

Formation ATIAM

Acoustique Traitement du Signal Informatique Appliqués à la Musique Parcours
multi-mentions du Master (M2) Sciences et Technologies de l'Université Pierre et
Marie Curie (Paris 6)



UE Musique et Sciences depuis 1945

Musique algorithmique

2011-2012

Moreno Andreatta

Equipe Représentations Musicales
IRCAM/CNRS UMR 9912



Qu'est-ce que la musique algorithmique ?

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-



Quelques définitions de la composante « algorithmique »

- “A set of mathematical instructions that must be followed in a fixed order, and that, especially if given to a computer, will help to calculate an answer to a mathematical problem.”

(*Cambridge Advanced Learner's Dictionary*)

- “A systematic procedure that produces — in a finite number of steps — the answer to a question or the solution of a problem.”

(*Encyclopedia Britannica Online*)

- “[...] (especially computing) a set of rules that must be followed when solving a particular problem.”

(*Oxford Advanced Learner's Dictionary*)

- “A computational procedure which, after a finite (but possibly very large) number of steps, always returns either a correct solution or the answer that such a solution does not exist.”

(Charles AMES, “Automated Composition in Retrospect: 1956-1986”, *Leonardo Music Journal*, XX/2 (1987), p. 185)



Muhammad ibn Mūsā
al-Khwārizmī
(ca. 780- ca. 850)



G. Nierhaus
(Springer 2009)



- ...
- Markov Models
- Generative Grammars
- Transition Networks
- Chaos and Self-Similarity
- Genetic Algorithms
- Cellular Automata
- Artificial Neural Networks
- Artificial Intelligence
- ...

« Procédés algorithmiques » versus « musique algorithmique »

Minuet

Here is your piece...

Your piece is composed of the following measures:

MINUET:

3 84 114 53 28 37 106 100 35 139 150 29 137 115 44 93

TRIO:

18 3 16 68 4-27 52 80 11 20 93 48 12 23 78 21



(<http://sunsite.univie.ac.at/Mozart/dice/>)

« Procédés algorithmiques » versus « musique algorithmique »

Minuet

Musical score for Minuet, measures 1-16. The score is presented in a traditional format with a treble and bass staff. Measures are labeled with numbers: 10, 104, 1014, 105, 107, 1020, 1030, 1015, 1010, 103.

Musical score for Minuet, measures 17-32. The score is presented in a traditional format with a treble and bass staff. Measures are labeled with numbers: 106, 1011, 1026, 108, 109, 1027, 1030, 104, 105, 109, 1020, 1032, 1012, 108, 1017, 1023, 1072.

Here is your piece...

Your piece is composed of the following measures:

MINUET:

3 84 114 53 28 37 106 100 35 139 150 29 137 115 44 93

TRIO:

18 3 16 68 4 27 52 80 11 20 93 48 12 23 78 21

Here is your piece...

Your piece is composed of the following measures:

MINUET:

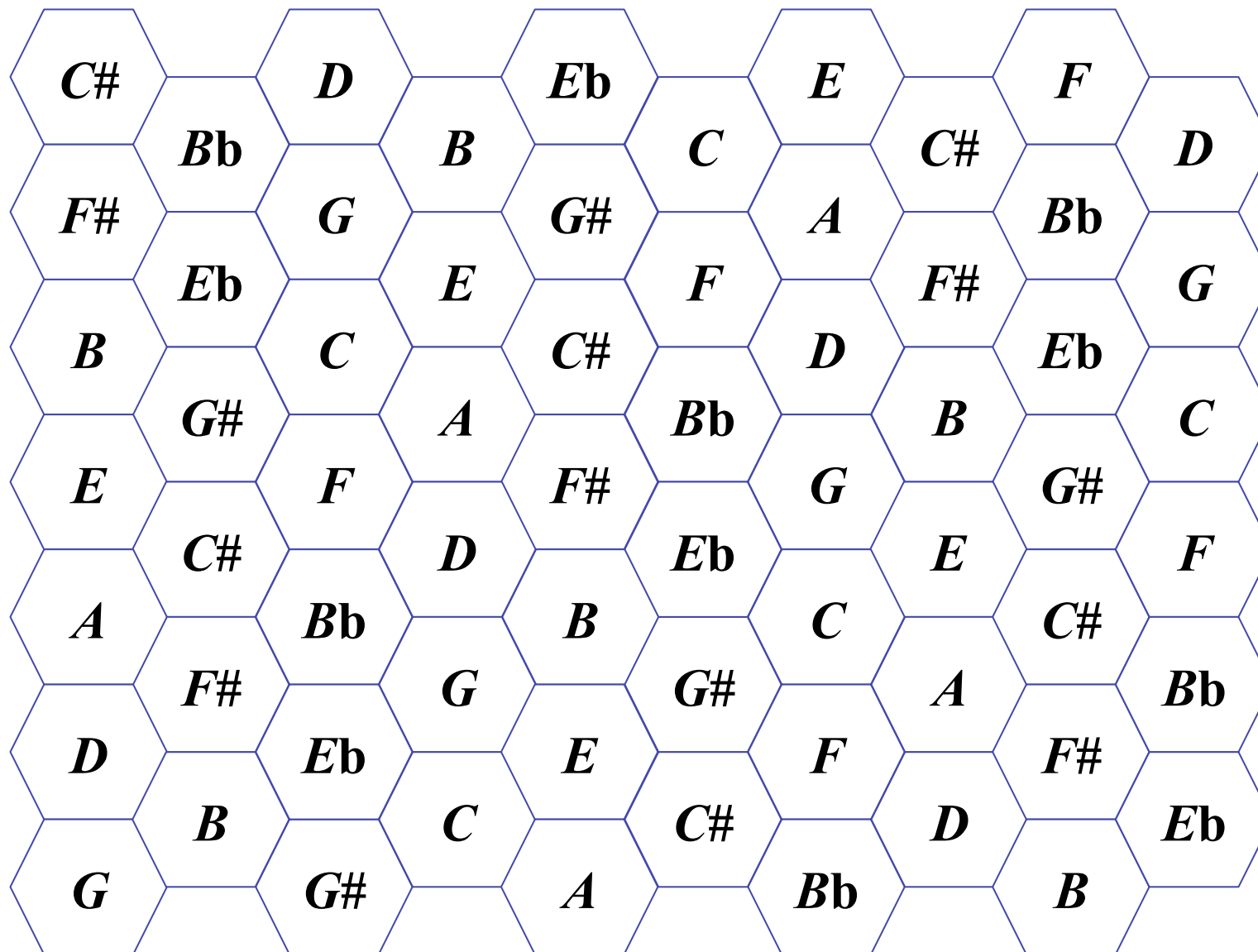
96 95 171 156 80 37 110 94 25 20 108 132 112 38 173 172

TRIO:

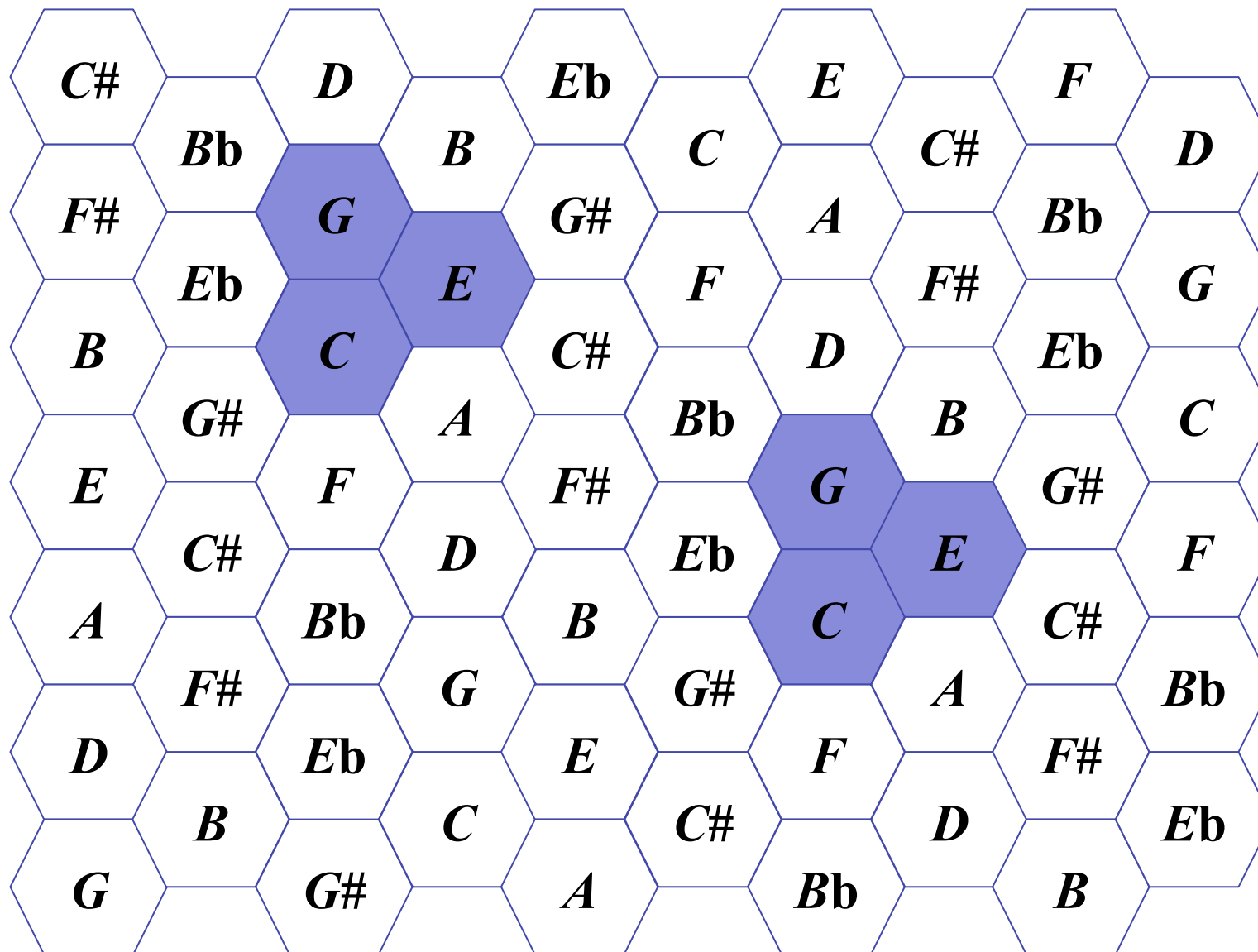
72 82 16 51 65 27 26 61 9 92 24 84 30 23 78 10



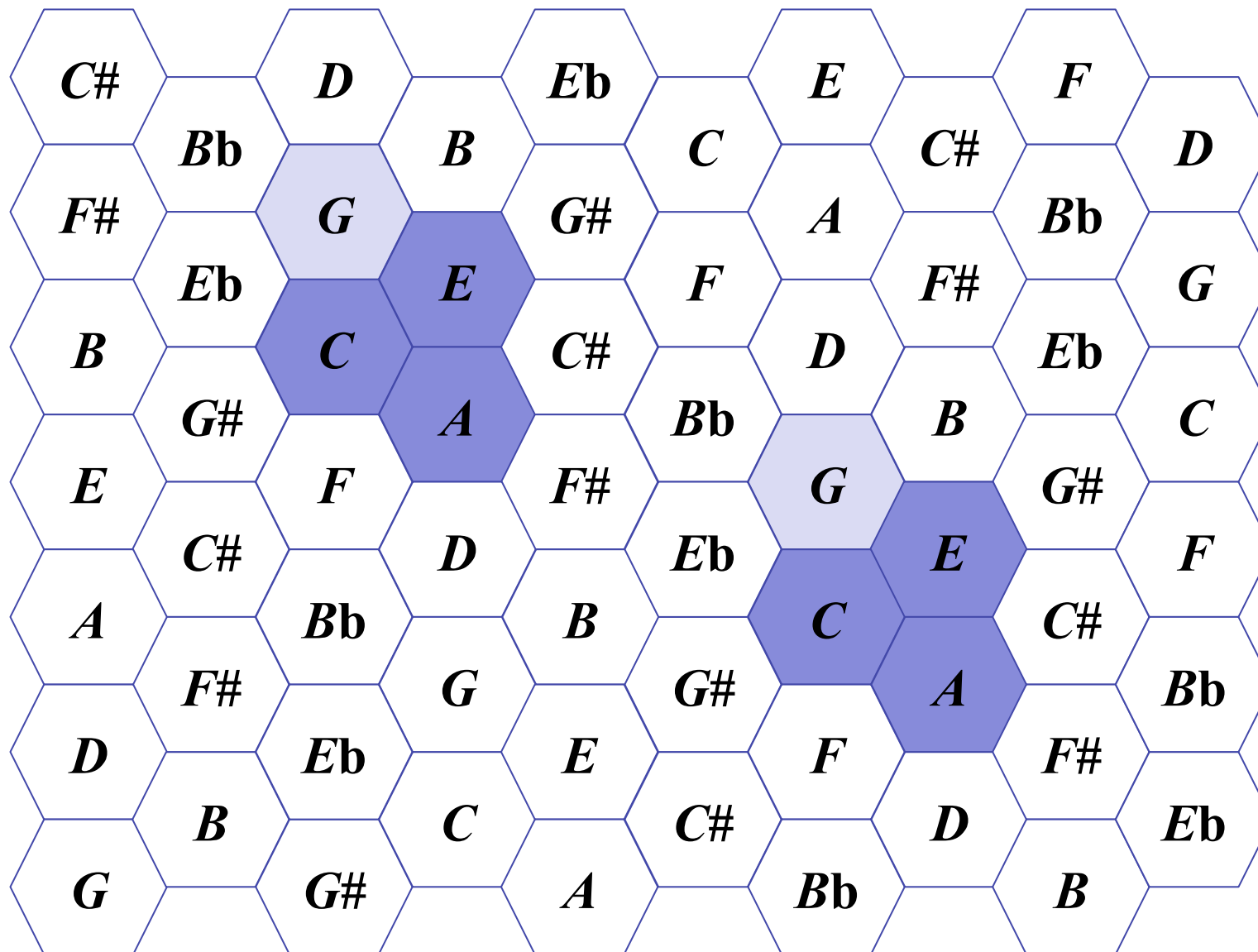
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



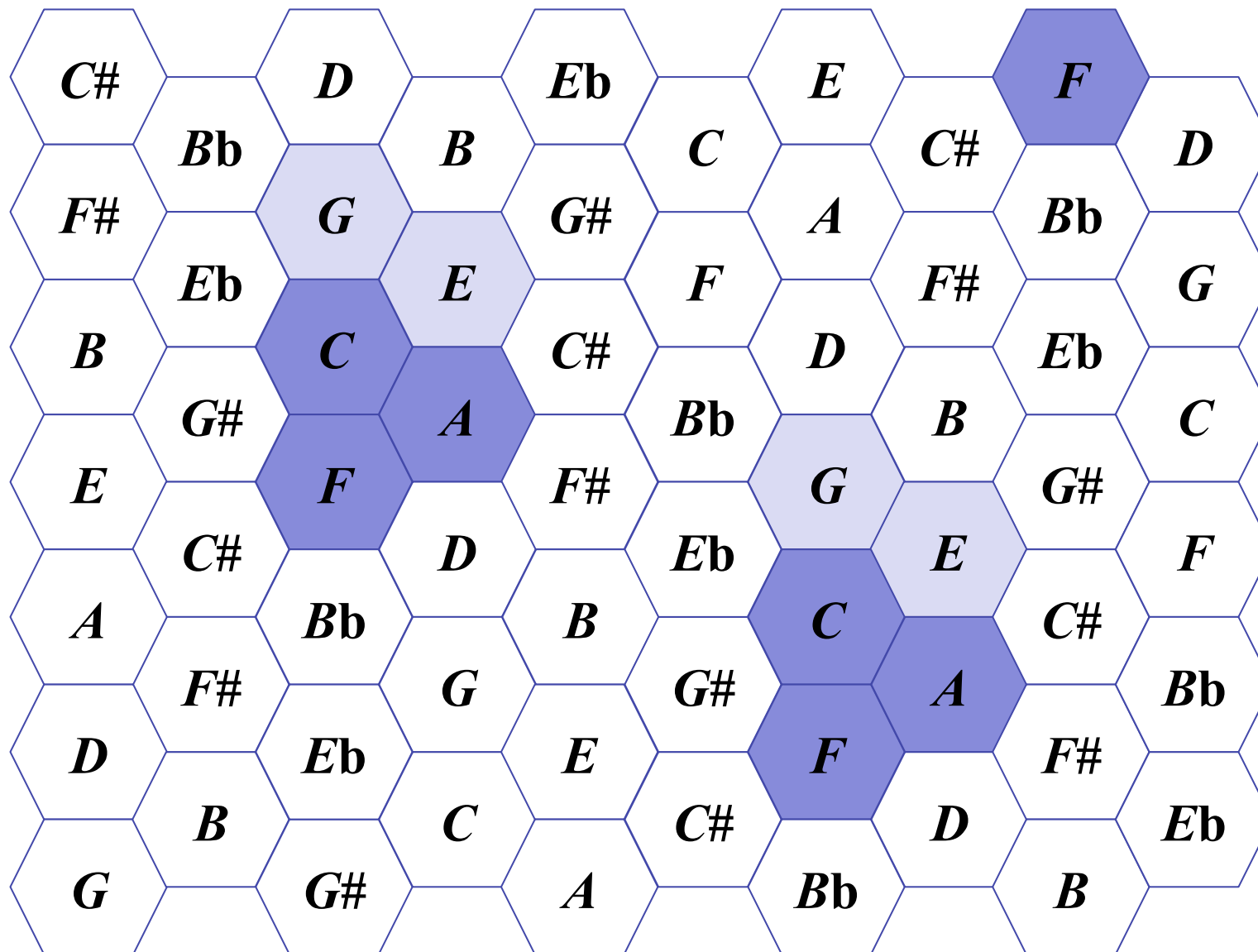
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



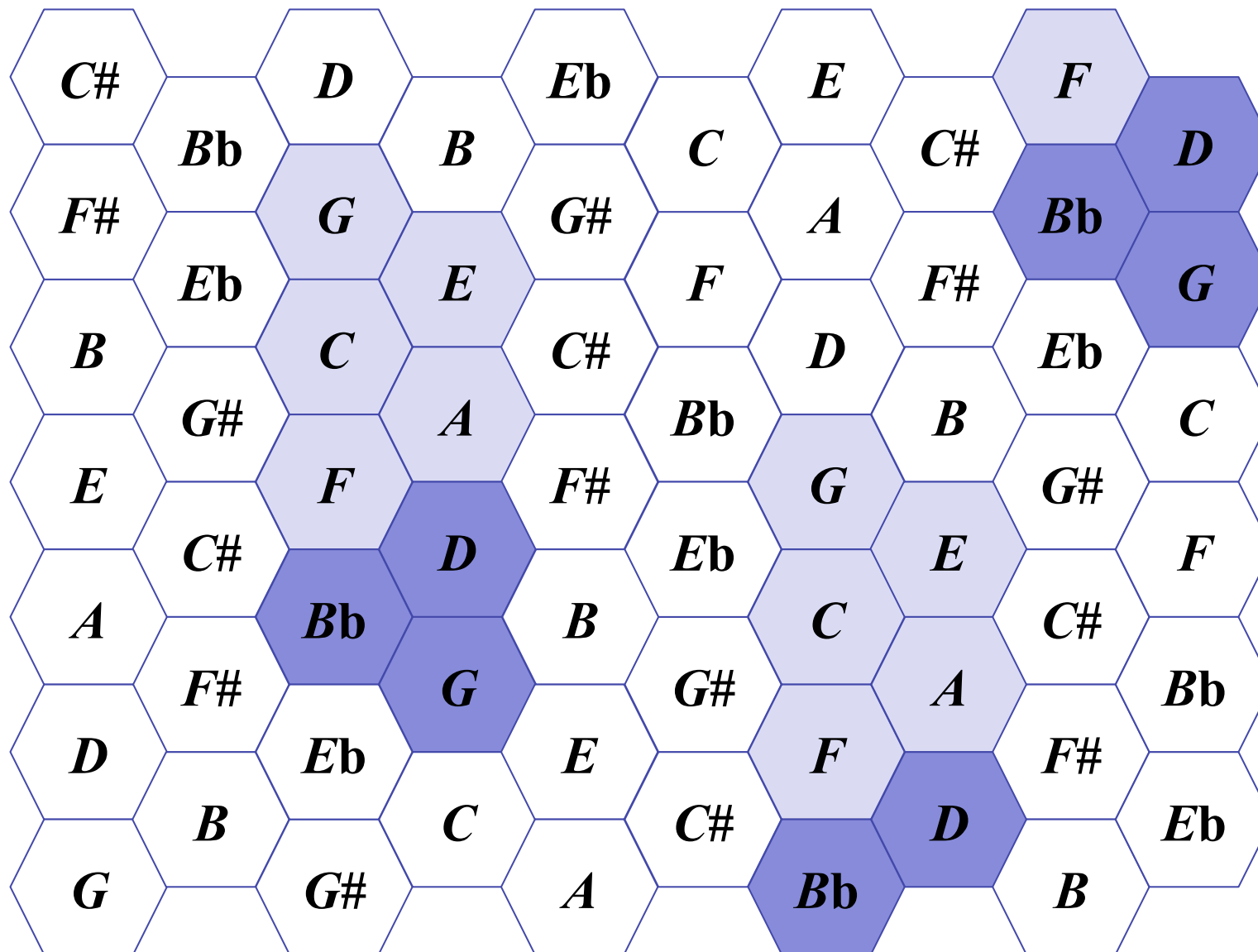
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



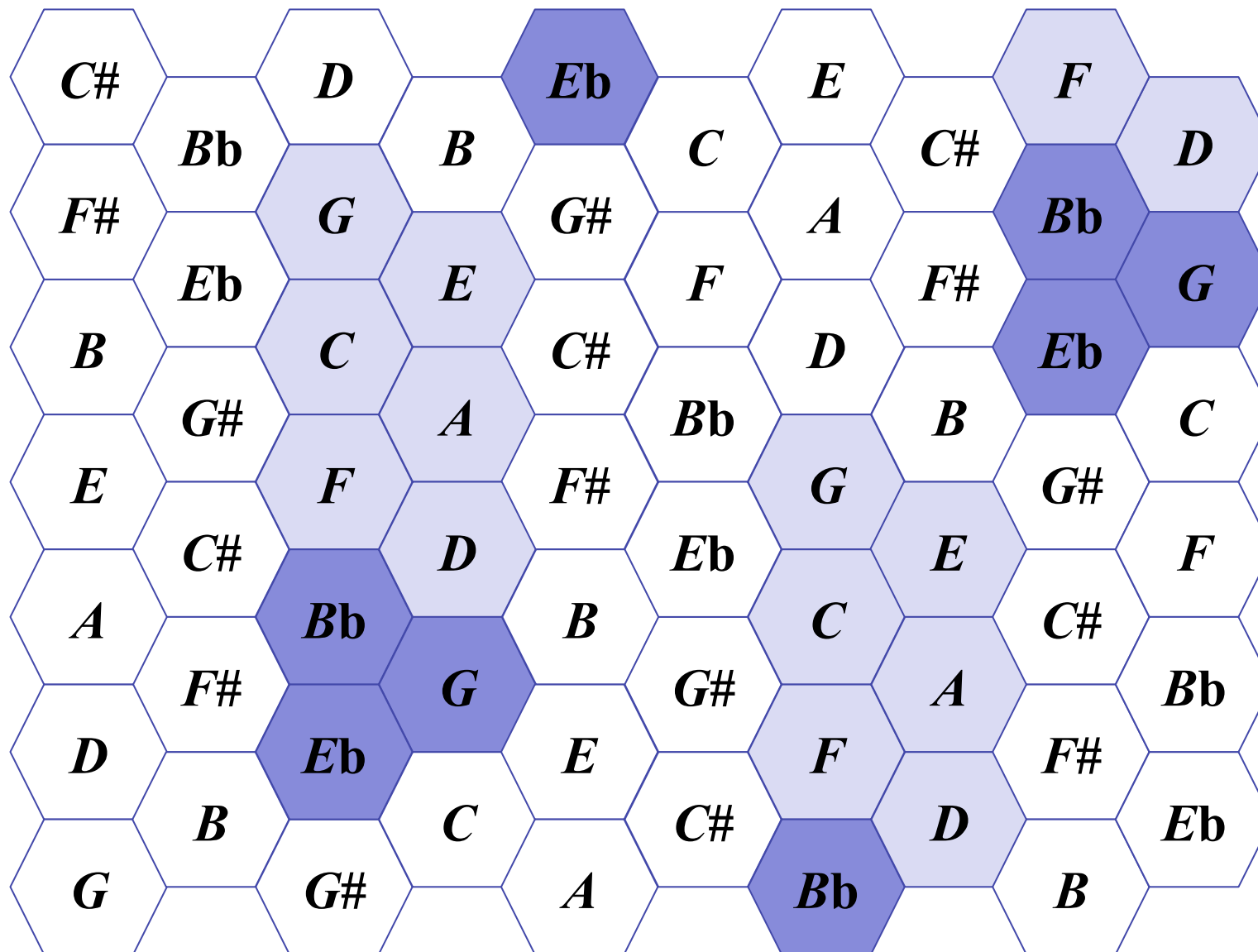
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



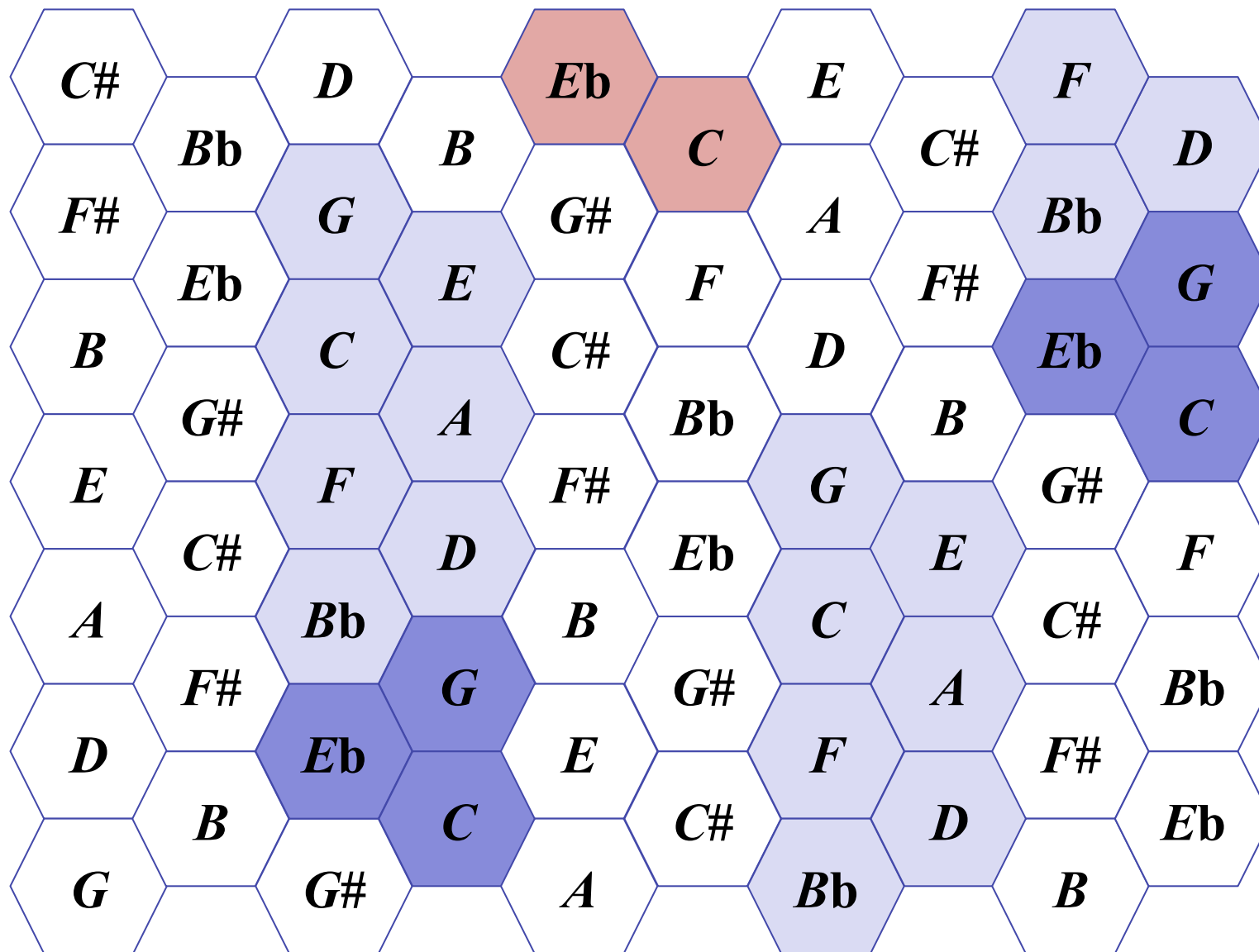
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



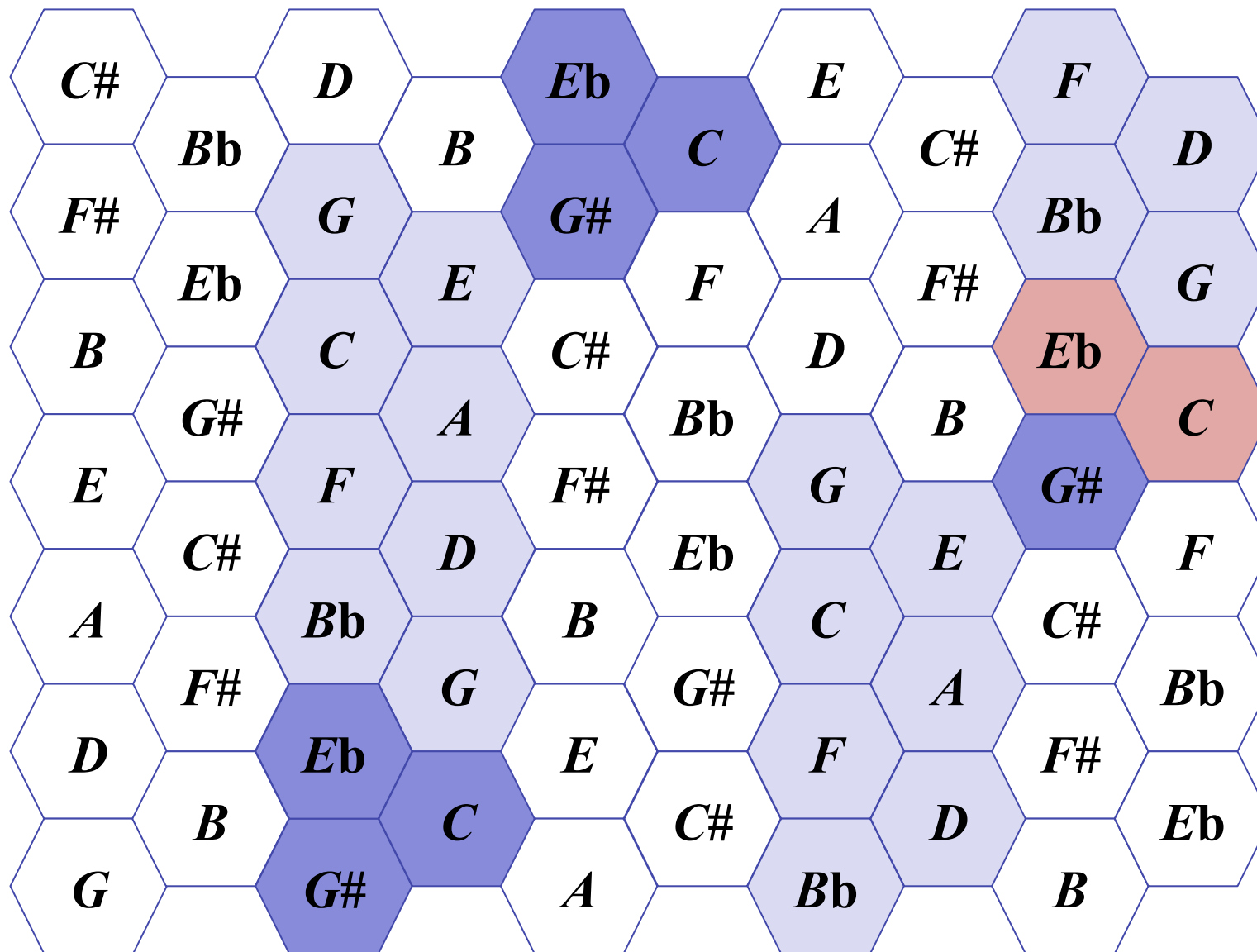
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



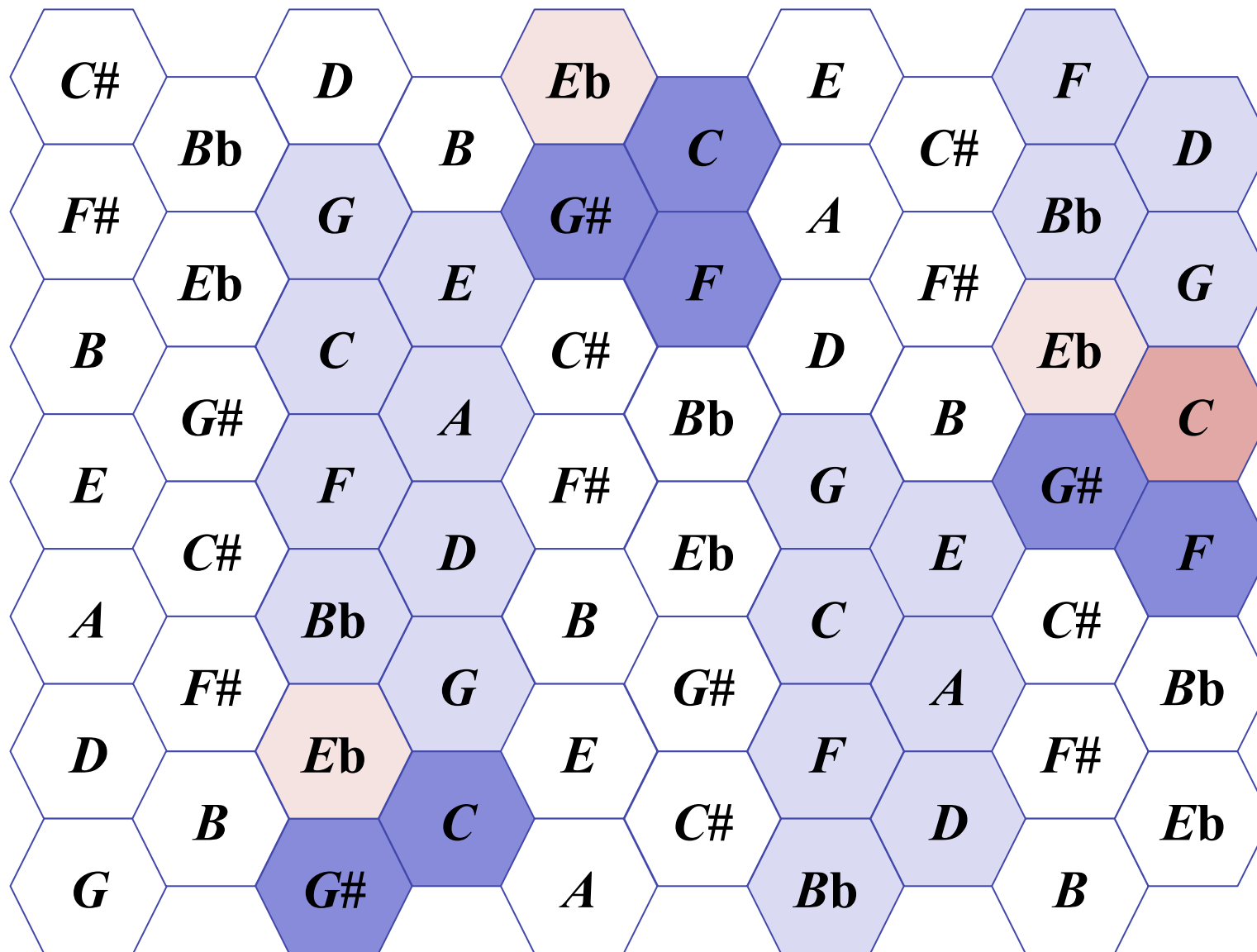
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



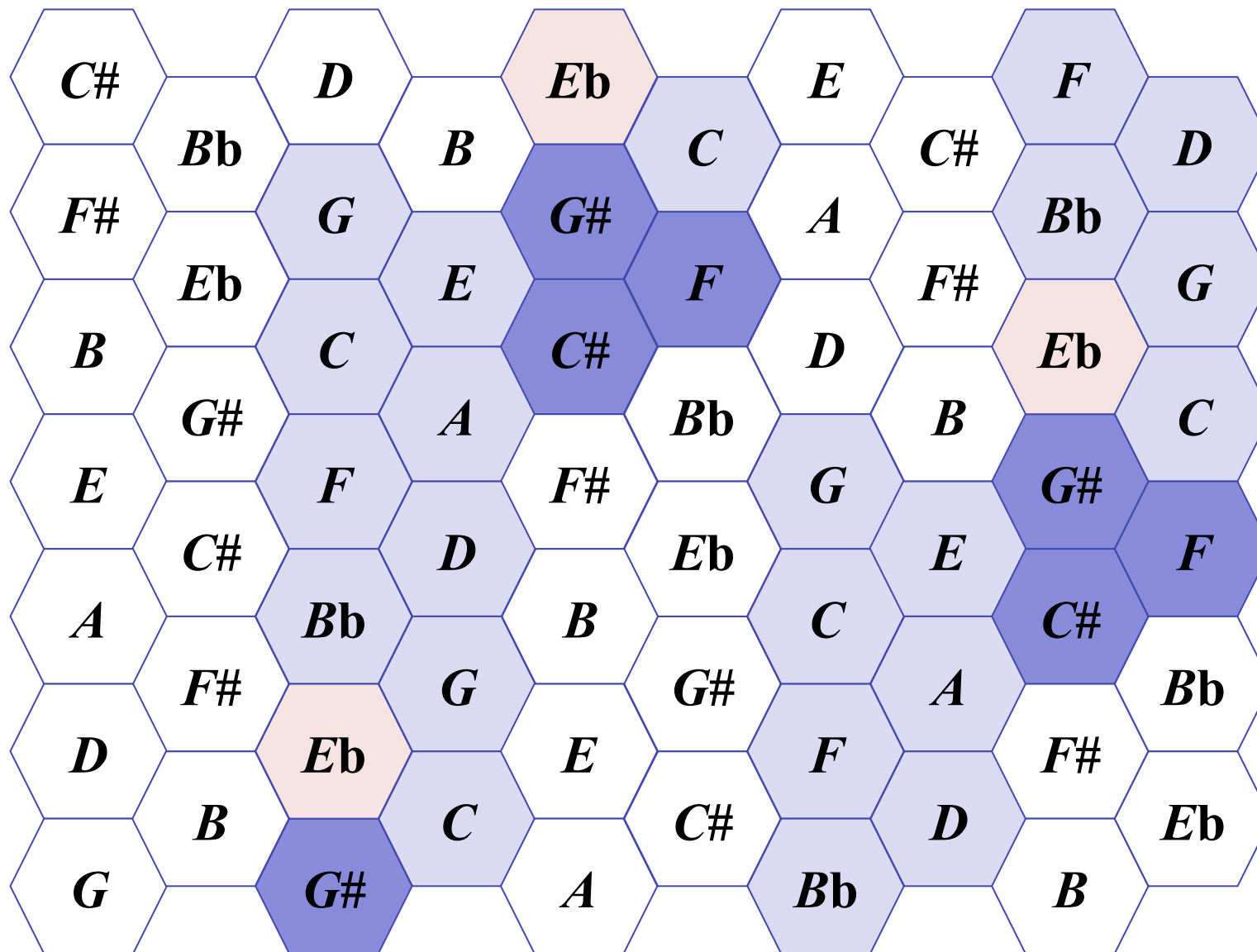
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



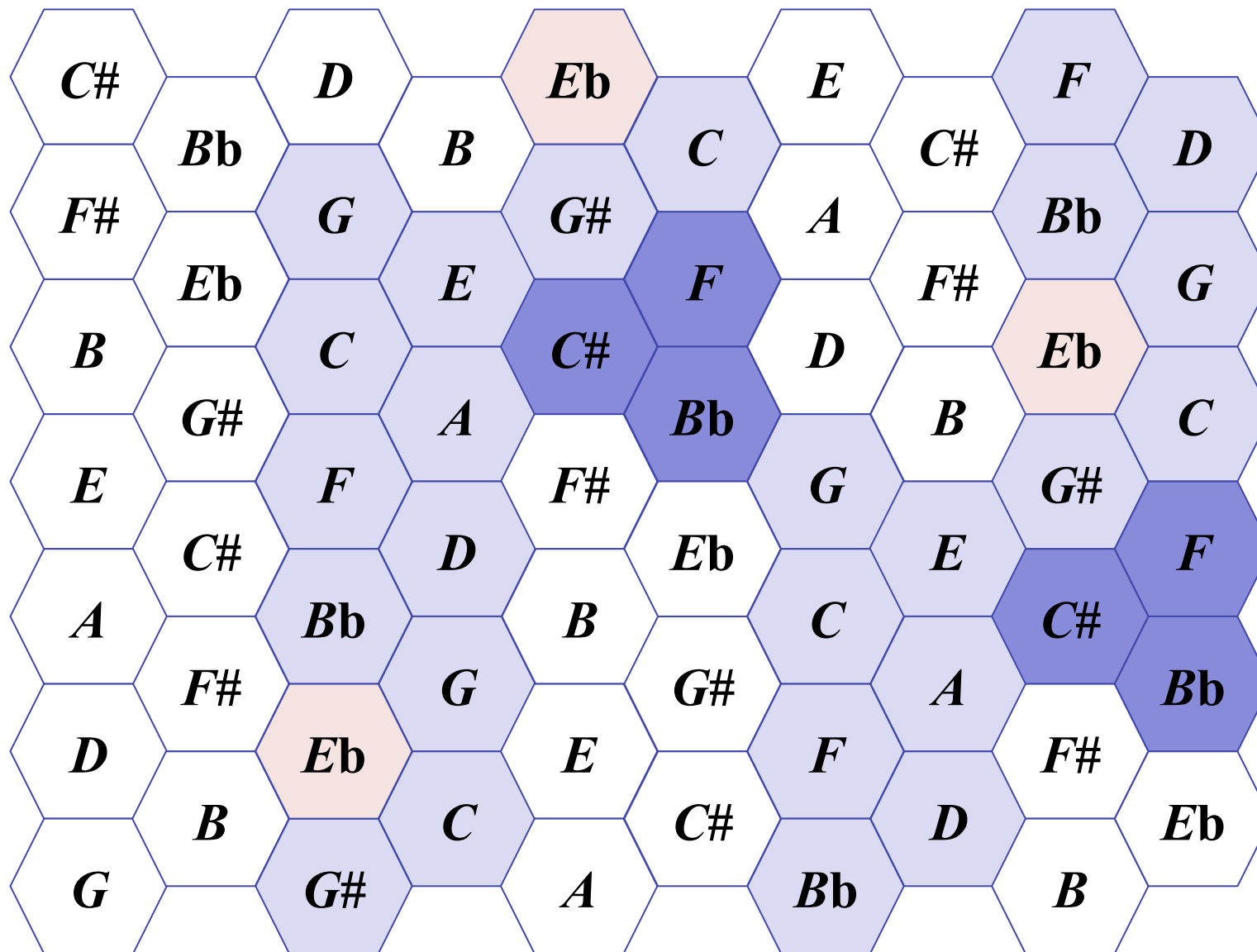
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



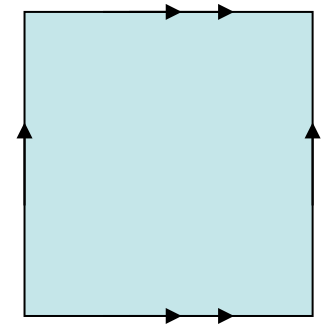
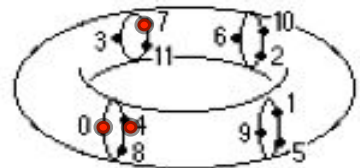
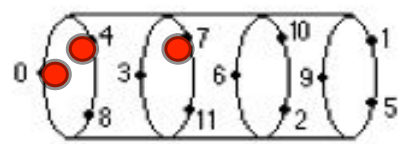
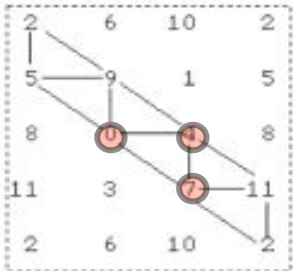
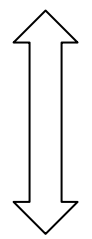
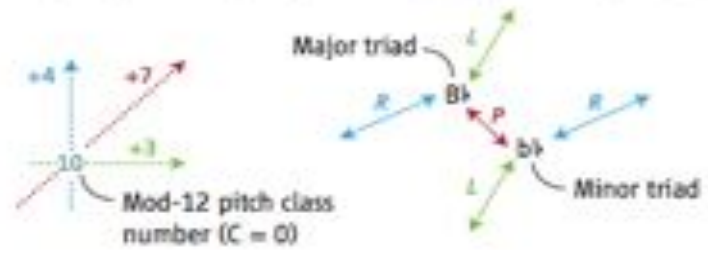
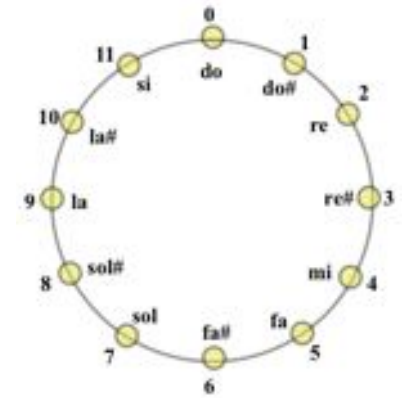
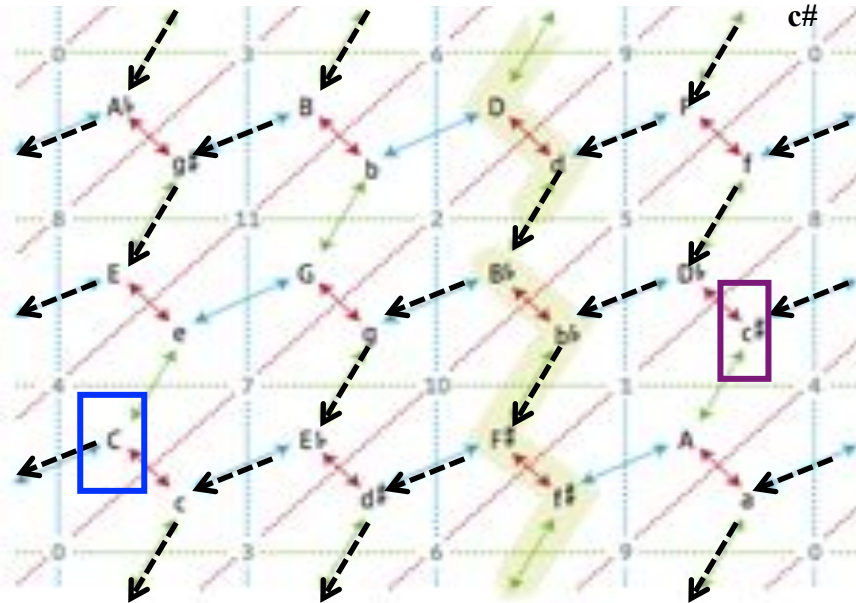
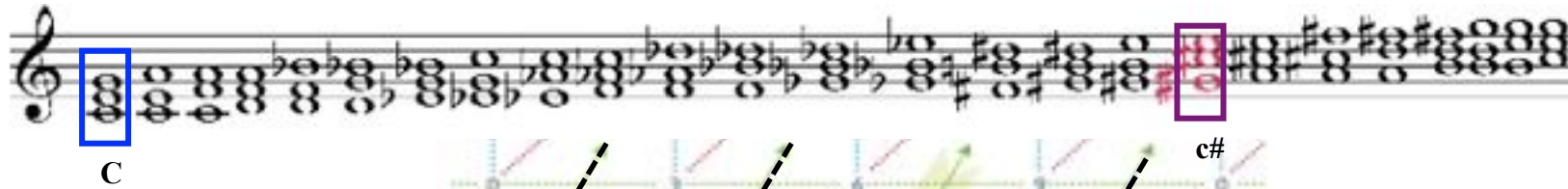
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)

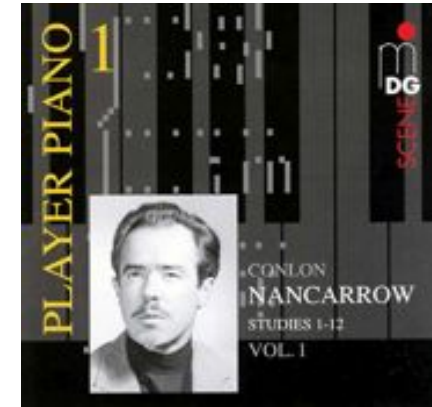


Chemins et circuits hamiltoniens dans le torus



Musique « automatique » mais pas algorithmique

Pièces pour piano mécanique de Conlon Nancarrow



Study n° 1



Study n° 7



Olivier Messiaen et les canons rythmiques



Harawi (1945)



Visions de l'Amen (1943)

A diagram illustrating a rhythmic model. It consists of three staves. The top staff has blue dots on a treble clef staff. The middle staff has blue dots on a treble clef staff. The bottom staff has black dots on a treble clef staff. Below the staves, there are three groups of rhythmic notation with numbers above them: [3 5 8], [5 3 4 3 7], and [3 4 2 2 3 5 3 2 2]. Each group is followed by a '+' sign and a rhythmic notation.

Modèle
rythmique

« ...il résulte de tout cela que les différentes sonorités se mélangent ou s'opposent de manières très diverses, **jamais au même moment ni au même endroit [...]. C'est du désordre organisé** »

Contrepoint et transformations géométriques

Benedetto Scimemi, « Contrappunto e trasformazioni geometriche », *Matematica e Cultura*, Springer, 1996



J. S. Bach, Canon a 4 *perpetuus* (BWV 1073)

The Canon triplex: Détail du portrait de Bach par E. G. Haussman (1746)



Figura 4. Un autografo di J.S. Bach (BWV 1073)

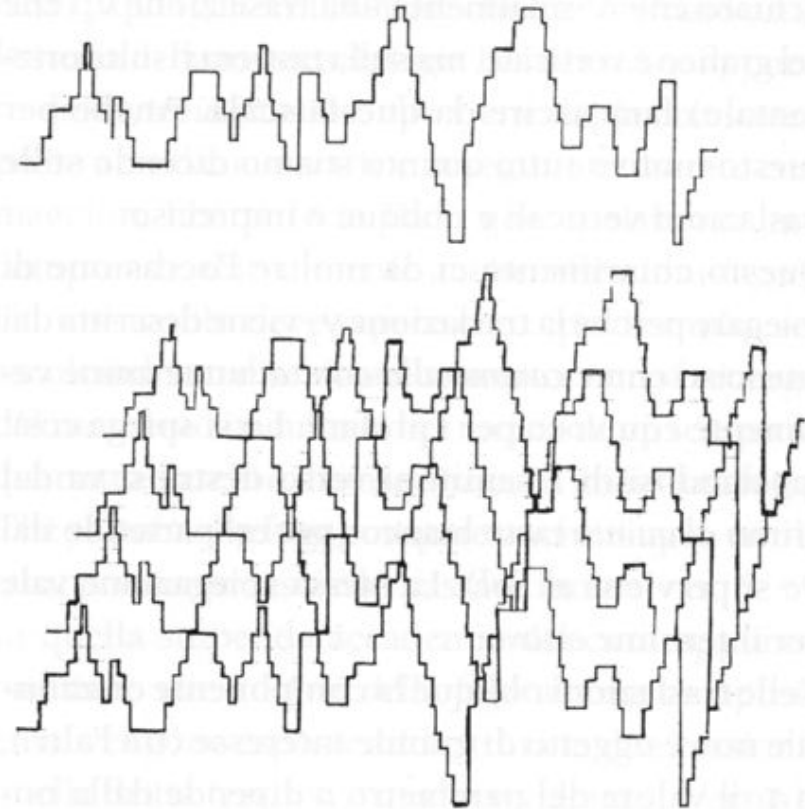


Figura 5. Realizzazione grafica del canone BWV 1073



Contrepoint et transformations géométriques

Benedetto Scimemi, « Contrappunto e trasformazioni geometriche », *Matematica e Cultura*, Springer, 1996

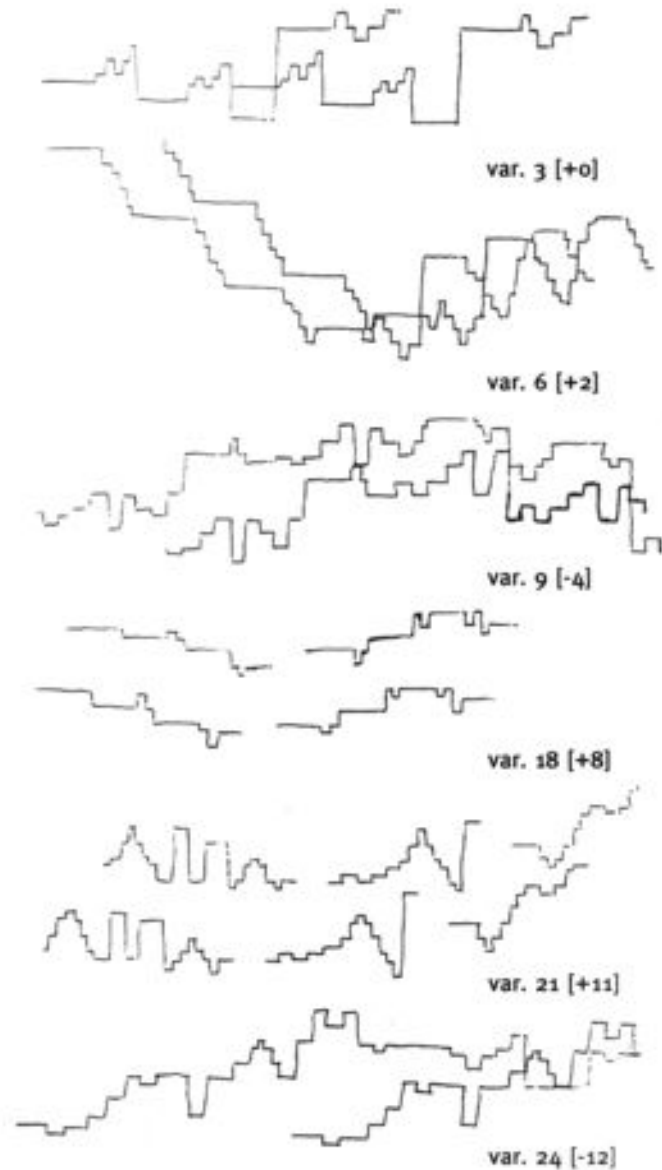


Figura 6. J.S. Bach: alcune delle *Variazioni Goldberg*

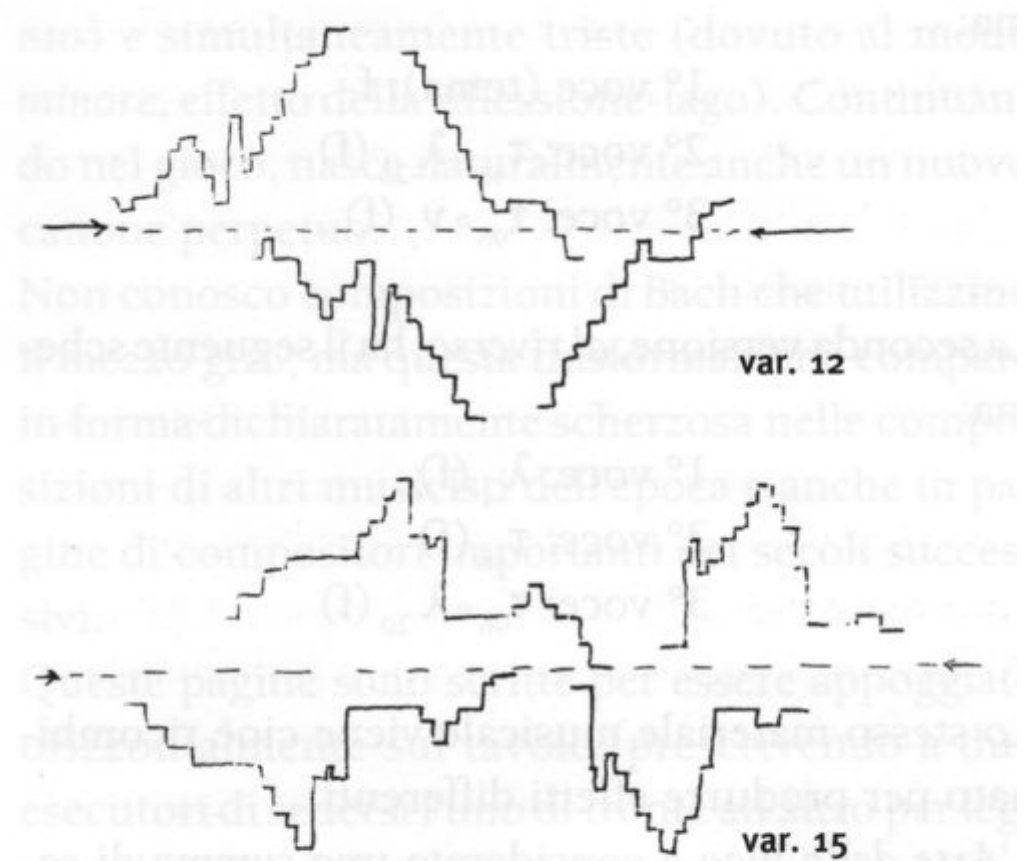
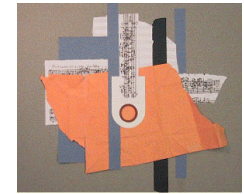


Figura 8. J.S. Bach: altre *Variazioni Goldberg*

Canon infini de J.-S. Bach : un procédé algorithmique



Début de thème du roi (en do mineur)

Transposition du thème (en ré mineur)

Première voix du canon
(en *do* mineur)

Entrée de la deuxième voix (en *sol* mineur)

Et ainsi de suite...*ré* mineur, *la* mineur,, *do* mineur

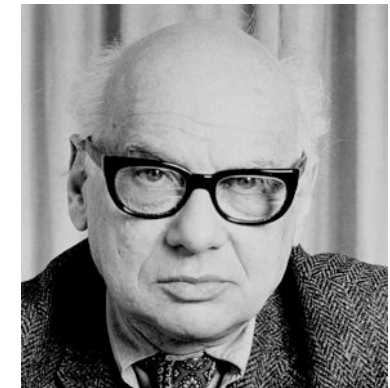
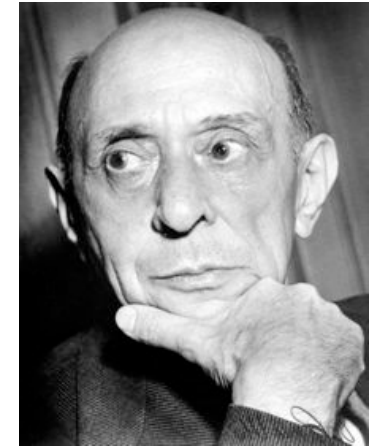
Vers une formalisation algébrique du système dodécaphonique

Série originelle

Inversion

Rétrogradation

Rétrogradation inverse



Le système dodécaphonique est « *un ensemble d'éléments, **relations** entre les éléments et **operations** sur les éléments. [...] Une vraie mathématisation aurait besoin d'une formulation et d'une présentation dictées par le fait que le système dodécaphonique est un **groupe de permutations** qui est façonné [shaped] par la structure de ce modèle mathématique* »

Opérations dodécaphoniques et structures algébriques

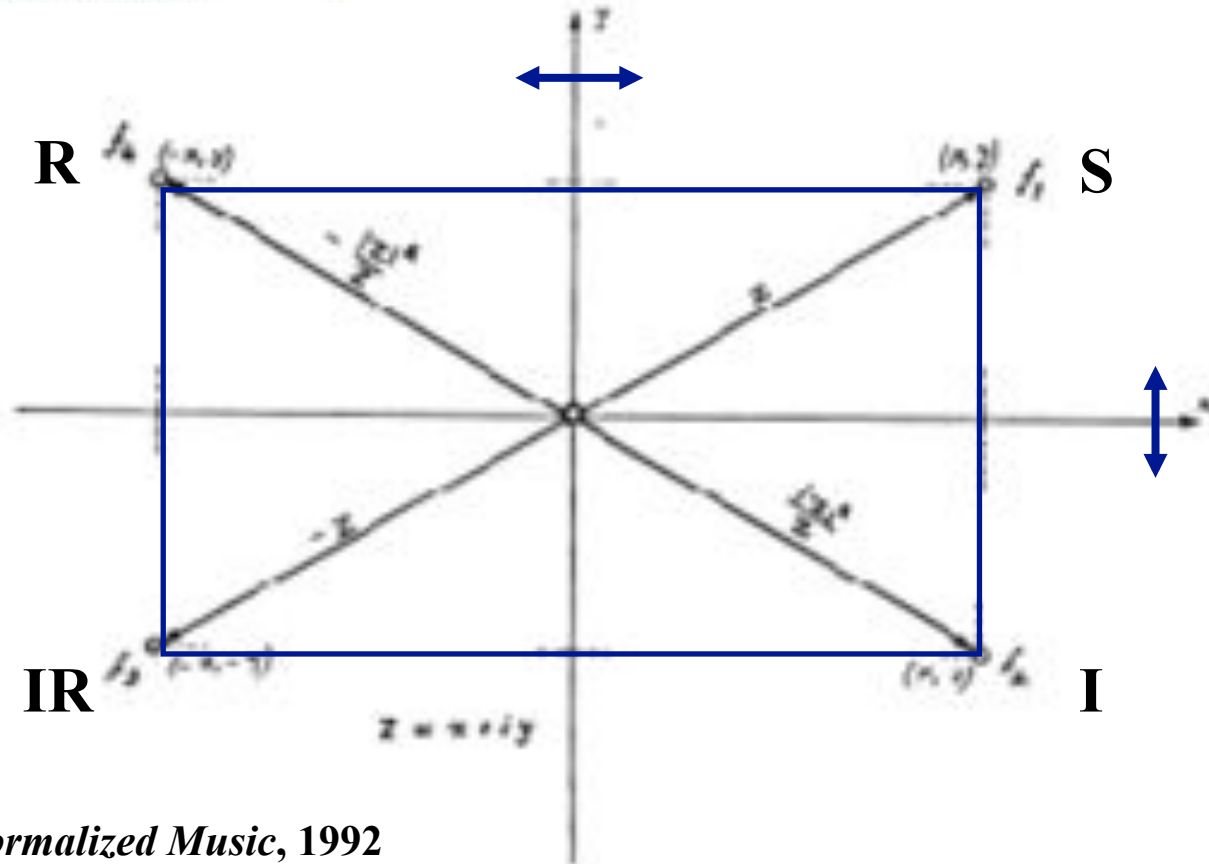
The image shows four musical staves illustrating dodecaphonic operations on a series S:

- S**: Serie originaria (Original series)
- I**: Inversione (Inversion)
- R**: Retrogradazione (Retrograde)
- IR**: Retrogradazione inversa (Inverse retrograde)

To the right is a 4x4 matrix representing the algebraic structure of these operations:

	S	I	R	RI
S	S	I	R	RI
I	I	S	RI	R
R	R	RI	S	I
RI	RI	R	I	S

- Structure de *groupe***
- Cloture
 - Existence de l'élément neutre
 - Existence de l'invers
 - Associativité



Felix Klein

Iannis Xenakis, *Formalized Music*, 1992

Opérations dodécaphonique (selon Milton Babbitt)

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

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

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

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

$$\mathbf{S}: (a,b) \rightarrow (a,b)$$

$$\mathbf{I}: (a,b) \rightarrow (a, 12-b \bmod 12)$$

$$\mathbf{R}: (a,b) \rightarrow (11-a, b)$$

	S	I	R	RI
S	S	I	R	RI
I	I	S	RI	R
R	R	RI	S	I
RI	RI	R	I	S

$$\mathbf{IR}: (a,b) \rightarrow (11-a, b \bmod 12)$$

$$\downarrow$$

$$(11-a, 12-b \bmod 12)$$

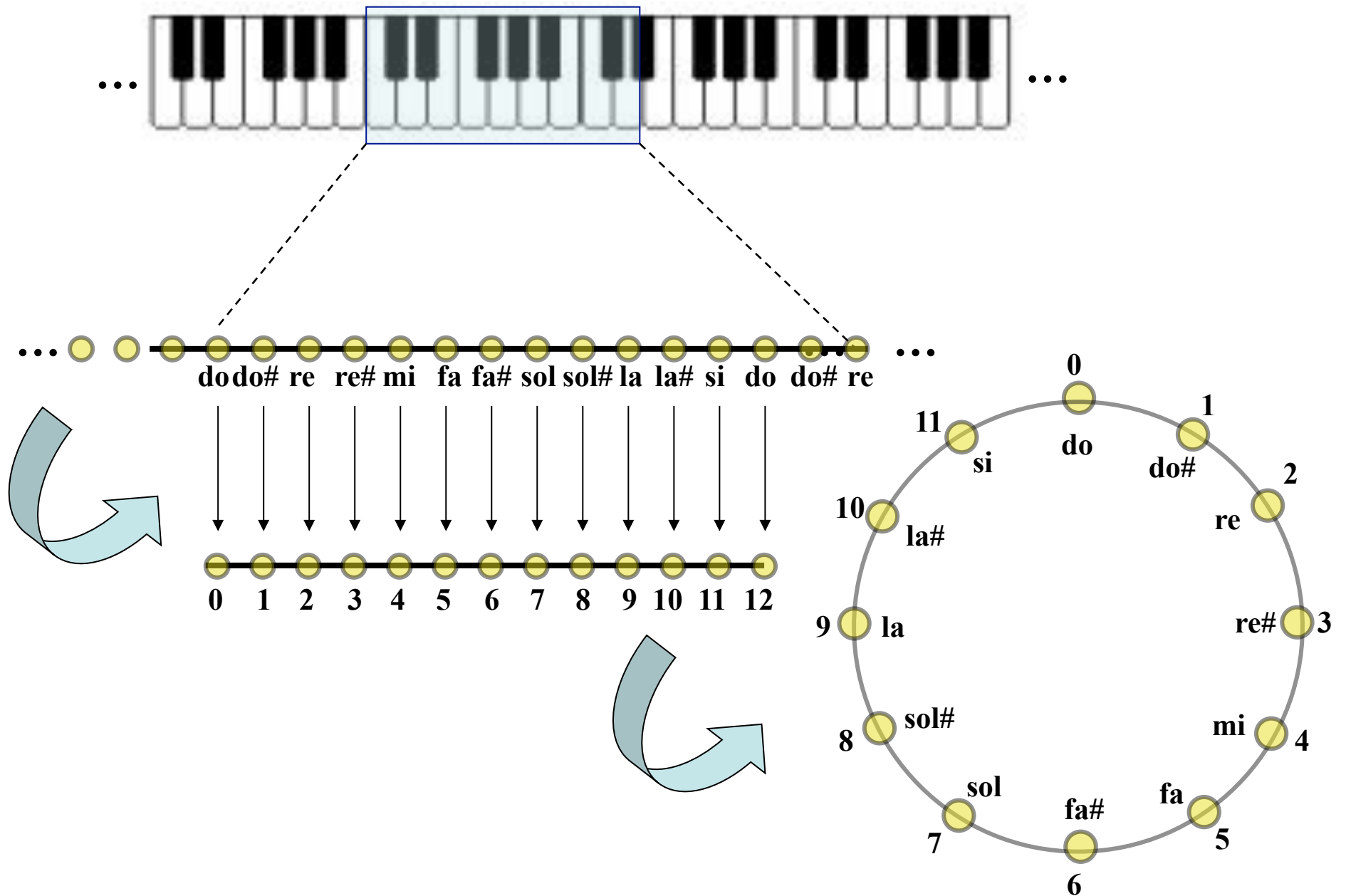
=

$$\mathbf{RI}: (a,b) \rightarrow (a, 12-b \bmod 12)$$

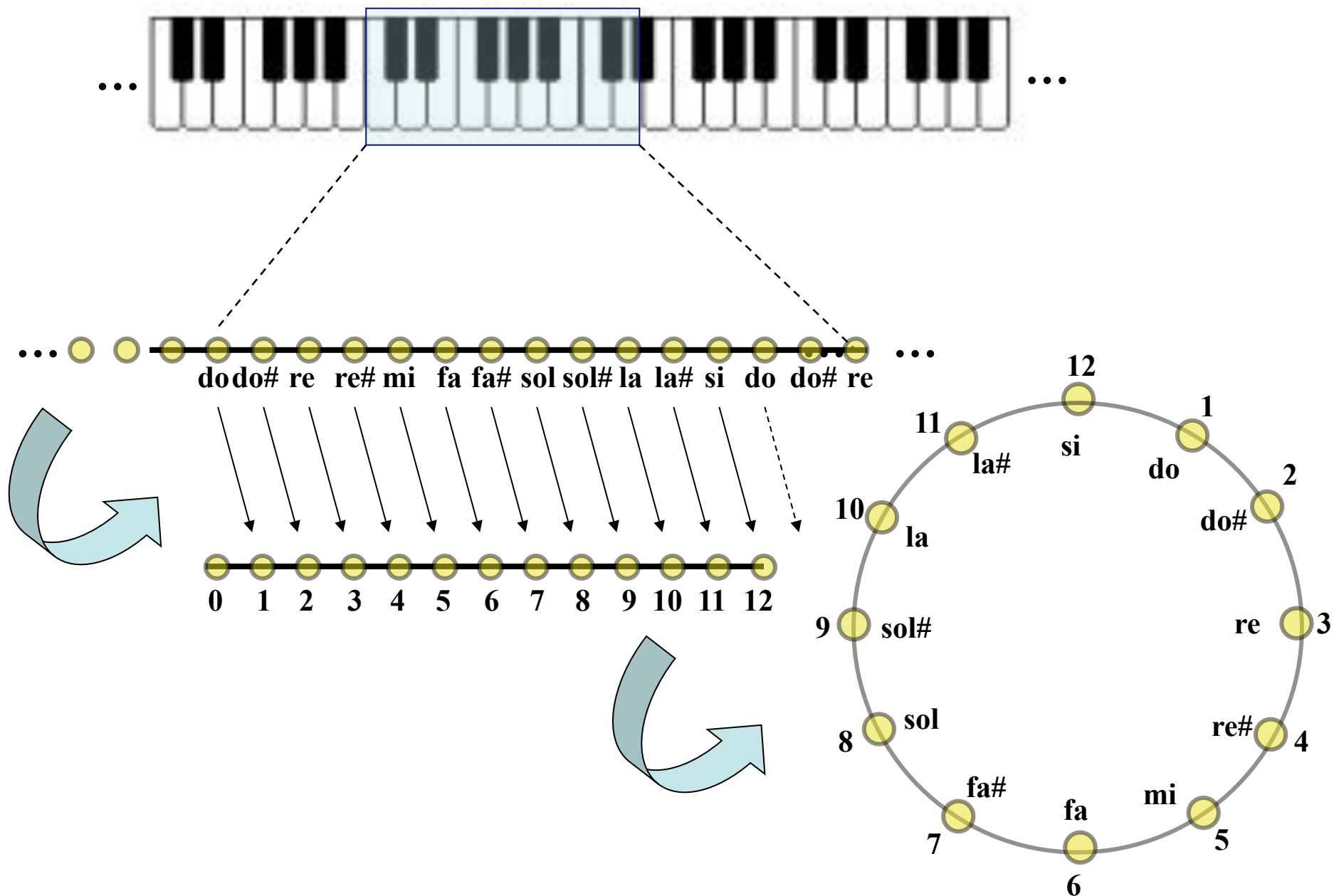
$$\downarrow$$

$$(11-a, 12-b \bmod 12)$$

Reduction à l'octave et congruence modulo 12



Reduction à l'octave *sans* congruence modulo 12



Procédés algorithmiques dans le sérialisme intégrale

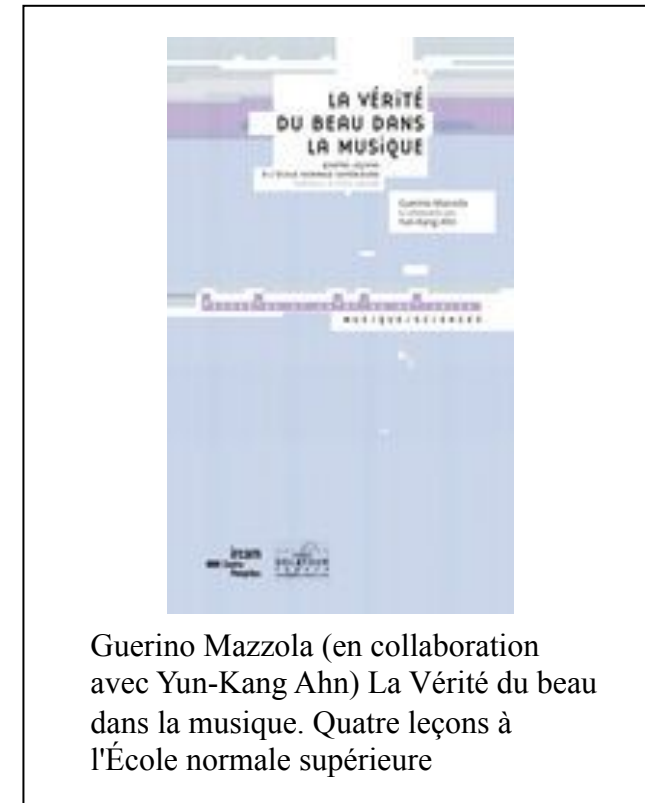
- *Structures 1a* pour deux piano de Boulez (1952/1961)

S												I											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	7	3	10	12	9	2	11	6	4	8	5
3	8	4	5	6	11	1	9	12	3	7	10	7	11	10	12	9	8	1	6	5	3	2	4
3	4	1	2	8	9	10	5	6	7	12	11	3	10	1	7	11	6	4	12	8	2	5	8
4	5	2	8	9	12	3	6	11	1	10	7	10	12	7	11	6	5	3	9	8	1	4	2
5	8	6	9	12	10	4	11	7	2	3	1	12	9	11	6	5	4	10	8	2	7	3	1
6	11	9	12	10	3	5	7	1	8	4	2	6	8	6	5	4	3	12	2	1	11	10	7
7	1	10	3	4	5	11	2	9	12	6	9	2	1	4	3	10	12	8	7	11	5	8	6
8	9	5	6	11	7	2	12	10	4	1	3	11	6	12	9	8	2	7	5	4	10	1	3
9	12	6	11	7	1	8	10	3	5	2	4	6	5	9	8	2	1	11	4	3	12	7	10
10	3	7	1	2	8	12	4	5	11	9	6	4	3	2	1	7	11	5	10	12	8	6	9
11	7	12	10	3	4	6	1	2	9	5	8	8	2	5	4	3	10	9	1	7	6	12	11
12	10	11	7	1	2	9	3	4	6	8	5	5	4	8	2	1	7	6	3	10	9	11	12

FIGURE 4.3 – Les matrices S et I servant de base à la composition de Boulez.



FIGURE 4.4 – Les trois premières lignes de la matrice S détaillées.



Guerino Mazzola (en collaboration avec Yun-Kang Ahn) *La Vérité du beau dans la musique. Quatre leçons à l'École normale supérieure*

- G. Ligeti, « Pierre Boulez. Decision and automatism in Structure 1a », *Die Reihe*, vol. IV, pp. 36-62, 1959
- Y.- Kang Ahn, « L'analyse musicale computationnelle », thèse, Paris 6/Ircam, 2009

Procédés algorithmiques dans le sérialisme intégrale

- *Structures 1a* pour deux piano de Boulez (1952/1961)

S												I											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	7	3	10	12	9	2	11	6	4	8	5
3	8	4	5	6	11	1	9	12	3	7	10	7	11	10	12	9	8	1	6	5	3	2	4
3	4	1	2	8	9	10	5	6	7	12	11	3	10	1	7	11	6	4	12	8	2	5	8
4	5	2	8	9	12	3	6	11	1	10	7	10	12	7	11	6	5	3	9	8	1	4	2
5	8	6	9	12	10	4	11	7	2	3	1	12	9	11	6	5	4	10	8	2	7	3	1
6	11	9	12	10	3	5	7	1	8	4	2	9	8	6	5	4	3	12	2	1	11	10	7
7	1	10	3	4	5	11	2	9	12	6	9	2	1	4	3	10	12	8	7	11	5	8	6
8	9	5	6	11	7	2	12	10	4	1	3	11	8	12	9	8	2	7	5	4	10	1	3
9	12	6	11	7	1	8	10	3	5	2	4	6	5	9	8	2	1	11	4	3	12	7	10
10	3	7	1	2	8	12	4	5	11	9	6	4	3	2	1	7	11	5	10	12	8	6	9
11	7	12	10	3	4	6	1	2	9	5	8	8	2	5	4	3	10	9	1	7	6	12	11
12	10	11	7	1	2	9	3	4	6	8	5	5	4	8	2	1	7	6	3	10	9	11	12

FIGURE 4.3 – Les matrices S et I servant de base à la composition de Boulez.



FIGURE 4.4 – Les trois premières lignes de la matrice S détaillées.

« Rétrospectivement, je ne considère plus cette pièce comme représentative de l'œuvre de Boulez, ni même pour la conception sérielle, mais plutôt comme un paradigme de musique presque algorithmique, se rapprochant de la pensée informatique. La voie que Boulez a poursuivie après la composition du premier volume des *Structures* l'a conduit à se détourner dans ses nouvelles œuvres de tout automatisme, tout en restant attaché à l'idée de constructivisme » (Ligeti 1959)


- G. Ligeti, « Pierre Boulez. Decision and automatism in Structure 1a », *Die Reihe*, vol. IV, pp. 36-62, 1959
- Y.- Kang Ahn, « L'analyse musicale computationnelle », thèse, Paris 6/Ircam, 2009

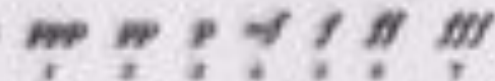
« Sérialisme intégrale » chez Messiaen...

- Mode de valeurs et d'intensités (1950)



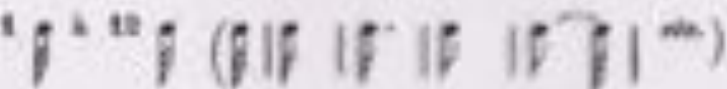
Ce morceau utilise un mode de hauteurs (16 sons), de valeurs (24 durées), d'attaques (32 attaques), et d'intensités (7 nuances). Il est entièrement écrit dans le mode.

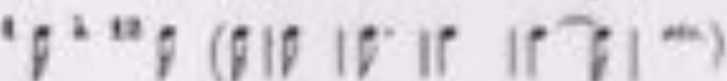
Attaches: 
 (avec l'attaque normale, sans signe, cela fait 32.)

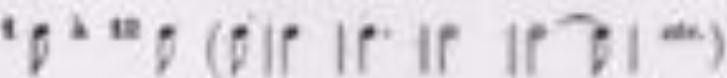
Intensités: 

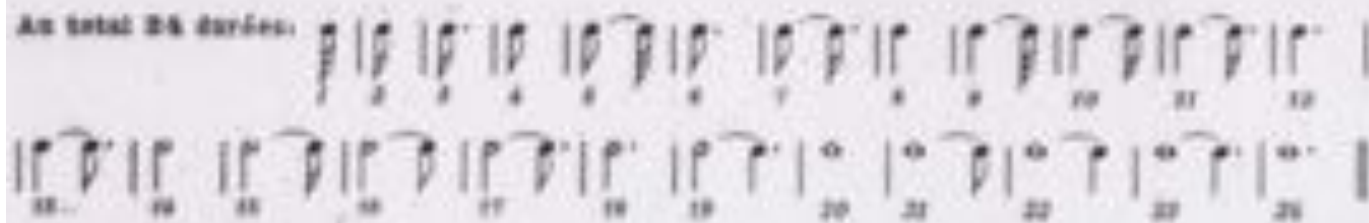
Sons: Le mode se partage en 3 Divisions ou ensembles mélodiques de 12 sons, s'étendant chacun sur plusieurs octaves, et croisés entre eux. Tous les sons de même son sont différents comme hauteur, comme valeur, et comme intensité.

Valeurs:

Division I: durées chromatiques de 1 


Division II: durées chromatiques de 1 

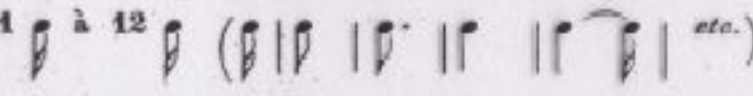
Division III: durées chromatiques de 1 

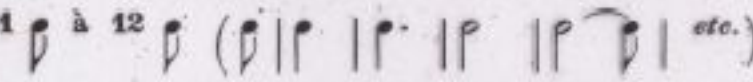
Au total 24 durées: 

« Sérialisme intégrale » chez Messiaen...

- Mode de valeurs et d'intensités (1950)

Division I: durées chromatiques de 1 à 12 ( etc.)

Division II: durées chromatiques de 1 à 12 ( etc.)

Division III: durées chromatiques de 1 à 12 ( etc.)



Voici le mode:

I 
(la Division I est utilisée dans la portée supérieure du Piano)

II 
(la Division II est utilisée dans la portée médiane du Piano)

III 
(la Division III est utilisée dans la portée inférieure du Piano)

...et « combinatorialité » d'hexacordes

- Mode de valeurs et d'intensités (1950)

Modéré

PIANO

ppp ff f ff mf f ff pp ff

A musical score for piano, marked 'Modéré', showing a sequence of chords and dynamics. The score is written for three staves (treble, middle, and bass clefs). The dynamics are indicated by various markings: ppp, ff, f, ff, mf, f, ff, pp, ff.



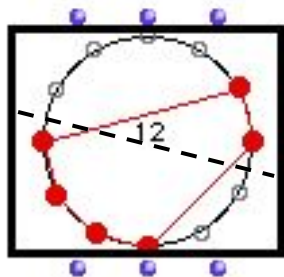
Voici le mode:

I

ppp ppp ff f mf ff f mf ff pp ff p

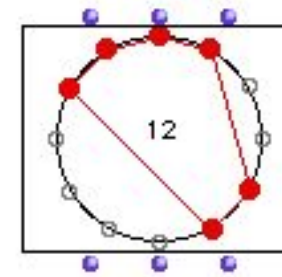
(la Division I est utilisée dans la portée supérieure du Piano)

A musical score for 'Voici le mode', marked 'I', showing a sequence of notes and dynamics. The dynamics are indicated by various markings: ppp, ppp, ff, f, mf, ff, f, mf, ff, pp, ff, p. A red box highlights a specific sequence of notes.



$$\{3,2,9,8,7,6\} \longrightarrow \{4,5,10,11,0,1\}$$

$$T_7I : x \rightarrow 7-x$$



Jeux dodécaphoniques et musique algorithmique

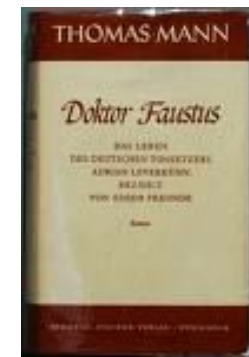
- *Les Zwölftonspiele* de Josef Mathias Hauer

en notation traditionnelle :

Zwölftonspiel
(20. Februar 1951)
Josef Mathias Hauer (1893 - 1959)

© Copyright 1979 by Ludwig Schläpfer (Bernhard Hermanns) · KG, Wien - München, Verlag of Kassel

Figure 0.2 : Fig. 11.22 : Hauer, *Zwölftonspiel* (1958), mes. 1 in Barbaud, *M.M.* p. 46. [extrait de la thèse de Nicolas Viel, p. 452]



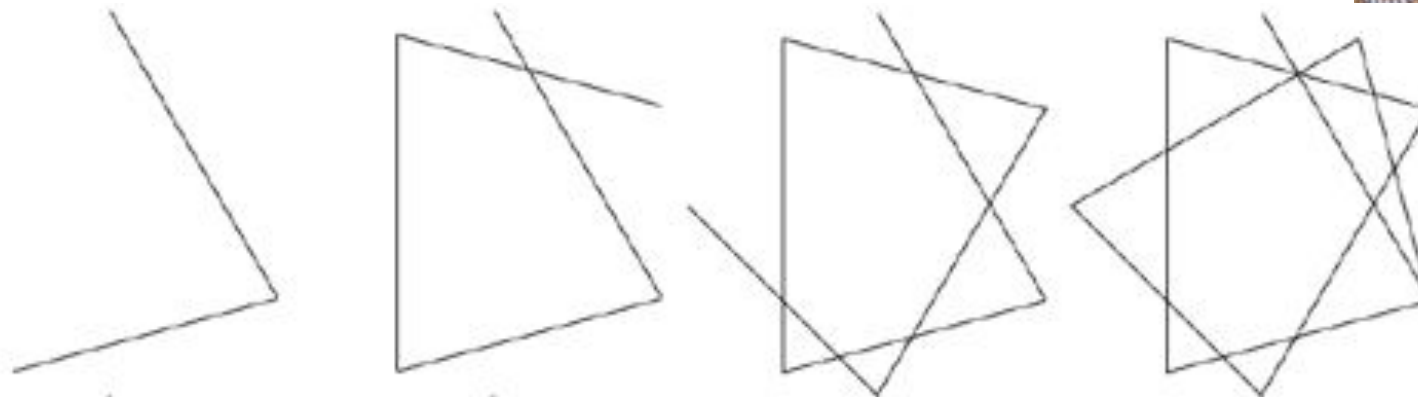
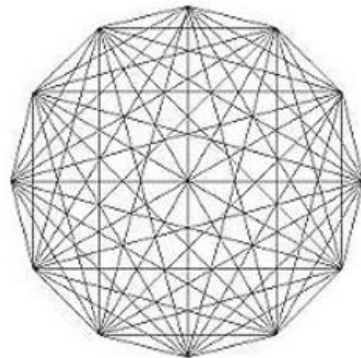
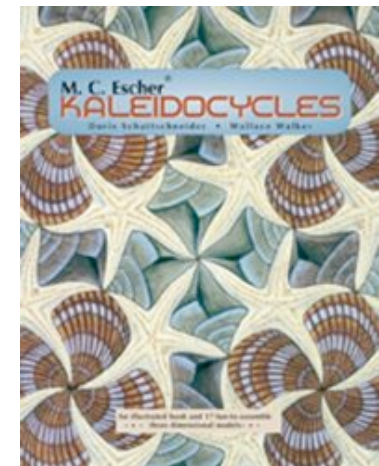
« *Zwölftonmusik ist keine Kunst im klassischen, romantischen, modernen Sinne, sondern ein kosmisches Spiel mit den 12 temperierten Halbtönen* ».



Kaléïdocycles musicaux et pensée contrapuntique

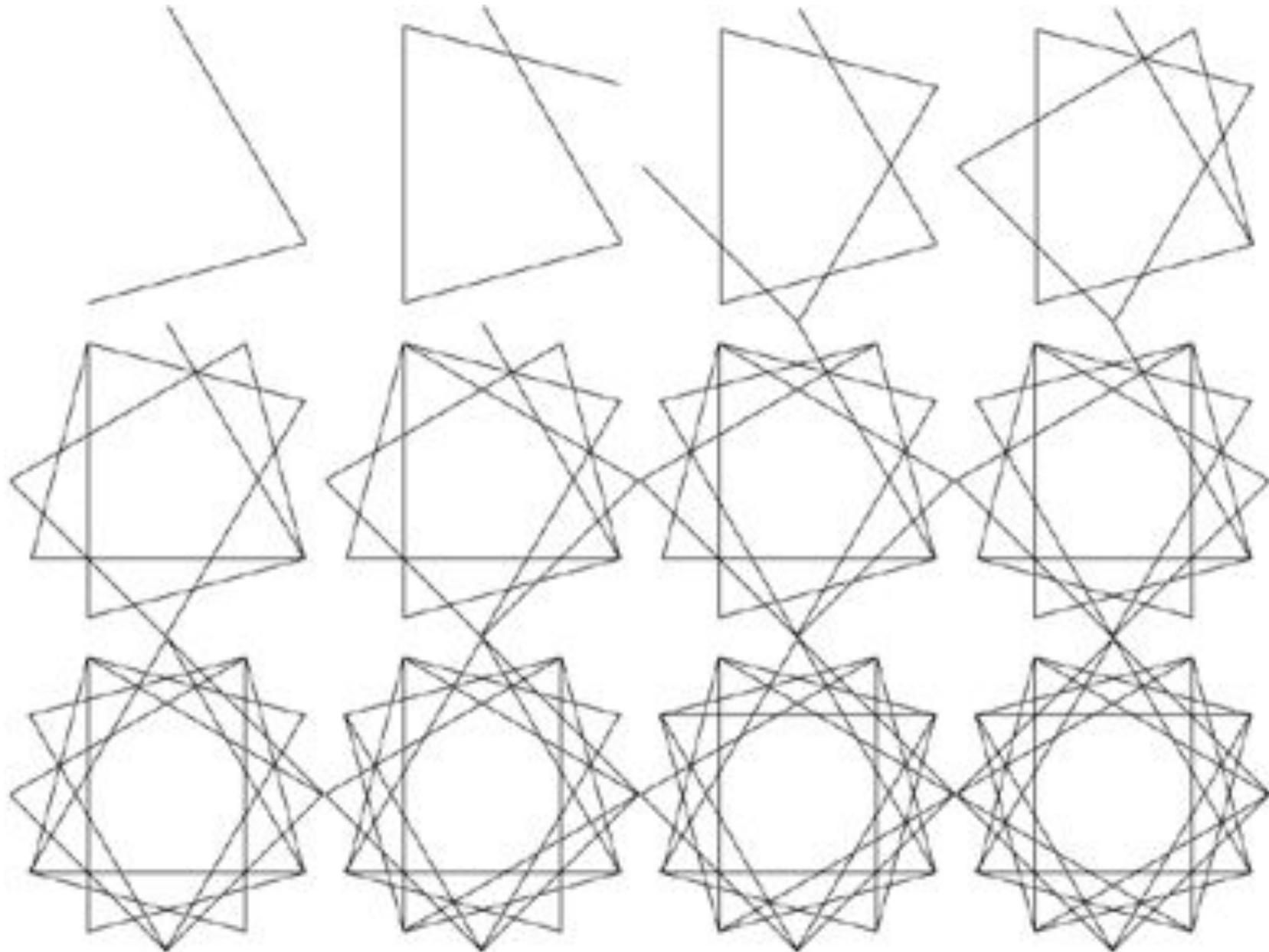
Luigi Verdi, *Caleidocicli musicali. Simmetrie infrante dei suoni*, 2005 (nouvelle édition, 2010)

Le kaléïdocycle est le résultat d'une transformation de l'espace dans le temps, à savoir d'une structure verticale en une structure horizontale: la structure périodique qui règle le développement temporel d'un kaléïdocycle est déduite initialement du contenu intervallique [vecteur d'intervalles dans le sens de la *pitch class set theory*] des accords employés. Dans cet ouvrage j'ai voulu présenter en détail certaines propriétés fondamentales de la technique des kaléïdocycles, une technique qui peut être à la base des différentes compositions. Grâce à sa grande ductilité, la technique peut donner lieu à de résultats complètement différent par rapport à ceux qui sont ici présentés.



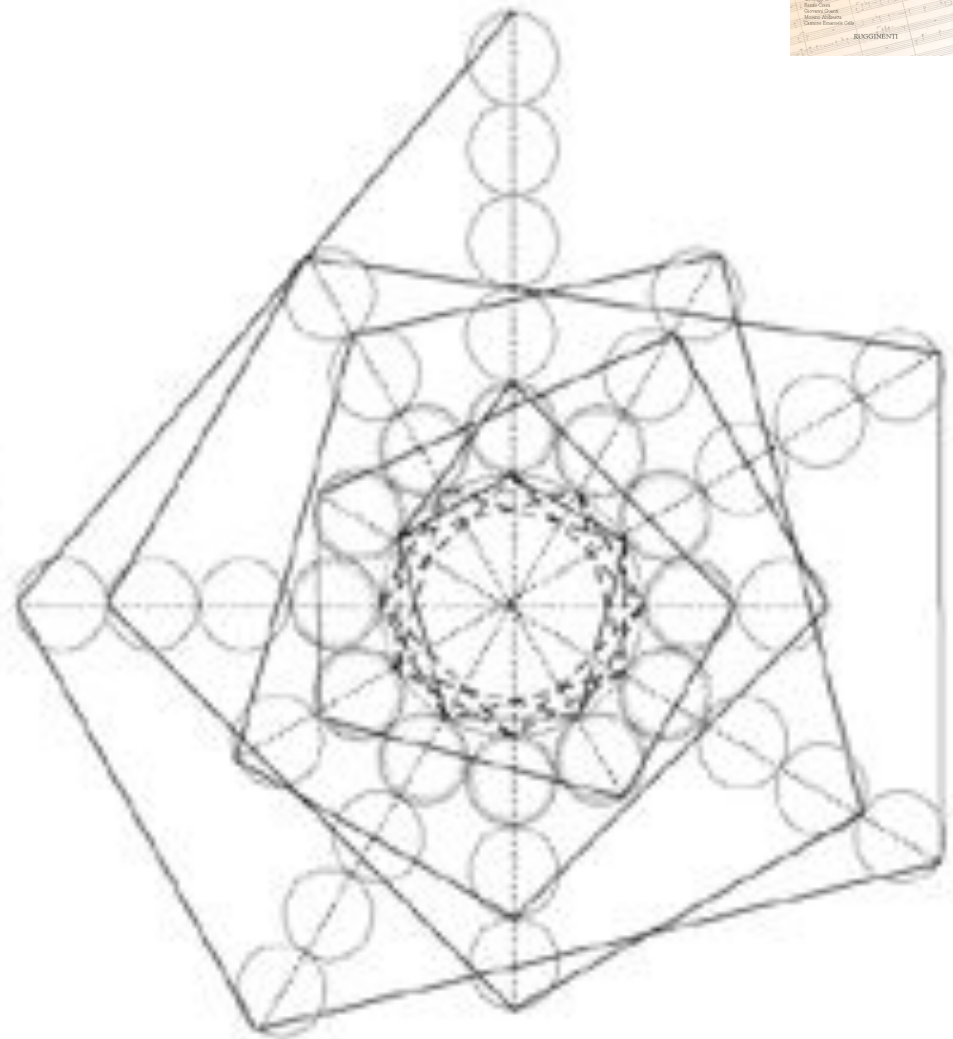
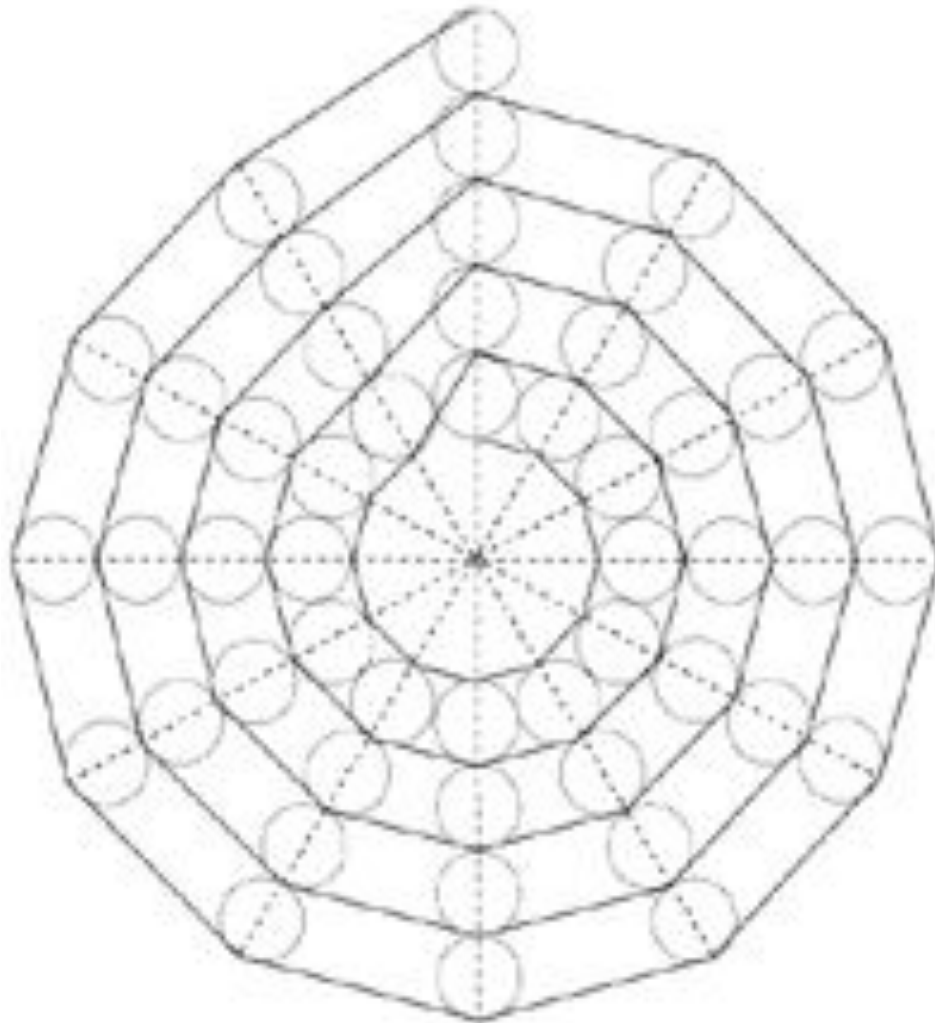
Kaléïdocycles musicaux et pensée contrapuntique

Luigi Verdi, *Caleidocicli musicali. Simmetrie infrante dei suoni*, 2005 (nouvelle édition, 2010)

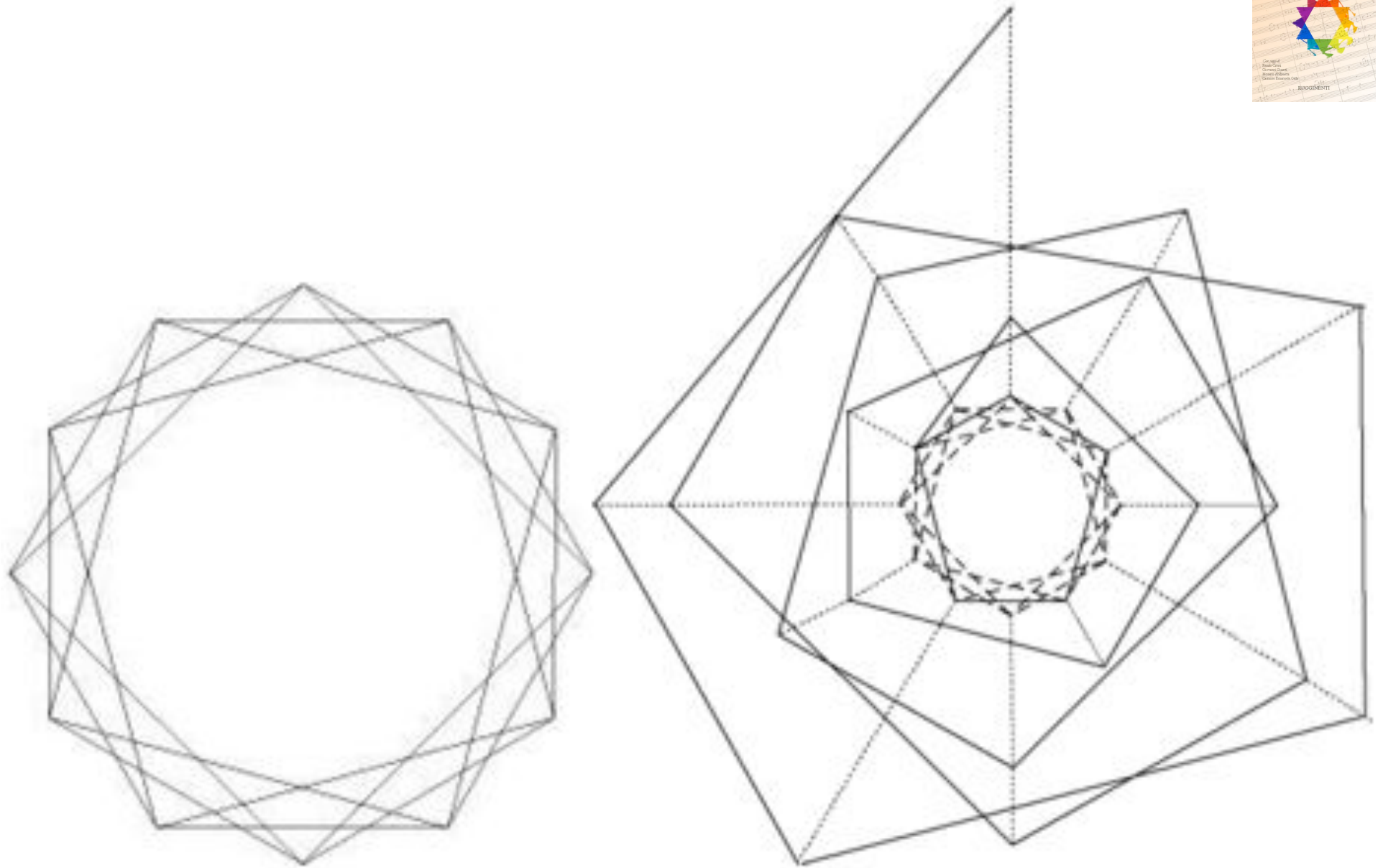


Kaléïdocycles musicaux et pensée contrapuntique

Luigi Verdi, *Caleidocicli musicali. Simmetrie infrante dei suoni*, 2005 (nouvelle édition, 2010)

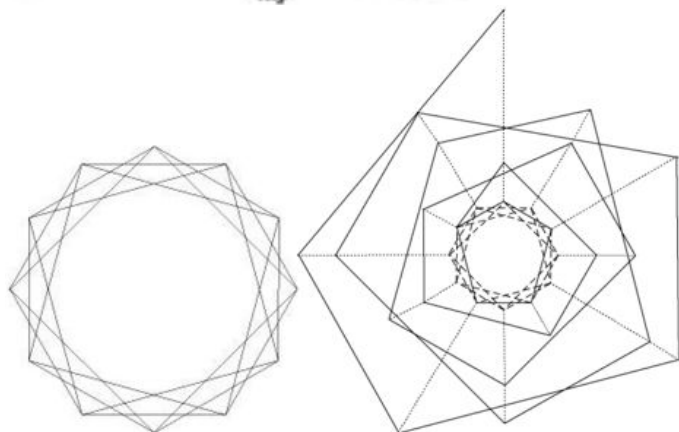


Kaléïdocycles musicaux et pensée contrapuntique



Kaléidocycles musicaux et pensée contrapuntique

Luigi Verdi, *Caleidocicli musicali. Simmetrie infrante dei suoni*, 2005 (nouvelle édition, 2010)



- 🔊 ***Vana Sonoritas* (1990), pour 9 cors (durée : 8')**
- 🔊 ***Complainte* (1987), pour 2 flutes, 2 harpes, célesta et voix (durée : 3')**

Les Kaléïdocycles comme outil d'analyse musicale

Luigi Verdi, « Musical kaleidocycles: composition and analytical techniques », *Analitica*, Vol. 4, 2007

http://www.gatm.it/analitica/numeri/volume4/numerounico/0en_1.htm

Etude, Op. 56, No. 4 (1908)

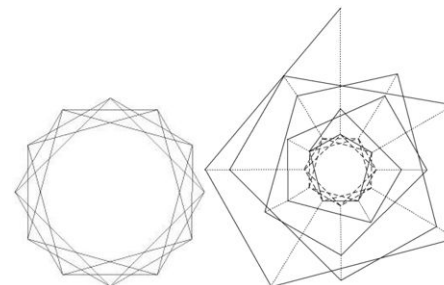
Presto

fa 6 si 9 sol# 6 re 5 sol 6 reb 6 sol 6 reb

6 sol 1

lab 4 do 6 fa#

5 si 8 sol 6 reb 4 fa 6 si



« It is [...] possible to observe, by means of a harmonic analysis of some short compositions by Aleksandr Skrjabin, that all the elements of the kaleidocyclic logic are evident in latent form in this composer's work. »

Séquences périodiques et calcul des différences finies

$$Df(x) = f(x) - f(x-1)$$

$$\begin{aligned}
 f &= 7 \ 11 \ 10 \ 11 \ 7 \ 2 \ 7 \ 11 \ 10 \ 11 \ 7 \ 2 \ 7 \ 11 \dots \\
 Df &= 4 \ 11 \ 1 \ 8 \ 7 \ 5 \ 4 \ 11 \ 1 \ 8 \ 7 \ 5 \ 4 \ 11 \dots \\
 D^2f &= 11 \ 7 \ 2 \ 7 \ 11 \ 0 \ 11 \ 7 \ 2 \ 7 \ 11 \ 0 \dots \\
 D^3f &= 1 \ 8 \ 7 \ 5 \ 4 \ 11 \ 1 \ 8 \ 7 \ 5 \ 4 \ 11 \dots \\
 D^kf &= \dots
 \end{aligned}$$



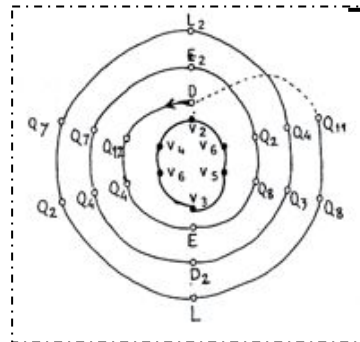
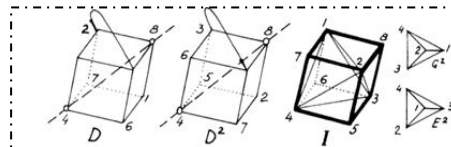
Anatol Vieru (1926-1998)

dalassimo
mf *mp* *pp* *pt* *pt* *p* *mf* *mp* *pp* *pp*

V 0 3 8 7 11 0 11 10 6 9 0 9 1 2 9 8 4 3 6
 VIII 0 0 0 0 3 3 7 2 0 0 0 6 3 3 3 4 8 0 0
 IV 3 3 4 4 1 11 11 8 3 3 9 4 1 7 11 8 11 3 9
 IX 0 0 0 0 0 3 6 [1] 3 3 3 3 9 0 3 6 [10] 6 6
 IV 0 10 3 9 10 0 9 7 0 6 7 9 6 4 9 3 4 6 3

Anatol Vieru: *Zone d'oubli* pour alto (1973)

Séquences périodiques dans *Nomos Alpha* (1966)



CUBE-TABLE1

manual loop play stop clear

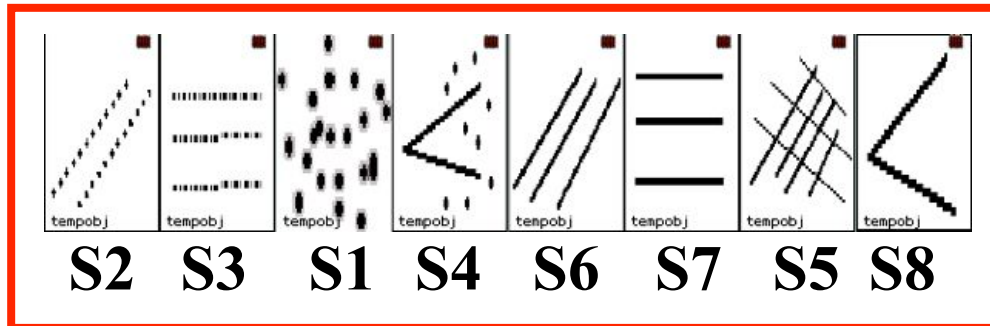
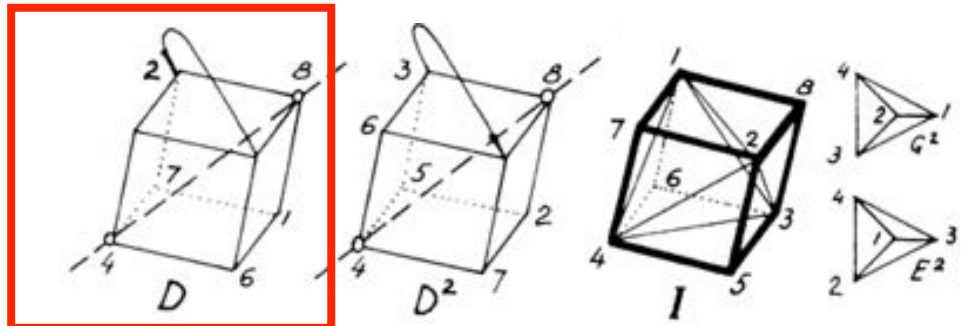
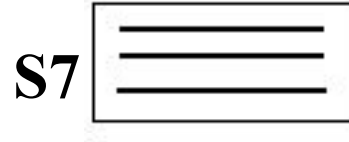
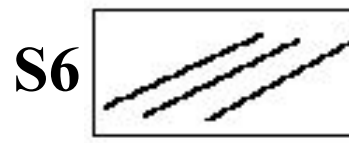
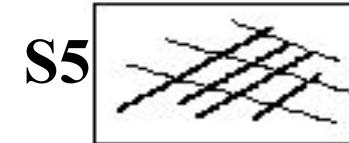
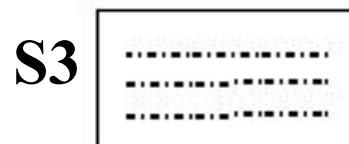
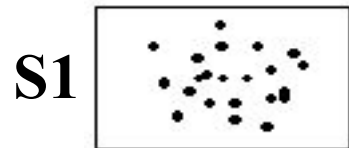
	I	A	B	C	D	D ²	E	E ²	G	G ²	L	L ²	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	
I																									
A																									
B																									
C																									
D																Q3									
D ²																Q8									
E															Q7										
E ²																									
G																									
G ²																									
L															Q8										
L ²																							Q7		
Q1																									
Q2																						L	E ²		
Q3						Q11																D ²		E	
Q4																									
Q5																									
Q6																									
Q7							Q4				Q2														
Q8							Q2				Q11														
Q9																									
Q10																									
Q11																									
Q12						Q4										L ²						D			

```

q11 (8 5 6 7 4 1 2 3)
q8 (7 5 8 6 3 1 4 2)
1 (1 3 4 2 5 7 8 6)
q2 (7 6 5 8 3 2 1 4)
q7 (8 7 5 6 4 3 1 2)
1^2 (1 4 2 3 5 8 6 7)
q11 (8 5 6 7 4 1 2 3)
q3 (8 6 7 5 4 2 3 1)
d^2 (3 1 2 4 7 5 6 8)
q1 (6 7 8 5 2 3 4 1)
q7 (8 7 5 6 4 3 1 2)
e^2 (4 1 3 2 8 5 7 6)
q2 (7 6 5 8 3 2 1 4)
q8 (7 5 8 6 3 1 4 2)
e (2 4 3 1 6 8 7 5)
q1 (6 7 8 5 2 3 4 1)
q12 (5 6 8 7 1 2 4 3)
d (2 3 1 4 6 7 5 8)
    
```

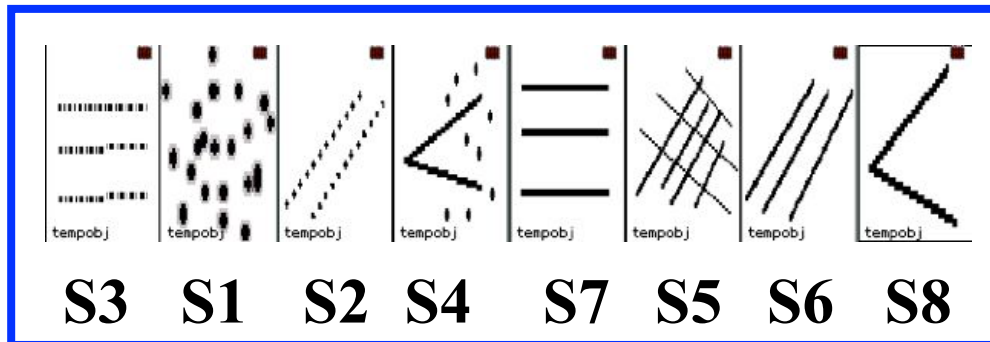
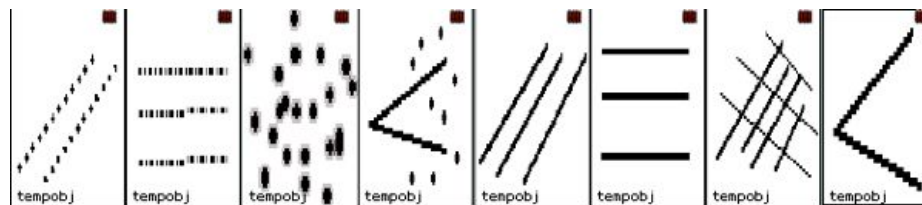
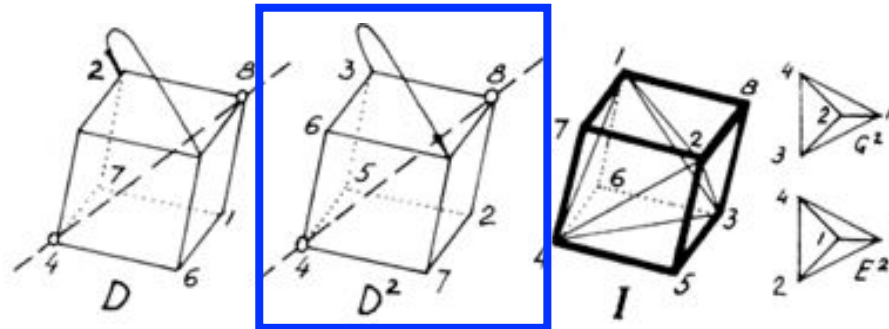
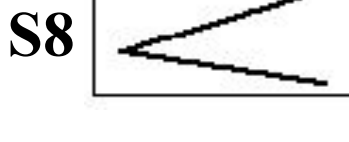
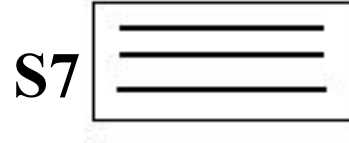
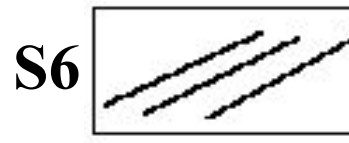
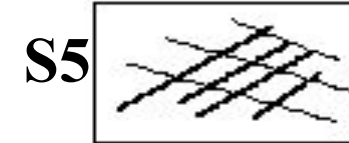
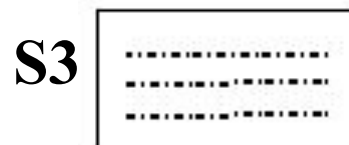
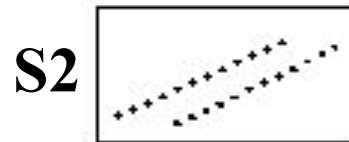
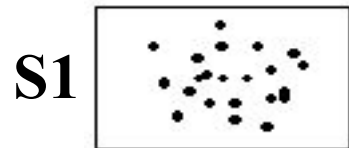
« Musique **symbolique** pour violoncelle seul, possède une architecture « hors-temps » fondée sur la théorie des groupes de transformations. Il y fait usage de la théorie des cribles, théorie qui annexe les congruence modulo n et qui est issue d'une **axiomatique** de la structure **universelle** de la musique » (Iannis Xenakis)

Procédés algorithmiques dans *Nomos Alpha* de I. Xenakis



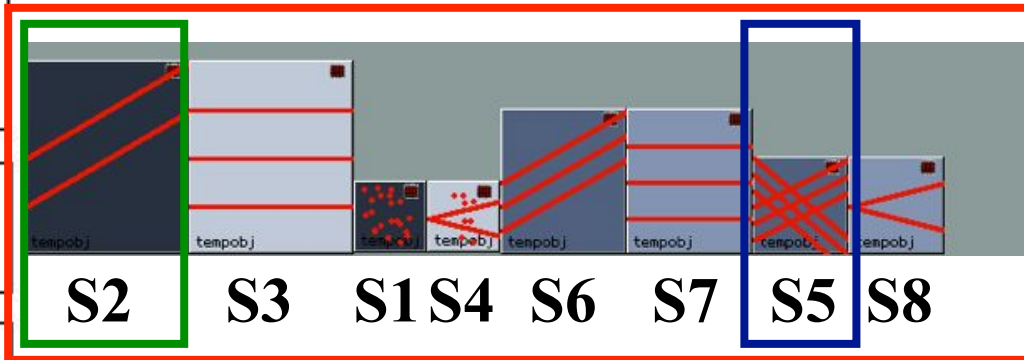
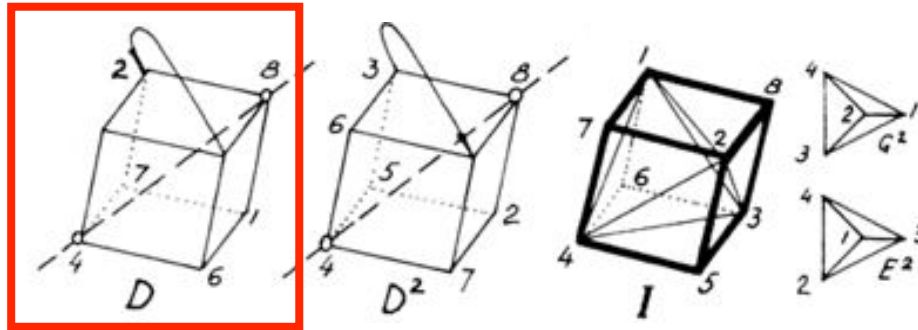
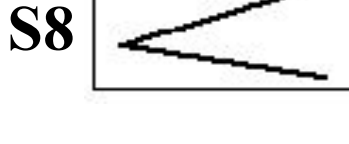
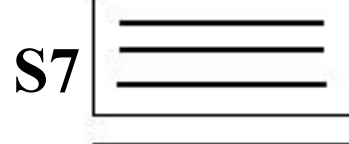
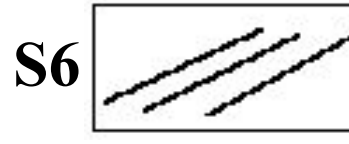
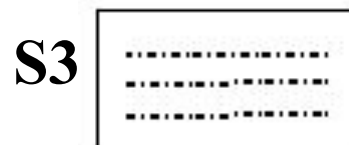
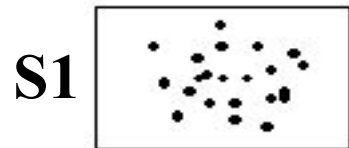
<i>I</i>	12345678
<i>A</i>	21436587
<i>B</i>	34127856
<i>C</i>	43218765
<i>D</i>	23146758
<i>D</i> ²	31247568
<i>E</i>	24316875
<i>E</i> ²	41328576
<i>G</i>	32417685
<i>G</i> ²	42138657
<i>L</i>	13425786
<i>L</i> ²	14235867
<i>Q</i> ₁	78653421
<i>Q</i> ₂	76583214
<i>Q</i> ₃	86754231
<i>Q</i> ₄	67852341
<i>Q</i> ₅	68572413
<i>Q</i> ₆	65782134
<i>Q</i> ₇	87564312
<i>Q</i> ₈	75863142
<i>Q</i> ₉	58761432
<i>Q</i> ₁₀	57681324
<i>Q</i> ₁₁	85674123
<i>Q</i> ₁₂	56871243

Procédés algorithmiques dans *Nomos Alpha* de I. Xenakis



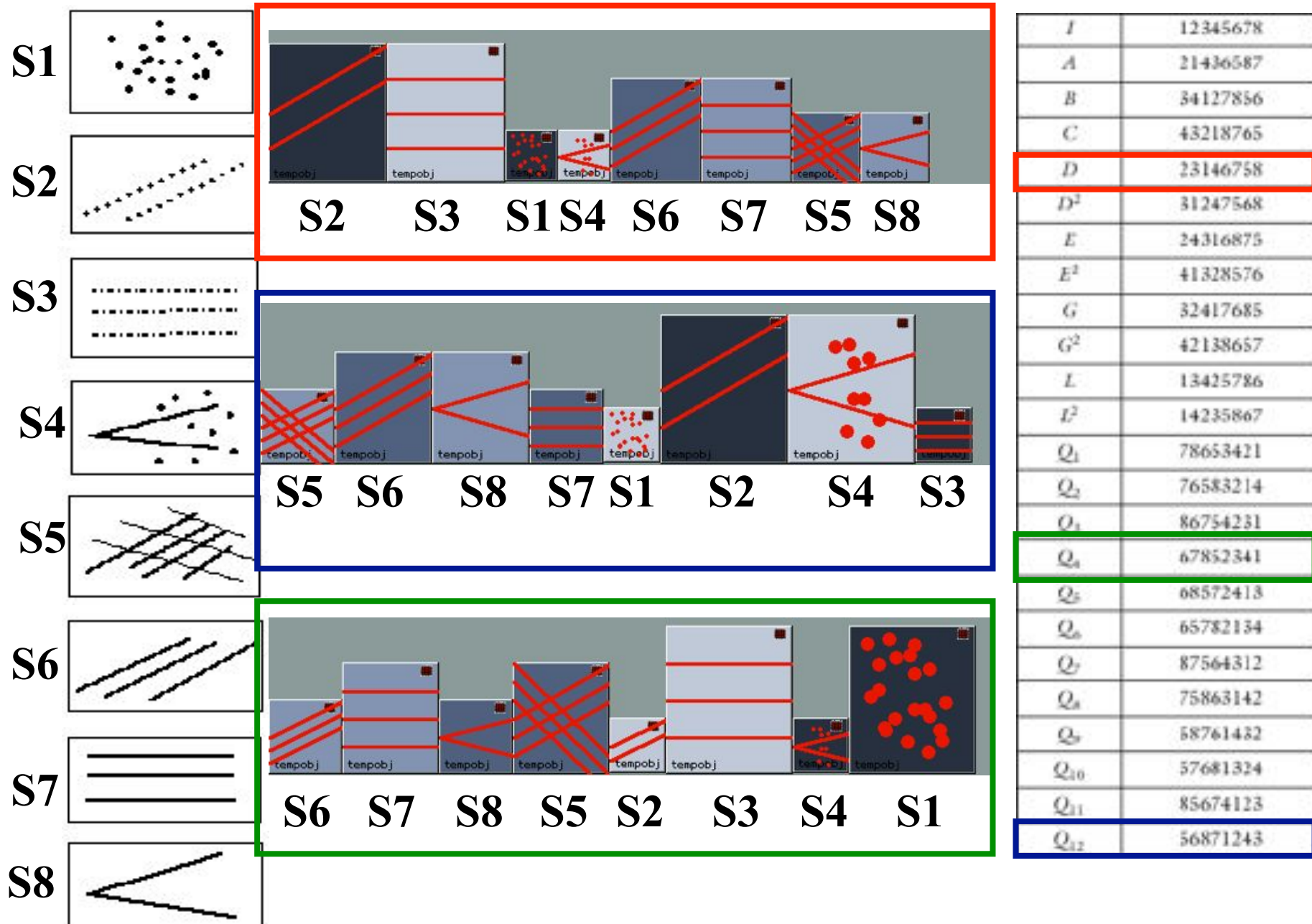
I	12345678
A	21436587
B	34127856
C	43218765
D	23146758
D²	31247568
E	24316875
E ²	41328576
G	32417685
G ²	42138657
L	13425786
L ²	14235867
Q ₁	78653421
Q ₂	76583214
Q ₃	86754231
Q ₄	67852341
Q ₅	68572413
Q ₆	65782134
Q ₇	87564312
Q ₈	75863142
Q ₉	58761432
Q ₁₀	57681324
Q ₁₁	85674123
Q ₁₂	56871243

Procédés algorithmiques dans *Nomos Alpha* de I. Xenakis

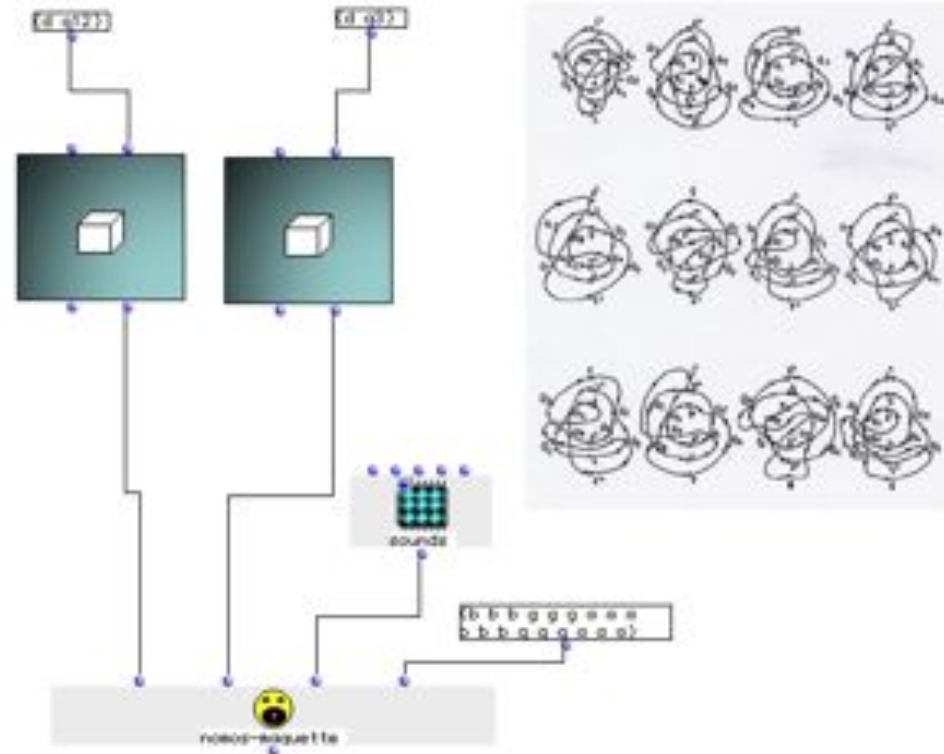
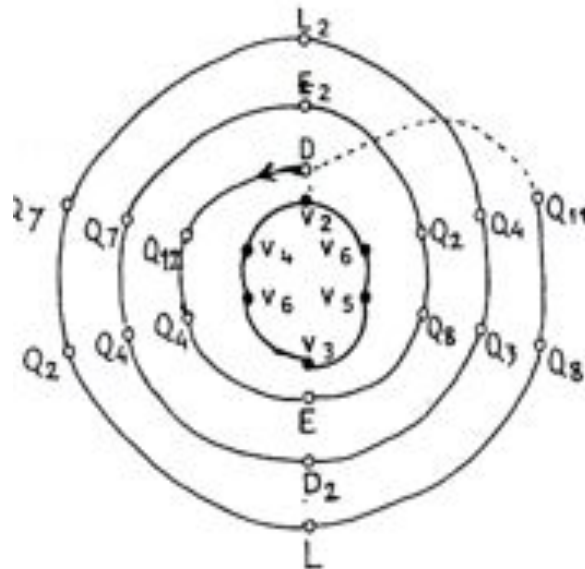
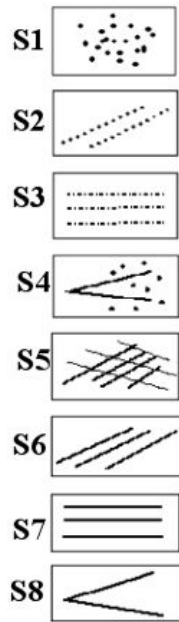


$$\begin{aligned} \kappa^{\sigma_1} &= 1 . \underline{mf} . 2 \rightarrow - 2 . \underline{mf} \rightarrow \\ \kappa^{\sigma_2} &= 1 . \underline{fff} . 4.5 = 4.5 . \underline{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\sigma_3} &= 2.5 . \underline{fff} . 4.5 = 11.25 . \underline{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\sigma_4} &= 2.5 . \underline{mf} . 2 = 5 . \underline{mf} \rightarrow \rightarrow \\ \kappa^{\sigma_5} &= 1.5 . \underline{f} . 2.62 = 3.93 \underline{f} \rightarrow \\ \kappa^{\sigma_6} &= 1.5 . \underline{ff} . 3.44 = 5.15 \underline{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\sigma_7} &= 2.0 . \underline{ff} . 3.44 = 6.88 \underline{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\sigma_8} &= 2.0 . \underline{f} . 2.62 = 5.24 \underline{f} \rightarrow \\ \vdots \\ \kappa^{\rho_1} &= 0.5 . \underline{mf} . 2 = 1 . \underline{mf} \rightarrow \rightarrow \\ \kappa^{\rho_2} &= 0.5 . \underline{fff} . 4.5 = 2.25 . \underline{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_3} &= 5 . \underline{fff} . 4.5 = 22.5 . \underline{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_4} &= 5.0 . \underline{mf} . 2 = 10.0 . \underline{mf} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_5} &= 1.08 . \underline{f} . 2.62 = 2.83 \underline{f} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_6} &= 1.08 . \underline{ff} . 3.44 = 3.72 \underline{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_7} &= 2.32 . \underline{ff} . 3.44 = 7.98 \underline{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_8} &= 2.32 . \underline{f} . 2.62 = 6.08 \underline{f} \rightarrow \\ \vdots \\ \kappa^{\tau_1} &= 1 . \underline{mf} . 2 = 2 . \underline{mf} \vdots \\ \kappa^{\tau_2} &= 1 . \underline{fff} . 2 \rightarrow - 2 . \underline{fff} \vdots \\ \kappa^{\tau_3} &= 4.0 . \underline{fff} . 4.5 = 18.0 . \underline{fff} \vdots \\ \kappa^{\tau_4} &= 4.0 . \underline{mf} . 2.0 = 8.0 . \underline{mf} \vdots \\ \kappa^{\tau_5} &= 2.0 . \underline{f} . 2.62 = 5.24 \underline{f} \vdots \\ \kappa^{\tau_6} &= 2.0 . \underline{ff} . 3.44 = 6.88 \underline{ff} \vdots \\ \kappa^{\tau_7} &= 3.0 . \underline{ff} . 3.44 = 10.32 \underline{ff} \vdots \\ \kappa^{\tau_8} &= 3.0 . \underline{f} . 2.62 = 7.86 \underline{f} \vdots \end{aligned}$$

Procédés algorithmiques dans *Nomos Alpha* de I. Xenakis



Implémentation du processus compositionnel en *OpenMusic*



I	12345678
A	21436587
B	34127856
C	43218765
D	23146758
D ²	31247568
E	24316875
E ²	41328576
G	32417685
G ²	42138657
L	13425786
L ²	14235867
Q ₁	78653421
Q ₂	76583214
Q ₃	86754231
Q ₄	67852341
Q ₅	68572413
Q ₆	65782134
Q ₇	87564312
Q ₈	75863142
Q ₉	58761432
Q ₁₀	57681324
Q ₁₁	85674123
Q ₁₂	56871243

- C. Agon, M. Andreatta, G. Assayag et S. Schaub, “Formal aspects of Iannis Xenakis’ Symbolic Music: a computer-aided exploration of some compositional processes”, *Journal of New Music Research*, June 2004, Vol. 33, No. 2, pp. 145-159.
- M. Andreatta and C. Agon, “Structure and Symmetry in Iannis Xenakis *Nomos Alpha* for cello solo”, *Symmetry: Art and Science*, (ISIS – Symmetry), G. Lugosi et D. Nagy (eds.), 2-4, 2007.

Computer-aided model of the compositional process

Achorripsis

by Mikhail Malt

Stochastic music

Poisson Law

Exponential distr.

Gaussian distr.

Pitch-Duration

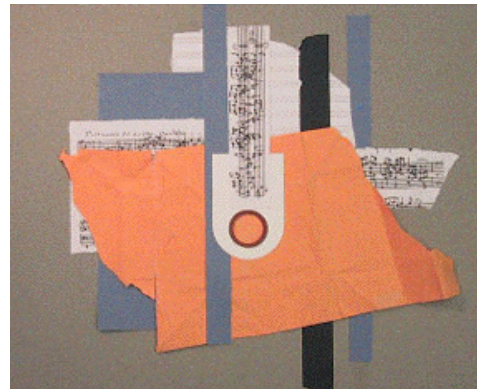
Herma

by Gérard Assayag and
Mikhail Malt

Symbolic music

Boolean operations

Exponential distr.



OpenMusic

Nomos Alpha

by Carlos Agon and Moreno
Andreatta

**Symbolic/Algebraic
music**

Sieve theory

Fibonacci process

Group of rotations

ST/10-01, 48-01

by Mikhail Malt

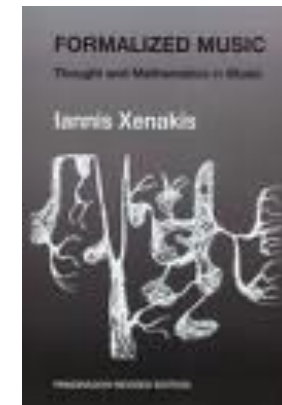
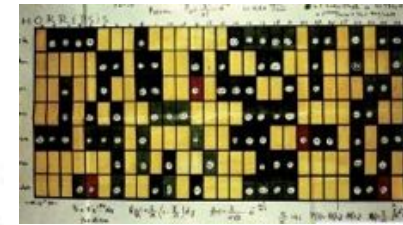
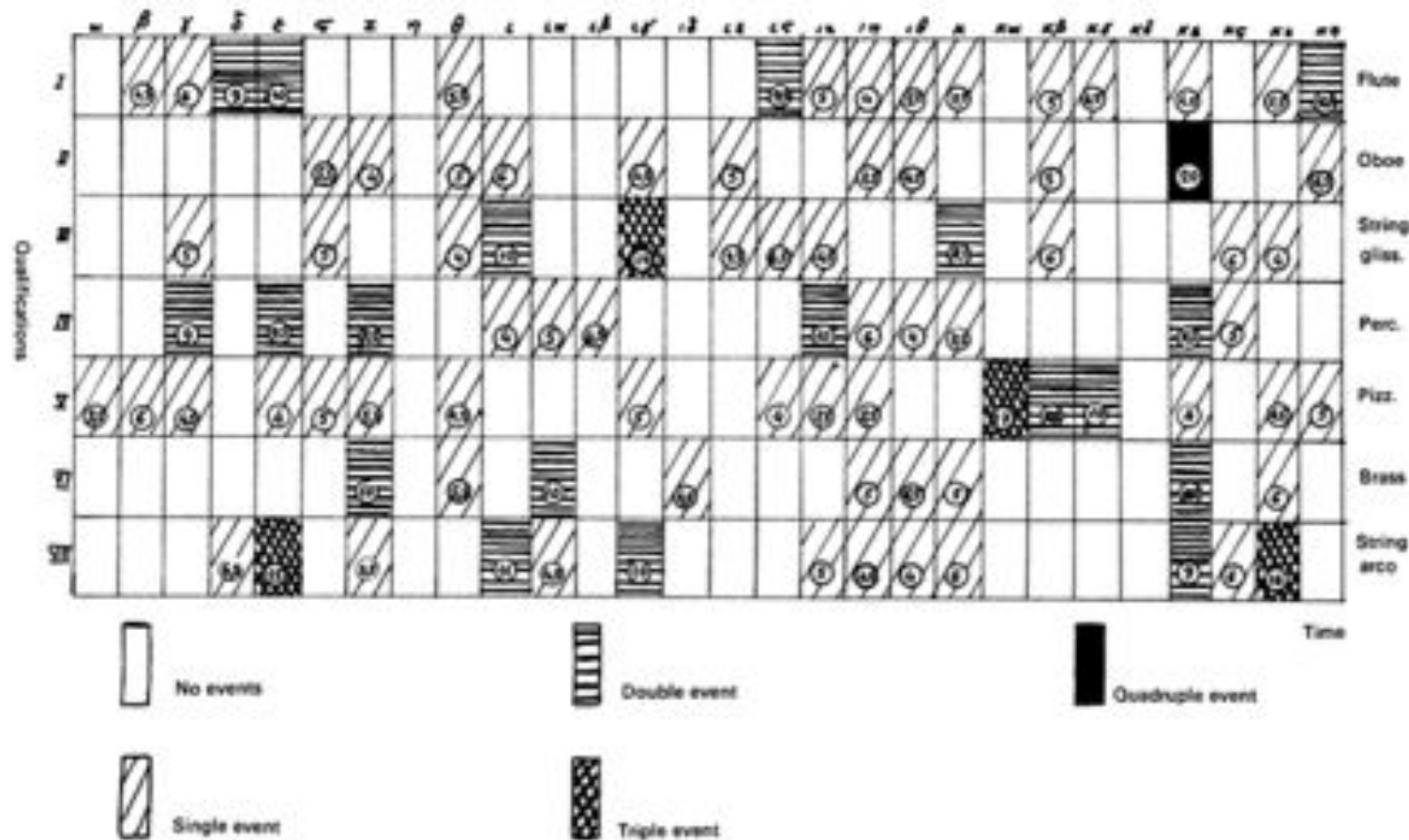
Akrata by Stephan
Schaub and Mikhail Malt

Nomos Alpha

(real time version)
By Mikhail Malt

Future works

Achorripsis (1956/1957) de Iannis Xenakis



« Let us now imagine music composed with aid of matrix [of probabilities] (M). An observer who perceived the frequencies of events of the musical sample would deduce a distribution due to chance and following the laws of probability. Now the question is, **when heard a number of times, will this music keep its surprise effect? Will it not change into a set of foreseeable phenomena through the existence of memory, despite the fact that the law of frequencies has been derived from the laws of chance?** In fact, the data will appear aleatory only at the first hearing. Then, during successive rehearings the relations between the events of the sample ordained by “chance” will form a network, which will take on a definite meaning in the mind of the listener, and will initiate a special “logic,” a new cohesion capable of satisfying his intellect as well as his aesthetic sense; that is, if the artist has a certain flair » (*Formalized Music*, Rev. Ed., 1992, p. 37)

TABLE (MOSAIC) OF COHERENCES

Philosophy (in the etymological sense)

Thrust towards truth, revelation. Quest in everything, interrogation, harsh criticism, active knowledge through creativity.

Chapters (in the sense of the methods followed)

Partially inferential and experimental

ARTS (VISUAL, SONIC, MIXED . . .)

Entirely inferential and experimental

SCIENCES (OF MAN, NATURAL)
PHYSICS, MATHEMATICS, LOGIC

Other methods

to come

?

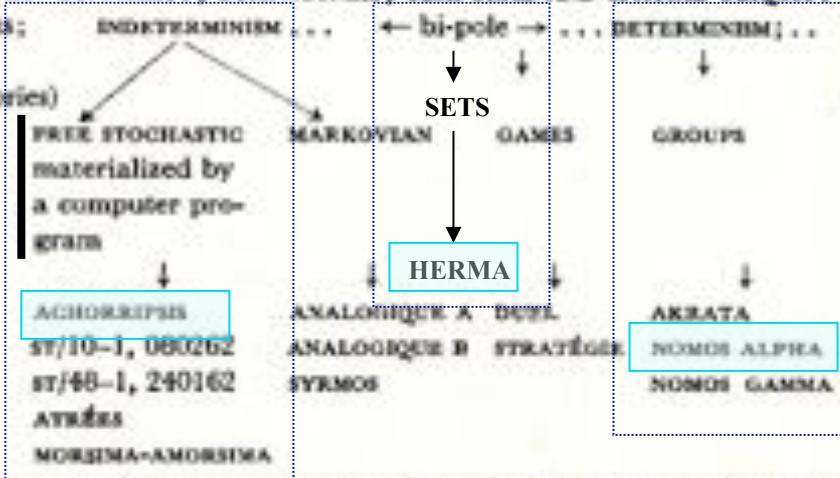
This is why the arts are freer, and can therefore guide the sciences, which are entirely inferential and experimental.

Categories of Questions (fragmentation of the directions leading to creative knowledge, to philosophy)

REALITY (EXISTENTIALITY); CAUSALITY; INFERENCE; CONNECTIVITY; COMPACTNESS; TEMPORAL AND SPATIAL UBIQUITY
AS A CONSEQUENCE OF NEW MENTAL STRUCTURES;

Families of Solutions or Procedures (of the above categories)

Pieces (examples of particular realization)



Classes of Sonic Elements (sounds that are heard and recognized as a whole, and classified with respect to their sources)

ORCHESTRAL, ELECTRONIC (produced by analogue devices), CONCRETE (microphone collected), DIGITAL (realized with computers and digital-to-analogue converters), . . .

Microsounds

Forms and structures in the pressure-time space, recognition of the classes to which microsounds belong or which microstructures produce.

Microsound types result from questions and solutions that were adopted at the CATEGORIES, FAMILIES, and PIECES levels.

Music from Mathematics (1960) : Bell Laboratories



Reproduction de la pochette du LP intitulé “Music from Mathematics” et incluant une série d’expériences menées à la fin des années cinquante aux Bell Telephone Laboratories par **J. R. Pierce**, M. V. Mathews, **D. Lewin**, J. Tenney, S. D. Speeth et N. Guttman.



Premiers exemples de musique algorithmique

"PUSH BUTTON BERTHA"

LYRIC BY
JACK OWENS

MUSIC BY
DATATRON
MATHEMATICIANS
DR. MARTIN KLEIN
DR. DOUGLAS BOLITHO

2222222222
0008071927
RANDOM NUMBERS
USED FOR MUSIC.

NEAREST BROTHER SISTER

SHE'S PUSH-BUTTON BERTHA - SWEET MACHINE, WHAT A QUEEN
CAL-CU-LAT-IN' PAL-A-TIN' CHICK - WITH A
CLICK - MY PUSH-BUTTON BERTHA - NOT TOO LARGE, WHAT A CRABBE
E-LEC-TRON-IC GU-PEE-SON-IC FRIEND - THE
END - CARE SHE'S OP-ER-A-TIN' - WHO' HER ROCK AND ROLL -
BERTHA'S NOT DE-MAND-ING - NEVER WANTS YOUR DOLLAR -
COOL AND CAL-CU-LA-TIN' - THIS GAL HAS NO HEART OR SOUL - SHE'S
AL-WAYS GO-ING TO SEND ME JUST FOR A SWITCH AND SHE'LL GO -
PUSH - BUTTON BERTHA - GO TO - MATHEMATICIANS -
NOW HEAR THIS - SHE CAN'T KISS
OH THE LIGHT BULB AND YOUR RIGHT SASS BRINE - ALL MINE -
YOU WROTE ON - MAKES HER SAY - AL DREAM - MACHINE -
©1956 BY OWENS-KOPPELSON CO. - (P)1956 BY ELECTRODATA CORP.

Exemple 1
Douglas Bolitho et Martin Klein, « *Push Button Bertha* » (1956)
Partition de la pièce, l'une des premières réalisées par ordinateur
Extrait de Charles Ames, « Automated Composition in Retrospect : 1956-1986 », *Leonardo Music Journal*, XX/2 (1987), p. 169



Quartet No. 4 for strings (*Illiatic Suite*, 1957)

ILLIAC SUITE FOR STRING QUARTET
I. EXPERIMENT NO. I
L. HILLER, JR. AND L. M. ISAACSON

PRESTO



Musical score for Violin I, Violin II, Viola, and Cello. The score is for the first experiment, marked 'PRESTO'. It shows the initial musical notation for the string quartet.

Lejaren Hiller et Leonard M. Isaacson, *Illiatic Suite* (1957). Extrait de la musique obtenue dans la première expérience



Musical score for the second experiment, showing the initial musical notation for the string quartet.



Musical score for the third experiment, showing the initial musical notation for the string quartet.

(C) ADASSIO



Musical score for the fourth experiment, marked 'ADASSIO', showing the initial musical notation for the string quartet.

(D) TEMPO I



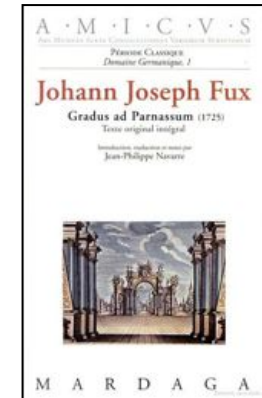
Musical score for the fifth experiment, marked 'TEMPO I', showing the initial musical notation for the string quartet.

Lejaren Hiller et Leonard M. Isaacson, *Illiatic Suite* (1957)
Extrait de la musique expérimentale obtenue dans la troisième expérience



Techniques contrapuntiques et musique algorithmique

L. Hiller & L. M. Isaacson, *Experimental Music: Composition With an Electronic Computer*, McGraw-Hill, New York, 1959.



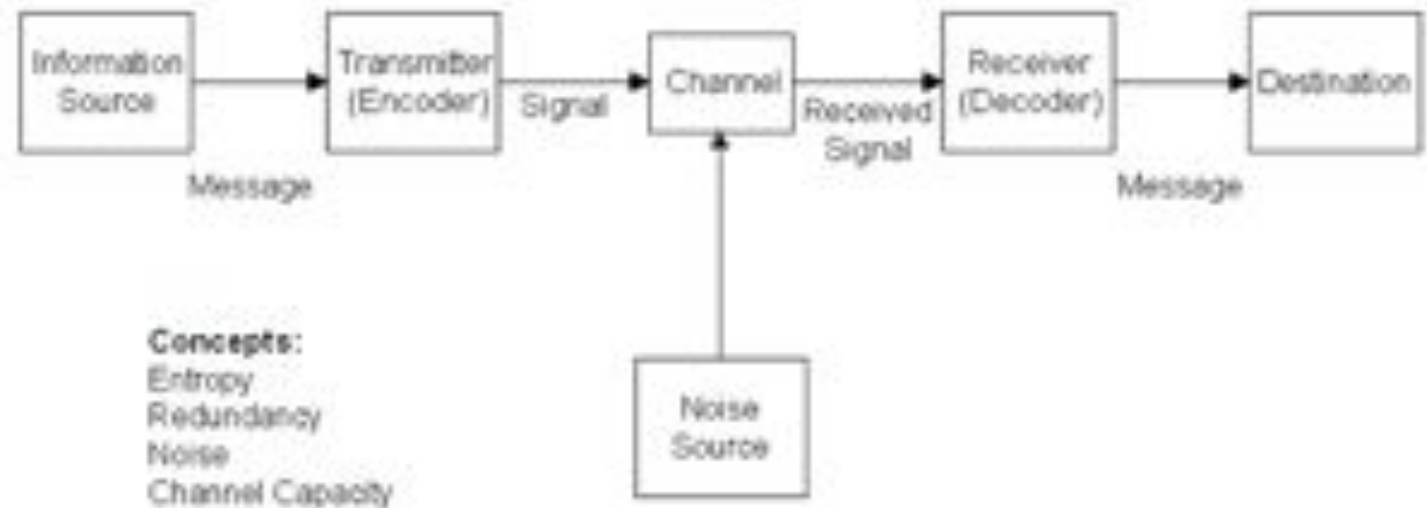
Lejaren Hiller et Leonard M. Isaacson, *Iliac Suite* (1957) : expérience 2. Huit sections, chaque section introduisant une nouvelle règle :

- (A) Musique stochastique (sans règles)
- (B) Règle de mouvement conjoint et pas plus qu'une note répétée
- (C) *Cantus firmus* qui commence sur le do avec un accord initial de *do* majeur.
- (D) Règle d'ambitus d'octave
- (E) Uniquement des accords consonants permis, à l'exception des accords en position 6-4 (deuxième renversement)
- (F) Permission des unissons, octaves, quintes et quarts parallèles
- (G) Quartes parallèles permises ainsi que les accords en position 6-4 et contenant la dixième
- (H) « Best counterpoint »

Musique algorithmique et théorie de l'information

« Cette théorie [théorie de l'information] est si générale, que l'on n'a pas besoin de dire quelles sortes de symboles sont considérés – que ce soient des mots ou des lettres écrits, ou des notes musicales, ou des mots parlés, ou de la musique symphonique ou des images »

The Shannon-Weaver Mathematical Model, 1949



- C. Shannon and W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, 1949
- R.C. Pinkerton, « Information theory and melody », *Scientific American*, 194, 1956
- Leonard B. Meyer, « Meaning in Music and Information Theory », *Journal of Aesthetics and Art Criticism* 15 (4), 1957
- Abraham Moles, *Théorie de l'information et perception esthétique*, 1958
- Joel E. Cohen, « Information theory and Music », *Beh. Science*, 7, 1962
- ...
- F. Lévy, *COMPLEXITE GRAMMATOLOGIQUE ET COMPLEXITE APERCEPTIVE EN MUSIQUE : Étude esthétique et scientifique du décalage entre pensée de l'écriture et perception cognitive des processus musicaux sous l'angle des théories de l'information et de la complexité*, thèse, EHESS/IRCAM, 2004



Abraham Moles

Michel Philippot et les « machines à manipuler l'information »

DIAGRAMME FONCTIONNEL LE PLUS SIMPLE DE LA COMPOSITION MUSICALE.

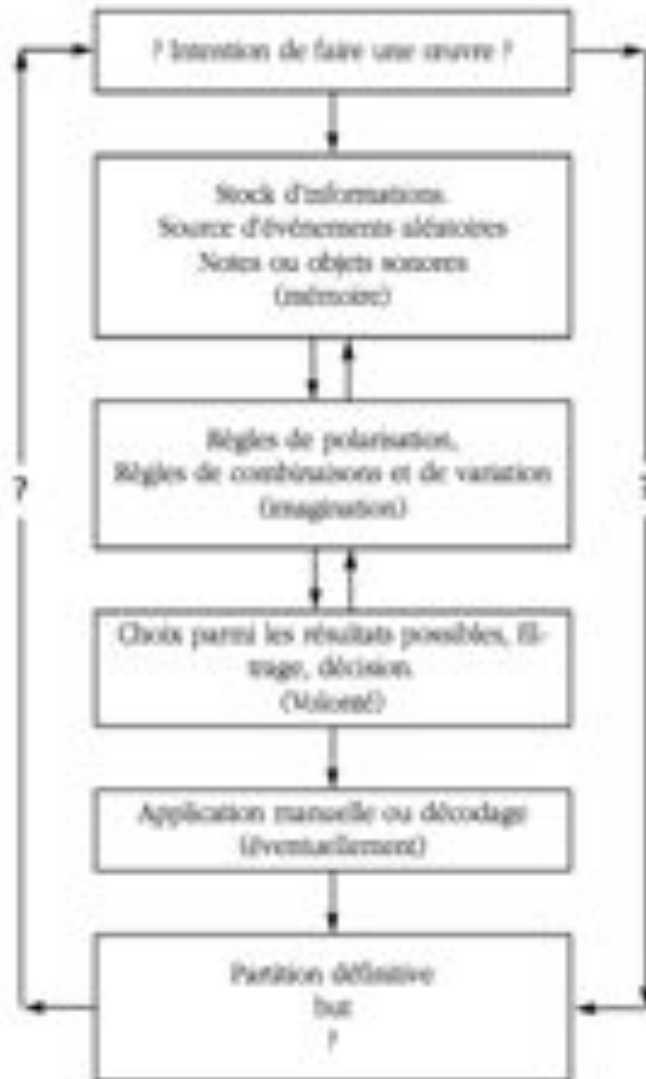


Figure 2



Abraham Moles

La puissance de la combinatoire dans la création artistique : l'Oulipo

« L'ouvrage de littérature potentielle »

« Ce petit ouvrage permet à tout un chacun de composer à volonté cent mille milliards de sonnets, tous réguliers bien entendu. C'est somme toute une sorte de machine à fabriquer des poèmes, mais en nombre limité ; il est vrai que ce nombre, quoique limité, fournit de la lecture pour près de deux cents millions d'années (en lisant vingt-quatre heures sur vingt-quatre) »
(Raymond Queneau, *Cent mille milliards de poèmes*, 1961)

*Du jeune avantageux la nymphe était éprise
pour consommer un thé puis des petits gâteaux
le chauffeur indigène attendait dans la brise
il chantait tout de même oui mais il chantait faux
L'un et l'autre a raison non la foule insoumise
qui clochard devenant jetait ses oripeaux
un frère même bas est la part indécise
elle effraie le Berry comme les Morvandiaux
Devant la boue urbaine on retrousse sa cotte
aventures on eut qui s'y pique s'y frotte
l'autocar écrabouille un peu d'esprit latin
On regrette à la fin les agrestes bicoques
on mettait sans façon ses plus infectes loques
si la cloche se tait et son terlintintin*

[<http://x42.com/active/queneau.html>]



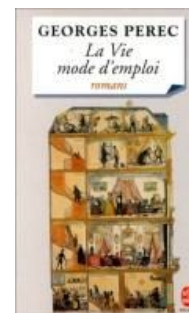
Raymond Queneau



*Château des destins
croisés* (1969)



Italo Calvino



*La vie mode
d'emploi* (1978)



Georges Perec

La musique algorithmique et le « compositeur artificiel »

« La musique algorithmique se distingue [...] des musiques concrète ou électronique [...] en ce qu'elle se veut *résolument systématique*. C'est, en d'autres termes, la recherche, l'élaboration et le classement des processus de mécanisation possibles sur des êtres sonores, une tentative d'industrialisation de la composition musicale. [...] Il s'agit :

1° d'établir un contrôle rigoureux des analyses des structures sonores qui constituent la musique, contrôle dont le critère ne peut être aujourd'hui que la possibilité de mécanisation ;

2° de mieux comprendre la nature de la création musicale en isolant expérimentalement son aspect objectif formalisable de son aspect proprement « humain » ;

3° de laisser la « machine » pousser à son extrême limite la logique d'un système dont elle fournirait un modèle abstrait sur lequel on peut encore s'interroger du point de vue « subjectif », mais en évitant [...] de confondre les problèmes de syntaxe avec ceux d'esthétique ;

4° d'alléger le travail matériel du compositeur et de simplifier et enrichir les méthodes d'enseignement de la composition musicale [...]

(P. Barbaud, Musique algorithmique, *Esprit*, 280, 1960, p. 92-96).



« But de ces recherches : réduire au minimum le travail fastidieux du compositeur et, à la limite, remplacer celui-ci »

(Comptes-rendus par M. Barbut du Séminaire sur les modèles mathématiques dans les sciences sociales, 1960-61, EPHE).

Utilité du contrepoint et de la langue latine (selon Barbaud)



P. Barbaud, *Vademecum de l'ingénieur en musique*, Springer, 1993

« Le contrepoint est le latin de la musique. [...] Comme le latin, le contrepoint est l'école d'une certaine rigueur de pensée. [...] Il est impossible d'abstraire l'aspect contrapuntique d'une musique de son aspect proprement harmonique. Mais, de même que l'étude de l'harmonie exige qu'on évite de faire trop d'incursions dans le domaine du contrepoint, l'étude de ce dernier exige qu'on se soumette le discours polyphonique qu'au minimum de règles harmoniques sans lesquelles il n'existerait point. »

Modèle computationnel du contrepoint :

- une chaîne de Markov, qui engendre des successions d'accords parfaits de trois sons en rondes, à partir d'une table d'enchaînements d'accords munie de probabilités,
- une transduction rationnelle, qui orne ces accords (retards, notes de passages, broderies) à partir de tables de positions d'accords et de motifs prédéfinis (que Barbaud appelle des « agréments »).

The image displays a musical score for a piece in G major, 3/4 time. It consists of 12 systems of music, each with a treble and bass staff. The score is highly polyphonic, featuring multiple voices with intricate counterpoint. The notation includes various note values, rests, and accidentals, illustrating the complexity of the piece. A small mouse cursor is visible over the score.

La puissance de la combinatoire dans la musique algorithmique



The image displays a complex musical score for the piece 'Factorielle 7'. The score is arranged in two systems of staves. The top system includes staves for Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Bassoon (Fag.), Oboe (Hautbois), Violin (Violon), and Cello (Violoncelle). The bottom system includes staves for Violin (Violon), Alto (Alto), Violoncelle (Violoncelle), and Contrebasse (Contrebasse). The notation is dense, featuring various rhythmic values, accidentals, and dynamic markings such as *pp* and *ppp*. A 'scordino' marking is present in the Cello part. The score illustrates the intricate polyphonic texture and mechanical character described in the text.

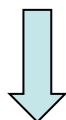
« Nous avons choisi pour notre œuvre le titre un peu littéraire de *Factorielle 7*, bien dans le goût cependant des titres prétentieux en usage dans les milieux de la musique expérimentale. Nous y traitons $7! = 5040$ formes de la série 6, 5, 11, 7, 10, 9, 1, 3, 2, 0, 8, 4, exposées à quatre voix réelles dans une technique sérielle peu conforme aux dogmes en usage au Domaine musical : qu'on imagine l'efficacité rythmique d'un Bartók mise au service d'un discours polyphonique en imitations où deux pianos traités de façon très percutante soulignaient le caractère « mécanique » d'une œuvre implacable dans ses développements ».

Aspects combinatoires et géométriques du sérialisme

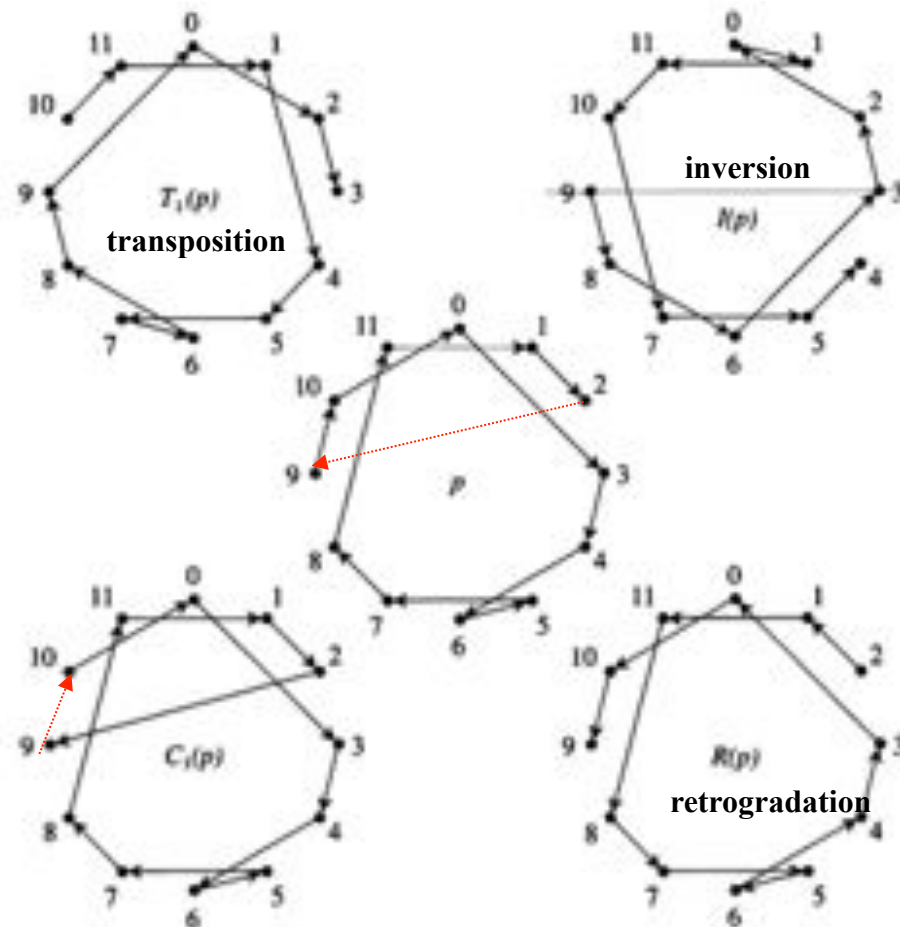
R.C. Read: « Combinatorial problems in the theory of music », *Discrete Math.*, 1997



séries = # superpositions
de deux graphes cycliques
de longueur 12.



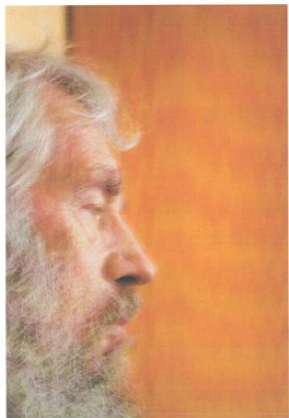
836.017 séries



« rotation »
(permutation
circulaire)

L'analyse formalisée ou les entités formelles en musique

André Riotte e Marcel Mesnage



- « Anamorphoses » d'André Riotte
- « La terrasse des audiences du clair de lune » de Claude Debussy : esquisse d'analyse modélisée
- La mise en évidence de régularités locales : le « Mode de valeurs et d'intensités » de Messiaen
- Un exemple d'invention structurelle : le « Mikrokosmos » de Béla Bartok
- Un modèle informatique de la « Pièce pour quatuor à cordes » n°1 de Stravinsky
- Les « Variations pour piano », op. 27, d'Anton Werbern
- L'« Invention à deux voix » n°1 de J.-S. Bach
- Un modèle informatique du « Troisième Regard sur l'Enfant Jésus » d'Olivier Messiaen
- Un modèle de la « Valse sentimentale », Op. 50, n°13, de Franz Schubert
- Un automate musical construit à partir d'une courte pièce de Béla Bartok (Mikrokosmos n°39)

La théorie des cribles

Formalisation algébrique des structures musicales selon Xenakis

1₀

module

origine

... -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 ...

2₀

... -4 -2 0 2 4 6 8 10 ...

$$1_0 = 2_0 \cup 2_1$$

$$2_0 \cap 2_1 = \emptyset$$

2₁

... -3 -1 1 3 5 7 9 ...

$$(2_0)^c = 2_1$$

$$(2_1)^c = 2_0$$

Formalismes et modèles pour la composition algorithmique chez André Riotte



Extension de la théorie des cribles (Riotte *et al.* 1986)

The image displays a musical score for two staves in 2/4 time. The notation includes various rhythmic figures such as eighth notes, quarter notes, and groups of notes beamed together with brackets labeled '3' and '5'. Below the notes are numerical sequences representing the positions of the notes. To the right, a 'Structure métrique' diagram shows a vertical axis with levels labeled 1₀, 2₀, 3₀, and 5₀, and a horizontal axis with numbers 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. At the bottom right, the sequence 2₀U3₀U5₀ is shown.

Exemple 8

Pattern rythmique obtenu à travers des opérations ensemblistes (union) sur des cribles élémentaires, mais appliquées à une structure métrique de base qui n'est pas un train de pulsations régulières

Extension de la théorie des cribles : *Partitions-gouffres* (1986) d'André Riotte

The image displays a musical score for a piece titled "Partitions-gouffres" (1986) by André Riotte. The score is organized into several systems of staves, each representing a different instrument or sound source. The staves are labeled as follows:

- S₀** through **S₁₁**: A series of eleven staves, likely representing different string parts or voices. S₀ has the most complex rhythmic patterns, while S₇ through S₁₁ are mostly silent or have sparse notes.
- GONG**: A staff with a dashed line above it, containing a few notes.
- PLAYER 1 TOMMS**: A group of three staves (labeled **r₁₂**, **r₁₃**, and **r₁₄**) enclosed in a bracket. These staves contain rhythmic patterns with dynamic markings **mp** (mezzo-piano) and **f** (forte).
- r₀₁**: A staff below the Tomms section, containing rhythmic patterns.
- dr₀₁**: A staff at the bottom, likely representing a drum part, with sparse notes.

The score is divided into three measures by vertical bar lines. The notation includes various rhythmic values such as eighth and sixteenth notes, rests, and dynamic markings. The overall structure is complex and layered, characteristic of the "Partitions-gouffres" style.

Extension de la théorie des cribles : *Partitions-gouffres* (1986) d'André Riotte

ICR-Partitions-GOUFFRES

9/25/90 13:53:07

Page 1

Introduction de PERCUSSIONS-GOUFFRES pour 4 Percussions, André RIOTTE

;Grappes : (G1 5 0) (G2 7 0) (G3 11 0 3) (G4 13 0 1)
;PPCM : 5005 Univers : (0 441) Etendue : (0 441)

;Ensemble image *P* cardinal 232

;0 Complément *CP* cardinal 210

;Partition de *P* :

;1: génératrice (G1) cardinal : 51
;2: génératrice (G2) cardinal : 36
;3: génératrice (G3) cardinal : 46
;4: génératrice (G4) cardinal : 37
;5: génératrice (G1 G2) cardinal : 9
;6: génératrice (G1 G3) cardinal : 13
;7: génératrice (G1 G4) cardinal : 11
;8: génératrice (G2 G3) cardinal : 7
;9: génératrice (G2 G4) cardinal : 6
;10: génératrice (G3 G4) cardinal : 9
;11: génératrice (G1 G2 G3) cardinal : 2
;12: génératrice (G1 G2 G4) cardinal : 1
;13: génératrice (G1 G3 G4) cardinal : 1
;14: génératrice (G2 G3 G4) cardinal : 2
;15: génératrice (G1 G2 G3 G4) cardinal : 1

;union 11 15, cardinal : 3
;union 1 7, cardinal : 62
;union 2 9, cardinal : 42
;union 3 10, cardinal : 55
;union 12 15, cardinal : 2
;union 1 6, cardinal : 64
;union 2 8, cardinal : 43
;union 4 10, cardinal : 46
;union 13 15, cardinal : 2
;union 1 5, cardinal : 60
;union 3 8, cardinal : 53
;union 4 9, cardinal : 43
;union 14 15, cardinal : 3
;union 2 5, cardinal : 45
;union 3 6, cardinal : 59
;union 4 7, cardinal : 48

début : 0 fin : 71

mes. 1			2	3	
(11 15)	.....	.....	.....	.....	Perc. 1
(1 7)	.....	.....	.....	.....
(2 9)	.....	.....	.....	.....
(3 10)	.....	.....	.....	.....
(12 15)	.....	.....	.....	.....	Perc. 2
(1 6)	.....	.....	.....	.....
(2 8)	.....	.....	.....	.....
(4 10)	.....	.....	.....	.....
(13 15)	.....	.....	.....	.....	Perc. 3
(1 5)	.....	.....	.....	.....
(3 8)	.....	.....	.....	.....
(4 9)	.....	.....	.....	.....
(14 15)	.....	.....	.....	.....	Perc. 4
(2 5)	.....	.....	.....	.....
(3 6)	.....	.....	.....	.....
(4 7)	.....	.....	.....	.....

début : 72 fin : 143

mes. 4			5	6	
(11 15)	.....	.....	.....	.....	Perc. 1
(1 7)	.....	.....	.....	.....
(2 9)	.....	.....	.....	.....
(3 10)	.....	.....	.....	.....
(12 15)	.....	.....	.....	.....	Perc. 2
(1 6)	.....	.....	.....	.....
(2 8)	.....	.....	.....	.....
(4 10)	.....	.....	.....	.....
(13 15)	.....	.....	.....	.....	Perc. 3
(1 5)	.....	.....	.....	.....
(3 8)	.....	.....	.....	.....
(4 9)	.....	.....	.....	.....
(14 15)	.....	.....	.....	.....	Perc. 4
(2 5)	.....	.....	.....	.....
(3 6)	.....	.....	.....	.....
(4 7)	.....	.....	.....	.....

PARTITIONS-GOUFFRES

André RIOTTE

Aussi vite que possible pour conserver une
claire articulation. ($\text{♩} \approx 108$).
Les accents très marqués

3 Cyls
3 Toms
Ta.T.
3 Toms
3 Cyls
3 Toms
3 Toms
3 Toms

Lors des variations de nuances, même décalage entre
notes accentuées et non accentuées. Nuance pp : ces
dernières presque imperceptibles.

3 Cyls
3 Toms
Ta.T.
3 Toms
3 Cyls
3 Toms
Ta.T.
3 Toms

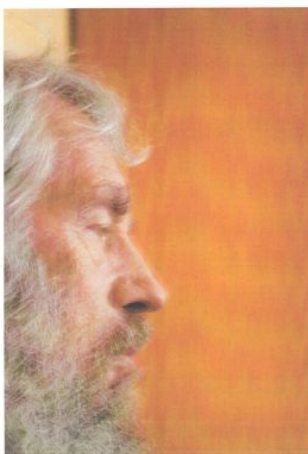
© 1988 by André RIOTTE

Propriété de l'Auteur. Tous droits réservés.

Rythmes irréguliers

Rythmes réguliers




Formalismes et modèles pour la composition algorithmique chez M. Mesnage



Hommage à Marcel Mesnage

Mercredi 1^{er} avril 2009

Programme :

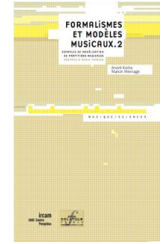
- M. Mesnage
Entrada Primera (1998) (sons échantillonnés) – durée : 1'30'' 
- M. Mesnage
Cyprienne (2001) (sons échantillonnés) – durée : 1'58'' 
- M. Mesnage
Amélie (2000) (piano : Thérèse Malengreau) – durée : 1'30'' 

Après Entrada primera assez saisissante dans son profil de « sonnerie », Cyprienne semble échapper au processus qui a présidé à sa construction tandis que Amélie apparaît comme le paradigme d'un processus obsessionnel, ce qui m'avait donné l'envie — et c'était un vieux pari entre Marcel Mesnage et moi — de me substituer à la machine alors que l'interprétation en paraît a priori vaine. Mais certainement pas vaine pour moi : c'était l'occasion d'analyser « numériquement » la construction spirallique des évolutions mélodiques et de mettre en avant le vertige qui se fait déjà sentir dans une exécution machine immuable par les vertus et les a-prioris interprétatifs de la perception humaine.

D'après la présentation de Thérèse Malengreau lors de la
« Journée autour d'André Riotte et Marcel Mesnage »
Ircam, 29 avril 2006



« Entités formelles pour l'analyse musicale » *Marcel Mesnage (1998)*



A. Schoenberg : *Klavierstück Op. 33a*, 1929

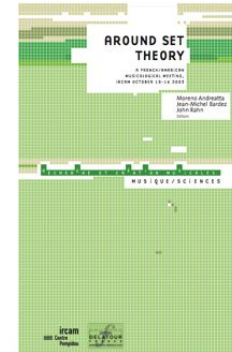
The image displays a musical score for A. Schoenberg's *Klavierstück Op. 33a*, 1929, in 4/4 time. The score is presented in two systems of staves. Several formal entities are highlighted with colored boxes: blue rounded rectangles, yellow diamonds, and green dotted rectangles. Arrows connect these entities to six tone clusters below the score. Each tone cluster is represented by a circular diagram with numbers 0-11 and a set of numbers below it. The clusters are:

- Cluster 1: 0-5511 (1 2 5 6) with transformation T_3
- Cluster 2: 9-4233 (2 3 4 5 6) with transformation T_1I
- Cluster 3: 8-6231 (1 2 3 4 5 6) with transformation T_1I
- Cluster 4: 11-6132 (1 2 3 4 5 6)
- Cluster 5: 0-4332 (2 3 4 5 6)
- Cluster 6: 3-5511 (1 2 5 6)

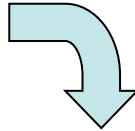
Arrows indicate the following correspondences: a green dotted arrow from the first green dotted box to Cluster 1; a blue dashed arrow from the first blue rounded box to Cluster 2; a yellow dashed arrow from the first yellow diamond to Cluster 3; a yellow dashed arrow from the second yellow diamond to Cluster 4; a blue dashed arrow from the second blue rounded box to Cluster 5; and a green dashed arrow from the second green dotted box to Cluster 6.

Analysis by Allen Forte: visualisation

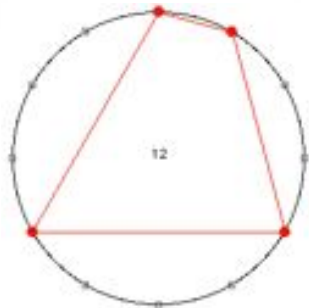
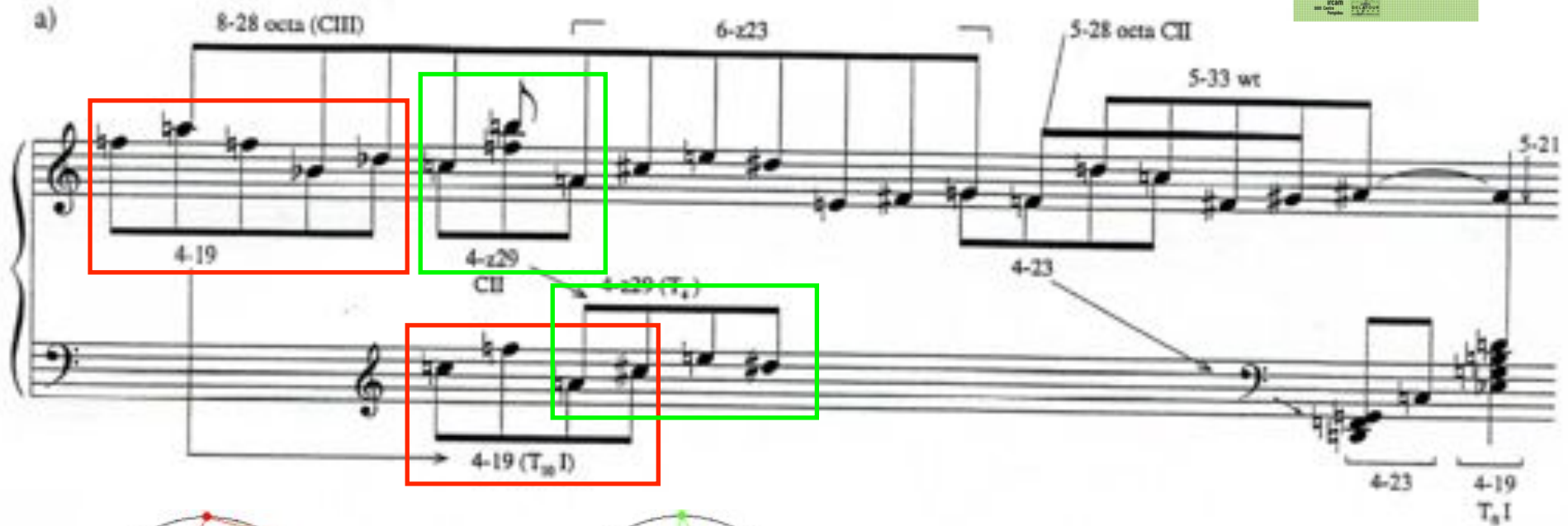
Arnold Schoenberg: *Klavierstück* op. 19 n° 4



reduction




a)




Towards an assisted analysis of the *Klavierstück* op. 19 n° 4

score



reduction



12

12

12

The image displays a musical score and its reduction for the piece 'Klavierstück op. 19 n° 4'. The score consists of three staves (treble, middle, and bass clef) with musical notation and fingerings. The reduction shows the same three staves with simplified notation. Several colored boxes highlight specific musical elements: a red box on the first staff, a green box on the second staff, a red box on the third staff, a blue box on the fourth staff, and a red box on the bass staff. Below the reduction are three circular diagrams representing chord structures on a 12-note scale, each labeled with the number 12.

Formation ATIAM

Acoustique Traitement du Signal Informatique Appliqués à la Musique Parcours
multi-mentions du Master (M2) Sciences et Technologies de l'Université Pierre et
Marie Curie (Paris 6)



UE Musique et Sciences depuis 1945

Musique algorithmique

2011-2012

Moreno Andreatta

Equipe Représentations Musicales
IRCAM/CNRS UMR 9912

