grande partie dans l'apprentissage de la déduction, par rapport à l'histoire d'abord, par rapport à soi-même ensuite, lorsqu'on se voue exclusivement à sa propre invention. L'imagination est l'intuition de cette déduction, déduction qui peut s'effectuer à travers des délarches quelquefois longues, pénibles, et qui a besoin de s'élaborer pour devenir réalité (Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ. *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*. C. Bourgeois, 1989, p. 52).

28. On retrouve dans le *Traité de la connaissance* de Rougier une description détaillée de l'apport des théories non-euclidiennes conduisant « à considérer la géométrie comme un système hypothético-déductif, c'est-à-dire fondé non sur l'évidence des principes, mais sur le lien de dépendance logique entre les théorèmes et les propositions admises comme axiomes. » (Louis ROUGIER, « *Traité de la connaissance* », p. 329) :

- I La nécessité des théorèmes ne dérive pas de celles des principes propres (axiomes), mais de celle des règles logiques de la déduction.
- II Il n'y a pas de propositions indémontrables par nature, ni d'ordre absolu dans les propositions qui composent une discipline comme la géométrie.
- III Les règles de la déduction n'ont pas pour office de propager l'évidence des axiomes à leurs conséquences éloignées, mais de montrer leur dépendance logique.
- IV Il n'y a pas de propositions « vraies en soi ». Les axiomes d'une théorie non formalisée sont traités comme des hypothèses, ceux d'une théorie formalisée comme des fonctions propositionnelles qui ne sont ni vraies ni fausses et les théorèmes ne sont formellement vrais que conditionnellement.

Pour lui la forme, et donc l'ensemble de la production des différences, ne résultent pas d'une confrontation passive à la prééminence préalablement décidée d'un modèle global. La forme se conçoit au contraire comme une sorte de reprise, ou de réajustement instantané du faisceau des conditions. L'articulation de la rationalité compositionnelle à l'esthétique de la forme s'effectue à travers cette relation très particulière de la structure au temps <sup>29</sup>.

Sans doute, cette « *esthétique de la forme* » a conduit Boulez vers l'œuvre ouverte <sup>30</sup>, que l'on retrouve tout particulièrement dans sa *Troisième sonate pour piano*, qui comme le décrit Dufourt toujours dans son article *de Schoenberg à Boulez* où « *la signification mixte que Boulez donne à la forme* », à savoir une dynamique d'un formalisme se redéfinissant lui-même au fur et à mesure du processus de création, comme « *d'un labyrinthe, d'un entrelacs, d'une trame de plus en plus dense à mesure qu'elle avance sur le chemin de son aboutissement* <sup>31</sup> ».

### 1.1.2 Le matériau et la forme

De l'idée musicale, au matériau et enfin à la forme, c'est le chemin que Anton Webern avait élu pour réaliser une finalité de l'œuvre musicale en tant que telle. En posant la question « *Quel est le matériau de la musique* <sup>32</sup> ? » et cheminant vers la certitude que ce dernier est « *indispensable pour créer une forme musicale* <sup>33</sup> », pour lui, c'est bien le matériau qui détermine la forme. Cette évidence est inscrite dans ses œuvres, et tout particulièrement dans la *Symphonie Opus 21* (notamment le premier mouvement), le *Konzert Opus 24* et le *Streichquartett Opus 28* où la série comme matériau sera le garant de la cohérence formelle tant recherchée par le compositeur (« *Développer l'ensemble à partir d'une Idée musicale ! Voilà la plus forte cohérence* <sup>34</sup> [...] »).

La structure interne d'une série est décisive en ce qui concerne le développement de ses pouvoirs organisateurs; il convient donc de ne pas la laisser au hasard, et de prévoir, au contraire, en quel sens précis ils se déploieront <sup>35</sup>.

L'importance du matériau et son rapport à la forme sont tels que le premier finit par déterminer le second, soit dans l'immédiateté tel que le conçoit Webern,

V Les notions sur lesquelles reposent les théories déductives ne sont pas des idées éternelles, mais des symboles non-définis susceptibles de recevoir les interprétations les plus diverses pourvu que ces interprétations respectent les relations logiques énoncées entre ces symboles qui déterminent leur règles d'emploi.

VI Les idées ne préexistent pas aux propositions qui les explicitent, mais ce sont nos libres conventions qui les créent suivant les besoins de la pratique ou les commodités de la théorie.

VII Elles ne sont pas découvertes, mais créées par l'esprit humain.

VIII Il n'y a pas d'idées premières par nature correspondant au Catalogue des idées simples de Leibniz (Louis ROUGIER, « *Traité de la connaissance* », p. 330).

29. Hugues DUFOURT. « De Schoenberg à Boulez : Logique et dialectique de la création musicale ». In : *Esprit* (1940-) 99 (3 (1985), p. 21-36, p. 33.

30. cf. L'ouvrage de Umberto Eco *L'œuvre ouverte* (Umberto Eco. « L'œuvre ouverte, Coll ». In : *Pierres vives*, éd. du Seuil, Paris [1965]) et celui de Jean-Yves Bosseur *L'œuvre ouverte, d'un art à l'autre* (Jean-Yves BOSSEUR. *L'œuvre ouverte, d'un art à l'autre*. Minerve, 2013)

31. Hugues DUFOURT, « *De Schoenberg à Boulez : Logique et dialectique de la création musicale* », p. 31.

32. Anton WEBERN. *Chemin vers la nouvelle musique*. J. Clattès, 1980, p. 49.

33. *Ibid.*, p. 49.

34. *Ibid.*, p. 94.

35. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 78.

ou par déduction, comme on l'a déjà vu chez Boulez privilégiant le rôle de la mémoire du matériau au sein de la forme même :

la conception de la forme en général, et encore plus de la grande forme, est en effet basée sur la mémoire rassurée et la mémoire déjouée, c'est-à-dire sur la notion de retour et celle de variation. J'aimerais, à ce propos, développer une conception de la forme à laquelle je suis de plus en plus attaché, et qui inclut retour et variation dans un même élan[...]

Comment résoudre alors ce problème de l'adéquation entre l'invention elle-même, source de toute entité thématique, et la conséquence formelle<sup>36</sup> ?

On peut interpréter la question posée plus précisément par Boulez, comme portant sur l'articulation entre l'imaginaire musical (processus, matériaux, etc.) et la conséquence formelle, à savoir, existe-t-il une causalité entre ces deux dimensions, une causalité directe, ou indirecte. Certes, les réponses portant sur la relation processus/matériau existent bien, cependant, et cela est toujours observé localement, elles ne portent pas sur la grande résultante qui est la forme, le processus, le fragment ne constituant qu'un fragment de celle-ci. Cette interrogation se trouve être la plus fondamentale et porte en réalité sur la conduite temporelle des objets musicaux (*matériau*) compris à travers leur répétition (*retour*) et leur transformation (*variation*).

Dans le même esprit, Brian Ferneyhough comprend la *figure* comme une idée élaborée d'un matériau sériel (ou pas), résultant d'un complexe déjà formé par la nature intrinsèque du matériau même. C'est à travers la figure, son « énergie musicale » et les « lignes de force » qu'elle déploie, qu'il est possible selon Ferneyhough, « de résoudre des séries entières de problèmes face à la composition musicale, et en particulier ce qui concerne la relation entre le style musical et la perception d'une énergie discursive et donnant naissance à la forme<sup>37</sup> », l'idée de la *figure* selon le compositeur, est « comprise comme une reformulation constructive du geste, elle est porteuse de forme.

À titre d'exemple, le compositeur propose une série de rythmes composée de brèves et de longues, des *figures* rythmiques en quelque sorte, portant en soi un potentiel sémantique montrant clairement « qu'il y a déjà là quelques lignes de forces qui sont à l'œuvre<sup>38</sup> », une « perspective » ouvrant un « potentiel de transformation » un champ formel à exploiter.

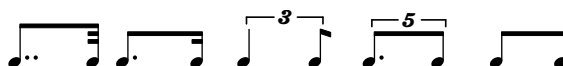


FIGURE I.I: Matériau/modèle de potentiel de transformation<sup>39</sup>

36. Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 273-274.

37. Brian FERNEYHOUGH. « Il tempo della figura ». In : *Entretiens*, n° 3 (1987), p. 127-136, p. 127.

38. *Ibid.*, p. 133.

39. *Ibid.*, p. 133

Ces « modèles (patterns) » pouvant « opérer juste en-dessous de la surface pour prendre le rôle de modèles ordonnateurs, opposés aux objets concrètement présents, nous sentons une profondeur de perspectives supplémentaire, qu'un tel déplacement rend possible <sup>40</sup> ».

FIGURE 1.2: Variations sur le modèle donné dans la Figure 1.1 <sup>41</sup>

La formalisation du matériau ici prend divers modes, de renforcement ou diversion, distorsion des lignes de forces, etc. amenant une vision kaléidoscopique et multidimensionnelle du matériau à l'œuvre résultant dans une forme issue de l'énergie musicale du matériau même, une polyphonie sémantique protéiforme, une « re-différenciation [...], à travers une définition liée au contexte [...] <sup>42</sup> » à l'intérieur de la géographie de la forme même en devenir.

Nous avons vu ici, que pour le compositeur, le matériau n'est jamais une « chose » neutre. Il préforme, impose, ou tout du moins détermine une certaine idée de la forme, si ce n'est sa totalité. Mais qu'en est-il de la forme en soi et son rapport évident avec sa propre temporalité. Afin d'éclaircir ce terrain, il nous faut donc ouvrir la quête sur un autre plan, plus général que celui exclusivement musical, celui de l'art.

### 1.1.3 « Werk ist Weg »

Dans ses écrits théoriques rassemblées dans *La pensée créatrice* <sup>43</sup>, Paul Klee bien avant Boulez, affirmait déjà la forme comme étant l'exercice même de sa propre genèse. « Werk ist Weg » dit Paul Klee <sup>44</sup>, « l'œuvre est le chemin d'elle-même » traduit Henri Maldiney :

« La genèse comme mouvement à la fois formel et formateur, dit Paul Klee, est l'essentiel de l'œuvre ». Il n'y a donc pas d'œuvre « faite », mais seulement « se faisant ». Les formes en leur genèse non seulement configurent leur espace mais elles le configurent temporellement. Les chemins de la forme sont des « chemins qui marchent » ou des courants sans rives. Loin d'être un vecteur, repérable et calculable

40. Brian FERNEYHOUGH, « Il tempo della figura », p. 133.

41. *ibid.*, p. 134

42. *ibid.*, p. 133.

43. Paul KLEE. « La Pensée créatrice, trad. Sylvie Girard, Dessain et Tolra, Paris, 1973 ». In : *Théorie de l'art moderne* (1964).

44. Paul KLEE. « Das bildnerische Denken, ed ». In : *J. Spiller, Basilea, Schwabe* (1956), p. 17.

par rapport à un système de référence permanent, une forme esthétique crée son système de référence à chaque instant décisif de son autogenèse. Une forme, une œuvre fonctionnent comme un monde. Elles ne sont pas dans l'espace et le temps ; mais – comme ils sont dans le monde – l'espace et le temps sont en elles <sup>45</sup>.

Dans son interrogation « *Est-ce donc la forme qui fait le style ?* », Henri Maldiney affirme cette interdépendance ontologique entre forme et rythme, et corrobore la vue structuraliste de Lévi-Strauss et celle de Boulez :

Avant de répondre il faut s'entendre sur la forme. La volonté d'art qui fait le style des œuvres n'est pas dirigée vers un système de formes constituées. Une forme n'est rien en soi. Une forme n'est pas, elle existe. Elle ne fait pas nombre avec les autres éléments. Elle est la voie de leur mise en œuvre. Là où elle est formule, modèle, élément objectif d'un répertoire, il n'y a pas d'art, mais danse de squelettes, non de vivants. La forme est le rythme du matériau, qui accède par là à une existence inédite ; et ce rythme exige une certaine technique de rencontre (agressivité et sympathie surmontées) avec la matière à transformer. Le rythme n'est pas de l'ordre des éléments fondateurs. Mais il n'est rien sans eux. Ni eux sans lui ne sont des éléments rythmiques (dotés par exemple d'un autre rythme rémanent). Il les transcende à travers eux <sup>46</sup>.

« La forme est le rythme du matériau » affirme Maldiney, qu'il soit monolithique et constituant un tout, ou hétérogène résultante d'un ensemble de plusieurs matériaux, rejoignant la dualité de la nature des *structures locales* pouvant être *statiques* ou *dynamiques* comme le conçoit Boulez. Quoiqu'il en soit, son fondement se trouve être le rythme, et tout particulièrement dans le domaine musical, ce dernier reposant sur la temporalité structurante de ses parties constituantes. Par conséquent, pour aborder la forme, il faut nous tourner vers le temps musical. Nous examinerons ainsi quelques conceptions portant sur le temps musical en rapport avec la forme, de quelques compositeurs où cela nous paraîtrait évident, explicitant ainsi notre propos qui veut que toute forme à priori soit d'ordre temporel, et toute temporalité est en soi productrice de formes, l'essence même d'un discours musical fondé sur la polyphonie, pour aussi réitérer encore une fois ce que l'on a déjà cité ci-haut d'après Henri Maldiney : « *Une forme n'est rien en soi. Une forme n'est pas, elle existe.* <sup>47</sup> ».

## 1.2 De la temporalité

La forme en soi, et surtout la forme musicale, « est », avant tout, temporelle. Dans la méditation quasi onto-théologique de Maldiney portant sur la forme, le chemin mène à une autre question, celle de sa propre dimension, la temporalité.

[...] *une forme est son propre discours*. En elle genèse, apparition, expression coïncident. Sa constitution est inséparable de sa manifestation et sa signification est une avec son apparaître. Entre elle et nous aucune interprétation. L'acte par lequel une forme se forme est aussi celui par lequel elle nous informe. Notre perception significative d'une forme

45. Henri MALDINEY. « L'esthétique des rythmes ». In : *loc. cit.* (1973), p. 151, p. 11.

46. *Ibid.*, p. 17.

47. *Ibid.*, p. 17.

n'a d'autre structure que sa formation. Cela veut dire qu'une forme s'explique elle-même en s'impliquant elle-même. D'où – en nous limitant à sa dimension temporelle – le temps impliqué d'une forme, ou d'un rythme générateur de formes, coïncide avec son temps expliqué<sup>48</sup>.

Nous aborderons ici quelques conceptions marquantes de l'écriture du temps, du rythme et de la durée.

### 1.2.1 Remarques sur la conception temporelle chez Olivier Messiaen

Autant Olivier Messiaen nous livre avec une sincérité sa vision sur l'aspect formel du temps musical, autant il reste vague et imprécis sur le plan théorique quant à ses sources. Néanmoins, son traité *Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie*<sup>49</sup>, reste un témoignage unique, tant sur le plan didactique, que sur le plan de sa recherche personnelle qui marquera toute une génération de compositeurs dont la plupart étaient ses propres élèves.

À partir d'une argumentation dans la partie A de son traité, (*Temps et Éternité*<sup>50</sup>), se reposant sur des textes bibliques, O. Messiaen différencie le Temps de l'Éternité, en le définissant antithétiquement comme l'opposé à l'infini hypothétique du temps sans fin, comprendre par là l'éternel.

Temps et éternité sont deux mesures de durée absolument différentes<sup>51</sup>.

Cependant, cette définition nous semble peut satisfaisante quant à une approche de la temporalité en tant que telle. Hans Georg Gadamer, dans *Vérité et méthode* abordant la question de la temporalité esthétique souligne :

L'intemporalité n'est d'abord rien d'autre qu'une détermination dialectique qui s'élève sur la base de la temporalité<sup>52</sup>.

Plus loin le même auteur commente :

Seule une théologie biblique du temps, dont le savoir procéderait non du point de vue de la compréhension humaine de soi, mais de la révélation divine, pourrait parler d'un « temps sacré » et légitimer théologiquement l'analogie entre l'intemporalité de l'œuvre d'art et ce « temps sacré ». Faute d'une telle légitimation théologique, parler de temps sacré, c'est manquer le véritable problème, celui de la temporalité de l'œuvre d'art et non de sa soustraction au temps<sup>53</sup>.

Dans la partie B, *Philosophie de la durée : durée vécue, temps structuré*, Messiaen s'inspirant de Bergson (repris par ailleurs plus tard par Husserl), dégage les principes élémentaires de la perception de la durée dans sa temporalité propre<sup>54</sup> :

48. Henri MALDINEY, « *L'esthétique des rythmes* », p. 15.

49. Olivier MESSIAEN, *Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie* : (1949-1992) : en sept tomes. T. 1. A. Leduc, 2002.

50. *Ibid.*, p. 7.

51. *Ibid.*, p. 7.

52. Hans GEORG GADAMER et al. *Vérité et méthode : les grandes lignes d'une herméneutique philosophique : édition intégrale revue et complétée par Pierre Fruchon, Jean Grondin et Gilbert Merlio*. Seuil, 1996, p. 139.

53. *Ibid.*, p. 139-140.

54. Olivier MESSIAEN, *Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie* : (1949-1992) : en sept tomes, p. 10.

- (a) *Sentiment de la durée présente.* Loi : dans le présent, plus le temps est rempli d'événements, plus il nous paraît court - plus il est vide d'événements, plus il nous paraît long.
- (b) *Appréciation rétrospective du temps passé.* Loi inverse de la précédente : dans le passé, plus le temps était rempli d'événements, plus il nous paraît long maintenant - plus il était vide d'événements, plus il nous paraît court maintenant <sup>55</sup>.

À la fin de ce chapitre, O. Messiaen expose un tableau récapitulatif de cette opposition

<i>Durée vécue</i>	<i>Temps structuré</i>
<i>La durée est concrète.</i> (évaluée par rapport à nous - elle se confond avec la succession de nos états de conscience)	<i>Le temps est abstrait.</i> (tel un cadre vide, dans lequel nous rentrons le monde et nous-mêmes)
<i>La durée est hétérogène.</i> (tantôt rapide, tantôt lente - avec mille nuances de tempo, une prodigieuse variété de lenteurs et de vitesse différentes)	<i>Le temps est homogène.</i> (toutes ses parties sont identiques)
<i>La durée est qualitative.</i> (dépendante de notre nature - non mesurable)	<i>Le temps est quantitative.</i> (mesurable, nommé - relatif aux phénomènes qui servent à sa mesure : si ces phénomènes changent, notre structuration du temps change avec eux)
<i>La durée est subjective.</i> (en nous)	<i>Le temps est objective.</i> (hors de nous)

TABLE 1.1: Tableau synoptique des différentes qualités du Temps et de la Durée.

L'essence du rythme pour Messiaen, serait le découpage du Temps et celui de la durée <sup>56</sup>. Encore une fois, sur le rapport entre rythme et durée, O. Messiaen citera Maurice Emmanuel <sup>57</sup>, « *Le rythme en musique est l'organisation de la Durée* ».

Le formalisme chez Messiaen prend source dans cette « organisation » de la durée, comme on pourrait en témoigner dans ses *Quatre études de rythme*, ainsi que dans la plus part de son œuvre, comme *le livre d'orgue*, *les vingt regards de notre seigneur Jésus Christ*, *le catalogue des oiseaux*, etc. et notamment dans son *Quatuor à la fin du temps*.

D'un autre côté, la méthode de Messiaen consiste à combiner et à re-combiner les matériaux (hauteurs/rythmes) en les préservant tels quels et en gardant leurs processus respectif séparés. On peut montrer

<sup>55</sup>. Plus loin, Messiaen précisera à propos de ces définitions, qu'elles sont d'Armand Cu villier sans précisions exactes de la source de l'ouvrage précis, mais très probablement, doivent être issus d'extraits de cours de philosophique de cet auteur même.

<sup>56</sup>. OLIVIER MESSIAEN, *Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie : (1949-1992) : en sept tomes*, p. 40.

<sup>57</sup>. Citation non vérifiable, et n'existe pas dans (MAURICE EMMANUEL. *Histoire de la langue musicale*. T. 1. H, Laurens, 1911)



plusieurs analogies de ce procédé, ressemblant à l'art de la mosaïque ou la construction d'un vitrail ; Dans le domaine musical, l'exemple le plus proche, n'est pas celui de Machault<sup>58</sup>, mais plutôt plus contemporain, celui de Stravinsky, célèbre pour ses structures en blocs formels. Dans sa propre analyse de la technique rythmique du *Sacre du printemps* de Stravinsky, Messiaen trouve que Stravinsky procède ici en utilisant un processus mesure par mesure, et confirma lui-même ce processus en l'utilisant dans sa propre pensée musicale<sup>59</sup>.

Un exemple pouvant illustrer ce propos se trouve dans le premier mouvement du *Quatuor pour la fin du temps*. Dans *Liturgie de cristal*, où le rôle de la composition par « blocs » formels nous paraît bien évident notamment dans les parties de violoncelle et piano, où des « blocs » rythmiques se trouvent répétés simultanément et d'une façon asynchrones tandis que le violon et la clarinette exposent des chants d'oiseaux eux aussi organisés en « blocs » et sont variés au fur et à mesure créant l'illusion d'une libre improvisation.

Dans la partie de violoncelle utilisant le principe du rythme non-retrogradable<sup>60</sup>, Messiaen construit ingénieusement un rythme non-retrogradable à partir de deux « blocs » de rythmes non-retrogradables concaténés et permutés circulairement de 9 termes ( $\sigma = 9$ ) :



FIGURE 1.3: Rythme non-retrogradable de la partie de violoncelle de *Liturgie de cristal*

À partir du principe de l'isorythmie<sup>61</sup>, Messiaen utilise un *ostinato* de 5 notes (la *color*) pour ces 15 valeurs rythmiques :

58. Messiaen rapproche son écriture dans son *Quatuor pour la fin du temps* à celle de Machault dans son utilisation de ligne rythmique dissociée et répétée (la *talea*), associée à un séquence de hauteurs répétées (la *color*) elle aussi itérée mais d'inégale longueur. L'isorythmie était une technique largement utilisée chez les polyphonistes de l'*Ars Nova* tel que Guillaume Machault et surtout de Guillaume Dufay.

59. Anthony POPE. *Messiaen, Quatuor pour la fin du temps*. Cambridge Univ Pr, 1998, p. 76-77 « Messiaen's method of combination and recombination, on the other hand, normally keeps the materials themselves intact and conceptually separate. Various analogies to this practice may be offered, such as mosaic-work or the construction of a stained-glass window ; in music, the closest precedent is probably not Machault at all but the much more recent example of Stravinsky, whose music is famous for its block-like formal structures. In his own analysis of Stravinsky's rhythmic working in *The Rite of Spring*, Messiaen found this principle to operate at a bar-by-bar level, and he acknowledged its influence on his own musical thought ».

60. cf. Olivier MESSIAEN. *Technique de mon langage musical*. T. I. A. Leduc, 1944, Chap. V, p. 12

61. À propos d'isorythmie, voir (Albert SEAY. *La musique du Moyen Âge*. 1988, p. 192) et (Françoise FERRAND et Olivier CULLIN. *Guide de la musique du Moyen Âge*. Fayard, 1999, p. 471)

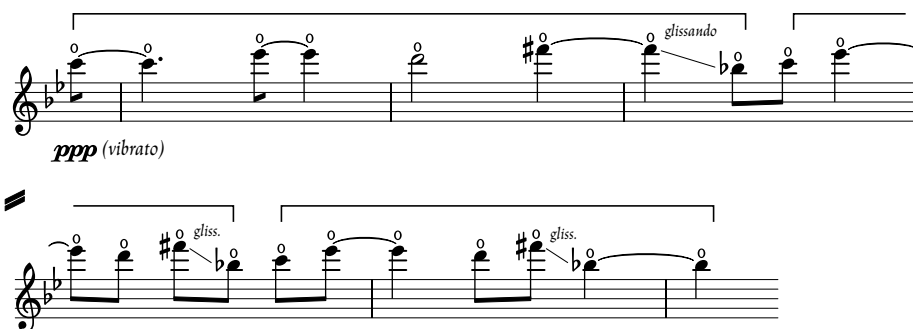


FIGURE 1.4: Isorythmie de la partie de violoncelle de *Liturgie de cristal*

Inversement, la *color* de la partie de piano au nombre de 29 accords est plus longue que celle de la *talea* comportant 17 valeurs<sup>62</sup>.

Bien que Messiaen décrit sa technique utilisée concernant la partie du piano comme « pédale rythmique<sup>63</sup> », il s'agit bien là encore une fois, d'une technique issue du motet isorythmique que l'on rencontre chez Dufay et Machault et à la pratique de la majorité de l'école de l'Ars Nova où justement comme évoqué plus haut, utilise une dissociation de deux répétition des hauteurs (la *color*) et le rythme (la *talea*). Ce qui est à retenir, dans les deux cas, c'est l'agencement en « blocs » interdépendants et synchrones, (indépendants de point de vue des matériaux hauteurs/unités-rythmiques, et synchrone par rapport à leur mises en temporalité).

62. Cette dernière n'est pas écrite en rythme non-retrogradable, mais composée à partir d'une combinaison de deux modèles de modes rythmiques hindou (cf. (Olivier MESSIAEN, *Technique de mon langage musical*, p. 18)

63. cf. Olivier MESSIAEN et al. *Quatuor pour la fin du temps*. Musidisc, 1991, Préface, p. II

## I. Liturgie de cristal

The image displays the first six measures of the musical score for 'Liturgie de cristal' by Olivier Messiaen. The score is arranged in four systems. The first system includes Violin, Clarinet in B-flat, and Viola. The Violin part is marked 'Bien modéré, en poudrolement harmonieux' and '(comme un oiseau)'. The Clarinet part is marked 'p expressif' and '(comme un oiseau)'. The Viola part is marked 'ppp (vibrato)'. The second system includes Piano and Viola. The Piano part is marked 'pp legato (très enveloppé de pédale)' and 'A Bien modéré, en poudrolement harmonieux (♩ = 54 environ)'. The Viola part continues with 'glissando' markings. The third system includes Violoncelle, Clarinet, and Piano. The Violoncelle part is marked 'vers la pointe)'. The Clarinet part is marked 'glissando'. The Piano part continues with 'glissando' markings. The fourth system includes Piano and Viola. The Piano part continues with 'glissando' markings. The Viola part continues with 'glissando' markings.

FIGURE 1.5: Les six premières mesures de *Liturgie de cristal* (Olivier MESSIAEN. *Quatuor pour la fin du temps*. 1942, Durand S.A, Editions Musicales).

Pour se rendre compte, nous avons « transcrit » le début de la partition (cf. **Figure 1.5**) en notation symbolique sous forme de « blocs-mesures » et ce, pour dégager l'articulation de la polyphonie qui pourrait être « noyée » par la carrure régulière de la métrique telle que l'a notée Messiaen. Il est évident, qu'une telle métrique régulière se justifie par la volonté du compositeur de garantir une exécution rigoureuse.

À travers cette notation (cf. **Figure 1.6**), la structure se révèle être plus explicite que celle notée dans une métrique de 3/4, en soulignant d'une part la structures des différentes entrées du matériau thématique notamment celui du violon et de la clarinette qui se veut être « improvisé », mais ne l'est guère, tout au contraire, bien calculé de point de vue entrés, comme par exemple la première intervention du violon entrant après 33 unités de double croches, la moitié de la durée thématique du rythme (*talea*) du violoncelle qui a une durée de 33  $\text{♩}$  (*Tempus* de  $\frac{33}{8}$ ). D'autre part, les *Tempus*<sup>64</sup> ainsi révélés par cette notation indique bien toutes les durées des motifs qui se trouvent avoir une prédominance de nombre premier cher

64. Nous employons le terme *Tempus* emprunté à la théorie rythmique du XIV<sup>e</sup> siècle (cf. (Philippe DE VITRY. « Ars Nova, edd. G. Reaney, et al ». In : *Corpus Scriptorum de Musica* 8 [1964], chap. XVI) et (Johannes TINCTORIS. *Joannis Tinctoris Tractatus de musica*. Lefebvre-Ducrocq, 1875, p. 127)) désignant le chiffre métrique communément désigné par chiffre rythmique.

à Messiaen <sup>65</sup>. Il est certain que cette transcription n'est pas destinée à l'interprétation ou du moins pas pour les interprètes de nos jours mais uniquement par souci de clarté de la structure formelle de ce fragment.

The image shows a musical score for the first nine measures of 'Liturgie de cristal' by Olivier Messiaen. The score is presented in a symbolic notation style, organized into two systems of staves. The first system includes parts for Violin, Clarinet in Sib, Violoncelle, and Piano. The second system includes parts for Violon, Clarinet, Violoncelle, and Piano. The notation uses various symbols to represent musical elements such as dynamics (e.g., *ppp*, *fp*, *p*, *ff*), articulation (e.g., *glissando*, *staccato*), and phrasing (e.g., *legato*, *très enveloppé de pédales*). The score is written in a complex, multi-measure format, with many notes and rests represented by symbols and lines.

FIGURE 1.6: Transcription des neuf premières mesures de *Liturgie de cristal* en notation symbolique propre aux *Unités Temporelles*.

65. Olivier MESSIAEN et al., *Quatuor pour la fin du temps*, p. II.

### 1.2.2 Temps lisse, temps strié : le temps boulezien

Dans *Penser la musique aujourd'hui* dans la section *Quant à l'espace*<sup>66</sup>, le principe qui se dégage en premier lieu est axé sur les notions d'*espaces lisses* et d'*espaces striés*. Ces espaces étant tour à tour des espaces formels et des espaces plus spécifiquement centrés sur le matériau même. En partant des espaces lisses et striés, Boulez projette cette conception essentiellement construite autour de la notion sérielle de l'organisation des hauteurs dans le domaine de la durée, dégageant ainsi les notions de *temps lisse* et de *temps strié* à partir de ces espaces en passant par les notions intermédiaires de *temps amorphe* et de *temps pulsé*.

C'est là où je voulais en venir finalement, à cette définition des opérations qui constituent le temps lisse et le temps strié : dans le temps lisse, on occupe le temps sans le compter ; dans le temps strié, on compte le temps pour l'occuper. Ces deux relations me paraissent primordiales dans l'évaluation théorique et pratique des structures temporelles ; ce sont les lois fondamentales du temps en musique<sup>67</sup>.

La pensée « axiomatique » boulezienne à la base de son entendement du sérialisme reposant sur la hiérarchie et le « contrôle » des systèmes en premier lieu celui des hauteurs, se propagera sur les autres paramètres. Boulez abordera tout au long de *Penser la musique aujourd'hui* avec une constance méthodique, la problématique du temps, de la durée et du rythme, une fois la problématique des hauteurs exposée. Il observera tout au long de son ouvrage un ordre hiérarchique se déclinant ainsi : hauteurs, durées, intensités, timbre<sup>68</sup>, s'agissant très certainement, et ce pour une raison pragmatique, qui est celle du facteur d'erreur, ou plutôt de la précision. Pour Boulez, le *champs* des hauteurs est celui qui est le plus précis, le plus fiable quand à la marge d'erreur d'exécution parmi les autres paramètres cités :

Une hauteur étant écrite, le champ où elle se produira réellement lors d'une exécution est excessivement restreint, presque nul le risque d'erreur ; avec les durées, le champ s'élargit d'autant que s'accroît la marge d'erreur ; quant aux dynamiques, elles interviennent pratiquement toujours dans un champ assez large, hors de toute précision absolue<sup>69</sup>.

Ce report structurel de concepts appliqués à des domaines multiples (hauteurs, durées, intensités, etc.), cette volonté d'*axiomatiser* la pensée musicale (cf.<sup>70</sup>) est justifiée par la citation de Rougier (déjà citée au préalable), tient lieu de généralisation méthodique, comme transfert de structure à structure (de contexte à contexte) des multiples stratégies d'organisation du matériau donnant lieu au principe de transposition structurelle des *notions primitives* comme vecteur de relations logiques parmi elles.

66. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 93.

67. *Ibid.*, p. 107-106.

68. « Je renonce à employer ici le mot de hiérarchie qui implique, en quelque sorte, une subordination, alors que ces phénomènes sont réellement indépendants, sinon dans leur existence, du moins dans leur évolution : ils obéissent à un principe commun d'organisation des structures, cependant que leur engendrement manifeste des divergences suscitées par leur caractères propres. En vue d'une dialectique de la composition, la primordialité me paraît revenir à la hauteur et à la durée, l'intensité et le timbre appartenant à des catégories d'ordre second » (*ibid.*, p. 37).

69. *Ibid.*, p. 42.

70. Daniel PARROCHIA, *Philosophie et musique contemporaine : ou Le nouvel esprit musical*, p. III.

Pour Boulez « la différence fondamentale » intervenant entre ces deux domaines, un temps duel médité à partir de la durée, est la notion de tempo <sup>71</sup>, cette notion, réhabilitée depuis « Éventuellement... » des *Relevés d'apprenti*, où Boulez déclare « *Si nous avons séparé la question des tempi de celle du rythme proprement dit, c'est que nous considérons ces deux aspects du temps musical comme essentiellement différents* <sup>72</sup>, se trouve au contraire un élément fondamental et constitutif du rythme, voir de la perception du temps musical.

Comme je l'ai fait remarquer plus haut, les seuls espaces non tempérés ou non homogènes que l'on peut *facilement* réaliser sont dus au seul hasard, parfaitement incontrôlable ; on ne saurait, en aucune manière, compter avec ces accidents du matériau ou de l'interprète ! Dans les durées, en revanche, deux moyens se présentent pour obtenir des valeurs où la proportion de temps s'affinerait par rapport à nos concepts actuels : si certaines divisions ne peuvent se réaliser que par l'intermédiaire des procédés électro-mécaniques, d'autres seront susceptibles de voir le jour grâce à l'interprète et à la notion du tempo <sup>73</sup>.

À partir de cette constatation et de ces définitions des espaces en général, Boulez déduira plus loin d'autres temporalités toujours en regards des espaces généralisés à partir du domaine des hauteurs. Nous récapitulons dans le tableau 1.2 ces divers catégories de temps

Temps droits	modulo constant modulo fixe	[linéaire]
Temps courbes	modulo « courbe » modulo variable	[géométrique]
Temps réguliers	coupure fixe	
Temps irréguliers	coupure variée	
	pour les temps lisses pour les temps striés	ni coupures, ni modulo peuvent être courbes ou irréguliers
Temps homogènes	exclusivement lisses ou striés	
Temps non-homogènes [hétérogènes?]	alternance et/ou su- perposition de temps lisses/striés	

TABLE 1.2: Tableau des espaces temporels.

Dans sa définition de l'espace de continuum <sup>74</sup> de tous les constituants de cet « univers sonore » (comprendre, hauteurs, durées, intensités, etc.), Boulez introduit la notion de *coupure* qui déterminera la limite existante entre le *lisse* et le *strié* :

<sup>71</sup>. Il ne faut jamais perdre de vue le fait que Boulez « pense » la musique en tant que compositeur conjointement à celui de l'interprète qu'il est, d'où la notion du tempo qu'il connaît parfaitement en tant que chef d'orchestre et directeur d'ensemble. Son essai *Penser la musique aujourd'hui* (Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* ») pourrait paraître assez obscur et abstrait pour le lecteur, mais cependant il repose beaucoup sur une pensée autant théorique que pragmatique. Le concept du tempo est exclusivement et intimement liée au temps musical et surtout dans sa concrétisation sur le plan interprétatif.

<sup>72</sup>. Pierre BOULEZ et Paule THÉVENIN. *Relevés d'apprenti*. Éditions du Seuil, 1966, p. 173.

<sup>73</sup>. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 103.

<sup>74</sup>. D'ailleurs on ne peut que noter le rapprochement avec le concept de continuum hauteurs/durées que Cowell et Stockhausen et que l'on abordera plus loin.

La qualité de la coupure définit la qualité microstructurale de l'espace lisse ou strié, par rapport à la perception <sup>75</sup>.

En partant du continuum de cet espace même, c'est cette *coupure* qui devient en elle-même un élément formel en soi :

Le continuum *se manifeste* par la possibilité de *couper* l'espace suivant certaines loi ; la dialectique entre continu et discontinu passe donc par la notion de *coupure* <sup>76</sup>.

Cependant on pourrait relever concernant cette délimitation entre *lisse* et *strié* qu'elle n'apparaît pas aussi radicale comme le fait si bien remarquer Michel Imberty :

J.J. Nattiez note avec raison qu'on ne saurait faire du temps lisse et du temps strié « deux univers cloisonnés, antithétiques, mais les pôles d'un continuum ». Cependant, l'obsession de Boulez, parce qu'il part fondamentalement du discontinu sériel, est sans doute de faire en sorte que le continu ne résulte jamais que d'un "lissage" du temps strié, autrement dit, – et le texte cité le montre clairement – , que l'on passe du discontinu au continu, non l'inverse, parce que la discontinuité du temps strié est maîtrisable, elle est matière à réorganiser dans une forme, alors que le continu, le lisse, l'amorphe est, par essence, imprévisible, a-directionnel, il déborde de toute part la volonté créatrice et laisse place au hasard <sup>77</sup>.

Boulez pourtant abonde dans le même sens en considérant la dichotomie temps *lisse* et temps *strié* comme étant ouverte sur une dialectique génératrice de temps que l'on pourrait qualifier comme *mixte* :

Naturellement, je le répète encore une fois, je considère ces catégories : temps *lisse* et temps *strié* comme susceptibles d'interaction réciproques ; le temps ne peut pas être seulement lisse ou bien strié, mais je peux dire qu'à partir de ces deux catégories et de ces *deux seules*, je peux engendrer tout mon système formel des temps <sup>78</sup>.

Cependant, le plus remarquable dans la conception de cet espace, c'est que lui-même gravite autour de la notion de *modulo* explicitement énoncé et réitéré plusieurs fois dans l'écrit de Boulez, d'où la notion de *foyer*, un *foyer* d'un espace articulé par un *modulo fixe* ou *mobile*, *continu* ou *discontinu*, *régulier* ou *irrégulier*.

Nous nommerons foyer le modulo de *définition*, à partir duquel tous les autres se *définiront* <sup>79</sup>.

L'importance du *modulo* est même explicite. C'est à travers ce dernier que les différents espaces (ou en ce qui nous concerne dans notre propos ici, les différentes typologies temporelles) sont « créés », comme par exemple ici à propos des espaces courbes :

[...] l'irrégularité du modulo aura comme conséquence la *création d'un espace courbe non focalisé*<sup>80</sup> ».

75. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 96.

76. *Ibid.*, p. 96.

77. Michel IMBERTY et Nadia CAPOGRECO. « Réflexions pour une épistémologie du temps en musique dans la musique du XX siècle ». In : *Musical Creativity : Proceedings of ESCOM 10th Anniversary Conference*. 2002, p. 5-8, p. 2.

78. Pierre BOULEZ. « Temps, notation et code ». In : *Points de repère, Paris* (1981), p. 78-83, p. 81.

79. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 97.

80. *ibid.*, p. 97. Nous soulignons.

Il nous semble donc que la notion de *modulo* reposant évidemment sur la nature sérielle, est une notion fondamentale pour la constitution des temps bouleziens.<sup>81</sup> Elle forge le continuum des différents *champs* ainsi que leur croisement, en plusieurs catégories formelles. Encore une fois, le temps boulezien nous paraît fondé à partir du domaine des douze sons, avant sa propre institution comme étant un constituant à part, et comme élément fondateur de la *Pitch Class set theory* que l'on retrouvera chez Allen Forte<sup>82</sup> et l'école américaine du post-sérialisme avec les compositeurs tel que Milton Babbitt ou Elliott Carter. Ce qui caractérisera le plus ces *espaces* sera donc l'articulation entre *coupure* et *modulo* (ou absence de *modulo*) comme il est précisé par Deleuze :

[...] l'espace peut subir deux sortes de coupures : l'une, définie par un étalon, l'autre, irrégulière et non déterminée, pouvant s'effectuer où l'on veut. À un autre niveau encore, on dira que les fréquences peuvent se distribuer dans des intervalles, entre coupures, ou se répartir statistiquement, sans coupure : dans le premier cas on appellera « modulo » la raison de distribution des coupures et d'intervalles, raison qui peut être constante et fixe (espace strié *droit*), ou qui peut être variable, régulièrement ou irrégulièrement (espaces striés *courbes*, focalisés si le modulo est variable régulièrement, striés *courbes*, focalisé s'il est irrégulier<sup>83</sup>).

Cette dualité temporelle peut s'entendre dans *Éclat* pour quinze instruments résonants, où la durée de résonance est un facteur déterminant quand à la temporalité de la forme.

### 1.2.3 Klaus Huber et le « temps compositionnel »

Pour le compositeur Klaus Huber, la dualité de la temporalité comprise comme temps « perceptif » et temps « structuré » donne lieu à une troisième dimension, celle du temps « créatif » qui serait fondé plus sur un questionnement phénoménologique et perceptif de la durée que sur sa nature propre en tant que structure.

Qu'est-ce au juste que le *temps compositionnel* ? Est-ce simplement le temps subjectif du compositeur ? Je ne peux ni le supposer, ni le croire. Pour moi, le *temps compositionnel*, considéré d'un point de vue totalement réaliste, se présente sous trois aspects : le *temps mesuré*, le *temps vécu*, le *temps anticipé*. Mais peut-être devrait-on précisément considérer ce dernier comme la composante créative, au sens propre du terme (temps anticipé => temps créatif!)<sup>84</sup>.

L'une des questions fondamentales est celle du rapport entre temps mesuré et temps vécu. Comment manier le temps calculé et calculable dans son rapport avec la dimension spirituelle, avec les impressions ressenties dans le temps ? C'est l'une des plus grandes énigmes, et jusqu'à aujourd'hui, l'énigme fondamentale du temps. Quand on la rapporte à la musique, on réduit en général cette question au seul problème de l'auditeur. Pourquoi, par exemple, dans une forme musicale

81. La notion de modulo est à rapprocher de l'arithmétique modulaire qui comme nous le verrons plus tard a plus d'une application dans le domaine rythmique et formel.

82. ALLEN FORTE. *The structure of atonal music*. T. 304. Yale University Press, 1973.

83. GILLES DELEUZE. *Différence and repetition*. Columbia University Press, 1994, p. 596.

84. KLAUS HUBER. *Ecrits*. Trad. par Philippe ALBÈRA et Olivier MANNONI. Contrechamps, 1991, p.



dont le sommet divise le temps de l'œuvre en deux moitiés égales, la deuxième partie paraît-elle plus longue que la première ? Pourquoi une répartition du temps respectant les proportions du nombre d'or donne-t-elle au contraire l'impression d'une articulation musicale équilibrée et pour ainsi dire naturelle ? Il existe toute une série d'expériences liées aux proportions du temps de l'œuvre et du temps vécu, dont la connaissance est importante. On peut affirmer que la « densité » de l'information musicale exerce une influence décisive sur la sensation temporelle : dans le cas d'une densité d'information extrême, la sensation du temps s'élargit : dans le cas de densité moyenne, elle tend à rétrécir : dans le cas d'une densité minimale, en revanche, la tendance s'inverse : c'est le cas de la *minimal music* : elle mène à une extrême extension du temps vécu<sup>85</sup>.

Dans son trio à cordes *Des Dichters Pflug*, le compositeur utilise l'espace géométrique du papier millimétré comme objet temporel engendrant la forme. Klaus Huber part ici à partir d'« ondes temporelles » dessinées à main levée d'une manière « aléatoire » mais contrôlée de façon à obtenir des recoupements, des points d'intersections, méthode déjà utilisée dans *Protuberanzen* pour orchestre où le compositeur remarque :

[...] étape ultérieure vers une fluctuation perçue comme « libre » du temps pulsé. La pulsation périodique en tant que telle est pour l'essentiel maintenue par la superposition de différentes (et multiples) ondes temporelles<sup>86</sup>. Mais, du fait de la fluctuation permanente, elle semble dissoute en une série de durées légèrement écartées l'une de l'autre : autrement dit, la pulsation « oscille » autour d'une valeur médiane<sup>87</sup>.

85. Klaus HUBER, *Écrits*, p. 110.

86. Dans *Protuberanzen* les « ondes » sont au nombre de cinq. Dans son trio, Huber n'en utilise que deux (n.d.a)

87. Klaus HUBER. *Au nom des opprimés : Écrits et entretiens*. Éditions Contrechamps, 2017, p. 185.

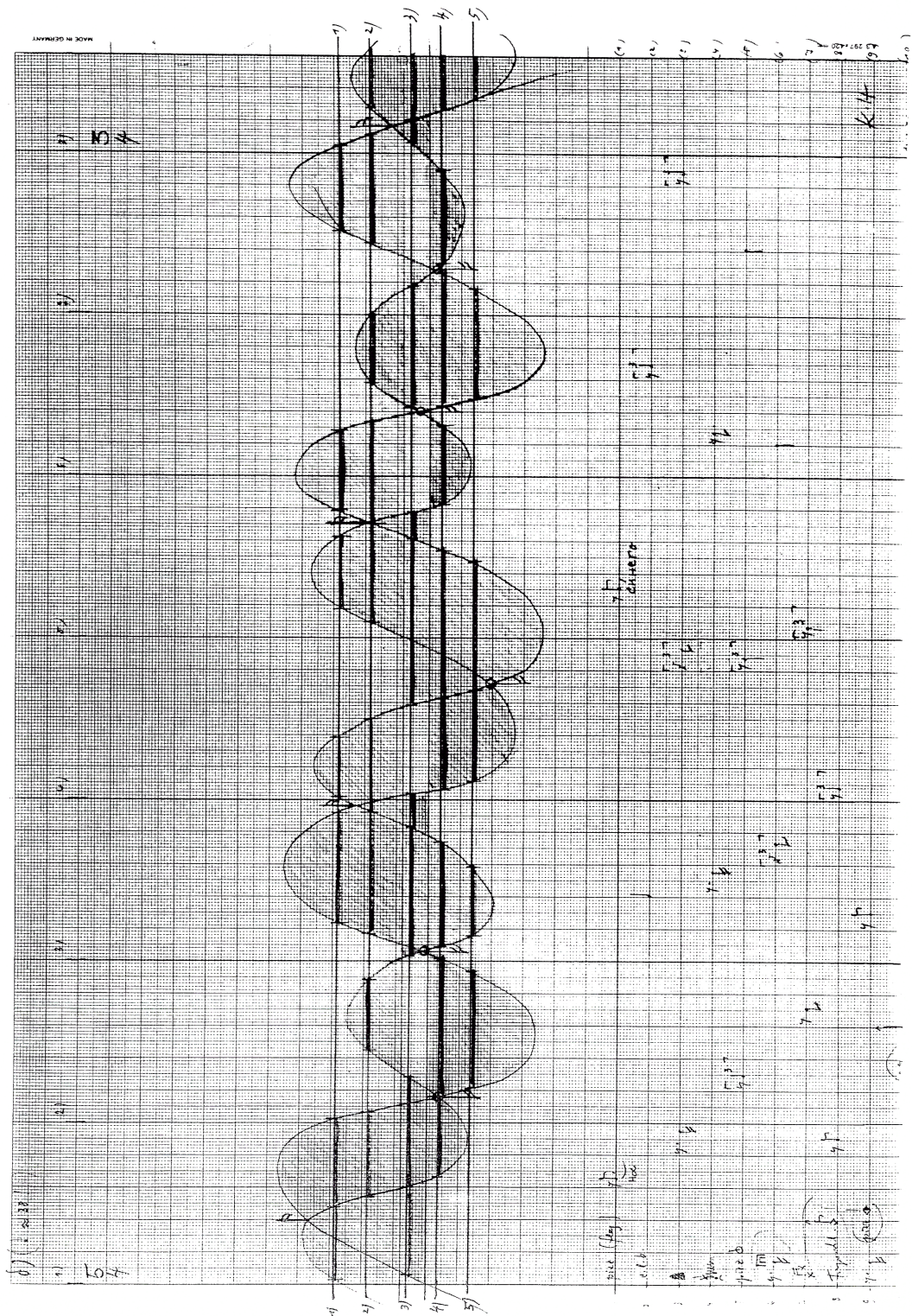


FIGURE I.7: Esquisse du compositeur de la section  $\delta$  de *Des Dichters Pflug*

Ayant déjà établi cinq droites horizontales représentant cinq « voix compositionnelles », c.-à-d. cinq droites temporelles, et par la suite deux « ondes » se recoupant, on obtient des proportions de durées qui sont les segments obtenus par l'intersection de chaque « onde » avec chaque droite. Le compositeur n'ayant

pas pris en compte tous les segments mais a opéré son choix arbitrairement. Les durées seront transcrites et calculées tel que 1 cm sera = à une  $\text{♩}$ <sup>88</sup>. Nous présentons dans la **Figure 1.8** la transcription de la section  $\delta$  du trio.

The image shows a musical score for the section  $\delta$  of 'Des Dichters Pflug'. It consists of ten staves, each representing a different instrument: Violin I (vi.), Violin II (vl.), Viola (vl.), Violoncelle (vcl.), Contrabasse (vcl.), Flute (fl.), Clarinette (cl.), Basson (bn.), Trompette (tr.), and Trombone (tr.). The score is written in 3/4 time and includes various musical notations such as notes, rests, dynamics (e.g., *alt.*, *vel.*), and articulation marks. The staves are numbered 1 through 10 from top to bottom. A tempo marking at the bottom left indicates a quarter note equals 30 (♩ = 30).

FIGURE 1.8: Transcription de la section  $\delta$  de *Des Dichters Pflug*

88. Il est à noter que la « quantification » réalisée ici est proche de la méthode de la « quantification incrémentale » (cf. **Section 3.1: Quantification incrémentale**, (p. 83)) avec comme borne de subdivision la double croche de quintolet.

Le temps musical « huberien » provient de plusieurs sources extra-musicales. L'une d'elle se réfère à Hölderlin. Dans son essai « Remarques sur Œdipe <sup>89</sup> », le poète Allemand pense la dialectique de la poésie entre son statut calculable et son sens vivant. En d'autres termes, il met en lumière le rôle essentiel qui a lieu entre la métrique poétique et son sens, son articulation « rythmique » et la sémantique, développant une théorie de la « tonalité » de l'affect dans un sens helléniste propre. Dans le contexte relatif au temps musical, ces deux concepts du *statut calculable* et du *sens vivant*, peuvent très bien être mis en évidence de la manière suivante : Sur le plan de la durée, en ce qui concerne le *statut calculable*, cela impliquerait l'équivalence avec la notion de quantification tel qu'une durée sera équivalente à  $n$  temps chronométriques. Phénoménologiquement, à partir de ce temps une fois calculé, il découlera un temps ressenti (perçu), le *sens vivant*. Il est avérée d'après les études psycho-acoustiques, que la corrélation entre les différents paramètres, durée, hauteur, intensité, timbre et espace, de par leur corrélation ont une incidence perceptive sensible selon leur configuration. Pour exemple, d'après Triplett <sup>90</sup>, dans l'observation du couplage des deux paramètres durée–hauteur, il a été démontré qu'un son aigu paraît plus long qu'un son grave d'égale durée. Plus encore, un intervalle de silence entre deux sons aigus semble supérieur au même intervalle de silence encadré par des sons graves, etc. D'après Fraïsse <sup>91</sup>, un son plus intense paraît plus long qu'un son moins intense. En somme, et pour revenir à la notion de la perception formelle dans ce que Huber sous-entend par le *sens vivant*, deux œuvres d'égale durée sembleraient plus ou moins longues ou courtes selon leur *vélocité* (entendre par là leur tempo), leur densité, la répartition spatiale de leurs hauteurs, etc.

Une autre notion, celle-ci exclusivement d'ordre formelle, est celle du temps anticipé. Pour Klaus Huber, anticiper le temps revient à dire *produire* du temps – ouvrir un champs formel pourvu d'intentionnalité – une sorte de préformation, une préscience du temps musical qui sera le conduit de l'antinomie holderlinienne du *statut calculé* vers le *statut vivant* <sup>92</sup>. On pourrait encore une fois rapprocher la notion du temps anticipé chez Huber au concept de la *protension* chez Husserl mais dans son aspect de *phantasia* intentionnelle.

## 1.3 De la perception

### 1.3.1 Struktur und Erlebniszeit

La perception de forme en musique passe donc par la perception du temps musical, par un rapport métrique, (par un temps *calculé*) et un temps « ressenti » ou comme l'intitule plus poétiquement Klaus Huber à travers Hölderlin, un temps

89. Friedrich HÖLDERLIN. *Remarques sur Oedipe : \* Remarques sur Antigone*. Trad. par Jean and BEAUFRET et François FÉDIER. Union générale d'éditions, 1965.

90. Dorothy TRIPLETT. « The relation between the physical pattern and the reproduction of short temporal intervals : A study in the perception of filled and unfilled time. » In : *Psychological Monographs* 41.4 (1931), p. 201.

91. Paul FRAÏSSE. *Psychologie du temps*. Presses universitaires de France, 1967.

92. « Comme compositeur, il est ici moins préoccupé de la perception que de l'élaboration : son problème est, pourrait-on dire, la maîtrise de l'écriture en temps. » (Célestin DELIÈGE. *Cinquante ans de modernité musicale : de Darmstadt à l'IRCAM : contribution historiographique à une musicologie critique*. Editions Mardaga, 2003, p. 326)

« vécu ». En effet, le rapport entre des événements récurrents et leurs perception renvoie l'écoute à une certaine morphologie du Temps qui à son tour nous renseigne sur sa forme, la temporalité imprégnant la mémoire et jouant un rôle essentiel :

La mémoire est certes mémoire de (quelque chose), mais c'est aussi l'essence de toute pensée du temps, et la seule possibilité pour le temps d'accéder à une forme, c'est-à-dire de n'être pas pure fluidité. La mémoire, c'est ce qui travaille dans l'esprit pour que le temps prenne forme<sup>93</sup>.

Nous pourrions ajouter encore : le temps donne forme à la mémoire, ou plutôt, la mémoire repose entièrement sur la temporalité, qui à travers elle, fait de sorte que la forme temporelle *ek-siste*<sup>94</sup>.

Dans la deuxième section, alinéa 23 des *Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps*, Husserl marque la distinction entre l'imagination et le ressouvenir en regard de la perception d'un événement sonore en dégageant la *temporalité* du souvenir comme forme en soi, comme « *re-présentation* » :

Pour cette question, il est nécessaire de procéder à une distinction, que nous n'avons fait jusqu'ici qu'effleurer, entre la simple imagination d'un objet temporellement étendu et le souvenir. Dans la simple imagination n'est donnée aucune position du maintenant reproduit, ni aucun recouvrement de ce même maintenant avec un maintenant passé. Le souvenir au contraire pose ce qui est reproduit et lui donne, en le posant, une situation vis-à-vis du maintenant actuel et de la sphère du champs temporel originaire auquel le souvenir appartient lui-même. C'est seulement dans la conscience originelle du temps que peut s'accomplir la relation entre un maintenant reproduit et un maintenant passé. Le flux de re-présentation est un flux de phases de vécus, qui es édifié exactement comme chaque flux constitutif de temps, et qui est donc lui-même constitutif de temps. Tous les dégradés, toutes les modifications qui constituent la forme du temps se trouvent ici, et, exactement comme le son immanent se constitue dans le flux des phases de son, l'unité de la re-présentation du son

93. Jean-Marc CHOUVEL. « Avec le temps, il n'y a pas de forme sans mémoire... » In : *Olive*, Jp et al. *Musique et mémoire*. Paris : L'Harmattan (2003), p. 47-56.

94. La phénoménologie husserlienne, et plus tard, l'*existentialisme* heideggerien, nous montrent qu'au concept cognitif et de ses mécanismes, la forme où toute « perceptivité » autre est d'essence temporelle. Pour exemple, commentant le « principe subjectif » de la spatialité chez Kant, Heidegger ajoute :

L'interprétation psychologique selon laquelle le Moi a « en mémoire » quelque chose vise au fond la constitution existentielle de l'être-au-monde. Comme Kant n'aperçoit pas cette structure, il méconnaît également la pleine complexion de la constitution d'une orientation possible. L'être-orienté vers la droite et la gauche se fonde dans l'orientation essentielle du Dasein en général, laquelle est quant à elle essentiellement co-déterminée par l'être-au-monde. Du reste, la préoccupation de Kant n'est pas d'interpréter thématiquement l'orientation : tout ce qu'il veut montrer, c'est que toute orientation a besoin d'un « principe subjectif ». Mais « subjectif » voudra dire alors : a priori. Néanmoins, l'a priori de l'être-orienté vers la droite et la gauche se fonde dans l'a priori « subjectif » de l'être-au-monde, qui n'a rien à voir avec une détermination d'emblée restreinte à un sujet sans monde (Martin HEIDEGGER. *Être et temps*. Trad. par François VEZIN et Rudolf BOEHM. T. 150. Gallimard Paris, 1964).

se constitue dans le flux des phases de re-présentation du son. C'est là une règle générale : tout ce qui, au sens le plus large, apparaît, est représenté, est pensé, etc., nous renvoie, dans la réflexion phénoménologique, à un flux de phases constitutives, qui subissent une objectivation immanente : celle qui en fait des apparitions perceptives (des perceptions extérieures), des souvenirs, des attentes, des souhaits, etc., en tant qu'unités de la conscience intime. Ainsi les re-présentations de chaque sorte, en tant que flux de vécus qui appartiennent au processus universel de mise en forme constitutif du temps, constituent elles aussi un objet immanent : « Un processus de re-présentation, qui dure et s'écoule de telle et telle manière<sup>95</sup> ».

Il est intéressant de constater le rapprochement du concept de « flux de phases » chez Husserl, le flux issu d'une continuité qui « n'est rien de temporellement objectif », avec les « spectres de phases » chez Stockhausen qui seront abordés plus loin (cf. Section 2.5: « ... *wie die Zeit vergeht...* », (p. 53)). Bien que le rapprochement n'est que nominatif, l'idée de flux d'objets temporels faisant le lien entre le perçu et le conçu nous paraît être important. Husserl évoque lui-même trois « *modos essentiels de la conscience du temps* » :

1) la « sensation » comme présentation, et la rétention et la protension, enlacées par essence avec elle, mais qui peuvent aussi devenir indépendantes (la sphère originaire au sens large); 2) la re-présentation thétique (le souvenir), la re-présentation thétique de ce qui peut accompagner ou revenir (l'attente); 3) la re-présentation imaginaire, comme pure imagination, en ce qui se trouvent tous ces mêmes modes, dans une conscience qui imagine.<sup>96</sup>

Le perçu, appartenant au premier mode, le conçu au troisième, le deuxième mode faisant la lien avec les deux autres. Bien entendu, il ne s'agit que d'une interprétation, (ou plutôt d'une « interpolation »), à partir de ce qui peut appartenir de la perception de la conscience, et l'imaginaire créatif du compositeur, question non abordée telle quelle par Husserl dans le cadre de ses leçons phénoménologiques. Toutefois, empruntant à Husserl le concept de « *perceptive Phantasia* »<sup>97</sup>, Marc Richir rapproche la *phantasia* husserlienne de l'imagination intentionnelle, en ajoutant :

Toujours la « perception » en *phantasia* a pour tâche de se reconquérir sur la simple perception ou la simple imagination d'objets, et encore plus sur une rhétorique de signaux dont les effets seraient calculables<sup>98</sup>.

Emmanuel Nunes, ayant étudié de près la question phénoménologique et son rapport à la composition musicale met en regard la perception de ce flux et son contenu temporel et plus spécifiquement la perception de la durée :

95. Edmund HUSSERL. « Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps, trad ». In : *H. Dussort, Paris, Puf* 11 (1964), p. 44, p. 69-70.

96. *Ibid.*, supplément III, p. 141-142.

97. Edmund HUSSERL. *Phantasia, conscience d'image, souvenir : de la phénoménologie des présentifications intuitives : textes posthumes (1898-1925)*. Editions Jérôme Millon, 2002.

98. Marc RICHIR. « De la "perception" musicale et de la musique ». In : *Filigrane* 2 (2005), p. 11-20, p. 20.

[...] toute perception de la durée passe par la constitution ininterrompue de points de culmination qui deviennent instantanément autant de « cibles » de *Zurückschiebungen*, et que, d'autre part, la courbure, la différenciation plus ou moins accusée des modes de constitution des contenus temporels, y compris de leurs spécificités dans les formes de modification de chaque *maintenant*, déterminent l'appréhension de la durée. La durée est ainsi saisie par une multiplicité de présentations qui tendent à se (re-)constituer dans une unité de représentation idéalisée, c'est-à-dire : l'unité de représentation s'efforce de faire coïncider le contenu temporel avec la perception de la durée. Ici, la volonté d'unité de représentation appartient dans son fondement même à l'acte de composer, en ce qu'il a, comme je l'ai dit, d'orientation anticipée, de protention composée des éventuels parcours de la « portée sur le vécu sonore » accomplie dans la durée par l'auditeur, soit-il le compositeur lui-même<sup>99</sup>.

À la lumière de la phénoménologie husserlienne sur le rapport de la « conscience » et la perception de la temporalité d'événements sonores comme flux, nous aborderons le champs de la perception « formelle » d'une écoute plus précisément « musicale » à la lumière des ré-flexions stockhausennienne. Karlheinz Stockhausen, dans un texte de 1955 dans *Die Reihe*<sup>100</sup> (traduit en anglais en 1958<sup>101</sup>) dans le cadre d'un recueil consacré à la musique d'Anton Webern, *Struktur und Erlebniszeit*<sup>102</sup> aborde la perception temporelle et son écoute en regard à la dimension formelle de l'œuvre ainsi que le rapport des *transformations* avec ses matériaux compositionnels. À l'instar de Husserl qui « développe son analyse du temps à partir de la description de la constitution perceptive des objets. »<sup>103</sup>, Stockhausen analysera cette relation « intime » de la perception temporelle avec des objets de nature spécifiquement musicale.

Écrit avant *...wie die Zeit vergeht...* (1957)<sup>104</sup>, *Struktur und Erlebniszeit* (1955)<sup>105</sup> rend compte à travers une analyse du second mouvement du *Streichquartett Opus 28* d'Anton Webern. L'extrait que l'on présente souligne le rapport intime qu'entretient la forme avec le matériau et le temps musical (plus exactement la perception de la durée formelle de l'œuvre). Cette question est abordée ici et initie la question de la temporalité qui suivra dans le fameux texte de 57.

### 1.3.1.1 Le temps « expérientiel »

Stockhausen définit *le temps expérientiel*<sup>106</sup> par rapport aux *processus de transformation* et la vitesse de l'écoulement de ces derniers.

99. Emmanuel NUNES. « Préalables à une lecture « musicale » de Husserl ». In : *Revue Filigrane* (2010).

100. Herbert EIMERT et Karlheinz STOCKHAUSEN. *die Reihe*. 2. Universal edition., 1955.

101. Karlheinz STOCKHAUSEN. « Structure and experiential time ». In : *Die Reihe* 2 (1958), p. 64-74.

102. Karlheinz STOCKHAUSEN. « Struktur und Erlebniszeit. Juni 1955 ». In : *Abgedruckt auch in Stockhausen : Texte zur elektronischen und instrumentellen Musik. Köln* (1963), p. 86.

103. Hanna G TRINDADE. « Temps et souvenir chez E. Husserl : Retour d'une conscience, conscience d'un retour ». In : *Eikasía : revista de filosofía* 77 (2017), p. 9-31.

104. Karlheinz STOCKHAUSEN. « "... wie die Zeit vergeht..." » In : *Musikalisches Handwerk (= Die Reihe 3)*, *Wien* (1957), p. 13-42.

105. Karlheinz STOCKHAUSEN, « *Struktur und Erlebniszeit. Juni 1955* ».

106. Notes de traduction :

Erlebniszeit : temps expérientiel → temps vécu

[...] on saisit les transformations tantôt plus, tantôt moins. Selon tout ce qui est répété immédiatement ou ce que l'on peut se remémorer est retenu plus rapidement de ce qui se transforme. On perçoit l'écoulement du temps dans les intervalles entre ces transformations <sup>107</sup>.

D'un autre côté, en absence de transformation, « on perd notre orientation dans le temps » ce qui ne sous-entend pas une opposition entre perception d'un rythme (plusieurs événements successifs), et durée isolée à savoir de multiples processus contre un processus unique :

Même dans un seul processus on perçoit des transformations ; cela commence, cela se termine. L'intervalle entre un début et une fin, on l'appelle *durée* [duration] ; l'intervalle entre les débuts de deux enchaînements de processus, est appelé *l'intervalle d'entrée* [onset]. La perception d'une seule note repose [sur la dernière analyse] seulement par le fait qu'on observe une fluctuation de la pression de l'air périodique et apériodique <sup>108</sup>.

Cependant, la *densité des transformations*, comprendre par là, la nature de ces transformations et leur diversité exprimée par Stockhausen par l'élément de *surprise*, ou si on veut de nouveauté, est un facteur déterminant pour la perception du temps qui pourrait paraître plus court ou plus long selon cette densité :

[...] plus d'événements de surprises ont lieu, « plus vite » le temps passe (s'écoule) ; plus de répétitions ont lieu, « plus lentement » le temps passe. Mais il y a surprise seulement quand il y a une chose imprévue qui a lieu : se reposant sur les événements précédemment survenus, on s'attend à une certaine enchaînement de transformations, et puis alors quelque chose survient que l'on attendait pas <sup>109</sup>.

Cette densité n'est pas non plus une densité d'événements statistiques, à savoir, se reposant sur un débit ou continuum d'événements multiples et constant car :

[...] très vite, un enchaînement constant de contrastes devient aussi « ennuyeux » qu'une répétition constante : on cesse de s'attendre à quelque chose de particulier, et alors on ne peut plus être étonné à nouveau : l'impression globale des enchaînements de contrastes est réduite à une information unique[...] Le *degré d'information* est donc plus important quand à chaque moment du flux musical le *momentum de surprise* [...] est plus élevé <sup>110</sup>.

On comprend par là, que « le contenu d'information », sa qualité, et son abord perceptif, est déterminante pour la perception de l'écoulement des événements et tendrait à transformer cette perception de façon radicale et ce, selon le degré d'engendrement de ces transformations quand à la :

[...] plus de temps il nous faut pour saisir les événements, et à l'inverse, moins de temps on a pour saisir les événements, plus le temps passe vite ; moindre est la densité *effective*[utile] des transformations

---

Vorgänge : opération → processus

Veränderung : changement → transformation

107. Karlheinz STOCKHAUSEN, « *Struktur und Erlebniszeit*. Juni 1955 ».

108. *Ibid.*

109. *Ibid.*

110. *Ibid.*



(c.-à-d., non réduite par la mémoire ou le fait que les transformations coïncident avec nos attentes), moins de temps nos sens ont besoin de réagir, et plus le temps passe lentement <sup>111</sup>.

La perception temporelle dépendrait d'après Stockhausen, de la vitesse du débit des enchaînements des processus déterminée par « la vitesse de l'unité mesurable la plus courte des intervalles de temps du processus et de la vitesse des enchaînements des processus », ainsi que le degré et qualité <sup>112</sup> d'altération de ces derniers :

Le temps vécu peut donc passer très lentement quand on a un enchaînement de processus extrêmement courts qui cependant altèrent peu ou pas du tout (comme dans les processus périodiques réguliers), et vice-versa, le temps vécu peut passer très vite dans un tempo lent ou avec des enchaînements lents de processus si il y a un haut niveau de transformation [d'altération] <sup>113</sup>.

Ce « haut niveau de transformation » ne peut-être atteint selon Stockhausen que par « une certaine logique du flux », qui sous-entend, une logique organisationnelle du matériau qui serait la garantie d'une « expérientialité » originelle du temps musical <sup>114</sup> :

Si on constate à la fin d'un morceau, – indépendamment de sa durée, de la vitesse de son exécution (lente ou rapide) ou si il comporte beaucoup ou très peu de sons [événements] –, que l'on a « perdu tout repère du temps », alors on l'a ressenti au plus fort <sup>115</sup>.

On peut noter dans ces réflexions sur la perception du temps musical un étonnant rapprochement avec la propre conception temporelle chez Husserl, (ce dernier rapportant la perception du temps à la conscience même qui en est habitée). Dans *En découvrant l'existence avec Husserl et Heidegger*, Emmanuel Lévinas nous propose une vue concise du concept du temps et plus particulièrement du flux temporel chez Husserl :

Le temps ne surgit ni d'un point intemporel, ni d'un temps pré-existant, il effectue un retour sur lui-même, une itération fondamentale. Visée, événement, pensée et conscience coïncident. La conscience du temps est la temporalisation même. La rétention et la protention ne sont pas constatées après-coup; elles sont la façon même du flux. Husserl appelle ce flux subjectivité absolue, plus profonde que l'intentionnalité objectivante et antérieure au langage. Cette intentionnalité première coïncide avec l'oeuvre même du temps <sup>116</sup>.

Plus tard Stockhausen formalisera la question de la forme dans *Momentform* en se basant sur cette notion :

D'un point de vue formel, un moment peut être une forme (Gestalt) (individuellement); une structure (Struktur) (collectivement) ou

111. Karlheinz STOCKHAUSEN, « *Struktur und Erlebniszeit. Juni 1955* ».

112. Par qualité nous entendons, processus de transformations répétitifs ou pas, processus irrégulièrement espacé dans le temps, etc.

113. Karlheinz STOCKHAUSEN, « *Struktur und Erlebniszeit. Juni 1955* ».

114. « *Afin d'atteindre un haut niveau de transformation, et donc un haut momentum de surprise, il nous est nécessaire d'avoir subi pour un certain temps une certaine logique du flux, sur lequel on pourrait construire par avance une attente de quelque chose (ibid.)* ».

115. *Ibid.*

116. Emmanuel LEVINAS. *En découvrant l'existence avec Husserl et Heidegger*. 1949, p. 212.

un mélange des deux ; d'un point de vue temporel, il peut être un état (statiquement) ou un processus (dynamiquement) ou une combinaison des deux »<sup>117</sup>.

Une fois la question du temps musical, de la forme et de sa perception posée, il s'agit maintenant d'examiner ces aspects dans leur représentation symbolique, à savoir, leur écriture à travers les différentes stratégies de la mise en œuvre du signe musical dans l'espace de la partition, en somme, la notation rythmique.

---

<sup>117</sup>. Karlheinz STOCKHAUSEN. « Momentform ». In : *Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik* 1 (1963), traduction par C. Meyer, in *Contrechamps*, 9, Editions L'Age d'Homme, 1988, p. 101-120, p. 112.



## Chapitre 2

# De quelques concepts et éléments fondamentaux de l'écriture du rythme et de sa notation

*..., il y a territoire dès que des composantes de milieux cessent d'être directionnelles pour devenir dimensionnelles, quand elles cessent d'être fonctionnelles pour devenir expressives. Il y a territoire dès qu'il y a expressivité du rythme.*

- G. Deleuze F. Guattari, *Mille Plateaux*<sup>1</sup>

### 2.1 Notation rythmique et polyphonie

C'est à travers une longue déambulation aussi spéculative que pratique mais surtout immuablement efficace que la notation rythmique a vu le jour au Moyen Âge. À chercher une chronologie absolue, le curieux pourrait s'y perdre aisément. La raison tient dans le fait que dans cette longue et glorieuse période de l'occident, fleurissaient théoriciens, compositeurs, philosophes et poètes dont l'histoire tressait le devenir de leur œuvres grâce à la lumière du quadrivium, époque fertile jamais inégalée. La *praxis* bien souvent précédait la théorie à quelques exemples près. Les « guerres d'écoles » étaient affaires courantes, de même, les traités rétrospectifs couvrants de larges périodes de techniques et théories dont la survivance étaient toujours de mise. S'il n'y a pas de dénominations fixes caractérisant les différentes étapes de la notation est chose bénéfique, et montre que la conception du nouveau au Moyen Âge permettait une plus grande tolérance quand à la cohabitation d'anciennes et nouvelles techniques, une ouverture dialectique de l'esprit<sup>2</sup>.

C'est le Moyen Âge qui forge les outils conceptuels d'un langage qui ne va aller qu'en raffinements successifs, brossant dans cette histoire une page singulière et ô combien importante de notre culture. Le langage musical devient l'objet d'une théorisation croissante qui classe, ordonne, exclut, explique, organise. La notation apparaît et avec elle une spéculation remarquable sur l'espace du son, sa hauteur, sa combinaison avec un autre son, inventant une vraie polyphonie « en

1. Gilles DELEUZE et Félix GUATTARI. *Mille plateaux : Capitalisme et schizophrénie*, 2. Minuit, 1980, p. 387.

2. « On sait d'ailleurs que nous sommes redevables à cette notation de toute une partie des trésors rythmiques de l'*Ars Nova* » (Pierre BOULEZ, « Temps, notation et code », p. 80)

consonance », créant au fur et à mesure les lois de l'harmonie, manipulant les voix les unes par rapport aux autres, créant le contrepoint et par là-même une vraie liberté compositionnelle dans le mouvement des lignes mélodiques. Puis le rythme. Non plus le rythme du mot et de la phrase, accents où chantaient les cordes de l'échelle modale, mais une unité de rapport mathématique abstraite et duplicable, et, avec elle, de nouvelles possibilités de création, de nouvelles contraintes et des limites aussi. Surenchères des limites, dépassement des cadres, exacerbation des discours : c'est le paradis promis désormais pour la musique occidentale<sup>3</sup>...

Qu'en est-il donc aujourd'hui de ce « paradis promis » en regard des diverses temporalités que l'on a examinés dans le chapitre précédent (**Forme, temporalité et perception**), et comment celles-ci ont été figurées symboliquement pour une nouvelle pensée rythmique et novatrice ? À cette question, nous sommes donc portés à examiner certaines démarches de compositeurs, qui à notre sens, représentent une approche marquante d'un nouveau langage du temps musical, et ce, après avoir examiné le lien menant de la forme à sa représentation de point de vue rythmique exprimée par son expression métrique.

## 2.2 De la métrique et sa relation avec le rythme et la forme musicale

Le temps musical en tant que temps symbolique se déploie dans l'espace de la partition sous forme de représentations synchroniques et/ou diachroniques, à travers des indications discrètes ou continues, et sous formes soit ouvertes ou fermées, nous est donné comme ensemble d'indications essentiellement d'ordre mensurale, d'où la notion de la métrique prise au sens large du terme.

Dans *La dialectique de la durée*<sup>4</sup> Gaston Bachelard cite Maurice Emmanuel qui dans son *Histoire de la langue musicale* montre fort justement la fonctionnalité de la « barre de mesure » comme élément formel et non essentiellement rythmique :

Dans son livre sur l'Histoire de la langue musicale, ce savant technicien n'hésite pas à dénier le caractère primordial aux techniques mensuralistes, c'est-à-dire à des techniques qui feraient uniquement fonds sur des mesures temporelles toutes objectives. Pour lui, c'est à la seule graphie qu'il faut attribuer le caractère mensuraliste, preuve que la durée précise n'est pas la substance musicale essentielle. La mesure fut d'abord une représentation plus mnémotique que réaliste. Dans les techniques modernes, elle permet de « lire et de traduire directement l'allure rythmique »<sup>5</sup>. Mais le métronome est un instrument grossier. C'est le compte-fils, ce n'est pas le métier à tisser. Il ne décrit même pas bien le tissu temporel. Il ne peut pas régler cette musique neuve et fraîche, aérienne, tout entière en allures, que livre l'inspiration. M. Emmanuel montre le rôle exagéré de la barre de mesure<sup>6</sup> : il faut, dit-il, « lui fermer la porte lorsqu'elle prétend pénétrer dans le

3. Olivier CULLIN. *Brève histoire de la musique du Moyen Âge*. Fayard, 2002, p. 9-10.

4. Gaston BACHELARD. *La Dialectique de la durée*. 1936.

5. Maurice EMMANUEL, *Histoire de la langue musicale*, tome I, p. 253.

6. *Ibid.*, tome II, p. 442.

sanctuaire rythmique. Elle ne remplit qu'un bas office ; elle est métro-nomique ; elle jalonne la route régulièrement et elle n'a, pas plus que les bornes militaires, le droit de se réclamer du paysage ». Et M. Emmanuel donne des exemples où de beaux anapestes sont « charcutés » par la barre de mesure. Dans la période contemporaine elle-même <sup>7</sup>, « la barre de mesure, devenue une aide indispensable de la polyphonie, n'indique point le rythme ; elle ne lui est point liée ; les membres rythmiques ne correspondent que rarement aux espaces séparateurs des barres <sup>8</sup> ».

Indépendamment du contexte auquel il est fait référence dans cette citation, la question de la métrique introduite comme élément structurel de la notation musicale vers le XVI<sup>e</sup> siècle reste ouverte quant à sa relation avec le rythme, voire plus largement avec la forme musicale. C'est à travers le questionnement de « qu'est-ce que c'est que le rythme ? », dans l'introduction de *Rhythm and Tempo* <sup>9</sup> où Curt Sachs met en regard le rythme avec la métrique. En effet, la notion de métrique est indissociable du concept rythmique dès qu'il s'agit du parler musical. Après un survol de l'étymologie de l'origine du mot rythme à travers les âges, où Sachs relève tout d'abord le sens grec du mot *rhythmos* venant de *rheo* ou de *rhein* signifiant flux, il poursuit :

Les deux extrêmes—mouvement et modération—sont reliés par une formulation enchanteresse du grammairien romain Charisius (c. 400 A.D) : *Rhythmus est metrum fluens, metrum rhythmus clausus* <sup>10</sup>, ou « le rythme est un mètre coulant, et le mètre est un rythme fermé. » Ici, le flux et la barrière sont unis dans une même définition <sup>11</sup>.

Par là, il faut comprendre le flux libre comme étant le rythme originel, alors que la métrique, en un sens est un rythme fermé, clos. Par conséquent, cette dualité de la signification du *rythme* comme flux (entendre aussi mouvement), et comme clôture, ouvre une interrogation quand au véritable sens du rythme. Sachs poursuit :

Mais il y a eu une meilleure et plus large définition : une génération avant Aristoxenos, Platon avait défini le rythme comme *kinéseos taxis*, un « mouvement ordonné » [(Platon – *Les Lois*, II <sup>12</sup>)]. Toutefois, il est plus sûr d'ajouter ce que Andrea Heusler rajoute à la définition Aristoxénienne : *Gliederung der Zeit in sinnlich fassbare Teile*, « un temps organisé accessible aux sens <sup>13</sup> », car l'art ne peut exister que dans le domaine perceptif <sup>14</sup>.

Sachs note à propos de Platon que ce dernier exclut dans son texte le mouvement chaotique ainsi que le mouvement continu (*continuum*) mais au contraire inclut dans sa propre définition du rythme le mouvement intermittent à intervalles réguliers qui « perçu par les yeux ou les oreilles ou les sens, rendent notre esprit conscient d'une étendue organisée dans le temps et l'espace <sup>15</sup> ». Ceci amènera la dualité entre le concept

7. *Ibid.*, tome II, p. 563.

8. Gaston BACHELARD, *La Dialectique de la durée*, p. 117-118.

9. Curt SACHS, *Rhythm and tempo : a study in music history*. New York, Norton, 1953.

10. Flavius Sosipater CHARISIUS. « Artis grammaticae libri V, ed ». In : K. Barwick, *Leipzig* (1925).

11. Curt SACHS, *Rhythm and tempo : a study in music history*, p. 13.

12. PLATON. *Les Lois*, II.

13. Heusler ANDREAS. *Deutsche Versgeschichte*, knj. I-III. 1956.

14. Curt SACHS, *Rhythm and tempo : a study in music history*, p. 15.

15. *Ibid.*, p. 16.

de liberté et de contrainte rythmique selon Sachs qui refuse de différencier catégoriquement parlant entre rythme « libre » et rythme « obligé », voire entre ce que certains dissocient catégoriquement sous une dichotomie rythme/mètre <sup>16</sup>.

À partir de la métrique appliquée au rythme musical et quelques exemples du répertoire, Sachs poursuit en dégageant deux caractères du rythme : le rythme « divisible » qui correspondrait à un rythme divisible par deux dans un cadre de métrique binaire, et le rythme « additif » dont la découpe rythmique correspondrait à l'utilisation d'articulations impaires comme par exemple en 2 + 1 ou 3 + 3 + 2. Ceci conduit Sachs à développer sa thèse dans le champs de la versification métrique en soulignant la différence entre le rythme « qualitatif » et le rythme « quantitatif ». Le premier fait référence aux accentuation rythmiques. Le second se rapporte à la métrique proprement parler qui donne chez les grecs anciens le nom de *metron* (en Latin *metrum*), dérivé du verbe *metreo* (en Latin *metiri*) « mesurer » <sup>17</sup>. Au moyen-âge le terme *quantitatif* prendra le nom de « mensurale » se rapportant à la notation du même nom.

Toutefois, ces définitions ne suffisent pas à éclaircir la différence entre rythme et mètre, et la plupart des historiens et théoriciens anciens associent les deux à la fois tout en les différenciant sans saisir la différence fondamentale qui s'établit entre les deux. Le temps « accentué » et le temps « mesuré » sont les deux aspects d'une même chose que l'on peut appeler rythme, « en résumé : l'accent pur et le mètre pur sont que des extrêmes et non des classes opposées. Ils se rencontrent et se fondent en combinaisons incessantes » <sup>18</sup>.

Dans le domaine perceptif, et le même esprit que Sachs, Christopher Hasty considère le mètre comme projection rythmique et donc indissociable du rythme <sup>19</sup>. Citant le concept de Neumann <sup>20</sup> où il oppose le temps intériorisé au temps extériorisé, le *Zeitgestalt* (temps vécu) au *Zeitmaß* (temps quantifié), sous-entendant la dissociation entre rythme et mètre comme phénomènes séparés. Cette dualité du rythme en regard de la métrique pose une problématique tout à fait d'ordre musical et plus précisément notationnel, qui est celle de la mesure de la durée et sa transcription, en d'autres termes, la quantification. Nous aborderons plus loin cette question en plus grand détail.

En abolissant la séparation artificielle de la notion du rythme et de la mesure, on est amené à considérer l'un ou l'autre comme faisant un à multiple facettes. Sortie du cadre tonal et d'une logique de la perception d'événements diachroniques, la métrique comme proportion prend la forme d'un événement à potentiel vécu, le rythme mesuré, et cela dans un contexte polyphonique multiperceptuel. Pour le compositeur Brian Ferneyhough la métrique semble porter un potentiel encore plus développé :

[...] nous confirmons que la structuration métrique a été grandement contrainte de céder son rôle d'orientation agogique et, par conséquent, s'est réduite à une fonction de « chronométrage ». Certains

16. Ludwig KLAGES. *Vom Wesen des Rhythmus*. Verlag Gropengiesser, 1944.

17. Curt SACHS, *Rhythm and tempo : a study in music history*.

18. *Ibid.*, p. 28.

19. Christopher HASTY. *Meter as rhythm*. Oxford University Press, 1997.

20. Friedrich NEUMANN. *Die Zeitgestalt : eine Lehre vom musikalischen Rhythmus*. T. I. P. Kaltschmid, 1959.

compositeurs ont tenté de surmonter ces problèmes par le recours à des sortes de relations proportionnelles plus ou moins complexes (comme nous le montrent, par exemple, les techniques de modulations métriques chez Carter), et il ne fait aucun doute que l'on peut faire davantage pour étendre cette forme de mise en perspective à des domaines plus développés <sup>21</sup>.

Plus encore, pour lui la métrique lui sert comme délimitatrice de « lignes de forces » qui présente un potentiel formel de mise en perspective :

En particulier, je pars du point de vue qu'une mesure n'est pas essentiellement une unité d'intensités, de priorités agogiques, mais un espace servant à délimiter le champ d'opérations ou la présence de qualités sonores spécifiques – de processus musicaux. L'uniformité d'impulsions itératives sert principalement à définir les limites, les frontières opérationnelles entre tel espace et tel autre. Tandis qu'une structure d'impulsions est clairement perceptible de façon variable dans les situations concrètes de la composition, je maintiens qu'une correspondance suffisante est conservée du moyen au long terme pour permettre au flux de proportions spatiales et de densité de porter le poids principal d'une organisation formelle <sup>22</sup>.

En soi, la métrique joue un rôle fondamental quand à la formalisation de processus temporel. Bien que pas explicitement théorisée dans le sens du contexte tonal, ou très peu, sortie de ce cadre là, elle ouvre un potentiel nouveau, un prolongement de la polyphonie que l'on retrouve déjà à l'Ars Nova; la polymétrie, ou la cohabitation de temps musicaux concurrents. Du point de vue notationnel, la polymétrie (indépendamment de la polytempie, à savoir, l'utilisation de tempi différents et simultanés), peut prendre deux formes : celle implicite reposant sur la coexistence de rythmes différents dans une même structure métrique, celle explicite se basant sur l'utilisation de différents mètres superposés. <sup>23</sup>. Toujours est-il, que dans la plupart des cas, et surtout dans la musique d'ensemble, la notation est réduite à un seul mètre explicite. Il est évident que la perception de ces événements sous-entend la perception d'une résultante temporelle à dimension unique qui fait loi de coordination temporelle. Mais nous sommes en droit de nous demander si le sens musical est bien altéré ou pas, et si on perçoit ou non, des temps différents se déroulant synchroniquement.

Un exemple pourrait nous permettre de voir plus clair quant à la problématique de temps concurrents et leur mise en regard à une métrique synchrone; nous pensons au premier mouvement du *Quatuor No. 3* d'Elliott Carter datant de 1971. Le quatuor divisé en deux duos, présente deux groupes polyphoniques : duo I constitué du violon I et violoncelle, le duo II, violon II et alto. Chaque duo, développe des « vitesses » différentielles de part leur métrique, avec un tempo relatif et équivalent aux deux groupes : alors que le duo I est écrit dans une métrique différente  $\frac{12}{8}$  (ternaire) pour  $\downarrow = 70$  il est équivalent à la métrique du duo II,  $\downarrow = 105$  écrit

21. Brian FERNEYHOUGH. *Univers parallèles : Essais et entretiens sur la musique*. Écrits, entretiens ou correspondances. Éditions Contrechamps, 2018, p. 101.

22. *Ibid.*, p. 101.

23. « Des mètres différents peuvent être simulés dans un cadre d'un mètre unique par le moyen d'accentuations décalées ou des phrasés irréguliers dans chaque partie d'une œuvre. La polymétrie peut aussi être réalisée par l'utilisation de mètres différents synchrones. » Gardner READ. *Modern rhythmic notation*. Indiana University Press, 1978, p. 123



dans une métrique de  $\frac{6}{4}$ , où le rapport de 2 pour 3 (binaire pour ternaire) semble évident, en dépit d'une battue de 6 temps pour le duo II pour 4 temps pour le duo I, créant ainsi une polyrythmie de phrasé qui n'est pas que fonctionnelle mais volontairement d'ordre expressif. En effet, les deux groupes ont des indications différentes, pour le duo I il est noté un tempo « *giusto* » signifiant un tempo *juste*, alors que pour le deuxième duo, il est indiqué « *quasi rubato* » indiquant un tempo *quasi* flottant. Par ailleurs, à travers l'utilisation de rythmes irrationnels, dédiés à chaque partie instrumentale, (duo II : triolets pour le violon II, contre quintolets pour l'alto<sup>24</sup>), malgré une métrique synchrone la partition présente des parties à vitesses différentielles, comprendre par là, des parties instrumentales se déroulant dans des temps différents, avec un rapport de 5 pour 6, alors que le duo I (violon I – violoncelle), subdivisent le temps respectivement en 6 pour le violon I, et chose très intéressante, une oscillation entre « binaire » et « ternaire » du violoncelle à travers l'artifice des notes pointées, amplifiée par le *quasi rubato* assigné au deuxième duo du quatuor.

Elliott Carter  
(1971)

FIGURE 2.1: Première mesure du *String Quartet No. 3* (Elliott CARTER. *String Quartet No. 3*, pour quatuor à cordes. 1971, Associated Music Publishers)

Dans une optique encore plus radicale, Stockhausen propose une dissolution extrême du mètre, ou plutôt son incorporation à la forme même :

Il est possible enfin, d'imaginer une composition tout entière comme un seul spectre de temps de durée fondamentale unique, d'une seule « tonalité », comme cela était effectivement bien le cas dans la musique tonale. (Cela, bien sûr, ne doit pas être confondu avec les compositions sérielles, qui, pour être jouables, ont été notées d'un bout à l'autre dans le même mètre, mais dans lesquelles la fonction originelle d'un

24. Cet artifice de *polytempi* à travers l'utilisation de différentes pulsations de *phases* (différents ordre d'irrationnels (cf. voir plus loin Figure 6.12, (p. 188)) conjointement et de manière synchrone, rappelle l'écriture rythmique de Scriabin que l'on retrouve particulièrement dans ses études pour piano

mètre fondamental constant a été abolie ; du même coup, l'appréhension d'accents de mesure à l'intérieur de cela n'a pas de sens et introduit une distorsion : nous rencontrons en effet systématiquement le principe de la métrique et de la rythmique « tonale » dès qu'une durée fondamentale constante détermine de manière perceptible certaines parties d'une œuvre ou une œuvre tout entière, même si ce mètre est effacé à l'extrême par des syncopes émancipées)<sup>25</sup>.

Par conséquent, on est en droit de remettre en question non pas le rôle de la métrique par rapport à la notation fonctionnelle, c'est-à-dire à la destination de la lisibilité de l'écrit musical, mais plutôt dans sa fonction en tant que génératrice de formes temporelles. Qu'en est-il donc de la métrique ou bien plus exactement de la fonctionnalité de la « barre de mesure » comme élément de la notation formelle du rythme musical ?

### 2.3 « Notations rythmiques »

Plus qu'une manière de transmettre des informations aux interprètes et au lecteur au sens strict du terme, la notation symbolique véhicule chez nombre de compositeurs leur manière de penser la musique, leur stratégie intime, voir l'idée musicale en soi telle qu'elle se fait entendre chez le compositeur. Boulez décrit ce processus ainsi :

Je m'explique d'abord en ce qui concerne le circuit auteur-interprète ; nous pouvons décrire ce circuit de la façon suivante :

- A le compositeur engendre une *structure* qu'il *chiffre* ;
- B qu'il *chiffre* dans une grille *codée* ;
- C l'interprète *déchiffre* cette grille *codée* ;
- D d'après ce décodage, il restitue la *structure* qui lui a été transmise<sup>26</sup>.

Il paraît donc évident que cette articulation entre notation et transmission reste inséparable du style et de l'idée de l'œuvre. La notation comme système<sup>27</sup>, comme médium, comme technique et stratégie personnelle, à travers ses contraintes, ses libertés, dévoile la mesure de la profondeur formelle de l'œuvre à venir .

Dans son traité *Technique de mon Langage Musical*<sup>28</sup>, au chapitre VII, Olivier Messiaen décrit avec précision sa « technique » de notation rythmique, indiquant sa spécificité pour le compositeur et de sa destination à l'interprétation. Elle se décline en quatre catégories :

La première consiste à écrire les valeurs exactes, sans mesure ni temps, en conservant seulement l'usage de la barre de mesure pour marquer les périodes et donner un terme à l'effet des accidents (dièses,

25. Karlheinz STOCKHAUSEN. « ... comment passe le temps... » In : *L'Âge d'homme (Conrechamps 9 - 1988)*, Paris (1957), p. 26-65, p. 46.

26. Pierre BOULEZ, « Temps, notation et code », p. 81.

27. « L'idée musicale n'existe pas dans un absolue bagne, en dehors d'un système : elle est entièrement conditionnée par lui, dans son profil, dans ses fonctions, dans ses prolongements » (Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 321)

28. Olivier MESSIAEN, *Technique de mon langage musical*, p. 20-22.

bémols, etc.). Cette notation est évidemment la meilleure pour le compositeur, puisqu'elle est l'expression exacte de sa conception musicale<sup>29</sup>.

Cette première notation serait donc idéale pour le compositeur et serait la première à utiliser selon la formation instrumentale :

Elle est excellente pour un seul ou quelques exécutants groupés. Comme je le remarquais dans la préface de mon *Quatuor pour la fin du Temps*, les interprètes, qui se sentent un peu gênés par les rythmes, peuvent compter mentalement toutes les valeurs brèves (les doubles croches, par exemple), mais seulement au début du travail : ce procédé pourrait alourdir fâcheusement l'exécution en public et deviendrait pour eux un vrai casse-tête ; ils devront, par la suite, conserver en eux le sentiment des valeurs, sans plus (ce qui leur permettra d'observer les nuances, les pressés, les ralentis, tout ce qui rend une interprétation vivante et sensible)<sup>30</sup>.

le deuxième mode de notation relève de la transcription. Messiaen propose alors la segmentation de la notation première en mesures de différentes proportions :

À l'orchestre, les choses se compliquent. Lorsque tous les exécutants font les mêmes rythmes et que ces rythmes rentrent dans des mesures normales, on peut accumuler les changements de mesure ; c'est ce qu'a fait Stravinsky dans *Le Sacre du Printemps*. Ces changements de mesure sont très fatigants pour le chef d'orchestre.<sup>31</sup>

La troisième stratégie s'apparente à la deuxième mais utilisera des signes supplémentaires par souci de clarté à l'interprétation :

Toujours à l'orchestre, si tous les exécutants font les mêmes rythmes et que ces rythmes *ne rentrent pas* dans des mesures normales, il faut diviser la musique en mesures courtes ; un chiffre en tête de chaque mesure en indique le nombre de battements. Ces battements sont égaux ou inégaux en durée : il faut donc recourir à des signes rythmiques, placés au-dessus des temps, pour indiquer leur durée exacte.<sup>32</sup>

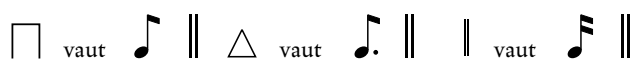


FIGURE 2.2: Signes rythmiques

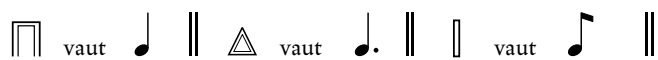


FIGURE 2.3: Signes rythmiques redoublés<sup>33</sup>

Messiaen affirme qu'à partir de ces signes « on peut noter les rythmes les plus difficiles » à condition d'accorder cette convention entre le chef et les instrumentistes

29. Olivier MESSIAEN, *Technique de mon langage musical*, p. 20.

30. *Ibid.*, p. 20.

31. *Ibid.*, p. 20.

32. *Ibid.*, p. 20-21.

33. Messiaen précise que ces signes lui ont été transmis par Roger Désormière, chef d'orchestre et « inventeur » de ces derniers.

et note qu'à la première lecture *un effort supplémentaire* est demandé aux interprètes afin d'avoir une exécution correcte, ajoutant que cette méthode de notation est *très réalisable*.

La quatrième alternative proposée par Messiaen relève le plus de la transcription rythmique dans un cadre de notation « conventionnelle » sans toutefois recourir à aucune quantification :

La plus facile pour les exécutants puisqu'elle ne dérange en rien leurs habitudes. Elle consiste, au moyen de synopes, à inscrire dans une mesure normale un rythme qui n'a aucun rapport avec elle. Ce procédé est indispensable lorsqu'il s'agit de faire exécuter par plusieurs musiciens une superposition de plusieurs rythmes compliqués et très différents les uns des autres. Pour que l'effet soit produit, il suffit de multiplier les indications de liaisons, de nuances, et surtout d'accents là où on les veut exactement <sup>34</sup>.

Il est à noter aussi, que Messiaen introduit la notion de *fausseté* concernant la notation, notion qui se rapporte à la transformation de l'idée première du rythme engendré par le compositeur.

Cette notation est fautive, puisqu'elle est en contradiction avec la conception rythmique du compositeur : mais si les exécutants observent bien les accents indiqués, l'auditeur entend le rythme véritable <sup>35</sup>.

Messiaen ne l'explique pas comme tel, mais on peut bien deviner une certaine « mesure » à travers ces quatre dispositifs notationnels, qui est celle de justesse pour le compositeur qui serait inversement proportionnelle à celle de l'interprète. La première notation proposée serait la plus équilibrée, toutefois restreinte quant à l'effectif instrumental. À partir d'une polyphonie d'exécutants, la notation devrait trouver un compromis entre la justesse notationnelle et la clarté d'interprétation, d'où les trois autres stratégies .

Cette particulière exigence n'est pas exclusive à Messiaen, on l'a retrouvée clairement édictée chez Schönberg :

Une exécution musicale est parfaite lorsqu'elle fait entendre tout ce que le compositeur a écrit, lorsque chaque note est réellement perçue, lorsque tous les sons, qu'ils soient successifs ou simultanés, accusent clairement leur parentés les uns avec les autres, en sorte qu'une voix n'en vient jamais à masquer une autre mais au contraire contribue à assurer l'intelligibilité de l'ensemble. Tout compositeur ayant l'expérience de son métier sait disposer ses notes à cet effet, qu'il écrive une œuvre pour soliste, pour petite formation de chambre ou pour orchestre. C'est la condition indispensable pour qu'une œuvre soit bien écrite. Tout auteur qui la néglige ne parviendra jamais à satisfaire un auditeur ayant une certaine culture et accessible à l'émotion, si brillant que puisse être son interprète et si vivante son exécution <sup>36</sup>.

34. Olivier MESSIAEN, *Technique de mon langage musical*, p. 21.

35. *Ibid.*, p. 21.

36. Arnold SCHÖNBERG et Leonard STEIN. « Le style et l'idée ». In : trad. par Christiane de LISLE. Buchet/Chastel, 1977. Chap. Pour un traité d'exécution, p. 244.

Messiaen illustre ses exemples commençant par la 1<sup>re</sup> notation, celle du compositeur, suivi de sa transcription en 3<sup>e</sup> notation :



FIGURE 2.4: Fragment rythmique en 1<sup>re</sup> notation



FIGURE 2.5: Même fragment transcrit en 3<sup>e</sup> notation (avec signes rythmiques)

L'exemple suivant est tiré de l'œuvre pour orchestre *Les Offrandes oubliées*. C'est la transcription en 2<sup>e</sup> notation se caractérisant par des changements de mesure qui ne devraient pas figurer dans la version originale du compositeur (1<sup>re</sup> notation) :

Trompette

FIGURE 2.6: *Les Offrandes oubliées* – extrait en 2<sup>e</sup> notation (mes. 53-58).

Un autre fragment, tel qu'il a été conçu par le compositeur (en 1<sup>re</sup> notation) suivi de sa transcription en 4<sup>e</sup> notation :

Clarinette en Si<sup>b</sup>

FIGURE 2.7: *Liturgie de cristal* – extrait en 1<sup>re</sup> notation (mes. 5-8).

Clarinette en Si<sup>b</sup>

FIGURE 2.8: *Liturgie de cristal* – transcription en 4<sup>e</sup> notation (mes. 5-8).

Le souci de transmettre l'idée première du compositeur aux interprètes à travers une notation inaltérée, et réaliser une notation la plus proche de l'originale pour une interprétation la plus efficace possible, tel est le compromis que doit réaliser le compositeur à travers sa partition. Messiaen utilisera cette stratégie tout au long de ces œuvres. Cependant, on peut relever certaines exceptions très intéressantes, telle dans l'*Épôde* avant-dernière section de *Chronochromie* pour grand orchestre. Il s'agit ici d'une polyphonie de chants d'oiseaux dédiée uniquement aux cordes dont voici la note extraite de la partition :

L'Épôde est un contrepoint à 18 voix réelles. Tout compte, et les 18 voix ont chacune leur rôle. Cependant, il faut éviter de donner l'impression d'un fouillis inextricable avec intensité unique. Certains oiseaux doivent jaillir tout à coup en pleine lumière, et rentrer dans l'ombre ensuite. Ces chants privilégiés sont pourvus d'un encadrement  $\left[ \left[ \right] \right]$ . De l'ouverture à la fermeture du signe, la mélodie encadrée doit s'entendre plus que le reste. Le chef d'orchestre doit assurer les « départs » de chacun de ces passages. Les instruments à « faire partir » sont indiqués en bas de page par une petite flèche. Dans tout l'Épôde : bien observer les nuances marquées <sup>37</sup>.

FIGURE 2.9: *Chronochromie - Épôde* (mes. 4-5)

37. OLIVIER MESSIAEN. *Chronochromie : pour grand orchestre*. 1963, p. 155.

Apparentée au quatrième mode de transcription rythmique, la mesure est ici uniquement utilisée à des fins fonctionnelles et notamment pour les altérations. La métrique ne correspond aucunement aux figures rythmiques des chants d'oiseaux disposés polyphoniquement en utilisant une distribution basée sur des permutations circulaires. Messiaen, suit bien sa méthode en soulignant les entrées des voix d'une part par des accents et dynamiques pour la mise en relief des parties principales, ainsi que par des signes ( nous rappelant ceux de l'école de Vienne *Nebenstimme*, *Hauptstimme*), pour les entrées de celle-ci, assurées par des indications supplémentaires au bas du système.

Ces multiplications d'indications, bien que jouant un rôle précautionnel semblent buter contre une difficulté, celle de la mise en espace notational d'une polyphonie multi-métrique.

Elle comporte des figures répétées utilisant souvent les mêmes altérations. Mais la contrainte d'une mesure de 4/8 continue dans ce passage oblige aussi des rappels de ces derniers. Ce qui en fin de compte, n'est pas plus efficace qu'une notation des altérations dans un cadre sériel où toutes celles-ci seront reprises à l'exception du cas de notes répétées.

Cette stratégie notationnelle soulève une problématique de représentation à deux pendants : la notation fidèle à la pensée première de l'idée musicale, celle qui véhicule le matériaux en tant que tel, inaltéré au possible, et la notation dite « efficace » à destination de l'interprétation. Cette problématique est loin d'être close. Elle ouvre un autre champs prospectif d'investigation, celui de l'optimisation d'une écriture valable d'un mode à l'autre, mais, cependant rendue souple par une stratégie de transfert symbolique préservant l'idée musicale ainsi que son exécution, en somme, trouver une « mesure » de justesse en regard du rythme et sa notation qui serait optimale.

On peut aussi ajouter deux autres critères qui se veulent indispensables se rapportant à la notation même, comme l'entend Nelson Goodman dans son essai *Language of Art : An approach to a theory of symbols*<sup>38</sup>, d'une manière certes très positiviste et analytique : la clarté et la dissociation sémantico-syntaxique.

En somme, les propriétés requises pour un système notational sont la clarté, la différenciation ainsi que la séparation entre la sémantique et la syntaxe<sup>39</sup>.

Cependant, Goodman entend d'une manière exclusive la partition, comme preuve d'authenticité en rapport à la propriété intellectuelle, notion en somme tout à fait désincarnée de l'œuvre d'art qui se veut être au fond qu'un produit destiné à la consommation ou comme le sous-entend Guy Debord, « *La culture devenue intégralement marchandise...*<sup>40</sup> » :

[128] Une partition, qu'elle soit ou non destinée comme guide pour l'interprétation, a pour fonction primordiale l'authentification (autoritative identification) d'une œuvre d'exécution à exécution. Souvent, les partitions et notations diverses – ainsi que pseudo-partitions et pseudo-notations – ont d'autres fonctions plus intéressante comme l'aide à la transposition, à la compréhension d'une œuvre, et même à la

38. Nelson GOODMAN. *Languages of art : An approach to a theory of symbols*. Hackett publishing, 1968.

39. « *In sum, the properties required of a notational system are unambiguity and syntactic and semantic disjointness and differentiation. These are no sense merely recommended for a good and useful notation but are features that distinguish notational systems – good or bad – from non-notational systems.* » *ibid.*, p. 156

40. Guy DEBORD. « La société du spectacle ». In : *La Société du Spectacle was first published in (1967)*, §193 p. 117.

composition, mais chaque partition en tant que telle a une fin logique antérieure, celle d'identifier l'œuvre en soi. De là découlent toutes les propriétés théoriques requises des partitions et des systèmes notationnels dans lesquels elles sont écrites <sup>41</sup>.

La notation, comme suggérée au début, n'est pas qu'un moyen de transmission compositeur → interprète (transcription) comme l'entend N. Goodman <sup>42</sup>, ni un artefact du sens musical, mais bien ce qui primordialement véhicule la pensée musicale. C'est la représentation (la projection), même de l'idée musicale concrétisée dans l'acte d'écrire. Par conséquent, il est bon de considérer la notation comme finalité de l'écriture non limitée au seul rôle fonctionnel de transmission ou validation d'une quelconque authenticité positiviste du fait musical à l'instar du copyright.

La partition exécutée ou non, reste le produit de la création musicale, comme écriture, comme « territoire » d'expressivité, la comprendre comme œuvre accomplie, comme finalité. Elle est avant toute chose une expression temporelle et par ce fait elle outrepassé toute notion de fausseté ou vérité. Elle est plutôt tout au contraire, une assertion qu'il faudrait considérer être comme fondement de toute œuvre musicale.

Nous allons donc aborder quelques notions fondamentales qui ont institué la question de comment asseoir des expressions temporelles comme outils conceptuels d'un langage dans un champs critique de l'écriture.

## 2.4 « *New Musical Resources* »

Un autre aspect de la « figuration » du temps musical dans le domaine symbolique passe par sa conception comme suite du continuum spectral se prolongeant dans le domaine temporel. Dans *New Musical Resources* <sup>43</sup> écrit en 1916-19, Henry Cowell aborde la question de la polymicrotonalité à travers les rapports de la série harmonique en la généralisant ainsi aux structures rythmiques :

Le rythme comporte des problématiques intéressantes et nombreuses, dont rares sont celles qui ont été explicitées clairement. Toutefois ici, il sera question seulement d'un principe général – notamment, celui de la relation du rythme avec le phénomène vibratoire, celui du son, et à travers cette même relation et les proportions harmoniques, la construction de systèmes rythmiques harmoniques et contrapunctiques organisés ayant exactement la même relation avec l'harmonie tonale et le contrepoint <sup>44</sup>...

41. « *A score, whether or not ever used as a guide for a performance, has a primary function the authoritative identification of a work from performance to performance. Often scores and notations—and pseudo-scores and pseudo-notations—have such other more exciting functions as facilitating transposition, comprehension, or even composition; but every score, as a score, has the logically prior office of identifying a work. From, this derive all the requisite theoretic properties of scores and of the notational systems in which they are written. The first step, then, us to look more closely at this primary function.* » NELSON GOODMAN, *Languages of art : An approach to a theory of symbols*, p. 128

42. « *A score is commonly regarded as a mere tool, no more intrinsic to the finished work than is the sculptor's hammer or the painter's easel. For the score is dispensable after the performance; and music can be composed and learned and played by 'ear', without any score and even by people who cannot read or write any notation. But to take notation as therefore nothing but a practical aid to production is to miss its fundamental theoretical role.* » *ibid.*, p. 127.

43. HENRY COWELL et DAVID NICHOLLS. *New musical resources*. Cambridge University Press, 1996.

44. *ibid.*, p. 46 « *Rhythm presents many interesting problems, few of which have been clearly formulated. Here however, only one general idea will be dealt with – namely, that of the relationship of rhythm to sound-vibration,*



Ces structures rythmiques que Cowell nomme « musical rhythm », il les caractérise par la durée, la métrique et le tempo :

Dans ce propos sur le rythme musical et ces éléments, la durée, le mètre et le tempo, il sera démontré que la problématique posée ici n'est pas uniquement liée mais aussi construite autour de principes déjà familiers au domaine harmonique et contrapunctique – ceci, par rapport à la relation des tons entre eux. Pour éclaircir et justifier cette démarche, il sera utile à ce stade de revenir encore une fois à ce qui a été déjà évoqué par rapport aux séries de partiels, et à travers une analyse ressortir certains faits saillants <sup>45</sup>.

Cowell illustre le continuum hauteurs/durées en partant de la série de partiels (série harmonique) comprise comme intervalles reliées à des notes (échelle à partir d'une fondamentale d'Ut), traduite par des périodes de vibrations qui finalement aboutissent à des fréquences temporelles :

Série Harmonique	Intervalles	Tons	Périodes de Vibrations	Temps
5	Tierce	E	$\boxed{\text{16} \mid \text{16} \mid \text{16} \mid \text{16} \mid \text{16}}$	= 80
4	Quarte	C	$\boxed{\text{16} \mid \text{16} \mid \text{16} \mid \text{16}}$	= 64
3	Quinte	G	$\boxed{\text{16} \mid \text{16} \mid \text{16}}$	= 48
2	Octave	C	$\boxed{\text{16} \mid \text{16}}$	= 32
1	Fondamentale	C	$\boxed{\text{16}}$	= 16

FIGURE 2.10: Continuum *Espace/Temps* comme l'entend Henry Cowell <sup>46</sup>

À partir des *périodes de vibrations* et dans le même ordre d'idée, Cowell étendra ce principe aux *périodes de pulsations* en établissant des subdivisions rythmiques en correspondance avec ces fréquences :

*and through this relationship and the application of overtone ratios, the building of ordered systems of harmony and counterpoint in rhythm, which have an exact relationship to tonal harmony and counterpoint... »*

45. Henry COWELL et David NICHOLLS, *New musical resources*, p. 46

« In this discussion of musical rhythm in its elements, time, meter and tempo, it will be seen that the problems here considered are not only related to, but based on, principles that are already familiar in the field of harmony and counterpoint – that is, in the relation of tones to one another. In order to make clear the justification in this procedure it will be useful at this point to revert again to what has already been said about the partial series, and by analysis to bring out certain salient facts. »

46. Sous la colonne « Temps », les nombres représentent la multiplication du nombre de vibrations par seconde du ton fondamental do (16) par l'ordre du nombre du rang harmonique. (*ibid.*, p. 47)

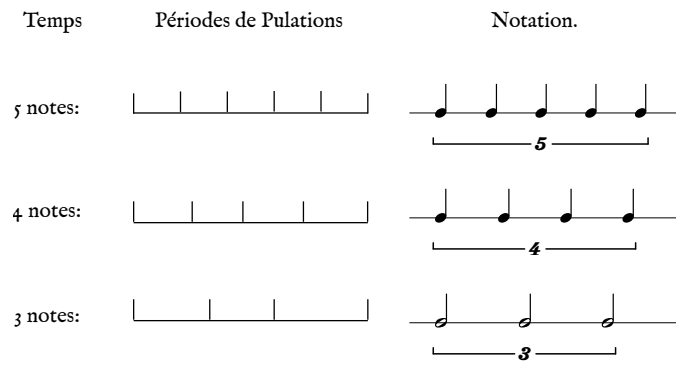


FIGURE 2.II: Transposition des harmoniques dans le domaine rythmique <sup>47</sup>

Concernant les durées en soi, Cowell aura recourt à de nouveaux symboles pour chaque catégorie de subdivision correspondants aux rangs harmoniques impaires :

---

47. *ibid.*, p. 48

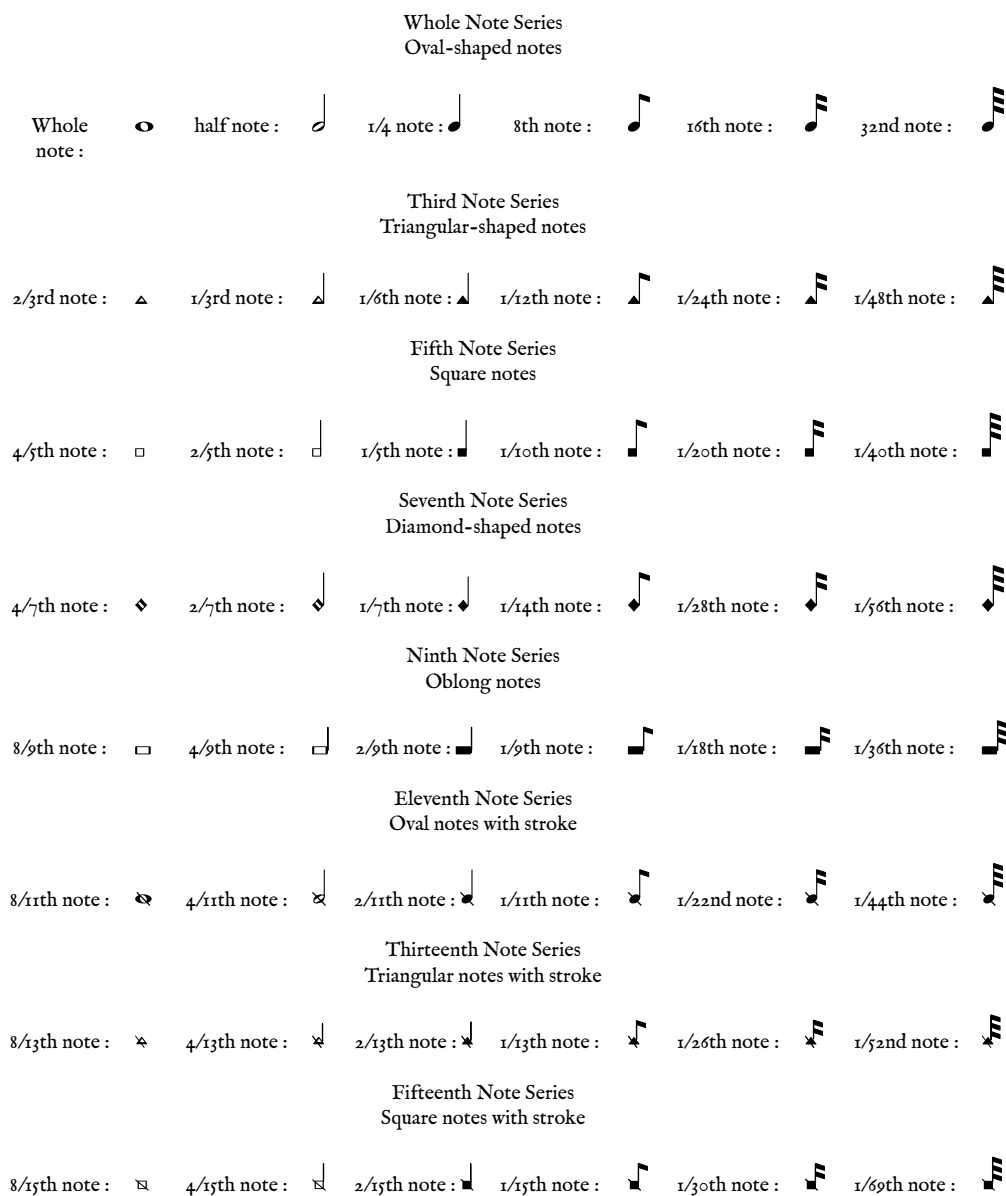


TABLE 2.1: Figures de notes par rapports aux durées du spectre rythmique <sup>48</sup>

Ce système permet potentiellement une combinatoire où chaque valeur irrationnelle pourrait être utilisée en elle-même sans recourir à la « complétude » de la valeur dans la battue métrique donnée. Cowell donne un exemple de l'utilisation que permet ce système :

48. Henry COWELL et David NICHOLLS, *New musical resources*, p. 58

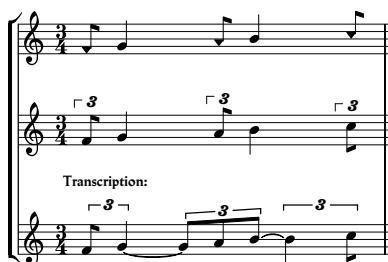


FIGURE 2.12: Exemple de rythme avec des unités de durées à décomposition non-continues et sa transcription.<sup>49</sup>

Logiquement, Cowell généralisera le principe des rapports harmoniques pour la métrique :

Rang Harmonique	Ton	Intervalles	Métrique à partir de 2/4
6	G	Tierce mineure	12/4 (6/4 3/4 6/8)
5	E	Tierce majeure	10/4 (10/8 5/4)
4	C	Quarte	8/4 (4/4 2/4)
3	G	Quinte	6/4 (6/8 3/4)
2	C	Octave	4/4 (4/8 2/2)
1	C	Fondamentale	2/4

TABLE 2.2: Correspondance métrique par rapport à la série des partiels<sup>50</sup>

Plus loin dans la section « *Metre and Time Combination* »<sup>51</sup> (Métrique et Combinatoire Temporelle), Cowell dans sa logique de généralisation propose une métrique « irrationnelle » :

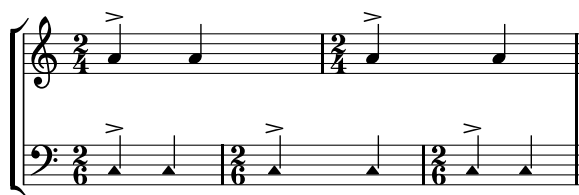


FIGURE 2.13: Exemple de polymétrie utilisant deux métriques synchrone de 2/4 et de 2/6<sup>52</sup>

Cependant, Cowell comprend la métrique toujours sous sa forme « tonale », à savoir, comme champs d'accentuation de temps forts/temps faibles :

49. *ibid.*, p. 59

50. Les métriques entre parenthèses sont les équivalences par rapport à l'octaviation des intervalles. *ibid.*, p. 68

51. *ibid.*, p. 85.

52. Dans l'exemple de Cowell, il se trouve que la transcription notationnelle est erronée à la cinquième note de la deuxième voix. Les notes respectives des deux voix ne doivent pas être superposées. *ibid.*, p. 47

D'un autre côté, le mètre suppose une succession d'unités de temps, souvent des noires — ou des croches ajoutant des variations en accentuant certaines de ces notes à des intervalles précis[...] C'est ici qu'il est proposé d'appliquer le principe de série de partiels sur le mètre musical, comme il a été déjà fait pour les figures de notes. Si certaines combinaisons métriques se trouvent avoir des rapports mathématiques à certaines combinaisons tonales, il serait possible d'assembler ces mètres à travers leur rapport mathématique en des mètres harmoniques<sup>53</sup>, à l'instar des hauteurs qui une fois combinées forment des accords<sup>54</sup>.

La généralisation complétant le continuum de Cowell couvrira le champs des tempi :

<i>Rapports à partir de Do</i>	<i>Echelle Chromatique</i>	<i>Tempi</i>
	C	= 60
14 : 15	C <sup>#</sup>	= 64 2/7
8 : 9	D	= 67 1/2
5 : 6	E <sup>b</sup>	= 72
4 : 5	E	= 75
3 : 4	F	= 80
5 : 7	G <sup>b</sup>	= 84
2 : 3	G	= 90
5 : 8	A <sup>b</sup>	= 96
3 : 5	A	= 100
4 : 7	B <sup>b</sup>	= 105
8 : 15	B	= 112 1/2
1 : 2	C	= 120

TABLE 2.3: Les rapports fréquentiels appliqués au tempo<sup>55</sup>

Cowell donne un exemple de contrepoint (par analogie au contrepoint rigoureux) utilisant les extensions des rapports harmoniques dans le domaine des durées, de la métrique et du tempo :

53. Entendre par là, des accords métriques (N.d.T)

54. Henry COWELL et David NICHOLLS, *New musical resources*, p. 66-67.

« *Musical metre, on the other hand, assumes a succession of time-units, usually quarter — or eight-notes, and introduces variety by accenting certain of these notes at fixed intervals[...] It is here proposed to apply the principle of the series of partiels to musical metre, as it has already been applied to musical time. If it be found that certain metrical combinations have a mathematical correspondence to certain tonal combinations, it will be found possible to combine metres by mathematical ratios into metrical harmonies, just as tones are combined into tonal harmonies.* »

55. *ibid.*, p. 107

The image displays four systems of musical notation for piano accompaniment. Each system consists of a treble and bass clef staff. The first system is marked with a tempo of 90 and a dynamic of *f*. The second system is marked with a tempo of 96 and a dynamic of *p*. The third system has a tempo of 108 and a dynamic of *f*, with a sub-tempo of 64 indicated for a section. The fourth system returns to a tempo of 90 and includes a section marked with a tempo of 96 and a dynamic of *f*, ending with 'Etc.' and a tempo of 60.

FIGURE 2.14: Contrepoint à 2 voix utilisant des différents modes rythmiques appliqués aux durées, à la métrique et au tempo<sup>56</sup>

## 2.5 « ... wie die Zeit vergeht... »

L'idée de continuum entre le domaine des hauteurs et du rythme n'est pas toute neuve. L'ouvrage « *New Musical Resources*<sup>57</sup> » de Henry Cowell est souvent cité comme précédant l'article « ... wie die Zeit vergeht...<sup>58</sup> » de Stockhausen de 35 années environ<sup>59</sup>. David Lewin fait remonter cette relation même encore plus loin, citant Brahms à la lumière du traité « *Die Natur der Harmonik und Metrik*<sup>60</sup> » de Moritz Hauptmann : « [...] *Moritz Hauptmann a introduit dans la théorie de la musique occidentale l'idée que les principes philosophiques sous-jacents à la structure métrique sont identiques aux structures sous-jacentes de l'harmonie tonale*<sup>61</sup> ». Cowell lui-même affirme,

56. *ibid.*, p. 97

57. *Ibid.*

58. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." »

59. « Cowell's insight, in his application of the harmonic overtone series to musical rhythm, predated Stockhausen's by 35 years. But Stockhausen was more interested in the applicability of this "serial" composition method to duration. » (Christopher K KOENIGSBERG. « Karlheinz Stockhausen's new morphology of musical time ». In : *Oakland, Mills College* [1991] et « Cowell formulated this insight two decades before Karlheinz Stockhausen's temporal theory, [...] » (Curtis ROADS. *Microsound*. MIT press, 2004, p. 56)

60. Moritz HAUPTMANN. *Die Natur der Harmonik und Metrik : Mit einer Einleitung zum E-Book von Wilhelm Seidel*. Georg Olms Verlag, 2013.

61. David LEWIN. « On Harmony and Meter in Brahms's op. 76, no. 8 ». In : *Nineteenth-Century Music* (1981), p. 261-265

« [...] *Moritz Hauptmann introduced to Western music theory the idea that the philosophical principles underlying metric structure are the same as those underlying the harmonic structure of tonality* »

« Il n'y a rien de radical dans ce que l'on propose. Ce n'est que son interprétation qui soit nouvelle. <sup>62</sup> ». L'intuition de ce continuum repose même sur la perception du quotidien :

Prenons le son d'une porte grinçante. En l'ouvrant lentement, sa charnière rouillée générera une suite de sons discrets. En l'ouvrant vite, on percevra un son à hauteur fixe. Beaucoup d'enfants ont certainement exploré ce phénomène.[...] On peut donc déduire que le continuum entre hauteurs et rythme est quelque chose que l'on comprend jusqu'à un certain degré, sur un plan fondamental et instinctif <sup>63</sup>.

En 1959 Karlheinz Stockhausen après avoir expérimenté le principe de continuum avec ses collègues, rapporte à Cowell qu'un jeune compositeur Argentin l'avertit de l'existence de son livre <sup>64</sup>.

Il est certain qu'il existe une similitude frappante entre les idées de Cowell et celles que l'on trouvera quelques décennies plus tard dans « ... *wie die Zeit vergeht...* <sup>65</sup> ». Le premier rapprochement et le plus fondamental étant sans doute le principe de continuum commençant dans le domaine fréquentiel des hauteurs et s'étendant dans le domaine temporel du rythme musical. Vient ensuite la généralisation du principe sur la plupart des catégories du rythme, mais là s'arrête la similarité. La pensée sérielle des années cinquante y est sans doute pour quelque chose, à savoir d'étendre le principe sériel sur tout les constituants des paramètres musicaux et ainsi l'élargir aussi au domaine de l'électroacoustique.

Mais qu'il y a-t-il précisément de différent dans l'approche de Stockhausen que l'on peut lire dans « ... *wie die Zeit vergeht...* <sup>66</sup> » ? Dans son article *Boundaries of Perception and the Endless Struggle for Unity in the Music of Karlheinz Stockhausen* <sup>67</sup> déjà cité, Horovitz décrit de manière concise cette différence :

Plutôt que de voir dans le continuum hauteur/rythme un moyen de généralisation d'expression créative à l'instar de Cowell, Stockhausen a voulu plutôt les unifier. Afin d'atteindre ce but, Stockhausen proposera une échelle de durée dont les proportions constitueraient une relation de correspondance avec les fréquences fondamentales des hauteurs associées <sup>68</sup>.

62. Henry COWELL et David NICHOLLS, *New musical resources*, p. 51.

63. Seth HORVITZ. *Boundaries of Perception and the Endless Struggle for Unity in the Music of Karlheinz Stockhausen*. 2009, p. 2

« Consider the sound of a creaking door. When moving slowly, a rusty hinge will generate a succession of discrete sounds. When moving quickly, it will be perceived as a continuous pitch. Most children have undoubtedly explored this effect.[...] So it could be said that the continuum between pitch and rhythm is something we understand to some degree on a fundamental, instinctual level. »

64. Hugo WEISGALL. « The Music of Henry Cowell ». In : *The Musical Quarterly* 45.4 (1959), p. 484-507

« In 1959 Karlheinz Stockhausen told Cowell that after he and his colleagues had been working with this idea for some time, he was astonished to have Cowell's book called to his attention by a young composer from Argentina. ».

S'agit-il peut-être de Mauricio Kagel déjà installé à Cologne depuis 1957 ?

65. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... *wie die Zeit vergeht...*" »

66. *Ibid.*

67. Seth HORVITZ, *Boundaries of Perception and the Endless Struggle for Unity in the Music of Karlheinz Stockhausen*, p. 3.

68. L'échelle en question dont Horvitz fait référence se trouve reproduite plus loin. (cf. **Figure 2.22**, (p. 61))

Le souci premier pour Stockhausen, comme il le décrit, découle de sa volonté de trouver une échelle chromatique de durées équivalente à celle des hauteurs, ce qui implique d'avoir un total chromatique de durées équidistantes afin de se conformer à la pratique sérielle telle qu'elle s'applique dans le domaine des hauteurs. Voyons donc comment Stockhausen s'y prend pour concevoir une nouvelle *organisation temporelle des durées* dans un cadre sériel.

### 2.5.1 Registres des perceptions

Pour commencer, Stockhausen définira le seuil perceptif des durées comme suit :

On distingue donc les durées jusqu'à des durées de phase<sup>69</sup> d'environ  $1/16^e$  de seconde, et c'est dans la zone comprise entre 6 sec. environ et  $1/16^e$  de sec., que se déroulait jusqu'à présent ce qu'on appelle, dans notre musique, « la métrique et la rythmique », l'organisation temporelle des durées. La zone temporelle dans laquelle des proportions de *phase* ont été définies comme des relations de hauteurs de son en termes d'« harmonie et mélodie » comprend des durées de phase comprises environ entre  $1/16^e$  et  $1/3200^e$  de secondes<sup>70</sup>.

Il est à noter que Stockhausen y reviendra plus tard en 1963 dans son article *Die Einheit der musikalischen Zeit*<sup>71</sup>, généralisant l'idée d'un *temps unifié* recouvrant tous les paramètres musicaux :

[...], on devrait partir du concept de base d'un *seul temps musical unifié* ; et les différentes catégories perceptuelles comme la couleur, l'harmonie et la mélodie, le mètre et le rythme, les dynamiques, et la « forme » devraient être considérées comme différentes *composantes* de ce temps unifié[...] chacune de ces trois grandes sphères temporelles musicales – *durée fréquentielle, durée rythmique, et durée formelle* – ont approximativement la même envergure : chacune possède un éventail d'environ sept « octaves » (où l'« octave » désigne le rapport 1 : 2)<sup>72</sup>.

Le principe d'unification temporel par les « registres » (tout particulièrement autour du rapport 1 : 2 et donc de l'octave) se retrouve chez Boulez sous le principe de « modulo » servant à organiser les mêmes « trois grandes sphères » évoquées par Stockhausen. Il paraît tout à fait logique de considérer l'espace octaviant reproductible modulairement sous cet aspect, quitte à le transgresser comme le font Xenakis et surtout Jean-Etienne Marie en considérant les espaces non-octaviant comme nouveaux seuils possibles formels.

69. Pour l'utilisation de la notion de *phase* par Stockhausen et en quoi cela pourrait donner lieu à une interprétation erronée, voir Adriaan D FOKKER. « Wherefore, and why ». In : *Die reihe* 8 (1968), p. 68

70. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 27.

71. Karlheinz STOCKHAUSEN. « Die Einheit der musikalischen Zeit ». In : *K. Stockhausen, Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik I* (1963), p. 211-221.

72. Karlheinz STOCKHAUSEN. « The concept of unity in electronic music ». Trad. par Elaine BARKIN. In : *Perspectives of New Music* (1962), p. 42.



### 2.5.2 Échelles par multiplication et subdivision

Les registres *hauteurs/durées* une fois définis, Stockhausen envisagera plusieurs possibilités d'échelles de durée, en gardant pour principe la conformité au système ( principes ) sériels.

La première tentative est celle de démontrer la possibilité de construire une échelle chromatique de durée obtenue par multiplication à partir d'une valeur initiale que Stockhausen appelle *le quantum unitaire (des Einheitsquantum)*, ici,  $\text{♩} = 60$ , c'est-à-dire 1 sec. L'échelle obtenue est la suivante :

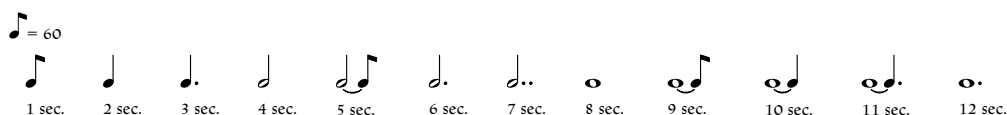


FIGURE 2.15: Série obtenue par multiplication à partir de  $\text{♩} = 60$

Un second type d'échelle pourrait aussi être obtenu, non pas par multiplication, mais plutôt par la subdivision d'un *quantum maximal (größten Quantum)*, en prenant cette valeur comme  $\text{♩} = 60$  :

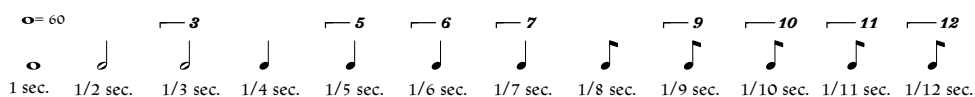


FIGURE 2.16: Série obtenue par subdivision à partir de  $\text{♩} = 60$

Cependant dans ces deux cas, Stockhausen émet des réserves quand à la perception des durées de ces échelles. Le fait d'avoir des intervalles équidistants entre chaque durée (une seconde pour la première échelle), la perception des proportions n'est pas homogène :

La faculté de distinguer est cependant incapable de reconnaître en tant que telles des différences de grandeur égales, indépendamment de la longueur absolue des durées. Ainsi, lorsqu'une première phase dure 1 sec., une deuxième 2 sec., la différence est d'une seconde. Deux phases de 11 de 12 sec. présentent la même différence. Nous ressentons cependant la différence entre 1 et 2 sec. comme relativement grande, tandis que nous percevons à peine la différence de quantité, pourtant égale, entre 11 et 12 sec. Cela veut dire que nous ne ressentons pas en différences, mais en proportions : comparée à 11 : 12, 1 : 2 est une proportion plus grande <sup>73</sup>.

Nous retrouvons une approche similaire d'une telle utilisation d'échelle par subdivision dans le second quatuor à cordes d'Alain Bancquart *Mémoire* où le compositeur construit ses durées, non pas sous la forme d'échelle, mais à partir de « modes » non-octavians conformément à l'organisation de son propre matériau de modes de hauteurs micro-intervallaires.

Parallèlement à ce travail sur l'organisation des modes de hauteurs de sons, je travaillai à l'établissement de modes de durées. Il apparut très vite que pour construire un mode de treize durées différentes et

73. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 27.

si on ne voulait pas fabriquer une sorte de suite chromatique de durées – par exemple d’une triple croche à treize croches – ni en arriver à des données de temps extrêmement longues, il fallait avoir recours à des notions de temps très fines. Je commençais alors à étudier un domaine qui jusque-là avait été considéré comme inabordable par les théoriciens, que ce soit Boulez ou Stockhausen. Il s’agit de durées partielles de temps, par exemple de fragments de noire. Même si des difficultés d’exécution très grandes naissent de l’utilisation de ce type de durées, je crois que les progrès faits par les interprètes en rendent l’abord maintenant possible <sup>74</sup>.



FIGURE 2.17: Extrait de *Mémoire* pour quatuor à cordes d’Alain Bancquart (partie violon)

De prime abord, une telle représentation rythmique de durées irrationnelles déficientes <sup>75</sup> semble comme l’indique Stockhausen d’une difficulté de lecture et de lisibilité considérable. Toutefois, la volonté de « sortir » d’une carrure « tonale » rythmique <sup>76</sup> justifierait cette stratégie d’écriture, encore faut-il trouver une représentation convenable destinée à l’interprétation. Car ni au niveau de l’interprétation, qu’elle soit effectuée par des instrumentistes hors pairs (comme l’a été la création de ce quatuor par le quatuor Arditti) ou non, ni au niveau de la sémantique qui imposerait après tout une écriture proportionnelle ne justifiant plus par conséquent la complexité de l’emploi d’une telle précision utilisant les divisions « irrationnelle » de la durée, une telle approche semble improbable vis-à-vis de la pratique instrumentale actuelle. Toujours est-il que cette approche riche en expressivité rythmique, apparentée au temps lisse boulezien, a un potentiel de possibilités illimités sur le plan de l’organisation des durées qui reste de nos jours inexplicablement négligée et mériterait donc une investigation plus avancée.

### 2.5.3 Échelle logarithmique

Dans un autre registre de tentative de construire une échelle de durée, et, cette fois, dans le souci d’obtenir des intervalles constants, Stockhausen propose d’utiliser une échelle construite à partir de *rapports numériques logarithmiques* :

Ce faisant, on définit l’intervalle, c’est-à-dire le rapport de grandeurs : avec l’intervalle de sensibilité (Empfindungsintervall) constant de  $2/1$  de durée en durée, l’échelle serait :  $2^1, 2^2, 2^3 \dots (2, 4, 8 \dots)$ , par conséquent à l’aide des signes traditionnels : ♩, ♪, ○ ... ; ou, inversement :  $2^0, 2^{-1}, 2^{-2} \dots = ♩, ♪, ♫ \dots$  <sup>77</sup>

74. Alain BANCQUART. *Musique : habiter le temps*. Symétrie, 2002, p. 60.

75. Par déficient, nous entendons ici, un groupe d’irrationnel telle que trois croches de quintolet, ne formant pas un temps complet, ici une blanche.

76. Il est tout à fait légitime de vouloir utiliser des « durées partielles de temps » afin d’échapper « à la lourdeur de la pulsation régulière » (Alain BANCQUART, *Musique : habiter le temps*, p. 60).

77. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 28.

Seulement, cette solution présente un grand inconvénient, celui de construire une échelle qui ira au delà d'un certain seuil de perception des durées, débordant dans le continuum vers le domaine de la hauteur d'une part, et vers le meta-domaine de la forme.

L'intervalle définissant l'échelle ne peut cependant pas être aussi petit que l'on veut, étant donné que notre faculté de distinguer lui assigne une limite : avec un rapport de 15 : 16 environ, il nous semble déjà que les durées ont presque la même longueur. Cet intervalle 15 : 16 correspond au rapport qui détermine la distinction entre « durée » et « hauteur » (au « seuil auditif »). Le même intervalle apparaît aussi présent, où la « seconde mineure » (environ 15 : 16) est définie comme le plus petit quantum de sensibilité <sup>78</sup>.

De plus si on utilise la première forme de cette échelle  $2^1, 2^2, 2^3 \dots$  on arrive à une échelle problématique de point de vue compositionnel :

D'autre part, la valeur métronomique ne peut être choisie trop élevée à cause du trop grand écart entre le rapport du haut de l'échelle et sa fondamentale. Dans la pratique, il y a des limites pour que les plus longues durées soient acceptables dans un véritable cadre d'une œuvre si on avait à en réaliser. Par exemple, si la valeur 1 seconde est choisie pour la fondamentale comme unité métronomique, alors la première « octave », le treizième degré de l'échelle aurait la durée de 8192 secondes, ce qui fait plus de une heure et 1/4 de musique <sup>79</sup>.

Pour donner un ordre d'idée de cette limitation, voici les notations symboliques respectives aux deux séries logarithmiques :

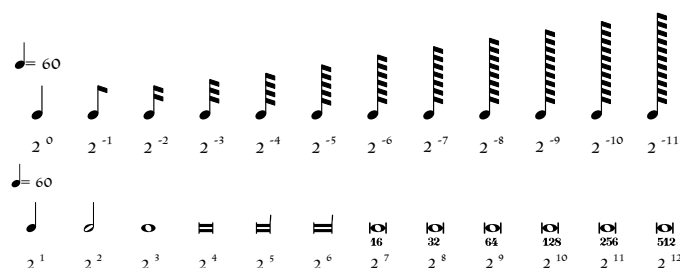



FIGURE 2.18: Séries logarithmiques de durées

#### 2.5.4 Échelles « harmoniques »

Tout en prenant en compte la limitation d'un tel système chromatique de durées, Stockhausen étendra son investigation dans le domaine harmonique.

<sup>78</sup>. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 28.

<sup>79</sup>. Christopher K KOENIGSBERG, « Karlheinz Stockhausen's new morphology of musical time », p. 36  
 « On the other hand, the metronomical unit cannot be chosen too large, because of the enormous ratio between the upper scale degrees and the fundamental. Presumably, if they are to be actually used as note durations in a real piece of music, there are practical limits to the longest acceptable duration. For example, if the metronomical unit of 1 second were chosen for the fundamental, then the first « octave », the 13th scale degree, would have a duration of 8192 seconds, which is more than two and 1/4 hours! »

Cette nouvelle échelle utilisera donc les rapports harmoniques tel que  $1/2$ ,  $2/3$ ,  $3/4$  ..., comme intervalles. Le plus simple et le plus grand intervalle étant le premier  $1/2$ , le plus petit et le plus « compliqué » le dernier  $11/12$ . Stockhausen construit son échelle à partir de la  qui correspond à la durée de *phase*<sup>80</sup> la plus courte de la série harmonique de  $= 1/2000^e$  cycles par seconde, où  $2000\text{hz}$  équivaut environ à un sig.

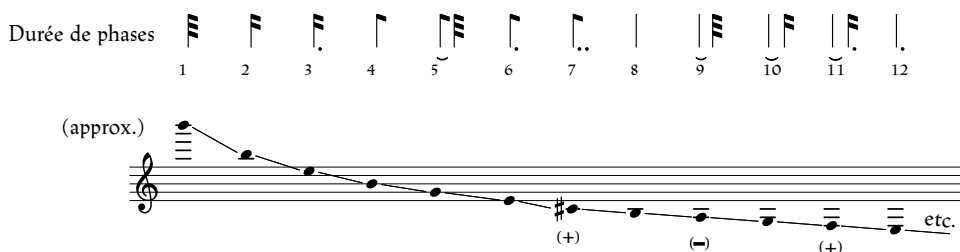


FIGURE 2.19: Série de proportions d'harmoniques inférieurs<sup>81</sup>

Pendant, le fait que l'échelle harmonique (« sub-harmonique » comme la nomme Stockhausen) ne comporte pas le total chromatique, elle forme un mode et par conséquent, l'échelle des durées de même. Il souligne aussi que ce genre de mode est celui de Messiaen qu'il utilise dans « sa quatrième Étude pour piano<sup>82</sup> ». Suite à cette observation, Stockhausen soulignera deux contradictions majeures en regard de ce matériau modal. La première découle de « la tentative de faire correspondre à l'échelle chromatique dodécaphonique des hauteurs une échelle dodécaphonique des harmoniques inférieurs<sup>83</sup> » amenant une série de durées au cœur de laquelle résulte un déséquilibre entre les valeurs qui a pour conséquence l'absorption des valeurs de durées courtes par les valeurs longues. De plus, il nous fait remarquer que les proportions étaient « totalement » inégales et « hiérarchiquement prédéterminées » ce qui contraint l'utilisation d'un tempo unique de référence, d'où le problème de changement et de notion même de tempo s'effaçant au détriment de cette écriture modale. Pour y pallier, « on changeait volontiers cette définition du tempo, c'est-à-dire que l'on faisait glisser l'ensemble de l'échelle des harmoniques inférieurs vers le haut ou vers le bas, afin de ne pas circuler en permanence dans le même mode : l'échelle était transposée<sup>84</sup> ».

De là, une deuxième réserve de Stockhausen concernant toujours la mise en œuvre de ce « mode » de durées, qui relève de la contradiction avec les principes sériels :

Les rapports inégaux de l'échelle de durées des harmoniques inférieurs à partir desquels on a réalisé des séries, devinrent plus ou moins apparents. On se tira d'une manière bien radicale de l'embarras dans

80. En ce qui concerne l'« ambiguïté » du terme *phase* utilisé par Stockhausen lui-même dans son texte, et les critiques qui s'en suivirent de la part du physicien et compositeur Adriaan D. Fokker dans son article « *Wozu und warum? Fragen zur neuen Musik* » édité dans la même revue où « ... wie die Zeit vergeht... » fut aussi édité die Reihe, voir l'excellent article (toujours dans la même revue) de Gottfried Michael Koenig « *Kommentar zur Stockhausens... wie die Zeit vergeht* ».

81. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 13

82. Stockhausen a certainement voulu parler de *Mode de valeurs et d'intensités* qui serait la deuxième étude de ce cycle plutôt que la quatrième.

83. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 30.

84. *Ibid.*, p. 30.

lequel on avait été mis par ces structures temporelles d'une lenteur immuable. On a tout simplement superposé synchroniquement plusieurs séries de proportions d'harmoniques inférieurs différentes afin d'obtenir des vitesses moyennes plus grandes en démultipliant en conséquence le nombre de modifications <sup>85</sup>.

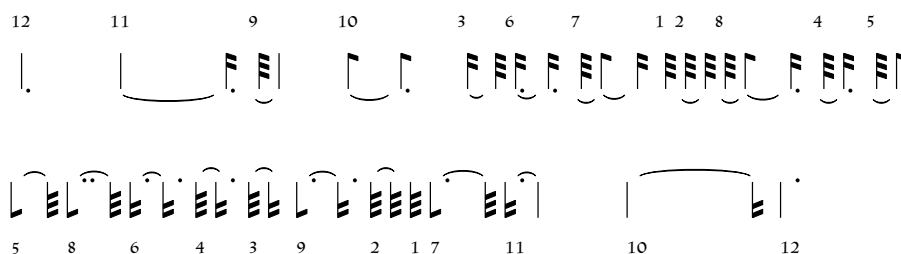


FIGURE 2.20: Deux modes de proportions harmoniques inférieurs superposés <sup>86</sup>

Ce qui établit une contradiction avec le langage sériel selon Stockhausen, c'est bien le fait d'avoir une polymodalité qui engendre un matériau non-sériel une fois réduit. Si on calcule la résultante des deux modes de l'exemple de la [Figure 2.20](#) on obtient en effet des proportions non-sérielles :

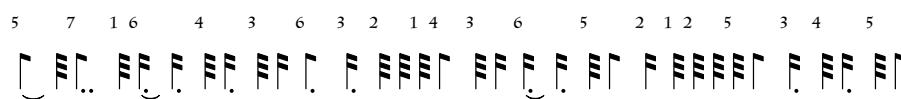


FIGURE 2.21: Résultante des deux modes de l'exemple de la [Figure 2.20](#) <sup>87</sup>

Comme on peut le constater dans l'exemple de la [Figure 2.21](#), effectivement, la résultante rythmique ne comporte que sept proportions de durées sur douze (de 1 à 7), confirmant le caractère modale de ce rythme. Il est aussi à noter que ces proportions sont répétées, ainsi, ce matériau contrevient au principe de non-répétition de la technique sérielle. C'est sans doute la raison pour laquelle Stockhausen qualifie ce moyen de construction d'échelle par proportions harmoniques inférieurs d'impasse.

L'étape suivante que Stockhausen examine, toujours dans le même ordre d'idée des deux premières étapes, consiste « à établir une échelle de durées au moyen de la division d'une unité de temps (*Zeitquantum*) maximale, et non de la multiplication d'une unité de temps minimale <sup>88</sup> » comme dans l'exemple précédent de la [Figure 2.19](#). C'est donc à partir d'une série harmonique de hauteurs appelée des *Microphases* (*Mikrophasen*) que Stockhausen construit un spectre de durées de *Macrophases* (*Makrophasen*). Il appliquera alors à l'instar des travaux de Cowell, les rapports de ce spectre à une unité de temps appelée phase fondamentale (*Grundphase*) représentée ici sous forme de ronde) qui sera subdivisée selon les rapports harmoniques du spectre :

85. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 31.

86. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 14

87. *ibid.*, p. 14

88. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 33.

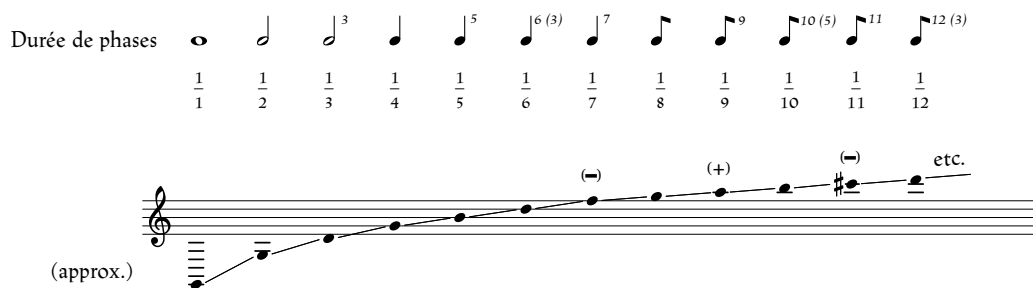


FIGURE 2.22: Spectre de durée de phases et la série de proportions harmoniques correspondants <sup>89</sup>

Cette étape marquera un tournant crucial qui mènera Stockhausen à de nouvelles considérations encore laissées dans l'ombre. Tout en ayant certaines réserves quand à cette conception particulière de série de durées, il va les utiliser comme nouveaux axes d'explorations dédiés à sa propre technique qui se veut exclusivement sérielle.

La première réserve émise concerne la contradiction que présentent ces rapports harmoniques et leur éventuelle utilisation dans un cadre sériel, donc chromatique, une contradiction entre l'« échelle chromatique de perception » et l'« échelle harmonique de perception » mettant en jeu un autre système d'organisation de rapports de durées. Toutefois, et on le verra plus loin, il n'écartera pas le principe des rapports harmoniques pour l'organisation sérielle qui servira comme lien structurel entre hauteurs et durées.

La deuxième objection concerne la nature même des durées de cette échelle et tout particulièrement « les signes de notation des valeurs impaires », appelés communément des *valeurs irrationnelles*. Stockhausen fait remarquer à juste titre, l'impossibilité de « faire jouer » par un musicien de telles valeurs quand elles sont isolées, et encore plus difficilement quand elles sont successives :

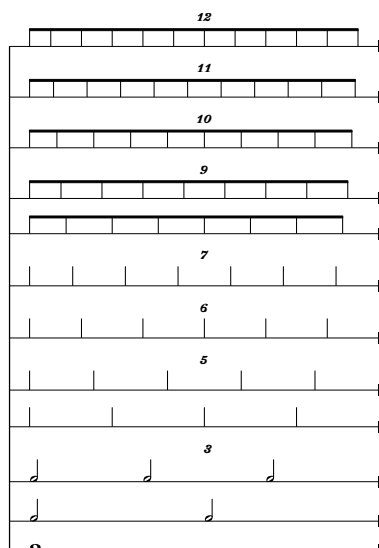
Il serait encore plus impossible de combiner des multiples de ces valeurs ( $2/3, 3/5, 5/7, \text{etc.}$ ) : ♩  $2/3$ , ♪  $3/5$ , ♪  $5/7$ , etc. La raison en est qu'on ne ressentait pas une durée déterminée dans sa totalité, mais qu'on la quantifiait (quanteln) automatiquement et qu'on essayait de la ramener, en se servant des durées environnantes, à la plus petite ou à la plus grande unité de compte (Zänleinheit) commune. C'est pourquoi  $1/3, 1/5^e, 1/7^e$  étaient désignés comme des valeurs « irrationnelles » par rapport à  $1/2, 1/4, 1/8^e$ , car il était impossible de déterminer la plus petite valeur de compte commune <sup>90</sup>.

De là, il élabore à partir de la dimension verticale jusqu'à présent délaissée, la notion de « spectre de phases harmoniques » (« *harmonisches Phasenspektrum* »). Le spectre de phase est décomposé à partir d'une « phase fondamentale » (« *Grundphase* ») en rangs harmoniques par d'autres phases successives qu'il appellera « *formants* <sup>91</sup> » :

89. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 16

90. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 33.

91. Dans un tout autre registre, notons le rapprochement que l'on peut établir avec le « *système numérique des treize premiers nombres* » d'Ivan Wyschnegradsky à la base de son *ultrachromatisme rythmique* tel qu'il est décrit dans son écrit théorique *La loi de la pansonorité* et qui s'apparente au même « spectre de phase » que Stockhausen présente à la Figure 2.23, à la différence près, que chez ce premier le « spectre » s'étend à la division en  $\frac{1}{13}$  <sup>ième</sup> de phase, une division en relation avec le  $\frac{13}{12}$  <sup>ième</sup> de ton correspondant avec la limite entre *continuum* et *non-continuum* de l'espace des hauteurs tel que

FIGURE 2.23: Spectre de phases harmoniques de 1 à 12<sup>92</sup>

Quand toutes les phases (les harmoniques) ne sont pas présentes dans le spectre, on obtient alors un *un spectre de formants* (« *FormantSpektrum* ») :

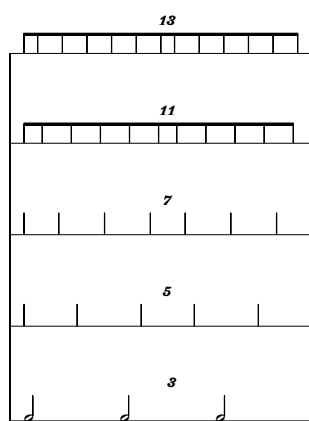


FIGURE 2.24: Spectre de formants de rang impairs (3, 5, 7, 11 et 13)

Vu la nature verticale intrinsèque au spectre, Stockhausen introduit pour la première fois la notion de métrique (« *Takt* »). La nature du spectre implique potentiellement une métrique, qui comme on le verra plus tard, aura un rôle fondamental à jouer dans l'élaboration rythmique que Stockhausen propose.

La deuxième problématique soulevée, et, qui est d'une importance capitale pour Stockhausen, est de trouver un moyen d'établir des intervalles temporels chromatiques en opposition aux rapports harmoniques issues de la dernière échelle :

le conçoit Wyschnegradsky. Rythmiquement, ce *système* est défini « numériquement » par Wyschnegradsky ainsi :

« [...] *n* importe quel nombre d'unités rythmiques (croches) compris entre 1 et 13 peut-être divisé en *n* importe quel nombre de parties égales compris entre 1 et 13. » Ivan WYSCHNEGRADSKY. *La loi de la pansonorité*. Editions Contrechamps, 2017, p. 218

92. Karlheinz STOCKHAUSEN, « " ... wie die Zeit vergeht..." », p. 17

A quoi ressemblerait une échelle des durées fondamentales qui correspondrait à l'échelle des sons fondamentaux ? Et comment faudrait-il ensuite structurer les spectres de durées fondamentales dès lors que l'on recherche une adéquation parfaite, dans les domaines de perception microtemporelle et macrotemporelle, entre le système chromatique de sons fondamentaux et le système harmonique de formants, compte tenu de l'état actuel de la composition instrumentale<sup>93</sup> ?

Par ailleurs, ce questionnement n'est pas innocent. On comprend bien que Stockhausen cherche à trouver un moyen de faire fusionner les deux « systèmes » afin de faire cohabiter le microtemporel et le macrotemporel. Sa solution sera d'utiliser en premier lieu une série chromatique de tempi construite à partir du demi-ton tempéré, à partir de  $\sqrt[12]{2}$  donnant des tempi approximatés à une décimale près et à leurs équivalence en secondes<sup>94</sup> :

<i>Tempi</i>	<i>Durées chromatiques en secondes</i>
60	1 sec.
63.6	0.944 sec.
67.4	0.891 sec.
71,4	0.841 sec.
75,6	0.794 sec.
80.1	0.749 sec.
84.9	0.707 sec.
89.9	0.667 sec.
95.2	0.630 sec.
100.9	0.597 sec.
106.9	0.561 sec.
113.3	0.530 sec.
120	0.500 sec.

TABLE 2.4: Échelle chromatique de tempo

Ces « temps » chromatiques se répercuteront sur des *octaves de registres*, environ de « 7 octaves de durées allant de 8 sec. environ à un  $1/16^e$  de sec.<sup>95</sup> » :

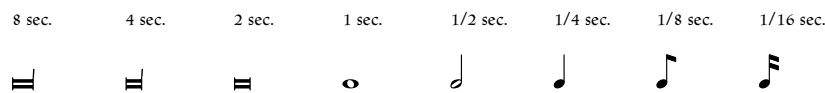


FIGURE 2.25: Série de hauteurs, rapports intervalliques, tempi correspondants et unités rythmiques selon registre<sup>96</sup>

Stockhausen écarte les rapports « irrationnels » et utilise exclusivement les figures de notes binaires (de rapport 2 : 1) qui associées aux tempi sont considérées comme des « Grunddaurn » autrement dit, des *durées fondamentales*.

93. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 39.

94. On présente ici les approximations données dans l'article de Stockhausen (cf. « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 21

95. *Ibid.*, p. 40.



## 2.5.5 Gruppenkomposition

« Du point de vue de l'organisation interne, en termes d'échelles, cela revient à combiner un principe de division chromatique dans l'horizontale avec le principe de division harmonique dans la verticale. [...] Stockhausen développe une échelle chromatique des tempi sur sept octaves, et chaque durée fondamentale est déployée dans la verticale par des divisions reproduisant la série des nombres entiers, c'est-à-dire selon des « spectres temporels <sup>97</sup> ».

Plus exactement, Stockhausen « résout » la contradiction entre le chromatique et l'harmonique en intégrant les deux aspects dans son langage sériel. Ceci vient de son prédicat du continuum total celui du « *temps unifié* » intégrant les éléments de hauteurs dont le timbre, et les durées dont la forme. Stockhausen va donc combiner les deux dimensions de telle sorte que pour la structure linéaire chromatique concernant les hauteurs et les sections formelles des « groupes », il utilisera les tempi chromatiques associés aux registres d'« octaves », quand à l'aspect vertical harmonique, il aura recours aux « spectres de formants », ce que Johnathan Harvey appelle une « correspondance » spectrale <sup>98</sup>. Pour illustrer cette structuration du matériaux, voici les exemples donnés dans « *... wie die Zeit vergeht...* » <sup>99</sup>. Stockhausen commence à partir d'une série de hauteurs auxquels il attribue la série de tempi ordonnée chromatiquement à partir du la :

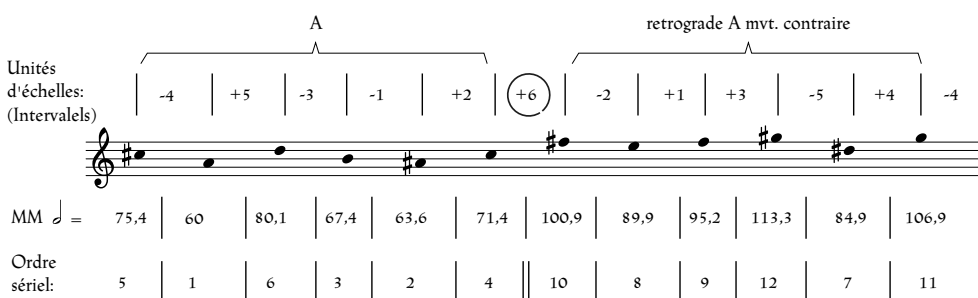


FIGURE 2.26: Série de hauteurs initiale et les tempi correspondants <sup>100</sup>

Partant de cette série organisée autour du triton auquel Stockhausen associe les tempi correspondants, il ne reste plus qu'à incorporer les « registres » de durées, selon une distribution des hauteurs sur environ une partition de sept octaves <sup>101</sup> :



FIGURE 2.27: Correspondance entre « registres » de hauteurs et « registres » de durées

97. Pascal DECROUPET. « Cherché, mais aussi, ... trouvé. Gruppen de Stockhausen à travers ses esquisses ». In : *Musurgia* (1999), p. 63-76, p. 64.

98. cf. Jonathan HARVEY. *The music of Stockhausen : an introduction*. Univ of California Press, 1975

99. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." »

100. *ibid.*, p. 22

101. L'exemple que Stockhausen donne dans son article est différent de celui qu'il utilisera pour *Gruppen*.

La combinaison en « groupe » est donc établie par l'association des hauteurs de la série et sa mise en registre (*registre de temps* « *Zeitlage* ») ce qui engendre une combinatoire unique :

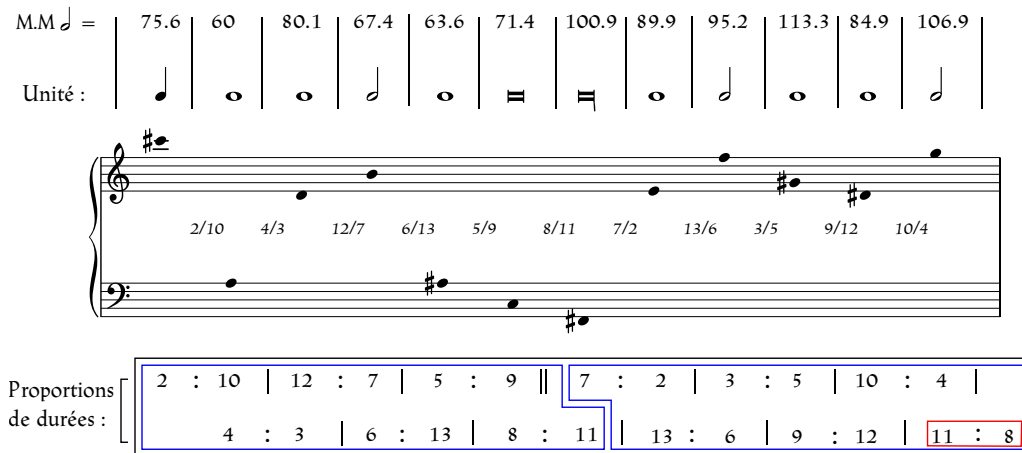


FIGURE 2.28: Série de hauteurs, rapports intervalliques, tempi correspondants et unités rythmiques selon registre <sup>102</sup>

L'association tempi/figures rythmiques issues des registres forment les « durées fondamentales » (« Grunddauer ») et pourraient être notés dans une notation « conventionnelle » comme suit :

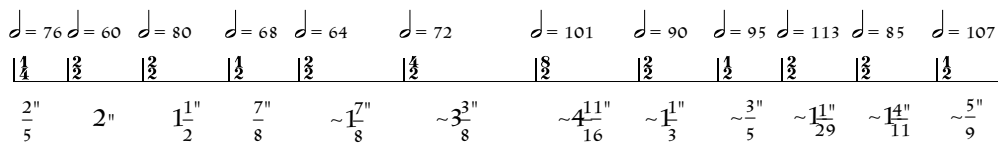


FIGURE 2.29: Transcription en notation « conventionnelle » des durées fondamentales avec leur durées approximatives <sup>103</sup>

Dans certains cas où il serait possible, Stockhausen « réduirait » par modulation métrique les tempi comme dans le cas de la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> mesures :

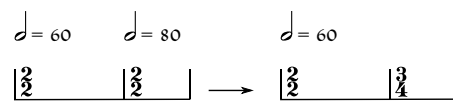


FIGURE 2.30: Réduction par modulation métrique

L'association hauteurs/proportions de durées se fera par des rapports harmoniques prenant en compte les registres. Il est à noter que les rapports ne sont pas tout à fait précis. Stockhausen se permet quelques écarts avec la justesse des rapports du spectre harmonique <sup>104</sup> pour plusieurs raisons découlant de la pratique compositionnelle sérielle <sup>105</sup>, la première, étant le principe de non-répétition. La

<sup>102</sup>. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 23

<sup>103</sup>. *ibid.*, p. 23

<sup>104</sup>. Pour plus de détails sur une critique scientifique des rapports, cf. Adriaan D FOKKER, « *Wherefore, and why* », p. 73

<sup>105</sup>. Stockhausen est conscient de ces « écarts » qu'il signale explicitement : *La comparaison avec les hauteurs de son n'a plus alors qu'une justesse approximative, étant donné que nous progressons à l'aide d'intervalles purs qui s'écartent plus ou moins du système chromatique tempéré.* (Karlheinz Stockhausen, « ... comment passe le temps... », p. 42)

deuxième a pour fonction de former des séries de numérateurs d'un côté, et de dénominateurs de l'autre, ce qui nous conduit à remarquer, que le dernier rapport devrait être 11 : 8. Ces « séries » sont réparties de part et d'autre autour de l'intervalle de triton. Les mêmes procédés seront repris intensivement dans *Gruppen*.

Cette structure harmonique temporelle va engendrer un complexe polymétrique que Stockhausen décrit ainsi :

La représentation des intervalles sous forme de proportions harmoniques devient cependant essentielle dès lors que nous appliquons les rapports des diverses durées fondamentales (« Grunddauer ») à des groupes de durées fondamentales (« Grunddauergruppen »)<sup>106</sup>.

Il s'agirait donc de mettre en regard les proportions d'intervalles (*Intervallproportionen*) dérivées de la série d'intervalles des hauteurs avec les durées fondamentales, en subdivisant ces dernières par lesdites proportions de la manière suivante :

La proportion 2 : 10 signifie que la durée de la première phase vaut deux dixièmes de la durée de la phase fondamentale suivante, qu'elle est donc cinq fois plus courte. De même, elle signifie aussi qu'à dix phases d'une durée fondamentale correspondent 2 phases de la durée fondamentale suivantes. C'est pourquoi nous pouvons renverser les proportions (10 : 2 / 3 : 4 , etc.), étant donné qu'il n'est pas question à présent des rapports de durée entre chacune des durées fondamentales, mais des rapports de quantité entre les durées fondamentales dans les groupes<sup>107</sup>.

Nous avons souligné la dernière phrase, car il nous semble important de mettre en exergue le fait de l'association des tempi chromatiques calculés logarithmiquement par  $\sqrt[12]{2}$ , les rapports harmoniques des intervalles construits plus ou moins librement à partir des rapports harmoniques de hauteurs, et des durées de figures de notes de registres issus de la subdivision binaire d'une proportion, ne conduisent évidemment pas à un rapport exact des durées entre elles, mais qu'il s'agit bien dans l'intention de Stockhausen d'établir un rapport sérié (rapport de quantité) entre ces mêmes proportions. Toutefois, et ce grâce à l'association cohérente en groupe de tous ces paramètres, les durées sont relativement proportionnées les unes par rapport aux autres. De plus, Stockhausen utilise à un autre niveau, celui du symbolique, la subdivision, pour souligner les rapports :

Si l'on représente successivement de telles *proportions de formants* (*Formantproportionen*), des durées de même longueur viennent s'additionner en quantités différentes pour former des groupes ; ces durées sont aussi longues d'un groupe à l'autre ( les 10 premières sont aussi longues que les deux suivantes, etc.). Chaque groupe, à l'exception du premier et du dernier, est cependant à double sens : il est en effet le deuxième membre d'un premier intervalle (10 : 2) et le premier membre de l'intervalle suivant ( $3 : 4 \rightarrow \frac{10}{3} : \frac{2}{4}$ ). De cette ambiguïté résultent soit des silences, soit une superposition temporelle. La série de proportions choisie engendre alors les groupes de valeurs fondamentales suivants<sup>108</sup> :

106. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 43.

107. *Ibid.*, p. 43.

108. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 43.

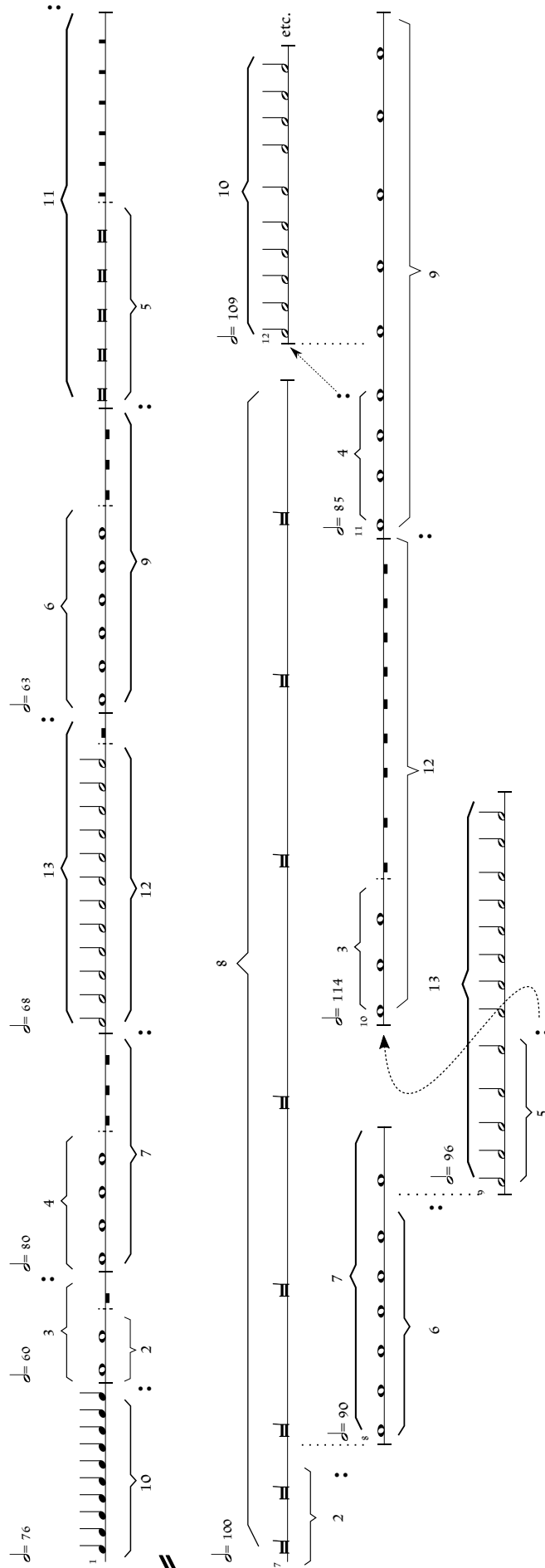


FIGURE 2.31: Structure polymétrique et polytempique dérivée de la série 2.2.6<sup>109</sup>

Sur cette base, Stockhausen met en place un dispositif d'articulation temporelle, à la fois dans le sens horizontal et dans le sens vertical <sup>110</sup>.

Les possibilités combinatoires sont multiples à partir cette structure. On peut alors greffer un *spectre de groupe* (*Gruppenspektrum*) en prenant tout ou partie des segments de cette structure comme phase originelle (fondamentale locale) pour y intégrer (par monnayage) des spectres de formant. Stockhausen nous donne quelques exemples <sup>111</sup> dont voici le premier réalisé dans l'environnement OpenMusic :

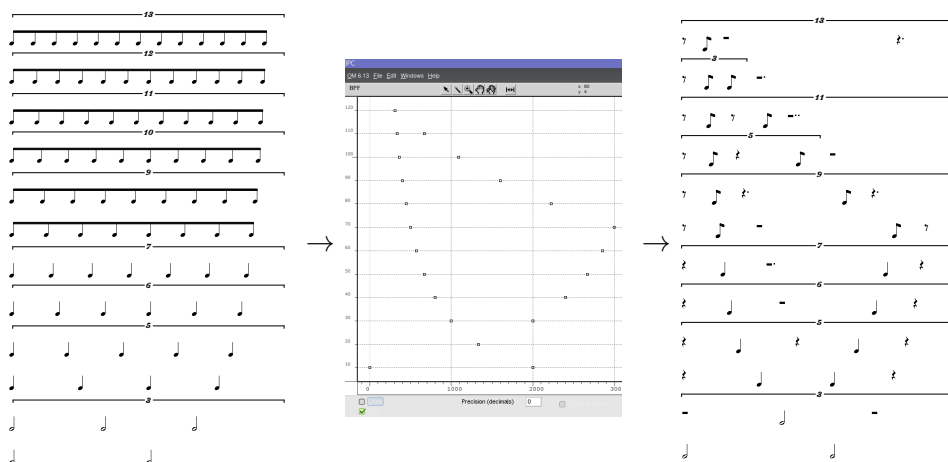


FIGURE 2.32: Filtrage de spectre de formants (réalisation informatique par l'environnement OpenMusic) <sup>112</sup>

Dans la pratique, Stockhausen utilisera cette technique dans plusieurs de ses pièces dont *Zeitmaße*, *Gruppen* et *Klavierstücke V-XI* avec des plans formels assez élaborés :

Pour structurer les groupes de spectres rythmiques au niveau de leur vie interne, il fixe quatre catégories : présence de toutes les subdivisions avec accentuation des mises en oscillation et des extinctions ; articulations doubles liées ; spectres évidés par des silences ; valeurs allongées ou écourtées (selon la technique sérielle des groupes, il s'agit là de multiples de la valeur de subdivision, exprimés ou évidés) <sup>113</sup>.

## 2.6 Ensembles Rythmiques Périodiques

[...] que se passe-t-il lorsque l'on a des périodicités qui se superposent de manière cyclique ? Si l'on se représente un total rythmique originel comprenant toutes les périodes possibles, on n'entend plus qu'un

109. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 24

110. Pascal DECROUPET, « Cherché, mais aussi, ... trouvé. Gruppen de Stockhausen à travers ses esquisses », p. 66.

111. cf. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 47

112. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 27

113. Pascal DECROUPET, « Cherché, mais aussi, ... trouvé. Gruppen de Stockhausen à travers ses esquisses », p. 66.

*continuum* arythmique. À partir de là, il est possible d'extraire des attaques de ce total rythmique originel, au lieu de composer des rythmes *ex nihilo*[...] <sup>114</sup>

La transposition du continuum des hauteurs dans le domaine du temps musical, et plus précisément dans le rythme, propose une problématique sous-jacente qui est celle de la périodicité. On a pu le constater chez Cowell et Stockhausen. Plus encore, chez Emmanuel Nunes la périodicité rythmique est utilisée comme principe génératif de rythme dédié aussi bien au rythme proprement parlé comme paramètre instrumental, que pour la génération d'éléments formels allant de l'organisation des hauteurs, jusqu'au contrôle de la spatialisation :

Cette structure de proportions, qui à l'origine a été extraite d'une structure rythmique, pourrait séduire tout compositeur pour créer exclusivement des éléments rythmiques. Emmanuel Nunes par contre s'est intéressé à développer les possibilités et le potentiel créatif de la structure interne des paires rythmiques comme élément générateur de formes (« *Gestalten* ») et constituant du discours musical <sup>115</sup>.

À ce propos Emmanuel Nunes souligne quant à son utilisation des *Paires Rythmiques* (PR) en regard des autres paramètres musicaux, comme étant indépendant et autonome. Ainsi les PR pourraient être mise à contribution pour la forme ou autre paramètres, ou être exclusivement des éléments générateurs de rythmes, qui en soi, ne sont pas explicités comme tels de point de vue perceptif :

En ce qui concerne mon artisanat, il est certainement possible d'identifier quelques caractéristiques principales, des constantes dans ma manière de composer : Une organisation des hauteurs qui n'applique jamais le sérialisme (sans vouloir le rejeter du tout!), qui souvent dans son principe de base, change de pièce en pièce. Un traitement rythmique qui devient suffisamment autonome par rapport aux autres paramètres; dans de nombreuses pièces, et dans la plupart des cas, l'utilisation de mes paires rythmiques reste indiscernable que cela soit à la lecture de la partition ou à l'écoute <sup>116</sup>.

D'une manière plus générique, les périodicités rythmiques appelées *Paires Rythmiques* par Nunes et que l'on peut identifier chez Stockhausen comme des *spectres de phases*, on les nommera *Ensembles Rythmiques Périodiques* (ERP).

Par ailleurs, on peut retrouver la même conception de périodicités (quoique d'une approche beaucoup plus normative, et naïve <sup>117</sup>), chez Joseph Schillinger dans ses écrits <sup>118</sup>, présentant une théorisation totale du processus de composition se voulant être exhaustive en commençant son ouvrage par ce principe comme « générateur » de rythmes.

114. Brigitte MASSIN et Peter SZENDY. *Entretien avec Emmanuel Nunes*. Notes de programme. Paris, 1993, p. 5.

115. João RAFAEL. « Autour d'Einspielung I d'Emmanuel Nunes ». In : *Disonance/Dissonanz* 130 (2015), p. 8.

116. Emmanuel NUNES. « I should be Silent! (The Musician's Act of Creation) ». Conférence pour l'Orpheus Instituut de Gand. 2009 (texte inédit).

118. Joseph SCHILLINGER. « The Schillinger System of Musical Composition. Carl Fischer ». In : *Inc., New York, NY* (1941).

118. « *When it comes to the application of higher numerators — such as 5, 7, or 11 the entire music becomes incomprehensible to the average listener, and the composer is the one to blame. When it comes to the shifting of accents which are not correctly expressed (i.e. through the use of a and b), the performance is never adequate; the performer suffers (for example, hear Stokowski in Stravinsky's "Rites of Spring")* » (*ibid.*, p. 6)

## 2.6.1 Description

Un phénomène est *périodique* lorsqu'il se reproduit indéfiniment, identique à lui-même, au bout d'un certain temps appelé *période*. Ce phénomène peut être de nature quelconque <sup>119</sup>.

Soit plusieurs phénomènes périodiques synchrones de nature rythmique, (à savoir pouvant être transcrits dans une notation symbolique), formant un ensemble qui lui-même est périodique, nous obtenons ainsi une ERP. Si on transpose les notions générales d'un mouvement périodique, on obtient trois variables :

- $T$  = *période*. La durée d'un mouvement isolé.
- $f$  = *fréquence*. Le nombre par unité de temps.
- $A$  = *amplitude*. Élongation maximum.

Pour un ERP on aura des phénomènes périodiques synchrones, chacun d'eux, de période  $T$  (durée) à une fréquence  $f$  (nombre de durées) à une amplitude  $A$  (unité). Toutes les périodes, commençants et finissants ensemble.



FIGURE 2.33: Un ERP de deux périodes de 7 et 5.

Dans l'exemple de la **Figure 2.33**, on a un ERP de 7/5 où les périodes sont respectivement de 5  $\text{♩}$  répétées 7 fois <sup>120</sup> et de 7  $\text{♩}$  répétées 5 fois, donnant un ensemble commençant et se terminant ensemble. On peut noter la carrure de la mesure représentant la fin du « cycle » et qui est de 35/16 étant le produit des 2 périodes  $(7 * 5) \times \frac{1}{16}$ , ( $\frac{1}{16}$ , la valeur de la  $\text{♩}$ , la division de la ronde). On peut désormais relever trois notions fondamentales de ce processus : la durée de chaque période, la fréquence de chaque période (le nombre de durées répétées) et la durées totale de l'ensemble.

L'intérêt de ce processus résiderait donc dans la superposition des périodes donnant lieu à une résultante rythmique qui sera le résultat de la réduction de ces périodes à une seule voix. On verra plus loin que cette résultante elle-même possède des propriétés particulières. Ci-dessous, dans la **Figure 2.34** la résultante de la PR de la **Figure 2.33** :



FIGURE 2.34: Résultante des périodes 7/5 (cf. **Figure 2.33**).

Toutefois, tout ensemble périodique n'est pas forcément un ERP, à savoir, ne présente pas suffisamment d'intérêt pour être pris en compte comme singularité

119. Emile LEIPP. *Acoustique et musique*. 4e. Masson, 1984, p. 19.

120. La  $\text{♩}$  étant l'amplitude, 5 double croches la période, et 7 étant la fréquence

rythmique. L'intérêt d'un ERP est traduit par l'exemplarité des rapports entre les périodes. On en déduit que toutes périodes ayant un rapport multiple entre elles, ne présentent pas d'originalité suffisante et nécessaire par rapport à la construction rythmique qui en découle. Ceci est validé par la résultante rythmique <sup>121</sup> de l'ERP. Dans le cas de périodes multiples, on obtient forcément une itération (répétition) de « patterns » (motifs) rythmiques, ce qui nous amène à éliminer tout rapport entre périodes multiples. On en déduit que toutes périodes ayant un rapport multiple entre elles ne représentent pas d'originalité suffisante et nécessaire par rapport à la construction rythmique qui en découle.

Les ERPs sont constitués de par leur définition même, d'au moins de deux périodes. On peut donc distinguer trois catégories de ERP :

- Les ERPs à deux périodes que sont les PRs.
- Les ERPs de périodes au nombre  $> 2$  dont les rapports se présentent sous la forme Périodes/Fréquences
- Les ERPs de périodes au nombre  $> 2$  dont les rapports se présentent sous la forme Fréquences/Périodes

### 2.6.2 Les Paires Rythmiques

Les PRs sont avant tout un rapport entre deux périodes ou fréquences <sup>122</sup>.

#### 2.6.2.1 Définition

- Une PR représente deux successions de périodes commençant ensemble et se terminant ensemble.
- Comme indiqué plus haut, tout couple de périodes n'est pas forcément une PR. Pour obtenir une PR, il faut que ces périodes soient *premières* entre elles, c.-à-d. que le *pgcd* des périodes soit égal à 1.
  - Exemples de PRs valables : PR [13/7], PR [34/11], PR [523/77]
  - Exemples de PRs non-valables : PR [21/7], PR [34/32], PR[26/13]

Par conséquent, on ne peut avoir une PR dont les deux périodes soient paires, vu qu'elles ne peuvent être premières entre elles.

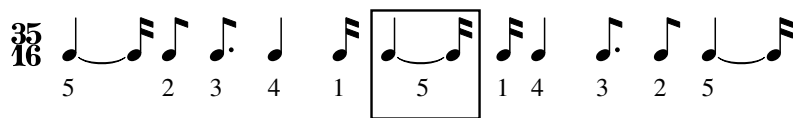
- La PR sera notée sous forme de fraction correspondant au nombre de battements de chaque période. La période dont le battement (la fréquence) est le plus élevé sera prise comme numérateur, et celle qui est la plus petite comme dénominateur (numérateur  $>$  dénominateur).
- On appelle *terme* d'une PR chaque valeur de la résultante rythmique issue de ses deux périodes. Pour une PR [7/5], on obtient les termes suivants : 5 2 3 4 1 5 1 4 3 2 5.

<sup>121</sup>. À partir de cette observation, il en découle que les ERPs à propriétés singulières sont composés par la plupart (et non nécessairement) par des périodes appartenant à l'ensemble des nombres premiers à l'exception de 1 qui par le fait d'être divisible par tout l'ensemble des entiers ne représente aucun intérêt.

<sup>122</sup>. Le fait que pour les périodes multiples on ait recours au produit total des périodes pour le calcul de la résultante, et du fait de la propriété de la commutativité de la multiplication, les ERPs à 2 périodes peuvent être aussi approchés par les deux méthodes, Période /Fréquence ou Fréquence/Période. Dans ce cas on obtient le même résultat (même résultante).



- On appelle *ppu* (la Plus Petite Unité), la valeur constante multipliant chaque terme d'une PR. Si on attribue une *ppu* d'une double croche à la PR  $[7/5]$  on obtient le résultat de la Figure 2.35 suivante :

FIGURE 2.35: PR  $[7/5]$ 

La *ppu* est aussi la valeur la plus petite présente dans la résultante.

- On appelle *Unités Rythmiques Symboliques* (URS) la représentation symbolique des *termes* d'une PR multipliés par une *ppu* donnée.

### 2.6.2.2 Propriétés

Le nombre de termes d'une PR est égal à la somme du numérateur et du dénominateur, moins un <sup>123</sup>. Pour une PR  $[7/5]$  on aura 11 *termes*  $(7 + 5) - 1 = 11$

#### Symétrie

- Une PR comportant deux périodes de valeurs impaires présente toujours un terme « pivot » (cf. Figure 2.35).
- Une PR dont une des périodes est paire ne comporte pas d'élément pivot, et donc présente une symétrie en miroir (cf. Figure 2.36).

#### Occurrences des termes

- Une PR présente dans sa *résultante* rythmique tous les nombres (entiers) à partir de un, jusqu'à la valeur de son dénominateur (la période la plus petite). Dans le cas d'une PR de  $17/13$  on obtient ainsi l'ensemble des entiers (les termes) allant de 1 à 13.

#### Cas remarquables :

- Il se trouve que certaines PR représentent les termes de part et d'autre de la symétrie sans répétition.

FIGURE 2.36: PR  $[11/8]$  avec répétition.FIGURE 2.37: PR  $[8/7]$  sans répétition des termes.

<sup>123</sup>. Pour une étude plus détaillée sur les propriétés des PR cf. Karim HADDAD et Albert HADDAD. « Les fondements mathématiques des Paires Rythmiques ». In : (à paraître)

## 2.6.2.3 Représentation de la résultante des PR

La résultante peut être représentée comme une suite d'entiers. Par exemple, une PR  $[11/7]$  sera représentée ainsi :

(7 4 3 7 1 6 5 2 7 2 5 6 1 7 3 4 7)

La **Figure 2.38** montre en notation musicale, avec une  $ppu = \text{♪}$  la représentation suivante :

7: 7 4 3 7 1 6 5 2 7 2 5 6 1 7 3 4 7  
11: [brackets indicating distribution]

FIGURE 2.38: PR  $[11/7]$  de  $ppu = \text{♪}$

Cette représentation a l'inconvénient d'omettre l'appartenance des éléments de la résultante à chaque ordre de période. On peut donc représenter la résultante alternativement selon son « ordre réel », à savoir, chaque terme sera distribué à chaque période :

7: 7 4 7 1 5 7 2 6 7 3 7  
11: 7 3 6 2 5 1 4

FIGURE 2.39: Représentation symbolique à deux « voix » de la  $ppu$  de la figure 2.38.

The image shows a handwritten musical score on a grid. The score is divided into two main sections by a vertical red line. The left section contains two rhythmic periods (PR) of 19/10, and the right section contains two of 15/8. The notation includes various rhythmic values, accents, and a 7M time signature. The numbers 10, 5, and 0 are written on the left side of the grid, and 4, 2, 3, 2, 3, 8, 3, 0, 17, 20, 24, 30 are written at the bottom. The red vertical line is positioned between the two groups of PRs.

FIGURE 2.40: Esquisse du compositeur Emmanuel Nunes illustrant deux PR de 19/10 et de 15/8 à multiples *ppus*.

Dans l'exemple de la **Figure 2.40** tiré d'une esquisse personnelle du compositeur Emmanuel Nunes, on observe deux PRs de 19/10 et de 15/8 séparés par un trait en rouge et réalisées avec différentes *ppus*. Les chiffres à gauche de chaque groupe de PR renseignent la longueur de chaque résultante en unités de noires. Le premier groupe a comme *ppus* les valeurs suivantes : 1/16, 1/32, 1/28, 1/24, 1/20 de ronde. Le second groupe n'utilise que quatre *ppus* : 1/16, 1/28, 1/24, 1/20. La dernière portée rythmique est l'intersection des deux premières PRs de chaque groupe. Les accents en rouge indiquent toutes les récurrences des valeurs de durée égale à la période de la plus petite de chaque PR multipliée par le *ppu* correspondant. L'indication 7M se trouvant en haut de page à gauche se réfère au rapport

harmonique équivalent des rapports de ces deux PRs, et qui est équivalent à un intervalle de septième majeure. Ce rapport entre PRs et rapport harmonique renvoie à l'utilisation des rapports de « phases » utilisés par Stockhausen comme on l'a vu au préalable (cf. [Section 2.5.5, p. 64](#)), il est largement utilisé par Emmanuel Nunes en corrélation avec les PRs dans *Einspielung I* et dans *Nachtmusik I* où ce couplage est présent à tout niveau de ces œuvres mentionnées <sup>124</sup>.

### 2.6.3 Les ERP de périodes supérieures à 2

À partir de trois périodes il existe deux méthodes d'approche radicalement différentes pour la réalisation de la superposition de ces périodes. Il faut prendre note que certaines propriétés des PRs déjà rencontrées ne s'appliquent désormais plus. Chaque approche dépend de la priorité donnée au rapport Périodes/Fréquences <sup>125</sup>

#### 2.6.3.1 Fréquence/Période

On peut considérer les périodes comme fixes, par exemple, les périodes 7/5/3 sans répétition (superposition de 7, 5, et 3 battements occupant le même temps, ici une ronde). Ceci est équivalent à la superposition de trois subdivisions irrationnelles qui sont dans ce cas, un septolet de noires, un quintolet de noires et un triolet de blanches, ce qui revient à dire que la première voix aura une période égale à une noire de septolet et à une fréquence de 7 par ronde, la seconde, une période de noire de quintolet à une fréquence de 5 par ronde, et la dernière une période de blanche de triolet à une fréquence de 3 par ronde, le tout occupant une mesure de 4/4, c.-à-d. une ronde. Dans la [Figure 2.41](#) la ERP de périodes [7/5/3] est représentée dans une mesure de  $\frac{4}{4}$  :

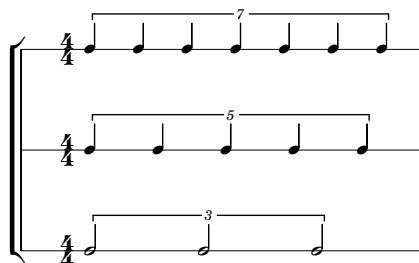


FIGURE 2.41: Représentation d'une ERP [7/5/3] dans une mesure de  $\frac{4}{4}$

Pour obtenir la résultante de cet ensemble avec des valeurs « simples » (sans avoir recours à la notation irrationnelle), on utilisera la *modulation tempique* (modulation du tempo) qui donnera le résultat représenté dans la [Figure 2.42](#) :

<sup>124</sup>. cf. João RAFAEL, « [Autour d'Einspielung I d'Emmanuel Nunes](#) »

<sup>125</sup>. La période étant l'inverse de la fréquence ( $f = 1/T$ ), selon le rapport que l'on appliquera (périodes/fréquences ou fréquences/périodes) on obtient deux résultats distincts.



FIGURE 2.42: Résultante de l'ERP [7/5/3] de la Figure 2.41

Une autre approche serait de transformer les périodes qui sont données en notation irrationnelle en unités communes par l'intermédiaire du *ppcm* de l'ensemble des périodes. Ces valeurs sont obtenues par le produit total des rapports ( $7 \times 5 \times 3 = 105$ ) divisé par chaque période :  $105/7 = 15$ ,  $105/5 = 21$  et  $105/3 = 35$ . On obtient ainsi un ensemble où la PPU commune aux trois périodes est égale à la double croche (cf. la partie A de la Figure 2.43).

Remarquons que dans les deux cas, la résultante donne les mêmes proportions :

$$(15\ 6\ 9\ 5\ 7\ 3\ 15\ 3\ 7\ 5\ 9\ 6\ 15)$$

comportant 13 termes ( $(7 + 5 + 3) - 2$ ). Le calcul du nombre des termes de ce type de ERP est conforme à la propriété des PRs, par contre, on n'obtient pas la même propriété concernant les entiers des termes obtenus, i.e, celle qui concerne l'ensemble des entiers allant de 1 jusqu'à la période la plus petite (ici 3). Cependant, on a toujours la même règle de symétrie des termes<sup>126</sup>.

### 2.6.3.2 Période/Fréquence

La seconde méthode consiste à utiliser un même *ppu* comme multiple de toutes les périodes, c.-à-d.,  $T_1 \times ppu$ ,  $T_2 \times ppu \dots T_n \times ppu$ , aux fréquences  $f_1 = ppcm/T_1$ ,  $f_2 = ppcm/T_2 \dots f_n = ppcm/T_n$

Pour calculer le nombre de termes dans ce rapport, on utilisera une fonction inspirée de la formule du crible de Poincaré :

$$\left| \bigcup_{i=1}^n A_i \right| = \sum_{k=1}^n \left( (-1)^{k-1} \sum_{1 \leq i_1 < i_2 < \dots < i_k \leq n} |A_{i_1} \cap A_{i_2} \cap \dots \cap A_{i_k}| \right)$$

<sup>126</sup>. Si les composants de l'ERP sont tous impairs, on obtient une symétrie comportant un élément axial (pivot). Dans le cas où l'ensemble comporte un élément pair, la symétrie sera de type « miroir ».

En revanche, et contrairement à la version fréquences/périodes des ERPs, la propriété de la méthode périodes/fréquences concernant les entiers présents dans sa résultante rythmique (tous les nombres entiers) de 1 jusqu'à la valeur de la période la plus petite) est identique à celle de la propriété des PRs.

Ensemble Rythmique Périodique de périodes : [ 7 5 3 ]

A

Fréquence  
Période

B

Période  
Fréquence

résultante :

résultante :

FIGURE 2.43:  $ERP[7/5/3]$ 

Dans le cas d'un ERP ayant les rapports  $[7/5/3]$  (cf. Figure 2.43), on a :

- Dans le premier cas (partie A) les rapport 7/5/3 sont pris comme fréquences, respectivement de 7, 5 et 3 répétitions de périodes de durées égales à  $15 \times \text{♪}$ ,  $21 \times \text{♪}$  et  $35 \times \text{♪}$ .
- Dans le deuxième cas (partie B), les rapports sont utilisés comme périodes cette fois-ci :  $3 \times \text{♪}$ ,  $5 \times \text{♪}$  et  $7 \times \text{♪}$  respectivement à des fréquences de 35, 21 et 15.

On remarque dans notre exemple de la **Figure 2.43** que pour les deux méthodes (fréquence/période et période/fréquence), la somme de l'ensemble des termes obtenus est identique. Elle est égale au facteur de la totalité des périodes :

$$105 = 7 \times 5 \times 3 = (15\ 6\ 9\ 5\ 7\ 3\ 15\ 3\ 7\ 5\ 9\ 6\ 15) =$$

$$(3\ 2\ 1\ 1\ 2\ 1\ 2\ 2\ 1\ 3\ 2\ 1\ 3\ 1\ 2\ 1\ 2\ 3\ 2\ 1\ 3\ 1\ 2\ 3\ 3\ 1\ 1\ 1\ 3$$

$$1\ 1\ 1\ 3\ 3\ 2\ 1\ 3\ 1\ 2\ 3\ 2\ 1\ 2\ 1\ 3\ 1\ 2\ 3\ 1\ 2\ 2\ 1\ 2\ 1\ 1\ 2\ 3)$$

## Chapitre 3

# De la quantification

Une fois abordée la question de la forme, de la durée et du concept rythmique en général, il est nécessaire de se tourner vers la question de la réalisation dans l'espace de l'écriture symbolique du rythme et de sa représentation sous forme de code interprétable, donc sous forme de partition. Comme le fait remarquer Stockhausen, toujours dans « ... *wie die Zeit vergeht* <sup>1</sup>... », le temps musical, et plus précisément, le rythme et la durée, peuvent avoir plusieurs notations syntaxiques portant sur la question de leurs représentations symboliques.

Plus récemment, certaines partitions ont présenté une notation extrêmement différenciée des rapports de durée. La complexité croissante de la notation métrico-rythmique eut pour conséquence une baisse en proportion égale du degré de précision dans le jeu. Autrement dit : la complexité croissante dans la désignation d'une valeur de temps augmente chez l'exécutant l'incertitude quant au début et la fin de cette valeur de temps.

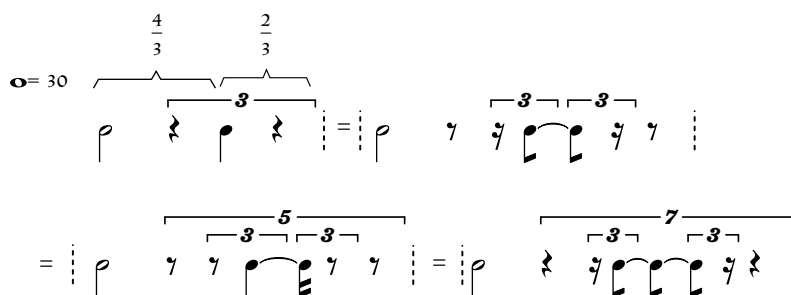


FIGURE 3.1: Différentes représentations symboliques d'une même durée <sup>2</sup>

[...] Nous retiendrons tout d'abord de cet exemple qu'une seule et même proportion de temps fluctue de manière plus ou moins forte et par ailleurs que les facteurs d'incertitude dépendent graduellement de la notation <sup>3</sup>.

Ces déviations dans la « notation métrico-rythmique » sont inhérentes à la complexité même de la conception rythmique qu'un dispositif élaboré d'une combinatoire temporelle pourrait en résulter. Cela par conséquence, imposerait une

1. Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." »

2. *ibid.*, p. 30

3. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 51.



nouvelle question, celle de la quantification rythmique et de ces structures complexes et leur possibilité de les représenter<sup>4</sup>. En d'autres termes, leur rendu symbolique.

La quantification rythmique peut-être comprise comme organisation et mise en place d'événements musicaux sur un axe temporel discret. L'opération de quantification devient donc le passage d'un temps continu à une échelle temporelle discrète résultant en un nombre fini de durées possibles. Une bonne définition de la quantification rythmique pourrait être formulée ainsi :

[...] la conversion d'un flux de durées exprimées par des valeurs réelles en une structure rythmique, hiérarchique et discrète, qui puisse être exprimée de façon significative dans le système habituel de notation musicale. L'intérêt de la question provient du fait que beaucoup de compositeurs utilisent des formalismes numériques pour engendrer des configurations complexes de durées ; le problème se pose aussi de façon évidente dans le cas de la transcription automatique du jeu instrumental<sup>5</sup>.

Cette définition comprend deux types d'usage d'une quantification rythmique :

- la transcription d'une interprétation musicale issue d'un enregistrement audio ou MIDI
- la transcription ou la simplification (réécriture) d'un rythme complexe d'une partition

Dans les deux cas de figure, la relation entre le rythme ou l'ensemble des durées avec le tempo se trouve être le paramètre le plus déterminant, le rythme n'étant pas qu'une suite de durées mais en fait une structure métrique établie autour d'un tempo donné. Cette structure métrique sous-entend une grille temporelle pour laquelle tous les intervalles temporels sont des divisions proportionnelles d'une unité abstraite commune : la barre de mesure.

Par conséquent, une transcription de données brutes en notation symbolique implique une recherche d'un tempo et d'une battue. Cela qualifie le modèle type d'une quantification à partir d'un flux de données temporelles brutes. Étant donné une suite de durées en millisecondes, l'exercice consisterait donc, à déterminer un tempo et une battue pour représenter au mieux cette succession de durées alignées au mieux sur la grille temporelle d'origine.

L'interdépendance entre le rythme et le tempo est donc primordiale quant à la quantification et surtout pour une représentation cohérente des données rythmiques. Elle doit être en concordance avec le contexte musical et prendre en compte toute variation de l'échelle métrique. Par exemple, si le tempo décélère, la grille temporelle devrait suivre la décélération de la structure métrique afin de préserver une organisation logique entre les durées même ainsi qu'un rythme qui demeure contenu dans la limite des mesures données (cf. [Figure 3.2](#)). Cependant, ceci sous-entend que l'évolution du tempo soit connue. Un autre facteur à prendre en considération, est le profil du changement de ce même tempo. Il peut être : linéaire, exponentiel ou tout simplement discret. On peut observer dans le répertoire de la musique d'après guerre des indications strictes de la composition du tempo.

4. Il ne faut perdre de vue, le fait que ces « représentations ne sont pas des entités statiques. Le fait de leur existence est dû à un processus de construction, ou d'élaboration, ayant un objectif précis. » Mikhaïl MAL'T. « Quelques propriétés des représentations, le cas de la notation musicale ». In : (2010), p. 9.

5. Carlos AGON. « Langages de programmation pour la composition musicale ». In : *Habilitation à Diriger des Recherches* (2004), p. 9.

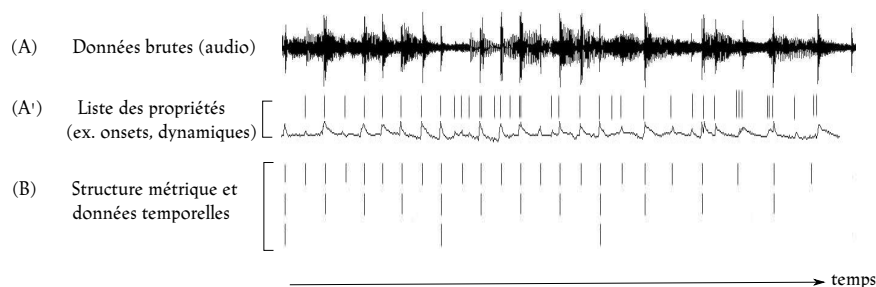


FIGURE 3.2: Signal audio, ses propriétés et sa métrique à tempo décroissant <sup>6</sup>.

Il en résulte donc, que la grille temporelle dépend du tempo, et il se trouve que ce dernier ne pourrait être déduit que par cette même hiérarchie rythmique, ce qui nous renvoie à la situation du serpent qui se mord la queue.

Une autre problématique de la quantification, et non des moindres, est le fait qu'elle a à faire à des données temporelles abstraites. Prenons par exemple des données provenant d'un fichier MIDI. Celles-ci représentent une fidèle représentation de l'interprétation musicale, mais néanmoins lui manquent cruciallement toute information touchant à la structure intrinsèque du symbolique : absence totale d'information concernant la structure des durées, des patterns rythmiques, de la nature de la battue, des phrasés, ou de tout simplement de la trajectoire formelle du contenu musical.

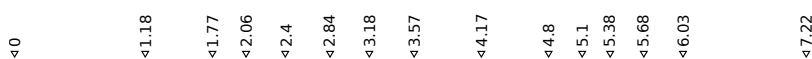
On peut déduire de ce fait que la causalité entre musique interprétée et partition est problématique, et par conséquent, la transcription fait *défaut* quant aux durées qui ne peuvent être exactement transcrites symboliquement telles qu'elles sont réellement. D'un autre côté, l'interprétation elle-même *trahi* la partition d'origine, car aussi fidèle qu'elle puisse être, l'essence de l'interprétation est l'expression même, la lecture au sens herméneutique concernant le texte même : interprétation n'est pas reproduction.

La quantification idéalement devrait donc tout d'abord prendre en compte l'écart entre le temps concrètement interprété, pour ne pas dire continu, et le temps symbolique, donc discret telle une réduction limitative obligée par des contraintes physiques, à l'instar des transcriptions de hauteurs en micro-intervalles pour des instruments de nature tempérée. Ceci évidemment soulève la question de trouver la pondération entre la justesse et la simplicité de la représentation symbolique, c'est-à-dire la notation.

Une quantification idéale pourrait donc se résumer à ceci : définir le niveau de détail adéquat permettant d'obtenir une représentation convenable d'une structure métrique. Quand la précision est trop fine, la représentation sera rendue trop complexe. À l'inverse, quand la précision est grossière, le rendu symbolique lui est trop vague et simpliste, voir trop loin de la structure métrique même. Le but reste donc de trouver la quantité d'information que nous acceptons de « sacrifier » pendant le processus de quantification afin d'obtenir une notation convenable à la lecture et un bon rendu symbolique.

Le rendu symbolique consiste en une structure métrique, autrement dit, le chiffrage rythmique associé aux barres de mesures, d'un ou plusieurs tempi et de la synchronicité polyphonique des événements, ce à quoi une quantification *correcte* devrait se conformer.

6. Fabien GUYON et Simon DIXON. « A review of automatic rhythm description systems ». In : *Computer music journal* 29.1 (2005), p. 34-54, p. 5.



(a) Exemple : une liste d'onsets à partir d'une séquence interprétée.



(b) Quantification trop précise. La notation transcrit assez justement l'interprétation, par contre, trop compliquée pour être réinterprétée.



(c) Quantification trop simpliste et loin d'être conforme à l'interprétation.



(d) La quantification la plus optimale réalisée entre justesse et simplicité de lecture.

FIGURE 3.3: Différentes quantifications à partir d'une séquence de onsets <sup>7</sup>.

La problématique de la quantification rythmique dépasse son aspect computationnel et mathématique car on a affaire à un langage symbolique, une écriture musicale qui comporte sa cohérence au niveau de sa propre représentation. Il faut d'une part choisir une justesse qui se rapproche au plus de l'original interprété ou souhaité, et d'autre part, une représentation *efficace* de point de vue d'une notation musicale irréprochable. Ce compromis entre *précision* et *efficacité* est au coeur de cette problématique.

En observant les quantificateurs intégrés dans les logiciels séquenceurs ou d'édition de partition disponible sur le marché, on constate assez vite un certain nombre de limitations qui les rendent inutilisable dans un contexte de production musicale trop éloigné de leurs hypothèses de base. Premièrement, les modèles sous-jacents supposent que les séquences à quantifier se disposent naturellement au sein d'une carrure périodique, traversée par une pulsation tout aussi régulière. Deuxièmement, ils supposent en général que cette carrure et cette pulsation préexistent dans une partition de référence, absente, qu'il s'agit de retrouver par déduction. C'est certes le cas lorsqu'on cherche à transcrire une pièce de Bach ou de Mozart interprétée sur un clavier :

<sup>7</sup>. Ali Taylan CEMGIL, Peter DESAIN et Bert KAPPEN. « Rhythm quantization for transcription ». In : *Computer Music Journal* 24.2 (2000), p. 60-76, p. 61

certaines éléments du jeu doivent être interprétés comme des déviations relativement à la structure temporelle de référence, déviations dues à des variations expressives volontaires ou involontaires. Dans le cas d'une utilisation créative pour la composition, le problème est différent : la notion de variation expressive est absurde concernant des matériaux calculés ou déduits par analyse de la micro-structure du son. De plus, bien que comportant en général une phase analytique, la démarche est de production plutôt que d'investigation : il ne s'agit pas de reconstituer une partition préexistante mais d'en construire une inédite. Les critères ne sont pas de fidélité, mais de consistance et de minimalité de la notation. En particulier, des séquences proches d'un point de vue perceptif doivent être proches d'un point de vue notational, ce qui est moins simple qu'il n'y paraît. En effet, le déphasage des diverses occurrences d'une même figure rythmique (ou de ses variations) par rapport à la grille de la pulsation conduit en général au résultat inverse, à savoir que des formes très proches sont transcrites par des combinaisons de signes très différentes<sup>8</sup>.

Cette observation construite autour de la pratique de la quantification et notamment dans le cadre de l'informatique musicale, viserait plus à l'efficacité qu'à une certaine *expressivité* de l'écriture. L'auteur note bien, que dans le cas de *calcul par analyse*, signifiant par là l'analyse d'un flux sonore non nécessairement organisé ni dérivé selon un processus construit autour d'un langage symbolique structuré, mais organisé autour de données brutes, ne gagnerait pas en pertinence à travers une quantification poussée à l'extrême quant à sa précision, ce qui engendrerait une complexité de notation non nécessaire ni utile, vu l'absence de structuration sémantique de l'origine du flux qui est par définition de nature physique et non symbolique, sous-entendant l'absence de contenu expressif par essence. Cependant, cela n'exclue pas une « réorganisation », une réécriture de cette quantification même, l'inscrivant dans un champs expressif donné, dégageant ainsi de ce matériau des nouveaux éléments susceptibles à être inscrits dans un champs sémantique.

Dans la section qui suit, nous présentons dans un ordre chronologique les deux méthodes et techniques de quantification les plus marquantes et utilisées dans ce domaine, à savoir la méthode dite « incrémentale » et la méthode par grille rythmique.

### 3.1 Quantification incrémentale

Partant d'un exemple tiré directement du répertoire contemporain, précisément de la dernière œuvre d'Emmanuel Nunes, *Peter Kien - eine akustische Maske* et tout particulièrement du premier mouvement de cette œuvre *I- Einsichten*<sup>9</sup> nous décrirons une technique pratiquée par plus d'un compositeur, qui consiste à transcrire des données numériques (ici des millièmes de secondes) en notation symbolique. Cette exemple de quantification « à la main »<sup>10</sup>, loin d'être choisie innocemment, est propice pour l'étude de l'efficacité d'une quantification au détriment d'une autre. Ici tout est affaire de choix de méthode de calcul comme on le verra plus loin. La gestion des erreurs est faite incrémentalement, temps par temps, au

8. Gérard ASSAYAG et al. « Problèmes de quantification et de transcription en composition assistée par ordinateur ». In : *Musique & mathématiques* (1997), p. 4.

9. Il s'agit du deuxième clavier pilotant des échantillons sonores.

10. Plus exactement celle-ci est réalisée à l'aide d'une « calculette ».

fur et à mesure de la progression de la quantification, une manière certes artisanale, mais efficace grâce au contrôle et choix *local* du compositeur même.

En effet, nous avons eu la chance de superviser une recherche<sup>11</sup> portant sur ce même sujet avec le compositeur Emmanuel Nunes. Utilisant l'extrait mentionné, nous avons confronté, la quantification dite « à la main », que l'on appellera quantification *incrémentale*, avec un algorithme de quantification implémenté dans *OpenMusic*<sup>12</sup> que l'on appellera quantification par *grille métrique*.

Copyright 2012 by G. Ricordi & Co  
Bücherei und Musikverlag GmbH  
München

Sy. 4183

Alle Rechte vorbehalten  
All rights reserved  
Tutti i diritti riservati

FIGURE 3.4: Mesures 1 à 3 de Peter Kien - section I - deuxième clavier, (Emmanuel NUNES. *Peter Kien - eine akustische Maske*. pour ensemble et électronique. 2012, Ricordi)

Certes, quand il s'agit de notation symbolique, la pratique du compositeur est très proche de la pratique du graveur/copiste<sup>13</sup>. Les tables métriques du copiste sont intimement proche de celles du compositeur. Leurs différences résident dans le fait que pour le premier, ces tables sont spatiales : la partition graphique, alors que pour le second, le compositeur, ces tables sont des tables de durées, des tables temporelles. Pour avoir une idée de ce que pourrait paraître une telle table nous reproduisons la Figure 3.5 représentant les valeurs de durées en millisecondes partant de la noire à la triple croche (passant par les subdivision par 3, 5 et 7) comme tempo de référence la noire = 60.

11. Karim HADDAD. « Fragments de recherche et d'expérimentation : Eléments de réflexions autour de l'écriture rythmique d'Emmanuel Nunes ». In : *Présentation à un séminaire Mamux à l'Ircam* (2012).

12. un environnement de Composition Assistée par Ordinateur Carlos AGON. « OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par ordinateur ». Thèse de doct. IRCAM - Univ. Paris 6, 1998.

13. Pour plus de détails sur ces pratiques, voir Ted Ross. *The Art of Music Engraving and Processing*. Hansen San Francisco, 1970, p. 73-81 et Gardner READ. *Music notation : a manual of modern practice*. Taplinger Pub Co, 1979 (2nd edition). ISBN : 0800854535, p. 185-222.

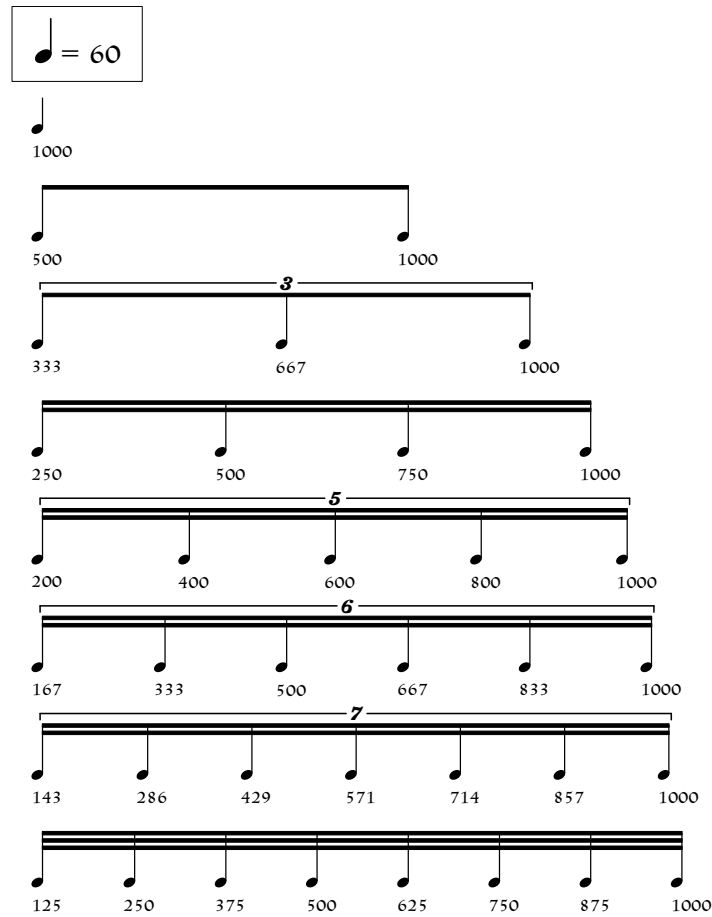


FIGURE 3.5: Subdivisions de la noire à la triple croche.

Pour une meilleure lecture, nous représenterons dans la [Figure 3.6](#) l'échelle de toutes ces valeurs sans leurs redondances, allant de la plus petite à la plus grande valeur ainsi que leurs durées associées.

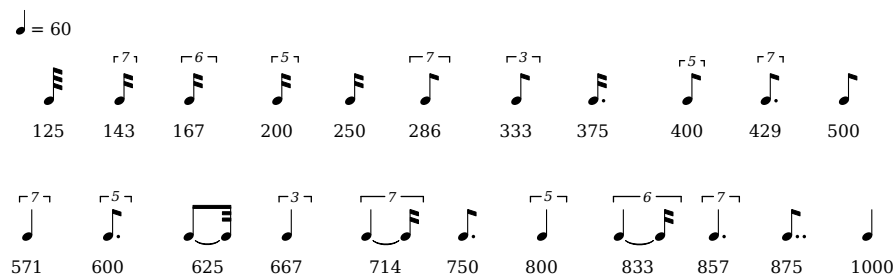


FIGURE 3.6: Échelle chromatique de 60 à la noire avec les durées correspondantes en millisecondes.

C'est à partir de ce modèle de table, de la liste d'espacements, que le graveur et/ou compositeur se reposera pour l'un, placer les notes spatialement dans la partition, pour l'autre, transcrire une liste de durées en notation symbolique. Dans les deux cas, une seule table, n'est pas suffisante à réaliser une copie, ou une transcription. En effet, le graphiste pour un gain d'espace au cours de la pagination, aura recourt à différentes tables d'espacement selon le cas où la densité des signes est

plus ou moins grande<sup>14</sup>. De même, pour la quantification il est nécessaire pour un calcul correct des durées par rapport au tempo choisi, que le compositeur dispose des tables respectives selon la modulation tempique.

Revenons donc à notre exemple de la **Figure 3.4**. Le rythme ainsi que les hauteurs, sont extraits à partir d'une voix parlée, plus justement, à partir d'une prosodie « dirigée » préalablement par le compositeur. Celle-ci a été enregistrée, segmentée phonétiquement et analysée à l'aide d'une application informatique<sup>15</sup>. La prosodie étant dirigée par le compositeur<sup>16</sup>, le tempo fut donc fixé par lui-même à noire égale à 75<sup>17</sup>. Dans la **Figure 3.7**, l'extrait des esquisses du compositeur, on a :

- L'indication métronomique (MM ♩ = 75).
- Les valeurs en millisecondes issues de l'analyse des segments (*markers*) syllabique de la prosodie.
- Le résultat de la quantification du compositeur ( la représentation numérique des équivalences des valeurs symboliques )

MM 75
Millisecondes
229 415 524 144 152 304 263 527 161 357 190
404 476 102 936 500
Notation
.286 .571 .143 +.5 .2 .2 .4 .2+.125 .5 +.25 .25 .5
.25 .5 .5 .125 1 +.125 .75

FIGURE 3.7: Durées et leurs valeurs symboliques correspondantes une fois quantifiées.

Étant donné que la quantification s'effectuera à 75 à la noire, il nous faut donc convertir les valeurs de durées en millisecondes à partir de notre **Figure 3.7** en les multipliant par un facteur de  $75/60^{\text{ième}}$ , c'est à dire par 1.25. De ce fait, on obtiendra des valeurs où 1000 sera équivalent à la valeur symbolique de la noire. On pourra donc se reporter sur les valeurs de la **Figure 3.6** pour transcrire symboliquement notre rythme. Ces nouvelles valeurs sont les suivantes :

286.25 518.75 655.0 180.0 190.0 380.0 328.75 658.75 201.25  
446.25 237.5 505.0 595.0 127.5 1170.0 625.0

14. Dans la pratique de la gravure musicale, une mesure contenant quatre noires occupe moins de place qu'une même mesure qui contiendrait 32 triples croches, et ce, bien entendu dans la perspective de la notation non-proportionnelle qui est la plus répandue dans l'édition musicale.

15. Il s'agit d'*Audiosculpt* (cf. Peter HANAPPE et Gérard ASSAYAG. « Intégration des représentations temps/fréquence et des représentations musicales symboliques ». In : *Recherches et applications en informatique musicale*, Hermes, France (1998), p. 199-207).

16. La lecture étant réalisée par un récitant.

17. Il est à remarquer que MM ♩ = 75 par modulation tempique équivaut à une noire de quintolet dans un tempo de ♩ = 60

La quantification se fera en arrondissant à la plus proche valeur de durée correspondante à nos valeurs symboliques, et cela linéairement, c.-à-d. au fur et à mesure, de manière chronologique par rapport aux événements de la **Figure 3.7** :



FIGURE 3.8: Quantification incrémentale - valeurs symboliques

À noter que dans la **Figure 3.8**, comme pour la **Figure 3.7**, les valeurs symboliques sous les figures de notes sont divisées par 1000 *ms* selon l'usage du compositeur. C'est en effet, une commune pratique que de prendre comme étalon la noire = 1 *sec.*.

### 3.1.1 De la « justesse »

Comparons l'écart existant entre les durées données avec sa représentation symbolique issue de la quantification proposée par le compositeur. En première comparaison, calculons l'écart entre les durées ramenées à MM ♩ = 60 (*durées* × 75/60) et la notation symboliques après quantification du compositeur (cf. **Figure 3.8**). Il s'agit bien ici, d'un écart « spatial », et non de durées réelles, c'est-à-dire de valeurs qui font référence à une valeur symbolique, la noire équivalente à 1000 unités<sup>18</sup> :

0.25 52.25 -12.0 20.0 10.0 20.0 -3.75 -33.75 48.75 53.75 12.5  
-5.0 -95.0 -2.5 -45.0 125.0

Pour avoir une meilleure idée de l'écart entre la quantification et les durées réelles, nous ferons la différence entre ces dernières et la liste d'espacement symbolique multipliée cette fois-ci par 1000 \* 60/75 pour avoir l'espacement mis à l'échelle du tempo réel. Le résultat arrondi donne :

0 42 -10 16 8 16 -3 -27 39 43 10 -4 -76 -2 -36 100

Pour les deux calculs, mis à part la dernière durée, tous ces écarts nous paraissent bien acceptables.

<sup>18</sup>. On rappelle ici que 1000 est une valeur étalon choisie *a priori*. Pour une raison évidente, elle est souvent de cet ordre, 1 = 1000*ms.* = 1*cm.*, etc ...



## 3.2 Quantification par grille métrique

La technique la plus commune de quantification utilise la *distance euclidienne* pour le calcul du résultat de ce type de flux de données. La mesure d'erreur de la quantification se définit comme suit <sup>19</sup> :

$$L_r = d(x, y) = \sum_{i=1}^p |x_i - y_i|^r$$

La quantification non-optimale (celle qui comporte des erreurs de quantification), créant une différence entre l'entrée (*input*) et la sortie (*output*), donne :

$$L_r = d(x, y) \neq 0$$

La quantification optimale (celle identique à la source) donne :

$$L_r = d(x, y) = 0$$

La mesure d'erreur servira comme donnée afin de fixer une *grille métrique* à partir de critères de justesses. L'approche par *grille métrique* est une méthode de calcul de distance d'erreurs issues d'approximations selon une grille définie par le compositeur même. Cette démarche est similaire à celle utilisée par les compositeurs en absence de grand calculateur (ordinateur). Partant d'une liste de durées, l'utilisateur, (ici le compositeur) détermine lui même les contraintes en définissant préalablement la grille métrique déterminant ainsi la valeur de la battue, le chiffre métrique (chiffre de ou des mesures voulues), ainsi que les contraintes de définition de la subdivision du temps avec la possibilité de restriction.

### 3.2.1 La méthode assistée par ordinateur

La démarche de la quantification assistée par ordinateur selon la méthode de la grille métrique est similaire à celle que l'on a observée auparavant. L'utilisateur fournit au quantificateur les durées, le ou les tempi, les subdivisions de la grille voulue par lui-même. Il peut aussi imposer des restrictions locales, à savoir par tranche de mesure, ou de temps, ou globalement. Dans certains cas, il peut choisir aussi entre une précision maximale, ou une simplicité optimale, et ce, par rapport à la métrique. Avant d'aborder le module de quantification *omquantify* implémenté dans l'environnement *OpenMusic*, nous exposerons quelques exemples de quantification à partir d'une même liste de durées.

Prenons une suite de treize durées dont la somme est de 6040 millisecondes, à savoir, l'équivalent de six noires au tempo de 60 à la noire environ :

(590 290 340 440 340 390 600 630 300 280 300 350 1190)

- La première quantification (*a*) (illustrée dans la [Figure 3.9](#)) utilise les paramètres de quantification par défaut :
  - tempo = 60 à la noire
  - chiffre métrique  $\frac{4}{4}$

<sup>19</sup>. Robert M. GRAY et David L. NEUHOFF. « Quantization ». In : *IEEE transactions on information theory* 44.6 (1998), p. 2325-2383.

- subdivision maximale  $1/8$  du dénominateur, à savoir couvrant à partir de la noire jusqu'à la triple croche en passant par toutes les valeurs irrationnelles intermédiaires.
- La quantification  $(b)$  a comme tempo noire = 120, le double de  $(a)$ , ce qui revient à dire que les possibilités de subdivision du temps est doublé, sans changer le seuil de la valeur minimale de la triple croche.
- En  $(c)$ , toutes les valeurs sont par défaut à l'exception de la valeur minimale de subdivision, qui elle passe au seizième du temps (de la noire).
- La quantification  $(d)$  utilise la même configuration que  $(b)$ , seulement le tempo ici n'est pas redoublé, mais il est équivalent à 96 à la noire.
- La dernière quantification  $(e)$  utilise le même tempo de départ que  $(d)$  mais varie le tempo par segmentation selon les irrationnels obtenus en  $(d)$  afin d'éliminer une des catégorie de subdivision ( $1/5^i$ ème).

FIGURE 3.9: Cinq quantifications d'une suite de durées avec différents critères.

On peut déduire à partir de ses différentes opérations, l'incidence importante à laquelle la quantification a sur la notation symbolique en général. Prenons par exemple la dernière quantification (e) : on remarque que celle-ci implique un geste musical d'*accelerando* exprimé par le *tempo* qui est non explicité dans les données brutes des durées. Il est donc à relever l'importance du choix de la méthode ainsi que des paramètres de la quantification, qui sont loin d'être des opérations neutres et dénués de sens esthétique ou pratique, mais tout au contraire ils impliquent une directivité quant au geste musical même.

	590	290	340	440	340	390	600	630	300	280	300	350	1190
<i>a</i>	625	250	325	400	400	400	600	625	250	292	333	333	1167
	35	-40	-15	-40	60	10	0	-5	-50	12	33	-17	-23
<i>b</i>	600	300	314	453	333	400	600	643	286	271	300	357	1143
	10	10	-26	13	-7	10	0	13	-14	-9	0	7	-47
<i>c</i>	562	312	347	444	333	400	600	615	308	291	286	357	1206
	-28	22	7	4	-7	10	0	-15	8	11	-14	7	16
<i>d</i>	625	268	357	417	333	375	625	625	304	268	304	375	1167
	35	-22	17	-23	-7	-15	25	-5	4	-12	4	25	-23
<i>e</i>	625	268	357	417	333	375	625	613	298	297	289	357	1174
	35	-22	17	-23	-7	-15	25	-17	-2	17	-11	7	-16

TABLE 3.1: Rendus des différentes quantification de la suite de durée avec leurs écarts d'erreurs

Nous calculerons la mesure de *distorsion* (mesure d'erreur) selon le critère de Robert M. GRAY et David L. NEUHOFF<sup>20</sup> en utilisant la *magnitude*  $r = 1$  pour obtenir un calcul simplifié, utile à la comparaison des écarts en milliseconde de la donnée principale <

<i>a</i>	$L_1 = 340$
<i>b</i>	$L_1 = 166$
<i>c</i>	$L_1 = 149$
<i>d</i>	$L_1 = 217$
<i>e</i>	$L_1 = 214$

TABLE 3.2: Mesures des erreurs des quantifications

Pour une description plus détaillée sur le mode de quantification basée sur le principe de grille nous nous référerions sur l'excellente étude *Kant : Une critique de la quantification pure*<sup>21</sup> qui marque un jalon dans cette discipline et qui a été implémentée sur plusieurs plateformes d'environnements de Composition Assistée par Ordinateur, tel que *Patchwork* et *OpenMusic*<sup>22</sup> :

Le module a été conçu de façon à permettre facilement la gestion de la mesure d'erreurs. Pour chaque grille, une structure est construite

20. Robert M. GRAY et David L. NEUHOFF, « *Quantization* », p. 2352

21. CARLOS AGON. *KANT : Une critique de la quantification pure*. DEA en informatique. Paris, 1994.

22. Gérard ASSAYAG et al. « Computer-assisted composition at IRCAM : From PatchWork to OpenMusic ». In : *Computer Music Journal* 23.3 (1999), p. 59-72.

contenant tous les onsets décalés, le nombre des onsets éliminés (c'est-à-dire les onsets communs avec la grille) et une liste de valeurs d'erreurs différentes. Toute valeur d'erreur dans la liste est calculée par un appel à une fonction intégrée ou fournie par l'utilisateur même. Dans l'implémentation actuelle, trois valeurs d'erreurs sont utilisées. La première est la somme des rapports cubiques (*cubic ratios*) entre les intervalles de durées issus des onsets réels et les intervalles correspondant des onsets décalés. La deuxième est tout simplement la distance Euclidienne entre les onsets réels et ceux décalés. La troisième est une mesure subjective de la simplicité relative des différentes subdivisions du temps (unité de  $a$  mesure). Elle est calculé à partir de la position de la grille qui se trouve dans la table fournie par l'utilisateur (dans l'implémentation actuelle, on a défini la « complexité » relative des différentes subdivisions du temps dans l'ordre suivant : 1, 2, 4, 3, 6, 8, 5, 7 etc... où une seule division du temps est la notation la plus simple possible et successivement chaque nombre de subdivision est de plus en plus complexe).

Ces trois mesures sont combinées à travers cette démarche : En premier lieu, deux ensembles de structures sont calculées. le premier est classé par rapport au critère de simplicité. Le second ensemble est classé par rapport au critère des proportion des durées. Dans les deux ensembles, les structures éliminant le moins d'onsets sont favorites. Ces structures sont après coup filtrées par rapport à un ensemble de contraintes données. L'utilisateur peut alors imposer ou interdire des subdivisions particulières à tout niveau de la structure rythmique (séquence, mesure, temps). Les structures qui ne sont pas conformes aux contraintes sont retirées des ensembles.

Le choix final des subdivisions de chaque temps est effectué en prenant le choix le mieux classé dans les deux ensembles et en comparant leur valeurs respectives modifiés par des facteurs d'échelle, pour le critère de distance Euclidienne. Le facteur d'échelle du premier ensemble est un paramètre  $w$  fournit par l'utilisateur que l'on appelle « précision », allant de 0 à 1. Sont complément  $(1 - w)$  est utilisé pour mettre à l'échelle le second ensemble. La division du temps dont la distance Euclidienne mise-à-l'échelle est la plus petite est donc choisie.

Quand deux événements se retrouvent sur la même coordonnée de la grille, un des événement sera éliminé par le processus de quantification, la durée correspondante est retenue dans une structure à part qui contient aussi l'information concernant la position de la durée de la séquence initiale de l'événement. Cette information est utilisée plus tard par l'éditeur de notation de *Patchwork* afin de transformer les notes éliminées en appoggiatures (*grace notes*) qui seront reliées à la note dont la durée les succède dans la séquence initiale. Garder la trace des *onsets* éliminés est assez délicats et crucial, dans ce genre de procédé de quantification notamment dû au traitement indépendant de chaque temps<sup>23</sup>.

23. Carlos AGON et al. « Kant : A critique of pure quantification ». In : *Proceedings of the International Computer Music Conference. ICMC. 1994*, p. 52-9, p. 53.

Nous disposons d'un algorithme de calcul implémenté dans l'environnement de composition assistée par ordinateur *OpenMusic*<sup>24</sup>. Cet algorithme permet de quantifier un ensemble de durées données en milliseconde, ainsi que de préciser certain paramètres pour la quantification que l'on présente ici :

- Liste de durées en milliseconde.
- Un tempo ou une liste de tempi pour chaque mesure.
- Chiffre de mesure (ou une liste).
- Subdivision maximale du temps (ou une liste de subdivisions). Ici le dénominateur choisi du chiffre rythmique détermine la subdivision, ex : pour 4/4 subdivision maximale = 8 revient à une subdivision à la triple croche.
- Contrainte de subdivision : Par défaut, toutes subdivisions dans le rayon de la subdivision maximale sont permises. On peut éventuellement contraindre à rejeter certaines, et ce, soit tout au long de la quantification, soit pour certaines mesures, mais aussi, il est possible de préciser l'interdiction pour chaque temps.
- Précision : une valeur allant de 0 à 1, qui décidera à chaque temps l'utilisation d'un algorithme sur l'autre pour plus de précision.
- Appogiatures (grace notes), tolérance pour les appogiatures, soit elles sont considérées en tant que telles, ou comme notes faisant intégrés comme accord à la note rythmique exprimée qui les succède.

Les deux algorithmes de calcul utilisés selon le mode de précision voulue sont :

- Soit le calcul euclidien sur les vecteurs de subdivision du temps<sup>25</sup>. Ici précision par rapport au temps et ses subdivisions. C'est une précision métrique. [Précision littérale par rapport à la subdivision].
- Soit le calcul cubique des proportions de l'ensemble des durées tombant dans une fenêtre du temps. Ici la précision est plus cohérente par rapport à la perception des proportions entre les durées tombant dans le temps. [Précision relative des proportions].

Un autre algorithme de quantification construit à partir de celui déjà cité, utilise comme méthode la segmentation. Cette dernière est réalisée selon une analyse préalable des données de durées, proposant une segmentation par groupe de durées qui seront réparties par cellule métrique et variation de tempo :

L'hypothèse de départ du logiciel *Kant* est donc que le matériau avant quantification est porteur de formes, et ce sont ces formes qui feront l'objet d'investigations. Des méthodes d'analyse [...] sont proposées pour découvrir les traits de structure saillants du point de vue perceptif, ces traits déterminant dans le flux temporel des points d'articulation, et, entre ces points, des segments pertinents. Le découpage métrique et le choix de la pulsation sont déduits de la morphologie des segments. Finalement, les segments, et par conséquent les événements élémentaires qu'ils incluent, sont soumis indépendamment les uns des autres à un étirement ou une compression temporelle qui

24. Carlos AGON, « *OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par ordinateur* ».

25. Le temps ici étant l'unité (dénominateur du chiffre rythmique proposée)

garantit leur alignement avec la grille de la pulsation. De ce fait, deux segments porteurs d'une même figuration rythmique bénéficient du même alignement sur la grille de pulsation, ce qui facilitera considérablement leur transcription ultérieure en des expressions identiques. Ce dernier point est important et peut être justifié de la manière suivante : plutôt que d'avoir une erreur de quantification distribuée aléatoirement au sein de la micro structure rythmique – ce qui provoque en général et le défaut de cohérence et le défaut de minimalité – cette erreur est localisée et donc à la fois contrôlée et bornée au niveau des segments <sup>26</sup>.

### 3.2.2 La quantification symbolique

La quantification que l'on appellera « symbolique » fait appel exclusivement à des opérations purement de *réécriture* retranscrivant des données symboliques en d'autres données symboliques. C'est pourquoi nous aborderons une stratégie en grande partie centrée sur une quantification symbolique, où la problématique ne consisterait pas à aboutir à une transcription valable, mais plutôt à une transcription la plus optimale possible, où la quantification « cible » serait la plus proche de l'original et la plus cohérente syntaxiquement quant au caractère relatif au tempo résultant. Étant étroitement liée au concept d'*Unité Temporelle* ainsi qu'à leurs propriétés et modes opératoires, nous consacrerons une partie entièrement dédiée à cette technique de quantification dans le **Chapitre 6: La quantification par la sémantique ou de la transcription comme quantification**, (p. 177).

Si on s'est longuement attardé sur les questions de forme, de temporalité, et de la durée aussi bien, de sa perception, de sa notation et de sa quantification, et survolé en s'attardant sur les questions théoriques et pratiques qui ont indubitablement laisser leur empreintes et marqués pour toujours en questions ouvertes sur la technique et la pensée musicale d'aujourd'hui, c'est pour tenter d'exposer sur le plan aussi pratique que théorique une proposition synthétique reposant sur ce survol, afin d'entrouvrir un possible *champs* d'exploration pour une écriture de la durée à travers ce que nous proposons sous le concept de l'*Unité Temporelle*.

<sup>26</sup>. Gérard ASSAYAG et al., « Problèmes de quantification et de transcription en composition assistée par ordinateur ».

## Chapitre 4

# Les Unités Temporelles

*« Rhythm is perhaps the most primal of all things known to us. It is basic in poetry and music mutually, their melodies depending on a variation of tone quality and of pitch respectively, as is commonly said, but if we look more closely we will see that music is, by further analysis, pure rhythm; rhythm and nothing else, for the variation of pitch is the variation in rhythms of the individual notes, and harmony the blending of these various rhythms. When we know more of overtones we will see that the tempo of every masterpiece is absolute, and is exactly set by some further law of rhythmic accord. Whence it should be possible to show that any given rhythm implies about it a complete musical form - fugue, sonata, I cannot say what form, but a form, perfect, complete. »*

- Ezra Pound, *The Sonnets and Ballate of Guido Cavalcanti*<sup>1</sup>.

En prenant en compte le potentiel de l'expressivité de la durée, du rythme, et d'une approche symbolique de la forme musicale reposant sur une idée d'une temporalité « créative » et générative qui a comme assise l'écriture de temps multiples, ou en d'autres termes, l'écriture polyphonique, nous proposons dans le chapitre suivant, une approche pour l'écriture temporelle la plus générale possible, une formalisation d'une grammaire ouverte pour une combinatoire potentielle. En termes d'« expressivité » symbolique, il faut comprendre par là, la possibilité d'exprimer des structures rythmiques des plus complexes possible.

L'*Unité Temporelle* est une expression symbolique qui se veut être le vecteur des éléments constitutifs du temps musical, à savoir : la durée, le mètre, le tempo et ce que l'on désigne plus généralement sous le nom « rythme ». Son expression symbolique repose sur la notation musicale, ainsi qu'une notation algébrique. Ce concept inspiré de l'implémentation d'objets musicaux dans le domaine de la composition assistée par ordinateur (CAO), permet ainsi d'être considéré non pas seulement comme représentation symbolique, mais aussi un langage à part entière permettant de développer, et ce, de manière abstraite et concise, des structures musicales temporelles des plus complexes.

1. Guido CAVALCANTI et Ezra POUND. *Sonnets and Ballate : With Translations of Them, and an Introd.* S. Swift, 1912.



## 4.1 L'Unité Temporelle absolue

Une *Unité Temporelle absolue* (que l'on désignera par abréviation en *UT*) est à l'origine un territoire temporel sans durée fixe. Elle est hors-temps quantifiable. C'est un rapport de durée, une *proportio*<sup>2</sup>. Ce n'est pas un ensemble pulsé préétabli. L'*UT*s est principalement construite autour d'une figure de durée et non d'un rythme (ensemble pulsé). On l'appelle alors une *Unité temporelle fondamentale*.

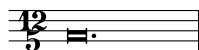


FIGURE 4.1: Une Unité Temporelle



FIGURE 4.2: Un ensemble pulsé

On considère l'ensemble pulsé comme un ensemble d'*Unités Temporelles*. Ainsi, l'*Unité Temporelle fondamentale* peut se décomposer en un ensemble pulsé. On l'appelle alors une *Unité Temporelle composée*.

L'*Unité Temporelle absolue* est constituée de deux éléments fondamentaux hiérarchiques :

- le *Tempus* originel (le « ratio ») pour l'*Unité Temporelle fondamentale*. ex :  $\frac{21}{12}$
- les *prolationis*, représentant les subdivisions de l'*Unité Temporelle composée*. ex : (11 7 3)

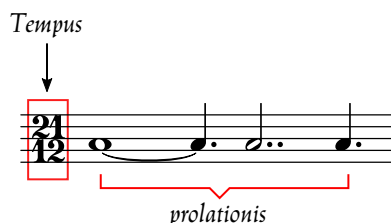


FIGURE 4.3: L'Unité Temporelle

La représentation principale des *UT*s est constituée par leur *Tempus*. La représentation secondaire est celle de (ou des) *prolationis* qui dans le cas d'une *Unité Temporelle fondamentale* représente une figure de note (ou un ensemble de figures de notes liées), sinon une figure de silence. Dans le cas d'une *Unité Temporelle composée*, un ensemble de figures de notes et/ou des silences.

2. « La notion de *proportio* est bien vivante au XIII<sup>e</sup> siècle et ses différentes modalités peuvent être ramenées à trois critères : *modus*, *species* et *ordo*. Ils sont tenus pour des attributs du Bien et du Beau, critères de la perfection qui forment selon Eco « les conditions préalables et consécutives de la Forme » (Umberto Eco. *Le problème esthétique chez Thomas d'Aquin*. Trad. par Maurice JAVON. Presses universitaires de France, 1993). Il suffit de relire les traités pour comprendre ce qui unit et distingue à la fois les *modi significandi* de ce terme si complexe de *proportio*, à la fois « principe mystique symbolique », « règle technique », « rythme objectif » ou encore critère formel du Beau. » Olivier CULLIN. « Penser la musique au XIII<sup>e</sup> siècle ». In : *Médiévales* (1997), p. 21-30, p. 21

La représentation de la structure hiérarchique des *Unités temporelle* présentée dans l'arborescence de la Figure 4.4, explicite les rapports possibles entre chaque catégories. Le premier niveau de l'arbre, représente les *Unités Temporelles* fondamentales, à savoir la durée et son équivalent, le silence. Passé ce niveau, les *Unités Temporelles* seront de type « subdivisées », et sont soit de « phase » à caractère « pulsé », entendre par là, subdivisées de manière égales<sup>3</sup>, soit « composées », à savoir subdivisées par des proportions de durées dont la somme est égale au numérateur du *Tempus*, c'est le cas des *Unités Temporelles composées simples* ou bien les *Unités Temporelles composées complexe* où la somme des *prolationis* est différentes du numérateurs du *Tempus*. Les *UT composées* peuvent aussi contenir d'autres *UTs* où figurent silences, liaisons et pulsations de « phases » ou tout simplement des *Unités temporelles fondamentales*, alors on les appelle les *Unités Temporelles mixtes*.

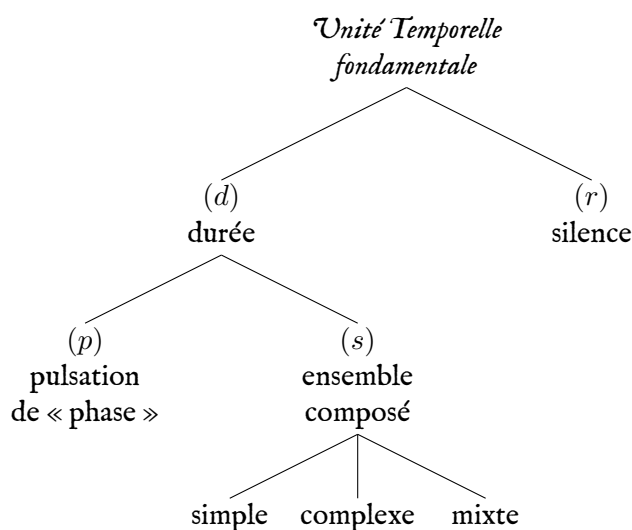


FIGURE 4.4: Arbre de la structure hiérarchique des *Unités Temporelle*

## 4.2 L'Unité Temporelle relative

La « mise-en-temporalité » de *Unité Temporelle absolue* la transforme en une *Unité Temporelle relative*. Sa « quantification » devient effective par son attribution d'une donnée métronomique. C'est là où l'*Unité Temporelle* prend une valeur de durée « objectale », c'est-à-dire pouvant être mesurée chronométriquement. De par sa qualité de valeur modulable, une *Unité Temporelle* peut se voir attribuer toute sorte de valeur temporelle possible à l'exception d'un temps nul c'est-à-dire égal à zéro. Dans le cas où les *Unités Temporelles absolues* se trouvent combinées avec des *Unités Temporelles absolues*, ces dernières perdent leur qualité non-calculable, et par convention, aurons toute une même valeur métronomique par défaut, qui par convention nous pourrons fixer à  $\text{♩} = 60$ <sup>4</sup>. Par conséquent, la « relativité » des *UTs* prennent ascendance à leur qualité absolue.

3. Terme emprunté à la terminologie utilisée par Stockhausen dans « ... wie die Zeit vergeht... »

4. Ce point de convergence entre *UTs* relatives, et *UTs* absolues est un point fort quand dès s'agit de combiner une structure temporelle polymorphe. On obtient grâce à cette dichotomie morphologique, deux classes d'objets temporels à temps « fixé » et à temps « mobile », permettant un abord ouvert de structuration formelle comme on le verra plus loin.

### 4.3 Notation

L'Unité Temporelle est essentiellement notée sous forme de rapport (*ratio*) qui renseigne son *Tempus*

Ce rapport est représenté par :

- Le chiffreage rythmique (indication de mesure).
- Par une valeur ou un ensemble de valeurs de proportions symboliques (figures de notes ou de silences) équivalent à ce rapport.

La notation des Unités Temporelles peut se décliner sous deux formes : la forme condensée et la forme symbolique. La première est une notation alphanumérique alors que la seconde est une transcription de la première sous forme de notation musicale.

#### 4.3.1 La notation condensée

La notation condensée est composée de trois parties : la première étant obligatoire est le *Tempus*. La seconde constitue le ou les *Prolationis*. Elle est indiquée entre parenthèses en indice. Elle est optionnelle. L'absence de cette indication signifie que l'Unité Temporelle est une Unité Temporelle fondamentale constituée d'une figure de note (*d*) équivalente à son *Tempus*.

- (*d*) : indique une Unité Temporelle fondamentale. Cette notation est par défaut.
- (*r*) : indique une Unité Temporelle fondamentale constituée d'un silence et non d'une durée.
- (*p*) : indique une Unité Temporelle composée par des pulsations égales au numérateur du rapport de son *tempus*.
- (*s*) : où *s* représente la partie *S* d'un arbre rythmique quelconque <sup>5</sup>.

$$\left( \textit{Tempus} \right) \begin{matrix} (\textit{tempo}) \\ (\textit{prolatio}) \end{matrix}$$

pour :

$$\left( \frac{\textit{num}}{\textit{den}} \right) \begin{matrix} (\frac{\textit{nt}}{\textit{nm}} = M.M) \\ (\textit{d}, \textit{r}, \textit{p} \textit{ ou } \textit{s}) \end{matrix}$$

Pour une notation plus concise, on omettra l'indice (*d*) pour toute Unité temporelle fondamentale exprimant une durée. Cela serait la notation par défaut. On omettra aussi l'indice (*r*) pour toute Unité temporelle fondamentale exprimant un silence qui sera remplacé par le signe – devant la fraction renseignant le *Tempus* de de l'Unité Temporelle fondamentale de la manière suivante :  $(-\frac{\textit{num}}{\textit{den}})$ . Pour le reste, on maintiendra les indices (*p*) pour les pulsations égales, ainsi que (*s*) pour les subdivisions composées.

La troisième partie de l'expression est dédiée au *tempo* pour la « temporalisation » de l'Unité Temporelle, lui donnant une valeur temporelle objective qui pourrait par la suite être mesurée en secondes ou millisecondes. Elle est indiquée en

<sup>5</sup>. cf. Annexe 2, p. 275

exposant. Dans le cas où cette indication est absente, nous aurons affaire à une *UT abstraite* sans durée fixe.




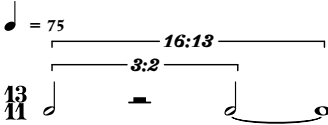
<i>Notation Condensée</i>	<i>Notation Symbolique</i>
$\left(\frac{5}{7}\right)$	$\frac{5}{7}$ 
$\left(-\frac{7}{5}\right)$	$\frac{7}{5}$ 
$\left(\frac{4}{13}\right)_{(p)}$	$\frac{4}{13}$ 
$\left(\frac{13}{11}\right)_{\left(\frac{1}{4}=75\right)} \left((1 \ 1 \ -1 \ 1) \ 1.0\right)$	$\frac{13}{11}$ 

FIGURE 4.5: Quelques exemples de notations « condensées » et leurs réalisations symboliques.

Il est à remarquer que cette notation explicite visuellement les trois articulations nécessaires pour une expression rythmique : Le *Tempus* étant la proportion générique, les *Prolationis* indiquant la nature de cette proportion, et enfin le *tempo* qui déterminera la durée effective de l'*Unité temporelle*. Quant à la notation symbolique, elle condense visuellement ces trois expressions en notation traditionnelle et permet donc une interprétation compacte de la durée.

La notation de séquences d'*Unités Temporelles* sera représentée entre crochets, les *Unités Temporelles* étant séparées par un « délimiteur » comme barre verticale (|) de la manière suivante :

$$[UT_1 | UT_2 | \dots | UT_n]$$

Pour toute opération de *séquencement* qu'elle soit horizontale, comme la construction d'une voix, ou verticale, comme dans le cas d'une polyphonie, on utilise l'opérateur suivant : (&)<sup>6</sup> Le symbole de *séquencement* & représentant l'opération du même nom n'est pas à confondre avec le signe de la barre verticale (|) qui est lui, fait office d'indicateur et non d'opérateur.

$$\left(\frac{4}{13}\right) \& \left(\frac{11}{32}\right) \& \left(\frac{13}{11}\right)_{\left(\frac{1}{4}=75\right)} \left((1 \ 1 \ -1 \ 1) \ 1.0\right) \Rightarrow$$

$$\left[ \left(\frac{4}{13}\right) | \left(-\frac{11}{32}\right) | \left(\frac{13}{11}\right)_{\left(\frac{1}{4}=75\right)} \left((1 \ 1 \ -1 \ 1) \ 1.0\right) \right]$$

Note : l'indication  $\Rightarrow$  renvoie au résultat d'une opération.

Sa représentation symbolique :

6. Pour une liste exhaustive des symboles utilisés, se référer à l'[Annexe 1](#), p. 273.

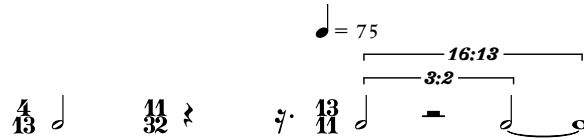


FIGURE 4.6: Représentation symbolique d'une séquence d'Unités Temporelles

Dans l'exemple précédent, il est à remarquer le mélange d'Unités Temporelles « absolues » et « relatives ». Ce cas de figure est donné à titre d'exemple montrant la possibilité et la potentialité de cette notation à caractère *ouvert*. Dans le cas d'absence totale de *Tempi*, la séquence est d'ordre de représentation *abstraite*, donc pas liée à un tempo de référence quelconque.

La notation de séquences polyphoniques simultanées, (résultat de l'opération de *séquencement* de plusieurs séquences), seront notées entre accolades en utilisant un *séparateur* | pour une meilleure lisibilité :

$$\begin{aligned}
 & [UT_1 | UT_2 | \dots | UT_n] \& [UT_a | UT_b | \dots | UT_x] \& \dots \& [UT_{n_1} | UT_{n_2} | \dots | UT_{n_n}] \\
 & \Rightarrow \left( \begin{array}{c} [UT_1 | UT_2 | \dots | UT_n] \\ [UT_a | UT_b | \dots | UT_x] \\ \dots \\ [UT_{n_1} | UT_{n_2} | \dots | UT_{n_n}] \end{array} \right)
 \end{aligned}$$

FIGURE 4.7: Notation condensée d'une séquence polyphonique d'Unités Temporelles

Exemple, pour :

$$\left( \begin{array}{c} \left[ \left( \frac{4}{13} \right) \mid \left( -\frac{11}{32} \right) \mid \left( \frac{13}{11} \right)_{((1 \ 1 \ -1 \ 1))}^{(\frac{1}{4}=75)} \right] \\ \left[ \left( \frac{3}{20} \right)_{(p)} \mid \left( -\frac{1}{12} \right) \mid \left( \frac{5}{16} \right)_{(\frac{1}{4}=54)} \mid \left( \frac{6}{12} \right)_{((1 \ (1 \ (-1 \ 4)) \ (1 \ (1.0 \ 3))))}^{(\frac{1}{4}=75)} \right] \\ \left[ \left( \frac{4}{3} \right)_{(p)} \right] \end{array} \right)$$

Sa réalisation symbolique est la suivante :

FIGURE 4.8: Représentation symbolique de séquences d'Unités Temporelles synchrones

Nous verrons plus loin la notation des divers opérateurs algébriques selon les structures des  $\mathcal{UT}$ s (de  $\mathcal{UT}$  à  $\mathcal{UT}$ , de séquence d' $\mathcal{UT}$ s, ainsi que d'ensemble de séquences) et la notation d'opérations plus spécifiques telles, les canons, l'homothétie, etc...

#### 4.3.2 La notation symbolique

Étant donné que la transcription des *Unités Temporelles* sous forme de notation musicale devraient se réaliser pour une destination d'une lecture interprétative, des règles de transformations seront requises pour une représentation symbolique qui transcrita l'écriture précédente en notation musicale traditionnelle <sup>7</sup>. On trouve dans l' [Annexe 3, p. 287](#) les différentes règles et algorithmes permettant une transcription symbolique de la notation condensée vue plus haut ([Section 4.3.1: « La notation condensée »](#)). Il est à noter aussi, que le fond de la problématique étayée ici repose grandement sur le sol pragmatique qui est celui de la gravure musicale et tout particulièrement la gravure musicale assistée par ordinateur. Les règles et algorithmes mentionnées ici ont été implémentées par nous même dans l'environnement d'*OpenMusic* <sup>8</sup> sous forme de librairie <sup>9</sup> destinée à l'environnement de gravure musicale *LilyPond* <sup>10</sup>.

L'*Unité Temporelle* sera représentée sous forme de mesure dont le chiffrage métrique est le *Tempus*. Alors qu'elle est graphiquement représentée sous forme de « mesure », l'*Unité Temporelle* n'est pas une mesure dans le sens traditionnel. C'est un espace temporel potentiel à durée relative et non prédéterminée. Il aura une durée objective une fois que l'on lui alloue un certain tempo. Dans l'exemple précédent (cf. [Figure 4.8](#)), le *Unités Temporelles* montre la souplesse (ou si on veut

7. Ces règles sont implémentées en langage CommonLisp dans l'environnement OpenMusic (Jean BRESSON, Carlos AGON et Gérard ASSAYAG. « Openmusic-visual programming environment for music composition, analysis and research ». In : 2011) et reposent sur la structure des « arbres rythmiques » (cf. [Annexe 2, p. 275](#)).

8. *Ibid.*

9. Karim HADDAD et Carlos AGON. « Omlily : filling the notational gap between composition and performance ». In : (2016).

10. THE LILYPOND DEVELOPMENT TEAM. « LilyPond : Essay on automated music engraving ». In : (2002-2012).

l'ouverture) d'un potentiel temporel hors-temps/en-temps donné. Le contrôle de synchronicité peut-être « décidé » sur tous les niveaux calculables et calculés, à savoir, à travers la corrélation *Tempus / Tempo*, qui seule résulte en un temps calculable. Par exemple, si on modifie la valeur par défaut des *tempi* des Unités Temporelles absolues de  $\bullet = 60$  à  $\bullet = 90$ , nous obtenons une configuration rythmique différente comme le montre l'exemple de la Figure 4.9 :

FIGURE 4.9: Séquences d'Unités Temporelles synchrones mixtes, avec comme valeur métronomique par défaut,  $\bullet = 90$

En ce qui concerne les *prolationis*, nous userons une notation adaptée selon le cas où l'Unité Temporelle requiert des *macro-figures* ou des durées usuelles<sup>11</sup>.

#### 4.3.2.1 Les macro-figures

On appellera *macro-figure* toute figure de note supérieure à la *Maxima*, c'est-à-dire supérieure à huit rondes. Nous empruntons la notation carrée fixée par Petrucci au XVI<sup>e</sup> siècle<sup>12</sup>.

Les figures symboliques supérieures à la valeur de la blanche sont :

Maxima	Longa	Brevis	Semibrevis = Ronde
☐	☐	☐	◊ = ○
8 rondes	4 rondes	2 rondes	

FIGURE 4.10: Figures de notes Petrucci

Les figures de silences équivalentes sont :

11. Plus justement dans le cas où le *Tempus* dépasse les figures de notes usuelles.  
 12. À cette époque c'est la *semibrevis* qui était l'équivalente à la ronde moderne. Par conséquent nous utiliserons la ronde moderne à la place.  
 12. Ottaviano Petrucci (1466 – † 1539), imprimeur vénitien fut un des premiers à graver des recueils de musique polyphonique et notamment le *Harmonice Musices Odhecaton*. Il a donné son nom à une police de caractères dédiée à la gravure musicale qui porte son nom.

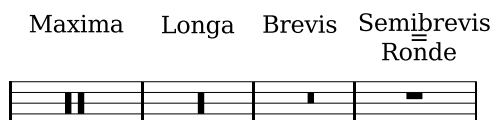
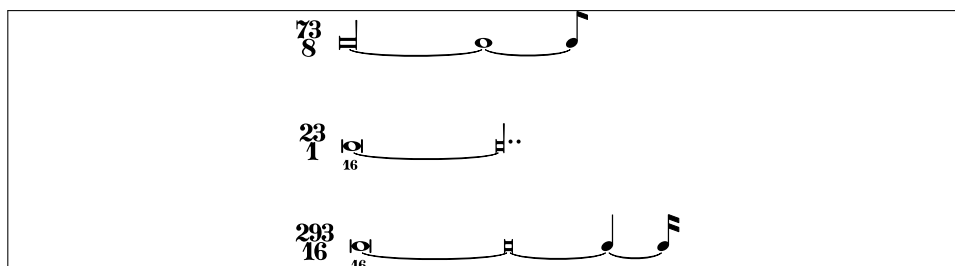
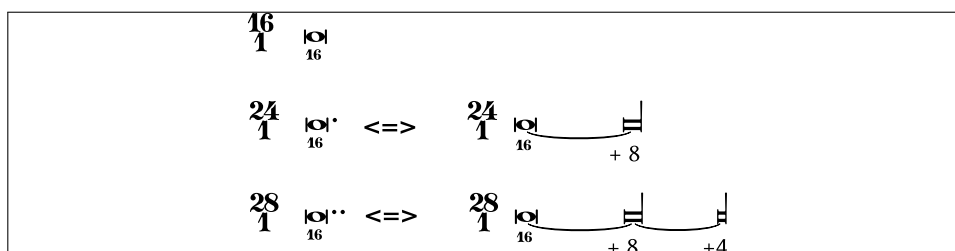


FIGURE 4.II: Figures de silences Petrucci.

Toute valeur supérieure à la *Maxima*, sera notée, soit, dans le cas possible liée à d'autres valeurs inférieures, et ce, par ordre décroissant comme le montre la [Figure 4.12](#) ou, dans le cas de valeurs multiples de la ronde, sous forme de *Brève* en figure moderne et non Petrucci avec un entier sous la figure indiquant sa valeur binaire en multiple de rondes qui devraient être donc supérieure à la dite *Maxima*, et égale ou supérieure à 16 rondes<sup>13</sup>.

FIGURE 4.12: Exemples de *macro-figures*.FIGURE 4.13: Exemples de *macro-figures* supérieurs à seize rondes.

#### 4.3.2.2 Les micro-figures

Dans certains cas, comme dans les cas complexes, ou suite à certaines opérations sur les *Unités Temporelles*, la transcription symbolique donnera des figures de notes de subdivision minime telle que la septuple, octuple croche .... On les appellera des *micro-figures*. Il ne nous semble pas judicieux d'avoir recourt à des figures personnalisés ou autres. La raison relève d'une part de l'absence d'une limite justifiée des subdivisions, et d'autre part, de la transformation potentielle de ces figures en figures à subdivisions plus raisonnable. Nous les préserverons donc comme telles, ou mieux, on privilégiera quand cela est possible une représentation à travers une écriture *composée complexe* simplifiant les subdivisions de figures. Ci-dessous quelques cas pouvant se présenter après certaines opérations (abordés plus loin cf. [Section 4.4.6: « L'autogénéralité »](#)) résultants par des *micro-figures* pouvant être évitées par multiples transformations :

13. Nous avons longtemps hésité à mettre un facteur multiple de rondes  $n$  non puissance de 2, mais afin de respecter le système traditionnel des figures de notes qui veut qu'elles soient puissance de 2, nous avons opté pour la solution présente.



FIGURE 4.14: Transcriptions diverses de la même *Unité Temporelle* composée complexe.

L'*Unité Temporelle* (a) est décomposée en (b) (cf. la *décomposition*, [Section 4.4.6.2: « La décomposition »](#)). En (c), le *Tempus* est réduit par réduction fractionnaire quand cela est possible. Toutes les mesures sont réduites sauf la troisième, la première mesure étant celle qui aura une modification la plus importante quand à la nature de ses *prolationis* qui se trouve « simplifiés ». <sup>14</sup>. Un autre moyen de réduire les *micro-durées* est la *concaténation* (cf. [Section 4.4.6.3: « La concaténation \(II\) »](#)). Divers possibilités de combinaisons de *concaténations* partielles ((d), (e) et (f)) peuvent aussi servir comme segmentation isolant les diverses parties des *UT*s fondamentales et de ce fait, transformer les *micro-durées* en proportions « acceptables ».

Dans l'exemple suivant, sur la même *UT*, les *micro-durées* en (c) (*concaténation* de (b)) sont évitées par transcription à l'aide de *modulations de tempo* d'abord en (b) et résultat final (d) qui a l'avantage de réduire l'*UT* composée complexe initiale en *UT* composée simple :

<sup>14</sup>. En général ce genre de réduction est à éviter si on veut garder l'intégrité de l'*UT* initiale, au cas où il est nécessaire de procéder sur d'autres transformations, sauf dans certains cas où comme celui présenté ici, aidant à la lisibilité finale.

FIGURE 4.15: Transcription par modulation de tempo l'Unité composée complexe de la Figure 4.14.

Notons que toutes ces transcriptions incorporant ou non une indication métronomique sont strictement égales à l'UT initiale de point de vue de proportions qu'elles soient *absolues* ou *relatives*.

## 4.4 Propriétés

### 4.4.1 Du temps symbolique au temps relatif

Considérant la relation triadique : durée - tempo - proportions symboliques

- La durée détermine le tempo mais pas la proportion symbolique
- Le tempo détermine la durée mais pas la proportion symbolique
- La proportion symbolique ne détermine ni la durée ni le tempo

On déduit :

- L'Unité Temporelle n'a pas de durée absolue
- Sa durée est dépendante du tempo que l'on peut lui attribuer

### 4.4.2 Remarques sur la nature du Tempus

Bien que le *Tempus* soit noté sous la forme d'un nombre fractionnaire, il ne possède pas l'intégralité des propriétés algébriques appartenants aux nombres fractionnaires et notamment celle de leur réduction. Un *Tempus*  $\frac{12}{24}$ ème n'est pas équivalent à celui de  $\frac{1}{2}$ . Bien que ces deux proportions soient égales, elles ne représentent pas les mêmes « notations » quand à leurs représentations symboliques et notamment dans leurs rendus de représentation des figures de notes (cf. la réduction fractionnaire du tempus de l'exemple de la Figure 4.14). La notation rythmique traditionnelle à partir de l'âge classique, privilégiant les divisions binaires (puissance de deux) de la ronde au détriment de la division ternaire, fondent une hiérarchie de signes que le système notationnel à notre disposition désormais nous impose. Cette contrainte totalement intégrée à notre pratique, nous ne croyons pas nécessaire de la bouleverser. Par ailleurs, la nature propre du *Tempus* n'est pas exclusivement arithmétique, elle renseigne la nature même de l'Unité Temporelle

et prend son empreinte comme processus en soi. Pour prendre l'exemple déjà cité, l'Unité Temporelle composée simple de  $\text{Tempus } \frac{12}{24}$ ème pourrait être réduite éventuellement à une autre Unité Temporelle composée simple de  $\text{Tempus} = \frac{3}{6}$  et donc rester de même nature. Si on réduit le  $\text{Tempus}$  une fois de plus à  $\frac{1}{2}$ , le  $\text{Tempus}$  toujours équivalent aux mêmes fractions précédentes, l'Unité Temporelle change de nature et devient une Unité Temporelle composée complexe avec l'introduction de la notation « irrationnelle » contrainte par le passage de division par trois à la division binaire (cf. Figure 4.16).

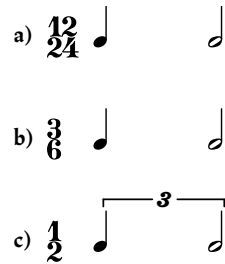


FIGURE 4.16: Unités Temporelles de même rythme écrites en trois différents  $\text{Tempus}$ .

#### 4.4.3 Modulation de tempo

Une fois l'Unité Temporelle mise en temporalité relative, c'est-à-dire candidate à être « mesurée » chronométriquement, la corrélation entre  $\text{Tempus}$  et  $\text{tempo}$  devient effective. Cette relation par rapport à la durée relative de l'UT permet ce que l'on appellera la modulation de tempo qui suscitera un potentiel d'engendrement d'UTs impliquant des rapports d'équivalences soit au niveau de la durée « effective » des UTs, soit d'une relation de  $\text{Tempus}$  à  $\text{Tempus}$ .

Soit une UT de  $\text{Tempus}$  de  $\frac{3}{10}$  et de  $\text{tempo } \downarrow = 48$  qui a une durée effective de 1 sec.  $\frac{1}{2}$  ou de 1500 millisecondes. Nous procéderons d'abord par la transformation de l'UT à partir de  $\text{Tempus}$  donnés :  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{5}{12}$ ,  $\frac{5}{14}$  et  $\frac{3}{11}$ , suivis par des  $\text{tempo}$  donnés : 40, 60, 75, 90 et 105 de telle manière que toutes les Unités Temporelles issues de ces modulations aient la même durée que l'UT initiale que cela soit par la modification de son  $\text{Tempus}$  ou de son  $\text{tempo}$ . Pour les premières transformations (a) on obtient les  $\text{tempo}$  par  $t_2 = t_1 \times \frac{T_2}{T_1}$  où  $T_1$  est le  $\text{Tempus}$  de l'UT initiale et  $T_2$  le  $\text{Tempus}$  donné, et  $t_1$  le  $\text{tempo}$  initial et  $t_2$  le nouveau  $\text{tempo}$  obtenu. Dans la seconde opération (b) nous obtenons le  $\text{Tempus}$  correspondant par  $T_2 = T_1 \times \frac{t_2}{t_1}$ .

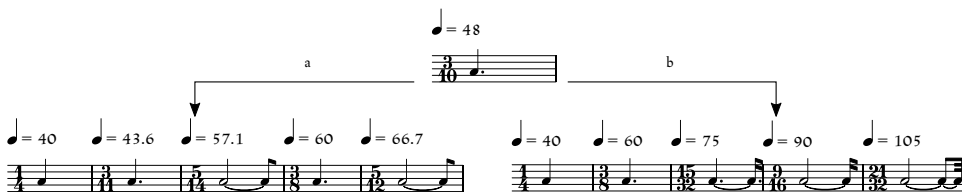


FIGURE 4.17: Modulations de tempo à partir de  $\text{Tempus}$  (a) et de  $\text{tempo}$  (b) donnés.

#### 4.4.4 Corrélations d'Unités Temporelles par modulation

[...] lorsque le tempo convertit une durée écrite en une durée physique (notée en fréquence), cette opération se déroule en vérité sur les

trois niveaux de la hiérarchie. On pose ainsi qu'une seule régularité (celle par exemple du tactus) ne suffit pas à engendrer le phénomène du tempo mais qu'il y faut une organisation hiérarchisée, un feuilleté complexe. Cette stratification va constituer l'espace de déploiement des modulations métriques<sup>15</sup>.

À partir de cette observation de François Nicolas s'appliquant d'une manière générale au rythme et aussi tout particulièrement aux *Unités Temporelles*, nous pouvons constater l'évidence de la corrélation entre modulation « tempique » et modulation « métrique ». En effet, une autre relation peut être établie entre *Unités Temporelles* à travers la relation *Tempus/tempo* permettant l'engendrement d'une troisième, et ce, soit au regard de leur durées *absolue* (le *Tempus*), soit par rapport à leur durées *relative* (le *tempo*).

Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus*  $12/5^e$ , pour un *tempo* de  $\text{♩} = 48$ , on obtient une *UT* de 12 secondes :

La même *Unité Temporelle* pour un tempo de  $\text{♩} = 72$ , sa durée sera de 8 secondes :

À partir de la corrélation *Tempus / tempo* nous construisons des nouvelles *Unités Temporelles* par la *modulation de tempo*. Dans le premier cas, on préservera le *tempo* de l'*Unité Temporelle* initiale, en la transformant telle que sa durée soit égale à la durée de la seconde *Unité Temporelle*, dérivée de la première. On obtient ceci en multipliant le rapport des *tempi* par le *Tempus* de *Unité Temporelle* générique, telle que la nouvelle *Unité Temporelle* aura un *Tempus* =  $\text{Tempus} \times \frac{\text{tempo}_1}{\text{tempo}_2}$ . Dans la notation condensée, cette opération est exprimée ainsi :

$$\left(\frac{12}{5}\right)^{\left(\frac{1}{4}=48\right)} \times \left(\frac{48}{72}\right)$$

$$\Rightarrow \left(\frac{8}{5}\right)^{\left(\frac{1}{4}=48\right)}$$

FIGURE 4.18: Expression condensée de modulation du *Tempus*

15. François NICOLAS. « Le feuilleté du tempo (Essai sur les "modulations métriques") ». In : *Entretiens* (1990), p. 51-77, p. 60.

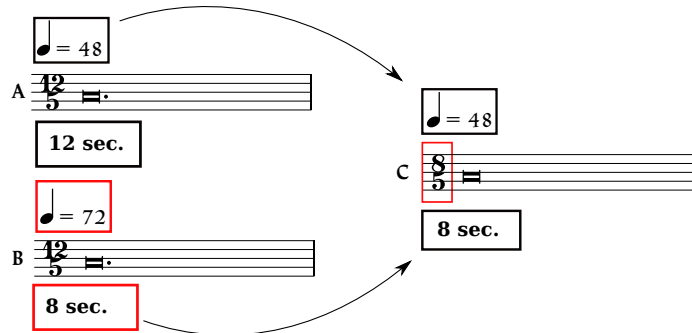


FIGURE 4.19: *Unité Temporelle* avec la même durée de 8 sec. et un tempo de ♩ = 48

Opération inverse, où l'*Unité Temporelle* générée garde la durée de l'*Unité Temporelle* initiale, c'est-à-dire 12 secondes, et module son tempo sur l'*Unité Temporelle* dérivée. On obtient alors un *Tempus* qui est la multiplication du *Tempus* initial par le rapport inverse des tempi  $\text{Tempus} \times \frac{\text{tempo}_2}{\text{tempo}_1}$ . La notation condensée est la suivante :

$$\left(\frac{12}{5}\right)^{\left(\frac{1}{4}=48\right)} \times \left(\frac{1}{4}=\frac{72}{42}\right) \times \left(\frac{72}{48}\right)$$

$$\Rightarrow \left(\frac{18}{5}\right)^{\left(\frac{1}{4}=72\right)}$$

FIGURE 4.20: Expression condensée de modulation du *Tempus* par rapport inverse

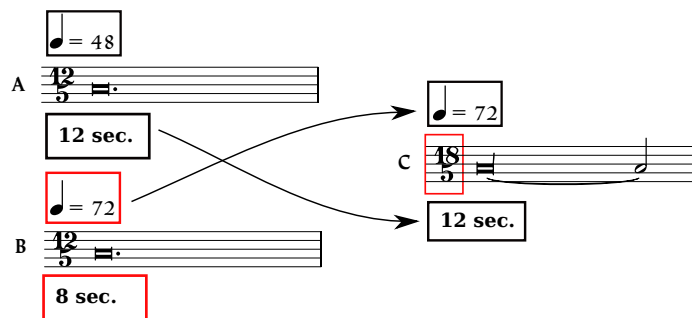


FIGURE 4.21: *Unité Temporelle* avec la même durée de 12 sec. et un tempo de ♩ = 72 (modulation tempique) :

On conclut que seule la corrélation durée/tempo détermine la proportion symbolique.<sup>16</sup>

#### 4.4.5 Note sur la réductibilité du *Tempus* et son rapport aux prolotionis

Le *Tempus*, l'équivalent de la métrique en notation traditionnelle, étant représenté par une fraction multiple binaire de la ronde, ne doit pas être compris comme une fraction au sens stricte du terme. En effet, bien qu'il soit représenté par une notation algébrique, il ne faut pas oublier que le *Tempus* s'applique à la hiérarchie des figures de notes, les *prolotionis*. Par conséquent, il faut éviter de réduire les *Tempus* comme on le fera pour une fraction. Pour exemple, si on prend

16. Dans l'absence de l'un ou l'autre, on ne peut déterminer une *Unité Temporelle* unique.

deux *Unités Temporelles*  $\left(\frac{3}{4}\right)$  et  $\left(\frac{15}{20}\right)$ , bien que le rapport  $\frac{15}{20}$  soit réductible à la valeur irréductible  $\frac{3}{4}$ , telle n'est pas le cas pour ces deux *Unités Temporelles* ayant pourtant la même durée, si on les « temporalise » à  $\text{♩} = 60$  :

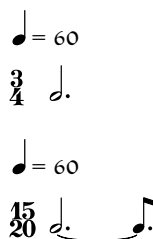


FIGURE 4.22: DEUX *Unités Temporelles* de même durée mais de *Tempus* différents

Dans le cas où ces *UTs* sont *subdivisées* (voir 4.4.6.1), également par cinq pulsations chacune, telle que  $\left(\frac{3}{4}\right)_{(1\ 1\ 1\ 1\ 1)}$  et  $\left(\frac{15}{20}\right)_{(p)}$ , ce qui est équivalent à la réduction du *Tempus* de la première *UT* de  $\frac{5}{20}$  en  $\frac{3}{4}$ , on obtiendra des modifications qui auront des conséquences différentes quand au contexte hiérarchique de chacune des *UTs*, ainsi que des *prolationis* de différente nature<sup>17</sup>. La première *Unité temporelle* devient une *Unité Temporelle composée complexe* quand à la suivante, elle se transforme en *Unité Temporelle composée simple* :

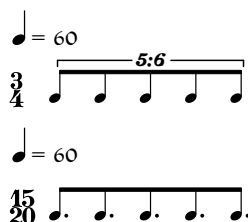


FIGURE 4.23: DEUX *Unités Temporelles* de même durée mais de composition différentes

On peut conclure que la durée relative est subordonnée à la durée abstraite, et que la réductibilité du *Tempus* affecte les *prolationis*

#### 4.4.6 L'autogénéritivité

##### 4.4.6.1 La subdivision (/)

La *subdivision* est l'opération qui consiste à subdiviser une *Unité Temporelle fondamentale* en un certain nombre de proportions, la transformant donc en une *Unité Temporelle composée*. Il existe deux catégories de *subdivision* : la *subdivision simple* et la *subdivision complexe*.

La *subdivision simple* consiste à subdiviser une *Unité Temporelle* en  $n$  proportions telles que la somme des proportions soit égale à un facteur multiplicatif du numérateur du bloc. Une *Unité Temporelle* de  $\frac{12}{5}$  pourra par exemple être subdivisée par

<sup>17</sup>. C'est bien le cas de la métrique dans la notation traditionnelle, à l'instar de la différence des rythmes binaire et ternaires. Une mesure de  $6/8$  est équivalente en somme de valeurs à une mesure de  $3/4$  toutes deux, équivalentes à une blanche pointée « quantitativement » parlant, cependant, il y a une différence entre l'expression rythmique dans sa nature « qualitative » (cf. Section 2.2: *De la métrique et sa relation avec le rythme et la forme musicale*, (p. 38))

les proportions 5, 4 et 3 ( $5 + 4 + 3 = 12$ ). La **Figure 4.24** illustre ce premier mécanisme de *subdivision*.

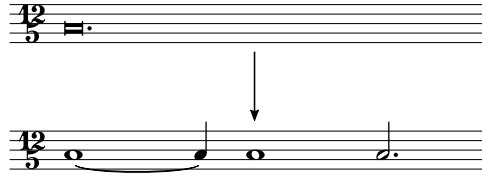


FIGURE 4.24: Exemple de *subdivision simple* d'une Unité Temporelle de  $\frac{12}{5}$  (5, 4, 3).

Dans la notation condensée, la *subdivision* est représentée par le symbole / s'appliquant au niveau de la *prolatio* de l'UT. Le signe  $\Rightarrow$  indique le résultat développé de l'opération :

$$\left(\frac{12}{5}\right)_{(d)/(5\ 4\ 3)} \Rightarrow \left(\frac{12}{5}\right)_{(5\ 4\ 3)}$$

FIGURE 4.25: Expression condensée de *subdivision simple*.

La *subdivision complexe* consiste à subdiviser une Unité Temporelle en  $n$  proportions telles que la somme des proportions n'est égale à aucun facteur multiplicatif du numérateur du bloc. La même Unité Temporelle de  $\frac{12}{5}$  par exemple, pourrait être ainsi subdivisée par les proportions 5, 4, 3 et 2 ( $5 + 4 + 3 + 2 = 14$ ). La **Figure 4.26** illustre cet exemple.

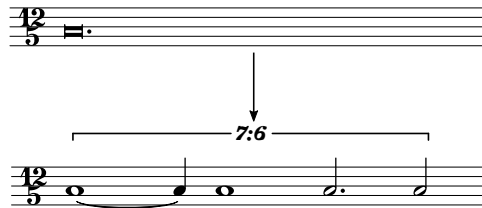


FIGURE 4.26: Exemple de *subdivision complexe* d'une Unité Temporelle de  $\frac{12}{5}$  (5, 4, 3, 2)

$$\left(\frac{12}{5}\right)_{(d)/(5\ 4\ 3\ 2)} \Rightarrow \left(\frac{12}{5}\right)_{(5\ 4\ 3\ 2)}$$

FIGURE 4.27: Expression condensée de *subdivision complexe*.

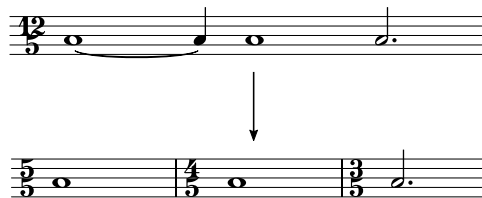
Jusque-là nous avons vu la *subdivision* en relation directe avec le *Tempus* où elle subdivise son numérateur, ce qui revient à dire divisant sa durée ( $d$ ). En revanche la *subdivision* peut indépendamment de la durée du *Tempus* « subdiviser » la durée en  $n$  *prolatiōnis* (« phases ») transformant une Unité temporelle composée simple à pulsation régulières, en une Unité Temporelle composée complexe à pulsation régulières mais comportant un rythme dit « irrationnel ». Pour exemple, l'UT de la **Figure 4.29** se notant ainsi :

$$\left(\frac{3}{5}\right)_{(p/7)} \Rightarrow \left(\frac{3}{5}\right)_{(1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)}$$

FIGURE 4.28: Expression condensée de *subdivision complexe*.FIGURE 4.29: *Subdivision* appliquée aux prolationnis d'une *UT*

## 4.4.6.2 La décomposition

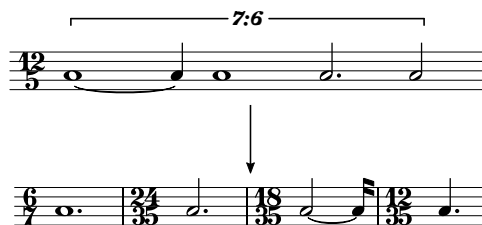
Après une opération de *subdivision*, l'*Unité Temporelle* est dans un état que nous appelons transformation intermédiaire, dans lequel chaque proportion peut devenir à son tour une *Unité Temporelle fondamentale*. Cette opération s'appelle la *décomposition*. Les Figures 4.30 et 4.32 montrent les deux précédentes subdivisions transformées en *Unités Temporelles fondamentales* par *décomposition* et leurs notations condensées respectives :

FIGURE 4.30: *Décomposition* d'*Unités Temporelles composées simple*

$$\left(\frac{12}{5}\right)_{(d)/(5\ 4\ 3)} \Rightarrow \left[\left(\frac{5}{5}\right) \mid \left(\frac{4}{5}\right) \mid \left(\frac{3}{5}\right)\right]$$

FIGURE 4.31: Expression condensée de *décomposition* de *subdivision simple*.

Une *UT décomposée* est signalée par un soulignement comme le montre la notation de la Figure 4.31.

FIGURE 4.32: *Décomposition* d'*Unités Temporelles composées complexe*



$$\left(\frac{12}{5}\right)_{(d)/(5\ 4\ 3\ 2)} \Rightarrow \left[\left(\frac{6}{7}\right) \mid \left(\frac{24}{35}\right) \mid \left(\frac{18}{35}\right) \mid \left(\frac{12}{35}\right)\right]$$

FIGURE 4.33: Expression condensée de *décomposition de subdivision complexe*.

En appliquant une itération sur le même principe, c'est-à-dire à partir de la *décomposition* de l'*Unité Temporelle composée*, en subdivisant les *décompositions* par les mêmes proportions, on obtient une série de figures rythmiques proportionnelles à l'*Unité Temporelle complexe* initiale :

FIGURE 4.34: Itérations à partir de *décomposition de subdivisions simples*

$$\left(\frac{12}{5}\right)_{(5\ 4\ 3)} \Rightarrow \left[\left(\frac{5}{5}\right) \mid \left(\frac{4}{5}\right) \mid \left(\frac{3}{5}\right)\right]_{(5\ 4\ 3)}$$

$$\Rightarrow \left[\left(\frac{5}{5}\right)_{(5\ 4\ 3)} \mid \left(\frac{4}{5}\right)_{(5\ 4\ 3)} \mid \left(\frac{3}{5}\right)_{(5\ 4\ 3)}\right]$$

FIGURE 4.35: Expression *condensée* d'itération par *subdivision simple* sur une *décomposition d'Unité Temporelle composée*.

FIGURE 4.36: Itérations à partir de *décomposition de subdivisions complexes*

$$\begin{aligned} \frac{\left(\frac{12}{5}\right)_{(5\ 4\ 3\ 2)}}{\Rightarrow} & \left[ \left(\frac{6}{7}\right) \mid \left(\frac{24}{35}\right) \mid \left(\frac{18}{35}\right) \mid \left(\frac{12}{35}\right) \right] /_{(5\ 4\ 3\ 2)} \\ \Rightarrow & \left[ \left(\frac{6}{7}\right)_{(5\ 4\ 3\ 2)} \mid \left(\frac{24}{35}\right)_{(5\ 4\ 3\ 2)} \mid \left(\frac{18}{35}\right)_{(5\ 4\ 3\ 2)} \mid \left(\frac{12}{35}\right)_{(5\ 4\ 3\ 2)} \right] \end{aligned}$$

FIGURE 4.37: Expression condensée d'itération par *subdivision complexe* sur une décomposition d'*Unité Temporelle composée*.

#### 4.4.6.2.1 Algorithmes pour la décomposition

Selon le contexte, la *décomposition* peut se décliner sous deux formes : celle qui retourne le *Tempus* comme fraction irréductible (la forme dite « réduite »), ou celle qui fixe les dénominateurs des *Tempus* comme diviseur commun et que l'on nomme la *décomposition stricte*. Cette dernière préserve l'intégrité de l'*Unité Temporelle* avant *décomposition* et la réserve pour d'autres éventuelles opérations telle que la *concaténation*.

La *décomposition* n'étant pas nécessairement une opération à proprement parler intuitive quant à son résultat immédiat, car dépendante en grande partie sur les structures des arbres rythmiques (cf. [Annexe 2, p. 275](#)), nous présenterons donc les algorithmes correspondant à ces deux modes respectifs.

Le premier algorithme *MeasureRatios* est un algorithme récursif transformant la partie *s* d'une *Unité Temporelle composée* en proportions sous forme de fractions.

Rappelons que cette partie mentionnée correspond à la partie  $S$  d'un arbre rythmique composée de  $(DS)$ , à savoir sa partie constituant les proportions qui pouvant aussi englober d'autres structures d'arbres (cf. [Annexe 2](#)).

**Algorithme 1 : MeasureRatios**

```

Data :  $S$  est la partie d'une  $RT$ 
Result : Transforme la partie ( $s$ ) d'une  $UT$  composée en proportions fractionnaires.
div= forall  $s$  elements de  $S$  do
  if  $s$  est une liste de la forme  $(DS)$  then
    return  $|D$  de  $s|$ ;
  else
    return  $|s|$ ;
  end if
end forall
begin
  forall  $s$  de  $S$  do
    if  $s$  est une liste then
      return  $(|D$  de  $s| / \text{div}) * \text{MeasureRatios}(S$  de  $s)$ ;
    else
       $|s|/\text{div}$ ;
    end if
  end forall
end

```

**Algorithme 2 : ReducedDecomposition**

```

Data :  $frac$  est une liste de proportions;  $meas$  est le Tempus
Result : Réduction des proportions de  $frac$ .
begin
  forall  $f$  de  $frac$  do
     $(f * [\text{numérateur de } meas]) / [\text{dénominateur de } meas]$ ;
  end forall
end

```

L'algorithme suivant (*ReducedDecomposition*) prend le résultat de la transformation de *MeasureRatios* et retourne une séquence de fractions représentant les *Tempus* résultant des *Unités Temporelles fondamentales* d'une *UT composée décomposée*. Ce résultat retourne une *décomposition* en mode « réduit ».

Pour la *décomposition* sous la forme « stricte », nous partirons du dernier algorithme *ReducedDecomposition*

**Algorithme 3 : StrictDecomposition**

```

Data :  $liste$  est une liste de proportions issue de MeasureRatios;  $meas$  est le Tempus
Result : Liste de proportions avec dénominateurs commun.
 $num$  = numérateur de  $meas$ ;
 $denom$  = dénominateur de  $meas$ ;
 $pgcd$  = pgcd de  $liste$ ;
 $pgcd\_denom$  = dénominateur de  $pgcd$ ;
begin
  foreach  $i$  de  $liste$  do
     $[ ((i/pgcd) * num) , pgcd\_denom ]$ ;
  end foreach
end

```

## 4.4.6.3 La concaténation (||)

Une des propriétés remarquables de l'Unité Temporelle composée complexe est sa réductibilité, signifiant sa réduction à une Unité Temporelle composée simple. Théoriquement, on peut réduire toute Unité Temporelle composée en une Unité Temporelle composée simple par l'opération de concaténation. La concaténation est l'opération inverse de la décomposition. Elle « concatène » plusieurs Unités Temporelles fondamentales ou composées en une seule UT composée simple, à savoir, sans valeurs irrationnelles. Cependant, il faut prendre en considération la « complexité » qui pourrait en résulter, à savoir, la concaténation engendre dans certains cas des écarts de valeurs de figures de notes assez importants qui peuvent aller de la blanche jusqu'à des sextuples croches, voir plus. Certes, cet écart rend la précision redoutable, mais en revanche tend à une lecture quasi impossible. Dans ces cas là, il faudrait préférer une simplification d'une Unité Temporelle composée complexe abordable à la lecture, au détriment d'une Unité Temporelle composée simple trop détaillée (cf. Section 4.3.2.2: « Les micro-figures »).

On réduit une Unité Temporelle composée complexe, en la décomposant au préalable, suivi de l'opération de concaténation. Soit une Unité Temporelle suivante résultant en un rythme « irrationnel » de  $\zeta : 6$  :

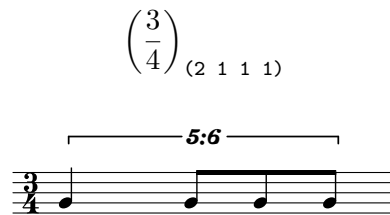


FIGURE 4.38: Unité Temporelle composée complexe

Pour la « réduction » de la notation « irrationnelle », nous procéderons au préalable à une décomposition :

$$\left(\frac{3}{4}\right)_{(2 \ 1 \ 1 \ 1)} \Rightarrow \left[\left(\frac{6}{20}\right) \mid \left(\frac{3}{20}\right) \mid \left(\frac{3}{20}\right) \mid \left(\frac{3}{20}\right)\right]$$

Ce qui nous donne en notation symbolique :

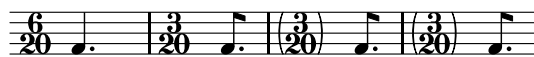


FIGURE 4.39: Décomposition de l'Unité Temporelle composée complexe de la Figure 4.38

La concaténation des Unités Temporelles fondamentales issues de la décomposition (cf. Figure 4.39), résultera en une UT composée de type simple, c'est-à-dire ne comportant pas de figures en rythme « irrationnels ».

$$\left[\left(\frac{6}{20}\right) \parallel \left(\frac{3}{20}\right) \parallel \left(\frac{3}{20}\right) \parallel \left(\frac{3}{20}\right)\right] \Rightarrow \left(\frac{15}{20}\right)_{(6 \ 3 \ 3 \ 3)}$$



FIGURE 4.40: Concaténation des Unités Temporelles de la Figure 4.39

Dans cet exemple, il est à remarquer que l'opération de *décomposition* produit des *Tempus* dont le dénominateur est identique pour toutes les *UT*s servant donc de dénominateur commun. Le *Tempus* de la première *Unité Temporelle* aurait pu être exprimé comme  $\frac{3}{10}$ ème sous forme irréductible du nombre fractionnaire. Cependant, en ce qui concerne les *Tempus* comme déjà cité dans la Section 4.4.2: « **Remarques sur la nature du *Tempus*** », ces formes ne permettent pas toujours l'expression d'*Unités Temporelle composées simples*, et ce dû à la représentation des *prolationis*. Il est du même essor quand à l'expression des *prolationis* du résultat de la *concaténation*. Malgré leur nature de proportions,  $(2 \ 1 \ 1 \ 1)$  étant la réduction des proportions de  $(6 \ 2 \ 2 \ 2)$ , la représentation des figures de notes de la *concaténation* demande à être conforme à la représentation symbolique, d'où le dédoublement des *prolationis* lors de l'opération.

#### 4.4.6.4 La réduction $\overline{(UT)}$

La *réduction* est l'opération de *concaténation* précédée par la *décomposition*. En somme, elle résume la succession de ces deux opérations. En prenant l'exemple précédent de la Figure 4.38, l'opération se résumera à :

$$\overline{\left(\frac{3}{4}\right)_{(2 \ 1 \ 1 \ 1)}} \Rightarrow \left(\frac{15}{20}\right)_{(6 \ 3 \ 3 \ 3)}$$

#### 4.4.6.5 Anatomie d'une Unité Temporelle mixte

L'*Unité Temporelle composée mixte* est une *Unité Temporelle composée* comportant d'autres catégories *UT*s, telle que des  $(UT)_{(r)}$ , des  $(UT)_{(d)}$ , des  $(UT)_{(p)}$  et des  $(UT)_{(s)}$ . Toutes ces possibilités engendrent aussi à nouveau des *Unités Temporelles composée simples complexes* ou *mixtes*. L'examen d'une *Unité Temporelle mixte* à plusieurs niveaux d'intégration nous aidera à éclaircir les différentes stratégies utilisées quand à l'utilisation des opération de *décomposition* et de *concaténation*. Nous partirons donc d'une *Unité Temporelle* suivante :

$$\left(\frac{8}{10}\right)_{((3 \ (1 \ (2 \ (1 \ 1 \ 1)) \ 1 \ -1)) \ (4 \ (2 \ (2 \ (3 \ 1 \ -1)) \ 1 \ -1))}$$

FIGURE 4.41: Unité Temporelle mixte

Considérons tout d'abord deux *décompositions* possibles de cette *UT* :

FIGURE 4.42: *Décomposition par segment (a) et décomposition totale (b) de l'Unité Temporelle de la Figure 4.41*

Les deux *décomposition* présentent strictement le même rythme. La *décomposition* en (a) est une *décomposition* effectuée par *décompositions* successives à partir des segments des sous-groupes de l'*Unité Temporelle mixte* la réduisant par étape en *UT composée simple* ou *composée complexe* résultant donc par des *Tempus* à dénominateur variables. La *décomposition* en (b) est une *décomposition* totale réduisant l'*Unité Temporelle mixte* à des *Unités Temporelles fondamentales* de même dénominateur qui assure une *concaté-nation* produisant une *Unité Temporelle composée simple*. La *concaté-nation* de a produira une *Unité Temporelle composée complexe* comme le montre la Figure 4.43.

FIGURE 4.43: *Concaté-nation de (a) et de (b) des séquences de la Figure 4.42*

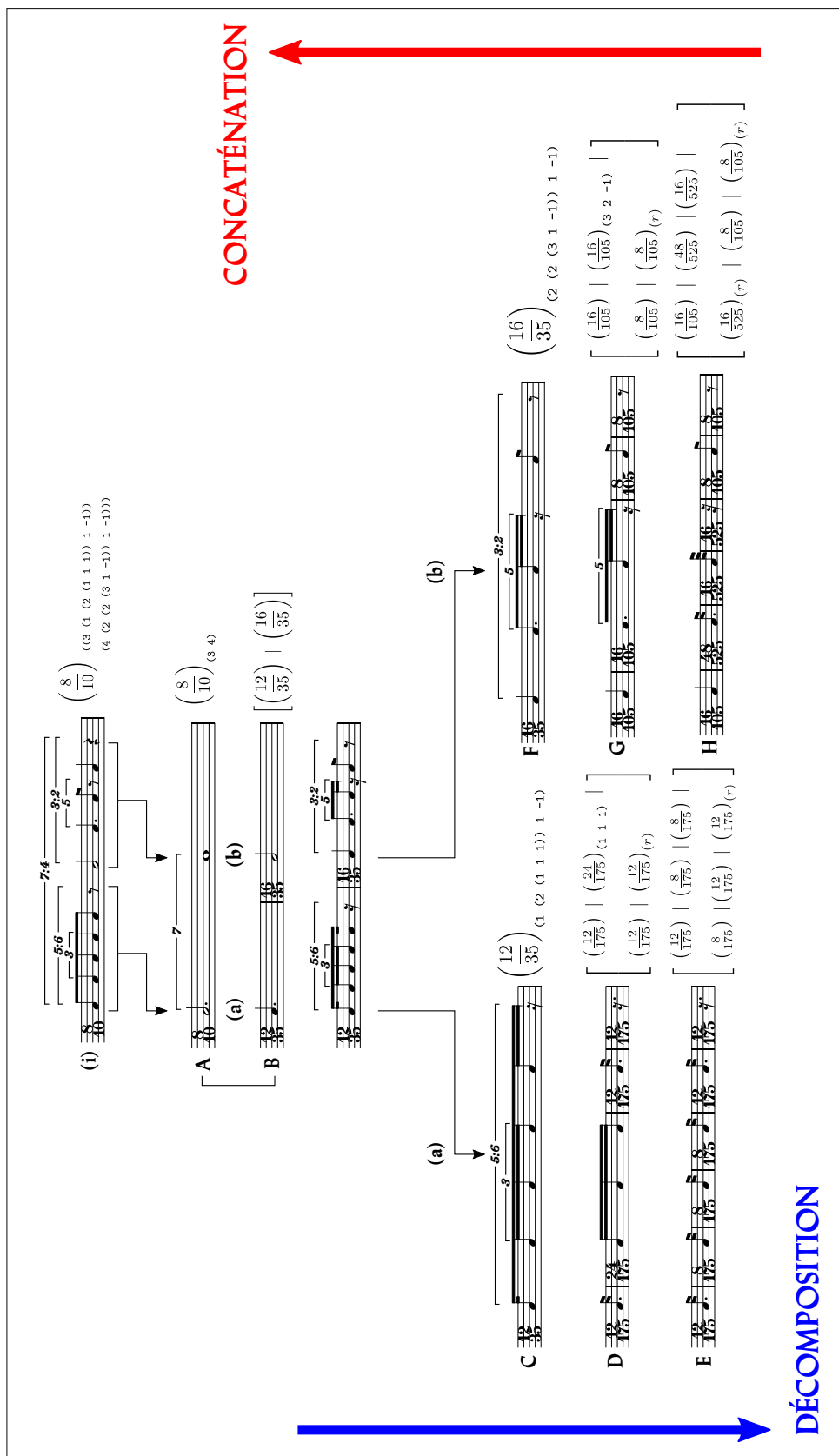


FIGURE 4.44: Décomposition hiérarchique d'une *Unité Temporelle mixte*.

La **Figure 4.44** explicite la structure de l'Unité Temporelle mixte (i) qui est composée par une Unité Temporelle composée complexe  $(A) = \left(\frac{8}{10}\right)_{(3\ 4)}$  décomposée en une séquence de deux Unités Temporelles fondamentales  $(B) = [(a)|(b)] = \left[\left(\frac{12}{35}\right) \mid \left(\frac{16}{35}\right)\right]$ . En C, D, E et F, le développement de l'Unité Temporelle fondamentale (a) qui se décline en :

- C subdivision l'UT (a) par (1 2 1 -1) se résumant par une concaténation de quatre UT fondamentales, avec comme dernière une UT composée d'un silence.
- en D, subdivision de la deuxième prolatio (ou deuxième UT fondamentale concaténée de C en (p)/3
- en E, la décomposition partielle de D en une séquence sous la forme de :

$$\left[ \left( \frac{12}{175} \right) \mid \left( \frac{24}{175} \right)_{(1\ 1\ 1)} \mid \left( \frac{12}{175} \right) \mid \left( \frac{12}{175} \right)_{(r)} \right]$$

- F étant la décomposition stricte de E

La partie (b) de l'UT (i) se compose ainsi :

- en G subdivision l'UT (b) par (2 2 1 -1) se résumant par une concaténation de quatre UT fondamentales, avec comme dernière une UT composée d'un silence.
- en H, décomposition de G
- en I, subdivision de la seconde UT de H en (3 2 -1)
- en J, décomposition de I

## 4.5 Opérabilité

### 4.5.1 Opérations algébriques

Les Unités Temporelles, devenant tour à tour champs temporels, de rythmicités, de phénomènes sonores complexes, sont susceptibles de diverses transformations. Leur manipulation est effectuée à travers l'expression des arbres rythmiques (voir **Annexe 2**)<sup>18</sup>

Les opérations sur les Unités Temporelles sont de plusieurs ordres. Voyons tout d'abord les opérations de base qui portent sur la transformation (mutation) d'une Unité Temporelle même : l'addition, la soustraction, multiplication (ou le changement de magnitude), la subdivision et l'omission.

#### 4.5.1.1 L'addition (+) et la soustraction (-)

L'addition de deux Unités Temporelles est calculée à partir de leur expression fractionnaire<sup>19</sup>. Partant par exemple de deux unités différentes  $\frac{12}{5}$  et  $\frac{5}{12}$  on obtient une nouvelle unité de  $\frac{169}{60}$ . La **Figure 4.45** illustre cette première opération.

<sup>18</sup>. Les arbres rythmiques sont implémentés dans l'environnement OpenMusic (Carlos AGON, « OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par ordinateur »).

<sup>19</sup>. Les fractions se rapportent à la division de la ronde. Nous avons voulu préserver la convention référentielle solfégique « moderne » de la ronde tout au long de notre présentation. Il est bien entendu que ces fractions peuvent être mises en couplage avec d'autres valeurs initiales et de magnitudes diverses. Cette référence intègre en soi la notion de célérité de chaque unité, ce qui rend superflue dans le cadre de cette représentation l'utilisation référentielle du tempo par mesure.



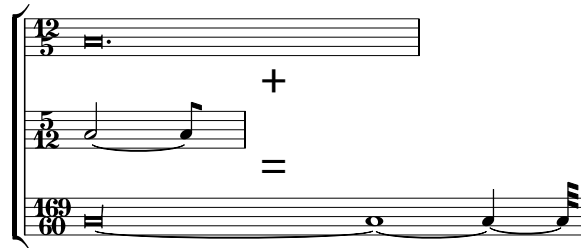


FIGURE 4.45: Addition d'Unités Temporelles

$$\left(\frac{12}{5}\right) + \left(\frac{5}{12}\right) \Rightarrow \left(\frac{169}{60}\right)$$

FIGURE 4.46: Expression condensée de l'addition.

L'opération de *soustraction* est définie de la même manière que celle d'*addition*. Partant par exemple de deux blocs,  $\frac{23}{10}$  et  $\frac{11}{12}$ , on obtient une nouvelle UT de  $\frac{83}{60}$  (voir Figure 4.47).

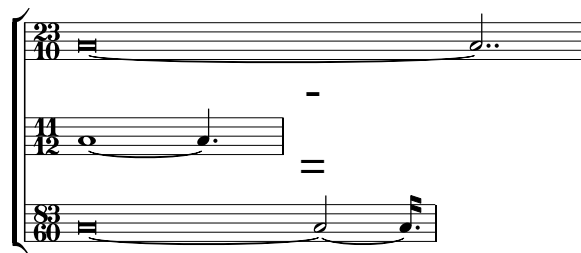


FIGURE 4.47: Soustraction d'Unités Temporelles

$$\left(\frac{23}{10}\right) - \left(\frac{11}{12}\right) \Rightarrow \left(\frac{83}{60}\right)$$

FIGURE 4.48: Expression condensée de la soustraction.

#### 4.5.1.2 La multiplication ( $\times$ )

La *multiplication* est le changement de magnitude<sup>20</sup>, une mise à l'échelle de l'Unité Temporelle. On peut appliquer la *multiplication* à toute fraction. La Figure 4.49 donne quelques exemples à partir d'une unité de magnitude  $\frac{12}{5}$ <sup>21</sup>.

<sup>20</sup>. On entend par magnitude, la durée d'une Unité Temporelle calculée selon son chiffrage métrique.

<sup>21</sup>. On notera que contrairement aux exemples précédents, notre Unité Temporelle de départ contient cette fois des subdivisions autonomes. De fait, la *multiplication* se propage à tout élément contenu dans cette Unité Temporelle.



FIGURE 4.49: Différentes *multiplications* sur la même *Unité Temporelle*

$$\left(\frac{12}{5}\right)_{((4 \ (1 \ -1 \ 1)) \ 5 \ -3 \ 1 \ 2)} \times \left\{2, \frac{1}{5}, \frac{3}{2}, \frac{2}{3}\right\}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \left[\left(\frac{24}{5}\right)_{((4 \ (1 \ -1 \ 1)) \ 5 \ -3 \ 1 \ 2)}\right] \\ \left[\left(\frac{12}{25}\right)_{((4 \ (1 \ -1 \ 1)) \ 5 \ -3 \ 1 \ 2)}\right] \\ \left[\left(\frac{18}{5}\right)_{((4 \ (1 \ -1 \ 1)) \ 5 \ -3 \ 1 \ 2)}\right] \\ \left[\left(\frac{8}{5}\right)_{((4 \ (1 \ -1 \ 1)) \ 5 \ -3 \ 1 \ 2)}\right] \end{array} \right\}$$

FIGURE 4.50: Expression *condensée* de l'itération par *subdivision* sur la décomposition de l'*Unité Temporelle composée complexe*.

4.5.1.3 La convolution (\*)

En étendant le principe de génération d'*Unités Temporelles* à partir des opérateurs algébriques simples vers des équations plus complexes, on pourrait désormais appliquer la génération d'*Ut* à travers des équations telle que la *convolution*. Nous utiliserons ici la *convolution* «linéaire discrète» utilisée dans le traitement du signal. Utilisée notamment dans la simulation de la réverbération d'espaces données, ainsi que pour la synthèse croisée, le principe de la *convolution* «linéaire discrète» porte dans le traitement de deux signaux périodiques ou apériodiques pour en produire un troisième <sup>22</sup>.

22. Curtis ROADS et John STRAWN. *The computer music tutorial*. MIT press, 1996, p. 420.

où  $x[n]$  est le signal d'entrée, passant par un système temporel linéaire invariant,  $h[n]$  le signal de réponse impulsionnelle, et  $y[n]$  le signal de sortie, c'est-à-dire le signal résultant.

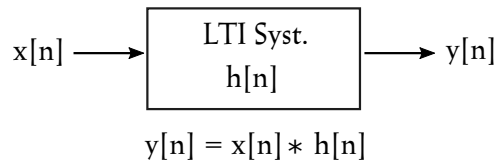


FIGURE 4.51: Système de convolution de signal temporel linéaire invariant

L'équation correspondante à cette opération est la suivante où  $x$  est le signal d'entrée,  $h$  le signal impulsionnel et  $y$  le signal de sortie :

$$y(n) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x(k)h(n-k)$$

FIGURE 4.52: Convolution linéaire discrète de deux signaux  $x(n)$  et  $h(n)$  résultant par le signal  $y(n)$ .

Dans le domaine symbolique, vu que l'opération de la convolution n'est ni plus ni moins qu'un ensemble d'opérations algébriques regroupant, la *multiplication* et l'*addition*, la *convolution* pourrait être une source de transformation de plus pour nos *Unités Temporelles*. La convolution discrète transposée dans notre domaine qui n'est pas à proprement parlé un système linéaire invariant, mais ce dernier demeure cependant un système temporel, présente toutefois un moyen de transformation des *Unités Temporelles* selon un certain ordre «logique», nous permettant à travers cette méthode une prolifération du matériau assez pertinente. Elle aura à l'instar de l'opération de *multiplication* l'effet de dilatation/contraction de l'*UT* concernée. Rappelons que la convolution est une opération bijective, à savoir, si on inverse les signaux d'entrée  $x$  ou  $h$ , le résultat sera identique.

Pour exemple, prenons une *Unité Temporelle composée complexe* suivante comme premier signal  $[x]$  :

$$[x] = \left(\frac{8}{1}\right)_{(s)}$$

où

$$s = (((3 \ (1 \ 2 \ 1 \ -1)) \ (4 \ (1 \ 1 \ (2 \ (3.0 \ 1 \ -1)) \ 1 \ -1))))$$

prenons une autre *UT composée complexe* comme signal  $[h]$  :

$$[y] = \left(\frac{7}{5}\right)_{(8 \ 1 \ 4)}$$

dont voici leurs représentations symboliques :

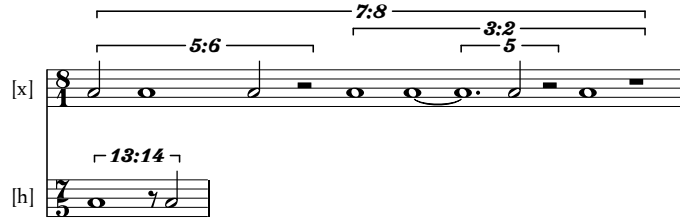


FIGURE 4.53: Deux Unités Temporelles composées complexes utilisées comme signaux  $[x]$  et  $[h]$  pour l'opération de *convolution*.

La première étape consiste à transformer les deux UTs par *décomposition* en séquences d'Unités temporelles fondamentales :

$$[x] \Rightarrow \left[ \begin{array}{c} \left(\frac{24}{35}\right) \mid \left(\frac{48}{35}\right) \mid \left(\frac{24}{35}\right) \mid \left(-\frac{24}{35}\right) \mid \left(\frac{16}{21}\right) \mid \\ \left(\frac{176}{105}\right) \mid \left(\frac{32}{105}\right) \mid \left(-\frac{32}{105}\right) \mid \left(\frac{16}{21}\right) \mid \left(-\frac{16}{21}\right) \end{array} \right]$$

et

$$[h] \Rightarrow \left[ \left(\frac{56}{65}\right) \mid \left(-\frac{7}{65}\right) \mid \left(\frac{28}{65}\right) \right]$$



FIGURE 4.54: Décomposition des deux Unités Temporelles composées complexes en deux séquences d'Unités temporelles fondamentales.

On nommera  $[y]$  le résultat de la *convolution* :

$$[x] * [y] \Rightarrow \left[ \begin{array}{c} \left(\frac{16}{25}\right) \parallel \left(\frac{8}{5}\right) \parallel \left(\frac{32}{25}\right) \parallel \left(-\frac{8}{25}\right) \parallel \left(\frac{88}{225}\right) \parallel \\ \left(\frac{48}{25}\right) \parallel \left(\frac{16}{25}\right) \parallel \left(-\frac{32}{225}\right) \parallel \left(\frac{128}{225}\right) \parallel \left(-\frac{16}{45}\right) \parallel \left(-\frac{16}{45}\right) \end{array} \right] \Rightarrow$$

$$\frac{\left(\frac{216}{25}\right)}{(18 \ 45 \ 36 \ -9 \ 11 \ 54 \ 30 \ -4 \ 16 \ -10 \ -10)} \Rightarrow$$

$$\frac{\left(\frac{1944}{225}\right)}{(144 \ 360 \ 288 \ -72 \ 88 \ 432 \ 240 \ -32 \ 128 \ -80 \ -80)}$$

FIGURE 4.55: Convolution linéaire discrète de deux signaux  $x(n)$  et  $h(n)$  résultant par le signal  $y(n)$ .

L'expression de la Figure 4.55 figurant le résultat de la *convolution* en soi, sera représentée symboliquement en  $a$  dans la Figure 4.56<sup>23</sup>. En  $b$ , sera représentée la *concaténation* de toutes les Unités Temporelles fondamentales. À partir de la *concaténation* de  $b$ , on appliquera la *réduction* qui nous donne  $c$ .

23. Plus exactement, la figure 4.56 ne représente pas le résultat « acoustique » d'une convolution, mais la résultante de tous les temps de départs (*onsets*) des « échantillons » qui dans notre cas sont des Unités Temporelles fondamentales de  $x$  et  $h$ .



FIGURE 4.56: Représentation symbolique de la *convolution* de  $[x] * [y]$  de l'expression dans la Figure 4.55.

Quelques remarques sur ces notations ( $a$ ,  $b$  et  $c$ ) :

- Toutes ces notations représentent le même « rythme ».
- La première représentation ( $a$ ) est la plus fidèle et la plus claire quand au résultat du processus . Elle isole tous les résultats (« échantillons ») de la *convolution* en délimitant bien chaque échantillon, tout particulièrement les silences (ex. comme le silence se trouvant à la quatrième  $\mathcal{UT}$ , qui se trouve exprimé symboliquement par deux symboles dans  $b$  et  $c$ , contrainte de la notation symbolique dès qu'il s'agit de valeurs non binaires.)
- La réduction est inversement proportionnelle quant à la notation du *Tempus* par rapport aux *prolationis*. Dans  $b$  l'*Unité Temporelle composée* résultante est d'ordre *complexe* (c'est-à-dire exprimée par irrationnel), alors que dans  $c$ , toujours avec les mêmes proportions (*prolationis*), elle est de nature *simple*.

Le nombre de termes (ou d'échantillons quand il s'agit de signal) de la *convolution* et connue et s'exprime ainsi :

$$N = L + M - 1$$

où  $N$  est le nombre d'échantillons de sortie (en ce qui nous concerne, c'est le nombre des *prolationis* de l'*Unité Temporelle* résultante,  $L$  étant le nombre d'*Unités Temporelles fondamentales* du « signal »  $[x]$  une fois *décomposé* et  $M$  le nombre de d'*Unités Temporelles fondamentales* du « signal »  $[h]$  une fois *décomposé*. Toutefois si on applique cette formulation sur notre exemple 4.54 où  $[x] = 10$  et  $[h] = 3$  on devrait obtenir  $10 + 3 - 1 = 12$ , or on obtient dans notre résultat (cf. 4.55) 11  $\mathcal{UT}$ s. La raison est tout simplement, l'élimination des valeurs nulles égales à 0 qui ne pourraient être représentables dans un contexte temporel, ces valeurs étant à l'origine celles d'échantillons et non de données temporelles.

#### 4.5.2 Opérations prolationnelles

Si les premières opérations que nous avons présentées touchaient les *Unités Temporelles* en tant que telles, à savoir dans leur aspect *Tempus*, la *subdivision* des *Unités Temporelles* à travers la *décomposition* de ces dernières, nous permet à présent d'envisager des opérations concernant leur constitution prolationnelle. Ces opérations utilisent l'ajout équivalent à l'*addition*, le retrait à la *soustraction*, et la substitution (sous forme de *multiplication*) après *décomposition* de l'*Unité temporelle composée* suivi de la *concaténation* de l'ensemble des *prolationis*.

##### 4.5.2.1 L'augmentation ( $\boxplus$ )

Équivalente à l'opération d'*addition*, l'*augmentation* consiste à ajouter une proportion (*prolatio*) exprimée par un entier ou une fraction à une *Unité Temporelle*

composée. Les proportions composant l'Unité Temporelle restent inchangées quant à leur rapport entre elles<sup>24</sup>. On obtient ainsi une Unité Temporelle augmentée.

À partir d'une Unité Temporelle de  $Tempus \frac{2}{2}$  et composée de trois prolationis de (2 1 2) :



FIGURE 4.57: Unité Temporelle composée par les proportions (2 1 2)

Une nouvelle Unité temporelle fondamentale de  $(\frac{3}{10})$  sera ajoutée après le second terme de l'Unité Temporelle composée. L'expression de l'opération est reportée en indice sous forme de  $\boxplus (\frac{num}{den}, 2)$  où  $\frac{num}{den}$  est le  $Tempus$  de l'Unité Temporelle fondamentale additionnée, et  $position$  la position de l'ajout par rapport à l'ensemble de la séquence décomposée (0 étant la position de tête de séquence).

$$\left(\frac{2}{2}\right)_{(2\ 1\ 1)} \boxplus \left(\frac{3}{10}, 2\right) \Rightarrow \left(\frac{13}{10}\right)_{(4\ 2\ 3\ 4)}$$

FIGURE 4.58: Augmentation de l'Unité temporelle composée complexe par une UT fondamentale de  $(\frac{3}{10})$  en position 2

Une fois l'UT ajoutée, l'Unité Temporelle résultante sera augmentée de  $\frac{13}{10}$ <sup>ième</sup> préservant le rapport des prolationis initiales.



FIGURE 4.59: Représentation symbolique de l'expression condensée de l'Unité Temporelle augmentée de la Figure 4.58.

4.5.2.2 L'insertion ( $\oplus$ )

L'insertion consiste à ajouter une Unité Temporelle fondamentale à une Unité Temporelle composée de la même façon que le principe de l'augmentation, seulement dans ce cas, c'est le  $Tempus$  de l'Unité Temporelle même qui sera préservé et non le rapport entre les prolationis qui sera quand à lui mis à l'échelle, voire réduit. Dans l'exemple suivant, on ajoute la même UT de  $(\frac{3}{10})$  à l'exemple de la Figure 4.57 :

$$\left(\frac{2}{2}\right)_{(2\ 1\ 1)} \oplus \left(\frac{3}{10}, 2\right) \Rightarrow \left(\frac{2}{2}\right)_{(4\ 2\ 3\ 4)}$$

FIGURE 4.60: UT de  $Tempus = \frac{3}{2}$  insérée après la seconde prolatio initiale.

24. Comprendre ici durée.



FIGURE 4.61: Représentation symbolique de l'expression condensée de la Figure 4.60

#### 4.5.2.3 la diminution ( $\boxminus$ )

La *diminution* consiste à diminuer le *tempus* d'une *Unité Temporelle* en supprimant une de ses subdivisions (suppression d'une ou de plusieurs des ses *prolationis*)<sup>25</sup>. Le *tempus* sera par conséquent recalculé à partir de la somme des *prolationis* restants.

Soit un rythme se traduisant en *Unité Temporelle composée complexe*  $\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$  qui une fois *réduit* devient  $\left(\frac{18}{18}\right)_{(4 2 3 6 3)}$ , (la *réduction* facilitant l'abord des résultats), la *diminution* sera réalisée en retirant soit la première (a), soit la dernière valeur (b), ou les *prolationis* de rang pair de l'*Unité Temporelle* (c). La Figure 4.62 illustre ces trois cas de figure.

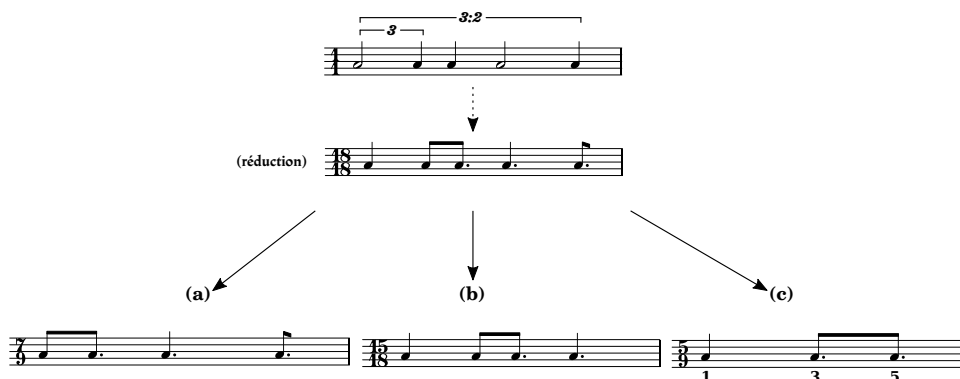


FIGURE 4.62: Diminution d'une *Unité Temporelle* : suppression (a) de la première, (b) de la dernière subdivision, (c) des rangs pairs.

L'expression de la *diminution* (c) est la suivante :

$$\begin{aligned} \overline{\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}} &\Rightarrow \left(\frac{18}{18}\right)_{(4 2 3 6 3)} \boxminus (1 3) \\ &\Rightarrow \left(\frac{5}{9}\right)_{(4 3 3)} \end{aligned}$$

FIGURE 4.63: *Diminution* par la deuxième et quatrième *prolatio* d'une *Unité Temporelle* après *réduction*.

#### 4.5.2.4 L'extraction ( $\ominus$ )

Comme pour l'*insertion*, l'*extraction* ne modifiera pas le *Tempus* de l'*Unité Temporelle* contrairement à la *diminution*. Dans la Figure 4.64 on a la réalisation symbolique de cette opération réalisée sur une *UT* suivante :

<sup>25</sup>. C'est l'opération inverse de l'augmentation, et donc s'agit d'une soustraction réalisée au niveau prolationnel.

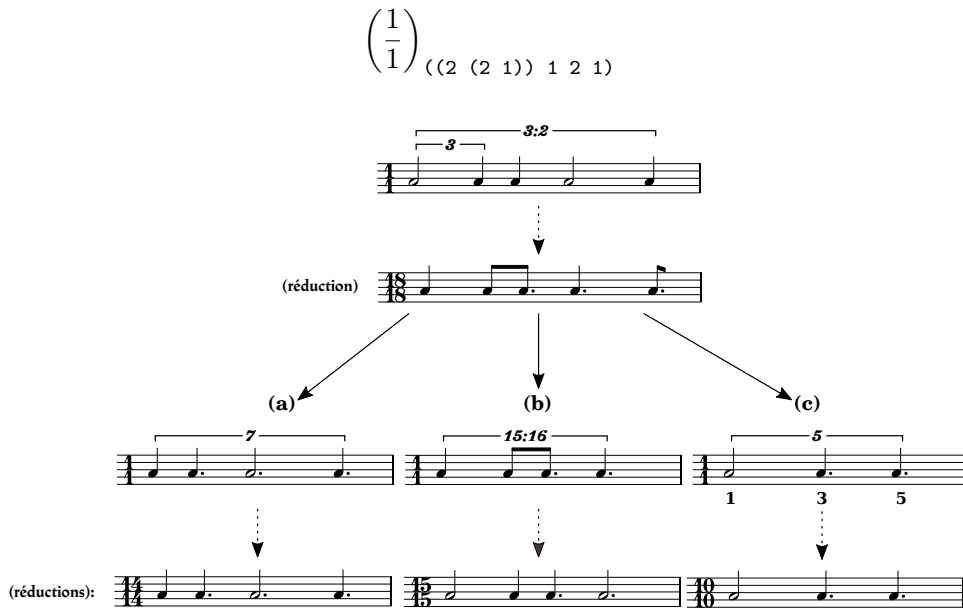


FIGURE 4.64: Différentes extractions sur une même UT.

- (a) L'extraction de la première prolatio.
- (b) L'extraction de la dernière prolatio.
- (c) L'extraction de la deuxième et quatrième prolatio.

4.5.3 Dilatation/Contraction ( $\boxtimes$ ), Expansion/Compression ( $\otimes$ )

L'opération de multiplication<sup>26</sup> s'appliquant aux Unités Temporelles fondamentales s'applique de la même manière observée pour les opérations précédentes aux prolationis des Unités Temporelles composées. Ces opérations se déclinent soit de manière strictement « prolationnelle », c'est-à-dire préservant le Tempus de l'UT, (on a alors affaire aux opérateurs d'expansion et de compression symbolisés par  $\otimes$ ), soit relative, modifiant le Tempus selon la dilatation ou contraction appliquées et représentées par le symbole  $\boxtimes$ . Notons bien, que la différence entre « dilater » / « expanser » et « contracter » / « compresser » ne tient que par le rapport utilisé. Si il est  $> 1$ , on parle de dilatation ou expansion. Quand le rapport est inférieur à 1 on parle de contraction ou compression selon le mode de prolation choisi.

Les deux opérateurs  $\boxtimes$  et  $\otimes$  prennent deux arguments sous forme de liste : le premier élément étant une liste de facteurs de multiplication. Le deuxième représente la ou les positions où 0 est la première prolatio de l'UT donnée :

$$\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)} \otimes (3, 2) \Rightarrow \left(\frac{1}{1}\right)_{(4 2 9 6 3)}$$

FIGURE 4.65: Expansion de facteur 3 de la troisième prolatio de l'UT  $\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$

26. cf. Section 4.5.1.2: La multiplication ( $\times$ ), (p. 120)



$$\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1) \boxtimes (3, 2)} \Rightarrow \left(\frac{24}{18}\right)_{(4 2 9 6 3)}$$

FIGURE 4.66: *Dilatation* de facteur 3 de la troisième *prolatio* de  $P^{\mathcal{U}T} \left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$



FIGURE 4.67: Représentation d'*expansion* (a) et de *dilatation* (b) des expressions des Figures 4.65 et 4.66.

On peut relever une propriété à partir de ces deux opérations soulignant la différence entre ces transformations : Les *prolationis* qui en résultent sont identiques. C'est le *Tempus* qui diffère. Dans le cas de la « prolation » stricte, le *Tempus* est identique. Dans le deuxième cas, le *Tempus* est la somme des *prolationis* une fois transformés.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire *contraction/compression*, la propriété reste la même que le premier cas observé. On peut toutefois relever que l'opération de *compression* tend à dilater certaines valeurs non ciblées par l'opération, (comme la première *prolatio* de notre exemple), afin de remettre à l'échelle les valeurs (les *prolationis* par rapport à leur *Tempus*. Toutefois, les valeurs « compressées », le sont proportionnellement par rapports aux autres.

$$\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1) \otimes ((1/3 1/9), (2 3))} \Rightarrow \left(\frac{1}{1}\right)_{(4 2 9 6 3)}$$

FIGURE 4.68: *Compression* de facteurs  $\left(\frac{1}{3} \frac{1}{9}\right)$  de la troisième et quatrième *prolatio* de  $P^{\mathcal{U}T} \left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$

$$\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1) \boxtimes ((1/3 1/9), (2 3))} \Rightarrow \left(\frac{16}{27}\right)_{(4 2 9 6 3)}$$

FIGURE 4.69: *Contraction* de facteurs  $\left(\frac{1}{3} \frac{1}{9}\right)$  de la troisième et quatrième *prolatio* de  $P^{\mathcal{U}T} \left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$



FIGURE 4.70: Représentation de *compression* (a) et de *contraction* (b) des expressions des Figures 4.68 et 4.69.

#### 4.5.3.1 La segmentation ( $\perp$ )

La *segmentation* est l'opération qui divise une *Unité Temporelle* en deux par un facteur proportionnel pouvant être une fraction quelconque entre 0 et 1, ou aussi, par un *Tempus* donné, relatif à celui de l'*Unité Temporelle* en question. Soit une *Unité temporelle fondamentale* de  $\left(\frac{5}{2}\right)$  :

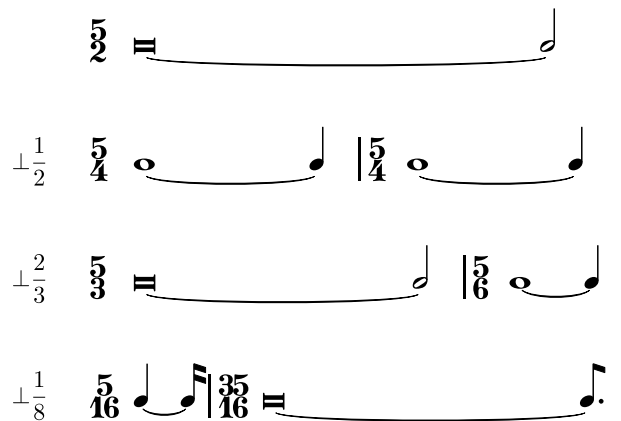


FIGURE 4.71: *Segmentation* d'une *Unité Temporelle fondamentale*.

La *segmentation* en deux moitiés égales donnera :

$$\left(\frac{5}{2}\right) \perp \frac{1}{2} \Rightarrow \left[\left(\frac{5}{2}\right) \mid \left(\frac{5}{2}\right)\right]$$

La *segmentation* au deux tiers :

$$\left(\frac{5}{2}\right) \perp \frac{2}{3} \Rightarrow \left[\left(\frac{5}{3}\right) \mid \left(\frac{5}{6}\right)\right]$$

La *segmentation* à un huitième :

$$\left(\frac{5}{2}\right) \perp \frac{1}{8} \Rightarrow \left[\left(\frac{5}{16}\right) \mid \left(\frac{35}{16}\right)\right]$$

Ce principe peut aussi être appliquée aux *Unités Temporelles composées* :

FIGURE 4.72: Segmentation d'une *Unité Temporelle composée*.

On aura ainsi le choix de, soit « scinder » les *prolationis* se trouvant dans le champs de la « coupure » (b) (cf. Figure 4.72), soit les préserver par une liaison rythmique (c). Il est possible également, d'utiliser les proportions d'une *Unité Temporelle composée* pour la *segmentation* d'une autre *UT* ayant le même *Tempus*. Dans la Figure 4.73, après avoir décomposé l'*Unité Temporelle* (b), donnant les *UTs* représentés en (c), les proportions de segmentation serviront comme facteurs pour l'opération. Par conséquent, on choisira une des *Unité Temporelle fondamentale* issue de cette *décomposition* comme proportion pour la *segmentation* en la multipliant par l'inverse du *Tempus*. Dans l'exemple de la Figure 4.73, le facteur de segmentation sera de  $\frac{25}{24} \times \frac{2}{5} = \frac{5}{12}$ .

FIGURE 4.73: Segmentation d'une *Unité Temporelle composée*.

Dans le cas où l'*Unité Temporelle composée* servant de base pour la *subdivision* est composée de plus de deux *prolatio*, il suffirait de faire la sommation de la *segmentation* jusqu'à la nième *unité* choisie. Pour l'exemple de la Figure 4.74, la *segmentation* est effectuée sur la troisième *Unité Temporelle* de c. On additionnera donc les *Tempus*

des deux premières *Unités Temporelles* en les multipliant par l'inverse de celle à subdiviser obtenant ainsi la proportion de segmentation :  $(\frac{15}{24} + \frac{20}{24}) \times \frac{2}{5} = \frac{7}{12}$ . Ainsi le *Tempus* de la première *Unité Temporelle* sera de  $\frac{5}{2} \times \frac{7}{12} = \frac{25}{24}$ .

FIGURE 4.74: Segmentation à la troisième unité (cf. c.)

## 4.6 Mécanismes récursifs et génération d'Unités Temporelles

La combinaison des différentes opérations élémentaires que nous avons présentées nous permettront de créer des structures temporelles à l'aide de procédés plus élaborés. À titre d'exemple, *La diminution* et *l'extraction* nous permettront de réaliser des processus récursifs engendrant des structures temporelles complexes. Nous disposons de plusieurs procédés de mécanismes récursifs que l'on peut appliquer aux *Unités Temporelles* utilisant les fonctions que l'on a vu précédemment. On peut classer celles-ci selon une dénomination propre aux *UTs* (à ne pas confondre avec les dénominations génériques des termes) comme suit :

- Itération simple* sur tout ou une partie des éléments.
- Itération récursive cumulative* sur tout ou une partie des éléments avec comme résultat la cumulation des résultat de la récursion.

### 4.6.1 Notation des opérations itératives des Unités Temporelles

Pour les opérations algébriques « répétées » concernant exclusivement le *Tempus*, l'emploi de l'opérateur suivi des accolades suffisent pour l'expression de la transformation voulue (voir Figure 4.50). Il est possible de noter dans cette syntaxe des opération comme *l'augmentation* ou *l'insertion* qui renseignent spécifiquement toute information utile à la transformation d'une *Unité Temporelle* de la manière suivante :

$$\left(\frac{4}{3}\right)_{(4\ 3\ 2\ 1)} \boxplus \left\{ \left(\frac{1}{4}, 0\right) \parallel \left(\frac{3}{10}, 2\right) \parallel \left(\frac{1}{2}, 3\right) \right\}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{143}{60}\right)_{(15\ 32\ 24\ 18\ 16\ 30\ 8)}$$



FIGURE 4.75: Représentation symbolique d'augmentation répétée sur une Unité Temporelle

Les fonctions de transformations récursives opérant sur les *prolatinis* nécessitent l'adoption d'une notation spécifique en cas de processus itératif récursif. On note une opération récursive par un soulignement de la partie concernée, (dans ce cas, celle réservée aux *prolationis*). L'ensemble de l'opération est indiqué sous la ligne entre accolades :

$$\left( \frac{num}{den} \right)^{(t)} \underbrace{\frac{(p)}{\left\{ \begin{array}{l} i=d, f \\ \text{opération} \end{array} \right\}}}$$

où  $i$  est une variable s'incrémentant à partir de  $d$  jusqu'à  $f$ , et *opération* étant une opération quelconque.

Une itération de type « simple » se présentera ainsi :

$$\left( \frac{1}{1} \right) \underbrace{\frac{(4\ 3\ 2\ 1)}{\left\{ \begin{array}{l} i=0, 3 \\ p \sqcup (i) \ \& \end{array} \right\}}}} \Rightarrow \left[ \left( \frac{3}{5} \right)_{(3\ 2\ 1)} \mid \left( \frac{7}{10} \right)_{(4\ 2\ 1)} \mid \left( \frac{4}{5} \right)_{(4\ 3\ 1)} \mid \left( \frac{9}{10} \right)_{(4\ 3\ 2)} \right]$$

FIGURE 4.76: Diminution itérative sur  $\left( \frac{1}{1} \right)_{(4\ 3\ 2\ 1)}$

La *diminution* ne prenant qu'un seul argument, la position de la *diminution* étant la variable  $i$ . Le signe  $\&$  est utilisé pour créer une *séquence* à partir de tous les résultats de l'itération.



FIGURE 4.77: Représentation symbolique de l'itération de la diminution de l'expression de la Figure 4.76

Une itération de type « récursive » s'écrira de la manière suivante :

$$\left(\frac{1}{1}\right)_{(4\ 3\ 2\ 1)} \Rightarrow \left[ \left(\frac{3}{5}\right)_{(3\ 2\ 1)} \mid \left(\frac{3}{10}\right)_{(2\ 1)} \mid \left(\frac{1}{10}\right)_{(1)} \right]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} i=0, 2 \\ p := (p \boxminus (i)) \& \end{array} \right.$$

FIGURE 4.78: Diminution récursive sur  $\left(\frac{1}{1}\right)_{(4\ 3\ 2\ 1)}$

Le signe d'affectation ( $:=$ ) de  $p$ <sup>27</sup> signifie ici qu'à chaque itération, l'opération se fera sur le résultat de la précédente. Le signe  $\parallel$  indique la *concaténation* de tous les résultats. Dans le cas où il est demandé que le dernier résultat de l'itération, nous substituerons cette expression par  $p := (p \boxminus (i))$  en omettant le signe de l'opération de *concaténation*.



FIGURE 4.79: Représentation symbolique de l'itération de *diminution* récursive de l'expression de la Figure 4.78

#### 4.6.2 Processus récursifs de séquences d'Unités Temporelles

L'application récursive de l'opération de *diminution* à partir de l'exemple de la Figure 4.62 nous donnera les deux séquences d'Unités Temporelles de la Figure 4.80 (l'une obtenue successivement par suppressions de la première *prolatio*, l'autre par suppressions de la dernière).



FIGURE 4.80: Développement en *diminution*.

Cette opération représente un intérêt notamment quand elle est combinée avec d'autres procédés, tel que le tuilage. La Figure 4.81 montre un tuilage (« *interlocking* ») de la première partie de la *diminution* avec le rétrograde de la seconde.

<sup>27</sup>.  $p$  comme *prolationis*.



FIGURE 4.81: Tuilage des diminutions d'Unités Temporelles.

On peut représenter ces opérations par la notation suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \left( \frac{1}{1} \right) \frac{((2 (2 1)) 1 2 1)}{\left\{ \begin{array}{l} i=0, 3 \\ p:=(p \boxminus (i)) \& \end{array} \right\}} \Rightarrow \left[ \left( \frac{7}{9} \right)_{(2 3 6 3)} \mid \left( \frac{2}{3} \right)_{(1 2 1)} \mid \left( \frac{3}{6} \right)_{(2 1)} \mid \left( \frac{1}{6} \right)_{(1)} \right] \\ B = \left( \frac{1}{1} \right) \frac{((2 (2 1)) 1 2 1)}{\left\{ \begin{array}{l} i=0, 3 \\ p:=(p \boxminus (4 - i)) \& \end{array} \right\}} \Rightarrow \left[ \left( \frac{15}{18} \right)_{(4 2 3 6)} \mid \left( \frac{9}{18} \right)_{(4 2 3)} \mid \left( \frac{3}{9} \right)_{(2 1)} \mid \left( \frac{2}{9} \right)_{(1)} \right] \end{array} \right\}$$

FIGURE 4.82: Notation de récursivité de l'exemple de la Figure 4.80

$\overleftarrow{B}$  étant le rétrograde de la séquence  $B$ , le « tuilage » de l'exemple de la Figure 4.81 pourrait s'exprimer ainsi :

$$C = ([i \parallel j]) \begin{array}{l} i \in A \\ j \in \overleftarrow{B} \end{array}$$

FIGURE 4.83: Notation du « tuilage » de l'exemple de la Figure 4.81

À l'instar de l'autoréférencement<sup>28</sup>, dont cet exemple fait parti, l'engendrement par son contraire utilisant le procédé de *diminution* génère une fausse symétrie qui nous paraît intéressante. Encore une fois, ces bifurcations dans les résultats des processus d'engendrement nous paraissent pertinentes sur le plan compositionnel et tout particulièrement dans le champs de l'écriture contrapuntique.

## 4.7 Les Blocs Temporels

Nous avons pu voir diverses possibilités d'engendrement de séquences d'Unités Temporelles à l'aide de dispositifs variés, récursifs ou non. Nous allons aborder maintenant la combinaison « verticale » de ces Unités Temporelle. Dans *Penser la musique*

<sup>28</sup>. L'autoréférencement est le procédé qui consiste à engendrer les parties d'un tout de manière à constamment répercuter la forme du tout dans ces parties et ce indépendamment du processus d'engendrement appliqué (cf. Annexe 2, « De l'autoréférence », 2.3.7, (p. 281)).

*aujourd'hui*<sup>29</sup>, Boulez aborde la question de l'organisation d'une « série simple de durées », afin de les organiser dans différents « complexes de proportions » qu'il appellera des « *blocs* de durée » :

Il me reste à placer maintenant ces valeurs les unes par rapport aux autres, en des termes différents, à écrire une répartition à l'intérieur du champ de durée défini par la plus longue valeur ; lorsque j'aurai procédé à cette opération, j'aurais constitué ainsi un *bloc* de durée, et introduit une dimension diagonale qui ne peut davantage se confondre avec la verticale qu'avec l'horizontale.<sup>30</sup>

Nous partirons de la description boulezienne portant sur des proportions numériques simples en l'étendant d'une manière générale à nos *Unités Temporelles*.

Les *Blocs Temporels* peuvent être soit, *simples* comportant uniquement des *Unités Temporelles fondamentales*, soit *complexes* comportant des *Unités Temporelles composées* ou de *phases*, et enfin ils peuvent être *mixtes*, comportant des toutes les catégories d'*Unités Temporelles, simples et composées*.

Considérons les exemples des différentes configurations qu'un *bloc* durée peut avoir comme ils sont présentés dans *Penser la musique aujourd'hui*<sup>31</sup>. Avant de procéder à cet examen, quelques remarques s'imposent. En premier lieu, dans ces exemples, il n'est pas question d'*Unités Temporelles* en tant que telles, mais bien de proportions de durées. Ces dernières ont toutes un dénominateur commun qui est la  $\downarrow$ . En quelques sortes, elles appartiennent toutes à la même « phase » de puissance de 2 (2 4 8 16 ...) pour faire référence à la conception de Stockhausen du « spectre de durée de phases » (précédemment évoqué dans la [Section 2.2.2: « Spectre de durée de phases et la série de proportions harmoniques correspondants »](#)). Par conséquent, nous nous trouvons pas devant une superposition de différentes *phases* qui rendraient l'opération inextricable. Comme deuxième observation, on notera que tout ces exemples mis à part les derniers exemples 17*i* et 17*k*<sup>32</sup>, ne portent que sur des durées uniques, et donc, équivalentes à des *Unités Temporelles simples*. Après avoir présenté les différentes configurations, nous « transcrivons » ces exemples dans les deux notations propres aux *Unités Temporelles*, c'est-à-dire, symbolique et condensée.

#### 4.7.1 Les propriétés des Blocs Temporels

Les *blocs* de durées telles qu'ils sont décrits par Boulez dans *Penser la musique aujourd'hui*<sup>33</sup>, sont avant tout un *champs* de durées, c'est-à-dire un « groupe » ou un ensemble de valeurs de durées, qui seront définies « par la plus longue valeur » de l'ensemble. C'est le point important qui fait office d'élément fondateur du *bloc*.

Ces *blocs* ont aussi plusieurs possibilités de répartitions :

Trois types de répartitions sont possibles : symétrique, asymétrique, combiné symétrique-asymétrique.

29. Pierre BOULEZ, « [Penser la musique aujourd'hui](#) ».

30. *Ibid.*, p. 59.

31. Il s'agit des exemples 17 de *a* à *i* (*ibid.*, p. 59-60)

32. *Ibid.*, p. 60 et 62.

33. *Ibid.*, p. 59.



Boulez donnera une représentation géométrique de ces répartitions :

- La répartition symétrique régulière (a) par rapport à un axe central telle qu'elle est donnée dans l'exemple de *Penser la musique aujourd'hui*<sup>34</sup> :

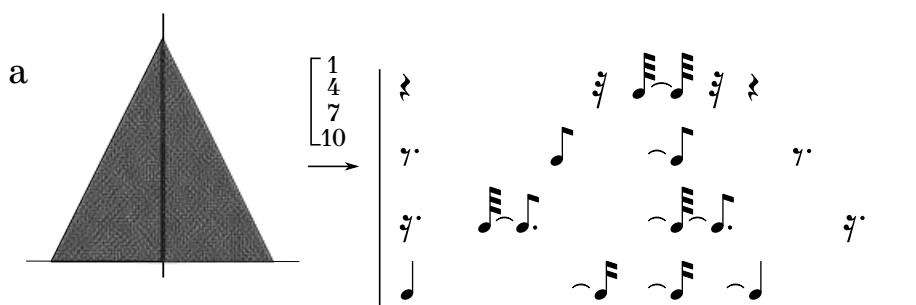


FIGURE 4.84: Répartition symétrique régulière.

La transcription en représentation d'Unités Temporelles symboliques est la suivante :

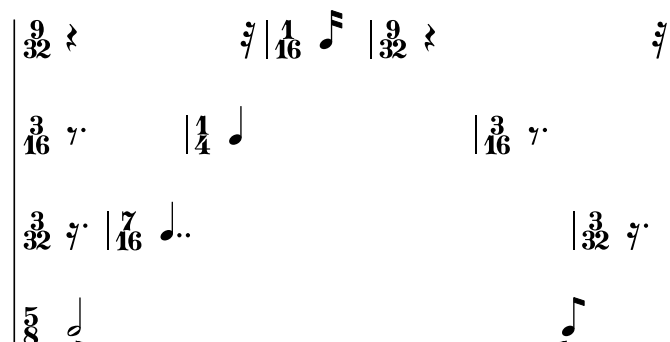


FIGURE 4.85: Représentation symbolique de Figure 4.84 en d'Unités Temporelles

- Répartitions avec axes en début ou en fin de bloc (b et c) :

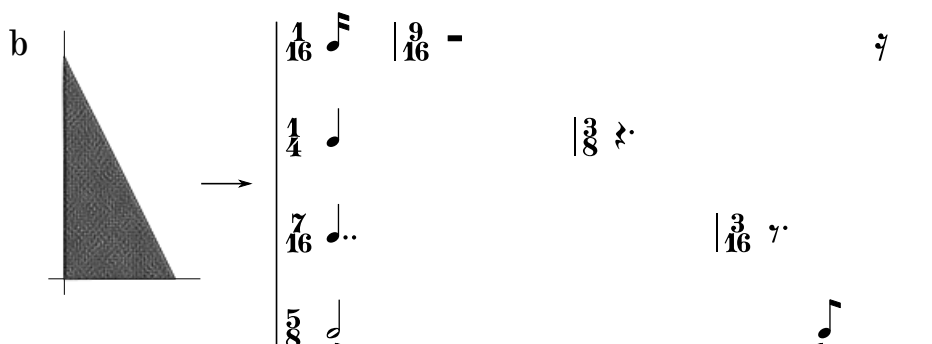


FIGURE 4.86: Répartition par rapport à un axe d'attaque.

34. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 61.

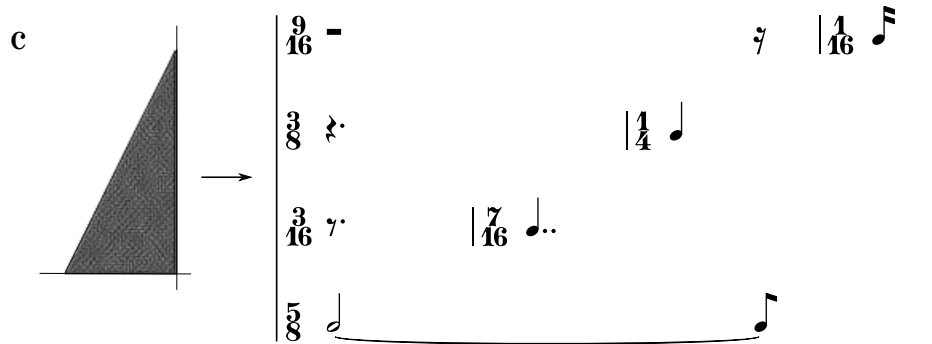


FIGURE 4.87: Répartition par rapport à un axe de fin.

- Répartition par rapport à un axe médian « contraire » (d) :



FIGURE 4.88: Répartition par axe médian avec silences complémentaires.

- Répartition mixte à partir des profils élémentaires (e) <sup>35</sup> :

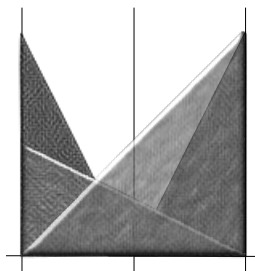


FIGURE 4.89: Répartition mixte.

- Répartitions symétriques irrégulières (f et g) :

35. Boulez ne donne pas d'exemple ici, vu les multiples combinaisons possibles.

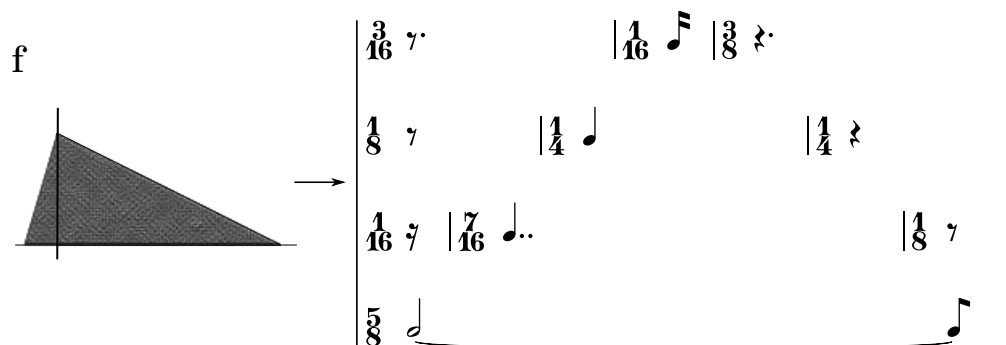


FIGURE 4.90: Répartition symétrique irrégulière par axe droit.

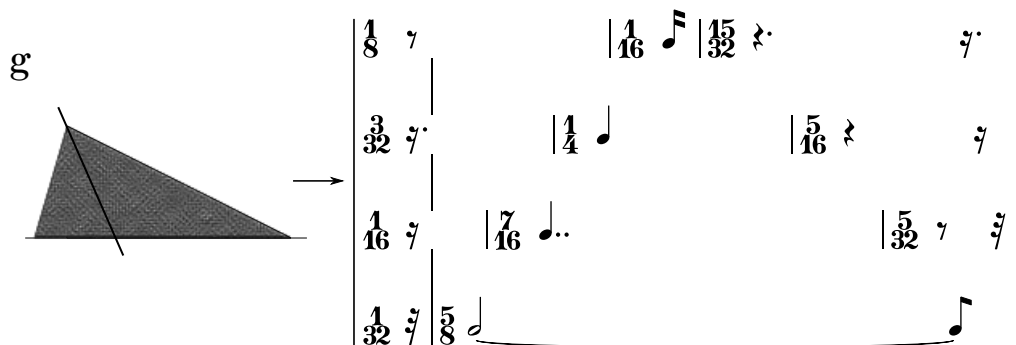
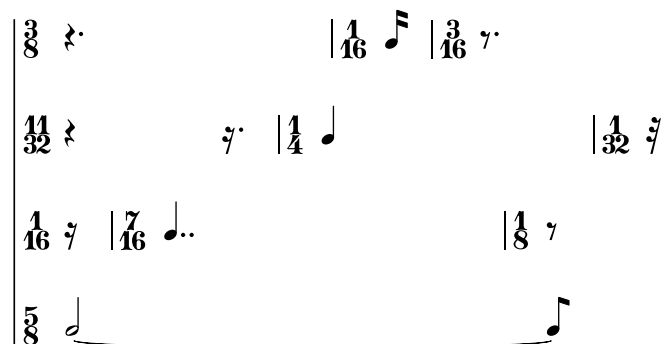


FIGURE 4.91: Répartition symétrique irrégulière par axe oblique.

- Répartition asymétrique (h) :

FIGURE 4.92: Répartition asymétrique<sup>36</sup>.

- Même répartition asymétrique que celle de la Figure 4.92, mais utilisant des « proportions de division » (des Unités Temporelles pulsées) donnant un Bloc Temporel mixte (i) :

<sup>36</sup>. Dans cette répartition, on ne peut obtenir une figure géométrique triangulaire, vu que l'asymétrie ne peut assigner aucun axe possible.

FIGURE 4.93: Répartition asymétrique utilisant un *Bloc Temporel mixte*

#### 4.7.2 Les Blocs appliqués aux Unités Temporelles

Jusqu'à présent, nous avons parcouru les possibilités combinatoires des *Blocs Temporels* telles qu'elles sont présentées dans *Penser la musique aujourd'hui*. Mais qu'en est-il donc de l'application de ce principe polyphonique sur nos *Unités Temporelles* d'une manière plus générale, étant donné que ces dernières, comme déjà présentées représentaient un cas particulier; elles avaient toutes un *ppu*<sup>37</sup> commune qui était la double croche. Nous allons présenter le cas où les *Unités Temporelles* appartenant à différentes *phases*, et les appliquer à certaines configuration déjà mentionnées.

Prenons quatre *Unités Temporelles fondamentales* ne partageant aucune unité symbolique commune entre elles :

$$\left(\frac{1}{7}\right), \left(\frac{1}{5}\right), \left(\frac{1}{3}\right) \text{ et } \left(\frac{1}{1}\right)$$

FIGURE 4.94: Quatre *Unités Temporelles fondamentales* de  $\left(\frac{1}{7}\right), \left(\frac{1}{5}\right), \left(\frac{1}{3}\right)$  et  $\left(\frac{1}{1}\right)$

Comme indiqué plus haut, le principe de *bloc* repose sur le « champs de durée défini par la plus longue valeur »<sup>38</sup> qui se trouve être dans notre cas l'*UT* de  $\left(\frac{1}{1}\right)$ <sup>39</sup>. Si la répartition symétrique régulière (a), la répartition (b) et (c) ainsi que celle sur axe médian contraire ne représentent pas de problème pour ce genre de répartition de *blocs*, en revanche celles de la *symétrie irrégulière* (f et g) ainsi que celle *asymétrique* requièrent des conditions particulières quand aux valeurs données aux « décalages » par rapport à l'axe donné. Dans l'exemple (h) de la **Figure 4.92** le décalage *asymétrique* avait pour valeur ( 0 1 4 6 ) unités multipliées par la *ppu* qui valait

37. Plus Petite Unité (cf. **Section 2.6.2.1: « Définition »**)

38. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 59.

39. cf. **Figure 4.94**

une double croche. Dans le cas où on utilise des *Unités Temporelles* qui recouvrent tout le « spectre » des valeurs de durée, y compris celles « irrationnelles », afin de préserver l'intégrité du *bloc*, à savoir sa durée qui ne doit excéder la valeur la plus longue qui le définit, il nous faut à notre tour définir la limite de ces « décalages ». Cette limite se trouve facilement repérable, car elle est déjà définie par la répartition de type (c), à savoir que les *Unités Temporelles* utilisées pour le « décalage » des séquences étant dans notre cas,  $(-\frac{6}{7})$ ,  $(-\frac{4}{5})$  et  $(-\frac{2}{3})$ , par conséquent, les « décalages » ne devraient pas les excéder. Pour notre exemple de la répartition asymétrique de type (h) utilisant les *Unités Temporelles* suivantes :

$$\left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{5}\right) \left(\frac{1}{3}\right) \text{ et } \left(\frac{1}{1}\right)$$

nous utiliserons des décalages « arbitraires » de :

$$\left(-\frac{1}{3}\right) \left(-\frac{2}{7}\right) \left(-\frac{1}{10}\right)$$

qui n'excèdent pas la limite déjà mentionnée. L'exemple est le suivant :

FIGURE 4.95: Répartition asymétrique sur des *Unités Temporelles* fondamentales

On peut concaténer chaque séquence d'*UT* du *Bloc Temporel* de la Figure 4.95 afin d'obtenir un *Tempus* uniforme<sup>40</sup> ce qui nous donne un *Bloc Temporel* identique au précédent :

FIGURE 4.96: Concaténation du *Bloc Temporel* de la Figure 4.95

Prenons un autre exemple illustrant la répartition symétrique (a)<sup>41</sup>, mais dans un contexte de *Bloc Temporel mixte*, à savoir, utilisant des *Unités Temporelles composées*. Soit ces *Unités Temporelles* suivantes représentées dans la Figure 4.97 :

40. Cette opération sera très utile par la suite comme on le verra dans la section suivante

41. cf. Figure 4.84

FIGURE 4.97: Unités Temporelles mixtes

Répartissons les selon la configuration d'un bloc symétrique de type (a) :

FIGURE 4.98: Bloc Temporel mixte en répartition symétrique.

Une fois concaténé, le bloc sera représenté comme dans la Figure 4.99 :

FIGURE 4.99: Bloc Temporel mixte en répartition symétrique concaténé.

### 4.7.3 Répartition de « complexes de complexes »

En poursuivant cette « logique » de répartition de *Blocs Temporels*, il est évident que la combinatoire pourrait être poussée plus loin comme le fait remarquer Boulez si justement :

Toutes les méthodes de répartition à l'intérieur d'un bloc de durée, nous leur donnerons l'extension qu'elles méritent et les appliquerons à des complexes de complexes, où chaque élément réparti sera non plus une valeur simple, mais déjà un ensemble; à partir de là, nous construirons de vastes structures obéissant aux mêmes principes d'organisation dans leur constitution comme dans leur arrangement. Ces complexes de complexes prendront pour éléments simples, ou bien des blocs de durée, précédemment décrits, ou bien des séries entières ou des divisions de séries; le croisement des diverses manières d'organiser la durée est extrêmement fertile, il engendre une variété inépuisable d'objets – [...] <sup>42</sup>

On pourrait par conséquent « organiser » des *répartitions* à partir de *Blocs Temporels* déjà formés, obtenant ainsi un « complexe de complexes » de *Blocs Temporels*. Par exemple, nous prendrons les exemples suivants déjà illustrés dans les figures 4.93, 4.88 et 4.99 qui appartiennent respectivement aux répartitions (i), (d) et (a), en leur ajoutant un quatrième *bloc mixte* 4.100 de répartition de type (c) qui servira de *bloc fondamental* à la base de la répartition.

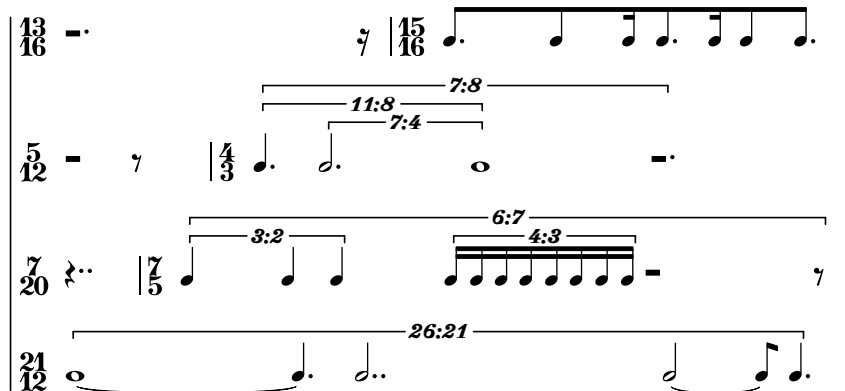


FIGURE 4.100: *Bloc Temporel mixte* de répartition de type (c).

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \left( -\frac{13}{16} \right) \mid \left( \frac{15}{16} \right)_{(3 \ 2 \ 1 \ 3 \ 1 \ 2 \ 3)} \right] \\ \left[ \left( -\frac{5}{12} \right) \mid \left( \frac{4}{3} \right)_{((4 \ (3 \ (8 \ (3 \ 4)))) \ -3)} \right] \\ \left[ \left( -\frac{7}{20} \right) \mid \left( \frac{7}{5} \right)_{((7 \ ((4 \ (1 \ 1 \ 1)) \ (3 \ (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)))) \ -5)} \right] \\ \left[ \left( \frac{21}{12} \right)_{(11 \ 7 \ 5 \ 3)} \right] \end{array} \right.$$

FIGURE 4.101: Notation condensée du *Bloc Temporel* de la Figure 4.100.

Avant de procéder à la répartition des *blocs*, il nous faut appliquer la *concaté- nation* de chacun d'eux afin d'obtenir leur durée globale qui serait renseignée par

42. Pierre BOULEZ, « Penser la musique aujourd'hui », p. 62.

leurs *Tempus* respectivement unifié. On obtiendra donc pour chaque *bloc* de haut en bas, les *Tempus* suivant :  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{1}{1}$ ,  $\frac{7}{5}$ , et  $\frac{7}{4}$ , le dernier étant la valeur de *Tempus* la plus grande et celle par conséquent du *complexe de blocs*. La représentation géométrique de ce « complexe de complexes » est la suivante :

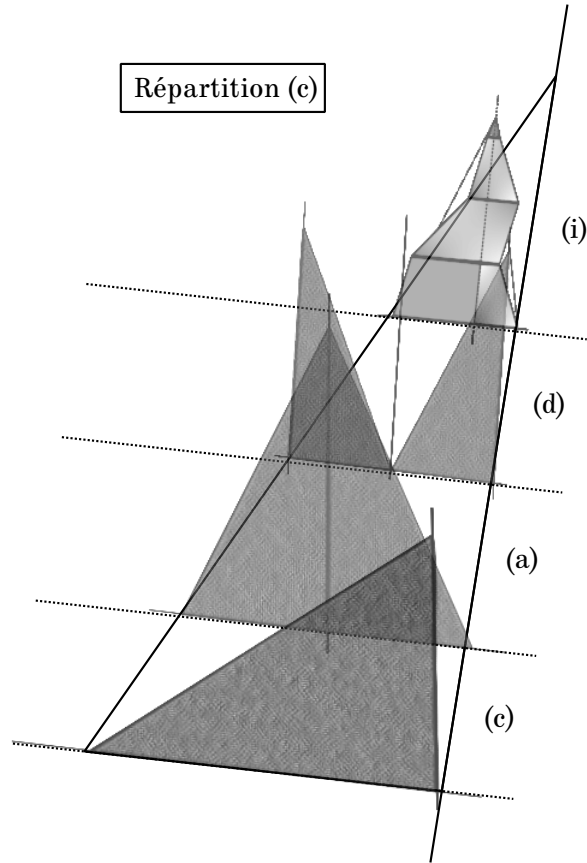


FIGURE 4.102: Représentation géométrique du « complexe de complexes » de répartition (c).

La notation condensée de ce *complexe de blocs* est la suivante :



$$\left\{ \begin{array}{l}
\left[ \left( -\frac{9}{8} \right) \mid \left( \frac{5}{8} \right)_{(-6 \ (1 \ ((1 \ 1 \ 1))) \ -3)} \right] \\
\left[ \left( -\frac{9}{8} \right) \mid \left( \frac{5}{8} \right)_{(-2 \ 2 \ -1)} \right] \\
\left[ \left( -\frac{9}{8} \right) \mid \left( \frac{5}{8} \right)_{\begin{array}{l} (-1 \ (7 \ ((7 \ ((1 \ 1) \ (1 \ 1) \ (1 \ 1) \\ (1 \ 1) \ (1 \ 1) \ (1 \ 1) \ (1 \ 1)))) \ -2) \end{array}} \right] \\
\left[ \left( -\frac{9}{8} \right) \mid \left( \frac{5}{8} \right)_{\begin{array}{l} ((4 \ ((1 \ 1 \ 1 \ 1) \ (1 \ 1 \ 1 \ 1) \ (1 \ 1 \ 1 \ 1) \\ (1 \ 1 \ 1 \ 1))) \ (1 \ 1 \ 1 \ 1)) \end{array}} \right] \\
\left[ \left( -\frac{3}{4} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right)_{(1 \ -12 \ 1)} \right] \\
\left[ \left( -\frac{3}{4} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right)_{(1 \ -8 \ 1)} \right] \\
\left[ \left( -\frac{3}{4} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right)_{(1 \ -4 \ 1)} \right] \\
\left[ \left( -\frac{3}{4} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right) \right] \\
\left[ \left( -\frac{7}{20} \right) \mid \left( \frac{7}{5} \right)_{(-31 \ (50 \ (-1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1)) \ -31)} \right] \\
\left[ \left( -\frac{7}{20} \right) \mid \left( \frac{7}{5} \right)_{(-3 \ (8 \ ((8 \ ((3 \ (1 \ (2 \ (1 \ 1) \ 1 \ -1)) \ (4 \ (2 \ (2 \ (3 \ 1 \ -1) \ 1 \ -1)))) \ -3))} \right] \\
\left[ \left( -\frac{7}{20} \right) \mid \left( \frac{7}{5} \right)_{(-18 \ 55 \ -18)} \right] \\
\left[ \left( -\frac{7}{20} \right) \mid \left( \frac{7}{5} \right)_{(1 \ (1 \ (1.0 \ 1 \ 1)) \ 1 \ -1 \ 1)} \right] \\
\left[ \left( \frac{7}{4} \right)_{(-6 \ (15 \ (3 \ 2 \ 1 \ 3 \ 1 \ 2 \ 3)) \ -7)} \right] \\
\left[ \left( \frac{7}{4} \right)_{(-3 \ (16 \ ((16 \ ((4 \ (3 \ (8 \ (3 \ 4))) \ -3))) \ -2)} \right] \\
\left[ \left( \frac{7}{4} \right)_{(-5 \ (112 \ ((112 \ ((7 \ ((4 \ (1 \ 1) \ (3 \ (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1))) \ -5))) \ -23)} \right] \\
\left[ \left( \frac{7}{4} \right)_{(11 \ 7 \ 5 \ 3)} \right]
\end{array} \right.$$

FIGURE 4.103: Notation condensée du *complexe de bloc* de la Figure

La représentation symbolique du complexe :

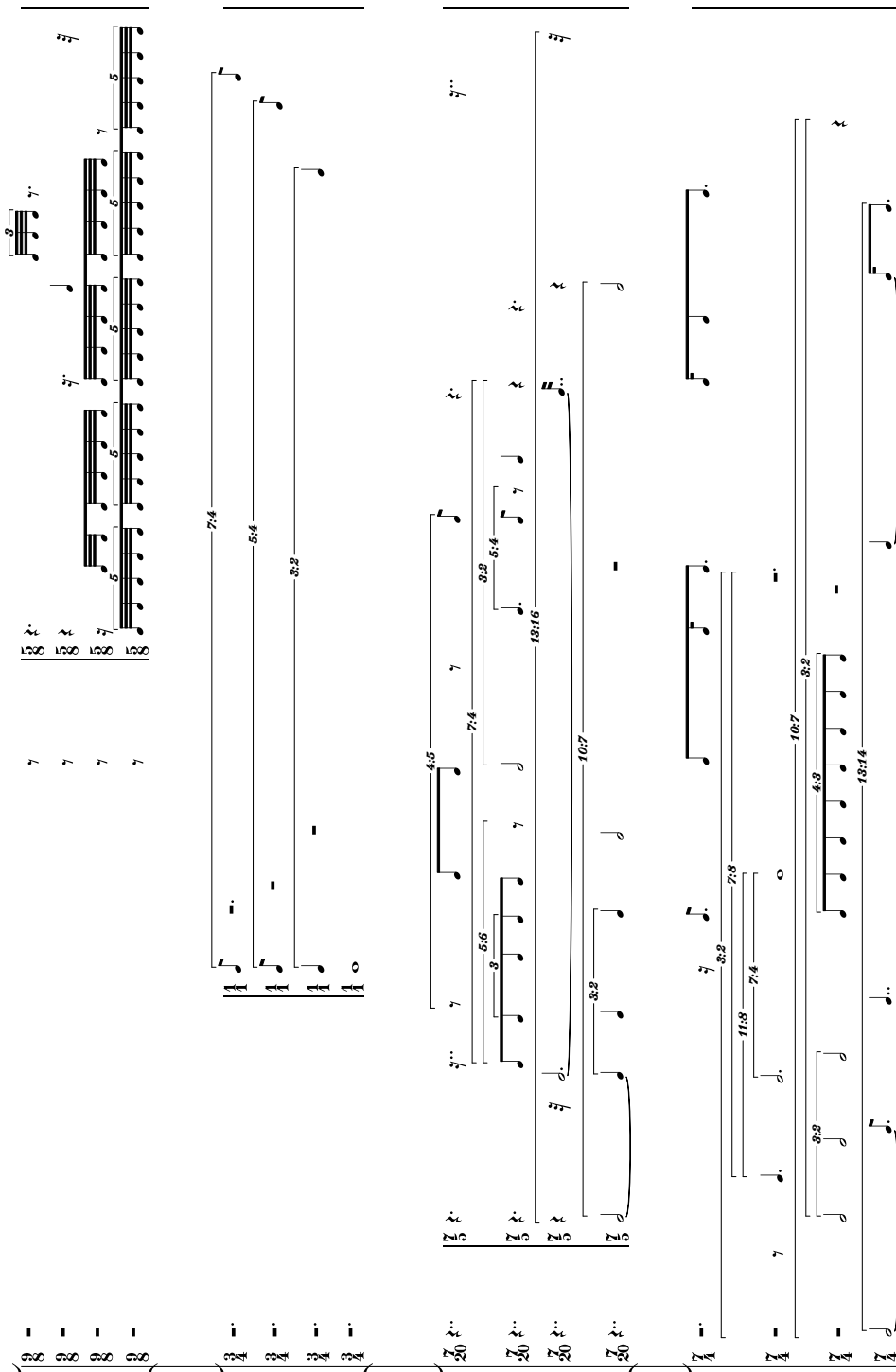


FIGURE 4.104: Représentation symbolique du complexe de blocs de la

Figure 4.102

Cette opération pourrait aussi être appliquée sur des « complexes de complexes de complexes » mélangeant les *blocs* simples. Par conséquent, on obtient des structures rythmiques assez élaborées.

## 4.8 « ars combinatoria »

On peut désormais considérer que tout ou partie de chaque entité temporelle (forme, mesure, subdivision) est réductible à une *Unité Temporelle*. Cela a pour conséquence une grande potentialité sur le plan opératoire, en particulier dans le champs combinatoire. Nous présentons ici des exemples d'opérations sur les *Unités Temporelles* dans un contexte polyphonique, allant du cas particulier jusqu'au plus général.

Nous partirons pour ces exemples d'une transformation intermédiaire <sup>43</sup> d'une *Unité Temporelle* subdivisée par autoréférencement en rotation circulaire des proportions (3 4 5 7). La structure obtenue est visible sur la **Figure 4.105**.



FIGURE 4.105: *Unité Temporelle* de  $\frac{10}{1}$  subdivisée par autoréférencement.

Partant d'une *Unité Temporelle composée complexe* de  $\left(\frac{10}{1}\right)_{(3\ 4\ 5\ 7)}$ , nous lui appliquerons l'opération itérative de permutation circulaire suivante :

$$\sigma = \begin{pmatrix} a & b & c & d \\ b & c & d & a \end{pmatrix}$$

donnant cette expression :

$$\left(\frac{10}{1}\right)_{(3\ 4\ 5\ 7)} \left\{ \begin{array}{l} i=1, 4 \\ j \text{ in } s \\ s := (j (\sigma^i)) \parallel \end{array} \right\} \Rightarrow \left(\frac{10}{1}\right)_{((3\ (4\ 5\ 7\ 3))\ (4\ (5\ 7\ 3\ 4))\ (5\ (7\ 3\ 4\ 5))\ (7\ (3\ 4\ 5\ 7)))}$$

FIGURE 4.106: *Rotations* récursives sur  $\left(\frac{10}{1}\right)_{(3\ 4\ 5\ 7)}$

Notons le signe de *concaténation*  $\parallel$  permettant de concaténer tous les résultats dans une seule *Unité Temporelle*.

Dans un premier temps, des nouvelles *Unités Temporelles* seront déduites des *subdivisions* de cette transformation intermédiaire par l'opération de *décomposition* (voir **Figure 4.107**).

<sup>43</sup>. La transformation intermédiaire étant l'étape où l'*Unité Temporelle* comporte déjà des subdivisions non encore transformées en nouvelles *unités*.

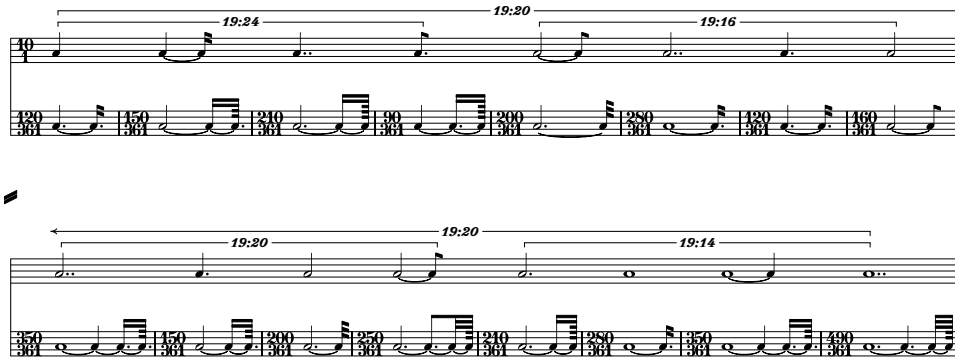


FIGURE 4.107: Unités Temporelles fondamentales déduites de l'Unité Temporelle composée initiale de la Figure 4.105

soit :

$$s = \begin{pmatrix} (3 \ 4 \ 5 \ 7 \ 3) & (4 \ 5 \ 7 \ 3 \ 4) \\ (5 \ 7 \ 3 \ 4 \ 5) & (7 \ 3 \ 4 \ 5 \ 7) \end{pmatrix}$$

$$\underline{\left(\frac{10}{1}\right)}_{(s)} \Rightarrow \left[ \begin{array}{c|c|c|c|c|c|c} \left(\frac{120}{361}\right) & \left(\frac{150}{363}\right) & \left(\frac{210}{361}\right) & \left(\frac{90}{361}\right) & \left(\frac{200}{361}\right) & \left(\frac{280}{361}\right) & \\ \left(\frac{120}{361}\right) & \left(\frac{160}{361}\right) & \left(\frac{350}{361}\right) & \left(\frac{150}{361}\right) & \left(\frac{200}{361}\right) & \left(\frac{250}{361}\right) & \\ \left(\frac{210}{361}\right) & \left(\frac{280}{361}\right) & \left(\frac{350}{361}\right) & \left(\frac{490}{361}\right) & & & \end{array} \right]$$

FIGURE 4.108: Rotations récursives sur  $\left(\frac{10}{1}\right)_{(3 \ 4 \ 5 \ 7)}$

### 4.8.1 Canon régulier

Pour créer un canon, on calculera dans un premier temps le départ des différentes voix en concaténant successivement toutes les Unités Temporelles par une opération d'addition (voir Figure 4.109).

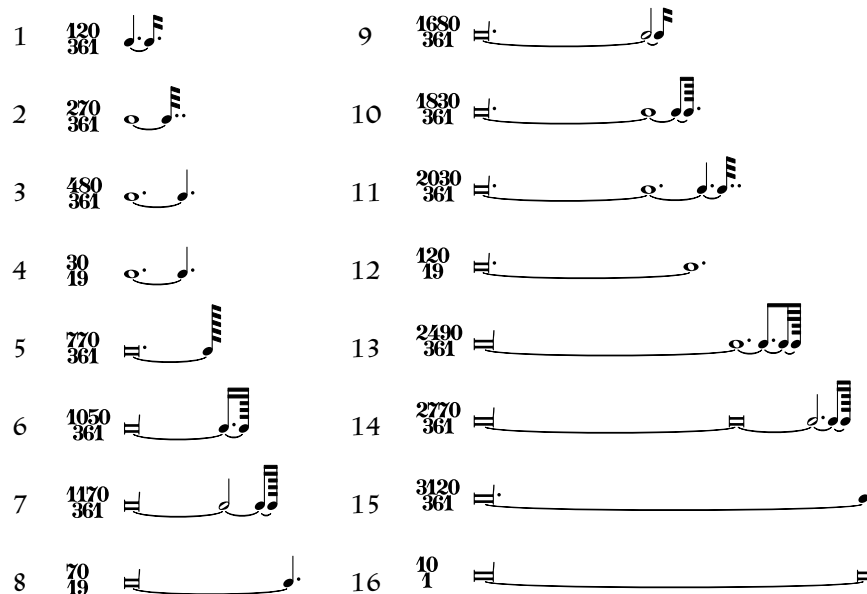


FIGURE 4.109: Concaténation des Unités Temporelles de la Figure 4.105 pour calculer le départ des voix d'un canon (huit premières voix).

Chacune des voix est alors convertie en silence, à laquelle lui succède l'Unité Temporelle originale (la transformation intermédiaire de la Figure 4.105). Le canon résultant est visible sur la Figure 4.110.

The image displays a musical score for a canon in voice, consisting of eight staves. Each staff begins with a rhythmic marking and a time signature, followed by a melodic line. The markings and time signatures are as follows:

- Staff 1: 19:24, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 2: 19:24, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 3: 19:24, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 4: 19:24, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 5: 19:24, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 6: 19:24, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 7: 19:24, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 8: 19:24, 19:16, 19:20, 19:14

The notation includes various note values, rests, and bar lines, indicating a complex rhythmic structure. The overall style is that of a traditional musical score for a vocal canon.

FIGURE 4.110: Canon régulier en série linéaire (huit premières voix).

En partant de la notation de la **Figure 4.108**, on obtient l'ensemble des  $\mathcal{UT}$ s de la *décomposition* que l'on nommera  $\mathcal{UT}$  tel que :  $\mathcal{UT} = (ut_1, ut_2, \dots, ut_n)_{(r)}$  où  $n = 16$  représentant les seize figures de notes de notre  $\mathcal{UT}$  principale transformées en silences (d'où l'indice  $(s)$ ). L'ensemble de l'opération de sept homothéties avec l' $\mathcal{UT}$  principale incluse en tête serait formulée ainsi :

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} \right] \\ \left[ ut_1 \ \& \ \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} \right] \\ \left[ (ut_1 + ut_2) \ \& \ \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} \right] \\ \vdots \\ \left[ \left( \sum_{k=1}^i ut_k \right) \ \& \ \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} \right] \\ \vdots \\ \left[ \left( \sum_{k=1}^7 ut_k \right) \ \& \ \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} \right] \end{array} \right.$$

FIGURE 4.III: Notation condensée du canon régulier de la **Figure 4.110**

#### 4.8.2 Translations homothétiques

Le deuxième exemple part du même principe que le premier quant à la synchronisation du début de chaque voix, seulement dans le cas présent, à chaque entrée des voix, on utilisera le principe de l'*addition* et de la *soustraction* pour mettre à l'échelle (*scaling*) chaque voix, de façon à les resserrer au fur et à mesure de part et d'autre afin d'établir un rapport homothétique<sup>44</sup> entre elles. Le « resserrement » de chacune des voix est ici aussi relatif aux proportions de l'*Unité Temporelle* initiale.

Nous utilisons pour cela une fonction appelée *homothetia*, qui de manière générale sert pour toute mise à l'échelle d'une *Unité Temporelle* par rapport à d'autres.

44. À ce propos, Jean-Étienne Marie (*Trois discours sur le musical*, p. 41) explique le principe de l'homothétie généralisée sur tous les paramètres de la façon suivante :

Cette application du principe d'homothétie au tétraèdre hauteur, durée, dynamique, systématise l'une des tendances les plus fondamentales de la musique occidentale, bien que paradoxalement elle n'ait jamais vu d'autre possibilité de s'exprimer, à travers les sons que sous forme de premiers balbutiements. Elle propose la synthèse de trois courants de pensée visant à la manipulation des notions :

1. de correspondance bi-univoque de termes d'échelles distinctes
2. de contractions ou dilatations
3. de proportionnalité

Cette fonction prend comme arguments :

- une voix initiale (représentée par un *arbre rythmique*).
- une liste d'indices représentant la région (exprimée en *Unité Temporelle* de référence à l'intérieur de cette même voix) sur laquelle les nouvelles *unités* seront mises à l'échelle.
- un *offset* <sup>45</sup> (également exprimé en *Unité Temporelle* de référence).

Elle renvoie, sous forme d'un *arbre rythmique*, une nouvelle voix calculée par homothétie et décalée sur les *Unités Temporelles*. (C'est cette fonction qui est notamment utilisée pour la réalisation du canon présenté précédemment, utilisant uniquement le décalage des *offsets*).

À partir de notre transformation intermédiaire initiale (Figure 4.105), qui comprenait 16 *unités*, on peut par exemple resserrer celles-ci sur la durée cumulée des *unités* allant de la deuxième jusqu'à l'avant dernière en utilisant pour région la liste (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14) et pour *offset* (0) <sup>46</sup>. La Figure 4.112 montre le résultat de cette opération.



FIGURE 4.112: Homothétie, de l'*Unité Temporelle* mise à l'échelle entre la deuxième et l'avant-dernière de ses subdivisions.

En utilisant une liste de listes pour arguments de la fonction *homothetia*, il est possible d'appliquer celle-ci récursivement sur les nouvelles voix générées, produisant un ensemble de voix. Avec la liste de régions ((1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14) (2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13) (3 4 5 6 7 8 9 10 11 12) (4 5 6 7 8 9 10 11) (5 6 7 8 9 10) (6 7 8 9) (7 8)) et la liste d'onsets ((0) (0 1) (0 1 2) (0 1 2 3) (0 1 2 3 4) (0 1 2 3 4 5) (0 1 2 3 4 5 6)), on obtient une polyphonie dans laquelle les voix se resserrent entre la deuxième et l'avant dernière proportion, entre la troisième et l'avant-avant dernière, et ainsi de suite. Celle-ci est visible sur la Figure 4.113.

45. Unité de décalage.

46. L'indice zéro représentant la première valeur de l'énoncé initial.



Figure 4.113 illustrates the creation of a polyphonic structure through recursive homotheties. The score is composed of seven staves, each representing a different level of the recursive construction. The music is written in a single melodic line with various time signatures and annotations. Brackets indicate the recursive relationships between segments. The time signatures and annotations are as follows:

- Staff 1: 19:24, 19:20, 19:16, 19:14
- Staff 2: 19:24, 304:375, 19:16, 19:14
- Staff 3: 19:24, 19:16, 608:625, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 4: 19:24, 19:16, 1216:1005, 19:16, 19:20, 19:14
- Staff 5: 19:24, 19:16, 38:45, 19:20, 19:14
- Staff 6: 19:24, 19:16, 304:315, 19:16, 19:24, 19:20, 19:14
- Staff 7: 19:24, 19:16, 152:195, 19:24, 19:16, 19:20, 19:14, 304:255, 19:24, 19:16, 19:20, 19:14

FIGURE 4.113: Homothéties récursives : création d'une polyphonie.

Cette opération peut être exprimée dans notre notation condensée ainsi :

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} \right] \\ \left[ ut_1 \& \left( \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} - (ut_1 + ut_{16}) \right) \right] \\ \left[ (ut_1 + ut_2) \& \left( \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} - (ut_1 + ut_2 + ut_{15} + ut_{16}) \right) \right] \\ \vdots \\ \left[ \left( \sum_{k=1}^i ut_k \right) \& \left( \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} - \sum_{k=1}^i (ut_k + ut_{16-k+1}) \right) \right] \\ \vdots \\ \left[ \left( \sum_{k=1}^7 ut_k \right) \& \left( \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} - \sum_{k=1}^7 (ut_k + ut_{16-k+1}) \right) \right] \end{array} \right.$$

FIGURE 4.114: Notation condensée de l'homothétie de la **Figure 4.113**

### 4.8.3 Canon prolotionnel

À partir du principe d'homothétie, on peut réaliser un canon similaire à celui que l'on trouve dans la **Figure 4.110** à la seule différence que dans celui-ci toutes les voix se terminent ensemble<sup>47</sup>. Pour se faire, on « comprime » à fur et à mesure les voix de telle façon qu'à chaque itération canonique, la ligne rythmique devient plus rapide comme le montre la **Figure 4.115** :

<sup>47</sup>. Dans cet exemple, on utilise l'Unité Temporelle de 50/1 de la **Figure 4.117** pour plus de lisibilité.

The figure displays a musical score for an eight-voice canon. It consists of eight staves of vocal parts, each with a unique time signature. The staves are arranged vertically, with the top staff having a time signature of 50 and the bottom staff having a time signature of 361. The score includes various time signature markings such as 19:24, 19:16, 19:20, 19:14, 19:25, 19:22, 19:21, 19:23, 19:26, 19:17, 19:18, 19:19, 19:27, 19:28, 19:29, 19:30, 19:31, 19:32, 19:33, 19:34, 19:35, 19:36, 19:37, 19:38, 19:39, 19:40, 19:41, 19:42, 19:43, 19:44, 19:45, 19:46, 19:47, 19:48, 19:49, 19:50, 19:51, 19:52, 19:53, 19:54, 19:55, 19:56, 19:57, 19:58, 19:59, 19:60, 19:61, 19:62, 19:63, 19:64, 19:65, 19:66, 19:67, 19:68, 19:69, 19:70, 19:71, 19:72, 19:73, 19:74, 19:75, 19:76, 19:77, 19:78, 19:79, 19:80, 19:81, 19:82, 19:83, 19:84, 19:85, 19:86, 19:87, 19:88, 19:89, 19:90, 19:91, 19:92, 19:93, 19:94, 19:95, 19:96, 19:97, 19:98, 19:99, 19:100. The score also includes various musical notations such as clefs, notes, rests, and bar lines.

FIGURE 4.115: Canon prolationnel à huit voix.

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} \right] \\ \left[ ut_1 \& \left( \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} - ut_1 \right) \right] \\ \left[ (ut_1 + ut_2) \& \left( \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} - (ut_1 + ut_2) \right) \right] \\ \vdots \\ \left[ \left( \sum_{k=1}^i ut_k \right) \& \left( \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} - \sum_{k=1}^i (ut_k) \right) \right] \\ \vdots \\ \left[ \left( \sum_{k=1}^7 ut_k \right) \& \left( \left( \frac{10}{1} \right)_{(s)} - \sum_{k=1}^7 (ut_k) \right) \right] \end{array} \right.$$

FIGURE 4.II6: Notation condensée du canon prolotionnel de la  
Figure 4.II5

#### 4.8.4 Monnayages

À l'origine, le monnayage « déjà pratiqué par les Grecs sous le nom de dissolution » consiste dans la subdivision « en durées plus petites des longues et même des brèves »<sup>48</sup>. Mais pour nous, c'est le procédé qui consiste à monnayer (à substituer) une figure (ou un groupe de figures) par un autre groupe de figures. Il peut être vu comme la généralisation du procédé d'homothétie vu précédemment. Il s'agit d'un autre ordre d'engendrement proliférant en relation externe de couplages, et d'une nature plus complexe que les précédents.

Nous utiliserons pour cet exemple la même *Unité Temporelle* que nous avons vu dans les exemples précédents mais d'une autre magnitude, ici de 50/1 (voir Figure 4.II7).

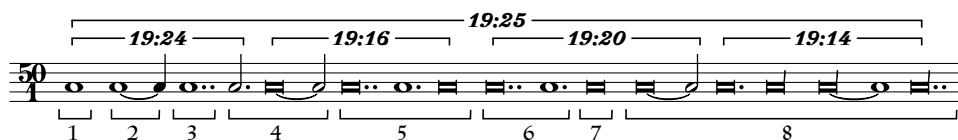


FIGURE 4.II7: *Unité Temporelle* initiale de 50/1.

Pour réaliser le monnayage, nous utilisons dans un premier temps une liste figurant le groupement (par additions) des subdivisions de cette *Unité Temporelle*. La liste de regroupements suivante produit par exemple huit nouvelles *Unités Temporelles* :

((0) (1) (2) (3 4) (5 6 7) (8 9) (10) (11 12 13 14 15))

48. Olivier MESSIAEN, *Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie* : (1949-1992) : en sept tomes, p. 237.

Le résultat de ce regroupement est illustré sur la [Figure 4.118](#).



FIGURE 4.118: Concaténation par addition.

Une autre liste indique alors une série d'engendrement autoréférentiels représentant les différents monnayages à partir d'une *Unité Temporelle* initiale (exprimées en indices des subdivisions) :

((0 1 2) (1 2 3) (2 3 4 5) (3 4 5 6 7) (4 5 6 7 8) (6 7 8 9 10)  
(7 8 9 10 11 12) (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15))

Cette liste sera donc mise en rapport avec la liste de regroupement des subdivisions pour la création d'une nouvelle voix « monnayée ». Ici, les trois premiers éléments de l'*Unité Temporelle* seront déployés sur la durée du premier, puis les éléments 1, 2, 3 seront déployés sur la durée du suivant, et ainsi de suite. À la fin, on voit que l'intégralité de la structure de (l'*unité* 0 à 15) est déployée sur la durée ajoutée des *unités* 11 à 15. La [Figure 4.119](#) montre la superposition de la voix monnayée obtenue avec l'*Unité Temporelle* initiale.

FIGURE 4.119: Huit Unités Temporelles de regroupement.

Nous avons vu d'une manière non exhaustive quelques opérations réalisables sur les *Unités Temporelles*. Elles sont à considérer comme de nouveaux potentiels pour la réalisation de matériau résultant du principe même d'*Unité Temporelle*. Celui-ci est ainsi pris comme élément constitutif d'une nouvelle grammaire. Nous verrons dans le chapitre suivant l'articulation que peuvent avoir les *Unités Temporelles* dans un cadre formel par delà les processus aperçus dans ce chapitre.



## Chapitre 5

# Objets temporels et « unité compositionnelle »

*« Il est possible enfin, d'imaginer une composition tout entière comme un seul spectre de temps de durée fondamentale unique, d'une seule « tonalité », comme cela était effectivement bien le cas dans la musique tonale. (Cela, bien sûr, ne doit pas être confondu avec les compositions sérielles, qui, pour être jouables, ont été notées d'un bout à l'autre dans le même mètre, mais dans lesquelles la fonction originale d'un mètre fondamental constant a été abolie; du même coup, l'appréhension d'accents de mesure à l'intérieur de cela n'a pas de sens et introduit une distorsion : nous rencontrons en effet systématiquement le principe de la métrique et de la rythmique « tonale » dès qu'une durée fondamentale constante détermine de manière perceptible certaines parties d'une œuvre ou une œuvre tout entière, même si ce mètre est effacé à l'extrême par des syncopes émancipées). »*

- K. Stockhausen, « ... comment passe le temps... »<sup>1</sup>

Dans *Guide to Kulchur* Ezra Pound affirme que « le véritable musicien a le sens de la division temporelle et/ou de la durée. La moindre altération, voulue ou non, de ce phénomène pour des raisons qui ne sont pas inhérentes au schéma du compositeur, aboutit à une mauvaise musique, une mauvaise interprétation. »<sup>2</sup>

On relèvera dans cette citation les deux notions de « division temporelle » et de « schéma du compositeur » en omettant volontairement tout ce qui se rapporte à des jugements de valeur concernant la qualité de musique et de son interprétation. Ce qui nous importe ici est la question de la temporalité et de sa relation avec la forme, et ce, dans ses deux dimensions conceptuelle et perceptive.

Par « le sens de la division temporelle et/ou de la durée » il faut entendre, ce qui aurait rapport au temps musical, et plus précisément, en se référant à Husserl, à la perception « d'objets temporels » *Zeitobjekt*. Par « le schéma du compositeur » nous comprenons cela comme la projection voulue de ce qui pourrait être une *gestalt*, appelée plus communément « forme musicale » et que nous nous référerons comme « unité compositionnelle » par opposition à la notion de division. Nous verrons plus loin et

1. Karlheinz STOCKHAUSEN, « ... comment passe le temps... », p. 46.

2. Ezra POUND, *Guide to kulchur*. T. 257. New Directions Publishing, 1952.



plus précisément la justification de ce choix. Ces deux notions nous renvoient à l'espace musical dans son sens le plus général : l'espace de l'écriture ; l'espace de la partition ; l'espace temporel.

Nous soulignerons également, la dualité de la nature de ces notions de par leur articulation commune : l'objet temporel en tant qu'objet perçu et objet conçu. La forme comme construction originelle (*abstraction*) et déconstruction générative (comme *concrétion*).

Considérer l'œuvre musicale dans sa forme en tant qu'agencement d'objets temporels soulève la question de son unité. Qu'est-ce qui fait qu'une œuvre soit comprise comme un tout, autant sur le plan de sa conception que celui de sa perception. Cette problématique est sans doute la plus proche de l'idée que l'on se fait de la forme musicale en général. C'est sans doute aussi, la caractérisation la plus « *esthétisante* » de la notion de forme musicale qui est moins d'ordre structurale mais plus portée sur la question du « style ». C'est plus un jugement de valeur qu'une définition propre à celle de notion de forme rendue possible par la temporalité.

## 5.1 De la division temporelle et les objets temporels

La division temporelle pourrait donc se comprendre comme étant un paradigme à partir duquel une organisation de proportions de durées se fonde comme système (mètres, séries, rythmes, etc.)



FIGURE 5.1: Série d'Unités Temporelles

Par conséquent, une division temporelle pourrait contenir d'autres subdivisions temporelles et pourrait elle-même en soi appartenir à une division temporelle. Elle peut donc se placer à tout niveau de la hiérarchie formelle, comme élément constitutif de la forme, et pourrait même être la forme en soi. Les « divisions temporelles » sont à proprement parler des « objets temporels ». Nous utiliserons donc le concept d'*Unité temporelle* pour l'écriture symbolique et la manipulation de ces objets. L'ensemble des divisions temporelles que nous nommerons « unité compositionnelle », plus généralement, ce qui constitue la forme, n'existe en tant que forme, que par son écriture, sa projection, son déploiement dans un espace qui devient formel une fois « déployé » comme tel.

### 5.1.1 Les Unités Temporelles comme éléments formels.

Dans l'absence de forme musicale prédéterminée, à savoir classique, comme l'était la forme sonate, ou toute autre forme binaire, une des préoccupations la plus récurrente chez le compositeur, est la notion d'unité, ou « qu'est-ce qui fait forme ? », où est la délimitation perceptive d'une section à une autre, qu'est-ce qui fait fragment. L'éclatement des modèles formels et leur riche exploration dans les formes abstraites et extra-temporelles, ont sans doute abouti à des concepts formels nouveaux, tel le pointillisme, conduisant à la théorie des groupes, puis aux

*Momente*, le flux aléatoire et stochastique, ou enfin la forme ouverte, mais cependant, ceci a laissé en suspend la question de l'unité de l'œuvre pour aboutir à la non-œuvre, l'installation sonore qui devient une production extra-musicale dans son essence et perd donc toute notion de *responsabilité*<sup>3</sup>.

Plutôt que d'aborder le temps musical comme durée déjà perçue en soi, nous procéderons à partir d'une abstraction : la durée objectale. N'ayant pas de durée fixe, mais plutôt un potentiel de durée rapporté au concept d'*Unité Temporelle*, les *Unités Temporelles* seront donc les composantes, les constituants les plus élémentaires de l'écriture du temps musical. Toutefois, il faut garder à l'esprit qu'une *Unité Temporelle* unique n'est pas un objet temporel mais une entité temporelle abstraite donnée sous forme de proportion objectale qui ne prendra pleinement son sens que dans son « avant » et son « après », comprendre par là, comme élément contextuel, relatif à d'autres *Unités Temporelles* successives ou antécédentes. En d'autres termes, l'*Unité Temporelle* ne prend sens que dans un contexte où elle se trouve confrontée à d'autres *Unités Temporelles*. Une *Unité Temporelle* n'est ni plus ni moins qu'une proportion abstraite qui « prend temps » une fois mise en rapport avec d'autres objets temporels qu'ils soient de même nature ou non<sup>4</sup>.

Nous donnerons un exemple de génération formelle à partir de transformations déjà décrites dans [Section 4.4.6: l'autogénération](#), (p. 109). Considérons déjà la séquence d'*Unités Temporelles fondamentales* suivante<sup>5</sup> :

3. Boulez en parlant du concept du *métier* de compositeur, soulève la notion de *responsabilité* quand à l'écriture (du langage), une notion sous-jacente

La notion de *responsabilité* – responsabilité stylistique – est à la base de toute écriture. Si elle disparaît, la cohérence et le style s'effondrent immédiatement. La responsabilité s'effectue au travers des règles générales qui font que, d'une note ou d'un ensemble de notes, on peut déduire systématiquement une autre note, un autre ensemble de notes. C'est pourquoi il me semble que lorsqu'on introduit des éléments aléatoires, puis le pur hasard, dans la rencontre des sons eux-mêmes, dans leur manipulation, lorsque le matériau n'a plus été choisi mais accepté de l'extérieur, on a oublié cette donnée fondamentale du langage qui est la responsabilité de tout élément par rapport à un autre dans un système cohérent. Déduire un motif d'un autre, déduire la dimension verticale de la dimension horizontale, déduire par un contrôle instantané, un intervalle d'un autre, telles me paraissent les conditions absolument indispensables à la cohérence, et donc à la *nécessité* du langage (Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 49).

4. On pourrait imaginer des éléments de natures sonores échappant aux critères pouvant les assimiler comme *Unités Temporelles* (comme par exemple, des sons concrets, ou électroniquement fixés sur bande), et donc de niveau d'abstraction temporel telle que des événements sonores qui auraient comme seule qualité temporelle leur durée « calculable » échappant à l'abstraction temporelle formelle.

5. Ce dispositif formel est utilisé dans une de nos compositions : le *Klavierstück Nr. 2*

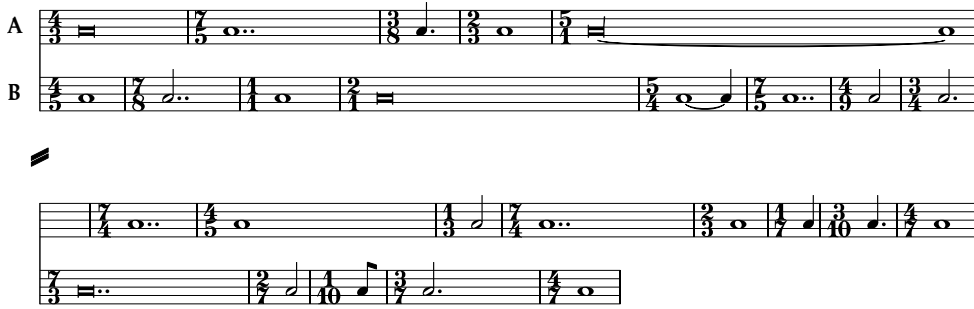


FIGURE 5.2: Unités Temporelles fondamentales construites sur deux périodes de *Pisano*.

Cette séquence est composée à partir de périodes de *Pisano*<sup>6</sup> dont la caractéristique est la périodicité obtenue à partir de séries de Fibonacci à modulo  $m$  donné, engendrant des séries qui pourraient être défectueuses (ne comprenant pas toute la série de nombres de 1 à  $m$ ) ou non, et donc, ont leurs propres particularités. Nous utiliserons ces séries afin d'engendrer à partir d'elles des séries de *Tempus* qui nous serviront comme *divisions temporelles* pour la construction de notre forme.

Nous avons choisi d'assigner aux numérateurs de nos *Tempus* la période suivante :

$$\pi_1 = F(47)_{(mod\ 8)} \rightarrow (4\ 7\ 3\ 2\ 5\ 7\ 4\ 3\ 7\ 2\ 1\ 3) \text{ [12 éléments]}$$

La période  $\pi_1$  engendre une série de 12 éléments. Elle est par ailleurs défectueuse et ne comprend pas les entiers 6 et 8<sup>7</sup>. Pour les dénominateurs des *Tempus* il sera choisi la période suivante :

$$\begin{aligned} \pi_2 = F(35)_{(mod\ 10)} \rightarrow & (3\ 5\ 8\ 3\ 1\ 4\ 5\ 9\ 4\ 3\ 7\ 10\ 7\ 7\ 4\ 1\ 5\ 6\ 1\ 7\ 8\ 5\ 3\ 8 \\ & 1\ 9\ 10\ 9\ 9\ 8\ 7\ 5\ 2\ 7\ 9\ 6\ 5\ 1\ 6\ 7\ 3\ 10\ 3\ 3\ 6\ 9\ 5\ 4\ 9 \\ & 3\ 2\ 5\ 7\ 2\ 9\ 1\ 10\ 1\ 1\ 2) \\ & \text{[60 éléments]} \end{aligned}$$

Nous pouvons remarquer que la période  $\pi_2$  n'est pas défectueuse comme l'est  $\pi_1$ . Néanmoins on peut constater une des caractéristique de cette série consistant dans la distribution des entiers la comprenant et qui forme elle-même une périodicité :

- [1 : 8 occurrences]
- [2 : 4 occurrences]
- [3 : 8 occurrences]
- [4 : 4 occurrences]
- [5 : 8 occurrences]
- [6 : 4 occurrences]
- [7 : 8 occurrences]
- [8 : 4 occurrences]
- [9 : 8 occurrences]
- [10 : 4 occurrences]

6. cf. *The arithmetical theory of linear recurring series* de Morgan WARD, *Fibonacci series modulo m* de Donald D. WALL et *Fibonacci sequences modulo m* de Agnes ANDREASSIAN.

7. Notons que le résultat de modulo  $n$  est incrémenté de 1, afin d'éviter la division par zéro lors de la formation des *Tempus*.

ce qui n'est pas le cas de  $\pi_1$  :

- [1 : 1 *occurrences*]
- [2 : 2 *occurrences*]
- [3 : 3 *occurrences*]
- [4 : 2 *occurrences*]
- [5 : 1 *occurrences*]
- [6 : 0 *occurrences*]
- [7 : 3 *occurrences*]
- [8 : 0 *occurrences*]

La génération des *Tempus* des *Unités Temporelles* se fait par combinaison des deux séries périodiques  $\pi_1$  et  $\pi_2$  sans toutefois aller au recouvrement des deux cycles. Seulement les premiers 13 termes de chaque série sont utilisés pour la construction de cette séquence. Pour les voix séquentiellement superposées, une permutation circulaire de la série  $\pi_2$  (celle concernant les dénominateurs) est appliquée.

À ces deux différents flux temporels seront appliquées des transformations (ou non) prenant en compte leur *Tempus* respectifs. On aurait le choix de garder l'*Unité Temporelle* inchangée, ou de la transformer en *Unité Temporelle* « muette », en une *Unité Temporelle* de silence. Pour les transformations, nous utiliserons principalement la *subdivision*. La *subdivision* sera soit « libre », c.-à-d. décomposée par des proportions en dehors de toute référence au matériau donné, soit spécifiquement lié à celui-ci, et que l'on appellerait *subdivision référentielle*. Cette dernière aura rapport au matériau le caractérisant principalement : le *Tempus*. Les *subdivisions* prendrons comme référence soit le *Tempus* actuel de l'*Unité Temporelle* à transformer, soit l'antécédente ou la consécutive comme référence temporelle « passée » ou à « avenir. Nous avons donc élaboré une syntaxe décrivant ces transformations sous forme de liste d'ordre de transformation qui s'adressera séquentiellement à chaque *Unité Temporelle* donnée. La séquence des *Unités Temporelles fondamentales* sera prise non pas comme une séquence linéaire, mais plutôt comme un « ruban », une séquence circulaire. Les notations des transformations sont les suivantes :

- *d* : pour une *Unité Temporelle fondamentale* inchangée.
- *r* : pour la transformation de l'*UT* en silence. Pour une *UT* de *Tempus*  $\frac{5}{7}$  on obtiendra donc :

$$\left( -\frac{5}{7} \right)$$

- *p* : pour la *subdivision* de l'*UT* en *UT* « pulsée ». La même *UT* devient donc :



- *f<sub>p</sub>* : pour la *subdivision* de l'*UT* en *UT* « pulsée » en gardant uniquement la première *prolatio*. Le reste de l'*UT* sera composée de silence :



- ( $s < proportions >$ ) : L'Unité Temporelle sera « composée » par les proportions données sous forme de liste de *prolationis*. Pour une même UT avec la transformation :

$$(s (1 (1 (1 - 2)) 2))$$

on obtient :

$$\left(\frac{5}{7}\right)_{(1(1(1-2))2)}$$

donnant la représentation symbolique suivante :

$$\begin{array}{c} \overbrace{\quad\quad\quad}^{4:5} \\ \overbrace{\quad\quad}^{3-} \\ \underline{\underline{5}} \quad \underline{\underline{7}} \quad \underline{\underline{3}} \quad \underline{\underline{2}} \quad | \end{array}$$

Pour la partie de transformation en *subdivisions référentielles*, la syntaxe est constituée de deux expressions sous forme de liste. Construite dans une syntaxe empruntée à celle des *arbres rythmiques* (cf. **Annexe 2, p. 275**), la première liste indique les *subdivisions en proportions*. Ces *subdivisions* pourraient être aussi récursives, à plusieurs niveaux de *subdivisions* à l'instar des *arbres rythmiques*. La deuxième expression sous forme d'une liste simple indiquera la *subdivision en pulsation égales* selon l'indice de référence donnée. La plus simple procédure pourrait être exprimée ainsi :

$$((p1_n (n1_n d1_n)) ((p2_n (n2_n d2_n\dots)))$$

où :

- $p1_n$  et  $p2_n$  sont les pointeurs indiquant la référence principale de l'opération. 0 étant l'Unité Temporelle courante à transformer, -1 la précédente, 1 la suivante. On peut déplacer le pointeur à n'importe quel indice de position de la séquence.  $p1_n$  et  $p2_n$  peuvent aussi « pointer » vers toute autre Unité Temporelle de la séquence.
- $n1_n$  et  $n2_n$  dans les deux listes d'instructions se rapportent aux numérateurs d'un *Tempus* donnée à partir du pointeur donné. L'indice <sup>8</sup> $n$  des numérateurs peut indiquer le *Tempus* de l'Unité Temporelle courante se trouvant sur le pointeur, dans ce cas l'indice est = 0, ou celui précédent, l'indice sera = -1, ou enfin l'indice indiquera le *Tempus* consécutif sous le pointeur qui prendra la valeur de 1. Dans l'absence d'indice, on considérera le numérateur courant du pointeur  $p$ .
- $d1_n$  et  $d2_n$  renvoient aux dénominateurs respectifs des *Tempus*, (les indices ayant la même fonction que celles des numérateurs).
- Dans la première expression, (celle indiquant les proportions), il est possible d'avoir des numérateurs et dénominateurs « négatifs » indiquant une proportion de silence et non de durée. Dans ce cas, la deuxième expression devra prendre en compte la présence de ces derniers, et donc omettre la *subdivision*.

À ces deux différents « flux temporels » sera donc appliqué un même schéma de propriété de transformations rythmiques représentant une « partition de transformation » selon la notation de transformation déjà décrite plus haut (cf. p. 163) formant ainsi un « canon transformationnel » qui n'a pas l'intention d'être perceptible.

8. Entendre par indice, l'indice du pointeur du positionnement dans la liste des numérateurs/dénominateurs.

1	$((0 ((n (n_{-1} (d_{-1} (d n)))) - d))$
2	$((0 ((n (n_{-1} d_{-1})) - d))(1(n d)))$
3	$((0 (n - d)))$
4	$((0 (n d))(0(d n)))$
5	$(s ((3 (4 5 7 3))(4 (5 7 3 4))(5 (7 3 4 5))(7 (3 4 5 7))))$
6	$((-1 (n d))(-1(n_1 n_1)))$
7	$r$
8	$((-2 (n_{-1} d_{-1}))(-2 (d n)))$
9	$f_p$
10	$((-3 (n d))(-3 (d n)))$
11	$d$
12	$(s (1 2 - 3 4))$
13	$f_p$

FIGURE 5.3: « Partition » de transformations rythmiques appliquées à deux flux temporels différents

La « partition » de la Figure 5.3 prend comme modèle la *machine de Turing* où le pointeur  $p$  se déplacerait incrémentalement à partir de la première  $\mathcal{UT}$  donnée à la dernière et donc où  $p =$  toujours à 0. La transcription de cette expression est représentée symboliquement dans la Figure 5.4

The image displays two musical staves, labeled A and B, representing different temporal flows of the same piece. Each staff is divided into measures with various time signatures and durations indicated by brackets and numbers.

**Staff A:**

- Measures 1-2: 7:8, 11:8, 7:4
- Measure 3: 3:2
- Measures 4-5: 6:7, 4:3
- Measures 6-7: 11:12, 3:2, 5:4
- Measures 8-9: 15:14, 9:7
- Measures 10-11: 19:20, 19:24
- Measures 12-13: 19:20, 19:16

**Staff B:**

- Measures 1-2: 19:16, 19:20
- Measures 3-4: 19:20, 19:14
- Measures 5-6: 19:20, 19:14
- Measures 7-8: 7:5, 9:7, 7:4
- Measures 9-10: 9:6, 7:4
- Measures 11-12: 6:7, 7:5
- Measures 13-14: 9:8, 5:4, 4:5
- Measures 15-16: 5:6
- Measures 17-18: 9:8, 8:9

FIGURE 5.4: Deux flux temporels différents avec même partition de transformations (plan formel du *Klavierstück* Nr. 2).

## 5.2 L'unité compositionnelle

On peut définir la forme musicale d'une manière générale, comme étant un parcours linéaire (ou non) de divisions temporelles conduisant vers une « unité compositionnelle ». Ce parcours se traduit par :

- *Abstraction* : la conception et toutes dérivations possibles (ouvertes ou fermées).
- *Finalité* : le « rendu », la quantification, la partition.
- *Perception* : l'interprétation et l'écoute.

Une fois formulée, la question qui se pose de suite quant au rapport de la forme par rapport à son achèvement est la suivante : qu'est-ce qui fait l'unité de la forme, même quand elle est fragmentaire ? Pour formuler ceci différemment, quand peut-on parler d'une forme achevée, ou, au contraire, de forme « inachevée » ? Qu'en est-il de la forme ouverte par opposition à la forme « fermée » ?

On a composé au cours de ces années des formes musicales très éloignées des schémas de la forme dramatique tendue vers une fin ; [...] dans ces œuvres on peut s'attendre à chaque instant à un minimum ou à un maximum et, en partant d'un état présent, on ne peut prédire aucune perspective de développement avec précision ; *elles ont toujours déjà commencé et peuvent se poursuivre ainsi sans limite* ; dans ces œuvres, ou bien chaque état présent compte, ou bien rien ne compte ; dans ces œuvres, chaque « maintenant » (*Jetzt*) n'est pas considéré comme le résultat de ce qui précède et la levée de ce qui suit, de ce à quoi l'on s'attend, mais comme quelque chose d'individuel, d'autonome, de centré, qui peut subsister en soi ; il ne s'agit pas de formes dans lesquelles un instant (*Augenblick*) ne serait qu'un petit bout d'une ligne de temps, un moment, une particule de durée mesurée, mais de formes dans lesquelles la concentration sur le maintenant – sur chaque maintenant – opère des sortes d'incisions verticales qui percent transversalement une représentation horizontale du temps et ce jusque dans l'absence de temps (*Zeitlosigkeit*) que j'appelle éternité (*Ewigkeit*) : une éternité qui ne commence pas à la fin du temps, mais que l'on peut atteindre à [l'intérieur de] chaque moment. Je parle de formes musicales dans lesquelles, de toute évidence, on ne vise rien de moins que l'éclatement du concept de temps – plus précisément dit : du concept de durée –, voire son dépassement<sup>9</sup>.

Cet « éclatement » du temps et de la durée, néanmoins, reste ainsi temporellement déployé à travers le phénomène sonore. Il faut comprendre « éclatement », la dissolution de la forme temporelle (le cadre formel) en tant que telle comme achèvement, finitude de l'œuvre musicale comme elle a été conçue jusqu'alors<sup>10</sup>.

9. Karlheinz STOCKHAUSEN, « *Momentform* », p. 110.

10. Messiaen avait déjà évoqué cette « éternité » temporelle sur un mode métaphorique dans son *Quatuor pour la fin du temps*, mais toujours dans un cadre formel « fermé ». Toutefois, la volonté d'utiliser une écriture rythmique spécifique qui « hors de toute mesure » contribue « puissamment à éloigner le temporel » (Olivier MESSIAEN. *Quatuor pour la fin du temps*. 1942, préface) témoigne de la virtuosité rythmique de Messiaen, qui à travers ses « moments » à lui, composés de chants d'oiseaux, de rythmes non-retrogradables, de rythmes hindous, tous cela combinés isorythmiquement, ou juxtaposés, forment bien une dissolution du temps tonal.



Reste donc, de comprendre l'unité de la forme en tant que moment, ou moments enchaînés.

J'entendrai donc par *moment* toute unité de forme possédant, dans une composition donnée, une caractéristique personnelle et strictement assignable (*unverwechselbar*) – je pourrais dire aussi : chaque pensée autonome ; le concept se trouve ainsi déterminé de manière *qualitative* compte tenu d'un contexte donné (je disais : dans une composition donnée) et la durée d'un moment est *une* des priorités parmi d'autres de son mode d'être (*Charakteristik*). [...] D'un point de vue formel, un moment peut être une forme (*Gestalt*) (individuellement), une structure (*Struktur*) (collectivement [*dividuel*]) ou un mélange des deux ; d'un point de vue temporel, il peut être un état (statiquement) ou un processus (dynamiquement) ou une combinaison des deux <sup>11</sup>.

Stockhausen a bien soulevé cette question ouverte par la *Momentform* la reliant à ce qui peut se rapprocher le plus d'un moment qui durerait une éternité. Peut-être, et pour couper court, faudrait-t-il pas prendre le problème dans le sens inverse et se poser la question qu'est-ce qui fait « forme », comprendre par cela, quel est l'élément fondateur de la forme ? Y-a-il un seuil où la forme se dissocie de la durée pure pour devenir forme ? Est-ce qu'une durée en soi peut *prendre forme* ? À ces interrogations, nous proposons de les illustrer, par un aperçu d'une œuvre personnelle composée à partir d'une mesure, d'une *Unité Temporelle*, un exemple ne se voulant pas comme réponse, mais plutôt, un champs ouvert à d'autres possibles questionnement quand à la notion d'unité formelle.

### 5.2.1 Ichs wohl vergessen, aber dich ?

*Ichs wohl vergessen, aber dich?* <sup>12</sup> composé à partir d'une *Unité Temporelle fondamentale* de 150 rondes à ♩ = 40 (équivalent à 15 min.) représentant la totalité de la durée de l'œuvre pourrait illustrer une formalisation par décomposition en plusieurs moments formels sollicités par un support d'une œuvre dramatique <sup>13</sup>

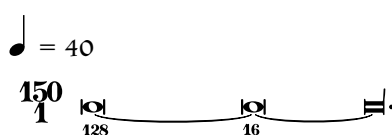


FIGURE 5.5: *Unité Temporelle fondamentale* équivalente à une durée de 15 minutes.

Ce moment défini, sera par la suite décomposé par autoréférencement en 4 subdivisions consécutives construites autour des proportions élémentaires : 3 4 5 7. Les combinaisons seront dérivées par permutations circulaires d'éléments et de groupes d'éléments amenant progressivement des durées de plus en plus grandes

11. Karlheinz STOCKHAUSEN. *Momente*. pour soprano solo, quatre chœurs et treize instrumentistes. 1962, p. III-III2

Cette formulation du concept de *moment* sera mise en œuvre explicitement dans le plan structurel de *Momente* de Stockhausen.

12. Pour 2 narrateurs, quatuor vocal, ensemble et électronique, composée à partir d'un opéra parcellaire en 2005 *First Attempted Escape from Silence : Tunnels* et transformé en oratorio en 2013.

13. Le texte est construit à partir de fragments de *La mort d'Empédocle* (Friedrich HÖLDERLIN. *Der Tod des Empedokles*. Jazzybee Verlag, 2012) du poète Allemand Hölderlin qui composa trois versions fragmentaires de son unique projet dramatique autour de la figure d'Empédocle.

d'une manière non linéaire.

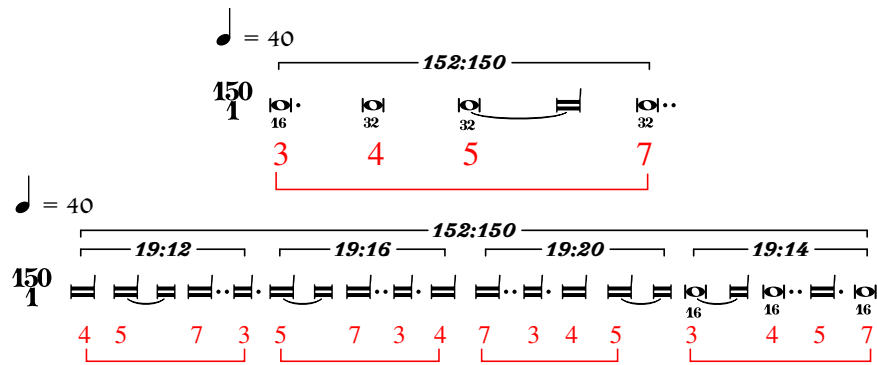


FIGURE 5.6: Subdivisions par générations autoréférentielles par permutation de seconde génération.

les *Unités Temporelles* sont utilisées comme moyen d'organisation des différentes combinaisons d'interventions vocales<sup>14</sup>. L'organisation de ces parties a été effectuée à partir de *Unités Temporelles composées* en utilisant les processus d'auto-référencement et de monnayage.

<sup>14</sup>. Quatre solistes utilisés comme groupe vocal, deux voix de femmes (soprano, mezzo), ou deux voix d'hommes (ténor, basse-baryton), quatuor vocal et enfin solo final.

The image shows a handwritten musical score on four staves. The title at the top left is "Cécile pour la" with "1h 1.1." below it. The score is heavily annotated with a formal plan. Red boxes and lines indicate sections for the narrator, with labels like "18.5", "236.8", "331.6", and "10-11-12". Blue boxes and lines indicate soloist interventions, with labels like "Solo" and "15 Solo". Green boxes and lines indicate choir interventions, with labels like "Tonal Babel", "Vot", "duo", and "Solo". The score includes various musical notations such as "INTRO", "Solo", "Tonal Babel", "Vot", "duo", and "Solo". There are also time markers and measure numbers scattered throughout the score.

FIGURE 5.7: esquisse et plan formel.

Le plan formel de la **Figure 5.7** montre les interventions du chœur (en vert) ainsi que les parties solistes au nombre de deux, (en bleu)<sup>15</sup>, et enfin des indications en rouge pour le narrateur. L'hétérophonie à quatre voix fait office d'ossature de toute la pièce, distribuée aux cordes, et redoublée par l'électronique. Dans la **Figure 5.8** nous montrons un exemple d'une réalisation de ces « cellules » fondées sur des *Unités Temporelles fondamentales*, représentant une homothétie de la troisième voix de la structure principale reportée sur sa onzième *Unité Temporelle* et figurant le quatuor vocal.

15. Dans la version finale, seule la dernière intervention sera préservée.

Voix 3 :

♩ = 40

19:12 19:16 19:20 152:150 19:14

Quatuor vocal :

♩ = 40

288:2625

FIGURE 5.8: Homothétie de la troisième voix de la structure principale reportée sur elle-même.

### 5.2.2 L'« épaisseur » temporelle

Une œuvre certes ne consolide pas une thèse, et ne justifie pas en soi une réponse à la question de l'unité formelle. Mais si on comprend la notion de forme comme une projection d'une structure d'ensemble de divisions temporelles, et

qu'« il est difficile de considérer des unités sémantiques entièrement isolées des processus spécifiques qui les ont engendrés <sup>16</sup> », on peut donc parler d'un ensemble de processus représentant une totalité sémantique et par conséquent compose donc une *unité compositionnelle*. Cette notion qui traduit très justement l'idée d'unité, de synthèse, par rapport aux « *divisions temporels* » (objets temporels), nous l'empruntons volontiers au compositeur Emmanuel Nunes :

Je disloque le champ d'observation paradigmatique propre à Husserl : le Son, la Mélodie, vers ce que j'appellerai une « unité compositionnelle », restreinte, discrète, composée, empreinte d'une certaine directionnalité, d'une gestualité locale et localement accomplie, telle que je la conçois. J'y retrouve, en filigrane, tout un ensemble de paradigmes, voire de témoignages d'équivalences indirectes, ou plutôt d'analogies. Lorsque je « reprends » les réflexions de Husserl sur le Son, la Mélodie, et les objets temporels en général, pour les mettre en regard de ma propre idée d'« unité compositionnelle » et de contextualisation musicale, ce regard va lui-même révéler des dimensions constituées dans le temps et menant à une durée objectale. Ces dimensions, une fois distribuées et intégrées dans un contexte précis, m'apparaissent comme des cristallisations particulières - spécifiques à l'acte de composer - de « qualités » immanentes des objets temporels, telles que Husserl les décrit et les contextualise. <sup>17</sup>

L'unité compositionnelle pourrait donc être comprise à partir des observations de la deuxième section (*Analyse de la conscience du temps*) des *Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps* de Husserl <sup>18</sup> portants sur la perception :

- la perception d'un objet temporel comporte elle-même de la temporalité
- la perception de la durée présuppose elle-même une durée de la perception
- la perception d'une forme temporelle quelconque possède elle-même une forme temporelle

L'antinomie husserlienne entre conscience intime du temps et temps objectif nous éclaire plus quant à la possibilité d'une perception d'unité tout au moins dans son idée même d'une totalité perceptible. Penser l'unité intime du temps, c'est pro-jeter l'unité des trois constituants objet-durée-forme sur un plan ontologique. « *Le phénomène qui offre pareille unité d'un « à-venir » qui « rend présent » dans le procès d'« avoir-été », nous le nommons temporalité* » <sup>19</sup>.

On peut déduire à partir de ces réflexions phénoménologiques sur le temps, le fait que la construction formelle de l'œuvre, est dépendante du tempo et des densités synchroniques des objets temporels. La perception de la forme est indépendante donc de la figuration formelle mais cependant reste relative au « poids » de densité temporelle.

16. Brian FERNEYHOUGH, « *Il tempo della figura* », p. 128.

17. Emmanuel NUNES, « *Préalables à une lecture « musicale » de Husserl* ».

18. Edmund HUSSERL, « *Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps, trad.* », p. 36.

19. Martin HEIDEGGER. *Sein und Zeit*. Halle ad S. : M. Niemeyer, 1927

« *On peut créditer Heidegger de la solution apportée à l'une des apories majeures du problème du temps, à savoir son invisibilité en tant que totalité unique.* » (Paul RICOEUR. « Temps et récit. Tome III : Le temps raconté ». In : Paris : *Le Seuil* [1985], p. 105)

La densité temporelle se définit comme suit :

- Elle est à deux dimensions : diachronique (linéaire) et synchronique (polyphonique).
- Elle se mesure dans l'espace de ces deux dimensions par les dates des objets temporels qui les compose (cf. **Figure 5.9**).
- Elle a une valeur objective (la durée objectale) et une durée « perceptive » (qui est en relation directe avec le deuxième point ci-dessus).

À titre d'exemple, nous prendrons la première section de « *...and nothing could be said that has not been said before* » pour orchestre représentant une structure polyphonique à quatre voix où figurent des ensembles de durées organisés par un dispositif autoréférentiel (cf. « **De l'autoréférence** », 2.3.7, (p. 281)). La résultante des événements par date, et leur tuilage de durée forment une certaine densité qui représente ce que l'on a appelé l'« épaisseur temporelle ». Moins d'événements, moins de voix et de tuilage, conduit à une « épaisseur pauvre ». Par contre, plus d'événements et plus de voix conduit à une épaisseur riche. C'est le rapport entre événements diachroniques et synchroniques qui définissent la qualité de cette épaisseur.

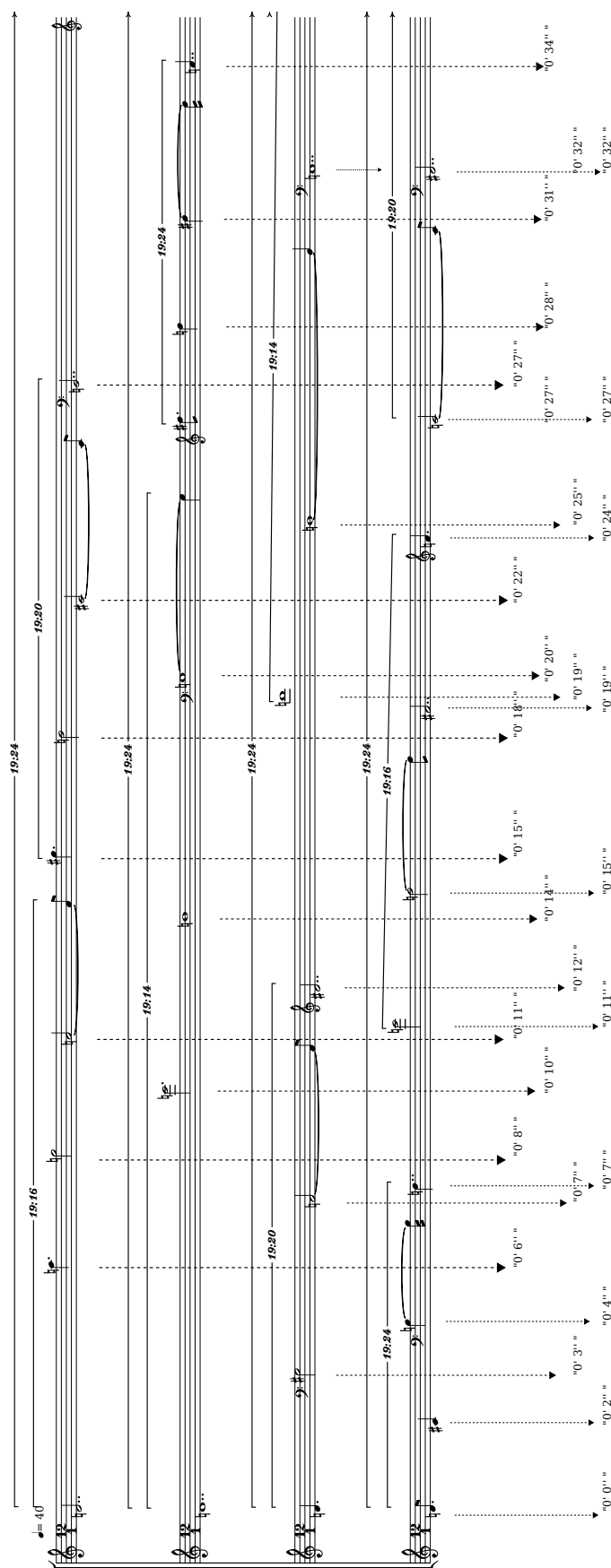


FIGURE 5.9: Esquisse de la première section de « ...and nothing could be said that has not been said before » représentant un espace bi-dimensionnel d'objets temporels.

Cette densité donc nous l'appellerons l'« épaisseur » du temps. Elle est inhérente au contexte polyphonique et repose sur ces trois facteurs :

- La bi-dimensionalité temporelle (diachronie/synchronie).
- La densité des objets temporels qui la comprennent.
- Les deux temporalités, calculables et perceptives.

Dans les *Manuscrits de Bernau, sur la conscience du temps*, Husserl soulève la problématique entre *les temps pluriels* et *le temps un* et les décrit ainsi :

Chaque temps renvoie à un enchaînement constitutif, mais ces enchaînements ne sont visiblement eux-mêmes pas séparés mais forment tous un enchaînement unique. D'une certaine façon, ils se recouvrent tous. Mais de quelle façon ? Ce recouvrement veut-il dire que tous ces temps sont un temps un ou que tous les individus appartiennent à un « monde » avec une forme eidétique unique du temps <sup>20</sup> ?

C'est cette *forme eidétique* qui nous renvoie justement à ce que l'on a appelé l'« épaisseur » du temps, un temps *un* provenant du multiple, l'*empreinte* d'un temps pluriel, « temps parallèles immanents ou temps un de l'immanence » <sup>21</sup>, et précisant, Husserl ajoute :

Mais il semble bien qu'il faille effectivement dire là que tous les temps qui se « recouvrent » ici se recouvrent effectivement en tant qu'ils constituent un temps identique et que la simultanéité échoit donc en ce temps à toutes les séries d'individus <sup>22</sup>.

Une fois le dispositif créé pour l'expression de la durée et de sa formalisation, il nous faut maintenant définir des stratégies pour son écriture à destination de l'interprétation instrumentale et sa représentation symbolique, c'est ce que le **Chapitre 6** abordera autour de la notion de « quantification par la sémantique », dédié particulièrement à la transcription de nos *Unités Temporelles*.

20. Edmund HUSSERL. *Manuscrit de Bernau sur la conscience intime du temps* (1917-1918). 2010, p. 120.

21. *Ibid.*

22. *Ibid.*, p. 121.





## Chapitre 6

# La quantification par la sémantique ou de la transcription comme quantification

L'intime liaison faite entre notation et transcription se caractérisant dans le fait qu'elle part de matériaux déjà structurés par un système compositionnel, se réalise à travers la quantification dite « sémantique » qui s'oppose à celle dites « linéaire » (étant de nature « agnostique » de point de vue des données temporels). Elle requiert une connaissance apriorique du matériau, voire même, nécessite une démarche analytique au préalable. Mais elle est surtout principalement fondée sur la relation triadique : Durées/Tempo/Valeurs rythmiques (figures de note). Toutefois, elle utilise les ressources des *Unités Temporelles* et leurs opérations élémentaires ainsi que les propriétés des *Ensembles Rythmiques Périodiques*<sup>1</sup>.

On exposera plusieurs cas particuliers à cette démarche, l'essentiel de celle-ci résidant dans sa particularité à être rattachée intimement au matériau, en son essence même : approcher la quantification par sa spécificité. Plusieurs contraintes s'imposent à une quantification sémantique réussie :

- L'intégrité rythmique.
- L'efficacité interprétative.
- La cohérence formelle.
- La fidélité expressive.

### 6.1 Principes fondamentaux

Soient trois *Unités Temporelles composées complexes* :

$$\left[ \left( \frac{3}{2} \right)_{(6 \ 1)}^{(\frac{1}{4}=40)} \mid \left( \frac{7}{5} \right)_{(3 \ 1 \ 2)} \mid \left( \frac{9}{2} \right)_{(3 \ 6 \ 1 \ 5)} \right]$$

FIGURE 6.1: *Unités Temporelles composées complexes* de *Tempus* de  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{7}{5}$  et  $\frac{9}{2}$

1. cf. Section 2.6: *Ensembles Rythmiques Périodiques*, (p. 68)

Il est possible de procéder à des transformations symboliques (à des transcriptions du rythme initial), en d'autres termes, des quantifications symboliques suivant plusieurs méthodes<sup>2</sup> :

- La *concaténation*
- La *normalisation*
- La *transposition prolotionnelle*
- La *modulation métrico / tempique*
- La *décomposition*
- La *segmentation*

Toutes ces opérations pouvant se succéder les unes aux autres formant autant d'alternatives de notations possibles du même rythme.

### 6.1.1 La Concaténation

La *concaténation* déjà abordée dans [Section 4.4.6.3, p. 115](#), est la procédure (première démarche) préparant les autres opérations en vue d'une réécriture d'une séquence d'*Unités Temporelles*. Cette opération « prépare » le matériau en vue de la rendre plus « formée » pour la suite .

Dans l'exemple de la [Figure 6.2](#) on a concaténé les *Unités Temporelles* de la [Figure 6.1](#). Cela donne la somme totale des trois *Unités Temporelles*  $\frac{3}{2} + \frac{7}{5} + \frac{9}{2} = \frac{37}{5}$

FIGURE 6.2: Concaténation de la [Figure 6.1](#).

Cependant, la *concaténation* peut engendrer des *Unités Temporelles* assez complexes quand aux rythmes irrationnels donnés. Dans ce cas, on utilisera la modulation tempique (cf. [Corrélations d'Unités Temporelles par modulation](#)) pour la réduction des irrationnels tout du moins d'un niveau. Considérons par exemple la même séquence d'*Unités Temporelles* avec la seconde modifiée par multiplication de son *Tempus* par  $\frac{10}{3}$ .

2. Ces méthodes pouvant être appliquées de façon exclusive ou combinée, selon le contexte rythmique et plus précisément polyphonique, celle-ci seront détaillées plus loin au [Chapitre 7: De l'esquisse à sa transcription : stratégies pour la quantification](#), (p. 193)

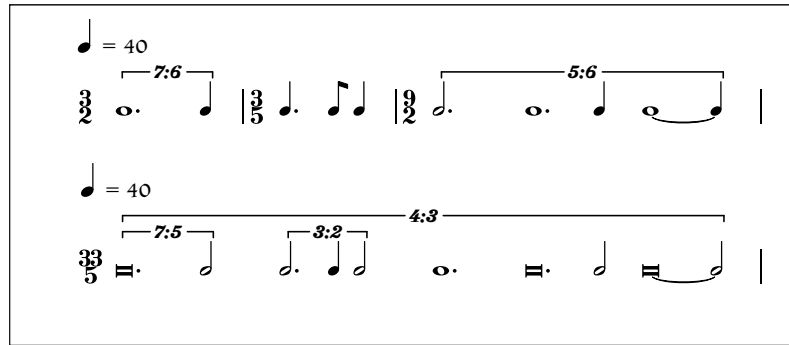


FIGURE 6.3: Concaténation résultant à une *UT* complexe à plusieurs niveaux d'irracionnels.

Il suffirait donc de multiplier le *Tempus*<sup>3</sup> par le rapport du premier niveau d'irracionnel  $\frac{4}{3}$  afin d'obtenir une *UT* avec un simple niveau d'irracionnel(s), permettant ainsi les différentes opérations (comme la *décomposition*) qui à son tour permettrait une nouvelle retranscription symbolique.

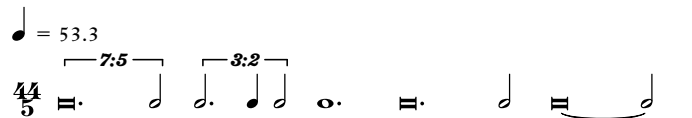


FIGURE 6.4: Modulation métrique de la Figure 6.3.

### 6.1.2 La Normalisation

La concaténation d'*Unités Temporelles* engendre un nouveau *Tempus* qui très souvent n'est pas une puissance de deux comme on l'a remarqué dans les exemples des Figures 6.2 et 6.3. L'opération de normalisation permet par modulation de tempo de « normaliser » le *Tempus* (le modifier) de façon qu'il soit de puissance de deux, et donc conforme à la division binaire de la ronde.

L'opération de normalisation s'effectue ainsi :

soit  $newdenom = SymbolicApprox[dénominateur\ du\ Tempus]$ <sup>4</sup>

$$nouveau\ Tempus = \frac{num}{newdenom}$$

$$nouveau\ tempo = \frac{nouveau\ Tempus * tempo}{Tempus}$$

3. Ici on effectue une modulation métrique, ou modulation du *Tempus*.

4. Concernant l'algorithme de *SymbolicApprox* cf. [Annexe 3](#)

FIGURE 6.5: Normalisation métrique de la concaténation de la Figure 6.2.

### 6.1.3 Transposition prolotionnelle

La *transposition prolotionnelle* prend comme référence le dénominateur du *Tempus* d'une *Unité Temporelle*. Prenons la concaténation des *Unités temporelles composées complexes* suivante :

$$\left[ \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix} \left( \frac{1}{4}=40 \right)_{(6 \ 1)} \parallel \begin{pmatrix} 10 \\ 5 \end{pmatrix} (3 \ 1 \ 2) \parallel \begin{pmatrix} 9 \\ 2 \end{pmatrix} (3 \ 6 \ 1 \ 5) \right]$$

$$\Rightarrow \begin{pmatrix} 8 \\ 1 \end{pmatrix} (1 \ (1 \ (4.0 \ 3 \ 7)) \ (1 \ (3.0 \ 2 \ 1)) \ (1 \ (1.0 \ 1)) \ (1 \ (1.0 \ 1)) \ (1 \ (2.0 \ 3)) \ 1.0 \ (1 \ (2.0 \ 3 \ 5)) \ 1.0)$$

FIGURE 6.6: Trois *Unités Temporelles composées complexes* et leur concaténation<sup>5</sup>.

En multipliant respectivement le *Tempus* par  $2^n$  afin de transposer les *prolotionis* de manière à « décomposer » la notation des figures rythmiques sur la base du dénominateur du *Tempus*, la valeur communément appelé la pulsation de référence. Cette opération n'a aucune incidence sur le rythme même, cependant cela permet des possibles segmentations de l'*Unité Temporelle* en vue d'autres opérations de transcription. Dans la Figure 6.7 on observe quatre *transpositions prolotionnelle* sur les valeurs (a) =  $\circ$ , (b) =  $\downarrow$ , (c) =  $\updownarrow$  et (d) =  $\up$  :

5. Notons que la deuxième *Unité Temporelle* de  $\left( \frac{10}{5} \right)$  est équivalente à une *Unité Temporelle* de  $\left( \frac{5}{1} \right)$ . Cependant, comme indiqué dans la Section 4.4.2: *Remarques sur la nature du Tempus*, (p. 105), cette équivalence ne se traduit pas au niveau symbolique qu'une fois la concaténation est appliquée.

The figure illustrates the concept of 'transposition prolotionnelle' (prolational transposition) across four different time signatures. Each column represents a time signature, and the notes are grouped with brackets and ratios to show the intervals between them. The ratios are 5:6, 5:4, 3:2, 7:4, and 5:4, which correspond to the intervals between the notes in each time signature.

FIGURE 6.7: *Transposition prolotionnelle* sur quatre différentes valeurs.

#### 6.1.4 Modulation tempique et modulation métrique

Ces deux opérations intimement liées de par leur nature à « moduler » la durée d'une *Unité Temporelle* ont été déjà évoqués au chapitre **Les Unités Temporelles** dans la **Section 4.4.4: Corrélations d'Unités Temporelles par modulation**, (p. 106). Nous donnons ici l'exemple de leur utilisation comme transcriptions possibles ouvrants

à des choix de natures à « habiller » la transcription non pas uniquement au niveau symbolique mais aussi jouant un rôle sémantique qui sans altérer les valeurs des durées initiales, leurs donnent un sens nouveau par des « accentuations » prolationnelles différentes, des groupements de figures propices à des segmentations de « phrasé » rythmique, et un « habillage » tempique conférant un caractère particulier au rythme donné. En Bref, l'articulation issu de ce choix a une toute autre valeur que uniquement solfégique : son sens musical <sup>6</sup>.

En partant de la *transposition prolationnelle* de l'Unité Temporelle de notre exemple (Figure 6.7), à la ronde (a) et celle à la blanche (b), nous obtenons deux « variantes » de séquences d'UTs (cf. Figure 6.8). Les modulations sont appliquées sur la base des rythmes « irrationnels » obtenues lors de la *transposition prolationnelle* de sorte à éliminer, ou plutôt, remplacer ceux-là par des *modulations tempique*.

---

6. Pour une démarche similaire de « re-notation » cf. David Pocknee. « Virtuosity, Flow, And Re-Notating Modernism ». In : *Unpublished Masters Thesis. The Hague : The Royal Conservatoire. Available at : <http://davidpocknee.ricercata.org/writing/virtuosityrax.pdf> (accessed 26th June, 2016) (2012)*

Figure 6.8 consists of two musical examples, (a) and (b), illustrating rhythmic modulation. Example (a) starts in a whole note (o) with a tempo of 40. It then moves through several measures: a dotted half note (d..) with a bracket labeled '7' and tempo 70; a dotted quarter note (d.) with a bracket labeled '3' and tempo 60; and a dotted eighth note (d.) with a bracket labeled '5' and tempo 50. Finally, it ends with a whole note (o) with tempo 40. Example (b) starts in a whole note (o) with a tempo of 40. It then moves through several measures: a dotted half note (d..) with a bracket labeled '7' and tempo 70; a dotted quarter note (d.) with a bracket labeled '3' and tempo 60; and a dotted eighth note (d.) with a bracket labeled '5' and tempo 50. Finally, it ends with a whole note (o) with tempo 40. Both examples are labeled 'Modulation "tempique" <=> réduction d'irrationalnel'.

FIGURE 6.8: Modulation tempique des transposition prolotionnelles à la ronde et à la blanche de la Figure 6.7.

En appliquant la *transposition prolotionnelle* non pas sur la *concaténation* de l'Unité Temporelle servant pour l'exemple de la Figure 6.7 mais sur les trois UTs la composant originellement (cf. Figure 6.6), nous obtenons comme le montre la Figure 6.9 encore d'autres résultats nous permettant encore une fois d'établir une structure rythmique qui nous paraît encore plus intéressante, dans le sens où les changements fréquents de *tempi* sont évités, et ainsi, privilégiant plutôt la particularité



des *Unités Temporelles* la composant. Cette démarche nous permettra de « composer » à partir de ces résultats une nouvelle séquence d'*Unités Temporelles* qui nous paraît pertinente de point de vue changements de *tempi*.

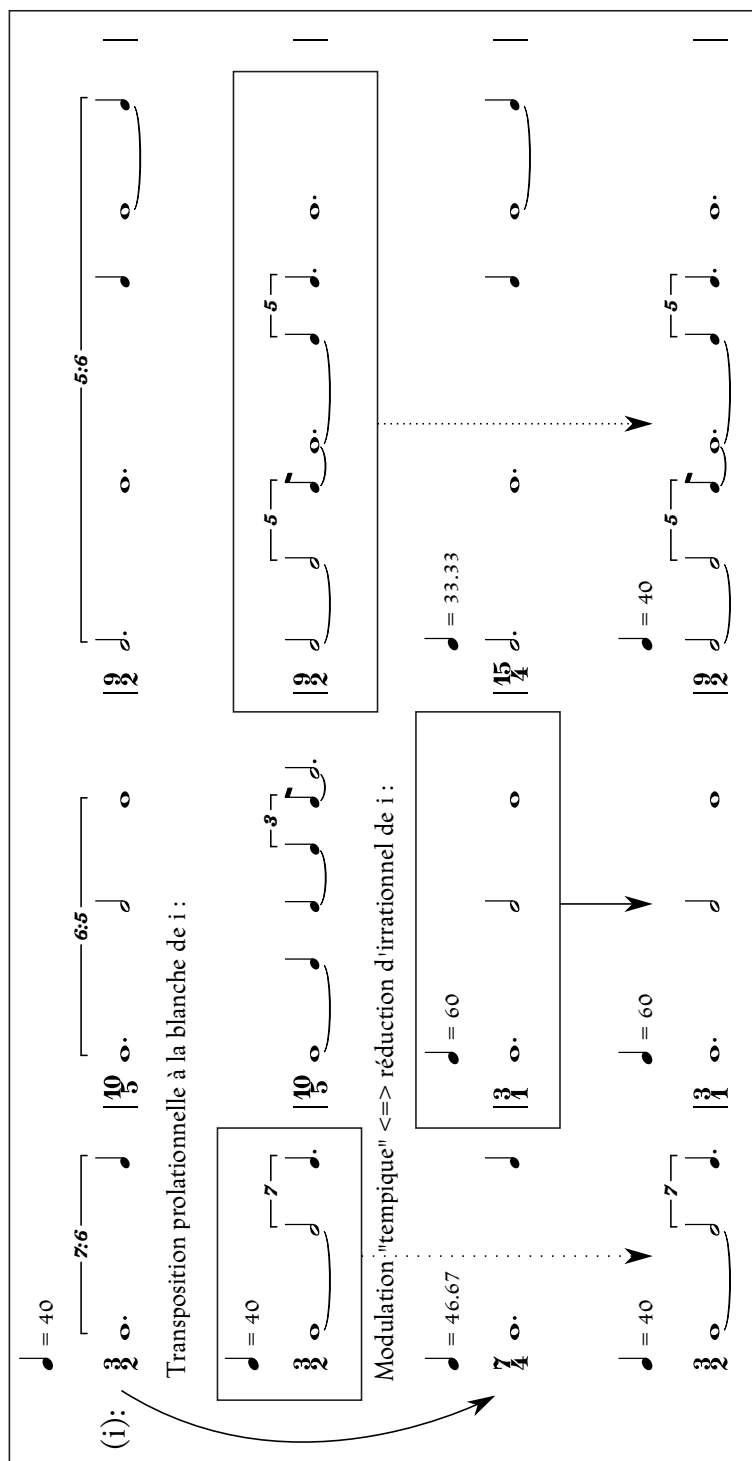


FIGURE 6.9: Modulation tempique des transpositions proportionnelles à la ronde et à la blanche de la Figure 6.7.

## 6.1.5 Décomposition

Cette opération déjà évoquée dans le **Chapitre 4** concernant les *Unités Temporelles* dans la **Section 4.4.6.2: La décomposition**, (p. 111), peut servir de moyen de transcription de séquence d'*Unités Temporelles* associée à d'autres opérations. Dans l'exemple suivant (cf. **Figure 6.10**), nous partirons toujours par notre séquence initiale de la **Figure 6.6** en utilisant comme première opération la *décomposition* (a).

The figure illustrates the decomposition of a sequence of time units. At the top, a sequence of notes is shown with ratios 7:6, 6:5, and 5:6. Below this, three rows (a, b, c) show different decompositions and modulations:

- Row (a):** Shows a sequence of notes with ratios 7:6, 6:5, and 5:6. The notes are grouped into three measures with ratios 10/9, 9/8, and 8/7. The tempo is marked as 40.
- Row (b):** Shows a sequence of notes with ratios 7:6, 6:5, and 5:6. The notes are grouped into three measures with ratios 14/13, 13/12, and 12/11. The tempo is marked as 70.
- Row (c):** Shows a sequence of notes with ratios 7:6, 6:5, and 5:6. The notes are grouped into three measures with ratios 14/13, 13/12, and 12/11. The tempo is marked as 70.

FIGURE 6.10: Transcription par *décomposition* (a) suivi de *modulation* (b) et *concaténation* (c).

La *décomposition* engendrant des *Unités Temporelles fondamentales* dont le *Tempus* ne sera pas nécessairement binaire (à la puissance de 2), on utilisera la *modulation métrique* afin de « normaliser » les mètres et les transformer de mètres « irrationnels » en mètres de puissance de deux (b). Notons la dernière *UT*, qui ayant une *prolatio* de cinq noires, se réduit logiquement à la modulation d'origine (c.-a-d. au tempo de  $\downarrow = 40$ ).

En (c) nous appliquerons le principe de la *concaténation* pour les *Unités Temporelles* consécutives de même tempo afin de les regrouper en une même unité (mesures 4 et 5 de (c)).

### 6.1.6 La Segmentation

Alors que la *transposition prolotionnelle* s'appuie sur la transformation des *prolationis* groupées en rythmes irrationnels, et le processus de transcription par *décomposition* vue précédemment dans la **Section 6.1.5** produit des nouvelles *Unités Temporelles* selon la séquence d'*UT*s donnée, la *segmentation* est un processus regroupant les *prolationis* des *UT*s par mesure. Cette *segmentation* qui est arbitraire ne « produit » pas des *Unités Temporelles* au sens propre du terme. Les *prolationis* par cette *segmentation* peuvent se trouver « à cheval » entre plusieurs mesures (notes liées), et donc segmentées. Ainsi l'*Unité Temporelle* quitte son état originel pour devenir une simple succession de mesures destinées à l'interprétation. On ne peut plus les appeler comme telles, car les règles de transformations, les propriétés mêmes des *Unités Temporelles* ne sont plus nécessairement applicables à ce genre de métrique issue d'une *segmentation* volontairement « libre » où une durée pourrait être répartie sur plusieurs mesures et non plus inscrite dans un champ unique d'une *Unité Temporelle*. Cependant, la possibilité de déduire des *UT*s à partir de ce genre de structure n'est pas impossible. Cela impliquerait des modifications transformant le contenu d'information des durées en passant par une nouvelle *segmentation*.

The diagram illustrates the process of segmentation of a unit of time. It is divided into three main parts:

- (i) Initial Unit:** A musical phrase in  $\frac{3}{2}$  time, consisting of a quarter note, a half note, and a dotted half note. Brackets above indicate durations of  $7:6$  (over the quarter and half notes) and  $6:5$  (over the half and dotted half notes).
- Concaténation et transposition prolationnelle à la noire (a):** The initial unit is concatenated and transposed to black. The first part is in  $\frac{3}{2}$  time, and the second part is in  $\frac{3}{4}$  time. Brackets above indicate durations of  $7:6$  and  $5:6$ .
- Segmentation (b):** The unit is segmented into a sequence of time signatures:  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{4}{4}$ ,  $\frac{4}{4}$ ,  $\frac{4}{4}$ ,  $\frac{4}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$ , and  $\frac{3}{4}$ . Brackets above indicate durations of  $7:6$  and  $5:6$ .

FIGURE 6.II: *Segmentation* « arbitraire » (b) de l'Unité Temporelle initiale (i) (cf. Figure 6.7 après concaténation et transposition prolationnelle à la noire (a)).

La *segmentation* (b) de la Figure 6.II est construite à partir d'un palindrome métrique (non retrogradable) de *Tempus* égal à  $\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{4}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4}$ . On obtient ainsi une « carrure » métrique propice à d'autres éventuelles opérations de *segmentation*, *subdivision*, etc.

## 6.2 ERP et quantification

Toujours dans la même optique de retranscription comme quantification, l'utilisation du principe des *Ensembles Rythmiques Périodiques* (cf. [Section 2.6: Ensembles Rythmiques Périodiques, \(p. 68\)](#)) se trouve être un bon potentiel pour la résolution de certains problèmes de transcription. Dans un cadre de polyphonie de deux différentes phases régulières et la transcription de leur résultante, nous nous pencherons sur un exemple de la littérature pianistique, tout particulièrement à certaines Études pour piano d'Alexander Scriabin <sup>7</sup>. Dans l'*Étude n° 1 opus 42* d'Alexander Scriabin (cf. [Figure 6.12](#)), deux voix (*m.d* et *m.g*) utilisent des rythmes à pulsation de phases différentes de  $PR[9/5]$  pour un même *Tempus* de  $\frac{3}{4}$ , que l'on peut transcrire dans notre notation condensée de la manière suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \left( \frac{3}{4} \right)_{(p/9)} \mid \left( \frac{3}{4} \right)_{(p/9)} \right] \\ \left[ \left( \frac{3}{4} \right)_{(p/5)} \mid \left( \frac{3}{4} \right)_{(p/5)} \right] \end{array} \right\} \left( \frac{1}{4} = 192 \right)$$

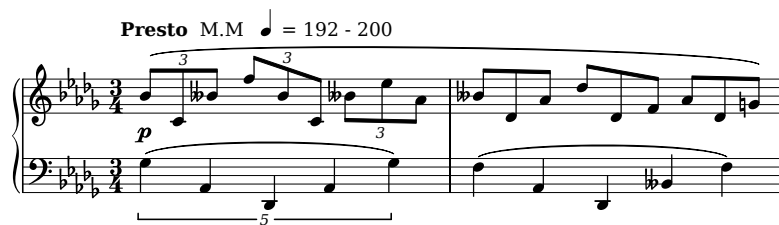


FIGURE 6.12: Les deux premières mesures de l'*Étude n° 1 opus 42* d'Alexander Scriabin

La résultante de ce rythme correspondant à la  $PR[9/5]$  revient à une seule mesure (*Unité Temporelle* de *Tempus* =  $\frac{3}{4}$ ) qui équivaut à un cycle de la  $PR$  et s'exprimant dans la notation condensée ainsi :

$$\left( \frac{3}{4} \right)_{(PR [9/5])} \left( \frac{1}{4} = 192 \right)$$

Sa réalisation symbolique étant effectuée après une *modulation métrique* afin d'obtenir des valeurs de figure de notes binaires sans irrationnels est montré dans la [Figure 6.13](#) :

<sup>7</sup>. Nous devons cet exemple au compositeur Emmanuel Nunes qui aimait illustrer les PR (paires rythmiques) par un exemple d'étude de Scriabin. Nous avons choisi de présenter celui là en particulier.

FIGURE 6.13: Résultante rythmique du cycle de  $PR = 9/5$  après modulation tempique

La modulation métrique appliquée dans l'exemple précédent (cf. Figure 6.13) revient à la somme des termes de la PR ( $9 \times 5 = 45$ ) où la *ppu* est égale à la triple croche (32) ce qui nous donnera un *Tempus* de  $\frac{45}{32}$ . Le rapport de ce nouveau *Tempus* avec l'ancien sera multiplié par le tempo initial pour donner le résultat du nouveau tempo résultant de la modulation tempique :

$$192 \times \frac{\frac{45}{32}}{\frac{3}{4}} = 360$$

### 6.2.1 Corrélation tempo / chiffrage métrique / irrationnels

Comme on l'a vu précédemment<sup>8</sup>, on peut ramener à partir de la relation triadique durées/valeurs rythmiques/tempo vers une autre plus spécifique qui déterminera au mieux son rapport à la durée totale et effective de l'ensemble de ces constituants.

Soit une *Unité Temporelle* (une mesure) exprimée par un chiffrage métrique et un ensemble de proportions (valeurs rythmiques) absolues multiples de la ronde ou relatives (irrationnelles, non-binaires) sans indication de tempo, cet objet sera dénué de toute durée effective, à savoir, on ne peut le quantifier chronométriquement parlant. Une fois le tempo métronomique fixé, il aura son propre temps fixé. À partir de ceci, découle une autre relation triadique où le tempo sera le seul élément à fixer la durée chronométrique d'une *Unité Temporelle* (une mesure). Les incidences de cette relation sont décrites ci-dessous :

- Modulation de mesure  $\rightarrow$  tempo : Relation bijective. On peut moduler la mesure par rapport au tempo, et vice et versa.

8. cf. « Du temps symbolique au temps relatif », 4.4.1, (p. 105)

- Modulation de ratio  $\rightarrow$  tempo : idem.
- Modulation de ratio  $\rightarrow$  mesure : Relation non bijective, à savoir, on peut tout à fait moduler une mesure à un unique irrationnel (à condition que cet irrationnel occupe toute la mesure). Mais la fonction inverse est irréversible dans les cas généraux (modulation dans l'optique de « normaliser » le chiffrage rythmique afin de le ramener à un dénominateur binaire).

Ce simple exemple va nous permettre d'apprécier cette approche par rapport à la quantification proprement dite. Ici il s'agit d'une paire rythmique de PR [5/3] donnant les proportions suivantes : [3 2 1 3 1 2 3].

The figure illustrates the rhythmic pattern [5/3] in four different notations. At the top, a box indicates a quarter note equals 56.25. Below are four rows:

- a)** 15/16 time signature. The rhythm is shown as a sequence of notes: a quarter note, a dotted quarter note, an eighth note, a quarter note, an eighth note, a quarter note, and a dotted quarter note. A box indicates a quarter note equals 45.
- b)** 3/4 time signature. The rhythm is shown as a sequence of notes: a quarter note, a dotted quarter note, an eighth note, a quarter note, an eighth note, a quarter note, and a dotted quarter note. Brackets above the notes indicate groups of 5 notes. A box indicates a quarter note equals 75.
- c)** 5/4 time signature. The rhythm is shown as a sequence of notes: a quarter note, a dotted quarter note, an eighth note, a quarter note, an eighth note, a quarter note, and a dotted quarter note. Brackets above the notes indicate groups of 3 notes. A box indicates a quarter note equals 60.
- q)** 4/4 time signature. The rhythm is shown as a sequence of notes: a quarter note, a dotted quarter note, an eighth note, a quarter note, an eighth note, a quarter note, and a dotted quarter note. Brackets above the notes indicate groups of 5 notes. Red arrows point to the eighth notes in the second and third measures.

FIGURE 6.14: PR [5/3] (a) et ses différentes transcriptions symboliques (b et c) suivi d'une quantification par grille (q).

On a transcrit ces proportions avec trois *ppu* différentes : la double-croche (a), la double de quintolet (b), et la croche de triolets (c). Notons qu'il a été choisi parmi les *ppus*, les multiples de la PR (5 et 3). Il est clair ici, que les URS (*Unités Rythmiques Symboliques*)<sup>9</sup> de même durées sont exprimées par des tempi différents ainsi que des différentes valeurs rythmiques, afin que leurs durées respectives soit équivalentes dans toutes les voix (durée fixe, tempo différent, différentes proportions, même URS de PR [5/3]).

Par conséquent, les URS sont les plus à même d'être dégagées de toute valeur effective temporelle, dans l'absence des deux autres éléments, le tempo et la durée. En sommes les URS établissent une relation proportionnelle quant au temps, et se trouvent donc dans un contexte relatif par rapport à la durée et le tempo.

Qu'en est-il donc de la quantification ? Si on reprend le même exemple en calculant les durées en millisecondes qui nous donneraient la série suivante : (800

9. cf. Chapitre 2.6.2.1: *Définition*, (p. 72)

533 267 800 267 533 800), en lui appliquant une quantification par grille euclidienne<sup>10</sup> avec les paramètres suivant :

- Tempo : ♩ = 60
- Subdivision (URS) même définition que l'on a utilisé au précédent, c.-à-d., *PPUS* (plus petite unité symbolique) = ♩, la subdivision en 8<sup>e</sup> de la noire.

on obtient le résultat  $q$  (cf. Figure 6.14) avec une quantification approximatif par rapport aux trois représentations  $a$ ,  $b$  et  $c$  :

- Écart en ms : (0 0 42 25 -25 -42 0), soit le rapport (l'écart) entre chaque durée consécutive.
- Rapports en ms de la quantification : (800/533 533/267 267/800 400/133 133/267 534/799)
- Rapports numériques par  $PR$  : (3/2 2 1/3 3 1/2 2/3)
- Écart entre les deux représentations (symbolique et quantifiée) : (1/1066 -1/267 1/2400 1/133 -1/534 4/2397)

Nous pouvons déduire à partir de cet exemple une certaine stratégie à adopter quant à la quantification de structures rythmiques complexes. Nous préconisons, avant de recourir à une la quantification euclidienne, d'adopter une des méthodes décrite plus haut de quantification symbolique (retranscription), selon le cas présenté. Nous verrons au prochain chapitre comment aborder la quantification afin de respecter nos recommandations décrites au début de ce chapitre.

10. cf. Chapitre 3.2: *Quantification par grille métrique*, (p. 88)





## Chapitre 7

# De l'esquisse à sa transcription : stratégies pour la quantification

« *Experientiam circa res sensibiles artem facere* »

- Iohannis de Muris, *Musica Speculativa secundum Boetium*<sup>1</sup>

Dans le contexte de l'élaboration de structures temporelles, les compositeurs ont recouru à des méthodes qui leur sont personnelles comme moyens de déploiement du temps musical, ce qui convient d'appeler esquisse. Certains ont recouru à la transcription directe, à savoir, sans passer par une phase intermédiaire. La musique est notée directement à destination de l'interprète. Comme nous l'avons vu au préalable (**Chapitre 2.3**, « *Notations rythmiques* »), Messiaen présente plusieurs « modes » de notations, qui chacun a sa propre fonction, et ce, dépendant du contexte musical. Ce dernier se trouve être déterminant. Dans le cas de pièces solistes (piano seul), Messiaen se passe d'une métrique définie, ce qui élimine d'ors et déjà plusieurs problèmes de transcription rythmique. Dans le cas encore plus complexe, comme dans celui de la polymétrie d'un cadre polyphonique, la transcription nécessitera une quantification rythmique plus élaborée. Le choix du compositeur reste déterminant, quand au niveau de la transcription.

Nous présentons ici quelques exemples de réalisations de quantifications à partir de nos propres œuvres, qui seront précédées par une présentation de chacune d'elles, d'une description du contexte de leur composition, d'une analyse succincte de l'œuvre en question et le commentaire sur le choix de la stratégie de quantification.

### 7.1 Quantification euclidienne

Comme déjà cité en fin du chapitre « **La quantification par la sémantique ou de la transcription comme quantification** », 6, (p. 177), la quantification que l'on a appelée « euclidienne » doit être un dernier recourt quand celle, symbolique, faillit. Nous la présentons ici en premier, car les recommandations possibles sont assez explicites mais dépendent toujours du matériau rythmique, les contraintes étant assez précises et limitées quant à ce dernier, le choix devrait être assez clair pour le compositeur.

Considérant le flux rythmique comme flux « agnostique »<sup>2</sup>, cette approche de la quantification proposerait les trois constituants de bases du rythme comme

1. « *L'art rend manifeste l'expérience des choses sensibles.* »

2. cf. **Section 3.2: Quantification par grille métrique**, (p. 88)

critères de contraintes essentiels, ou plus justement dit, déterminant une « grille métrique » à adopter lors de la quantification : le tempo, la métrique et les figures de notes. Son utilisation peut s'effectuer sur la totalité d'une séquence rythmique qui, cependant pourrait engendrer une quantité non négligeable d'« erreurs », ou mieux, sur des segments ou courts extraits de la structure rythmique à transcrire<sup>3</sup>. Nous présentons ici un exemple de quantification du premier cas, une quantification sur la totalité de séquences rythmiques.

### 7.1.1 « And I have tried to keep them from falling »

« *And I have tried to keep them from falling* », pour trio à cordes, composé en 2001, créé en août de la même année lors des *Rencontres Musicales de Lorraine* (Nancy) par le trio *ProArte* à qui il est dédié, s'inscrit dans un cycle d'œuvres<sup>4</sup> intitulé *Das Werden im Vergehen* (le devenir dans le périssable, titre d'un essai philosophique de Hölderlin).

L'idée maîtresse de ce trio serait de se rapprocher autant que possible d'un certain « regard négatif du discours musical, épuisement littéral, une « fatigue » (ontologique) acheminant vers un hypothétique horizon d'une écoute renouvelée. Le matériau mélodique se déploie dans sa négativité jusqu'à son extrême annulation<sup>5</sup>... ».

Le titre de la pièce est une citation de la dernière strophe du Cantos XIII<sup>6</sup> du poète américain Ezra Pound :

*And Kung said : « Without character you will  
be unable to play on that instrument  
Or to execute the music fit for the Odes.  
The blossoms of the apricot  
blow from the east to the west,  
And I have tried to keep them from falling. »*

(Cantos XIII - Ezra Pound<sup>7</sup>)

#### 7.1.1.1 La structure rythmique

Le matériau rythmique est réalisée partir de l'Unité Temporelle composée suivante<sup>8</sup> :

$$\left(\frac{60}{4}\right)_{\left(\frac{1}{4}=15\right)} \left((21 (8 5 -3 2 1)) (5 (-3 2 1)) (34 (-8 5 3 -2 1))\right)$$

3. pour ce dernier cas, voir plus loin, Section 7.2.3.1: *Anatomie d'une quantification improbable : quantification par segmentation linéaire*, (p. 210)

4. Le cycle étant construit autour d'un même matériau de hauteurs.

5. Notes de programme.

6. E. POUND. *The Cantos of Ezra Pound*. A New Directions paperback. New Directions, 1996.

7.

*Et Kung dit : « Sans caractère vous ne  
sauriez jouer de cet instrument  
Ou exécuter la musique qui convient aux Odes.  
Les fleurs de l'abricotier  
S'inclinent d'est en ouest,  
Et j'ai tenté d'empêcher leur chute. »*

8. Cette œuvre ayant été composée avant l'élaboration de notre principe d'écriture par Unités Temporelles en utilisant les arbres rythmiques Annexe 2, nous présenterons cependant la structure rythmique sous cet dernier aspect, la filiation entre ces deux représentations étant assez évidente.

une double permutation circulaire de groupe de proportions et de proportions de ces groupes est appliquée sur les *prolationis*, le *Tempus* restant inchangé :

0	((21 (8 5 -3 2 1)) (5 (-3 2 1)) (34 (-8 5 3 -2 1)))
1	((5 (2 1 -3)) (34 (5 3 -2 1 -8)) (21 (5 -3 2 1 8)))
2	((34 (3 -2 1 -8 5)) (21 (-3 2 1 8 5)) (5 (1 -3 2)))
3	((21 (2 1 8 5 -3)) (5 (-3 2 1)) (34 (-2 1 -8 5 3)))
4	((5 (2 1 -3)) (34 (1 -8 5 3 -2)) (21 (1 8 5 -3 2)))
5	((34 (-8 5 3 -2 1)) (21 (8 5 -3 2 1)) (5 (1 -3 2)))
6	((21 (5 -3 2 1 8)) (5 (-3 2 1)) (34 (5 3 -2 1 -8)))
7	((5 (2 1 -3)) (34 (3 -2 1 -8 5)) (21 (-3 2 1 8 5)))
8	((34 (-2 1 -8 5 3)) (21 (2 1 8 5 -3)) (5 (1 -3 2)))
9	((21 (1 8 5 -3 2)) (5 (-3 2 1)) (34 (1 -8 5 3 -2)))
10	((5 (2 1 -3)) (34 (-8 5 3 -2 1)) (21 (8 5 -3 2 1)))
11	((34 (5 3 -2 1 -8)) (21 (5 -3 2 1 8)) (5 (1 -3 2)))
12	((21 (-3 2 1 8 5)) (5 (-3 2 1)) (34 (3 -2 1 -8 5)))
13	((5 (2 1 -3)) (34 (-2 1 -8 5 3)) (21 (2 1 8 5 -3)))
14	((34 (1 -8 5 3 -2)) (21 (1 8 5 -3 2)) (5 (1 -3 2)))

TABLE 7.I: Double permutation circulaire de la première voix.

Ces permutations seront distribuées sur six voix, ordonnées comme suit : la permutation de initiale 0 sera affectée à la quatrième voix, puis circulairement, à partir de la permutation 1 à la troisième voix, la permutation 2 à la deuxième voix, la permutation 3 à la première, la 4 à la cinquième et enfin la permutation 5 à la sixième voix (cf. la [Figure 7.1](#)).

FIGURE 7.1: Permutations circulaires des six voix (les deux premières permutations de chaque voix).

Il ne sera retenu que les deux premières mesures de ces permutations.

En ce qui concerne le matériau des hauteurs, il est construit à partir de la série déficiente construite par l'entrelacement d'une échelle par tons descendants à partir du  $fa\sharp^5$  jusqu'au  $la\sharp^4$  et de couples chromatiques ascendants à partir de  $mi^4$   $fa^4$  jusqu'au  $la\sharp^4$   $si^4$ .



FIGURE 7.2: Série initiale.

À partir de cette série de base, il est déduit une suite construite à partir de multiplications, transformations, permutations et entrelacement complexes. Nous nous contenterons de la présenter telle qu'elle est utilisée dans le trio :



FIGURE 7.3: Complexe de hauteurs par multiplication récursive.

Ce complexe de hauteurs sera distribué au six voix hétérophoniquement. Plus précisément, le complexe sera affecté aux voix 1, 2 et 3, commençants respectivement, à partir de la première note, la deuxième et la troisième. La même chose sera effectué pour les voix 4, 5 et 6.

#### 7.1.1.2 La quantification

Comme déjà mentionné plus haut, la quantification de ce matériau est une quantification « totale », (directe), dans le sens où tout le flux de durées et silences seront quantifiés d'un seul trait, avec comme critères pour la grille métrique, un tempo à 40 à la noire et une subdivision du temps maximale de triple croches (le matériau étant au préalable fixé à 15 à la noire). Par défaut, le quantificateur propose une métrique de  $\frac{4}{4}$ . Malgré cette démarche radicale dans la quantification, qui inmanquablement résultera dans des écarts d'erreurs, qui somme toutes, sont assez acceptables, nous effectuerons deux quantifications. La pré-quantification fonctionnelle que l'on a déjà décrite, avec les critères mentionnés, et une post-quantification structurelle qui nous servira à définir la métrique par rapport à un phrasé volontaire du matériau. C'est une démarche qui nous permettrait de *mettre en forme* et donc préparer le résultat de la quantification destinée non seulement à rendre évident une structure qui se dévoile par sa quantification, mais dégager, et avancer des *phrasés* de dynamiques et de modes de jeux possibles.

FIGURE 7.4: Post-quantification et distribution hétérophonique des hauteurs.

L'écriture finale pour les trois instruments à cordes sera réalisée *à la main*, en utilisant une instrumentation appropriée selon le contexte expressif du matériau.

The image displays a musical score for the final realization of the piece « And I have tried to keep them from falling ». The score is written on a grand staff with three systems. The tempo is marked as  $\text{♩} = 40$  ca. and the performance style is *arco molto leggero e lento sempre* (N.V.). The score includes various dynamic markings such as *pppp*, *pp*, *mp*, *ppp*, and *pppp*, along with performance instructions like *vib. (ma non troppo)*, *arco lento subito*, *p forte*, and *(ad D) sul pont.*. The score is divided into measures with bar numbers 7, 8, and 9. The final measure (9) features a *pppp* dynamic marking and the instruction *verso la punta*. The score concludes with a *pppp* dynamic marking.

FIGURE 7.5: Réalisation finale « And I have tried to keep them from falling » (première page)



## 7.2 Quantification symbolique

Contrairement à la quantification euclidienne, la quantification symbolique suscitera par elle-même une formalisation selon le matériau à quantifier. Nous présenterons différentes « stratégies » de quantification symboliques selon le contexte du matériau, son *épaisseur temporelle*, sa configuration polyphonique ou sa complexité. Nous verrons les quantifications possibles concernant une polyphonie homorythmique, une polyphonie de phases « harmoniques » et une polyphonie de phases « complexes »

### 7.2.1 Homorythmie

Dans le cas d'un matériau monodique, ou homorythmique, où l'*épaisseur temporelle* est assez mince, la quantification symbolique (particulièrement ayant recours à la modulation temporelle), nous paraît la *méthode* la plus adaptée quand à la justesse et l'efficacité pour l'interprétation instrumentale.

*Ficus Vitis* pour trois voix égales composé en 2012 pourrait nous servir de cas d'étude pour la quantification symbolique de matériau homorythmique. *Ficus Vitis* est un motet assez bref, qui, malgré la polyphonie apparente, est construit sur une assise prosodique dérivé à partir d'une *Unité Temporelle Composée complexe* construite autour d'un timbre (*cantus firmus*) organisé en 10 périodes sur le modèle d'un choral. Nous présentons ici un bref aperçu de la structure de ce motet.

#### 7.2.1.1 Le motet

Dans cette étude contrapuntique, il s'agit d'explorer une écriture prosodique reposant sur la structure des arbres rythmiques **Annexe 2**, en vue d'être « mise en polyphonie », c'est-à-dire distribuée à n-voix. L'intérêt principal étant d'étudier la limite de simplification de figure de notes de cette prosodie, à savoir, la réduction de toute notation dite « irrationnelle » en simples valeurs rythmiques exprimées.

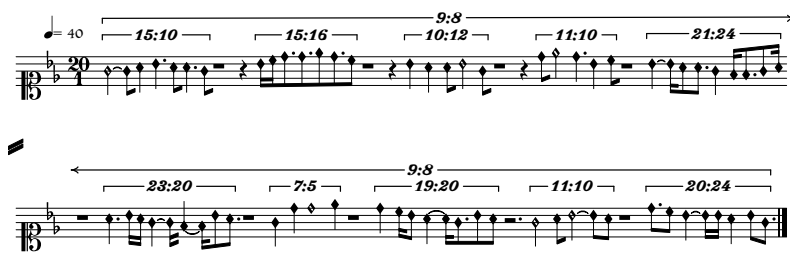


FIGURE 7.6: Choral

le timbre est construit à partir d'un *ERP* (cf. **Section 2.6: « Ensembles Rythmiques Périodiques »**) de [5 7 11] déterminant les proportions rythmiques :

(5 2 3 1 3 1 5 1 1 3 3 2 3 2 5 2 2 1 4 1 5 1 4 3 2 1 4 5 2 3  
4 1 3 2 1 4 3 1 1 5 5 2 3 4 1 1 4 1 4 2 1 2 5 3 2 2 3 4 1 5 1 4  
3 2 5 1 4 2 3 2 2 1 5 1 2 2 3 2 4 1 5 2 3 4 1 5 1 4 3 2 2 3 5 2  
1 2 4 1 4 1 1 4 3 2 5 5 1 1 3 4 1 2 3 1 4 3 2 5 4 1 2 3 4 1 5 1  
4 1 2 2 5 2 3 2 3 3 1 1 5 1 3 1 3 2 5)

Utilisant les structures d'arbres rythmiques à deux niveaux de groupes (proportions rythmiques), les périodes au nombre de dix constituent le squelette initial.

(5 (5 2 3 1 3 1)) -5 (4 (1 1 3 3 2 3 2)) -5 (6 (2 2 1 4 1)) -5  
(5 (1 4 3 2 1)) -4 (6 (5 2 3 4 1 3 2 1)) -4 (5 (6 1 1 5 5 2 3))  
-4 (5 (1 1 4 1)) -4 (5 (4 1 2 5 3 2 2)) -3 (5 (4 1 5 1)) -4 (6 (3  
2 5 1 4 2 3))

La mélodie dans le style des chorals Luthériens en mode de *La* sur *Sol* est utilisée uniquement comme charpente. Le choral sera transformé en polyphonie à trois voix en répartissant le choral de façon à avoir le moins de notes communes.

The figure displays three staves of musical notation, each representing a different voice part. The notation includes notes, rests, and various quantification markers (ratios) placed above the notes. Measure numbers are written below the notes. The first staff starts with a tempo marking of  $\text{♩} = 40$  and a  $9:8$  ratio. The second staff starts with a  $90:80$  ratio. The third staff starts with a  $90:80$  ratio. The notes are grouped into measures, and the quantification markers are placed above the notes. The measure numbers are: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 30, 31, 33, 35, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 59. The ratios are:  $15:10$ ,  $15:16$ ,  $5:6$ ,  $11:10$ ,  $21:24$ ,  $23:20$ ,  $7:5$ ,  $19:20$ ,  $5:6$ ,  $15:16$ ,  $15:10$ ,  $5:6$ ,  $11:10$ ,  $21:24$ ,  $23:20$ ,  $7:5$ ,  $19:20$ ,  $11:10r$ ,  $5:6$ ,  $15:10$ ,  $15:16$ ,  $5:6$ ,  $11:10$ ,  $7:6$ ,  $23:20$ ,  $19:20$ ,  $5:6$ .

FIGURE 7-7: Distribution sur trois voix.

L'harmonisation subira une modification radicale réalisée en contrepoint à 3 voix, sur une harmonie présentant des consonances/dissonances modales « élargies ».

#### 7.2.1.2 La quantification

La transcription rythmique en valeurs non-irrationnelles, sera faite par la quantification par modulation de tempo, de sorte que les changements de tempo par périodes vont de ♩ = 50 à ♩ = 85 déployant ainsi une palette de *tactus* variés.

### Ficus Vitis

(For three equal voices)

Karim Haddad  
(Februarius anno domini 2012)

68 75 85 79

80 85 50 75

15 52 63 85

FIGURE 7.8: Réalisation par modulation métrique.

## 7.2.2 Polyphonie de phases « harmoniques »

On entend par polyphonie de phases « harmoniques », une structure polyphonique, où les phases qui la constitue se rapportent à une « phase fondamentale » (« Grundphase ») permettant la réduction des formants de celle-ci. Alors on parle de polyphonie « réductible ». Afin d'illustrer ce mode de quantification, nous prendrons comme exemple certaines sections de « ...and nothing could be said that has not been said before. » pour orchestre (composée en 2018).

## 7.2.2.1 « ...and nothing could be said that has not been said before »

Composée de six moments :

- Sehr feierlich und sehr langsam (A<sub>1</sub>)
- Beyond the mountains of madness (B)
- Antons Traum (A<sub>2</sub>)
- At the gates of Ἐρεβος (C)
- “I gather the limbs of Osiris” - In memoriam Pierre Boulez (D)
- “Unreal City  
Under the brown fog of a winter noon” (A<sub>3</sub>)

Dans l'introduction (A<sub>1</sub>) et la coda (A<sub>3</sub>) (ainsi que dans une partie centrale jouée aux cordes (A<sub>2</sub>)), les hauteurs sont dérivées du principe de la « grande basse » d'Ezra Pound telle qu'elle est décrite dans son traité d'harmonie<sup>9</sup>. Ce principe se retrouve en parallèle dans l'idée d'un continuum hauteurs/durées comme on le retrouvera chez Henry Cowell et Karlheinz Stockhausen déjà présenté dans les sections **Section 2.4: « New Musical Resources »**, (p. 47) et **Section 2.5: « ... wie die Zeit vergeht... »**, (p. 53). Cependant, le principe de Pound est plutôt axé sur un contexte portant sur la prosodie plutôt que sur une structuration musicale pure. C'est le rapport de durées qui détermine ici les intervalles. On obtient ainsi une consonance « non-voulue » (mais assumée), résultat du processus combinatoire d'engendrement des durées itératif et récursif de proportions simples de durées (par autoréférencement cf. **Annexe 2.3.7, p. 281**).

La structure de proportions de durées sont générés à partir d'une *Unité Temporelle composée* par quatre *prolationis* de proportions 3 4 5 7 et subdivisée par permutations autoréférentiels à deux itérations :

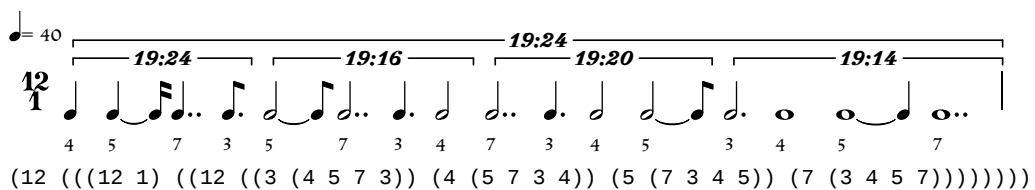


FIGURE 7.9: *Unité Temporelle* construite par rotations autoréférentiels de proportions 3 4 5 7 à deux itérations

Une matrice de 16 voix (4 × 4) sera construite à partir de toutes les rotations possibles des durées :

9. Ezra POUND. *Antheil: And The Treatise on Harmony*. Da Capo Pr, 1927.



FIGURE 7.10: Matrice de permutation circulaire de 16 voix.

La structure des trois parties (A) de la pièce, représente les 4 rotations 1 3 5 7 de cette matrice constituant une polyphonie « harmonique » à quatre voix.

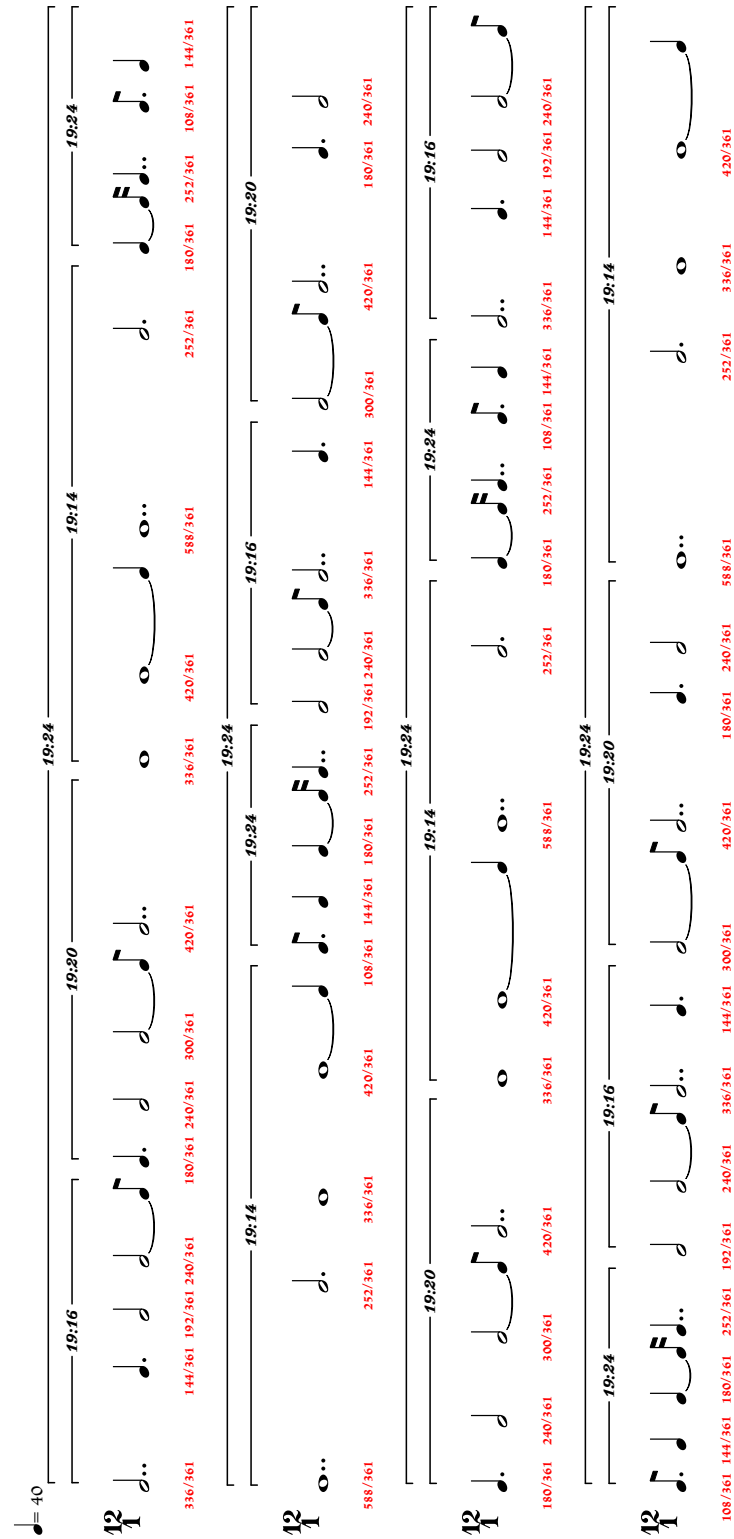


FIGURE 7.II: Permutations 1 3 5 7 à partir de la matrice de la Figure 7.II

Ainsi, on obtient 64 durées en tout ( $4 \times 16$ ) dont plusieurs se trouvent être répétées. Au total, on obtient uniquement 10 durées différentes utilisées dans toutes ces voix dont les rapports sont :



108/361 144/361 180/361 192/361 240/361 252/361 300/361 336/361  
420/361 588/361

On remarque que :

- la somme des valeurs des proportions génératrices initiales (3 4 5 7) est = 19
- toutes les valeurs ont un dénominateur commun de 361 = au carré de la somme de (3 4 5 7)

$$\left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2$$

On retranscrit par modulation métrico / tempique (« *Grundtakt/Grundphase* ») de 12/1 à 19/1 de noire = 40 à noire = 63.

Cette opération est obtenue par :

- modulation tempique (réduction du premier niveau d'irrationnel)
- transposition par dénominateur commun

On obtient une première retranscription :

FIGURE 7.12: Réduction par modulation tempique au premier niveau d'irrationnel

Étant donné que :

- la subdivision par 19 se trouve être la plus petite unité de phase

- Il est fort improbable dans la pratique instrumentale d'interpréter cette subdivision dans l'état.

On utilisera à nouveau la modulation tempique afin de trouver la phase idéale pour l'interprétation, ainsi que le sens expressif (lent/rapide) qui devrait caractériser cette séquence :

The figure shows a musical score in 4/4 time, marked with a tempo of 50. The score is divided into four systems, each containing two staves. The first system starts with a tempo marking of 50 and a 4/4 time signature. The music consists of eighth notes and quarter notes, with several triplet markings (indicated by a '3' over a bracket) over groups of three eighth notes. The second system contains two staves. The third system contains two staves. The fourth system contains two staves. The score ends with a double bar line.

FIGURE 7.13: Réduction au triolet - MM  $\text{♩} = 50$

On peut réduire d'une manière radicale cette polyphonie en convertissant les irrationnels dans une valeur binaire. Le choix final devrait prendre en considération le caractère interprétatif de la structure rythmique. Même identique, le rythme *expressivement* ne sera pas interprété identiquement si le *tactus* est lent ou relativement rapide. La décision doit rester à la discrétion du compositeur.

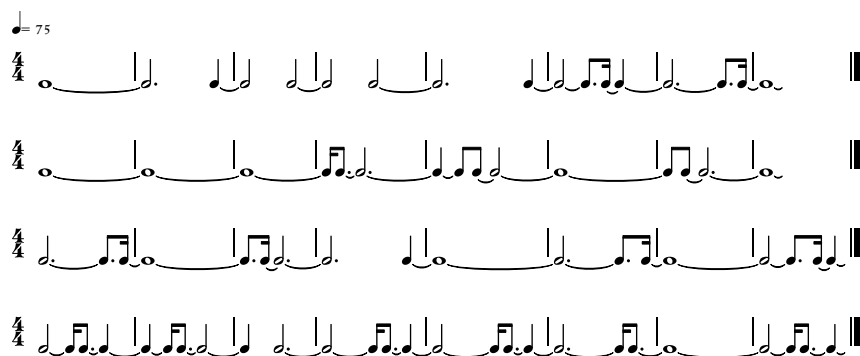


FIGURE 7.14: Réduction en binaire - MM ♩ = 75

### 7.2.3 Polyphonie de phases « complexes »

Dans les cas complexes, où la métrique ou son absence ne fournit aucune pulsation de référence, comme dans le cas de polyphonies extrêmes à plusieurs tempi, ou à des rythmes libres de toutes mensuration, plusieurs stratégies de quantifications peuvent être mises en jeu. La première démarche serait d'effectuer une segmentation préalable après analyse. Elle peut être de deux ordres : linéaire dans le sens temporel, ou par segments en groupes créant une segmentation de plusieurs section polyphoniques congruentes.

#### 7.2.3.1 Anatomie d'une quantification improbable : quantification par segmentation linéaire

À partir d'une structure temporelle polyphonique à quatre voix construite à partir d'*Unités Temporelles* de *Tempus* chromatiques allant de  $\frac{3}{6}$  à  $\frac{8}{16}$  <sup>ième</sup> pour un seul instrument (ici le piano), il peut se soulever certaines difficultés quant à sa quantification.

Nr. 1  
KLAVIERSTÜCKE  
(esquisse)

Karim Haeddad

♩ = 60

mf (857, 2222)  
ppp (3079, 250)  
p (4079, 1846)  
ppp (6926, 1200)

ppp (3079, 250)  
p (3579, 250)  
ppp (3829, 250)

fff (0, 1429)  
f (1429, 1000)  
fff (4429, 2000)

f (6429, 267)  
ff mp (6095, 267)  
mf (7229, 267) (7095, 1867)

p (0, 4000)  
mf (4000, 267) (4267, 267)  
mp (4533, 267)  
mf ppp fff (4800, 400)  
p (6400, 400)  
mf ppp fff (5600, 400)

mf p (9459, 571)  
mf (10090, 571)  
mf (10602, 571)  
ff (11173, 571)  
ppp (12316, 1007)  
ff (11745, 571)

fff (11018, 2462)

f (9362, 1143)

pp (6800, 286)

mf (14403, 1231)

pp (17634, 2462)

f (18693, 2462)

ppp (15276, 250)  
ff (15776, 250)

FIGURE 7.15: esquisse de Klavierstücke Nr. 1

Dans le cas qui nous concerne ici, la quantification symbolique ne pourrait être efficace ni envisageable sans garder les différents tempi résultant de l'opération. La raison est le manque de dénominateur commun métrique. En examinant Les *Unités Temporelles* successives, on a comme à l'instar des modes de Cowell, des unités de subdivisions « incomplètes » constituées par des *Unités Temporelles*. Par exemple, les trois premières *Unités Temporelles* de la première voix ( $\frac{3}{14}$ ,  $\frac{5}{9}$  et  $\frac{4}{16}$ ) représentent en notation symbolique la notation suivante :

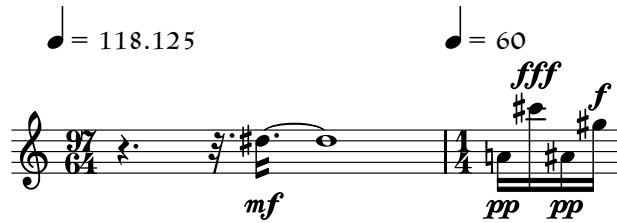


FIGURE 7.16: Réduction par quantification symbolique des trois premières mesures de la première voix.

À moins de recourir à une notation utilisant des têtes de notes particulières pour chaque classe d'irrationnel (cf. Figure 2.1), ce qui ne résout rien vu le contexte musical <sup>10</sup> il ne nous reste qu'à recourir à la solution de quantification euclidienne, (par calcul). Cela constituerait la base de départ de notre transcription. Cependant, si on observe le résultat, qu'il soit le plus proche et exact possible par rapport à l'esquisse, nous perdrons certains « éléments de contexte » structurels qui nous semblent indispensable à la compréhension et par conséquent à l'interprétation de l'œuvre.

<sup>10</sup>. Il est évident que par l'accumulation des valeurs irrationnelles « non-résolues », la représentation devient de plus en plus complexe.

FIGURE 7.17: Quantification « euclidienne ».

Dans ce cas de figure, afin de préserver la sémantique et aussi pour souligner les fragments structurels, et ainsi préserver les traits particuliers du caractère musical, (ici par exemple, les notes égales), il est nécessaire de recourir en premier lieu à

une segmentation à partir de l'esquisse (et non de sa quantification par grille), isolant ces centres comme éléments de focalisation qui devraient rester figuralemment comme tels.

The image displays a musical score for 'Nr. 1 Klavierstücke' by Karim Haddad. The score is presented in a multi-measure rest format with various dynamic markings and tempo indications. The score is segmented into five sections, labeled A through E, which are outlined in red. Within these sections, specific groups of notes are highlighted with blue boxes, representing 'groups of phases'. The score includes dynamic markings such as *mf*, *f*, *p*, *mp*, and *ppp*, and tempo markings like '60'. The title 'Nr. 1 KLAVIERSTÜCKE' and the composer's name 'Karim Haddad' are visible at the top of the score.

FIGURE 7.18: Segmentation (en rouge) autour de « groupes de phases » désignés (en bleu).

Dans la Figure 7.18, les segmentations ont lieu autour de « groupes de phases », pour utiliser la terminologie stockhausennienne, représentant des groupes de notes égales, afin de les préserver au mieux comme telles. Si l'on compare par exemple la cellule du groupe A (les quatre doubles croches) avec le rendu quantifié par grille, on observe un décalage à la triple croche, que l'on voudrait volontiers supprimer

pour placer la figure de quatre double sur le temps. Cette première segmentation aura pour effet de supprimer une durée assez courte, qui du reste représente non pas un temps de note exprimée, mais au contraire, une prolongation de résonance, au détriment d'une clarté rythmique de la figure primaire que l'on a choisie à mettre au premier plan.

Pour la deuxième segmentation nous avons choisi de procéder à une quantification symbolique par modulation de phase. Les unités des deux figures de « phases » de  $\frac{3}{15}$  et de  $\frac{5}{10}$  (c'est-à-dire,  $\frac{1}{15}$  et  $\frac{1}{10}$ ) ayant un rapport de  $\frac{3}{2}$ , il nous est facile de les réduire à un dénominateur commun de quintuples double croches, et ce, en multipliant chaque unité par ce rapport, obtenant ainsi respectivement pour le premier bloc temporel une unité de  $\frac{1}{10}$  et pour le second, une unité de  $\frac{3}{20}$  ce qui équivaut à une croche de quintolet et une croche pointée de quintolet. Par conséquent, on obtient une mesure et un dernier temps incomplet :

FIGURE 7.19: Modulation de phase de la segmentation n°2 et sa transcription

Les éléments « périphériques » sont quantifiés par grille euclidienne par rapport à cette quantification symbolique en calculant pour chaque les dates temporelles relatives à notre figure première. À noter aussi, la « jonction » avec le segment A, où la dernière pulsation de la figure du premier segment (la double croche) sera prolongée sensiblement pour avoir une coordination avec les autres éléments et afin de récupérer la durée omise lors de la réalisation de la quantification du segment A.

Un autre compromis sera fait à la jonction entre les segments B et C. Étant donné que la figure de phase  $\frac{8}{14}$ <sup>ème</sup> du segment C se trouvant à la quatrième voix, succède immédiatement à la figure déjà réalisée du segment B, elle sera modulée par phase par rapport à celle-ci. On utilisera le rapport  $\frac{7}{5}$ <sup>ème</sup> pour la transformation de la phase  $\frac{8}{14}$ <sup>ème</sup> en phase multiple de quintolet. La durée sera modulée par le tempo ♩ = 84 ( $60 * \frac{7}{5} = 84$ ). La seule durée qui sera légèrement dilatée de 10ms sera la ♪ de quintolet liée de la phase précédente, valeur assez négligeable.

Une des conséquences de cette démarche de quantification par segmentation est le changement de tempi par section (si besoin est) soulignant les éléments motiviques que l'on a choisi d'isoler. Ceci pas seulement rend cette démarche de quantification fonctionnelle, c'est à dire facilitant l'exécution, mais aussi met en perspective les éléments formels de chaque section et par conséquent fait émerger les éléments structurels explicitant un formalisme qui peut être latent par rapport au matériau originel.



Nr. 1  
KLAVIERSTÜCKE

Karim Haddad

mf = 60

mf = 90

mf = 84

Sost. Ped.

pppp

sub

FIGURE 7.2.0: Version définitive quantifiée du Klavierstück Nr. 1

### 7.2.3.2 Anatomie d'une quantification improbable : quantification par segmentation par groupes

L'*Étude Nr. 5* (2018) composée pour deux ensembles et électronique temps direct présente un cas typique de polyphonie de phases où l'utilisation de *tempi* congruents rend la quantification encore plus ardue. La démarche employée dans ce cas, recouvre plusieurs stratégies de quantifications « mixtes » utilisant la quantification symbolique en premier lieu, et dans le cas échéant, à savoir là où la quantification symbolique ferait défaut, l'utilisation de la quantification dite « euclidienne » est employée en dernier recours (comme on a pu le voir dans le cas précédent [Section 7.2.3: « Polyphonie de phases « complexes » »](#)).

La structure des *Unités Temporelles* est construite à partir de deux périodes de Pisano de

$$P(47) \bmod 16 = (4 \ 7 \ 11 \ 2 \ 13 \ 15 \ 12 \ 11 \ 7 \ 2 \ 9 \ 11 \\ 4 \ 15 \ 3 \ 2 \ 5 \ 7 \ 12 \ 3 \ 15 \ 2 \ 1 \ 3)$$

soit [24 éléments] pour les numérateurs du *Tempus*, et

$$P(35) \bmod 10 = (3 \ 5 \ 8 \ 3 \ 1 \ 4 \ 5 \ 9 \ 4 \ 3 \ 7 \ 10 \ 7 \ 7 \ 4 \ \dots)$$

soit [60 éléments] pour les dénominateurs créant ainsi par permutations circulaires quatre séquences de 22 *Unités Temporelles fondamentales* par voix.

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[ \left( \frac{4}{3} \right) \mid \left( \frac{7}{5} \right) \mid \left( \frac{11}{8} \right) \mid \left( \frac{2}{3} \right) \mid \left( \frac{13}{1} \right) \mid \left( \frac{15}{4} \right) \mid \left( \frac{12}{5} \right) \mid \left( \frac{11}{9} \right) \mid \left( \frac{7}{4} \right) \mid \left( \frac{2}{3} \right) \mid \left( \frac{9}{7} \right) \mid \right] \\ \left[ \left( \frac{11}{10} \right) \mid \left( \frac{4}{7} \right) \mid \left( \frac{15}{7} \right) \mid \left( \frac{3}{4} \right) \mid \left( \frac{2}{1} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right) \mid \left( \frac{7}{6} \right) \mid \left( \frac{12}{1} \right) \mid \left( \frac{3}{7} \right) \mid \left( \frac{15}{8} \right) \mid \left( \frac{2}{5} \right) \right] \\ \left[ \left( \frac{4}{5} \right) \mid \left( \frac{7}{8} \right) \mid \left( \frac{11}{3} \right) \mid \left( \frac{2}{1} \right) \mid \left( \frac{13}{4} \right) \mid \left( \frac{3}{1} \right) \mid \left( \frac{4}{3} \right) \mid \left( \frac{11}{4} \right) \mid \left( \frac{7}{3} \right) \mid \left( \frac{2}{7} \right) \mid \left( \frac{9}{10} \right) \mid \right] \\ \left[ \left( \frac{11}{7} \right) \mid \left( \frac{4}{7} \right) \mid \left( \frac{15}{4} \right) \mid \left( \frac{3}{1} \right) \mid \left( \frac{2}{5} \right) \mid \left( \frac{5}{6} \right) \mid \left( \frac{7}{1} \right) \mid \left( \frac{12}{7} \right) \mid \left( \frac{3}{8} \right) \mid \left( \frac{3}{1} \right) \mid \left( \frac{2}{3} \right) \right] \\ \left[ \left( \frac{4}{8} \right) \mid \left( \frac{7}{3} \right) \mid \left( \frac{11}{1} \right) \mid \left( \frac{1}{2} \right) \mid \left( \frac{13}{5} \right) \mid \left( \frac{5}{3} \right) \mid \left( \frac{3}{1} \right) \mid \left( \frac{11}{3} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right) \mid \left( \frac{1}{5} \right) \mid \left( \frac{9}{7} \right) \mid \right] \\ \left[ \left( \frac{11}{7} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right) \mid \left( \frac{15}{1} \right) \mid \left( \frac{3}{5} \right) \mid \left( \frac{1}{3} \right) \mid \left( \frac{5}{1} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right) \mid \left( \frac{3}{2} \right) \mid \left( \frac{3}{5} \right) \mid \left( \frac{5}{1} \right) \mid \left( \frac{2}{5} \right) \right] \\ \left[ \left( \frac{4}{3} \right) \mid \left( \frac{7}{1} \right) \mid \left( \frac{11}{4} \right) \mid \left( \frac{2}{5} \right) \mid \left( \frac{13}{9} \right) \mid \left( \frac{15}{4} \right) \mid \left( \frac{4}{1} \right) \mid \left( \frac{11}{7} \right) \mid \left( \frac{7}{10} \right) \mid \left( \frac{2}{7} \right) \mid \left( \frac{9}{7} \right) \mid \right] \\ \left[ \left( \frac{11}{4} \right) \mid \left( \frac{4}{1} \right) \mid \left( \frac{3}{1} \right) \mid \left( \frac{1}{2} \right) \mid \left( \frac{2}{1} \right) \mid \left( \frac{5}{7} \right) \mid \left( \frac{7}{8} \right) \mid \left( \frac{12}{5} \right) \mid \left( \frac{1}{1} \right) \mid \left( \frac{3}{1} \right) \mid \left( \frac{1}{4} \right) \right] \end{array} \right\}$$

FIGURE 7.21: Quatre séquences de 22 *Unités Temporelles fondamentales*

Pour le processus qui suit, nous retiendrons exclusivement les deux premières séquences afin de générer à partir d'elles, des « spectres de formants » (*Formant-Spektrums*), en utilisant l'opération de subdivision à deux itérations. La première consisterait à subdiviser l'*Unité temporelle fondamentale* en deux proportions la transformant ainsi en une *Unité Temporelle composée*. À la deuxième itération, chacune des

proportions obtenues sera subdivisée par des proportions de pulsations égales. À chaque itération, les proportions utiliseront les numérateurs et dénominateurs issus des suites de Pisano. Nous adopterons la convention suivante :  $n_0$  représente le numérateur courant de l'Unité Temporelle et  $d_0$  son dénominateur. Les indices représenteront la « référence » de l'Unité Temporelle en question. Par exemple, pour une Unité temporelle de  $\left(\frac{4}{3}\right)$  la double opération de subdivision suivante :  $\left(\frac{n_0}{n_0} \frac{d_0}{n_1}\right)$  signifie :

$$\left(\frac{4}{3}\right)_{/(\frac{4}{4} \frac{3}{7})} \Rightarrow \left(\frac{4}{3}\right)_{((4 ((4 (1 1 1 1)) (3 (1 1 1 1 1 1 1))))))$$

où  $n_0$  est le numérateur de l'Unité Temporelle courante,  $d_0$  sont dénominateur et  $d_1$  le dénominateur de l'Unité Temporelle qui lui succède.

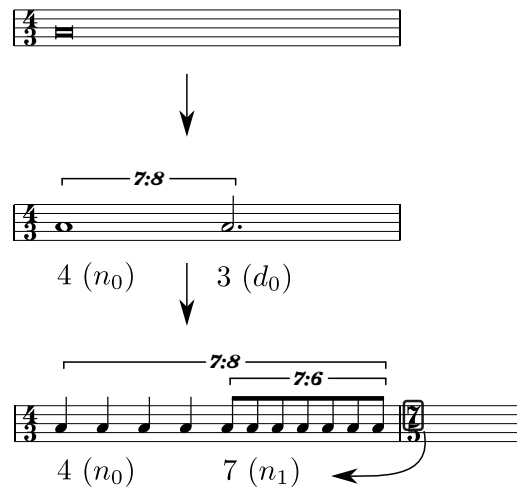


FIGURE 7.22: Subdivision itérative d'une Unité Temporelle fondamentale

Étant donné la séquence  $Sa$  nous lui appliquerons la subdivision itérative selon cette matrice :

$$Sa_1 : \left(\frac{n_0}{n_0} \frac{d_0}{n_1}\right)$$

$$Sa_2 : \left(\frac{d_0}{n_0} \frac{n_0}{n_1}\right)$$

$$Sa_3 : \left(\frac{n_0}{n_1} \frac{n_1}{n_0}\right)$$

$$Sa_4 : \left(\frac{d_0}{n_1} \frac{n_0}{n_0}\right)$$

La même matrice de subdivision sera appliquée de même à la deuxième séquence  $Sb$ . Nous obtenons ainsi un complexe de « spectres de formants » rythmiques (*FormantSpektrums*) dont les premières mesures sont données dans la [Figure 7.23](#) :

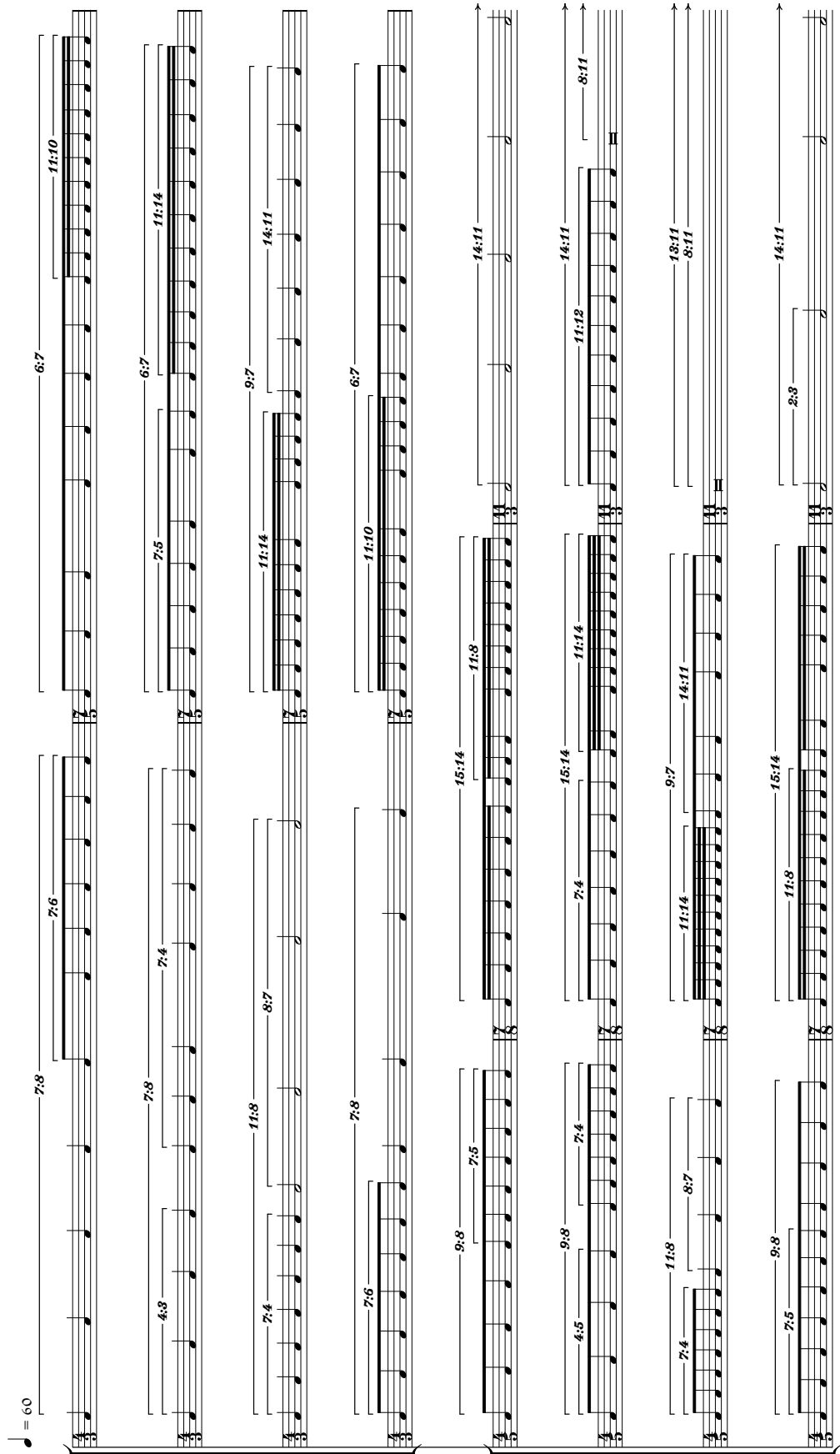


FIGURE 7.23: Premières mesures de la subdivision itérative.

À ce réseau de « phases » sera appliqué un filtre « graphique » filtrant les phases (cf. Figure 7.24) et rejetant toute pulsation « hors zone »<sup>11</sup>.

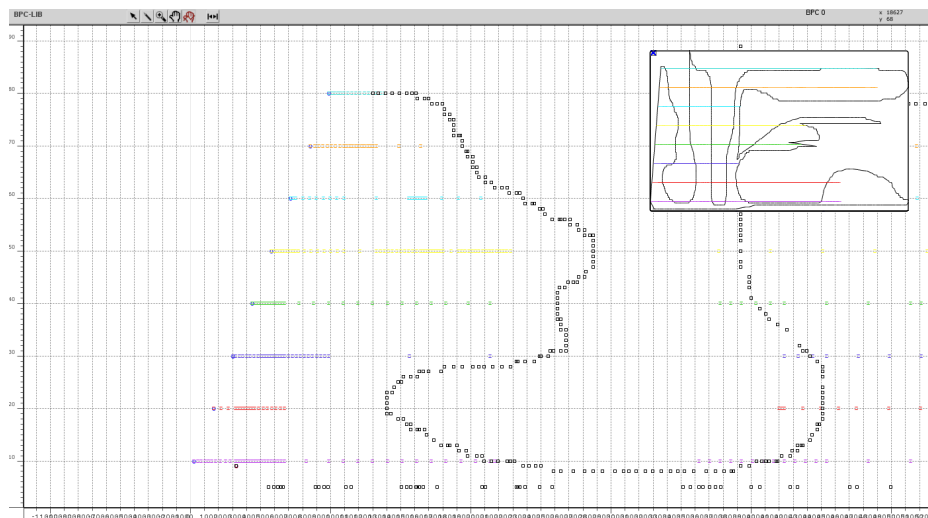


FIGURE 7.24: Filtre graphique

11. Stockhausen utilise cette technique de « filtrage » dans *Gruppen* (cf. exemple 18 dans Karlheinz STOCKHAUSEN, « "... wie die Zeit vergeht..." », p. 25). Dans un tout autre domaine, celui du cinéma, ce même concept est évoqué par Andreï Tarkovski comme une manière de « sculpter le temps » :

Quel est alors l'essentiel du travail d'un réalisateur ? De sculpter le temps. Tout comme un sculpteur, en effet, s'empare d'un bloc de marbre, et, conscient de sa forme à venir, en extrait tout ce qui ne lui appartiendra pas, de même le cinéaste s'empare d'un « bloc de temps », d'une masse énorme de faits de l'existence, en élimine tout ce dont il n'a pas besoin, et ne conserve que ce qui devra se révéler comme les composants de l'image cinématographique. Une opération de sélection en réalité commune à tous les arts. (Andreï TARKOVSKI. « Le Temps scellé, trad ». In : *A. Kichilov et CH de Brantes, Paris, Éditions de l'Étoile-Cahiers du cinéma* [2004], p. 134, p. 75)

On peut aussi ajouter cette anecdote rapportée par Anton Webern :

Schönberg disait : « Le principal lorsqu'on compose, c'est d'avoir une gomme ! » (Anton WEBERN, *Chemin vers la nouvelle musique*, p. 130).

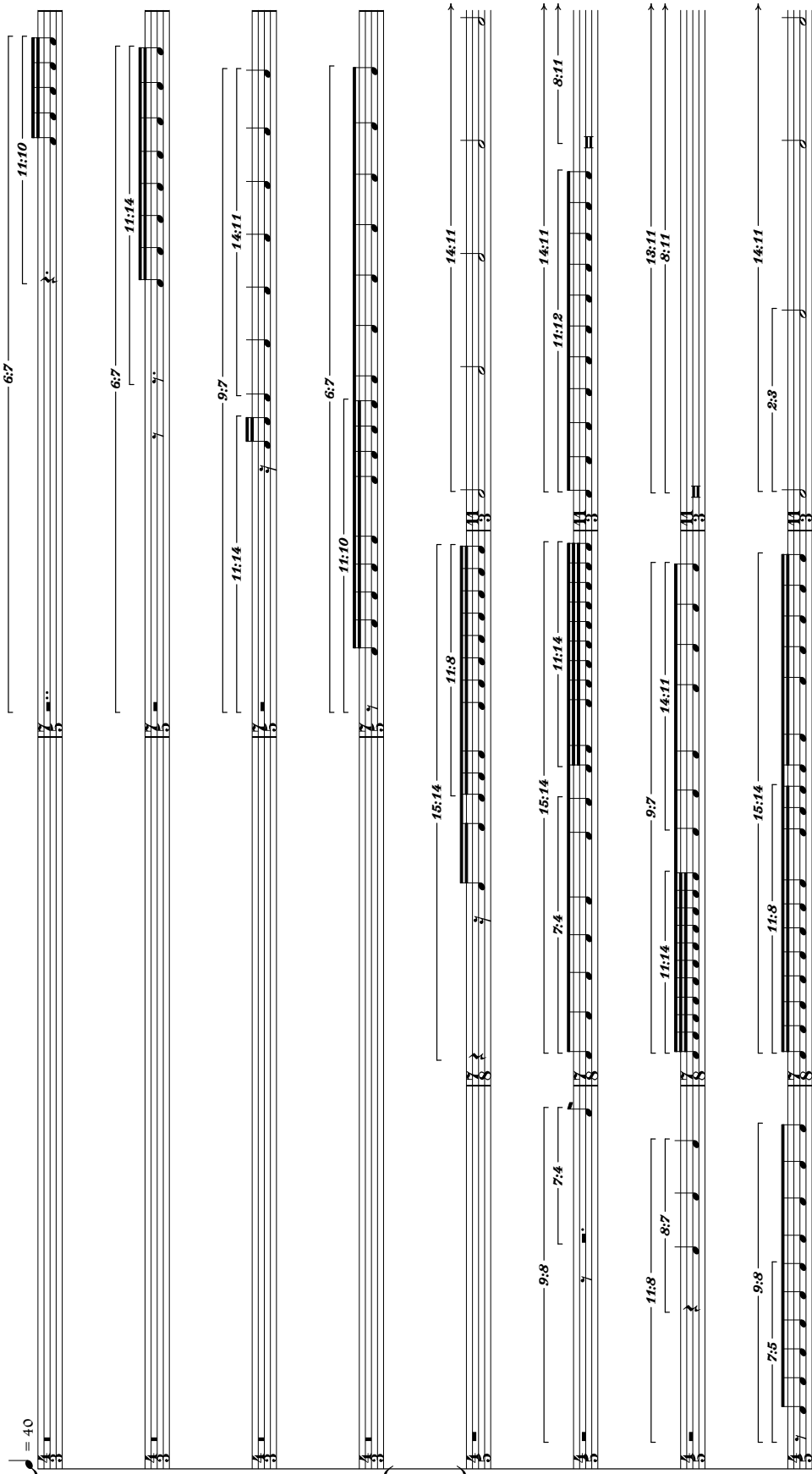


FIGURE 7.25: Premières mesures du complexe rythmique (Figure 7.23) filtré.

À partir de ce complexe rythmique « filtré » (cf. **Figure 7.25**) comportant une polymétrie à deux voix, la deuxième étape consisterait à « retranscrire » ou plutôt, de quantifier le matériau afin de le destiner à être « mis en notation » conforme à une lecture aussi claire, précise et efficace que possible. La première démarche serait d'évaluer la possibilité d'une transcription de l'ensemble du matériau à travers la quantification par grille métrique afin d'obtenir et ainsi de réduire la polymétrie à un seul ensemble métrique unique. En utilisant le même tempo ( $\text{♩} = 40$ ) du matériau proposé, avec une métrique constante de 4/4 et une subdivision comme définition minimale à la triple croche, on arrive à un résultat assez proche du matériau originel (cf. **Figure 7.26**). Cependant, vue la nature de cette opération, où il consisterait de « placer » globalement et au mieux les pulsations par rapport à une grille donnée, le résultat ne reflète pas la nature même des « phases » (voire, les *prolationis* répétées et de nature égales) dans tous les contextes rythmiques donnés. Les écarts rythmiques obtenus, même assez proches du rythme initial, créeraient un contexte rythmique qui ne serait pas contenu dans ce dernier, et par conséquent, dévierait de la nature originelle des « phases » du rythme initial résultant en une figuration rythmique dissocié du contexte génératif initial.

The figure displays a musical score with eight staves. Above the staves, a series of horizontal lines represent a grid for quantification. The grid is divided into segments by vertical tick marks. Numerical labels are placed above these segments, indicating ratios or counts: 6:7, 11:10, 11:14, 6:7, 11:10, 16:14, 13:8, 11:14, 16:14, 9:7, and 11:14. Red brackets connect these grid lines to specific notes or groups of notes on the staves, illustrating how the grid is used to quantify the musical material. The music itself consists of eighth and sixteenth notes, often beamed together, with various fingerings indicated by numbers 3, 5, 7, and 8. The first measure of the first staff is marked with a tempo or pulse indicator: ♩ = 40.

FIGURE 7.26: Quantification par « grille » (premières mesures).



Il nous apparaît donc nécessaire de recourir non pas à l'approche de quantification par grille, mais plutôt à une transcription symbolique préservant la polymétrie en deux groupes distinct. Par conséquent, celle-ci devrait se faire en plusieurs étapes. La première serait de « normaliser » les *Tempus* de chaque *Unité Temporelle*, à savoir de les transformer en *Tempus* à la puissance de deux. Ceci aura pour conséquence de créer des *tempi* structuraux à chaque modulation métrique (cf. [Figure 7.27](#)).

The image shows a musical score with ten staves. Each staff contains a sequence of notes with horizontal lines above them indicating rhythmic ratios. The ratios are as follows:

- Staff 1: 6:7, 11:10
- Staff 2: 6:7, 11:14
- Staff 3: 9:7, 14:11, 11:14
- Staff 4: 6:7, 11:10
- Staff 5: 15:14, 11:8, 14:11
- Staff 6: 9:8, 7:4, 15:14, 11:14, 14:11
- Staff 7: 11:8, 8:7, 9:7, 18:11, 8:11
- Staff 8: 7:5, 9:8, 11:8, 14:11, 2:3

Tempo markings are provided in red boxes:

- Staff 1:  $\text{♩} = 50$
- Staff 5:  $\text{♩} = 60$
- Staff 6:  $\text{♩} = 40$
- Staff 8:  $\text{♩} = 50$

FIGURE 7.27: « Normalisation » des *Tempus*.

L'étape suivante consisterait à « éliminer » un niveau d'irrationnel (de « phase ») afin de réduire la complexité de la lecture. Toutefois, comme on peut observer concernant le niveau fondamental des « phases » (se trouvant au premier niveau de subdivision), n'est pas équivalent parmi toutes les voix. Effectivement, et ce dû à notre processus de subdivision itératif, les troisièmes voix de chaque groupe respectif, sont en « déphasage » par rapport aux autres voix<sup>12</sup>. Pour cette raison, ils seront écartés du procédé de réduction de phase. Cependant, leur *Tempus* sera modulé afin qu'il concorde aux autres *Tempus* une fois les phases des autres voix réduites<sup>13</sup>. À partir de ce procédé, on obtiendra à nouveau des *tempi* « structurels » modulés selon la phase une fois réduite (cf. Figure 7.28).

12. Remarquons, cependant, que les troisièmes voix de chaque groupe ont quasiment les mêmes phases fondamentales et créent de la sorte à cause du décalage des *Tempus* entre leur groupe respectif, un canon de phase.

13. Cela aura pour conséquence de moduler aussi leur phases fondamentale.



FIGURE 7.28: Réduction des phases fondamentales des voix 1, 2 et 4 de chaque groupe (A et B).

Pour la réalisation instrumentale et définitive de la partition, les *Unité Temporelles* seront retranscrite à nouveau afin d'obtenir quand cela est possible, une structure rythmique prenant en compte le *tactus* (cf. **Figure 7.29**<sup>14</sup>). D'autre part, les troisièmes voix de chaque groupe, une fois distribué aux instruments, seront « intégrés » soit par transcription symbolique quand cela le permet, soit par quantification par grille<sup>15</sup>.

---

14. Cette pièce nécessitant deux chefs, il est recommandé de rendre sa lecture la plus cohérente et « claire » possible.

15. Dans la **Figure 7.29**, nous pouvons noter la présence des appoggiatures (« grace notes ») qui sont des approximations assez « fidèles » du rythme résultant.

The image displays a musical score for an ensemble, titled 'Group B'. It consists of multiple staves, each representing a different instrument. The instruments listed on the left side of the score are: English Horn, Horn, Fagott, flughorn, Trombone, Tuba, Group B, Vibraphone, Tub bells, Cymbalum, and Klavier. Each staff contains musical notation, including notes, rests, and dynamic markings. Numerical annotations are present throughout the score, indicating specific time points or durations. These annotations include: '4.8"', '10.05"', '78.75', '56.25', '42.857144', '76.36364', '11.8', '11.14', '14.11', '6.5', '7.4', '5', '11.8', '7', '11.12', '8.14', '11', '7', '11.8', '5', '7', '11.9', '11.8', '7', '11.12', and '11.12'. The notation includes various note values and rests, with some notes marked with 'y' or '7'. The overall layout is a standard musical score with multiple systems of staves.

FIGURE 7.29: Réalisation « interprétative » des premières *Unités Temporelles* du groupe *B* de l' *Étude* Nr. 5 pour un ensemble double et électronique temps réel (2008)



## Chapitre 8

# Pour une poétique temporelle

..., *tout art est essentiellement Poème.*

- Martin Heidegger, *L'origine de l'œuvre d'art*<sup>1</sup>

Nous arrivons au point de rupture entre le ton impersonnel d'une rédaction doctorale et celle de l'expression personnelle d'un compositeur s'engageant dans une réflexion se voulant inédite là où cela devient nécessaire. Certes, il ne s'agit pas d'une rhétorique poétique ni de justification thétique, mais tout au contraire, une tentative de synthèse, une réflexion en continuelle mouvance, portée sur une même et seule préoccupation : la conduite temporelle d'événements musicaux. Schönberg affirmant que « *la musique, est de bien des façons, une mangeuse de temps. Elle prend mon temps, elle vous prend le vôtre, elle règle elle-même sa marche en fonction du temps* »<sup>2</sup> souligne l'importance que ce principe fondateur, celui de la temporalité, a pour notre art, celui de la musique, par delà toute considération hiérarchique de l'organisation des hauteurs, de la dynamique, de la forme, le temps musical demeurant de par sa conception et sa perception le facteur le plus déterminant.

Cette préoccupation sous-entend un premier impératif : la durée, le rythme, le temps musical primant sur tous les autres constituants (paramètres) musicaux. En considérant un objet musical sous l'angle d'un événement temporel, c'est bien sa temporalité qui le détermine en tant que tel. Les autres « composants », essentiels à son identité, restent importants quant à la spécificité de cet objet, le discernant en le différenciant dans le cas d'une éventuelle synchronicité de plusieurs objets temporels concomitants. L'évènement musical considéré comme unité temporelle indissociable de sa propre mise en temporalité perçue comme forme (elle aussi temporelle) devrait être soumis à certains critères (ou lois) qui par leurs essences le dissocieraient d'un évènement sonore quelconque et de ce qu'il devrait être, c'est-à-dire, un objet caractérisé par un sens musical. La première raison ou principe qui devrait être poursuivi serait d'après nous et selon Schönberg, l'*intelligibilité*<sup>3</sup>. Alors que ce dernier comprend par intelligibilité, sous la forme d'une succession diachronique d'événements, nous la voyons sous une forme multidimensionnelle en rapport à une discursivité d'ordre essentiellement temporelle, comprendre par là, une généralisation d'une *intelligibilité* temporelle sans primauté à tel ou tel composant sonore, comme la succession d'un complexe d'accords, de gestes, de figures rythmiques ou autre, mais dans une totalité formelle d'ordre temporelle.

1. Martin HEIDEGGER. *L'origine de l'œuvre d'art dans Chemins qui ne mènent nulle part*. 1962, p. 81.

2. Arnold SCHÖNBERG et Leonard STEIN, « *Le style et l'idée* », p. 95.

3. « *La forme dans les arts, et particulièrement en musique, a pour objet essentiel l'intelligibilité* » (*ibid.*, p. 163).



Pour Schönberg et tout particulièrement pour Webern, la condition nécessaire conduisant à l'*intelligibilité* est la *cohérence*<sup>4</sup>. Cette cohérence peut être à tous les niveaux, celui du choix du matériau, dans la déduction de processus, mais surtout, et le plus important, la cohérence structurelle de la forme.

## 8.1 « Sculpter le temps »

Dans *Le temps scellé*<sup>5</sup>, Andreï Tarkovski aborde la question du temps et du rythme dans l'art cinématographique.

Mais comment percevoir le temps dans un plan ? Le temps apparaît quand il est ressenti, au-delà des événements, comme le poids de la vérité. Lorsque nous réalisons distinctement que ce que nous voyons à l'écran n'est pas complet, qu'il renvoie à quelque chose qui s'étend au-delà, à l'infini<sup>6</sup>.

Ses réflexions en mon sens, sont très proches de l'art de la composition et surtout de la conception formelle de l'œuvre musicale, la temporalité étant essentiellement liée à la construction et la perception de la forme musicale. Tarkovski rejoint ici l'idée du *temps anticipé* de Klaus Huber déjà cité<sup>7</sup>. De plus, cette projection de processus temporels « organise » la forme elle-même la rendant *cohérente* et *intelligible* surtout hors cadre tonal<sup>8</sup>. Toujours dans l'optique d'un temps étendu vers ce qui n'est pas advenu, une projection structurelle vers l'avant et l'après, Fernyough affirme :

Dans la musique contemporaine, la perception s'organise autour d'une distinction privilégiée : celle qui oppose des événements proches (faits d'objets atomiques, de sons individuels) à des événements plus lointains (fondés sur des structures et orientés plus directement vers la forme)<sup>9</sup>.

Cependant, l'organisation formelle de l'œuvre ne devrait pas tomber dans un « collage » arbitraire, où, des séquences d'événements, s'agissant de plans cinématographiques ou de matériaux sonores, seront juxtaposés sans raisonnement, sans cohérence, au risque de tomber dans l'inintelligibilité de l'œuvre. Cette organisation devrait donc être trouvée dans une structuration temporelle.

Le rythme d'un film ne réside pas donc dans la succession métrique de petits morceaux collés bout à bout, mais dans la pression du temps qui s'écoule à l'intérieur même des plans. Ma conviction profonde est que l'élément fondateur du cinéma est le rythme, et non le montage comme on a tendance à le croire<sup>10</sup>.

La cohérence ne signifie pas non plus une pensée monolithique exclusive, une totale adhérence sémantique quant au matériau, mais elle peut très bien intégrer

4. « Il doit y avoir une *cohérence*, sinon vous serez inintelligible » Anton WEBERN, *Chemin vers la nouvelle musique*, p. 62, ou en encore « Il est clair que, lorsqu'il y a relation et cohérence à tous les niveaux, l'intelligibilité est assurée » *ibid.*, p. 62-63.

5. Andreï TARKOVSKI, « *Le Temps scellé, trad.* ».

6. *Ibid.*, p. 139.

7. cf. Section 1.2.3: *Klaus Huber et le « temps compositionnel »*, (p. 27)

8. « *La tonalité n'est donc pas une fin en soi. C'est seulement un procédé technique qui facilite sans toutefois la garantir, l'unité dans l'intelligibilité des successions de sons* » (Arnold SCHÖNBERG et Leonard STEIN, « *Le style et l'idée* », p. 201-202).

9. Brian FERNEYHOUGH. « Les Carceri d'invenzione ». In : *Entretiens*, n° 3 (1987), p. 115-126, p. 115.

10. Andreï TARKOVSKI, « *Le Temps scellé, trad.* », p. 141.

toute sorte d'objets, à la condition que l'articulation entre les différents matériaux dans le temps (qu'ils soient issus d'un seul noyau, ou qu'ils soient de nature hétéroclite) soit structurée et pensée selon une logique temporelle magnifiant l'œuvre en soi :

La plus haute poésie est également celle en laquelle le non-poétique devient aussi poétique, parce que, dans la totalité de l'œuvre d'art, il est énoncé au bon moment et au bon endroit. [...] Car la sérénité éternelle, la joie divine est de placer chaque élément singulier à la place qui lui revient dans l'ensemble ; c'est pourquoi, sans entendement ou sans un sentiment organisé de part en part, pas d'excellence, pas de vie <sup>11</sup>.

Comment aborder cette démarche poétique dans l'espace de la temporalité de l'œuvre ? C'est la question que je me suis proposé de soulever à chaque projet compositionnel. Nous présenterons donc quelques réponses aussi provisoires que peut l'être une œuvre, des solutions ouvrant d'autres questionnements, toujours sur la même *tonalité*, celle de la quête d'un *entendement* et d'une entente à partir de la *ποίησις* de l'œuvre, entre elle-même et sa propre temporalité effective et perçue.

### 8.1.1 Was ist das « ist » ?

Dans *Was ist das « ist » ?* pour violon (1994), la forme est construite à partir des proportions d'un mètre issu de la théorie des *buhûrs* <sup>12</sup>, plus précisément, elle est élaborée selon le premier cercle métrique, le *Tawîl* signifiant le *Long*.

À la limite du possible instrumental, un processus de répétition circulaire (à l'exemple de la répétition fractale) génère la presque totalité des éléments constituant l'œuvre :

La trajectoire formelle (1er paradigme du cercle), est décomposée par les trois paradigmes à la base du *daour*. La structure temporelle (métrique/tempo-mesures) suit en premier lieu la circularité réinjectée du *daour* <sup>13</sup>. À cela sont ajoutés trois autres niveaux générant la décomposition rythmique, la pulsation et selon un ordre (échelle) plus large, différents filtres représentant une organisation formelle sous-jacente, (« ombre », rétrogradation de la trajectoire formelle originelle).

11. Friedrich HÖLDERLIN. *Fragments de poésie et autres textes*. Imprimerie nationale, 2006, p. 202.

12. La théorie des *buhûrs* (plur. de « bahr » = mer) de al-Khalil Ibn Ahmad (VIII<sup>e</sup> s) est à l'origine du système métrique et de la prosodie arabe. Les seize mètres basés sur huit pieds (paradigmes) composés d'après la racine « *fa'ala* » (faire ou agir), sont organisés sous la représentation graphique de cinq cercles métriques (*dâira*) « dont la succession se base sur le nombre de consonnes des paradigmes qui composent les mètres. Chaque fois que l'on change de point de départ on obtient un schéma métrique différent » (Mahmoud GUETTAT. « La musique classique du Maghreb ». In : [1980], p. 32). Voir aussi Jamel-Eddine BENCHEIKH. *Poétique arabe : précédée de, Essai sur un discours critique*. Gallimard, 1989

13. *Daour* signifiant en arabe un tour, un cercle, en référence aux cercles métriques.

The image contains several handwritten musical sketches. At the top, there are five rhythmic patterns, each with a circled number above it: 1, 2, 3, 4, and 5. Each pattern consists of a sequence of notes and rests, with some notes beamed together. Below these are numerical sequences: 4 6 2, 4 4 8 4, 6 2 8 2, 8 4 8, and 2 5 12 5. A circled '4' with an arrow points to a sketch below. This sketch shows a rhythmic pattern with a circled '4' and '8' next to it. Below that is another sketch with a circled '3' and a rhythmic pattern. Further down, there are three rhythmic patterns with time signatures: 20:90, 30:150, and 70:120. Below these are two more sketches, one with a circled '7' and a rhythmic pattern, and another with a circled '5' and a rhythmic pattern. The sketches are arranged in a roughly vertical sequence, with some branching and overlapping.

FIGURE 8.1: Esquisse de *Was ist das « ist »?* montrant les mètres utilisés, et le développement de la première mesure

Le matériau harmonique est organisé selon quatre « paradigmes » (accords) utilisant différents modes de répétitions et de réinjections circulaires, simples (canoniques) ou complexes (multiplication), parallèlement aux différentes sections et couches formelles. Ces modes procéduraux sont accompagnés par des champs de décisions, de bifurcations et de directions qui dépendent d'une trajectoire intentionnelle préfigurée au début de l'œuvre.

Was ist das "ist" ?  
pour Violon

à Nicolas NIREBEL

Karim HADDAD

FIGURE 8.2: Première page de *Was ist das « ist »?* pour violon

## 8.I.2 Le temps du texte

Une autre stratégie utilisée pour l'organisation de la forme a été déjà discutée dans la [Section 5.2.1: \*Ichs wohl vergessen, aber dich?\*](#), (p. 168) s'agissant de la version du premier mouvement de l'opéra *First Attempted Escape from Silence: Tunnels* (2005), où la structure formelle a été organisée autour de la première partie de la dramaturgie du livret, le texte étant déterminant, la prosodie semblait être la « logique » à

suivre.

Vu la nature du *libretto*<sup>14</sup> fondé entièrement sur le mode du récit comportant aucun dialogue<sup>15</sup>, le texte a été mis en musique en alternance, par une prosodie écrite explicitement et des phrases librement récitées à des moments très précis. Pour palier à l'absence du texte, les parties chantées utilisaient des extraits du texte du récit qui se trouvaient être les plus répétitifs, seulement par une ré-écriture syllabique rétrograde produisant un semblant de langue inventée. Le mot « *Alone* » (seul, en anglais) devenait « *Enola* », parfait rétrograde, « *Did you escape?* », devenait « *epaxe oy dead* ». Des transformations syllabiques ainsi que des substitutions de voyelles et de consonnes étaient parfois nécessaires pour suggérer un vocable dans une langue déjà existante, ou pas.

Les différentes strates temporelles de l'acte en question, le récit et les interventions chantées, sont distribuées selon la structure globale (cf. Figure 5.7, (p. 170)). Celles-ci ont été réalisées à l'aide d'un dispositif de Composition Assistée par Ordinateur dans l'environnement d'*OpenMusic* et de l'objet *Maquette*, réalisant ainsi une visualisation temporelle des événements englobants les différentes strates du matériau afin d'avoir une vue assez globale de l'œuvre.

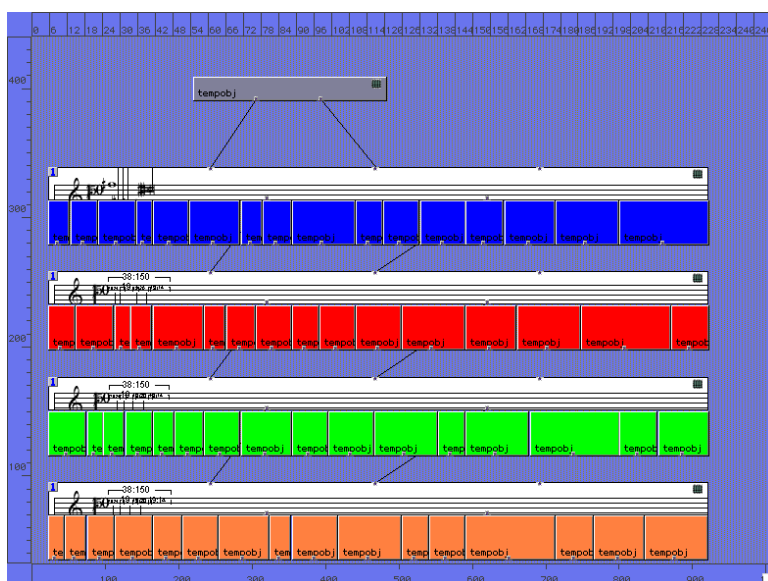


FIGURE 8.3: Réalisation de l'hétérophonie principale (cf. Figure 5.7, (p. 170)) dans une *Maquette* d'*OpenMusic*.

14. *Seven Attempted escapes from silence* dont nous avons mis en musique le premier volet, et dont l'auteur est le romancier américain Jonathan Safran Foer.

15. les protagonistes censés proférer une langue incompréhensible, ne figurant pas dans le texte de l'auteur

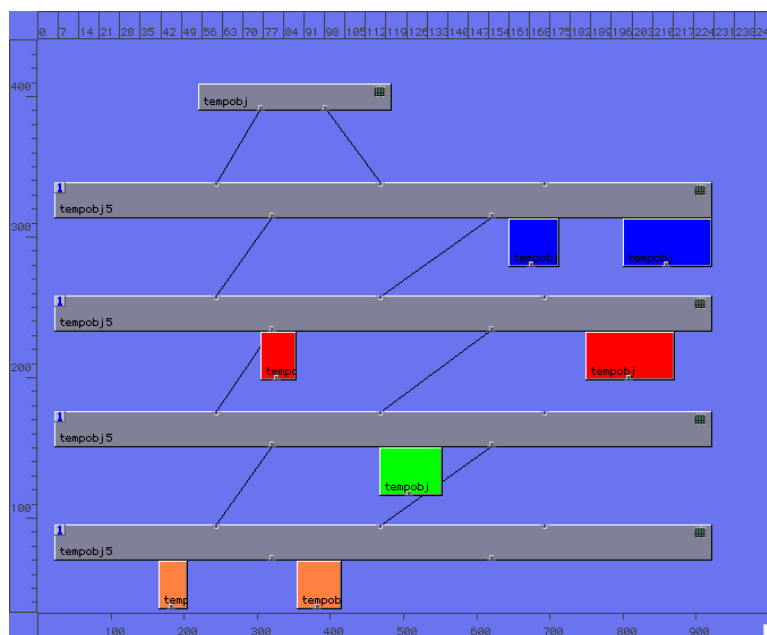


FIGURE 8.4: Interventions vocales de *First Attempted Escape from Silence : Tunnels* représentées dans une *Maquette d'OpenMusic*.

L'organisation de la structure de cette œuvre est postérieure à la formalisation des *Unités Temporelles* telle que l'on a décrite précédemment. L'utilisation des outils conceptuels conçus dans l'environnement de Composition Assistée par Ordinateur *OpenMusic*, telle qu'on l'a vu utilisée dans cette œuvre, est pour beaucoup dans l'approche déduite du temps musical sous forme d'*Unités Temporelles*. En effet, la structure des *Unités Temporelles* s'apparente à la structure des objets temporels implémentée dans l'architecture d'*OpenMusic*<sup>16</sup>. L'organisation temporelle des objets musicaux de cet environnement, nous a incité à utiliser une stratégie identique, qui consiste à gérer des structures récursives où chaque objet (pour nous, chaque *Unité Temporelle*) pourrait englober une autre. Cette souplesse permet par conséquent une structuration sur le plan formel d'une méta-structure (la forme même), et d'une hiérarchie constituée de macro-structures et micro-structures qui par leur isomorphisme permet une appréhension très libre de formes.

L'architecture interne de cette « structuration » est la suivante :

Chaque conteneur possède trois attributs entiers :

- $u$  qui définit l'échelle pour ce conteneur.
- $o$  est l'*offset* de ce conteneur, exprimé par rapport à l'attribut  $u$  du conteneur immédiatement englobant.  $o$  est égal à 0 s'il n'y a pas de conteneur englobant.
- $e$  est l'extension de ce conteneur exprimée par rapport à l'attribut  $u$  appartenant à ce même conteneur.

Dans *OpenMusic*, toute structure musicale est un conteneur qui renferme d'autres structures musicales. Tout conteneur a une extension temporelle ( $e$ ) et un temps de début ou *offset* ( $o$ ) relatif à son contenant.  $o$  et  $e$  sont des entiers qui s'expriment dans une échelle dont

16. cf. Carlos AGON, « *OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par ordinateur* »

l'unité est une fraction  $1/u$  de la noire, où  $u$  est un entier redéfinissable à chaque niveau d'emboîtement <sup>17</sup>.

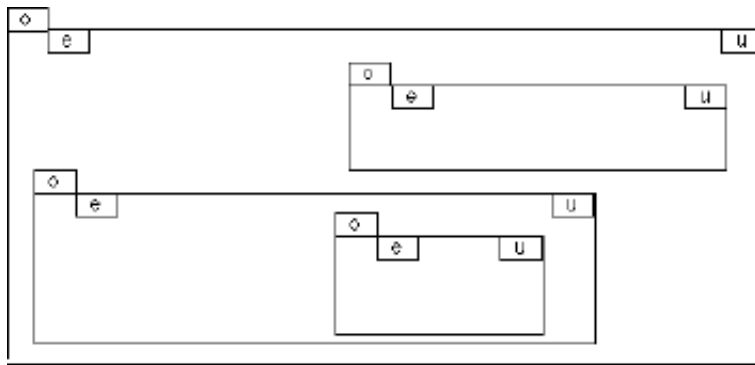


FIGURE 8.5: Organisation temporelle des instances musicales d'*OpenMusic*.

### 8.1.3 Le temps du texte en son absence

ἁρμονίη ἀφανῆς φανερῆς κρείττων <sup>18</sup> disait Héraclite. D'après mon interprétation (assez large), je comprends cela signifiant comme : un sens occulté est encore plus important que celui déjà dévoilé. Par là on peut imaginer une structure temporelle qui reposerait sur un texte, un matériau, un sens non dit, absent, caché, imprégnant d'une manière subliminale la conduite d'une pièce, c'est ce que j'ai essayé d'entreprendre dans *Andenken* (2007) pour violon seul.

Partant du poème de Hölderlin, *Andenken* (*Souvenir*) <sup>19</sup> auquel j'emprunte la prosodie métrique bien particulière à Hölderlin <sup>20</sup> comme structure qui sera à la base des *Unités Temporelles* <sup>21</sup>.

(5 8 7 10 7 6 7 7 9 9 7 8)  
 (8 7 7 11 6 7 5 4 6 8 7 8)  
 (5 6 9 9 8 4 6 7 8 9 5 8)  
 (10 7 9 9 4 8 8 8 9 12 7 12)  
 (7 6 7 8 5 8 5 10 7 11 10)

<sup>17</sup>. Carlos AGON, « *OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par ordinateur* », p. 105.

<sup>18</sup>. « L'ajustement non apparent est plus fort que l'ajustement apparent » (HÉRACLITE, « *Fragments, texte établi, traduit et commenté par Marcel Conche* », p. 430).

<sup>19</sup>. Friedrich HÖLDERLIN. « *Œuvre poétique complète. trad.* ». In : François Garrigue, Paris : éd de la Différence, édition bilingue, (Pléiade) (2005).

<sup>20</sup>. « [...] pour Hölderlin, la métrique, la prosodie a une portée — comment est-ce qu'il faudrait dire, quel mot employer ? — ontologique, essentielle. Pour Hölderlin en particulier, chose qui peut surprendre, la pensée est métrique. Ce qui est déjà une manière de saisir le poème, de faire de la poésie, qui signifie que pour penser, la pensée doit passer par la métrique » (Jean-Luc NANCY et Jean-Marie STRAUB. « À propos de la mort d'Empédocle ». In : *Le Portique. Revue de philosophie et de sciences humaines* 33 [2014]).

<sup>21</sup>. L'idée ici est de construire à partir d'un matériau thématique une structure temporelle :

Ainsi le rôle du thème dans cet emploi change de niveau de compréhension, de l'appréhension immédiate à l'appréhension cachée, nécessairement révélée par d'autres idées qui se grefferont sur lui. Le thème passe de la notion communément acceptée de figure à celle de structure (Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 207).

en prenant la liste des nombres syllabiques de chaque strophe, et en appliquant l'opération suivante  $\frac{num = i * 3}{denom = \sigma^{+1}(i)}$  où  $i$  est chaque nombre de syllabe dans la liste, cela donnera les *Tempus* suivants :

(15/8 24/7 21/10 30/7 7/2 18/7 3 7/3 3  
 27/7 21/8 3 24/7 3 21/11 11/2 18/7 21/5  
 15/4 2 9/4 24/7 21/8 24/5 5/2 2 3 27/8  
 6 2 18/7 21/8 8/3 27/5 15/8 12/5 30/7  
 7/3 3 27/4 3/2 3 3 8/3 9/4 36/7 7/4  
 36/7 7/2 18/7 21/8 24/5 15/8 24/5 3/2  
 30/7 21/11 33/10 6)

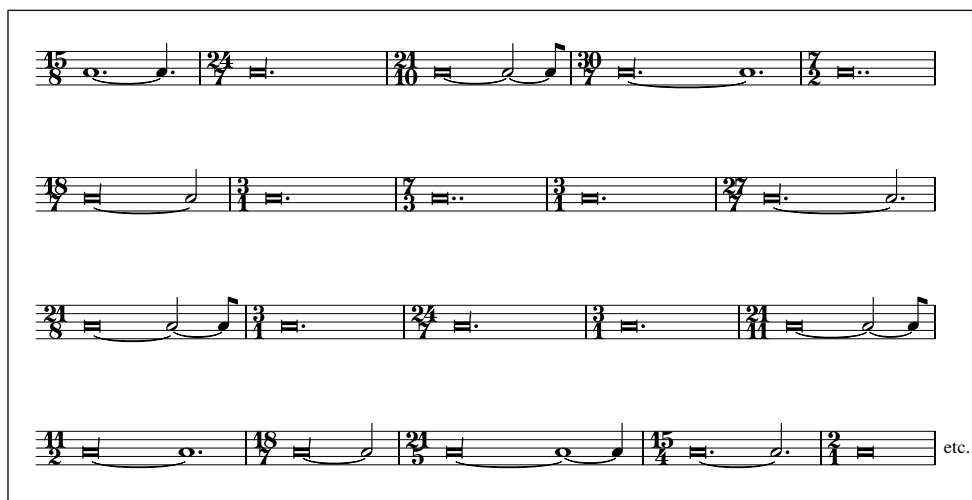


FIGURE 8.6: Proportions prosodiques transcrites en *Unités Temporelles* comme structure générale rythmique.

À cela s'ajoutera un autre emprunt, celui de la structure de l'épaisseur temporelle de la cinquième *Bagatelle* d'Anton Webern. Cette réduction rythmique sera utilisée comme matériau pour les *prolationis* qui « habiterons » les *Unités Temporelles* issus du poème segmentées selon chaque « respiration » (silence) exprimée.



FIGURE 8.7: Structure rythmique en réduction de la cinquième *Bagatelle* d'Anton Webern.

Cette combinaison, cet alliage de matériaux rythmiques hétérogènes donnera naissance à une « prosodie » nouvelle :



Figure 8.8 displays four staves of musical notation. Each staff contains several measures of music with various time signatures (e.g., 15/8, 3/4, 2/4, 3/8, 2/8, 3/4, 3/8, 3/4). Above the staves, various ratios are indicated with brackets, such as 4:5, 3:2, 8:7, 16:15, 3:2, 8:9, 3:2, 10:7, 5:6, 32:27, and 8:7. These ratios represent combinations of prosodic and rhythmic materials.

FIGURE 8.8: Combinaison des deux matériaux prosodique et rythmique.

Après quantification, voici le début d'*Andenken* :

**Andenken**  
Für Violine Allein

Karim Haddad  
(2007)

♩ = 40 c.a.  
arco molto lento  
(sourdine de plomb)\*

Figure 8.9 shows the beginning of the piece 'Andenken' for Violin Solo. The score is in 3/4 time and consists of four staves. The first staff starts with a tempo of ♩ = 40 c.a. and the instruction 'arco molto lento (sourdine de plomb)\*'. Dynamics include *pp*, *pppp*, and *pp*. Performance instructions include 'arco molto lento', 'sul pont. molto', 'sul tasto', 'flautato', and 'a la punta'. The score includes various musical notations such as slurs, accents, and dynamic markings.

FIGURE 8.9: Début d'*Andenken*.

## 8.2 Le matériau en question

L'interrogation principale du compositeur se porte quant au choix du matériau. Celui-ci pouvant être arbitraire ou réfléchi, d'une conception locale, globale ou théorique et ainsi portée comme fondement de la pratique compositionnelle élevée comme dogme absolu de la pensée musicale. Ces conceptions sont persistantes dans les réflexions de maints compositeurs, seulement celles qui nous intéressent particulièrement portent sur la notion d'espace. Cependant, on ne peut

que constater cette prédilection à insister plutôt sur l'espace des hauteurs au détriment de tous les autres espaces, en commençant par l'école sérielle, de Schönberg à Webern, en passant par Boulez ou Xenakis, ou l'école dite « spectrale » (Gerard Grisey et Tristan Murail), et enfin les pionniers de la micro-intervallité tel que Wyschnegradsky et Alain Bancquart, tous concentrent leur préoccupation théorique en premier lieu sur l'espace des hauteurs comme domaine privilégié à partir duquel les autres espaces devraient s'ordonner par conséquence. Il est certain, comme nous l'avons déjà abordé au **Chapitre 2**, (« **De quelques concepts et éléments fondamentaux de l'écriture du rythme et de sa notation** »), Messiaen, Stockhausen ainsi que Cowell, ont une démarche plus globale, concevant ces divers espaces comme un continuum. Certes, un solfège de la durée est plus ardu que celui des hauteurs, mais il n'est certainement pas impossible. Dans les cultures d'extrême orient<sup>22</sup>, telle que la culture japonaise<sup>23</sup>, de l'Inde, ou plus proche de nous, l'antiquité grecque, l'apprentissage des modes rythmiques, des proportions, des durées absolues étaient des disciplines fondamentales à l'instar de l'intonation et d'une instauration « étatique » du diapason. La notion même de mode de pulsation, voire du tempo, était une pratique intrinsèque accompagnant celui de la récitation prosodique. La perception anticipée de subdivisions et de proportions dans une durée donnée était pratiquée couramment dans la musique indienne<sup>24</sup> grâce à l'apprentissage rythmique à partir des *deçi-tâlas* qui sont en soit un composé complexe de proportions organisés selon des hiérarchies et systèmes de déduction de mode à mode.

Qu'il soit question d'espaces non-tempérés ou de continuum discrets, on peut imaginer en considérant cette problématique à rebours, à savoir, penser le matériau non pas exclusivement à partir de son espace particulier et par conséquent les hauteurs, mais d'un point de vue plus global, à partir de la forme. Par conséquent, ainsi considéré, la conception formelle exige de penser l'espace non à partir de ses éléments constitutifs, tel que les hauteurs, les durées, etc. mais plutôt à partir d'une considération temporelle, c'est ce qui nous a poussé à développer le concept de l'*Unité Temporelle*. Cependant ceci ouvre une autre perspective et interrogations

22. cf. Curt SACHS, *Rhythm and tempo : a study in music history*

23. « la première fois que je suis allé au Japon, j'ai fait la découverte du théâtre Nô, du combat Sumô, de la musique Gagaku ou des temples Shomyo, et j'ai pris conscience des différences fondamentales entre le temps musical des japonais et le nôtre. Leur échelle temporelle de base est beaucoup plus grande que la nôtre, ce qui signifie qu'ils admettent des événements beaucoup plus lents que nous. Nous les trouverions ennuyeux ou nous n'irons même pas jusqu'au bout. Nous ne concevons pas qu'une musique puisse durer trois jours; nous n'écouterions pas des sons de plus de dix secondes chacun qui s'enchaînent les uns aux autres. Et de même pour les événements extrêmement rapides. Il n'y a pas grand-chose entre les deux. Mais ils ont plus d'octaves, pour ainsi dire, à l'intérieur du très lent ou du très rapide que nous n'avons pas » (Karlheinz STOCKHAUSEN et Jonathan COTT. *Karlheinz Stockhausen : entretiens avec Jonathan Cott*. J.-C. Lattès, 1988, p. 32).

24. Dans « Musique des mondes », p. 69, Manfred Kelkel décrit ainsi le système rythmique de la musique karnatique :

Dans la musique karnatique, tous les éléments sont ordonnés et intégrés dans un système musical assez complexe. Ce que nous appelons rythme dans la musique européenne se résume pour l'Indien à des éléments ou groupes rythmiques de base tels que le rythme ternaire d'un menuet par exemple. En revanche, l'Indien comprend par rythme (*tala*) une structure rythmique assez longue englobant plusieurs cellules rythmiques élémentaires ou « unités de temps » (*angas*) formées de sons isolés (*anu drutham*) et de sons suivis de silences plus longs qu'on mesure en comptant sur les doigts de trois à neuf (*laghu*) (cf. (Joanny GROSSET. « Inde : Histoire de la musique depuis l'origine jusqu'à nos jours »). In : *Encyclopédie de la musique et dictionnaire du conservatoire de LAVIGNAC* [1913], p. 327)) ».

(Manfred KELKEL. « Musique des mondes ». In : *Vrin, Paris* [1988], p. 69)

portant sur la nature même de l'espace musical comme temporalité pensante et perceptive.

### 8.2.1 Structure des objets temporels et leur rapport à la forme

Une préoccupation au centre de la pratique combinatoire du matériau centrée sur le concept des *Unités Temporelles*, tient dans le rapport de ces derniers à la forme. Comme déjà cité au **Chapitre 5: Objets temporels et « unité compositionnelle »**, (p. 160), la forme en soi pourrait être considérée comme une *Unité Temporelle* composée d'autres *Unités Temporelles* dont leurs relation vis-à-vis de leur hiérarchie est représentative de sa propre morphologie structurale, et donc, la qualifiant et la singularisant comme une forme donnée. Les figurations, les gestes, les composants de toute sorte, sont les éléments constitutifs résultants de la combinaison particulière de l'articulation et des relations existantes de transformations, développements et variations possibles à l'intérieur de cette forme « signifiante »<sup>25</sup>.

L'articulation, ou plutôt, les *réseaux de relations* tel que Pierre Boulez rapporte à partir de la conception de la méthode axiomatique de Louis Rougier, déjà citée<sup>26</sup>, sont en effet le ciment, la sève, le liant, permettant à la forme de se définir elle-même en tant que forme. Ces multiples strates existantes détermineront un nouveau concept d'*épaisseur* toujours en lien avec la précédente *épaisseur temporelle* déjà évoquée<sup>27</sup>, mais ici, serait qualifiée d'*épaisseur formelle*. Consécutivement, celle-ci serait en direct rapprochement avec la *densité* polyphonique<sup>28</sup>.

### 8.2.2 L'espace du matériau : les enveloppes temporelles

Dans une optique plus générale, considérons des *Unités Temporelles* incorporant non plus des *prolationis*, des proportions discrètes, mais une tout autre catégorie de données pouvant représenter des unités de dynamiques, de hauteurs, de distribution timbrique, en somme, un réservoir d'information non nécessairement d'ordre rythmique. Celles-ci seraient représentées sous forme de fonctions<sup>29</sup> et représentées à l'aide de multiples *enveloppes*<sup>30</sup> de différents profils. La première catégorie de ces *enveloppes* représenteraient des fonctions affines par segments :

25. Boulez évoque ce rapport entre le matériau, son organisation aboutissant à une forme « signifiante », tout en soulignant la relation permanente, l'échange, le partage sémantique et continu entre matériau et forme :

Ces opérations, dans la réalité, ne peuvent se séparer, elles interfèrent constamment, elles dialoguent, elles se renvoient de l'une à l'autre. Ainsi, le système renvoie à l'idée qui transforme le système qui recrée l'idée, et ainsi va-t-il sans cesse dans la spirale du développement. Ce couple implique une perpétuelle évolution, indique l'analogie avec un univers en expansion. Il y a cycle d'échanges, sinon imprévisible, il y a dialectique de la loi et de l'accident (Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Jalons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 389).

26. cf. **Section 1.1.1: « Penser la forme aujourd'hui... »**, (p. 8)

27. cf. **Section 5.2.2: L'« épaisseur » temporelle**, (p. 171)

28. Nous évoquons ici non pas simplement une *polyphonie* quantifiée en nombre de voix, mais la notion de polyphonie de flux temporels associés aux différents espaces (hauteurs, timbres, intensités, etc.)

29. Ces données pourraient être considérées mathématiquement comme des fonctions de type  $y = f(x)$

30. Le concept d'*enveloppes* est apparenté à celui évoqué par Pierre Boulez dans « Le système et l'idée » :

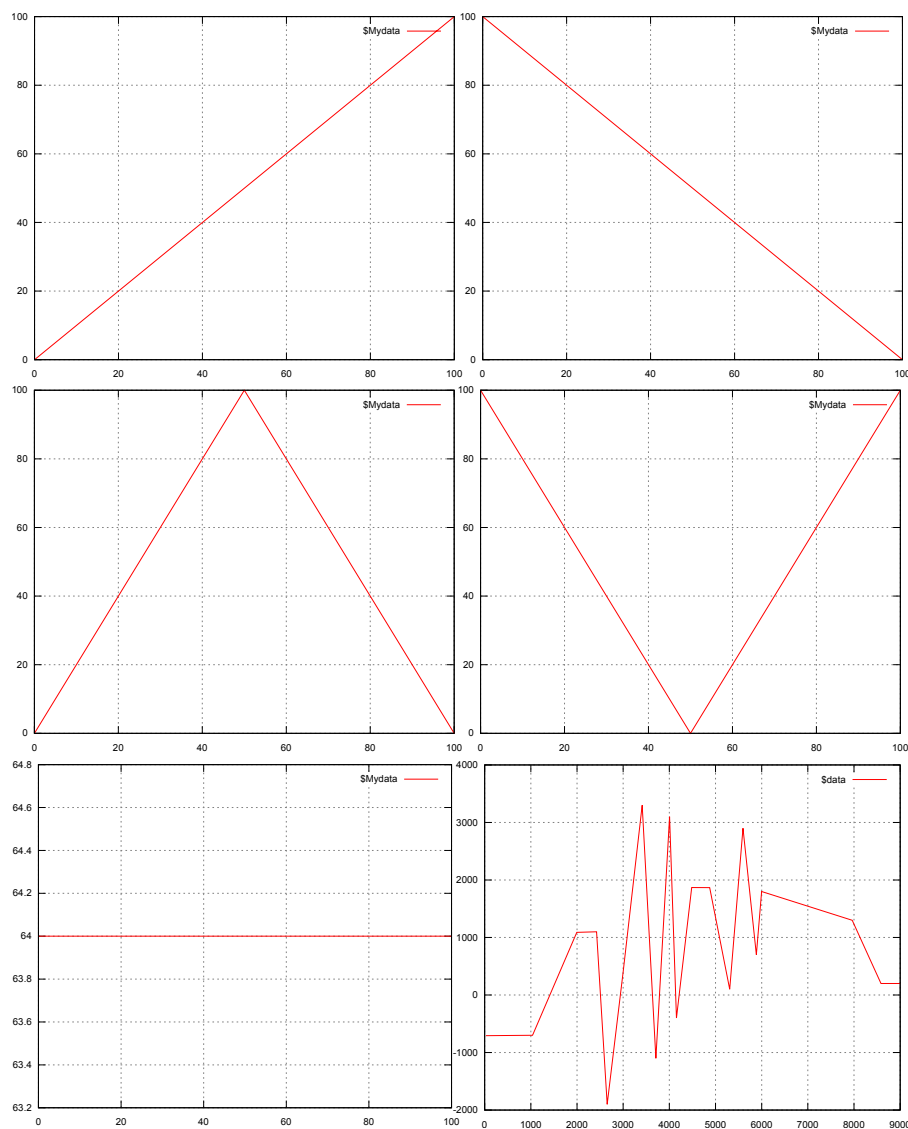


FIGURE 8.10: Fonctions affines par segments.

Une autre catégorie de représentation, toujours fondée autour des fonctions affines, avec comme différence, son mode de représentation qui est par paliers (ou en *escalier*) :

Le matériau façonné au niveau de l'élément, on agit, dès lors, au niveau de l'ensemble. À partir des éléments : cellules, figures, que l'on a constitués réellement ou virtuellement, on déduit les diverses apparences, transformations, qui peuvent exploiter leurs ressources. On croise un type de structure par une autre, on analyse, on révèle un plan par l'autre. Cette chaîne de déduction, qui n'est pas forcément continue mais peut comporter des ruptures, sera mise en forme au moyen de ce que j'appelle des *enveloppes*, les articulations étant repérés au moyen de *signaux*. Une enveloppe est une caractéristique globale, paramètre qui peut intervenir à l'extérieur comme à l'intérieur du langage. (*ibid.*, p. 386)

On retrouve par ailleurs l'utilisation de telles *enveloppes* explicitement notées dans la partition de *Mikrophonie I* de Stockhausen.

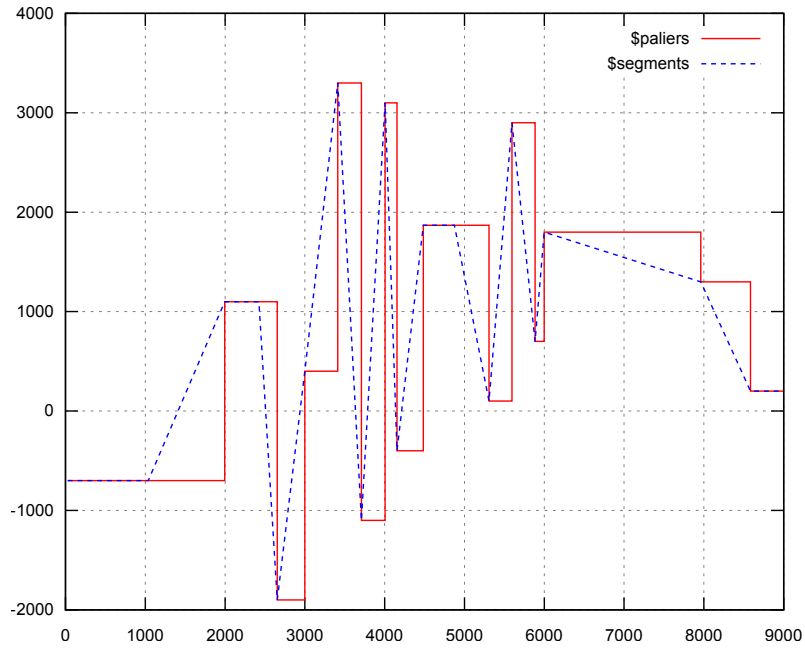


FIGURE 8.11: Fonction par segments, représentation par *escalier*.

Enfin, il est possible aussi d'utiliser des *enveloppes* non linéaires représentées par des fonctions lisses :

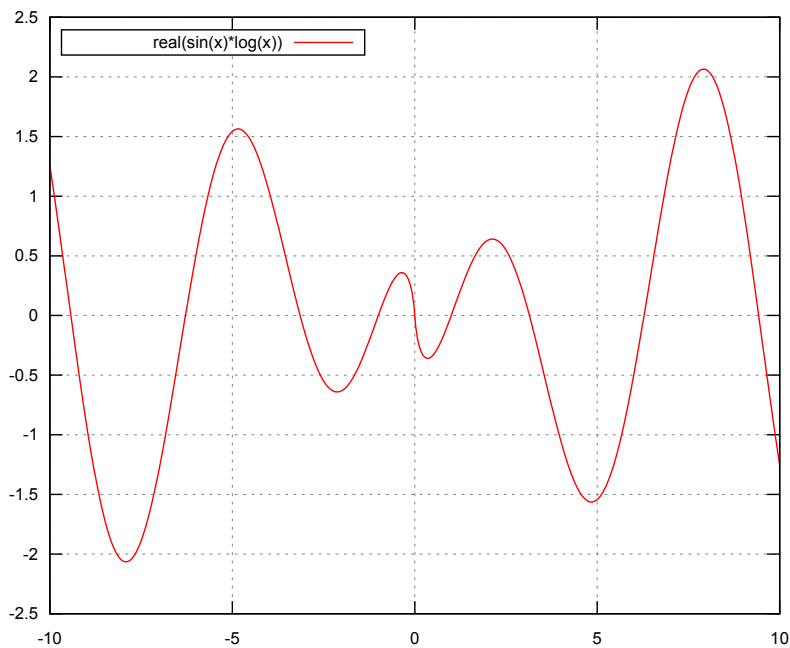


FIGURE 8.12: Fonction lisse correspondant à  $y = \text{Re}(\sin(x) \times \log(x))$ .

L'application de ces *enveloppes* aux *Unités Temporelles* représente une réalisation *temporelle* dans l'axe des abscisses (une *mise en temporalité*) où leur contenu sera interprété selon la nature de l'espace que l'on voudrait affecter, en d'autres termes, une *mise en espace* de l'axe des ordonnées.

Soit une *Unité temporelle* suivante :

$$\left(\frac{12}{5}\right)_{(5\ 6\ 3\ 2\ 4\ 1)}$$

et la fonction de la **Figure 8.12** où, les deux dimensions,  $(x, y)$  représentent respectivement l'axe temporel et des données distribuées sur l'axe des  $y$ , pouvant être attribuées à n'importe quel espace musical (hauteurs, intensités, timbres, registres, etc.). Une fois associé synchroniquement à une *Unité Temporelle relative*, le *Tempus* de cette unité *flottante* épousera le *Tempus* de la première. Cette *flexibilité* entre temps absolu et temps relatif (unité absolue et unité relative<sup>31</sup>) est une des caractéristique d'agencement qui repose sur une souplesse interprétative de mise à l'échelle des données. Celles-ci peuvent être interprétées comme des données discrètes ou continues. L'axe des ordonnées peut prendre plusieurs paramètres pour une mise à l'échelle selon l'espace utilisé (hauteurs, dynamiques, timbres, etc.) de sorte que l'*Unité Temporelle* prend un autre aspect, celui de réservoir de données quelconques, associé avec des opérateurs de transformation selon le cas désiré. Pour que cela s'opère, il nous faut passer par deux opérations nécessaires.

- Première opération : le temps relatif (tempo associé, donc temps quantifié), sera mis à l'échelle par rapport à l'*Unité Temporelle* donnée selon l'axe des  $(y)$ .
- Deuxième opération : pour les valeurs « utiles », l'échantillonnage sera effectué par rapport à la nature de l'espace donné et si besoin est, la transposition de données sur de différents espaces possibles, hauteurs à intensités, etc.

À travers ces deux opérations, nous obtenons le transfert des données pour les temps  $x$  avec des valeurs données  $y$ .

---

31. cf. Section 4.1: « L'*Unité Temporelle absolue* » et Section 4.2: « L'*Unité Temporelle relative* »

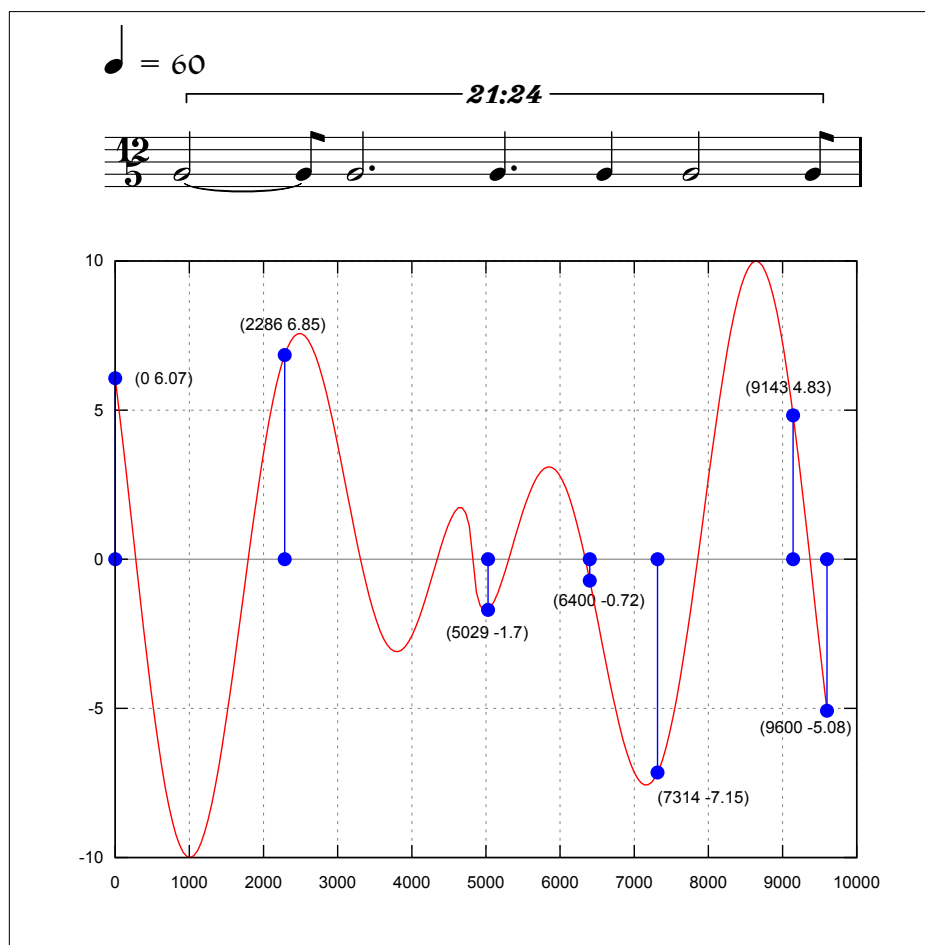


FIGURE 8.13

Ce complexe composé d'une *Unités Temporelle* et d'une *enveloppe* encore une fois, pourrait être considéré sous l'angle computationnel et combinatoire de transformations à partir de données temporelles, ce qui aura la conséquence d'engendrer un potentiel formel intrinsèque à ces opérations mêmes. À supposer que ce mode opératoire devrait être mené à partir de l'espace des intensités, prenons pour exemple, une *Unité Temporelle composée* de 19 *prolationis* ayant déjà un contenu de hauteurs, ainsi qu'un ensemble d'*enveloppes* de types « *paliers* » issu des permutations circulaires suivantes correspondant à la matrice des hauteurs de l'*Unité Temporelle* déjà donnée :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5	4	16	10	7	19	3	9	17	8	13	6	18	15	2	12	14	1	11
7	10	12	8	3	11	16	17	14	9	18	19	1	2	4	6	15	5	13
3	8	6	9	16	13	12	14	15	17	1	11	5	4	10	19	2	7	18
16	9	19	17	12	18	6	15	2	14	5	13	7	10	8	11	4	3	1
12	17	11	14	6	1	19	2	4	15	7	18	3	8	9	13	10	16	5
6	14	13	15	19	5	11	4	10	2	3	1	16	9	17	18	8	12	7
19	15	18	2	11	7	13	10	8	4	16	5	12	17	14	1	9	6	3
11	2	1	4	13	3	18	8	9	10	12	7	6	14	15	5	17	19	16
13	4	5	10	18	16	1	9	17	8	6	3	19	15	2	7	14	11	12
18	10	7	8	1	12	5	17	14	9	19	16	11	2	4	3	15	13	6
1	8	3	9	5	6	7	14	15	17	11	12	13	4	10	16	2	18	19
5	9	16	17	7	19	3	15	2	14	13	6	18	10	8	12	4	1	11
7	17	12	14	3	11	16	2	4	15	18	19	1	8	9	6	10	5	13
3	14	6	15	16	13	12	4	10	2	1	11	5	9	17	19	8	7	18
16	15	19	2	12	18	6	10	8	4	5	13	7	17	14	11	9	3	1
12	2	11	4	6	1	19	8	9	10	7	18	3	14	15	13	17	16	5
6	4	13	10	19	5	11	9	17	8	3	1	16	15	2	18	14	12	7
19	10	18	8	11	7	13	17	14	9	16	5	12	2	4	1	15	6	3

TABLE 8.1

Le profil de la première *enveloppe* correspondrait à celui des hauteurs de l'*Unité Temporelle* qui lui est associée :



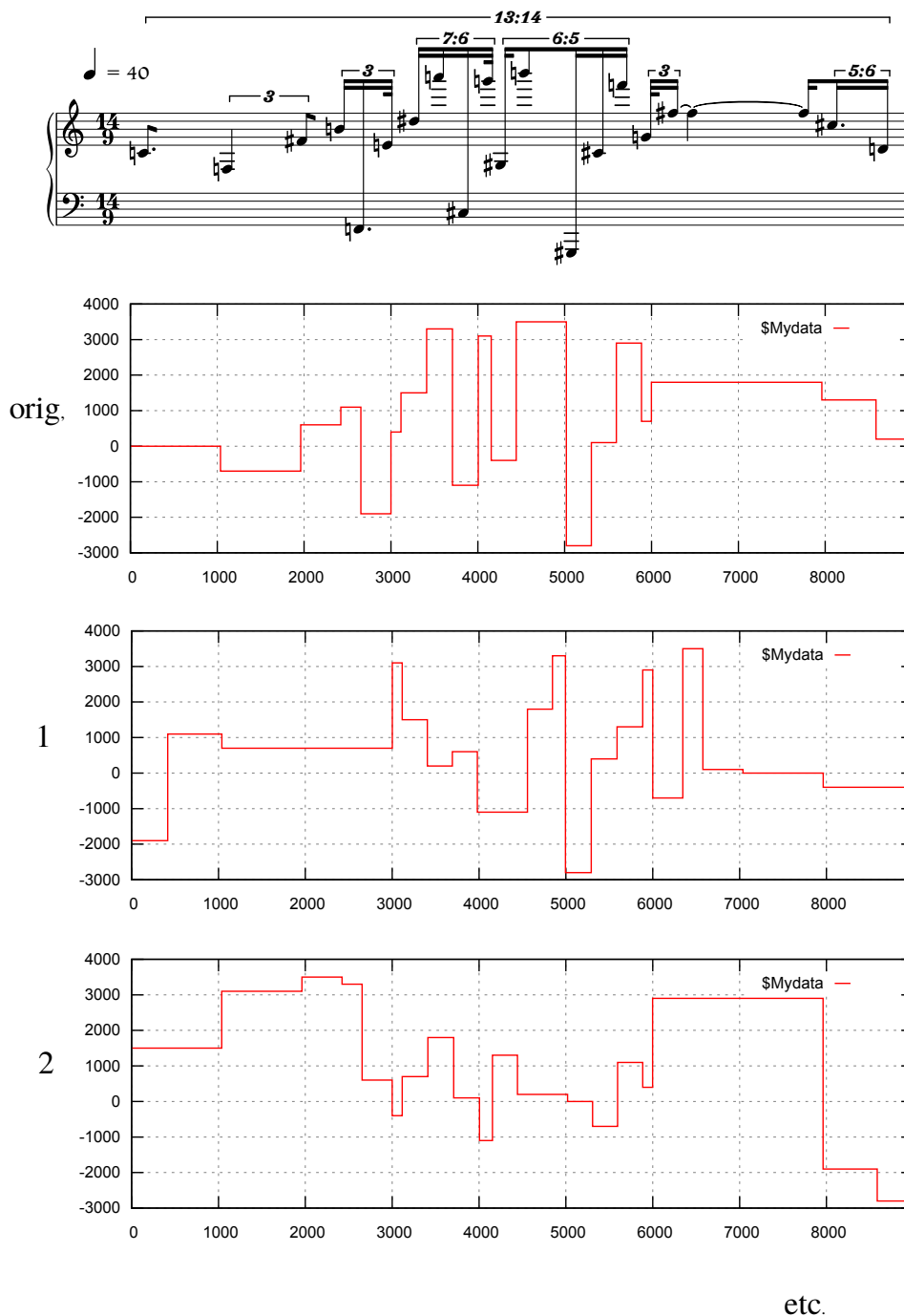


FIGURE 8.14: *Unité Temporelle composée*, l'enveloppe correspondant au profil des hauteurs et les deux premières permutations circulaires (cf. Figure 8.1).

Si on applique le profil des hauteurs tel qu'il est représenté sous sa forme originelle, en l'échantillonnant entre les bornes *fortissimo* maximale et *pianissimo* minimal, nous obtiendrons une logique conforme au registre des hauteurs, à savoir, plus les hauteurs sont graves, plus la dynamique est faible, plus la note est aiguë, plus le spectre des d'intensités est des plus fort. Par contre, l'intérêt ne réside pas dans cette loi de l'évidence, mais plutôt dans celle de permutations associées à un ordre « logique » et moins direct, donc moins évident, une fois la permutation

donnée est échantillonnée temporellement, nous obtenons des relations de profils dynamiques singuliers.

FIGURE 8.15: Profil « original » des hauteurs appliqué aux intensités, suivi du profil de la deuxième permutation (cf. Figure 8.1) de l'enveloppe.

Dans une optique à plus grande échelle, la généralisation de ce procédé fournira un ensemble de matériau et plus particulièrement un réservoir de gestes étendus sur tous les espaces, avec comme point d'ancrage l'espace privilégié de la durée sous la forme d'*Unités Temporelles* garantissant un contrôle relatif sur la forme en devenir.

### 8.2.3 L'espace matriciel

On dispose d'autres dispositifs permettant une réorganisation, redistribution du matériau, brièvement, un *développement* aussi bien au niveau local, que plus largement, à l'échelle de la forme même. Ces dispositifs, ou stratégies compositionnelles se déclinent ainsi :

Il existe une dimension propre à l'objet virtuel qui relève des concepts de permutation, d'interpolation, de structure aléatoire, de crible, de récursivité, de « mapping », de règles de réécriture, qui invite à l'espace ouvert de développement. Cette dimension se manifeste aussi bien dans les éléments que dans leur combinaison, dans l'informel<sup>32</sup>

Dans l'exemple que voici<sup>33</sup>, nous partirons d'un complexe d'*Unités Temporelles* construites à partir d'une chaîne ADN. Chaque désoxyribonucléotide composant cette chaîne déterminera la *nature* de l'*Unité Temporelle* :

- A pour une *Unité Temporelle simple* (une durée).

32. Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 375.

33. Il s'agit d'une œuvre pour grand ensemble en cours de réalisation.

- *C* pour une *Unité Temporelle pulsée* (le nombre de pulsation est égale au numérateur de *UT*).
- *T* pour une *Unité Temporelle* contenant un silence.
- *G* pour une *Unité Temporelle composée* contenant deux *prolationis* déduites par le *Tempus* de *UT* sous forme  $S = (\text{numérateur dénominateur})$ .

La structure principale est construite autour de douze voix composées de douze *UT*s. Les *Tempus* sont déduits à partir de suites de périodes de Pisano comme déjà utilisés préalablement dans l'*Etude Nr. 5* (cf. **Section 7.2.3.2: Anatomie d'une quantification improbable : quantification par segmentation par groupes**, (p. 217)).

The image displays a musical score for six voices, arranged in two systems of three staves each. The notation is complex, featuring various time signatures (including 3/4, 4/4, and 2/4) and intricate melodic lines. Annotations include tempo markings such as  $\text{♩} = 60$  and several numerical ratios (8:2, 11:8, 17:14, 8:5, 11:14, 2:3, 4:3) placed above or below the staves, likely indicating proportional relationships between different sections or rhythmic values. The score includes a variety of note values, rests, and dynamic markings, all set against a background of a complex rhythmic structure.

FIGURE 8.16: Structure principale (Première page - les six premières voix).

On construira une matrice de dimension  $12 \times 12$  comportant les *Unités Temporelles*. Chaque *Unité Temporelle* sera associée à deux *enveloppes* qui contrôleront respectivement la distribution des hauteurs dans les registres<sup>34</sup>, leur intensités<sup>35</sup>, ainsi qu'une série de timbres associés.

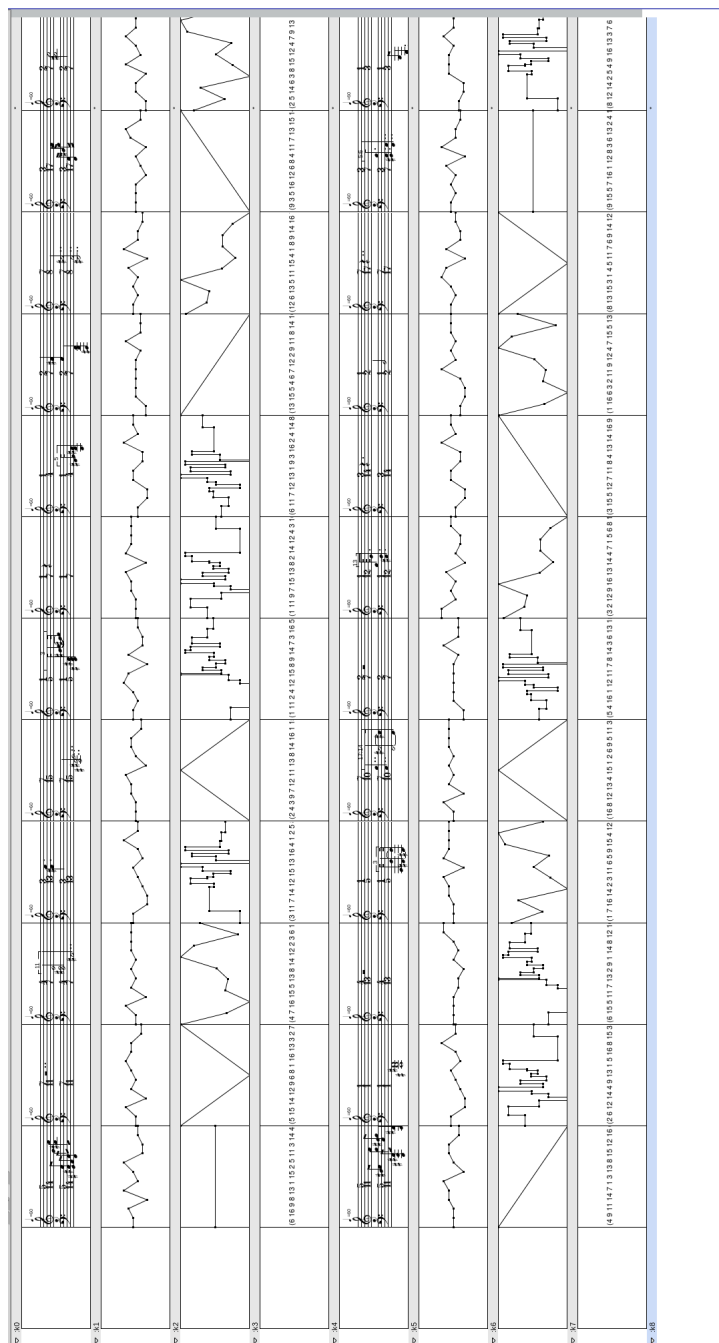


FIGURE 8.17: Matrice de chaque voix incorporant des *enveloppes* de contrôle (les deux premières voix).

34. Plus exactement, la « registration » ici est une sorte de tablature projetée sur un champs chromatique fixe.

35. Rappelons que cette matrice bien que comportant des éléments temporels, n'est en aucune façon une représentation temporelle en soi, elle est un potentiel de transformations destinés à être mis en temporalité.

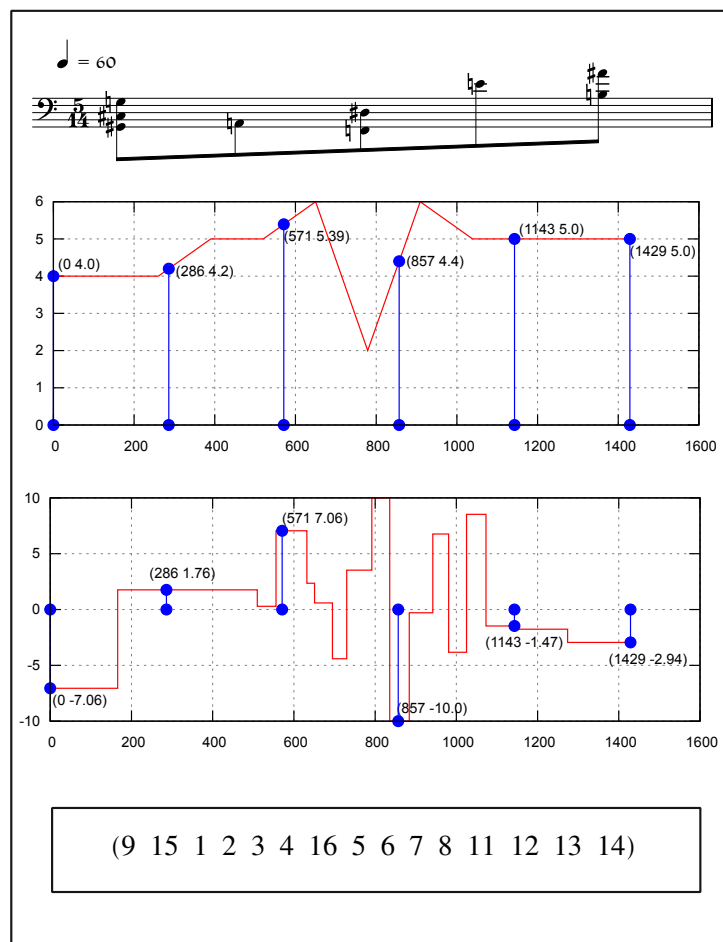


FIGURE 8.18: Exemple du contenu d'un groupe de cellules de la matrice de la Figure 8.17 comportant les quatre cellules d'une *Unité Temporelle*, de contrôle et de transformations associées.

Nous utilisons une matrice de transformation sérielle de même ordre que celle que l'on trouve sous l'exemple 4 dans *Penser la musique aujourd'hui*<sup>36</sup> décrite par Pierre Boulez ainsi<sup>37</sup> :

Prenons le cas d'un complexe non homogène constitué par hauteur et durée; si j'affecte les hauteurs de durées directement — ou inversement — proportionnelles aux intervalles qui les lient, j'obtiendrai une autre forme d'engendrement sériel en reportant l'ordre de grandeur de l'intervalle sur l'ordre de succession<sup>38</sup>.

L'ordre de succession ici est déterminé par l'ordre de grandeur d'intervalle temporel des *Unités Temporelles* (leur ordre de durée) de chaque voix créant une matrice d'ordre non permutatif que voici :

36. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 41.

37. Ce processus de transformation est utilisé dans *Antiphonie* le premier volet (*Formant 1*) de la *Troisième sonate pour piano* de Pierre Boulez. Il existe une excellente analyse de cette partie réalisée par Peter O'HaganLeleu JEAN-LOUIS et Pascal DECROUPET. *'Antiphonie': Une étude du processus de composition*. Éditions Contrechamps Genève, 2006, p. 109-131.

38. Pierre BOULEZ, « *Penser la musique aujourd'hui* », p. 41.

8	11	10	4	9	3	1	5	6	12	2	7
9	12	5	2	11	4	1	3	10	7	8	6
10	9	5	6	11	2	1	7	3	12	8	4
6	9	7	8	11	2	1	3	10	12	5	4
5	11	9	3	8	4	1	7	10	12	6	2
7	12	6	4	11	1	3	8	9	10	5	2
12	10	4	6	8	5	1	7	9	11	2	3
8	10	11	2	12	5	1	6	7	9	4	3
7	11	3	9	12	4	1	5	6	10	8	2
10	7	9	8	11	4	1	3	6	12	5	2
5	12	10	7	11	2	1	6	8	9	4	3
11	12	9	6	10	2	1	7	5	8	4	3

TABLE 8.2

La matrice en question ici s'applique non pas aux hauteurs/durées, mais plutôt à nos *Unités Temporelles*. Voici la première matrice obtenue à partir du premier ordre :

8	11	10	4	9	3	1	5	6	12	2	7
11-7		6	8-3-2					10-4-5		9-1	12
	10	8-4-5	7	6-12-2		11	3	9			1
4-9		7		5	1-12		10-2	8-3	6		11
	8-9	3		4	11-10	2	1	12-7	5	6	
1-2	6-7		11	3	4		8-9-12		10	5	
6	1-5-12				8-2		11-7		9-3	10	4
5	4	9		10-1	7	6-12		11	8	3	2
12	3	11	9-1			10-4-5			2-7	8	6
3	2			8-11	6	9	4		1	12-7	10 5
10		1-12-2	6	7	9-5	8-3			11	4	
			10-5-12			7	6	1-2	4	11	8 9 3

TABLE 8.3

La matrice utilisée dans le contexte d'*Antiphonie* (Formant 1 de la *Troisième sonate pour piano*), articule les hauteurs et les durées. De même, dans notre propre contexte, associée aux *Unités Temporelles*, elle donnera lieu ainsi à des réservoirs de complexes de *gestes*<sup>39</sup>. Ainsi grâce à l'utilisation de la CAO, il nous serait possible d'explorer un champ inouï de matériau<sup>40</sup>.

39. Entendre ici *gestes* comme articulation englobant tous les paramètres nécessaires pour former un complexe d'*Unité temporelle*, comme polyphonie d'*Unités Temporelles*

40. « Lorsque nous fournissons des données à la machine, c'est à un choix multiple que nous pouvons essentiellement avoir à faire. L'ordinateur peut rendre en un minimum de temps une famille de résultats dont le champs aura été circonscrit par les limitations de notre demande. Ayant décomposé les éléments de la composition en un certain nombre de vecteurs, il vous suffit de faire jouer ces composants les uns par rapport aux autres pour en dériver une infinité de variantes. Choix multiples, qui admet la validité de plusieurs solutions, voire d'une multitude de solutions. Êtes-vous encore intéressés à les entendre toutes ? Certainement pas, étant donné que, si les critères ont été convenablement choisis et les champs proprement délimités, aucune solution ne sera, en principe, meilleure qu'une

Étant donné que nous disposons de deux matrices (que l'on appellera respectivement, matrice  $A$  pour la matrice de transformation **Figure 8.3**, et matrice  $UT$  celle qui comporte les *Unités Temporelles* **Figure 8.17**), nous pouvons herméneutiquement les associer, voire les lire, les interpréter en regard de l'une vers l'autre, de différentes manières dont voici un exemple :

Prenons la matrice  $UT$  et appliquons une association par lecture de la matrice  $A$  par transfert de permutation de colonne et de rang. L'une servira à « ordonner » l'autre. Prenons pour exemple le troisième rang de la matrice  $A$  qui servira d'« organiser » les *réservoirs* de la matrice  $UT$  par indexation :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4-9		7		5	1-12		10-2	8-3	6		11

On interprétera cette rangée de la matrice  $A$  en partant par la colonne 1 de la matrice  $UT$  en prélevant l'élément de la quatrième et neuvième rangée de cette même matrice. La deuxième colonne ne comportant aucun élément, nous passeront donc à la troisième colonne à laquelle on prélèvera l'*Unité Temporelle* de la septième rangée, et ainsi de suite. Nous pouvons par conséquent construire un complexe polyphonique synchrone (vertical) ainsi :

autre » (Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 104).



The musical score consists of several staves, primarily in bass clef, with some in treble clef. The tempo is marked as  $\bullet = 60$ . The score includes various time signatures:  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{3}{16}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{7}{8}$ , and  $\frac{2}{4}$ . Dynamics range from *pp* to *ff*. Annotations include measure numbers (e.g., 14, 16, 11, 5, 8, 7, 13, 8, 15, 5, 9), ratios (e.g., 3, 9:8, 19:24, 21:16, 8:7, 13:8), and fingerings (e.g., 3, 5, 6, 7, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). The score is a complex rhythmic and dynamic composition.

FIGURE 8.19: Lecture de la rangée 3 à partir de la matrice *A* de la Figure 8.3

On pourra consécutivement transformer à nouveau ce *réservoir temporel* selon un agencement par *bloc temporel* (cf. Section 4.7: *Les Blocs Temporels*, (p. 134)) et après élimination de voix ne comportant que des pauses :

$\text{♩} = 60$

The musical score consists of seven staves. The first staff shows a melodic line with notes marked with numbers 1 through 16 and dynamic markings *f* and *ff*. The second staff contains a whole rest with a bracket above it labeled "3". The third staff has notes with numbers 1 through 11 and dynamic markings *pp*, *mf*, and *ff*; a bracket above it is labeled "9:8". The fourth staff has notes with numbers 1 through 7 and dynamic markings *f* and *mf*; a bracket above it is labeled "19:24". The fifth staff has notes with numbers 1 through 7 and dynamic markings *ff* and *mf*; a bracket above it is labeled "8:7". The sixth staff has notes with numbers 1 through 15 and dynamic markings *ff* and *p*; a bracket above it is labeled "18:8". The seventh staff has notes with numbers 1 through 15 and dynamic markings *p* and *mf*.

FIGURE 8.20: Distribution des *Unités Temporelles* de la Figure 8.19 selon la configuration d'un *bloc temporel* de type asymétrique.

Le *bloc temporel* de type asymétrique utilise la *concaténation* d'Unités Temporelles de silences circulairement adjointes au début de chaque voix de la **Figure 8.19**. Les *UT*s en question sont :

$$\left[ \left( -\frac{4}{5} \right), \left( -\frac{3}{5} \right), \left( -\frac{2}{5} \right), \left( -\frac{3}{7} \right), \left( -\frac{4}{7} \right), \left( -\frac{2}{7} \right) \right]$$

Nous avons jusque là « interprété » la lecture de la matrice *UT* par celle de *A* dans un mode « synchrone ». Il est aussi possible, à partir de la même lecture de la matrice *A* de réaliser horizontalement chaque lecture de rang tout en omettant les cellules ne comportant aucun élément. Voici la réalisation simultanée et diachronique des rangées 2 et 3 de la matrice *A* projetée sur *UT* :

The image displays two systems of musical notation, each consisting of a treble and bass staff. The first system begins with a tempo marking of quarter note = 60. The music is written in a key with one sharp (F#) and a 3/4 time signature. Dynamics include *mf*, *ff*, *pp*, and *f*. There are several slurs and accents. The second system continues the piece, featuring dynamics such as *mf*, *ff*, *f*, *pp*, and *p*. The notation includes various rhythmic values, slurs, and dynamic markings throughout both systems.

FIGURE 8.21: Lecture de la rangée 3 à partir de la matrice de la Figure 8.3

#### 8.2.4 Reconstruction et agencement

Il va de soi, que les lectures verticales et horizontales (synchrones et diachroniques) peuvent être alternées, avec des choix multiples de cellules lues ou rejetées (filtrées) selon un choix précis ou arbitraire, et ce, avec indexation indépendante d'une matrice quelconque. Dans cet exemple, nous avons choisi les coordonnées directes des cellules de la matrice  $UT$  qui sont les suivantes (*rangée colonne*)<sup>41</sup> :

$$\begin{aligned} &(((2\ 2)\ (2\ 3)\ (2\ 4)\ (2\ 5)\ (2\ 6)\ (2\ 7)\ (2\ 8)\ (2\ 9)) \\ &((4\ 3)\ (4\ 4)\ (4\ 5)\ (4\ 6)\ (4\ 7)\ (4\ 8)) \\ &((5\ 4)\ (5\ 5)\ (5\ 6)\ (5\ 7)) \\ &((7\ 5)\ (7\ 6))) \end{aligned}$$


---

41. Les index commençants par 0.

FIGURE 8.22: Sélection de cellules selon des coordonnées précises à partir de la matrice de la Figure 8.3

Une fois encore, nous « réorganisons » les voix agencées de la Figure 8.22 dans un *bloc temporel* selon un axe central (configuration (a)), c'est à dire, selon un axe symétrique (cf. Figure 4.84, (p. 136)), après redistribution des voix à partir de la plus longue à la plus brève de bas en haut :

The musical score consists of four staves. The first staff is a treble clef with a tempo marking of quarter note = 60. It contains a sequence of notes with dynamic markings *p* and *mf*. The second staff is a bass clef with notes and dynamic markings *mf* and *f*. The third staff is a treble clef with notes and dynamic markings *pp*, *mf*, and *ff*. The fourth staff is a bass clef with notes and dynamic markings *p*, *mf*, *ff*, and *pp*. The score includes various musical notations such as slurs, accents, and dynamic markings.

FIGURE 8.23: Réorganisation du complexe de la Figure 8.22 en *bloc-durées* selon un axe symétrique de type (a) (cf. Figure 4.84, (p. 136)).

Une fois notre complexe réalisé en *bloc temporel*, nous pouvons appliquer à nouveau des *enveloppes* d'une manière plus globale sur l'ensemble du complexe de la Figure 8.23 :

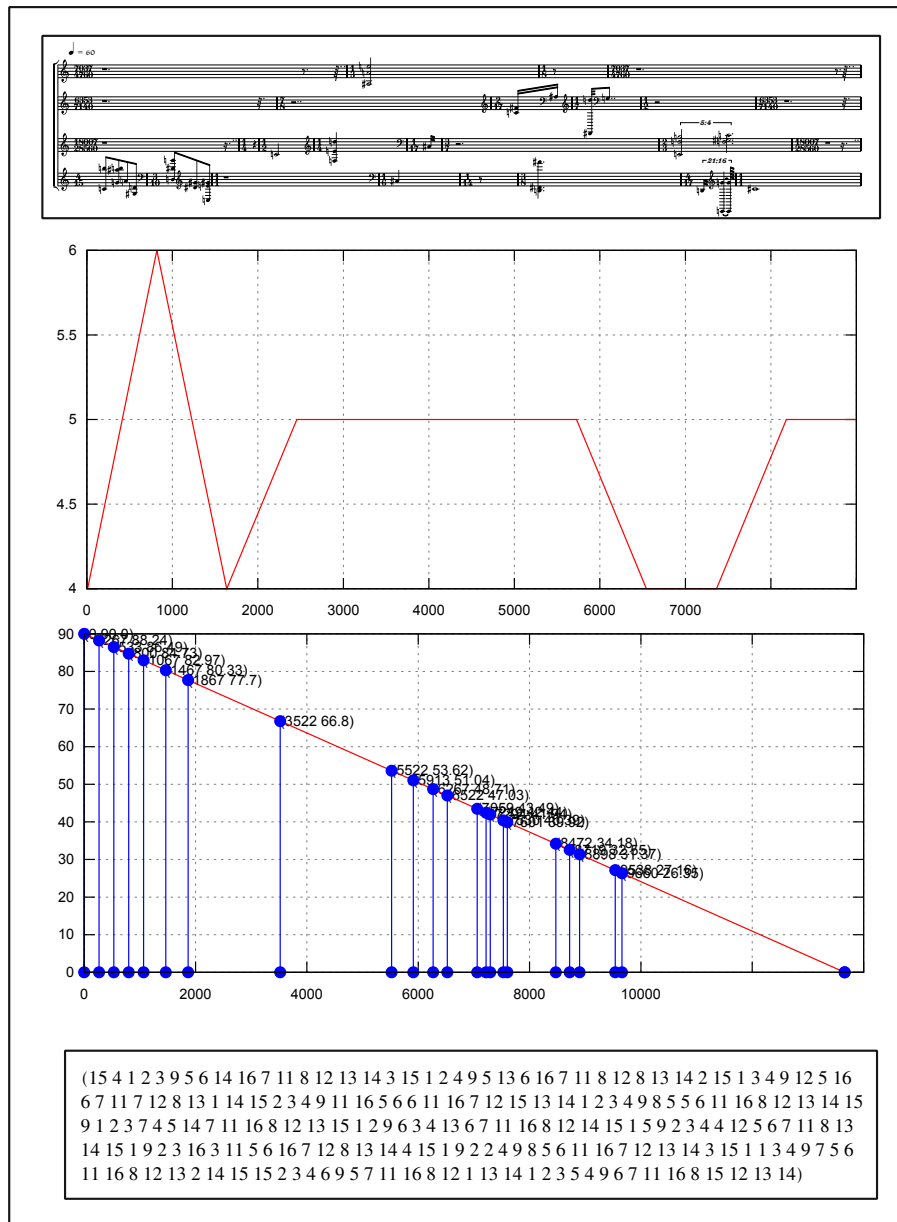


FIGURE 8.24: *Enveloppes* appliquées « globalement » sur toute la structure polyphonique.

Nous avons donc redéfinis les trois *enveloppes*, de registre, de dynamiques et de timbres.



The image displays a complex musical score for a polyphonic structure, consisting of five staves. The tempo is marked as  $\text{♩} = 60$ . The score is divided into several measures, with various dynamic markings and articulations. The first staff begins with a *p* (piano) dynamic. The second staff features a *pp* (pianissimo) dynamic and includes a section marked *p* (piano) with a crescendo hairpin. The third staff is marked *mf* (mezzo-forte). The fourth staff shows a *p* (piano) dynamic. The fifth staff starts with a *f* (forte) dynamic, followed by a *mf* (mezzo-forte) dynamic. The score includes numerous musical notations such as notes, rests, and slurs, along with measure numbers (e.g., 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60) and performance instructions like *pp*, *p*, *mf*, and *f*.

FIGURE 8.25: Redéfinition des *enveloppes* (registres, dynamiques et timbres) au niveau de toute la structure polyphonique de Figure 8.20.

Il est à noter que cette manière catégorique de procéder en appliquant ainsi des *enveloppes* d'une manière globale sur l'ensemble d'un *bloc* résulte en un geste plus évident, mais cependant plus « rigide » dans ses articulations, surtout au niveau de la fixité des registres. Il est cependant intéressant d'y avoir recours dans

le cas où l'on désirerait appliquer un geste « global » de dynamique par exemple, comme il est le cas ici, (un *decrecendo* général et linéaire), qui certes, peut paraître caricatural dans ce cas précis, mais nous le présentons par souci de clarté et à titre d'exemple.

L'organisation de chaque cellule projetée dans une séquence de *blocs temporels* identiques, ou variés selon une séquence déterminée, engendrera une donnée formelle cohérente. On pourrait tout à fait imaginer une structure formelle complexe de type de *complexe de blocs* comme il a été déjà évoqué dans la **Section 4.7.3: Répartition de « complexes de complexes »**, (p. 141).

Les multiples possibilités engendrant un corpus de matériau issu de ce dispositif nous laissent une grande liberté pour penser la forme. Il est évident que l'on n'aura pas recours à un « montage » ou à un « collage » de bout en bout de *blocs* choisis, mais tout au contraire, l'organisation formelle du matériau se fera à travers une logique apparentée à cette même technique sérielle, qui dépendrait d'un choix ou d'un refus, reposant sur des critères telle que l'*épaisseur temporelle* désirée. À propos de choix, et surtout de la liberté que le compositeur devrait s'octroyer, voilà ce qu'explique Pierre Boulez :

Voyons, au contraire, l'œuvre comme une suite de refus au milieu de tant de probabilités; il faut faire un choix, c'est là que réside la difficulté si bien escamotée par le désir exprimé d'« objectivité ». C'est précisément ce choix qui constitue l'œuvre, se renouvelant à chaque instant de la composition; l'acte de composer ne sera jamais assimilable au fait de juxtaposer les rencontres s'établissant dans une immense statistique. Sauvegardons cette liberté inaliénable : le bonheur constamment espéré d'une dimension irrationnelle <sup>42</sup>.

Une fois la cohérence établie à travers tout ces *réseaux de relations*, il restera à aborder les problématiques soulevées par cette combinatoire directement liées au domaine instrumental, la combinatoire agnostique débouchant quelquefois sur des impossibilités, des incohérences, et des « résultats absurdes <sup>43</sup> » par rapport à plusieurs domaines :

- La registration instrumentale pouvant engendrer des seuils non valables pour certains instruments, de même que des dynamiques non compatibles à la nature même de ces instruments.
- Des combinaisons de dynamiques conflictuels (des *fortissimo* contre des *pianissimo*)
- Des rencontres de hauteurs, tels que des octaves ou des connotations malheureuses.

On peut disposer de deux stratégies différentes selon le cas : agir au niveau local, à savoir, « corriger » de point en point les éléments litigieux ou indésirables, ou bien appliquer radicalement des *enveloppes* sur un ensemble de *bloc temporel* (comme on l'a vu dans l'exemple de la **Figure 8.24**) de façon à « retransformer » dynamiquement, de point de vue registration, ou changer la distribution timbrique de

42. Pierre BOULEZ. « ... Auprès et au loin ». In : *Cahiers de la Compagnie Madeleine Renaud-Jean-Louis Barrault* 2 (1954), p. 7-27, p. 27.

43. « Le compositeur écrivait sous la dictée d'une force combinatoire, n'intervenait, à la limite, que pour veiller à ce que la transcription soit fidèle, pour éviter que la machine s'emballe et ne donne des résultats absurdes. » Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 369

l'ensemble. Ceci sous-entendrait avoir recours à une structure supplémentaire et à un niveau hiérarchique supérieur de système d'*enveloppes*.

### 8.3 Autour de la technique

Aborder un matériau tel que le texte, les fonctions, les *enveloppes*, ou autres domaines dans un contexte musical, ne s'opère pas par collage ou par un hasardeux montage, mais plutôt, par une combinatoire réfléchie, déductive, qui impliquerait fondamentalement une cohérence, une intelligibilité qui aboutit à la détermination d'une expression résultant en un style propre et singulier. Le choix du matériau en général, précédant la déduction de la mise en œuvre vis-à-vis de l'ensemble des éléments constitutifs d'une œuvre, est aussi un impératif pour une cohésion logique de cette dernière. Sans renier aucunement une pensée se rapprochant des techniques sérielles et post-sérielles, mais, tout au contraire, en l'assumant fortement car nous la considérons comme la continuation d'une tradition polyphonique véritable inaugurée par l'*Ars Nova*, cette démarche nous paraît nécessaire afin d'ouvrir encore plus loin le chemin vers des possibles, vers le pouvoir de l'imagination et de l'invention de nouveaux dispositifs combinatoires révélateurs de sens insoupçonnés du matériau mis en œuvre<sup>44</sup>. C'est aussi pour nous la stratégie la plus apte à garantir la cohérence d'une œuvre, sans oublier le recours à la Composition Assistée par Ordinateur qui s'avère aussi, riche en potentiels exploratoires et qui « nous oblige, en effet, à réfléchir aux mécanismes mêmes de la composition »<sup>45</sup>, plus encore, « dans n'importe quelle circonstance de l'invention, il nous force à un itinéraire différent, à considérer les événements sous un autre angle – ce qui a pour conséquence de déranger nos habitudes, forgées à la fois par l'éducation et la pratique. »<sup>46</sup>, d'où le grand intérêt que nous portons à ce mode opératoire d'investigation touchant de près le langage musical dans son ensemble. Cependant cela soulève plus d'une question touchant autant au langage même qu'à la technique opératoire, voire de l'outil même : notation, computation, invention. Ces questions peuvent tout autant porter d'une manière plus générale sur le fond de notre pratique, sa finalité, comme, l'épuisement de la notion de polyphonie, « la polyphonie et après ? », mais il nous semble que ce questionnement sort du cadre exclusif de la composition, et porte plus largement sur le champs ontologique, notamment celui d'une certaine téléologie, plus précisément, celle soulevant la question fondamentale de la technique et son rapport avec la création musicale, qui seule l'œuvre en soi serait son propre éclaircissement.

Questionnant ainsi, nous témoignons de la situation critique où, à force de technique, nous ne percevons pas encore l'être essentiel de la technique, où à force d'esthétique nous ne préservons plus l'être essentiel de l'art. Toutefois, plus nous questionnons en considérant l'essence de la technique et plus l'essence de l'art devient mystérieuse.

44. « La « technique » n'est pas, en effet, ce poids mort que l'on doit traîner après soi si l'on veut prendre une caution de pérennité. Elle est ce miroir exaltant que l'imagination se forge, qui lui renvoie ses propres découvertes » (Pierre BOULEZ, « Penser la musique aujourd'hui », p. 167)

45. Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 104.

46. *Ibid.*, p. 104.

Plus nous nous approchons du danger, et plus clairement les chemins menant vers « ce qui sauve » commencent à s'éclairer. Plus aussi nous interrogeons. Car l'interrogation est la piété de la pensée<sup>47</sup>.

---

<sup>47</sup>. Martin HEIDEGGER. « Essais et conférences. La question de la technique ». In : *Paris. Ed. Gallimard* (1958), p. 48.



## Conclusion

Il est une certitude quand au fait musical, il est tributaire du temps. Sans temporalité, point de musique. Le matériau même est sujet au temps, indépendamment de sa perception, mais de part sa nature. Le continuum temporel qui le décline, a pour étalon son horloge; les fréquences comme hauteurs, comme durées enfin comme rythme. On est donc en droit de nous interroger sur la nécessité d'une grammaire temporelle pour l'écriture du temps musical.

L'*Unité Temporelle* devenant tout à tour un flux rythmique « ouvert » (quand elle se trouve « hors temporalité » et non inscrite dans un tempo), ou bien comprise dans un temps « clos »<sup>48</sup> « composée » et sujette à des multiples transformations grâce à son potentiel de calculabilité et d'opérabilité<sup>49</sup>, portant en elle-même la capacité de proliférer, engendrant des formes inédites voire multidimensionnelles<sup>50</sup>, inscrite dans un ensemble tel que les blocs temporels constitués d'*Unités Temporelles* diverses<sup>51</sup>, superposés pouvant représenter un spectre de phase très complexe, ce principe n'est pas qu'un artifice de plus dans l'arsenal du langage musical contemporain, mais bien plus, un outil sémantique rendu possible grâce au langage musical computationnel. Loin d'être un concept post-moderne, compris comme stratégie compositionnelle, elle nous paraît indispensable aujourd'hui pour une nouvelle appréhension de l'écriture temporelle.

Plus qu'une grammaire au sens propre du terme, cette nouvelle approche d'écriture symbolique s'apparente aux mécanismes inhérents à la nature hiérarchique des objets temporels que l'on retrouve dans le langage musical d'aujourd'hui. Les mécanismes de filtrage, duplication, amplification, contraction, etc. constituent les briques à même de dévoiler le potentiel du matériau en vue d'« habiter » la forme.

Nous pensons qu'avec un nouvel appareil symbolique capable de représenter un continuum temporel dans une représentation symbolique discrète, ayant un dispositif de transformation assez riche, est un facteur d'invention tant sur le plan formel que celui de l'expressivité polyphonique, à savoir la représentation de différents temps concomitants nous rapprochant le plus près possible de l'expression « libre » du temps sans contraintes des nouveaux moyens d'expression électroniques. Reste, une fois l'écriture projetée ainsi, dans une telle syntaxe, de la « traduire » (la quantifier) de façon à ce qu'elle devienne « déchiffrable », aussi bien pour les exécutants que pour le lecteur.

L'écriture d'une polyphonie complexe demandant des outils syntaxiques expressifs de plus en plus performants, nous avons à travers notre expérience développé ce concept d'*Unité Temporelle* qui répondrait éventuellement aux certaines

48. Curt SACHS, *Rhythm and tempo : a study in music history*.

49. cf. Section 4.5: « Opérabilité »

50. cf. Section 5.1: « De la division temporelle et les objets temporels »

51. cf. Section 4.7.3: « Répartition de « complexes de complexes » »

exigences pour d'une telle écriture. Dans le domaine symbolique, les *Unités Temporelles* déploient un potentiel d'une efficacité certaine quand à l'expression de tout rythme aussi complexe qu'il soit. Dans le domaine combinatoire et computationnel, cette notation permet désormais des modes opératoires plus souples que celles que propose la notation traditionnelle. De plus, elle a l'avantage d'être la plus concise et condensée possible dans son expression rythmique, de telle manière, permettant une ouverture sur un champs opératoire à potentialité quasi sans limites sur des domaines calculables.

Aborder l'écriture symbolique sous cet optique permet une souplesse vis-à-vis du matériau rythmique en offrant une liberté par rapport à la dimension chronométrique du matériau en permettant un espace ouvert du rythme en dehors du contexte contraignant de la durée calculée, une combinatoire de la proportion et non de la durée absolue, cette dernière pouvant toujours être fixée non en amont de l'idée originelle, mais plutôt au cours du processus de la création formelle de l'œuvre. Ceci sera rendu possible par la mise en oeuvre d'un autre élément constitutif du rythme : le tempo. Il permet le déploiement de plusieurs champs de durées, la possibilité de créer des structures rythmiques dans ses deux dimensions, verticales (polyphoniques) ou horizontales (mélodiques).

L'association d'*enveloppes*<sup>52</sup> à partir de *matrices*<sup>53</sup> grâce au concept d'*abstraction temporelle* des *Unités Temporelles*, permet d'inscrire des espaces discrets ou linéaires, temporels et non-temporels d'ordonner une structure relevant d'une haute potentialité combinatoires et transformationnelle, catalysant ainsi, la génération de tout un catalogue de figures, de gestes inattendus et de formes improbables.

En ce qui concerne le rendu final du matériau et de sa quantification potentielle, les *Unités Temporelles* abordent de manière abstraite les proportions de mètres rythmiques qui pour la plupart sont inédits par rapport à leurs propriétés<sup>54</sup>. Leur nature intrinsèque d'*unité* signifie une segmentation apriorique. Leur usage permet donc une quantification plus ou moins exemplaire de point de vue de l'expression compositionnelle du matériau et leur capacité à être transcrites dans une symbolique apte à être interprétée, de nature aussi complexe qu'elle soit. Le choix du tempo, des figures de notes devient alors un choix compositionnel et non un choix contraint par un quelconque « effet de bord » obligé. La sémantique rejoint donc le formel et ce dernier devient son véhicule.

De surcroît l'informatique musicale, et plus particulièrement la Composition Assistée par Ordinateur, reposant sur des langages de programmation particuliers<sup>55</sup> capables de « transcrire » l'écriture symbolique des *Unités Temporelles*, les interpréter, appliquer sans ambiguïté les processus de transformation, de « transcription », de conversion, grâce aux algorithmes<sup>56</sup>, est un précieux dispositif. Cependant, le concept d'« écriture » à partir des *Unités Temporelles* ne doit pas reposer entièrement sur un support tiers, comme l'est la CAO, comprendre par là, ne pas

52. cf. Section 8.2.2: « L'espace du matériau : les enveloppes temporelles »

53. cf. Section 8.2.3: « L'espace matriciel »

54. Nous pensons à Olivier Messiaen et son utilisation des *deṣī-tāla* hindou (Olivier MESSIAEN, *Technique de mon langage musical*), (Olivier MESSIAEN, *Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie* : (1949-1992) : en sept tomes) et (Albert LAVIGNAC et Lionel de LA LAURENCIE. *Encyclopédie de la musique et dictionnaire du Conservatoire... : Antiquité*. T. I. C. Delagrave, 1913, p. 301-304)

55. Notamment CommonLisp, Python, Scheme ou autres langages interprétés.

56. cf. « Liste des Algorithmes », (p. 313)

transformer l'acte de composer en une « machine pensante » à travers ses propres automatismes, le but recherché étant l'appropriation d'une écriture temporelle en partant d'un langage cohérent comportant une syntaxe particulière nous permettant d'élaborer sa propre écriture. Pour cela, le concept d'*Unité Temporelle* ne suffit pas en soi d'accéder à cette liberté et la souplesse tant recherchée à accomplir la tâche d'imaginer une œuvre nouvelle à partir de matériaux conçus à partir de cette base.

Il nous reste donc à développer encore plus loin notre langage symbolique<sup>57</sup> dont la syntaxe s'inspire de celui des mathématiques, de la logique et de certains langages informatique, et qui pour sa part a la faculté de représenter d'une manière aussi concise et univoque que possible, la plupart des concepts que nous avons déjà présentés tout au long de notre thèse, ceux de la génération, de transformation, de combinaison, etc. Une particularité que comportera cette syntaxe une fois développée, est celle de se transformer en un langage spécifiquement « temporel », dans le sens où, il aura la faculté de décrire et de représenter (ou non), des événements temporels dans une grande simplicité et clarté possible. Avant de nous lancer dans une pareille entreprise, il nous faut déjà, à partir de notre notation, une période d'apprentissage et d'adaptation afin de bien assimiler et de représenter à soi-même, sans passer par la transcription, nos propres idées compositionnelles. Une fois ce « solfège » acquis par la *praxis*, nous pouvons désormais converger vers un représentation encore plus poussée et ouverte.

Il va de soi, la composition musicale ne se résume pas uniquement à sa propre représentation symbolique, toutefois il demeure que pour « *le compositeur, c'est l'œil qui imagine l'oreille*<sup>58</sup> », et son écoute a besoin toutefois « *pour étendre ses pouvoirs, d'être provoqué. Entre la spéculation et la perception, il doit s'établir un jeu de miroir*<sup>59</sup> » qui serait indispensable pour accéder au cœur du *Pays Fertile*, à l'inouï.

57. cf. Section 4.3.1: « La notation condensée »

58. Pierre BOULEZ et Jean Jacques NATTIEZ, *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France (1978-1988)*, p. 128.

59. *Ibid.*, p. 128.





## Annexe I

# Liste des signes de la notation condensée des Unités Temporelles

+	<i>Addition</i>
−	<i>Soustraction</i>
×	<i>Multiplication</i>
&	<i>Séquencement</i> : Construction d'une séquence
⇒	Résultat d'opération
:=	<i>Affectation</i> d'une valeur. Remplace une valeur
/	<i>Subdivision</i> d'une <i>Unité Temporelle fondamentale</i> . Se place au niveau des <i>Prolations</i> (en indice)
	<i>Concaténation</i>
$\underline{UT}$	<i>Décomposition</i> d'une <i>Unité Temporelle composée</i>
$\overline{UT}$	<i>Réduction</i> d'une <i>Unité Temporelle composée</i>
⊕	<i>Augmentation</i>
⊕	<i>Insertion</i>
⊖	<i>Diminution</i>
⊖	<i>Extraction</i>
⊥	<i>Segmentation</i>
$f_{1(x)}$	Défini une fonction numérotée (1) avec une variable $x$

TABLE I.I: Liste des signes de la notation composée



## Annexe 2

# Les Arbres Rythmiques : de la représentation des structures rythmiques

La représentation du rythme comme arbres rythmiques Carlos AGON, Karim HADDAD et Gérard ASSAYAG. « Representation and Rendering of Rhythmic Structures ». In : *WedelMusic Darmstadt* (2002), p. 109-113 que l'on appellera "RT" pour *Rhythm Trees* est un format issu des différentes tentatives de description rythmiques faites dans les logiciels Patchwork et OpenMusic Gérard ASSAYAG et al. « Computer-assisted composition at IRCAM : From PatchWork to OpenMusic ». In : *Computer Music Journal* 23,3 (1999), p. 59-72. Il se trouve que ce format de notation symbolique est assez souple et riche en potentiel, permettant l'expression de rythmes des plus complexes aux opérations rythmiques les plus inédites comme on le verra plus loin. Nous présenterons les principes de ce format ainsi que les opérations de transformations rythmiques à partir de sa syntaxe.

### 2.1 La syntaxe

Un  $RT$  est défini comme un couple  $(DS)$  où  $D$  est une fraction  $> 0$  se rapportant à une durée, et  $S$  est une liste de  $n$ -éléments définissant  $n$ -proportions de  $D$ . Chaque élément de  $S$  peut être soit un entier, soit un  $RT$ <sup>1</sup>. Voici quelques  $RT$  qui correspondent à la syntaxe définie ci-haut :

(1 (1 1 1 1))  
 (2 ((1 (1 1 1 1)) (1 (1 1 1 1))))

### 2.2 La sémantique

Pour un  $RT = (DS)$ ,  $D$  exprime un champs temporel (une durée).  $S$  définit un groupe de proportions ayant lieu dans  $D$ . Par exemple, pour  $RT = (1 (1 1 1 1))$  en prenant comme unité la noire, le rythme représenté sera le suivant :



FIGURE 2.1: Représentation symbolique d'un  $RT = (1 (1 1 1 1))$ .

1. Quand  $S$  est un entier il représentera une subdivision se rapportant à un  $D$

Les *RT*s nous permettent d'exprimer, d'une façon homogène, divers types d'objet musicaux. Polyphonies, voix, mesures, groupes<sup>2</sup> sont exprimés comme *RT*s. Quand la valeur de *D* est au niveau de l'objet mesure, par convention, il est exprimé en unités de ronde<sup>3</sup>. Par exemple, si l'on veut exprimer une mesure de 3/4 contenant trois noires, le *RT* sera :

(3/4 (1 1 1))



FIGURE 2.2: Représentation symbolique d'un  $RT = (3/4 (1 1 1))$

Comme il a été défini précédemment, *S* représente un ensemble de proportions ayant lieu dans *D*. Ceci est illustré dans l'exemple suivant :

(4/4 (1 2 1))



FIGURE 2.3: Représentation symbolique d'un  $RT = (4/4 (1 2 1))$

Jusqu'à présent nous avons examiné des *RT* où *S* était sous la forme d'éléments simples (des entiers), qui représentaient des notes (pulsations). Dans l'arbre qui suit l'on verra apparaître des éléments plus complexes :

(4/4 (1 (2 (1 1 1)) (1 (1 1 1))))



FIGURE 2.4: Représentation symbolique d'un  $RT = (4/4 (1 (2 (1 1 1)) (1 (1 1 1))))$

Les *RT*s contenus récursivement dans *S* représentent ce que l'on appellera des groupes. En général, les groupes sont représentés symboliquement par des notes groupées au niveau des hampes. De même que les mesures, les groupes peuvent aussi à leur tour contenir soit des notes soit d'autres groupes, voici un exemple :

(4/4 (1 (1 (1 1 (1 (1 1 1)) 1 1)) 2))



FIGURE 2.5: Imbrication de *groupes*.

2. Le concept de groupe est présenté plus loin.

3. Toutefois dans d'autres implémentations, s'il est nécessaire cette valeur pourrait être redéfinie, dans le cas par exemple d'une utilisation de mensurations de musique ancienne où la valeur de référence est la longue.

Nous étendrons la syntaxe des *RT*s afin d'intégrer les silences et les liaisons rythmiques qui seront représentées respectivement par des entiers négatifs et des nombres flottants :

(1 ((4/4 ((1 (1 1))(2(1.0 1 -2 1))(1(1.0 -1 1))))))



FIGURE 2.6: Liaisons rythmiques et silences.

Un *RT* rend compte non seulement d'un rythme, mais aussi de la façon dont il est représenté. Ainsi pour les deux rythmes affichés dans la figure suivante les deux *RT*s associés seront différents :

(2/4(2 2 2 2))

(2/4((1(1 1))(1(1 1)))

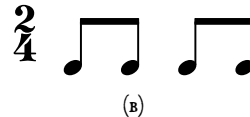


FIGURE 2.7: Même rythme avec deux représentations et syntaxes différentes.

L'exemple 2.7 montre le principe de groupement qui s'étend surtout pour les valeurs irrationnelles<sup>4</sup>. Ces "groupes" se trouvent tout autant au "premier niveau" de la mesure, soit ( $D(S)$ ) où  $S$  est le groupe comme le montre l'exemple qui suit :

(4/4 (1 1 1 1 1))



FIGURE 2.8: Notion de *groupe* dans un *RT*.

Les groupes peuvent aussi être imbriqués les uns dans les autres et ce, à  $n$  niveaux comme on l'a déjà constaté dans la figure 2.5.

Ce que la syntaxe des *RT*s comme représentation symbolique du rythme comprend comme avantage sont les suivants :

- La représentation des *RT*s est aussi d'ordre structurelle que sémantique.
- Elle permet l'expression de rythmes les plus complexes.
- Elle permet une construction algorithmique.

4. Nous employons ici le terme de valeur irrationnelle dans un contexte musical, à savoir toute valeur qui ne subdivise pas le temps d'une manière binaire.

- Toutes les expressions valides sont des rythmes valables.

Reste encore à élargir le potentiel de notation des *RT*s et ce, en leur ajoutant la faculté d'inscrire au sein de leur structure, le facteur hors-temps comme :

- Les *graces notes* (les appoggiatures)
- Les dynamiques (les nuances)
- Les éléments du phrasé

En somme, vu l'impeccable clarté de la sémantique de la *RT*, où tout élément exogène par rapport au rythme discret exprimé par sa syntaxe se trouve exclu, nous pouvons et ce, par artifice informatique, faire l'adjonction de tout autre élément, qui si rythmique et non quantifiable comme les appoggiatures, ou non-rythmique et donc complètement étranger à la propre structure de la *RT*, joindre de manière transparente, (en filigrane), les points d'entrée de ces éléments cités.

Pour plus de précisions sur l'implémentation informatique des *RT*s, on renvoie le lecteur à Carlos AGON, Karim HADDAD et Gérard ASSAYAG. « Représentation et rendu de structures rythmiques ». In : *Journées d'Informatique Musicale, 9th ed., Marseille* (2002), p. 29-31.

### 2.3 De quelques transformation et usages

Afin d'illustrer les opérations possibles à l'aide de la syntaxe des *RT*s, on partira par une *Unité Temporelle composée* à subdivision complexe 4 :

(? (((8 2) (5 3 4 2 1 5))))

FIGURE 2.9: Bloc temps à subdivision complexe de proportions (5  
3 4 2 1 5)

#### 2.3.1 De la rétrogradation

La première transformation qui nous est évidente est la rétrogradation chère à Messiaen Olivier MESSIAEN. *Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie* : (1949-1992) : en sept tomes. T. 1. A. Leduc, 2002 :

(? (((8 2) (5 1 2 4 3 5))))

FIGURE 2.10: Rythme rétrograde à 2.9

### 2.3.2 De la permutation

Pour toujours rester dans le même ton messiaenique, nous effectuerons toute les permutations circulaires possible à partir de l'Unité Temporelle initiale dont le résultat montre le potentiel polyphonique évident :

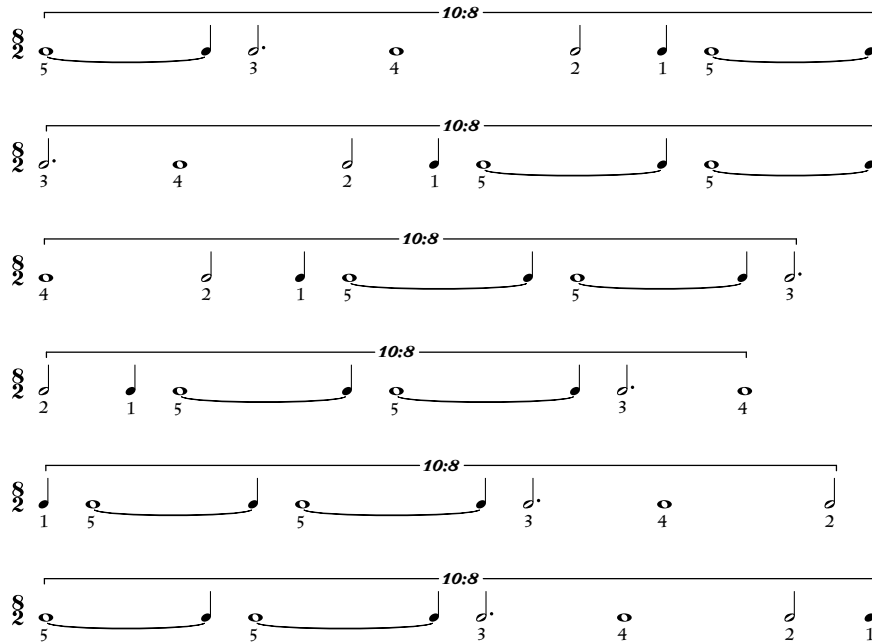


FIGURE 2.II: Permutations circulaires

### 2.3.3 De la subdivision

À partir de la troisième permutation nous subdiviserons les figures de notes par les même proportions initiales, c'est-à-dire par (5 3 4 2 1 5) ce qui engendrera des figures rythmiques irrationnels :

(? (((8 2) ((1 ((8 ((4 (1 1 1 1 1)) (2 (1 1 1)) (1 (1 1 1 1))  
 (5 (1 1)) (5 (1)) (3 (1 1 1 1 1))))))))))

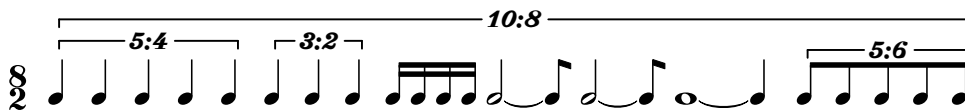


FIGURE 2.I2: Subdivision par (5 3 4 2 1 5) de la 3ème permutation de 2.II.

### 2.3.4 Du filtrage

Nous filtrons le rythme subdivisé (2.I2) par la même série originelle (5 3 4 2 1 (5)) qui donnera par extension des silences aux positions (0 5 8 12 14 15 20) <sup>5</sup> qui se trouvent être la première note de chaque groupe d'irrational <sup>6</sup> :

5. o étant la première position comme il est souvent l'usage dans les langages informatiques.

6. À remarquer les silences qui se traduisent dans l'arbre rythmique de la figure ?? comme entiers négatifs.



(? (((8 2) ((8 ((4 (-1 1 1 1 1)) (2 (-1 1 1)) (1 (-1 1 1 1))  
 (5 (-1 1)) (5 (-4 -1)) (3 (-1 1 1 1 1))))))))))

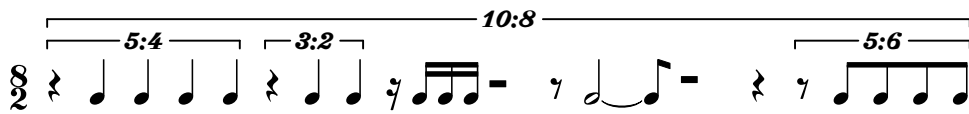


FIGURE 2.13: Rythme de 2.12 filtré par (5 3 4 2 1 (5))

### 2.3.5 Du rythme évidé

Nous emprunterons à Pierre Boulez<sup>7</sup> le principe du « rythme évidé » Pierre BOULEZ et Paule THÉVENIN. *Relevés d'apprenti*. Éditions du Seuil, 1966 comme on peut aussi représenter comme un rythme « négatif » d'un autre qui lui est pendant. Il s'agit d'invertir les silences par des notes exprimées et vice versa :

(? (((8 2) ((8 ((4 (1 -1 -1 -1 -1)) (2 (1 -1 -1)) (1 (1 -1 -1  
 -1)) (5 (1 -1)) (5 (4 1.0)) (3 (1.0 -1 -1 -1 -1))))))))))

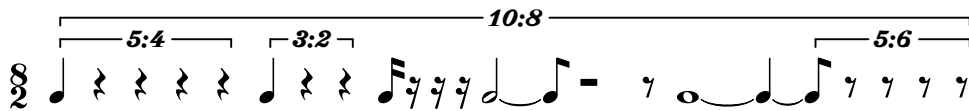


FIGURE 2.14: Rythme de « évidé » du filtrage de la figure 2.13.

On peut aussi représenter la même structure rythmique d'une manière alternative qui sied mieux à l'interprétation, à savoir, en concaténant toutes les valeurs de silences successives tombant dans le même groupe :

(? (((8 2) ((8 ((4 (1 -4)) (2 (1 -2)) (1 (1 -3)) (5 (1 -1)) (5  
 (5)) (3 (1.0 -4))))))))))

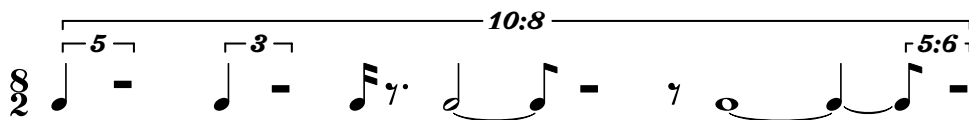


FIGURE 2.15: Rythme de « évidé » optimisé.

### 2.3.6 De la substitution

En partant du rythme initial (cf. figure 2.9), on lui substitue ses propres proportions couplés deux à deux, comme ceci : ((5 3) (3 4) (4 2) (2 1) (1 5) (5 5)), renvoyant ainsi la proportion en cours avec celle qui lui succède<sup>8</sup>.

7. Nous avons eu le privilège de montrer au compositeur ces exemples les illustrant par une pièce brève.

8. Il est évident que l'on peut imaginer le contraire, c'est-à-dire, la proportion qui précède avec celle en cours), ou toute autres combinaisons de proportions

(? (((8 2) ((8 ((4 (1 -4)) (2 (1 -2)) (1 (1 -3)) (5 (1 -1)) (5 (5)) (3 (1.0 -4))))))))))

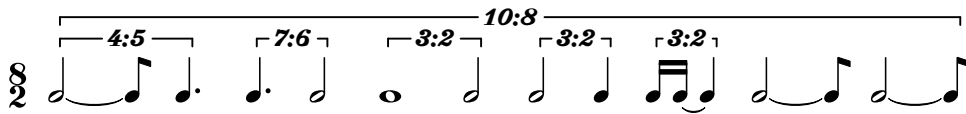


FIGURE 2.16: Substitution rythmique.

2.3.7 De l'autoréférence

Une autre technique dérivée de la substitution, mais plus structurée, est la substitution par autoréférence et par itération, que l'on appellera rythme autoréférent pour plus de simplicité. Le principe est simple : Il s'agit de substituer en subdivisant tout le rythme par lui-même en opérant une rotation circulaire à chaque itération. Pour illustrer ceci, nous partirons par une mesure assez simple construite autour de de proportions dans un quintolet que l'on appellera la graine (emprunt à l'anglais "seed", s'utilisant en général dans un processus itératif) :

(? (((4 4) ((4 (2 3))))))

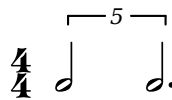


FIGURE 2.17: Mesure initiale.

À la première itération on obtient :

1 (((4 4) ((2 (3 2)) (3 (2 3))))))

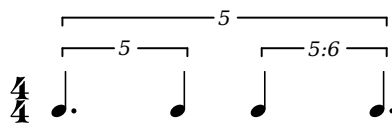


FIGURE 2.18: Première itération.

(1 (((4 4) ((2 ((3 (2 3)) (2 (3 2)))) (3 ((2 (3 2)) (3 (2 3))))))))))

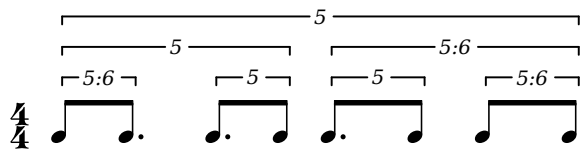


FIGURE 2.19: Deuxième itération.

1 (((4 4) ((2 ((3 ((2 (3 2)) (3 (2 3))) (2 ((3 (2 3)) (2 (3 2)))))) (3 ((2 ((3 (2 3)) (2 (3 2)))) (3 ((2 (3 2)) (3 (2 3))))))))))

FIGURE 2.20: Troisième itération.

On constate très vite la complexité rythmique engendrée par ce processus surtout quand il est en association avec la rotation circulaire de ses sous-ensembles à savoir : les proportions rythmiques et les groupes de proportions rythmiques sous formes de groupes d'irrationnels. Nous allons décrire les différentes variantes.

### 2.3.8 Les modes de rotation sur un rythme autoréférentiel

Nous avons relevé cinq processus possibles de l'autoréférencement associé à la rotation. En général, rien ne change structurellement, les processus restent les mêmes. Les résultats changent sensiblement par le choix du mode de rotation des valeurs. La rotation peut-être appliquée à tous les éléments de l'arbre rythmique, à savoir les proportions en tant que telles, ou bien sur les groupes d'irrationnels engendré (notamment la partie *D* de l'arbre des groupes, ou bien les deux.

Nous allons examiner une réelle formulation de ce procédé et ses implications sur la forme musicale dans le cadre d'une composition dans le chapitre qui suit.

Pour illustrer nos différents modes de rotations appliqués à l'autoréférence, nous partirons par les proportions (3 4 5 7) qui engendreront après une itération l'arbre suivant :

(? (((10 1) ((10 ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7))))))))))

FIGURE 2.21: Première itération sur les proportions (3 4 5 7)

L'algorithme utilisé pour ce processus utilisant deux procédures peut être décrit ainsi :

**Algorithme 4 : PermutList**

```

Data : lst est une liste à n éléments finis; pt est la position de l'élément
          commençant la permutation circulaire de la liste lst
Result : Liste permutée circulairement à la position pt.
begin
  n = 0;
  while n ≠ (pt + 1) do
    | lst = ([car de lst] [cdr de lst]);
    | n = n + 1;
  end while
  return lst;
end
/* car = retourne premier élément de lst */
/* cdr = retourne lst sans son premier élément */

```

**Algorithme 5 : AutoRef**

```

Data : lst est une liste à n éléments finis
Result : Liste doublement permutée circulairement.
begin
  n = 0;
  lgt = nombre d'éléments dans la liste;
  foreach elt in lst do
    | while n ≠ (lgt + 1) do
      | return [elt , (PermutList(lst n))];
      | n = n + 1;
    | end while
  end foreach
end

```

Le premier examen de cet arbre nous montre que les dites proportions sont itérées indifféremment qu'elles appartiennent à la catégorie *D* ou *S* de l'arbre, c'est-à-dire, que les éléments (3 4 5 7) sont indifféremment répétés tout au long du contenu de l'arbre rythmique.

### 2.3.8.1 La rotation en mode "Group"

Par extension, si on applique à chaque fois le même principe tout en décalant une unité du groupe successivement, on obtient quatre différentes permutations selon le même principe. Par conséquent, ceci reviendra à la même chose dans le cas où on permute les groupes à chaque voix d'un éléments, d'où le nom de *Group rotation*.

```

((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)))
((4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)))
((5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)))
((7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)))

```

FIGURE 2.22: Autoréférence en mode *Group*

### 2.3.8.2 La rotation en mode *S*

Tout en gardant le même principe, à savoir la rotation circulaire, nous l'utilisons cette fois-ci appliquée uniquement aux éléments *S*, c'est-à-dire aux éléments qui se trouvent au niveau le plus profond de l'arbre<sup>9</sup> les "branches" *D* restant invariables.

((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)))  
 ((3 (5 7 3 4)) (4 (7 3 4 5)) (5 (3 4 5 7)) (7 (4 5 7 3)))  
 ((3 (7 3 4 5)) (4 (3 4 5 7)) (5 (4 5 7 3)) (7 (5 7 3 4)))  
 ((3 (3 4 5 7)) (4 (4 5 7 3)) (5 (5 7 3 4)) (7 (7 3 4 5)))

FIGURE 2.23: Autoréférence en mode *S*

La particularité de ce mode tient dans le fait d'avoir pour chaque fin de *group* une homorythmie au niveau de la polyphonie<sup>10</sup>.

### 2.3.8.3 La rotation en mode *D*

En utilisant une invariance inverse, c'est-à-dire cette fois-ci des *S* fixes et une rotation appliquée au niveau des *D* de chaque *group* nous obtenons ceci :

9. ou mieux formulé, au niveau des feuilles de l'arbre, ses extrémités.

10. Ce procédé est utilisé dans la pièce *Ichs wohl vergessen, aber dich?* que l'on peut voir dans la section 5.2.1

$$\begin{aligned} & ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7))) \\ & ((4 (4 5 7 3)) (5 (5 7 3 4)) (7 (7 3 4 5)) (3 (3 4 5 7))) \\ & ((5 (4 5 7 3)) (7 (5 7 3 4)) (3 (7 3 4 5)) (4 (3 4 5 7))) \\ & ((7 (4 5 7 3)) (3 (5 7 3 4)) (4 (7 3 4 5)) (5 (3 4 5 7))) \end{aligned}$$

FIGURE 2.24: Autoréférence en mode *D*

Dans cette transformation on obtient les figures de notes les plus variées en durées sous l'effet d'une homothéties décalée.

#### 2.3.8.4 La rotation en mode circulaire

Dans ce mode on utilisera une rotation circulaire pour les éléments *D*, et une permutation circulaire pour les éléments *S* :

$$\begin{aligned} & ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7))) \\ & ((4 (7 3 4 5)) (5 (3 4 5 7)) (7 (4 5 7 3)) (3 (5 7 3 4))) \\ & ((5 (4 5 7 3)) (7 (5 7 3 4)) (3 (7 3 4 5)) (4 (3 4 5 7))) \\ & ((7 (7 3 4 5)) (3 (3 4 5 7)) (4 (4 5 7 3)) (5 (5 7 3 4))) \end{aligned}$$

FIGURE 2.25: Autoréférence en mode *circulaire*

#### 2.3.8.5 Matrice autoreferentielle

Tout ces modes donnent lieu à une matrice de toutes les transformations possibles :

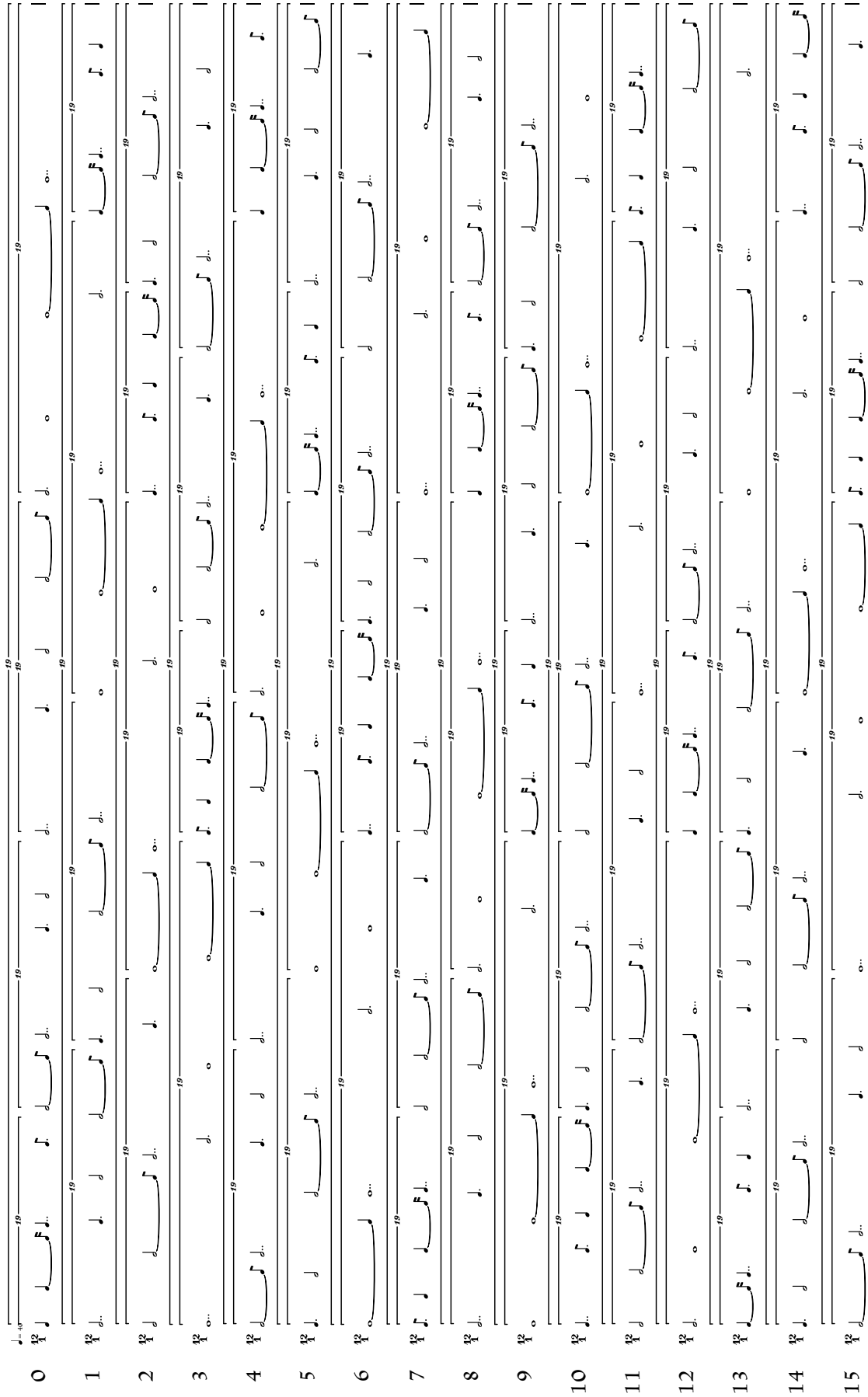


FIGURE 2.26: Matrice de toutes les permutations.

## Annexe 3

# De la notation condensée à la notation symbolique

À partir du moment où il est nécessaire de transcrire la notation condensée en notation symbolique, tout particulièrement en regard des *prolationis* et leur rapport avec un *Tempus* donné, il sera nécessaire de recourir à des algorithmes dédiés à la représentation musicale symbolique. Nous reproduisons dans cette annexe, la section d'un article décrivant ces algorithmes auquel on a collaboré (cf. Carlos AGON, Karim HADDAD et Gérard ASSAYAG, « **Representation and Rendering of Rhythmic Structures** » et Carlos AGON, Karim HADDAD et Gérard ASSAYAG, « **Représentation et rendu de structures rythmiques** ») et dont nous avons déjà définis lors de notre implémentation de la transcription des arbres rythmiques (cf. Annexe 2) dans l'environnement d'OpenMusic, ces algorithmes étant de nature à être implémentées comme règles de notation générales pour tout cas touchant à la transcription de la notation symbolique et tout particulièrement à la notation de la musique contemporaine<sup>1</sup>. Il s'agit de la section *Des arbres à la partition* de l'article *Représentation et rendu de structures rythmiques* *ibid.* On augmentera l'article occasionnellement pour signaler certaines particularités touchant à nos *Unités Temporelles* et nous le reproduisons révisé et actualisé.

Ce qu'il faut retenir en règle générale du rapprochement entre les *arbres rythmiques* et les *Unités Temporelles*, en premier lieu, c'est leur apparentée évidente. On peut affirmer que les *UTs* sont une « classe » particulière d'*arbres rythmiques* où le *Tempus* se trouve être le *D* de la *RT* et les *prolationis* la partie *S* des *RTs*. Les autres considérations de représentations rythmiques telle que les liaisons, le nombres de hampes, ou autre règles spécifiquement liées à la gravure en générale, sont des notions générales de la représentation symbolique musicale et ne touchent pas particulièrement la représentation symbolique des *Unités Temporelles*, toutefois nous les incluons par souci de cohérence et pour garder l'intégralité.

### 3.1 Des arbres à la partition

La base de notre système de rendu est la mesure<sup>2</sup>. S'il est possible de générer une mesure, générer une voix consisterait à générer des mesures l'une à la suite de l'autre. Une polyphonie consiste à la génération de voix superposées les unes aux autres en suivant l'algorithme d'espacement. Ainsi, nous allons décrire dans ce qui suit les algorithmes pour l'écriture des mesures et ceux concernant l'espacement.

1. Les algorithmes sont écrits en pseudo-code de manière à pouvoir être implémentés dans un langage quelconque.

2. La mesure étant un modèle pour nos *Unités Temporelles*, par conséquent tous les algorithmes développés ici conviennent idéalement à notre transcription.



## 3.1.1 Interprétation des mesures

Pour illustrer les algorithmes, nous utiliserons comme exemple la mesure suivante :



FIGURE 3.1: Mesure de 3/4

Nous appelons *unité symbolique* **us** la figure de notation définie par le chiffage d'une mesure. Pour notre mesure à 3/4 l'unité symbolique est la noire. Elle est déduite en prenant le rapport entre 1 et le dénominateur du chiffage (i.e. 1/4). Cependant cela n'est qu'un cas particulier. Prenons par exemple l'arbre rythmique suivant : ((3/12 (1 1 1)) qui correspond à la mesure suivante :



FIGURE 3.2: Mesure de 3/12ième

Ici l'unité symbolique est la croche de noire 1/8 et non la croche de triolet 1/12<sup>3</sup>. Nous définissons l'unité symbolique comme le ratio entre 1 et une approximation symbolique du dénominateur du chiffage. Cette approximation est donnée à l'aide de l'algorithme suivant :

Algorithme 6 : SymbolicApprox
<p><b>Data</b> : <math>n</math> est un entier (<math>1 = \circ</math>, <math>2 = \text{c}</math>, <math>4 = \text{q}</math>, ...)</p> <p><b>Result</b> : Retourne la valeur de figure de note correspondant au dénominateur d'un chiffage métrique ou d'un <i>Tempus</i> donné</p> <pre> begin   if <math>n = 1</math> then       return 1;   else if <math>n</math> appartient à {4, 5, 6, 7} then       return 4;   else if <math>n</math> appartient à {8, 9, 10, 11, 12, 13, 14} then       return 8;   else if <math>n</math> appartient à {15, 16} then       return 16;   otherwise do     <math>pi</math> = première puissance de 2 <math>\leq n</math>;     <math>ps</math> = première puissance de 2 <math>\geq n</math>;     if <math> n - pi  &gt;  n - ps </math> then         return <math>ps</math>;     else         return <math>p</math>;     end if   end case end </pre>

Une fois calculée l'unité symbolique, nous déterminons les figures qui correspondent à chaque élément  $s$  de  $S$  de l'arbre rythmique (DS). Rappelons que  $s$  peut

3. Comprendre ici par unité symbolique, la représentation graphique de la croche, qui est une croche *sans* indication d'irrationalité. Car la valeur effective de la croche est bien une croche de 1/12 c'est-à-dire une croche de triolet.

être un entier (figure simple) ou un RT (groupe).

### 3.1.1.1 Figure simple

Pour simplifier, nous pouvons définir une figure par <sup>4</sup> :

- une tête de note appartenant à l'ensemble square, whole, half, quarter;
- un nombre de hampes et un nombre de points.

Pour déterminer une figure  $f$  dans une mesure  $m = (DS)$ , nous procédons d'abord par la définition de la durée symbolique  $ds$  comme suit :

$$ds(f,m) = (f * \text{numerator de } D) / (1/us(m) * \text{Addition des éléments en } S)$$

Dans notre exemple  $ds(3) = (3*3)/(4*6) = 3$ . Une fois  $ds$  calculée pour une figure donnée, nous pouvons obtenir alors la tête de note, le nombre de hampes et le nombre de points qui lui correspond à l'aide de l'algorithme suivant :

#### Algorithme 7 : HeadDotsBeams

```

Data :  $n$  est une durée symbolique, noire = 1 ; blanche = 2 ; etc.
Result : Retourne le type de tête de note, le nombre de points et le
           nombre des hampes correspondant à la valeur de durée donnée
begin
   $num = \text{numerator}(n)$ ;
   $denom = \text{denominator}(n)$ ;
   $p =$  première puissance de 2  $\leq$  à  $n$ ;
  if  $p = num$  then
     $head = \text{GetHead}(n)$ ;
     $points = 0$ ;
     $beams = \text{GetBeams}(n)$ ;
  else if  $(p * 1.5) = num$  then
     $head = \text{GetHead}(p/denom)$ ;
     $dots = 1$ ;
     $beams = \text{GetBeams}(p/denom)$ ;
  else if  $(p * 1.75) = num$  then
     $head = \text{GetHead}(p/denom)$ ;
     $dots = 2$ ;
     $beams = \text{GetBeams}(p/denom)$ ;
  return [ $head, dots, beams$ ];
end

```

4. Les silences étant du même ordre que l'expression des notes, le problème ne sera pas soulevé ici.

Par convention, les notes peuvent au maximum être doublement pointées. Les notes triplement pointées auront une représentation alternative<sup>5</sup>. Les fonctions *GetHead* et *GetBeams* sont définies par :

**Algorithme 8 : GetHead**

```

Data :  $n$  est une fraction, 1 = ronde ; 1/4 = noire ; etc.
Result : Retourne le type de tête de note.
begin
  if  $n > 2$  then
    | return square;
  else if  $n = 1$  then
    | return whole;
  else if  $n = 1/2$  then
    | return half;
  else
    | return quarter;
  end if
end

```

**Algorithme 9 : GetBeams**

```

Data :  $n$  est une fraction, 1 = ronde ; 1/4 = noire ; etc.
Result : Retourne le nombre de hampes.
begin
  if  $n > 2 \parallel n = 1/2 \parallel n = 1$  then
    | return 0;
  else
    | return  $\log^2 \text{denom}(n) - 2$ ;
  end if
end

```

### 3.1.1.2 Groupes

Les groupes étant représentés en tant que  $RT$ s, nous pourrions par conséquent utiliser la même procédure que celle donnée pour les mesures. On devrait donc trouver l'information symbolique pour chaque élément dans la partie  $S$  du groupe représenté par  $(DS)$ . La seule chose à tenir en compte serait la propagation de l'unité rythmique de la mesure au niveau du groupe. De plus, nous devrions déterminer pour les groupes ce qu'on appelle la subdivision du groupe. La subdivision d'un groupe est représentée graphiquement dans la figure suivante :

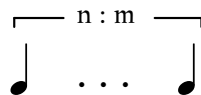


FIGURE 3.3: Représentation de l'indication fractionnaire d'un groupe.

qui se lit ainsi : “il y a  $n$  figures là où il devrait y avoir  $m$ ”. Certains groupes n'affichent pas cette information ou l'affichent partiellement. Par exemple :

<sup>5</sup>. Ceci, calculé par l'algorithme de réécriture défini dans une section précédente de l'article que nous omettons ici.



FIGURE 3.4: Représentation d'un groupe de quatre double croches

Il y a 4 double croches là où il devrait y avoir 4 double croches. La subdivision n'est pas affichée car  $n/m = 1$ . Autre exemple :



FIGURE 3.5: Représentation d'un groupe de triolet de double croches.

Il y a 3 double croches là où il devrait y avoir 2 double croches. On affiche uniquement le 3 (c'est-à-dire le numérateur), car 2 (le dénominateur), est une puissance de 2. Voici l'algorithme pour déterminer la subdivision d'un groupe.

**Algorithme 10 : GetGroupSubdivision**

```

Data :  $G$  est un group de la forme  $(DS)$ 
Result : Donne la valeur de la composition «irrationnelle» des prolationis
           d'une Unité Temporelle composée complexe
 $ds$  = durée symbolique de  $G$ ;
 $subdiv$  = somme des éléments de  $S$ ;

 $n = \{$ 
  if  $subdiv = 1$  then
    | return  $ds$ ;
  else if  $ds/subdiv$  est un entier && ( $ds/subdiv$  est une
    puissance de 2 ||  $subdiv/ds$  est une puissance de 2) then
    | return  $ds$ ;
  else
    | return  $subdiv$ ;
  end if
};

 $m = \{$ 
  if  $n$  est binaire then
    | return SymbolicApprox( $n$ );
  else if  $n$  est ternaire then
    | return SymbolicApprox( $n$ ) * 3/2;
  else
     $num$  = numérateur de  $n$  if  $(num + 1) = ds$  then
      return  $ds$ ;
    else if  $num = ds$  then return  $num$ ;
    else if  $num < ds$  then return [ $n = num * 2$ ,  $m = ds$ ];
    else if  $num < ((ds * 2) - 1)$  then return  $ds$ ;
    else
       $pi$  = première puissance de 2  $\leq n$ ;  $ps$  = première
      puissance de 2  $> n$ ; if  $|n - pi| > |n - ps|$  then
        return  $ps$ ;
      else
        | return  $pi$ ;
      end if
    end if
  end if
}

return [ $n$ ,  $m$ ];

```

# Bibliographie

- AGON, Carlos. *KANT : Une critique de la quantification pure*. DEA en informatique. Paris, 1994.
- AGON, Carlos. « Langages de programmation pour la composition musicale ». In : *Habilitation à Diriger des Recherches* (2004).
- AGON, Carlos. « OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par ordinateur ». Thèse de doct. IRCAM - Univ. Paris 6, 1998.
- AGON, Carlos, Karim HADDAD et Gérard ASSAYAG. « Representation and Rendering of Rhythmic Structures ». In : *WedelMusic Darmstadt* (2002), p. 109-113.
- AGON, Carlos, Karim HADDAD et Gérard ASSAYAG. « Représentation et rendu de structures rythmiques ». In : *Journées d'Informatique Musicale, 9th ed., Marseille* (2002), p. 29-31.
- AGON, Carlos et al. « Kant : A critique of pure quantification ». In : *Proceedings of the International Computer Music Conference. ICMC. 1994*, p. 52-9.
- ANDREAS, Heusler. *Deutsche Versgeschichte, knj. I-III*. 1956.
- ANDREASSIAN, Agnes. « Fibonacci sequences modulo m ». In : *Fibonacci Quarterly* 12.1 (1974), p. 51-64.
- ASSAYAG, Gérard et al. « Computer-assisted composition at IRCAM : From Patch-Work to OpenMusic ». In : *Computer Music Journal* 23.3 (1999), p. 59-72.
- ASSAYAG, Gérard et al. « Problèmes de quantification et de transcription en composition assistée par ordinateur ». In : *Musique & mathématiques* (1997).
- BACHELARD, Gaston. *La Dialectique de la durée*. 1936.
- BANQUART, Alain. *Musique : habiter le temps*. Symétrie, 2002.
- BENCHEIKH, Jamel-Eddine. *Poétique arabe : précédée de, Essai sur un discours critique*. Gallimard, 1989.
- BENT, Ian. « with William Drabkin ». In : *Analysis. New York : WW Norton* (1987).
- BOSSEUR, Jean-Yves. *Du son au signe : histoire de la notation musicale*. Editions Alternatives, 2005.
- BOSSEUR, Jean-Yves. *L'œuvre ouverte, d'un art à l'autre*. Minerve, 2013.
- BOULEZ, Pierre. « Forme ». In : *Points de repère* (1981).
- BOULEZ, Pierre. « Le système et l'idée ». In : *Inharmonique : Le temps des mutations* 1 (1986), p. 1-30.
- BOULEZ, Pierre. « Penser la musique aujourd'hui ». In : *Ed. Gonthier, Paris* (1963).
- BOULEZ, Pierre. *Points de repère*. Collection Musique/Passé/Présent. Paris : Christian Bourgois/Éditions du Seuil, 1985.
- BOULEZ, Pierre. « Sonate, que me veux-tu ? » In : *Perspectives of New Music* 1.2 (1963), p. 32.
- BOULEZ, Pierre. « Temps, notation et code ». In : *Points de repère, Paris* (1981), p. 78-83.
- BOULEZ, Pierre. « ... Auprès et au loin ». In : *Cahiers de la Compagnie Madeleine Renaud-Jean-Louis Barrault* 2 (1954), p. 7-27.
- BOULEZ, Pierre et Jean Jacques NATTIEZ. *Falons : (pour une décennie) : dix ans d'enseignement au Collège de France* (1978-1988). C. Bourgois, 1989.
- BOULEZ, Pierre et Paule THÉVENIN. *Relevés d'apprenti*. Éditions du Seuil, 1966.

- BRESSON, Jean, Carlos AGON et Gérard ASSAYAG. « Openmusic-visual programming environment for music composition, analysis and research ». In : 2011.
- BUTOR, Michel. *Les œuvres d'art imaginaires chez Proust*. The Athlone Press, 1964.
- CAVALCANTI, Guido et Ezra POUND. *Sonnets and Ballate : With Translations of Them, and an Introd. S. Swift*, 1912.
- CEMGIL, Ali Taylan, Peter DESAIN et Bert KAPPEN. « Rhythm quantization for transcription ». In : *Computer Music Journal* 24.2 (2000), p. 60-76.
- CHARISIUS, Flavius Sosipater. « Artis grammaticae libri V, ed ». In : K. Barwick, *Leipzig* (1925).
- CHOUVEL, Jean-Marc. « Avec le temps, il n'y a pas de forme sans mémoire... » In : *Olive, fp et. al. Musique et mémoire. Paris : L'Harmattan* (2003), p. 47-56.
- COWELL, Henry et David NICHOLLS. *New musical resources*. Cambridge University Press, 1996.
- CULLIN, Olivier. *Brève histoire de la musique du Moyen Âge*. Fayard, 2002.
- CULLIN, Olivier. « Penser la musique au XIII<sup>e</sup> siècle ». In : *Médiévales* (1997), p. 21-30.
- DE VITRY, Philippe. « Ars Nova, edd. G. Reaney, et al ». In : *Corpus Scriptorum de Musica* 8 (1964).
- DEBORD, Guy. « La société du spectacle ». In : *La Société du Spectacle was first published in* (1967).
- DEGROUPE, Pascal. « Cherché, mais aussi,... trouvé. Gruppen de Stockhausen à travers ses esquisses ». In : *Musurgia* (1999), p. 63-76.
- DELEUZE, Gilles. *Difference and repetition*. Columbia University Press, 1994.
- DELEUZE, Gilles et Félix GUATTARI. *Mille plateaux : Capitalisme et schizophrénie*, 2. Mille nuit, 1980.
- DELIÈGE, Célestin. *Cinquante ans de modernité musicale : de Darmstadt à l'IRCAM : contribution historiographique à une musicologie critique*. Editions Mardaga, 2003.
- DUFOURT, Hugues. « De Schoenberg à Boulez : Logique et dialectique de la création musicale ». In : *Esprit* (1940-) 99 (3 (1985)), p. 21-36.
- ECO, Umberto. *Le problème esthétique chez Thomas d'Aquin*. Trad. par Maurice JAVION. Presses universitaires de France, 1993.
- ECO, Umberto. « L'œuvre ouverte, Coll ». In : *Pierres vives, éd. du Seuil, Paris* (1965).
- EIMERT, Herbert et Karlheinz STOCKHAUSEN. *die Reihe*. 2. Universal edition., 1955.
- EMMANUEL, Maurice. *Histoire de la langue musicale*. T. I. H, Laurens, 1911.
- FERNEYHOUGH, Brian. « Il tempo della figura ». In : *Entretiens*, n° 3 (1987), p. 127-136.
- FERNEYHOUGH, Brian. « Les Carceri d'invenzione ». In : *Entretiens*, n° 3 (1987), p. 115-126.
- FERNEYHOUGH, Brian. *Univers parallèles : Essais et entretiens sur la musique*. Écrits, entretiens ou correspondances. Éditions Contrechamps, 2018.
- FERRAND, Françoise et Olivier CULLIN. *Guide de la musique du Moyen Âge*. Fayard, 1999.
- FOKKER, Adriaan D. « Wherefore, and why ». In : *Die reihe* 8 (1968), p. 68.
- FOKKER, Adriaan D. « Wozu und warum? Fragen zur neuen Musik ». In : *Die Reihe* 8 (1962), p. 70-72.
- FORTE, Allen. *The structure of atonal music*. T. 304. Yale University Press, 1973.
- FRAISSE, Paul. *Psychologie du temps*. Presses universitaires de France, 1967.
- GADAMER, Hans Georg et al. *Vérité et méthode : les grandes lignes d'une herméneutique philosophique : édition intégrale revue et complétée par Pierre Fruchon, Jean Grondin et Gilbert Merlio*. Seuil, 1996.

- GOODMAN, Nelson. *Languages of art : An approach to a theory of symbols*. Hackett publishing, 1968.
- GOUYON, Fabien et Simon DIXON. « A review of automatic rhythm description systems ». In : *Computer music journal* 29.1 (2005), p. 34-54.
- GRAY, Robert M. et David L. NEUHOFF. « Quantization ». In : *IEEE transactions on information theory* 44.6 (1998), p. 2325-2383.
- GROSSET, Joanny. « Inde : Histoire de la musique depuis l'origine jusqu'à nos jours ». In : *Encyclopedie de la musique et dictionnaire du conservatoire de LAVIGNAC* (1913).
- GUETTAT, Mahmoud. « La musique classique du Maghreb ». In : (1980).
- HADDAD, Karim. « Fragments de recherche et d'expérimentation : Eléments de réflexions autour de l'écriture rythmique d'Emmanuel Nunes ». In : *Présentation à un séminaire Mamux à l'Ircam* (2012).
- HADDAD, Karim et Carlos AGON. « Omlily : filling the notational gap between composition and performance ». In : (2016).
- HADDAD, Karim et Albert HADDAD. « Les fondements mathématiques des Paires Rythmiques ». In : (à paraître).
- HANAPPE, Peter et Gérard ASSAYAG. « Intégration des représentations temps/fréquence et des représentations musicales symboliques ». In : *Recherches et applications en informatique musicale, Hermes, France* (1998), p. 199-207.
- HARVEY, Jonathan. *The music of Stockhausen : an introduction*. Univ of California Press, 1975.
- HASTY, Christopher. *Meter as rhythm*. Oxford University Press, 1997.
- HAUPTMANN, Moritz. *Die Natur der Harmonik und Metrik : Mit einer Einleitung zum E-Book von Wilhelm Seidel*. Georg Olms Verlag, 2013.
- HEIDEGGER, Martin. « Essais et conférences. La question de la technique ». In : *Paris. Ed. Gallimard* (1958).
- HEIDEGGER, Martin. *Être et temps*. Trad. par François VEZIN et Rudolf BOEHM. T. 150. Gallimard Paris, 1964.
- HEIDEGGER, Martin. *L'origine de l'oeuvre d'art dans Chemins qui ne mènent nulle part*. 1962.
- HEIDEGGER, Martin. *Sein und Zeit*. Halle ad S. : M. Niemeyer, 1927.
- HÉRACLITE. « Fragments, texte établi, traduit et commenté par Marcel Conche ». In : *Paris, puf* 15.21 (1986), p. 5.
- HÖLDERLIN, Friedrich. *Der Tod des Empedokles*. Jazzybee Verlag, 2012.
- HÖLDERLIN, Friedrich. *Fragments de poésie et autres textes*. Imprimerie nationale, 2006.
- HÖLDERLIN, Friedrich. « Œuvre poétique complète. trad ». In : *François Garrigue, Paris : éd de la Différence, édition bilingue, (Pléiade)* (2005).
- HÖLDERLIN, Friedrich. *Remarques sur Oedipe : \* Remarques sur Antigone*. Trad. par Jean and BEAUFRET et François FÉDIER. Union générale d'éditions, 1965.
- HORVITZ, Seth. *Boundaries of Perception and the Endless Struggle for Unity in the Music of Karlheinz Stockhausen*. 2009.
- HUBER, Klaus. *Au nom des opprimés : Écrits et entretiens*. Éditions Contrechamps, 2017.
- HUBER, Klaus. *Ecrits*. Trad. par Philippe ALBÈRA et Olivier MANNONI. Contrechamps, 1991.
- HUSSERL, Edmund. « Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps, trad ». In : *H. Dussort, Paris, Puf* 11 (1964), p. 44.
- HUSSERL, Edmund. *Manuscrit de Bernau sur la conscience intime du temps* (1917-1918). 2010.



- HUSSERL, Edmund. *Phantasia, conscience d'image, souvenir : de la phénoménologie des présentifications intuitives : textes posthumes* (1898-1925). Editions Jérôme Millon, 2002.
- IMBERTY, Michel et Nadia CAPOGREGO. « Réflexions pour une épistémologie du temps en musique dans la musique du XX siècle ». In : *Musical Creativity : Proceedings of ESCOM 10th Anniversary Conference*. 2002, p. 5-8.
- JEAN-LOUIS, Leleu et Pascal DECROUPET. *'Antiphonie' : Une étude du processus de composition*. Éditions Contrechamps Genève, 2006, p. 109-131.
- KELKEL, Manfred. « Musique des mondes ». In : *Vrin, Paris* (1988).
- KLAGES, Ludwig. *Vom Wesen des Rhythmus*. Verlag Gropengiesser, 1944.
- KLEE, Paul. « Das bildnerische Denken, ed ». In : *J. Spiller, Basilea, Schwabe* (1956).
- KLEE, Paul. « La Pensée créatrice, trad. Sylvie Girard, Dessain et Tolra, Paris, 1973 ». In : *Théorie de l'art moderne* (1964).
- KOENIG, Gottfried Michael. « Kommentar zur Stockhausens... wie die Zeit vergeht ». In : *Die Reihe* 8 (1962), p. 73-98.
- KOENIGSBERG, Christopher K. « Karlheinz Stockhausen's new morphology of musical time ». In : *Oakland, Mills College* (1991).
- LAVIGNAC, Albert et Lionel de LA LAURENCIE. *Encyclopédie de la musique et dictionnaire du Conservatoire... : Antiquité*. T. I. C. Delagrave, 1913, p. 301-304.
- LEIPP, Emile. *Acoustique et musique*. 4e. Masson, 1984.
- LÉVI-STRAUSS, Claude. *Anthropologie structurale II*. Plon, 2014.
- LEVINAS, Emmanuel. *En découvrant l'existence avec Husserl et Heidegger*. 1949.
- LEWIN, David. « On Harmony and Meter in Brahms's op. 76, no. 8 ». In : *Nineteenth-Century Music* (1981), p. 261-265.
- MALDINEY, Henri. « L'esthétique des rythmes ». In : *loc. cit* (1973), p. 151.
- MALT, Mikhail. « Quelques propriétés des représentations, le cas de la notation musicale ». In : (2010).
- MARIE, Jean-Étienne. *Trois discours sur le musical*. EDISUD, 1983.
- MASSIN, Brigitte et Peter SZENDY. *Entretien avec Emmanuel Nunes*. Notes de programme. Paris, 1993.
- McTAGGART, J Ellis. « The unreality of time ». In : *Mind* (1908), p. 457-474.
- MEEUS, Nicolas. « De la forme musicale et de sa segmentation ». In : *Musurgia* (1994), p. 7-23.
- MESSIAEN, Olivier. *Technique de mon langage musical*. T. I. A. Leduc, 1944.
- MESSIAEN, Olivier. *Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie : (1949-1992) : en sept tomes*. T. I. A. Leduc, 2002.
- MESSIAEN, Olivier et al. *Quatuor pour la fin du temps*. Musidisc, 1991.
- NANCY, Jean-Luc et Jean-Marie STRAUB. « Á propos de la mort d'Empédocle ». In : *Le Portique. Revue de philosophie et de sciences humaines* 33 (2014).
- NEUMANN, Friedrich. *Die Zeitgestalt : eine Lehre vom musikalischen Rhythmus*. T. I. P. Kaltschmid, 1959.
- NICOLAS, François. « Le feuilleté du tempo (Essai sur les "modulations métriques") ». In : *Entretiens* (1990), p. 51-77.
- NICOLAS, François. « L'intellectualité musicale de Pierre Boulez et ses enjeux théoriques ». In : *La pensée de Pierre Boulez à travers ses écrits : Actes du colloque tenu à l'École Normale Supérieure les*. T. 4. 2009, p. 17-62.
- NUNES, Emmanuel. « I should be Silent! (The Musician's Act of Creation) ». Conférence pour l'Orpheus Instituut de Gand. 2009.
- NUNES, Emmanuel. « Préalables à une lecture « musicale » de Husserl ». In : *Revue Filigrane* (2010).
- PARROCHIA, Daniel. *Philosophie et musique contemporaine : ou Le nouvel esprit musical*. Editions Champ Vallon, 2016.

- PASCH, MORITZ. *Vorlesungen über die neuere Geometrie : Mit einem Anhang von Max Dehn : Die Grundlegung der Geometrie in historischer Entwicklung*. T. 23. Springer-Verlag, 2013.
- PLATON. *Les Lois, II*.
- POCKNEE, DAVID. « Virtuosity, Flow, And Re-Notating Modernism ». In : *Unpublished Masters Thesis. The Hague : The Royal Conservatoire*. Available at : <http://davidpocknee.ricercata.org/writing/virtuosityzax.pdf> (accessed 26th June, 2016) (2012).
- POPLE, ANTHONY. *Messiaen, Quatuor pour la fin du temps*. Cambridge Univ Pr, 1998.
- POUND, E. *The Cantos of Ezra Pound*. A New Directions paperbook. New Directions, 1996.
- POUND, EZRA. *Antheil : And The Treatise on Harmony*. Da Capo Pr, 1927.
- POUND, EZRA. *Guide to kulchur*. T. 257. New Directions Publishing, 1952.
- RAFAEL, JOÃO. « Autour d'Einspielung I d'Emmanuel Nunes ». In : *Dissonance/Dissonanz* 130 (2015).
- READ, GARDNER. *Modern rhythmic notation*. Indiana University Press, 1978.
- READ, GARDNER. *Music notation : a manual of modern practice*. Taplinger Pub Co, 1979 (2nd edition). ISBN : 0800854535.
- RICHIR, MARC. « De la "perception" musicale et de la musique ». In : *Filigrane* 2 (2005), p. 11-20.
- RICOEUR, PAUL. « Temps et récit. Tome III : Le temps raconté ». In : *Paris : Le Seuil* (1985).
- RIEMANN, HUGO et al. *Dictionnaire de musique*. Perrin, 1900.
- ROADS, CURTIS. *Microsound*. MIT press, 2004.
- ROADS, CURTIS et JOHN STRAWN. *The computer music tutorial*. MIT press, 1996.
- ROSS, TED. *The Art of Music Engraving and Processing*. Hansen San Francisco, 1970.
- ROUGIER, LOUIS. « La philosophie géométrique de Henri Poincaré ». In : (1922).
- ROUGIER, LOUIS. « La Structure des théories déductives ». In : (1922).
- ROUGIER, LOUIS. « Traité de la connaissance ». In : (1955).
- SACHS, CURT. *Rhythm and tempo : a study in music history*. New York, Norton, 1953.
- SCHILLINGER, JOSEPH. « The Schillinger System of Musical Composition. Carl Fischer ». In : *Inc., New York, NY* (1941).
- SCHÖNBERG, ARNOLD et LEONARD STEIN. « Le style et l'idée ». In : trad. par Christiane de LISLE. Buchet/Chastel, 1977. Chap. Pour un traité d'exécution.
- SEAY, ALBERT. *La musique du Moyen Âge*. 1988.
- STOCKHAUSEN, KARLHEINZ. « ... comment passe le temps... » In : *L'Âge d'homme (Contrechamps* 9 - 1988), Paris (1957), p. 26-65.
- STOCKHAUSEN, KARLHEINZ. « "... wie die Zeit vergeht..." » In : *Musikalisches Hand- werk (= Die Reihe* 3), Wien (1957), p. 13-42.
- STOCKHAUSEN, KARLHEINZ. « Die Einheit der musikalischen Zeit ». In : *K. Stockhausen, Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik* 1 (1963), p. 211-221.
- STOCKHAUSEN, KARLHEINZ. « Momentform ». In : *Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik* 1 (1963). traduction par C. Meyer, in *Contrechamps*, 9, Editions L'Age d'Homme, 1988, p. 101-120.
- STOCKHAUSEN, KARLHEINZ. « Structure and experiential time ». In : *Die Reihe* 2 (1958), p. 64-74.
- STOCKHAUSEN, KARLHEINZ. « Struktur und Erlebniszeit. Juni 1955 ». In : *Abgedruckt auch in Stockhausen : Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik*. Köln (1963), p. 86.
- STOCKHAUSEN, KARLHEINZ. « The concept of unity in electronic music ». Trad. par Elaine BARKIN. In : *Perspectives of New Music* (1962).

- STOCKHAUSEN, Karlheinz et Jonathan COTT. *Karlheinz Stockhausen : entretiens avec Jonathan Cott*. J.-C. Lattès, 1988.
- TARKOVSKI, Andrei. « Le Temps scellé, trad ». In : *A. Kichilov et CH de Brantes, Paris, Éditions de l'Étoile-Cahiers du cinéma* (2004), p. 134.
- THE LILYPOND DEVELOPMENT TEAM. « LilyPond : Essay on automated music engraving ». In : (2002-2012).
- TINCTORIS, Johannes. *Joannis Tinctoris Tractatus de musica*. Lefebvre-Ducrocq, 1875.
- TRINDADE, Hanna G. « Temps et souvenir chez E. Husserl : Retour d'une conscience, conscience d'un retour ». In : *Eikasia : revista de filosofia* 77 (2017), p. 9-31.
- TRIPLETT, Dorothy. « The relation between the physical pattern and the reproduction of short temporal intervals : A study in the perception of filled and unfilled time. » In : *Psychological Monographs* 41.4 (1931), p. 201.
- WALL, Donald D. « Fibonacci series modulo m ». In : *The American Mathematical Monthly* 67.6 (1960), p. 525-532.
- WARD, Morgan. « The arithmetical theory of linear recurring series ». In : *Transactions of the American Mathematical Society* 35.3 (1933), p. 600-628.
- WEBERN, Anton. *Chemin vers la nouvelle musique*. J. Clattès, 1980.
- WEISGALL, Hugo. « The Music of Henry Cowell ». In : *The Musical Quarterly* 45.4 (1959), p. 484-507.
- WYSCHNEGRADSKY, Ivan. *La loi de la pansonorité*. Editions Contrechamps, 2017.

## Liste des œuvres citées

- BANCQUART, Alain. *Mémoire, Quatuor à cordes n° 2*. 1985.
- BOULEZ, Pierre. *Éclat*. pour quinze instruments. 1964-1965.
- BOULEZ, Pierre. *Troisième sonate pour piano*. pour piano. 1955-1957.
- CARTER, Elliott. *String Quartet No. 3*. pour quatuor à cordes. 1971.
- HADDAD, Karim. *And I have tried to keep them from falling*. Pour trio à cordes. Paris, 2005.
- HADDAD, Karim. *Andenken*. Pour violon seul. Paris, 2007.
- HADDAD, Karim. *Étude Nr. 5*. Pour deux ensembles et électronique en temps direct. Paris, 2018.
- HADDAD, Karim. *Ficus Vitis*. Motet pour trois voix égales ou trois violes. Paris, 2012.
- HADDAD, Karim. *First Attempted Escape from Silence : Tunnels*. Opéra, acte I. Paris, 2005.
- HADDAD, Karim. *Ichs wohl vergessen, aber dich?* Pour deux narrateurs, quatuor vocal, ensemble et bande. Paris, 2013.
- HADDAD, Karim. *Klavierstück Nr. 1*. Pour piano. Paris, 2018.
- HADDAD, Karim. *Klavierstück Nr. 2*. Pour piano. Paris, 2019.
- HADDAD, Karim. *... and nothing could be said that has not been said before*. Pour orchestre. Paris, 2018.
- HADDAD, Karim. *Was ist das « ist »?* Pour violon seul. Paris, 1994.
- HUBER, Klaus. *Des Dichters Pflug*. pour trio à cordes. 1989.
- HUBER, Klaus. *Protuberanzen, drei kleine stücke für orchester*. 1986.
- MESSIAEN, Olivier. *Catalogue d'oiseaux*. pour piano. 1956-1958.
- MESSIAEN, Olivier. *Chronochromie : pour grand orchestre*. 1963.
- MESSIAEN, Olivier. *Livre d'orgue*. pour orgue. 1951.
- MESSIAEN, Olivier. *Mode de valeurs et d'intensités*. pour piano. 1949.
- MESSIAEN, Olivier. *Quatre Études de rythme*. pour piano. 1949-1950.
- MESSIAEN, Olivier. *Quatuor pour la fin du temps*. 1942.
- MESSIAEN, Olivier. *Vingt Regards sur l'Enfant Jésus*. pour piano. 1944.
- NUNES, Emmanuel. *Einspielung I*. pour violon solo. 1977.
- NUNES, Emmanuel. *Nachtmusik I*. pour cinq instruments et électronique. 1977-78.
- NUNES, Emmanuel. *Peter Kien - eine akustische Maske*. pour ensemble et électronique. 2012.
- SCRIABIN, Alexander. *Étude op. 42 n° 1*. 1903.
- STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Gruppen pour trois orchestres*. 1955-1957.
- STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Klavierstücke V-XI*. 1954-1956.
- STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Mikrophonie I*. pour tam-tam, deux micros et deux filtre à potentiomètres. 1964.
- STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Momente*. pour soprano solo, quatre chœurs et treize instrumentistes. 1962.
- STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Zeitmasse*. pour quintette à vents. 1955-1956.
- STRAVINSKY, Igor. *Le Sacre du Printemps*. pour orchestre. 1911-1913, rev. 1947.
- WEBERN, Anton. *Konzert, op. 24*. 1931-1934.
- WEBERN, Anton. *Sechs Bagatellen, Op. 9*. 1911-1913.
- WEBERN, Anton. *Streichquartett, op. 28*. 1937-1938.

WEBERN, Anton. *Symphonie, op. 21*. 1928.

# Table des figures

1.1	Matériau/modèle de potentiel de transformation . . . . .	11
1.2	Variations sur le modèle donné dans la Figure 1.1 . . . . .	12
1.3	Rythme non-retrogradable de la partie de violoncelle de <i>Liturgie de cristal</i> . . . . .	16
1.4	Isorythmie de la partie de violoncelle de <i>Liturgie de cristal</i> . . . . .	17
1.5	Les six premières mesures de <i>Liturgie de cristal</i> . . . . .	18
1.6	Transcription des neuf premières mesures de <i>Liturgie de cristal</i> en notation symbolique propre aux <i>Unités Temporelles</i> . . . . .	19
1.7	Esquisse du compositeur de la section $\delta$ de <i>Des Dichters Pflug</i> . . . . .	25
1.8	Transcription de la section $\delta$ de <i>Des Dichters Pflug</i> . . . . .	26
2.1	Première mesure du <i>String Quartet No. 3</i> d'Elliott Carter . . . . .	40
2.2	Signes rythmiques . . . . .	42
2.3	Signes rythmiques redoublés . . . . .	42
2.4	Fragment rythmique en 1 <sup>re</sup> notation . . . . .	44
2.5	Même fragment transcrit en 3 <sup>e</sup> notation (avec signes rythmiques) . . . . .	44
2.6	<i>Les Offrandes oubliées</i> – extrait en 2 <sup>e</sup> notation ( mes. 53-58 ) . . . . .	44
2.7	<i>Liturgie de cristal</i> – extrait en 1 <sup>re</sup> notation ( mes. 5-8 ) . . . . .	44
2.8	<i>Liturgie de cristal</i> – transcription en 4 <sup>e</sup> notation ( mes. 5-8 ) . . . . .	44
2.9	<i>Chronochromie - Épôde</i> ( mes. 4-5 ) . . . . .	45
2.10	Continuum <i>Espace/Temps</i> comme l'entend Henry Cowell . . . . .	48
2.11	Transposition des harmoniques dans le domaine rythmique (Cowell) . . . . .	49
2.12	Exemple de rythme avec des unités de durées à décomposition non-continues et sa transcription (Cowell) . . . . .	51
2.13	Exemple de polymétrie utilisant deux métriques synchrones de 2/4 et de 2/6 . . . . .	51
2.14	Contrepoint à 2 voix utilisant des différents modes rythmiques appliqués aux durées, à la métrique et au tempo (Cowell) . . . . .	53
2.15	Série obtenue par multiplication à partir de $\text{♩} = 60$ . . . . .	56
2.16	Série obtenue par subdivision à partir de $\text{♩} = 60$ . . . . .	56
2.17	Extrait de <i>Mémoire</i> pour quatuor à cordes d'Alain Bancquart (partie violon) . . . . .	57
2.18	Séries logarithmiques de durées . . . . .	58
2.19	Série de proportions d'harmoniques inférieurs . . . . .	59
2.20	Deux modes de proportions harmoniques inférieurs superposés . . . . .	60
2.21	Résultante des deux modes de l'exemple . . . . .	60
2.22	Spectre de durée de phases et la série de proportions harmoniques correspondants . . . . .	61
2.23	Spectre de phases harmoniques de 1 à 12 . . . . .	62
2.24	Spectre de formants de rang impairs (3, 5, 7, 11 et 13) . . . . .	62
2.25	Série de hauteurs, rapports intervalliques, tempi correspondants et unités rythmiques selon registre . . . . .	63

2.26	Série de hauteurs initiale et les tempi correspondants . . . . .	64
2.27	Correspondance entre « registres » de hauteurs et « registres » de durées . . . . .	64
2.28	Série de hauteurs, rapports intervalliques, tempi correspondants et unités rythmiques selon registre . . . . .	65
2.29	Transcription en notation « conventionnelle » des durées fondamentales avec leur durées approximatives . . . . .	65
2.30	Réduction par modulation métrique . . . . .	65
2.31	Structure polymétrique et polytempique dérivée de la série . . . . .	67
2.32	Filtrage de spectre de formants . . . . .	68
2.33	Un ERP de deux périodes de 7 et 5. . . . .	70
2.34	Résultante des périodes 7/5 (cf. Figure 2.33). . . . .	70
2.35	PR [7/5] . . . . .	72
2.36	PR [11/8] avec répétition. . . . .	72
2.37	PR [8/7] sans répétition des termes. . . . .	72
2.38	PR [11/7] de $ppu = \text{♪}$ . . . . .	73
2.39	Représentation symbolique à deux « voix » de la $ppu$ de la figure 2.38. . . . .	73
2.40	Esquisse du compositeur Emmanuel Nunes illustrant deux PR de 19/10 et de 15/8 à multiples $ppus$ . . . . .	74
2.41	Représentation d'une ERP [7/5/3] dans une mesure de $\frac{4}{4}$ . . . . .	75
2.42	Résultante de l'ERP [7/5/3] de la Figure 2.41 . . . . .	76
2.43	ERP[7/5/3] . . . . .	77
3.1	Différentes représentations symboliques d'une même durée . . . . .	79
3.2	Signal audio, ses propriétés et sa métrique à tempo décroissant . . . . .	81
3.3	Différentes quantifications à partir d'une séquence de onsets . . . . .	82
3.4	Mesures 1 à 3 de Peter Kien - section I - deuxième clavier, (Emmanuel NUNES. <i>Peter Kien - eine akustische Maske</i> . pour ensemble et électronique. 2012, Ricordi) . . . . .	84
3.5	Subdivisions de la noire à la triple croche. . . . .	85
3.6	Échelle chromatique de 60 à la noire avec les durées correspondantes en millisecondes. . . . .	85
3.7	Durées et leurs valeurs symboliques correspondantes une fois quantifiées. . . . .	86
3.8	Quantification incrémentale - valeurs symboliques . . . . .	87
3.9	Cinq quantifications d'une suite de durées avec différents critères. . . . .	90
4.1	Une <i>Unité Temporelle</i> . . . . .	96
4.2	Un ensemble pulsé . . . . .	96
4.3	L' <i>Unité Temporelle</i> . . . . .	96
4.4	Arbre de la structure hiérarchique des <i>Unités Temporelle</i> . . . . .	97
4.5	Quelques exemples de notations « condensées » et leurs réalisations symboliques. . . . .	99
4.6	Représentation symbolique d'une séquence d' <i>Unités Temporelles</i> . . . . .	100
4.7	Notation condensée d'une séquence polyphonique d' <i>Unités Temporelles</i> . . . . .	100
4.8	Représentation symbolique de séquences d' <i>Unités Temporelles</i> synchrones . . . . .	101
4.9	Séquences d' <i>Unités Temporelles</i> synchrones mixtes, avec comme valeur métronomique par défaut, $\text{♪} = 90$ . . . . .	102

4.10	Figures de notes Petrucci . . . . .	102
4.11	Figures de silences Petrucci. . . . .	103
4.12	Exemples de <i>macro-figures</i> . . . . .	103
4.13	Exemples de <i>macro-figures</i> supérieurs à seize rondes. . . . .	103
4.14	Transcriptions diverses de la même <i>Unité Temporelle composée complexe</i> . . . . .	104
4.15	Transcription par <i>modulation de tempo</i> l' <i>Unité composée complexe</i> de la Figure 4.14. . . . .	105
4.16	<i>Unités Temporelles</i> de même rythme écrites en trois différents <i>Tempus</i> . . . . .	106
4.17	<i>Modulations de tempo</i> à partir de <i>Tempus</i> (a) et de <i>tempo</i> (b) donnés. . . . .	106
4.18	Expression condensée de modulation du <i>Tempus</i> . . . . .	107
4.19	<i>Unité Temporelle</i> avec la même durée de 8 sec. et un tempo de $\text{♩} = 48$ . . . . .	108
4.20	Expression condensée de modulation du <i>Tempus</i> par rapport inverse . . . . .	108
4.21	<i>Unité Temporelle</i> avec la même durée de 12 sec. et un tempo de $\text{♩} = 72$ (modulation tempique) : . . . . .	108
4.22	Deux <i>Unités Temporelles</i> de même durée mais de <i>Tempus</i> différents . . . . .	109
4.23	Deux <i>Unités Temporelles</i> de même durée mais de composition différentes . . . . .	109
4.24	Exemple de <i>subdivision simple</i> d'une <i>Unité Temporelle</i> de $\frac{12}{5}$ (5, 4, 3). . . . .	110
4.25	Expression condensée de <i>subdivision simple</i> . . . . .	110
4.26	Exemple de <i>subdivision complexe</i> d'une <i>Unité Temporelle</i> de $\frac{12}{5}$ (5, 4, 3, 2) . . . . .	110
4.27	Expression condensée de <i>subdivision complexe</i> . . . . .	110
4.28	Expression condensée de <i>subdivision complexe</i> . . . . .	111
4.29	<i>Subdivision</i> appliquée aux prolations d'une <i>UT</i> . . . . .	111
4.30	<i>Décomposition</i> d' <i>Unités Temporelles composées simple</i> . . . . .	111
4.31	Expression condensée de <i>décomposition</i> de <i>subdivision simple</i> . . . . .	111
4.32	<i>Décomposition</i> d' <i>Unités Temporelles composées complexe</i> . . . . .	111
4.33	Expression condensée de <i>décomposition</i> de <i>subdivision complexe</i> . . . . .	112
4.34	Itérations à partir de <i>décomposition</i> de subdivisions simples . . . . .	112
4.35	Expression condensée d'itération par <i>subdivision simple</i> sur une <i>décomposition</i> d' <i>Unité Temporelle composée</i> . . . . .	112
4.36	Itérations à partir de <i>décomposition</i> de subdivisions complexes . . . . .	112
4.37	Expression condensée d'itération par <i>subdivision complexe</i> sur une <i>décomposition</i> d' <i>Unité Temporelle composée</i> . . . . .	113
4.38	<i>Unité Temporelle composée complexe</i> . . . . .	115
4.39	<i>Décomposition</i> de l' <i>Unité Temporelle composée complexe</i> de la Figure 4.38 . . . . .	115
4.40	Concaténation des <i>Unités Temporelles</i> de la Figure 4.39 . . . . .	116
4.41	<i>Unité Temporelle mixte</i> . . . . .	116
4.42	<i>Décomposition</i> par segment (a) et <i>décomposition totale</i> (b) de l' <i>Unité Temporelle</i> de la Figure 4.41 . . . . .	117
4.43	Concaténation de (a) et de (b) des séquences de la Figure 4.42 . . . . .	117
4.44	<i>Décomposition hiérarchique</i> d'une <i>Unité Temporelle mixte</i> . . . . .	118
4.45	<i>Addition</i> d' <i>Unités Temporelles</i> . . . . .	120
4.46	Expression condensée de l' <i>addition</i> . . . . .	120
4.47	<i>Soustraction</i> d' <i>Unités Temporelles</i> . . . . .	120
4.48	Expression condensée de l' <i>soustraction</i> . . . . .	120
4.49	Différentes <i>multiplications</i> sur la même <i>Unité Temporelle</i> . . . . .	121



4.50	Expression condensée de l'itération par <i>subdivision</i> sur la décomposition de l'Unité Temporelle composée complexe. . . . .	I21
4.51	Système de convolution de signal temporel linéaire invariant . . . . .	I22
4.52	Convolution linéaire discrète de deux signaux $x(n)$ et $h(n)$ résultant par le signal $y(n)$ . . . . .	I22
4.53	Deux Unités Temporelles composées complexes utilisées comme signaux $[x]$ et $[h]$ pour l'opération de <i>convolution</i> . . . . .	I23
4.54	Décomposition des deux Unités Temporelles composées complexes en deux séquences d'Unités temporelles fondamentales. . . . .	I23
4.55	Convolution linéaire discrète de deux signaux $x(n)$ et $h(n)$ résultant par le signal $y(n)$ . . . . .	I23
4.56	Représentation symbolique de la <i>convolution</i> de $[x] * [y]$ de l'expression dans la Figure 4.55. . . . .	I24
4.57	Unité Temporelle composée par les proportions (2 1 2) . . . . .	I25
4.58	Augmentation de l'Unité temporelle composée complexe par une UT fondamentale de $\left(\frac{3}{10}\right)$ en position 2 . . . . .	I25
4.59	Représentation symbolique de l'expression condensée de l'Unité Temporelle augmentée de la Figure 4.58. . . . .	I25
4.60	UT de <i>Tempus</i> = $\frac{3}{2}$ insérée après la seconde <i>prolatio</i> initiale. . . . .	I25
4.61	Représentation symbolique de l'expression condensée de la Figure 4.60 . . . . .	I26
4.62	Diminution d'une Unité Temporelle : suppression (a) de la première, (b) de la dernière subdivision, (c) des rangs pairs. . . . .	I26
4.63	Diminution par la deuxième et quatrième <i>prolatio</i> d'une Unité Temporelle après réduction. . . . .	I26
4.64	Différentes extractions sur une même UT. . . . .	I27
4.65	Expansion de facteur 3 de la troisième <i>prolatio</i> de l'UT $\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$ . . . . .	I27
4.66	Dilatation de facteur 3 de la troisième <i>prolatio</i> de l'UT $\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$ . . . . .	I28
4.67	Représentation d'expansion (a) et de dilatation (b) des expressions des Figures 4.65 et 4.66. . . . .	I28
4.68	Compression de facteurs $\left(\frac{1}{3} \frac{1}{9}\right)$ de la troisième et quatrième <i>prolatio</i> de l'UT $\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$ . . . . .	I28
4.69	Contraction de facteurs $\left(\frac{1}{3} \frac{1}{9}\right)$ de la troisième et quatrième <i>prolatio</i> de l'UT $\left(\frac{1}{1}\right)_{((2 (2 1)) 1 2 1)}$ . . . . .	I28
4.70	Représentation de compression (a) et de contraction (b) des expressions des Figures 4.68 et 4.69. . . . .	I29
4.71	Segmentation d'une Unité Temporelle fondamentale. . . . .	I29
4.72	Segmentation d'une Unité Temporelle composée. . . . .	I30
4.73	Segmentation d'une Unité Temporelle composée. . . . .	I30
4.74	Segmentation à la troisième unité (cf. c.) . . . . .	I31
4.75	Représentation symbolique d'augmentation répétée sur une Unité Temporelle . . . . .	I32
4.76	Diminution itérative sur $\left(\frac{1}{1}\right)_{(4 3 2 1)}$ . . . . .	I32
4.77	Représentation symbolique de l'itération de la diminution de l'expression de la Figure 4.76 . . . . .	I32

4.78	<i>Diminution</i> récursive sur $\left(\frac{1}{1}\right)_{(4\ 3\ 2\ 1)}$ . . . . .	133
4.79	Représentation symbolique de l'itération de <i>diminution</i> récursive de l'expression de la Figure 4.78 . . . . .	133
4.80	Développement en <i>diminution</i> . . . . .	133
4.81	Tuilage des <i>diminutions</i> d' <i>Unités Temporelles</i> . . . . .	134
4.82	Notation de récursivité de l'exemple de la Figure 4.80 . . . . .	134
4.83	Notation du « tuilage » de l'exemple de la Figure 4.81 . . . . .	134
4.84	Répartition symétrique régulière. . . . .	136
4.85	Représentation symbolique de Figure 4.84 en d' <i>Unités Temporelles</i> . . . . .	136
4.86	Répartition par rapport à un axe d'attaque. . . . .	136
4.87	Répartition par rapport à un axe de fin. . . . .	137
4.88	Répartition par axe médian avec silences complémentaires. . . . .	137
4.89	Répartition mixte. . . . .	137
4.90	Répartition symétrique irrégulière par axe droit. . . . .	138
4.91	Répartition symétrique irrégulière par axe oblique. . . . .	138
4.92	Répartition asymétrique . . . . .	138
4.93	Répartition asymétrique utilisant un <i>Bloc Temporel mixte</i> . . . . .	139
4.94	Quatre <i>Unités Temporelles fondamentales</i> de $\left(\frac{1}{7}\right)$ , $\left(\frac{1}{5}\right)$ , $\left(\frac{1}{3}\right)$ et $\left(\frac{1}{1}\right)$ . . . . .	139
4.95	Répartition asymétrique sur des <i>Unités Temporelles fondamentales</i> . . . . .	140
4.96	Concaténation du <i>Bloc Temporel</i> de la Figure 4.95 . . . . .	140
4.97	<i>Unités Temporelles mixtes</i> . . . . .	141
4.98	<i>Bloc Temporel mixte</i> en répartition symétrique. . . . .	141
4.99	<i>Bloc Temporel mixte</i> en répartition symétrique concaténé. . . . .	141
4.100	<i>Bloc Temporel mixte</i> de répartition de type (c). . . . .	142
4.101	Notation condensée du <i>Bloc Temporel</i> de la Figure 4.100. . . . .	142
4.102	Représentation géométrique du « complexe de complexes » de répartition (c). . . . .	143
4.103	Notation condensée du <i>complexe de bloc</i> de la Figure 4.102 . . . . .	144
4.104	Représentation symbolique du <i>complexe de blocs</i> de la Figure 4.102 . . . . .	145
4.105	<i>Unité Temporelle</i> de $\frac{10}{1}$ subdivisée par autoréférencement. . . . .	146
4.106	<i>Rotations</i> récursives sur $\left(\frac{10}{1}\right)_{(3\ 4\ 5\ 7)}$ . . . . .	146
4.107	<i>Unités Temporelles fondamentales</i> déduites de l' <i>Unité Temporelle composée</i> initiale de la Figure 4.105 . . . . .	147
4.108	<i>Rotations</i> récursives sur $\left(\frac{10}{1}\right)_{(3\ 4\ 5\ 7)}$ . . . . .	147
4.109	Concaténation des <i>Unités Temporelles</i> de la Figure 4.105 pour calculer le départ des voix d'un canon (huit premières voix). . . . .	147
4.110	Canon régulier en série linéaire (huit premières voix). . . . .	149
4.111	Notation condensée du canon régulier de la Figure 4.110 . . . . .	150
4.112	Homothétie, de l' <i>Unité Temporelle</i> mise à l'échelle entre la deuxième et l'avant-dernière de ses subdivisions. . . . .	151
4.113	Homothéties récursives : création d'une polyphonie. . . . .	152
4.114	Notation condensée de l'homothétie de la Figure 4.113 . . . . .	153
4.115	Canon prolotionnel à huit voix. . . . .	154
4.116	Notation condensée du canon prolotionnel de la Figure 4.115 . . . . .	155
4.117	<i>Unité Temporelle</i> initiale de 50/1 . . . . .	155
4.118	Concaténation par addition. . . . .	156
4.119	Huit <i>Unités Temporelles</i> de regroupement. . . . .	157

5.1	Série d'Unités Temporelles . . . . .	160
5.2	Unités Temporelles fondamentales construites sur deux périodes de <i>Pisano</i> . . . . .	162
5.3	« Partition » de transformations rythmiques appliquées à deux flux temporels différents . . . . .	165
5.4	Deux flux temporels différents avec même partition de transformations (plan formel du <i>Klavierstück Nr. 2</i> ). . . . .	166
5.5	Unité Temporelle fondamentale équivalente à une durée de 15 minutes. . . . .	168
5.6	Subdivisions par générations autoréférentielles par permutation de seconde génération. . . . .	169
5.7	esquisse et plan formel. . . . .	170
5.8	Homothétie de la troisième voix de la structure principale reportée sur elle-même. . . . .	171
5.9	Esquisse de la première section de « <i>...and nothing could be said that has not been said before</i> » représentant un espace bi-dimensionnel d'objets temporels. . . . .	174
6.1	Unités Temporelles composées complexes de <i>Tempus</i> de $\frac{3}{2}$ , $\frac{7}{5}$ et $\frac{9}{2}$ . . . . .	177
6.2	Concaténation de la Figure 6.1. . . . .	178
6.3	Concaténation résultant à une UT complexe à plusieurs niveaux d'irrationnels. . . . .	179
6.4	Modulation métrique de la Figure 6.3. . . . .	179
6.5	Normalisation métrique de la concaténation de la Figure 6.2. . . . .	180
6.6	Trois Unités Temporelles composées complexes et leur concaténation . . . . .	180
6.7	Transposition prolationnelle sur quatre différentes valeurs. . . . .	181
6.8	Modulation tempique des transposition prolationnelles à la ronde et à la blanche de la Figure 6.7. . . . .	183
6.9	Modulation tempique des transpositions prolationnelles à la ronde et à la blanche de la Figure 6.7. . . . .	184
6.10	Transcription par décomposition (a) suivi de modulation (b) et concaténation (c). . . . .	185
6.11	Segmentation « arbitraire » (b) de l'Unité Temporelle initiale (i) (cf. Figure 6.7 après concaténation et transposition prolationnelle à la noire (a)). . . . .	187
6.12	Les deux premières mesures de l'Étude n° 1 opus 42 d'Alexander Scriabin . . . . .	188
6.13	Résultante rythmique du cycle de $PR = 9/5$ après modulation tempique . . . . .	189
6.14	PR [5/3] (a) et ses différentes transcriptions symboliques (b et c) suivi d'une quantification par grille (q). . . . .	190
7.1	Permutations circulaires des six voix (les deux premières permutations de chaque voix). . . . .	196
7.2	Série initiale. . . . .	197
7.3	Complexe de hauteurs par multiplication récursive. . . . .	197
7.4	Post-quantification et distribution hétérophonique des hauteurs. . . . .	198
7.5	Réalisation finale « <i>And I have tried to keep them from falling</i> » (première page) . . . . .	199
7.6	Choral . . . . .	200
7.7	Distribution sur trois voix. . . . .	202
7.8	Réalisation par modulation métrique. . . . .	204

7.9	Unité Temporelle construite par rotations autoréférentiels de proportions 3 4 5 7 à deux itérations . . . . .	205
7.10	Matrice de permutation circulaire de 16 voix. . . . .	206
7.11	Permutations 1 3 5 7 à partir de la matrice de la Figure 7.11 . . . . .	207
7.12	Réduction par modulation tempique au premier niveau d'irrationalnel . . . . .	208
7.13	Réduction au triolet - MM $\text{♩} = 50$ . . . . .	209
7.14	Réduction en binaire - MM $\text{♩} = 75$ . . . . .	210
7.15	esquisse de Klavierstück Nr. 1 . . . . .	211
7.16	Réduction par quantification symbolique des trois premières mesures de la première voix. . . . .	212
7.17	Quantification « euclidienne ». . . . .	213
7.18	Segmentation (en rouge) autour de « groupes de phases » désignés (en bleu). . . . .	214
7.19	Modulation de phase de la segmentation n° 2 et sa transcription . . . . .	215
7.20	Version définitive quantifiée du Klavierstück Nr. 1 . . . . .	216
7.21	Quatre séquences de 22 Unités Temporelles fondamentales . . . . .	217
7.22	Subdivision itérative d'une Unité Temporelle fondamentale . . . . .	218
7.23	Premières mesures de la subdivision itérative. . . . .	219
7.24	Filtre graphique . . . . .	220
7.25	Premières mesures du complexe rythmique (Figure 7.23) filtré. . . . .	221
7.26	Quantification par « grille » (premières mesures). . . . .	223
7.27	« Normalisation » des <i>Tempus</i> . . . . .	225
7.28	Réduction des phases fondamentales des voix 1, 2 et 4 de chaque groupe (A et B). . . . .	227
7.29	Réalisation « interprétative » des premières Unités Temporelles du groupe B de l'Étude Nr. 5 pour deux ensembles et électronique en temps direct . . . . .	229
8.1	Esquisse de <i>Was ist das « ist »?</i> montrant les mètres utilisés, et le développement de la première mesure . . . . .	234
8.2	Première page de <i>Was ist das « ist »?</i> pour violon . . . . .	235
8.3	Réalisation de l'hétérophonie principale (cf. Figure 5.7, (p. 170)) dans une Maquette d' <i>OpenMusic</i> . . . . .	236
8.4	Interventions vocales de <i>First Attempted Escape from Silence : Tunnels</i> représentées dans une Maquette d' <i>OpenMusic</i> . . . . .	237
8.5	Organisation temporelle des instances musicales d' <i>OpenMusic</i> . . . . .	238
8.6	Proportions prosodiques transcrites en Unités Temporelles comme structure générale rythmique. . . . .	239
8.7	Structure rythmique en réduction de la cinquième Bagatelle d'Anton Webern. . . . .	239
8.8	Combinaison des deux matériaux prosodique et rythmique. . . . .	240
8.9	Début d' <i>Andenken</i> . . . . .	240
8.10	Fonctions affines par segments. . . . .	243
8.11	Fonction par segments, représentation par escalier. . . . .	244
8.12	Fonction lisse correspondant à $y = Re(\sin(x) \times \log(x))$ . . . . .	244
8.13	. . . . .	246
8.14	Unité Temporelle composée, l'enveloppe correspondant au profil des hauteurs et les deux premières permutations circulaires (cf. Figure 8.1). . . . .	248

8.15	Profil « original » des hauteurs appliqué aux intensités, suivi du profil de la deuxième permutation (cf. Figure 8.1) de l' <i>enveloppe</i> . . . . .	249
8.16	Structure principale (Première page - les six premières voix). . . . .	251
8.17	Matrice de chaque voix incorporant des <i>enveloppes</i> de contrôle (les deux premières voix). . . . .	252
8.18	Exemple du contenu d'un groupe de cellules de la matrice de la Figure 8.17 comportant les quatre cellules d'une <i>Unité Temporelle</i> , de contrôle et de transformations associées. . . . .	253
8.19	Lecture de la rangée 3 à partir de la matrice <i>A</i> de la Figure 8.3 . . . . .	256
8.20	Distribution des <i>Unités Temporelles</i> de la Figure 8.19 selon la configuration d'un <i>bloc temporel</i> de type asymétrique. . . . .	257
8.21	Lecture de la rangée 3 à partir de la matrice de la Figure 8.3 . . . . .	259
8.22	Sélection de cellules selon des coordonnées précises à partir de la matrice de la Figure 8.3 . . . . .	261
8.23	Réorganisation du complexe de la Figure 8.22 en <i>bloc-durées</i> selon un axe symétrique de type (a) (cf. Figure 4.84, (p. 136)). . . . .	262
8.24	<i>Enveloppes</i> appliquées « globalement » sur toute la structure polyphonique. . . . .	263
8.25	Redéfinition des <i>enveloppes</i> (registres, dynamiques et timbres) au niveau de toute la structure polyphonique de Figure 8.20. . . . .	264
2.1	Représentation symbolique d'un $RT = (1 \ (1 \ 1 \ 1 \ 1))$ . . . . .	275
2.2	Représentation symbolique d'un $RT = (3/4 \ (1 \ 1 \ 1))$ . . . . .	276
2.3	Représentation symbolique d'un $RT = (4/4 \ (1 \ 2 \ 1))$ . . . . .	276
2.4	Représentation symbolique d'un $RT = (4/4 \ (1 \ (2 \ (1 \ 1 \ 1)) \ (1 \ (1 \ 1 \ 1))))$ . . . . .	276
2.5	Imbrication de <i>groupes</i> . . . . .	276
2.6	Liaisons rythmiques et silences. . . . .	277
2.7	Même rythme avec deux représentations et syntaxes différentes. . . . .	277
2.8	Notion de <i>groupe</i> dans un <i>RT</i> . . . . .	277
2.9	Bloc temps à subdivision complexe de proportions (5 3 4 2 1 5) . . . . .	278
2.10	Rythme retrograde à 2.9 . . . . .	278
2.11	Permutations circulaires . . . . .	279
2.12	Subdivision par (5 3 4 2 1 5) de la 3ème permutation de 2.11. . . . .	279
2.13	Rythme de 2.12 filtré par (5 3 4 2 1 (5)) . . . . .	280
2.14	Rythme de « évidé » du filtrage de la figure 2.13. . . . .	280
2.15	Rythme de « évidé » optimisé. . . . .	280
2.16	Substitution rythmique. . . . .	281
2.17	Mesure initiale. . . . .	281
2.18	Première itération. . . . .	281
2.19	Deuxième itération. . . . .	281
2.20	Troisième itération. . . . .	282
2.21	Première itération sur les proportions (3 4 5 7) . . . . .	282
2.22	Autoréférence en mode <i>Group</i> . . . . .	284
2.23	Autoréférence en mode <i>S</i> . . . . .	284
2.24	Autoréférence en mode <i>D</i> . . . . .	285
2.25	Autoréférence en mode <i>circulaire</i> . . . . .	285
2.26	Matrice de toutes les permutations. . . . .	286
3.1	Mesure de 3/4 . . . . .	288

---

3.2	Mesure de 3/12ième . . . . .	288
3.3	Représentation de l'indication fractionnaire d'un groupe. . . . .	290
3.4	Représentation d'un groupe de quatre double croches . . . . .	291
3.5	Représentation d'un groupe de triolet de double croches. . . . .	291



# Liste des tableaux

1.1	Tableau synoptique des différentes qualités du Temps et de la Durée (Messiaen) . . . . .	15
1.2	Tableau des espaces temporels (Boulez) . . . . .	21
2.1	Figures de notes par rapports aux durées du spectre rythmique (Cowell) . . . . .	50
2.2	Correspondance métrique par rapport à la série des partiels (Cowell) . . . . .	51
2.3	Les rapports fréquentiels appliqués au tempo (Cowell) . . . . .	52
2.4	Échelle chromatique de tempo . . . . .	63
3.1	Rendus des différentes quantification de la suite de durée avec leurs écarts d'erreurs . . . . .	91
3.2	Mesures des erreurs des quantifications . . . . .	91
7.1	Double permutation circulaire de la première voix. . . . .	195
8.1	. . . . .	247
8.2	. . . . .	254
8.3	. . . . .	254
1.1	Liste des signes de la notation composée . . . . .	273





# Liste des Algorithmes

1	MeasureRatios	114
2	ReducedDecomposition	114
3	StrictDecomposition	114
4	PermutList	283
5	AutoRef	283
6	SymbolicApprox	288
7	HeadDotsBeams	289
8	GetHead	290
9	GetBeams	290
10	GetGroupSubdivision	292



# Index des noms et des œuvres

## A

- Agon, Carlos, 4, 80, 84, 91-93, 101, 119, 237, 238  
 al-Khalil, Ibn Ahmad, 233  
*And I have tried to keep them from falling.* (K. Haddad), 194, 199  
*...and nothing could be said that has not been said before* (K. Haddad), 174, 205  
*...and nothing could be said that has not been said before.* (K. Haddad), 173  
*Andenken* (K. Haddad), 238, 240  
 Andreas, Heusler, 37  
 Andreassian, Agnes, 162  
 Aristoxenos, 37  
 Assayag, Gérard, 4, 83, 86, 91, 94, 101

## B

- Babbitt, Milton, 23  
 Bach, J.S., 82  
 Bachelard, Gaston, 36, 37  
 Bancquart, Alain, 56, 57, 241  
 Bencheikh, Jamel-Eddine, 233  
 Bent, Ian, 6  
 Bergson, Henri, 14  
 Bosseur, Jean-Yves, 1, 10  
 Boulez, Pierre, 5-13, 20-22, 35, 41, 55, 135-137, 139, 141, 142, 161, 238, 241-243, 249, 253, 255, 265, 266, 271, 280  
 Brahms, Johannes, 53  
 Bresson, Jean, 101

## C

- Capogreco, Nadia, 22  
 Carter, Elliott, 23, 39  
 Cavalcanti, Guido, 95  
 Cemgil, Ali Taylan, 82  
 Charisius, Flavius Sosipater, 37  
 Chouvel, Jean-Marc, 28  
*Chronochromie* (O. Messiaen), 44, 45  
 Cott, Jonathan, 241

- Cowell, Henry, 3, 47-54, 60, 69, 205, 241

- Cullin, Olivier, 16, 36, 96

## D

- De Vitry, Philippe, 18  
 Debord, Guy, 46  
 Decroupet, Pascal, 64, 68, 253  
 Deleuze, Gilles, 23, 35  
 Delième, Célestin, 27  
*Des Dichters Pflug* (K. Huber), 24-26  
 Desain, Peter, 82  
 Désormière, Roger, 42  
 Dixon, Simon, 81  
 Dufay, Guillaume, 16  
 Dufourt, Hugues, 9, 10

## E

- Éclat* (P. Boulez), 23  
 Eco, Umberto, 10, 96  
 Eimert, Herbert, 30  
*Einspielung I* (E. Nunes), 75  
 Emmanuel, Maurice, 15, 36, 37  
*Étude n° 1 opus 42* (A. Scriabin), 188  
*Etüde Nr. 5* (K. Haddad), 217, 229, 250

## F

- Ferneyhough, Brian, 11, 12, 38, 39, 172, 232  
 Ferrand, Françoise, 16  
*Ficus Vitis* (K. Haddad), 200  
*First Attempted Escape from Silence : Tunnels* (K. Haddad), 168, 235, 237  
 Fokker, Adriaan D., 55, 65  
 Forte, Allen, 23  
 Fraisse, Paul, 27

## G

- Gadamer, Hans Georg, 14  
 Goodman, Nelson, 46, 47  
 Gouyon, Fabien, 81  
 Gray, Robert M., 88, 91  
 Grisey, Gerard, 241

- Grosset, Joanny, 241  
*Gruppen* (K. Stockhausen), 64, 66, 68, 220  
 Guattari, Félix, 35  
 Guettat, Mahmoud, 233
- H**  
 Haddad, Albert, 72  
 Haddad, Karim, 4, 72, 84, 101  
 Hanappe, Peter, 86  
 Harmonice Musices Odhecaton, 102  
 Harvey, Jonathan, 64  
 Hasty, Christopher, 38  
 Hauptmann, Moritz, 53  
 Heidegger, Martin, 28, 32, 172, 231, 267  
 Héraclite, 1, 238  
 Heusler, Andrea, 37  
 Hölderlin, Friedrich, 5, 27, 168, 194, 233, 238  
 Horvitz, Seth, 54  
 Huber, Klaus, 23, 24, 27, 232  
 Husserl, Edmund, 14, 27, 29, 30, 32, 172, 175
- I**  
*Ichs wohl vergessen, aber dich?* (K. Haddad), 168  
 Imberty, Michel, 22
- J**  
 Jean-Louis, Leleu, 253
- K**  
 Kagel, Mauricio, 54  
 Kant, Emmanuel, 28  
 Kappen, Bert, 82  
 Kelkel, Manfred, 241  
 Klages, Ludwig, 38  
*Klavierstück Nr. 1* (K. Haddad), 216  
*Klavierstück Nr. 2* (K. Haddad), 161, 166  
*Klavierstücke Nr. 1* (K. Haddad), 211  
*Klavierstücke V-XI* (K. Stockhausen), 68  
 Klee, Paul, 12  
 Koenigsberg, Christopher K., 53, 58  
*Konzert Opus 24* (A. Webern), 10
- L**  
 La Laurencie, Lionel de, 270  
 Lavignac, Albert, 270  
*le catalogue des oiseaux* (O. Messiaen), 15  
*le livre d'orgue* (O. Messiaen), 15  
*Le Sacre du Printemps* (I. Stravinsky), 16, 42  
 Leibniz, Gottfried Wilhelm, 10  
 Leipp, Emile, 70  
*Les Offrandes oubliées* (O. Messiaen), 44  
*les vingt regards de notre seigneur Jésus Christ* (O. Messiaen), 15  
 Levinas, Emmanuel, 32  
 Lévi-Strauss, Claude, 6, 9, 13  
 Lewin, David, 53
- M**  
 Machault, Guillaume, 16  
 Maldiney, Henri, 12-14  
 Malt, Mikhail, 80  
 Marie, Jean-Etienne, 55  
 Massin, Brigitte, 69  
 McTaggart, J. Ellis, 2  
 Meeus, Nicolas, 5, 6  
*Mémoire* (A. Bancquart), 56  
 Messiaen, Olivier, 3, 14-17, 19, 41-43, 45, 59, 155, 167, 241, 270  
*Mikrophonie I* (K. Stockhausen), 243  
*Mode de valeurs et d'intensités* (O. Messiaen), 59  
*Momente* (K. Stockhausen), 168  
 Mozart, W.A., 82  
 Murail, Tristan, 241
- N**  
*Nachtmusik I* (E. Nunes), 75  
 Nancy, Jean-Luc, 238  
 Nattiez, Jean Jacques, 9, 11, 22, 41, 161, 238, 242, 243, 249, 255, 265, 266, 271  
 Neuhoff, David L., 88, 91  
 Neumann, Friedrich, 38  
 Nicholls, David, 47-54  
 Nicolas, François, 8, 107  
 Nunes, Emmanuel, 29, 30, 69, 74, 75, 83, 84, 172, 188
- O**  
 O'Hagan, Peter, 253  
 OpenMusic, 68, 88, 236, 237
- P**  
 Parrochia, Daniel, 9, 20

- Pasch, Moritz, 8  
*Peter Kien - eine akustische Maske* (E. Nunes), 83, 84  
 Petrucci, Ottaviano, 102  
 Platon, 37  
 Pocknee, David, 182  
 Poincaré, Henri, 76  
 Pople, Anthony, 16  
 Pound, E., 194  
 Pound, Ezra, 95, 159, 194, 205  
*Protuberanzen* (K. Huber), 24
- Q**  
*Quatre études de rythme* (O. Messiaen), 15  
*Quatuor pour la fin du temps* (O. Messiaen), 15, 16, 42, 44, 167
- R**  
 Rafael, João, 69, 75  
 Read, Gardner, 39, 84  
 Richir, Marc, 29  
 Ricoeur, Paul, 172  
 Riemann, Hugo, 5  
 Roads, Curtis, 53, 121  
 Ross, Ted, 84  
 Rougier, Louis, 7-10, 20, 242
- S**  
 Sachs, Curt, 37, 38, 241, 269  
 Safran Foer, Jonathan, 236  
 Schillinger, Joseph, 69  
 Schönberg, Arnold, 43, 220, 231, 232, 241  
 Scriabin, Alexander, 40, 188  
 Seay, Albert, 16  
*Sechs Bagatellen, Op. 9* (A. Webern), 239  
 Stein, Leonard, 43, 231, 232
- Stockhausen, Karlheinz, 3, 29-33, 40, 41, 53-66, 68, 69, 75, 79, 97, 135, 159, 167, 168, 205, 220, 241, 243  
 Stockhausen; Karlheunz, 68  
 Straub, Jean-Marie, 238  
 Stravinsky, Igor, 16  
 Strawn, John, 121  
*Streichquartett Opus 28* (A. Webern), 10, 30  
*String Quartet No. 3* (E. Carter), 39, 40  
*Symphonie Opus 21* (A. Webern), 10  
 Szendy, Peter, 69
- T**  
 Tarkovski, Andrei, 220, 232  
 The LilyPond development team, 101  
 Thévenin, Paule, 21  
 Tinctoris, Johannes, 18  
 Trindade, Hanna G, 30  
 Triplett, Dorothy, 27  
*Troisième sonate pour piano* (P. Boulez), 7, 10, 253, 254
- W**  
 Wall, Donald D., 162  
 Ward, Morgan, 162  
*Was ist das « ist »?* (K. Haddad), 233  
 Webern, Anton, 5, 10, 30, 220, 232, 239, 241  
 Weisgall, Hugo, 54  
 Wyschnegradsky, Ivan, 61, 62, 241
- X**  
 Xenakis, Iannis, 55, 241
- Z**  
*Zeitmaße* (K. Stockhausen), 68



# Table des matières

Remerciements	v
Liste des Abréviations	vii
Introduction	I
1 Problématique	I
1.1 Notation	2
1.2 forme	2
1.3 Quantification	3
2 Structure de la thèse	3
Chapitre 1 Forme, temporalité et perception	5
1.1 De la forme	5
1.1.1 « Penser la forme aujourd'hui ... »	6
1.1.2 Le matériau et la forme	10
1.1.3 « Werk ist Weg »	12
1.2 De la temporalité	13
1.2.1 Remarques sur la conception temporelle chez Olivier Messiaen	14
1.2.2 Temps lisse, temps strié : le temps boulezien	20
1.2.3 Klaus Huber et le « temps compositionnel »	23
1.3 De la perception	27
1.3.1 <i>Struktur und Erlebniszeit</i>	27
1.3.1.1 Le temps « expérientiel »	30
Chapitre 2 De quelques concepts et éléments fondamentaux de l'écriture du rythme et de sa notation	35
2.1 Notation rythmique et polyphonie	35
2.2 De la métrique et sa relation avec le rythme et la forme musicale	36
2.3 « Notations rythmiques »	41
2.4 « New Musical Resources »	47
2.5 « ... wie die Zeit vergeht... »	53
2.5.1 Registres des perceptions	55
2.5.2 Échelles par multiplication et subdivision	56
2.5.3 Échelle logarithmique	57
2.5.4 Échelles « harmoniques »	58
2.5.5 Gruppenkomposition	64
2.6 Ensembles Rythmiques Périodiques	68
2.6.1 Description	70
2.6.2 Les Paires Rythmiques	71
2.6.2.1 Définition	71
2.6.2.2 Propriétés	72
2.6.2.3 Représentation de la résultante des PR	73



2.6.3	Les ERP de périodes supérieures à 2 . . . . .	75
2.6.3.1	Fréquence/Période . . . . .	75
2.6.3.2	Période/Fréquence . . . . .	76
Chapitre 3	De la quantification . . . . .	79
3.1	Quantification incrémentale . . . . .	83
3.1.1	De la « justesse » . . . . .	87
3.2	Quantification par grille métrique . . . . .	88
3.2.1	La méthode assistée par ordinateur . . . . .	88
3.2.2	La quantification symbolique . . . . .	94
Chapitre 4	Les Unités Temporelles . . . . .	95
4.1	L'Unité Temporelle absolue . . . . .	96
4.2	L'Unité Temporelle relative . . . . .	97
4.3	Notation . . . . .	98
4.3.1	La notation condensée . . . . .	98
4.3.2	La notation symbolique . . . . .	101
4.3.2.1	Les macro-figures . . . . .	102
4.3.2.2	Les micro-figures . . . . .	103
4.4	Propriétés . . . . .	105
4.4.1	Du temps symbolique au temps relatif . . . . .	105
4.4.2	Remarques sur la nature du <i>Tempus</i> . . . . .	105
4.4.3	Modulation de <i>tempo</i> . . . . .	106
4.4.4	Corrélations d'Unités Temporelles par modulation . . . . .	106
4.4.5	Note sur la réductibilité du <i>Tempus</i> et son rapport aux <i>prola-</i> <i>tionis</i> . . . . .	108
4.4.6	L'autogénéralité . . . . .	109
4.4.6.1	La subdivision (/) . . . . .	109
4.4.6.2	La décomposition . . . . .	111
4.4.6.3	La concaténation (  ) . . . . .	115
4.4.6.4	La réduction ( $\overline{UT}$ ) . . . . .	116
4.4.6.5	Anatomie d'une Unité Temporelle mixte . . . . .	116
4.5	Opérabilité . . . . .	119
4.5.1	Opérations algébriques . . . . .	119
4.5.1.1	L'addition (+) et la soustraction (−) . . . . .	119
4.5.1.2	La multiplication (×) . . . . .	120
4.5.1.3	La convolution (*) . . . . .	121
4.5.2	Opérations prolationnelles . . . . .	124
4.5.2.1	L'augmentation ( $\boxplus$ ) . . . . .	124
4.5.2.2	L'insertion ( $\oplus$ ) . . . . .	125
4.5.2.3	la diminution ( $\boxminus$ ) . . . . .	126
4.5.2.4	L'extraction ( $\ominus$ ) . . . . .	126
4.5.3	Dilatation/Contraction ( $\boxtimes$ ), Expansion/Compression ( $\otimes$ ) . . . . .	127
4.5.3.1	La segmentation ( $\perp$ ) . . . . .	129
4.6	Mécanismes récursifs et génération d'Unités Temporelles . . . . .	131
4.6.1	Notation des opérations itératives des Unités Temporelles . . . . .	131
4.6.2	Processus récursifs de séquences d'Unités Temporelles . . . . .	133
4.7	Les Blocs Temporels . . . . .	134
4.7.1	Les propriétés des Blocs Temporels . . . . .	135
4.7.2	Les Blocs appliqués aux Unités Temporelles . . . . .	139
4.7.3	Répartition de « complexes de complexes » . . . . .	141
4.8	« ars combinatoria » . . . . .	146

4.8.1	Canon régulier . . . . .	147
4.8.2	Translations homothétiques . . . . .	150
4.8.3	Canon prolotionnel . . . . .	153
4.8.4	Monnayages . . . . .	155
Chapitre 5	Objets temporels et « unité compositionnelle » . . . . .	159
5.1	De la division temporelle et les objets temporels . . . . .	160
5.1.1	Les <i>Unités Temporelles</i> comme éléments formels. . . . .	160
5.2	L'unité compositionnelle . . . . .	167
5.2.1	<i>Ichs wohl vergessen, aber dich?</i> . . . . .	168
5.2.2	L'« épaisseur » temporelle . . . . .	171
Chapitre 6	La quantification par la sémantique ou de la transcription comme quantification . . . . .	177
6.1	Principes fondamentaux . . . . .	177
6.1.1	La Concaténation . . . . .	178
6.1.2	La Normalisation . . . . .	179
6.1.3	Transposition prolotionnelle . . . . .	180
6.1.4	Modulation tempique et modulation métrique . . . . .	181
6.1.5	Décomposition . . . . .	185
6.1.6	La <i>Segmentation</i> . . . . .	186
6.2	ERP et quantification . . . . .	188
6.2.1	Corrélation tempo / chiffrage métrique / irrationnels . . . . .	189
Chapitre 7	De l'esquisse à sa transcription : stratégies pour la quantifi- cation . . . . .	193
7.1	Quantification euclidienne . . . . .	193
7.1.1	« <i>And I have tried to keep them from falling</i> » . . . . .	194
7.1.1.1	La structure rythmique . . . . .	194
7.1.1.2	La quantification . . . . .	197
7.2	Quantification symbolique . . . . .	200
7.2.1	Homorythmie . . . . .	200
7.2.1.1	Le motet . . . . .	200
7.2.1.2	La quantification . . . . .	203
7.2.2	Polyphonie de phases « harmoniques » . . . . .	205
7.2.2.1	« <i>...and nothing could be said that has not been said before</i> » . . . . .	205
7.2.3	Polyphonie de phases « complexes » . . . . .	210
7.2.3.1	Anatomie d'une quantification improbable : quan- tification par segmentation linéaire . . . . .	210
7.2.3.2	Anatomie d'une quantification improbable : quan- tification par segmentation par groupes . . . . .	217
Chapitre 8	Pour une poétique temporelle . . . . .	231
8.1	« Sculpter le temps » . . . . .	232
8.1.1	Was ist das « ist »? . . . . .	233
8.1.2	Le temps du texte . . . . .	235
8.1.3	Le temps du texte en son absence . . . . .	238
8.2	Le matériau en question . . . . .	240
8.2.1	Structure des objets temporels et leur rapport à la forme . . . . .	242
8.2.2	L'espace du matériau : les enveloppes temporelles . . . . .	242
8.2.3	L'espace matriciel . . . . .	249

8.2.4	Reconstruction et agencement . . . . .	260
8.3	Autour de la technique . . . . .	266
Conclusion		269
Annexe 1	Liste des signes de la notation condensée des Unités Temporelles	273
Annexe 2	Les Arbres Rythmiques	275
2.1	La syntaxe . . . . .	275
2.2	La sémantique . . . . .	275
2.3	De quelques transformation et usages . . . . .	278
2.3.1	De la rétrogradation . . . . .	278
2.3.2	De la permutation . . . . .	279
2.3.3	De la subdivision . . . . .	279
2.3.4	Du filtrage . . . . .	279
2.3.5	Du rythme évidé . . . . .	280
2.3.6	De la substitution . . . . .	280
2.3.7	De l'autoréférence . . . . .	281
2.3.8	Les modes de rotation sur un rythme autoréférentiel . . . . .	282
2.3.8.1	La rotation en mode "Group" . . . . .	283
2.3.8.2	La rotation en mode <i>S</i> . . . . .	284
2.3.8.3	La rotation en mode <i>D</i> . . . . .	284
2.3.8.4	La rotation en mode circulaire . . . . .	285
2.3.8.5	Matrice autoreférentielle . . . . .	285
Annexe 3	De la notation condensée à la notation symbolique	287
3.1	Des arbres à la partition . . . . .	287
3.1.1	Interprétation des mesures . . . . .	288
3.1.1.1	Figure simple . . . . .	289
3.1.1.2	Groupes . . . . .	290
Bibliographie		293
Liste des œuvres citées		299
Liste des figures		301
Liste des tables		311
Liste des algorithmes		313
Index des noms et des œuvres		315
Table des matières		319



# L'UNITÉ TEMPORELLE

## UNE APPROCHE POUR L'ÉCRITURE DE LA DURÉE ET DE SA QUANTIFICATION

### Résumé

Dans cette thèse, nous nous proposons d'étudier une nouvelle approche pour la pratique de l'écriture du temps musical à partir d'un concept de notation dédié à l'écriture de la durée, du rythme, et de la forme musicale. Ce nouveau concept appelé *Unité Temporelle* ouvre plusieurs interrogations et problématiques se déclinant sur trois axes : la notation des *Unités Temporelles*, l'opérabilité (représentant le potentiel à créer des formes inédites), et la quantification. Après un examen des diverses approches portant sur le temps, la forme, la durée et sa quantification, il sera question de dégager et de penser une nouvelle grammaire du temps musical portant sur sa syntaxe, sa représentation, à développer un dispositif rhétorique de transformation rythmique propre aux *Unités Temporelles*. Une fois cette tâche effectuée, nous considérerons les *Unités Temporelles* dans leur « mise-en-temporalité » soulevant ainsi la question de l'« unité compositionnelle » et ses implications dans le domaine formel. Après une étude exhaustive de la quantification symbolique sur les structures d'*Unités Temporelles*, nous explorerons le chemin menant à partir de la conception d'une œuvre, à travers l'esquisse et sa réalisation finale par une quantification « juste » préservant l'intégrité du discours musical à travers un regard de certaines œuvres personnelles.

**Mots-clés** : Unité Temporelle ; Arbres rythmiques ; Paires Rythmiques ; Ensembles Rythmiques Périodiques ; Notation ; Forme Musicale ; Quantification Rythmique

# THE TIME UNIT

### Summary

In this thesis, we will study a new approach in the practice of musical time composition starting from a notational concept dedicated to the writing of duration, rhythm and musical form. This new concept that we call *Time Unit* opens on several questions and issues structured around three key principles : the notation of *Time Units*, their operability (the potentiality to yield new musical form) and quantization. After examining these different approaches on time, form, duration and quantization, we shall try to create a new grammar of musical time directed on its syntax and its representation. We shall build tools for rhythmical transformation and production of *Time Units*. Once this is achieved, we will study the same Time Units under their real time aspect raising the issue of “compositional” and its implications on the scope of musical form. After a thorough study on symbolic rhythm quantization of *Time Units* structures we will explore the path starting from the conception of a composition, through its state of sketch, to its final state achieved by a “correct” quantization preserving the integrity of its discourse. This will be illustrated with case study examples, from our personal works.

**Keywords** : Time Unit ; Rhythm Trees ; Rhythmic Couple ; Periodical Rhythm Sets ; Notation ; Musical Form ; Rhythm Quantification

UNIVERSITÉ SORBONNE UNIVERSITÉ

ÉCOLE DOCTORALE :

ED 5 – Concepts et langages

Maison de la Recherche, 28 rue Serpente, 75006 Paris, FRANCE

DISCIPLINE : Musique, Recherche en Composition