

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

2012-2013

Moreno Andreatta

Equipe Représentations Musicales

IRCAM/CNRS UMR 9912

Quelques définitions de la composition 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)



(Gerhard Nierhaus, *Algorithmic Composition. Paradigms of Automated Music Generation*, Springer 2009)

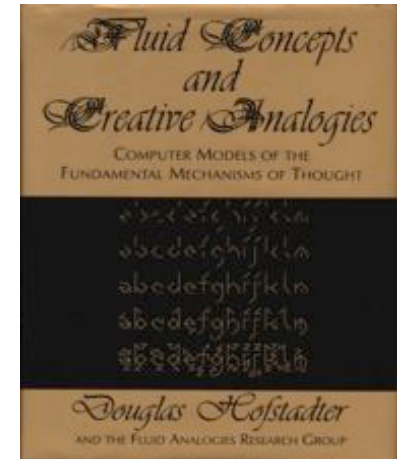


- Markov Models
- Generative Grammars
- Transition Networks
- Chaos and Self-Similarity
- Genetic Algorithms
- Cellular Automata
- Artificial Neural Networks
- Artificial Intelligence

Modèles computationnels de la créativité

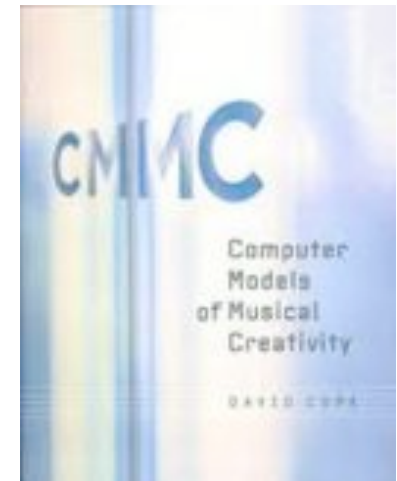
The notions of **analogy** and **fluidity** are fundamental to explain how the human mind solves problems and to **create computer programs that show intelligent behavior**.

[D. Hofstadter, *Fluid Concepts and Creative Analogies : Computer Models of the Fundamental Mechanisms of Thoughts*, 1995]



Creativity is « **the initialization of connections between two or more multifaceted things, ideas, or phenomena hitherto not otherwise considered actively connected**. [...] It does not depend exclusively on human inspiration, but can originate from other sources, such as **machine programs**. [It] should not be confused with novelty. [It] does not originate from a vacuum, but rather synthesizes the work of others, no matter how original the results may seem »

[D. Cope, *Computer Models of Musical Creativity*, The MIT Press, 2005]



➡ **Musique algorithmique et créativité computationnelle**

Modèles mathématiques et computationnels de la créativité

Vendredi 12 octobre 2012

14h30 – 18h30

IRCAM - Salle Stravinsky

Entrée libre dans la mesure des places disponibles



Table des matières

- Modèles mathématiques et computationnels de la créativité
- Programme
- Résumés des interventions
- Bibliographie

Peut-on utiliser les mathématiques pour appréhender les processus créatifs ? Quels sont les modèles formels susceptibles de décrire la créativité, à la fois en mathématique et dans les arts ? La créativité musicale diffère-t-elle de façon intrinsèque de la créativité mathématique ? Après un survol historique sur quelques modèles mathématiques de la créativité et leur pertinence dans l'étude de la cognition, la séance se concentrera sur la formalisation et modélisation computationnelle des processus créatifs à travers la théorie des catégories, dont on discutera en particulier l'application en musique et dans les arts. Des liens nouveaux entre modélisation catégorielle des processus musicaux et théorie du design seront également présentés, ainsi qu'une première élaboration d'un cadre conceptuel unifié pour l'étude catégorielle des processus créatifs.

Programme

- 14h30-14h35 : **John Mandereau** – Introduction de la séance et de la 12^e saison du séminaire MaMux
- 14h35-14h50 : **Moreno Andreatta** – Un survol sur les modèles mathématiques de la créativité et de processus cognitifs
- 14h50-15h10 : **Andranik Tangian** – La tradition russe dans la modélisation mathématique de la créativité : actualité de la pensée de Zaripov dans la formalisation des grammaires musicales
- 15h15-16h00 : **Guerino Mazzola** – Philosophie de Yoneda, colimites et processus créatif dans l'op. 109 de Beethoven
- 16h30-17h15 : **Andrée Ehresmann** – Modélisation des processus créatifs dans MENS : bases neuronales et dynamique
- 17h30-18h15 : **René Guillard** – Modélisation qualitative catégorielle : création discursive et émergence de formes nouvelles
- Discussion

« 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



First system of musical notation for the Minuet, measures 1-16. The score is in 3/4 time, key of D major. Measures 1-4 are the first system, 5-8 the second, 9-12 the third, and 13-16 the fourth. Measure numbers 1, 5, 9, 13 are written below the first staff. Measure numbers 4, 8, 12, 16 are written below the second staff.



Second system of musical notation for the Minuet, measures 17-32. Measures 17-20 are the first system, 21-24 the second, 25-28 the third, and 29-32 the fourth. Measure numbers 17, 21, 25, 29 are written below the first staff. Measure numbers 20, 24, 28, 32 are written below the second staff.

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:

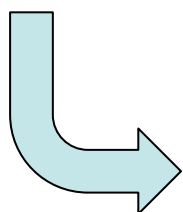
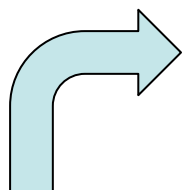
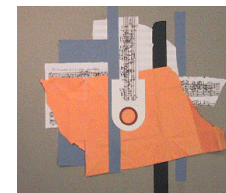
96 95 171 156 80 37 110 94 35 20 108 132 112 38 173 172

TRIO:

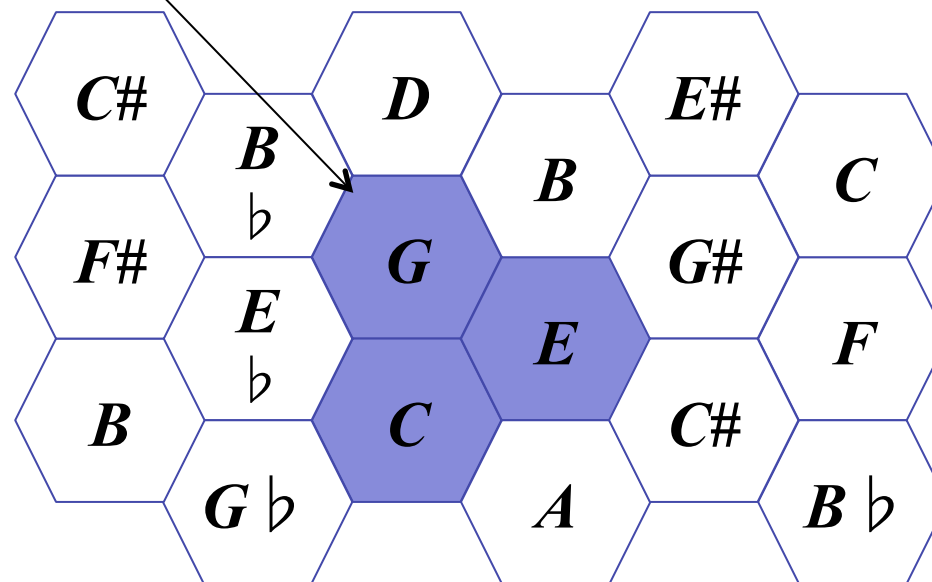
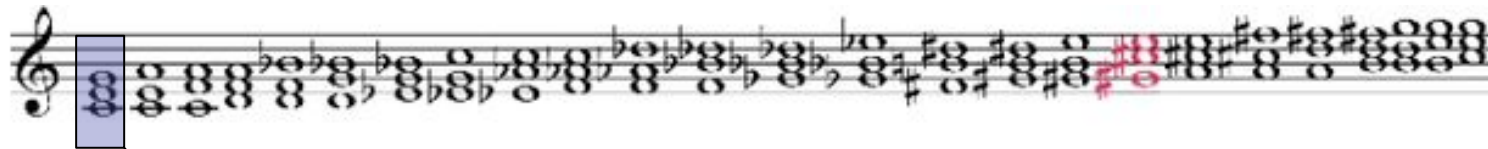
72 82 16 53 65 27 26 61 9 92 24 84 30 23 78 10



« Procédés algorithmiques » chez Mozart



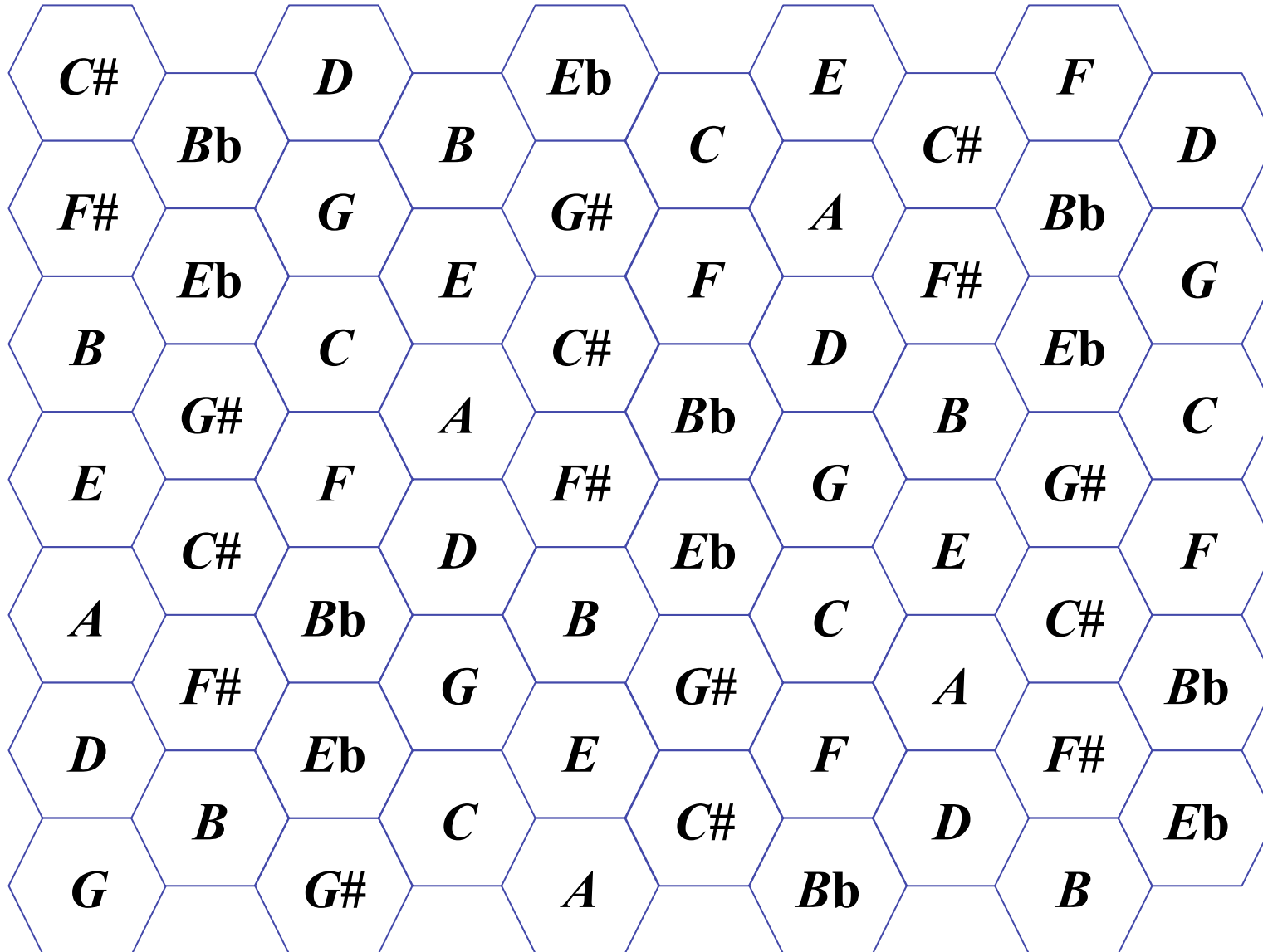
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



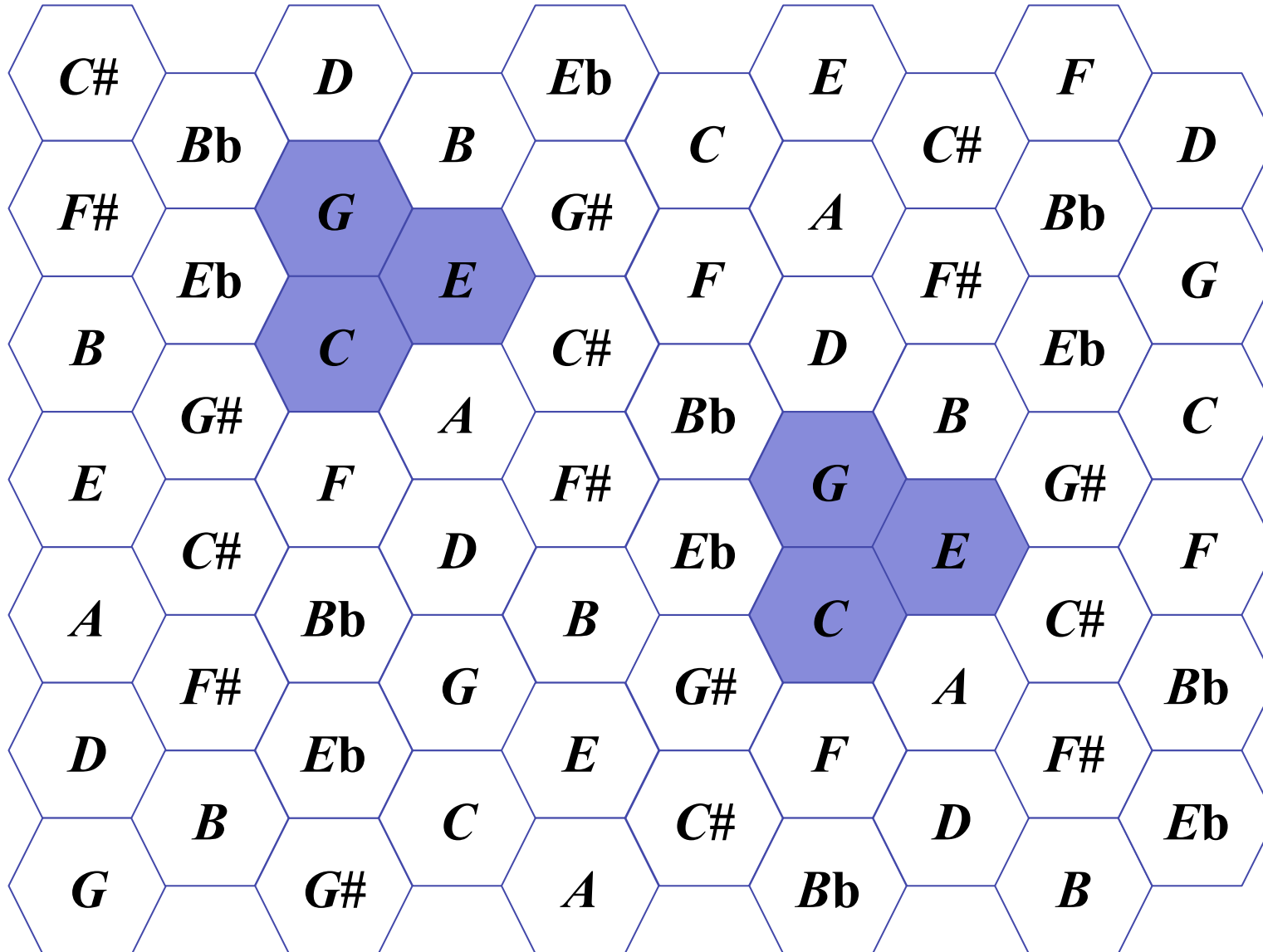
b



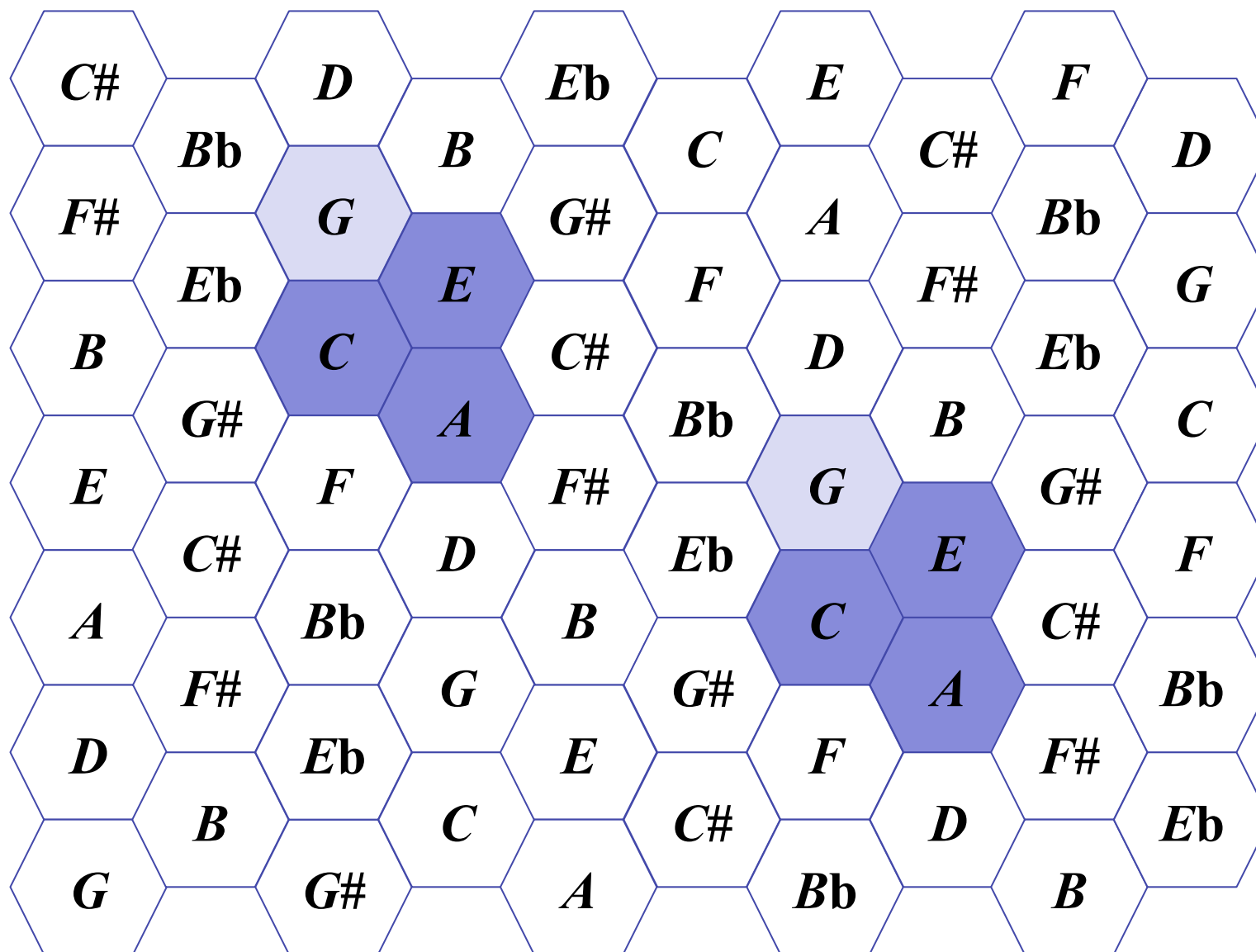
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



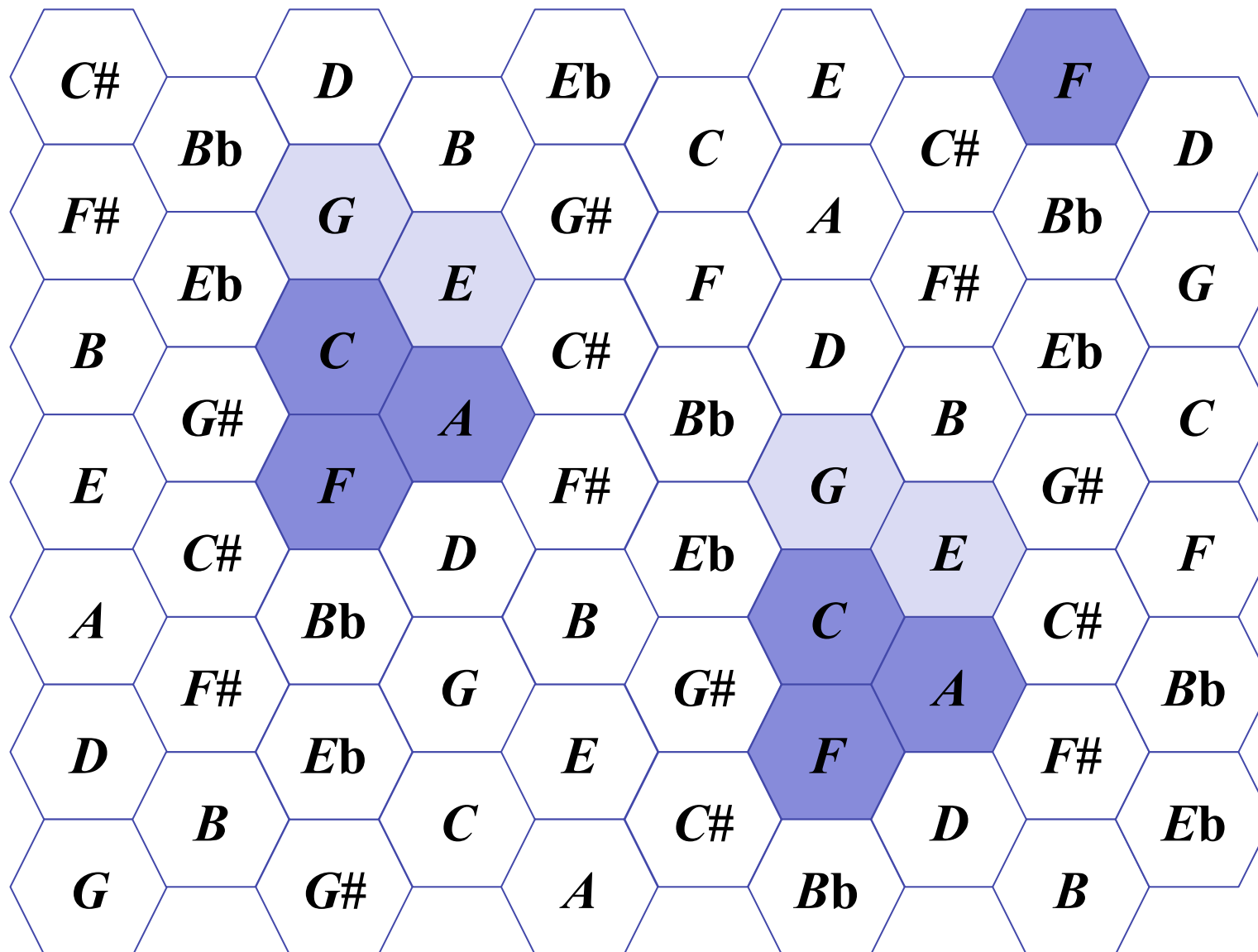
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



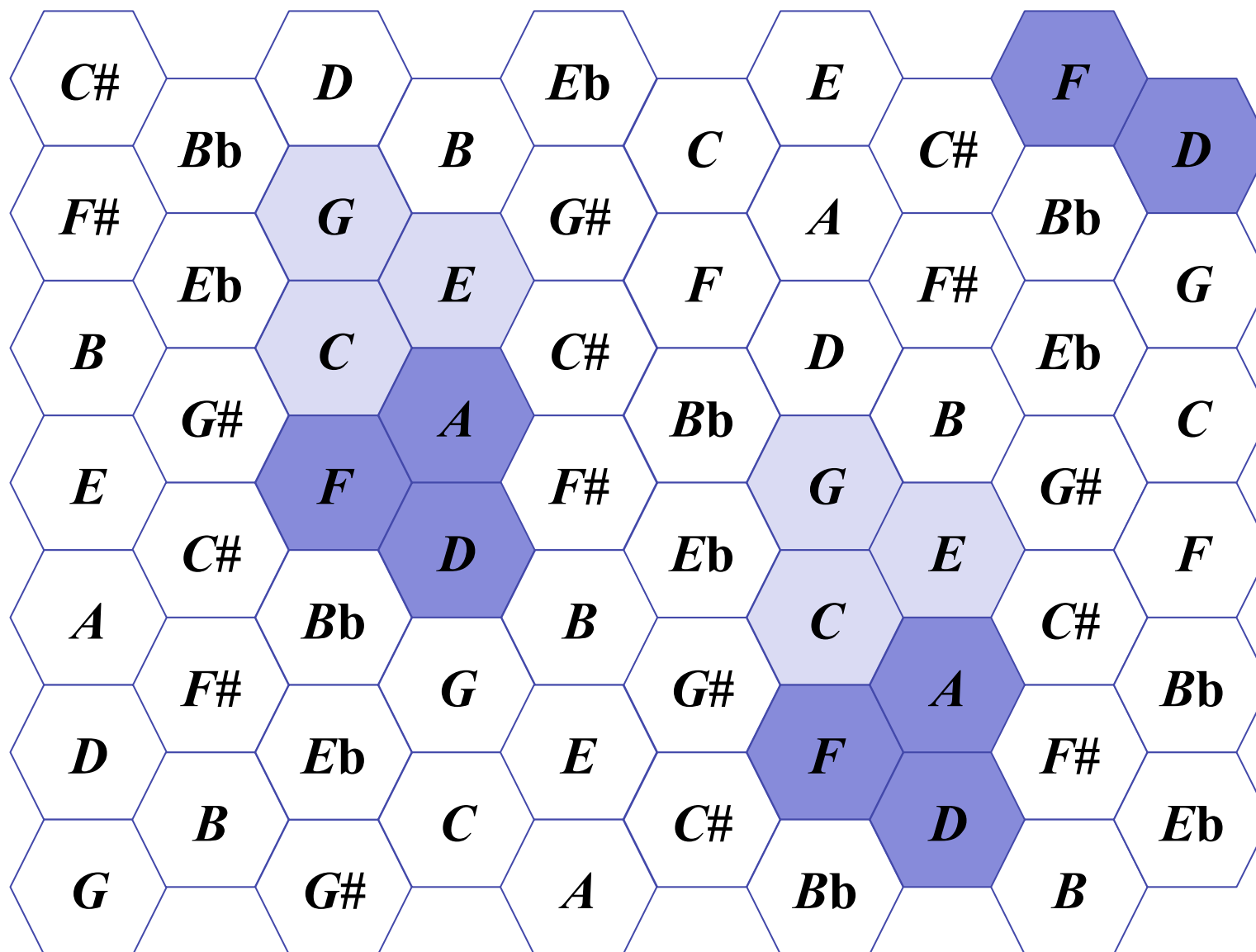
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



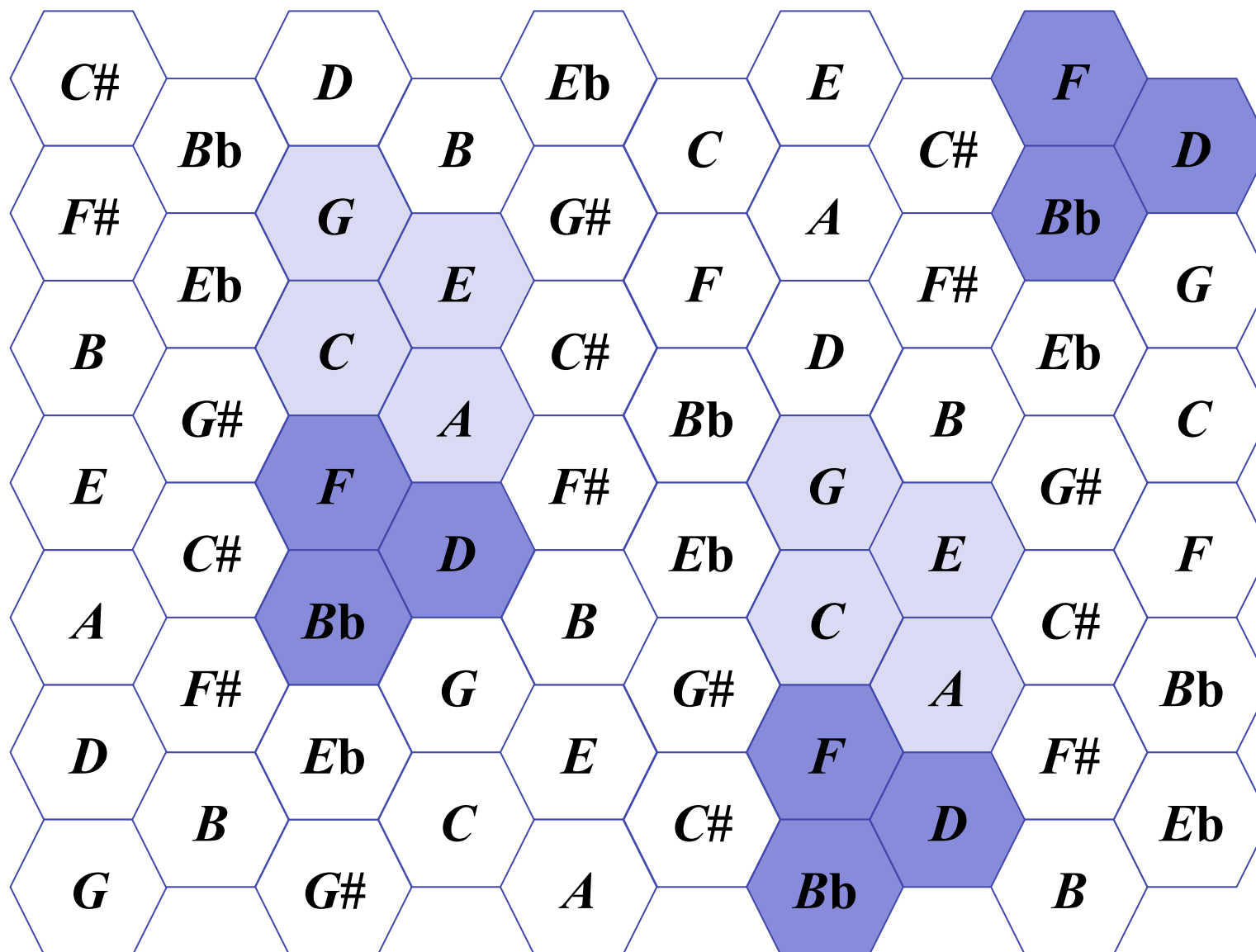
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



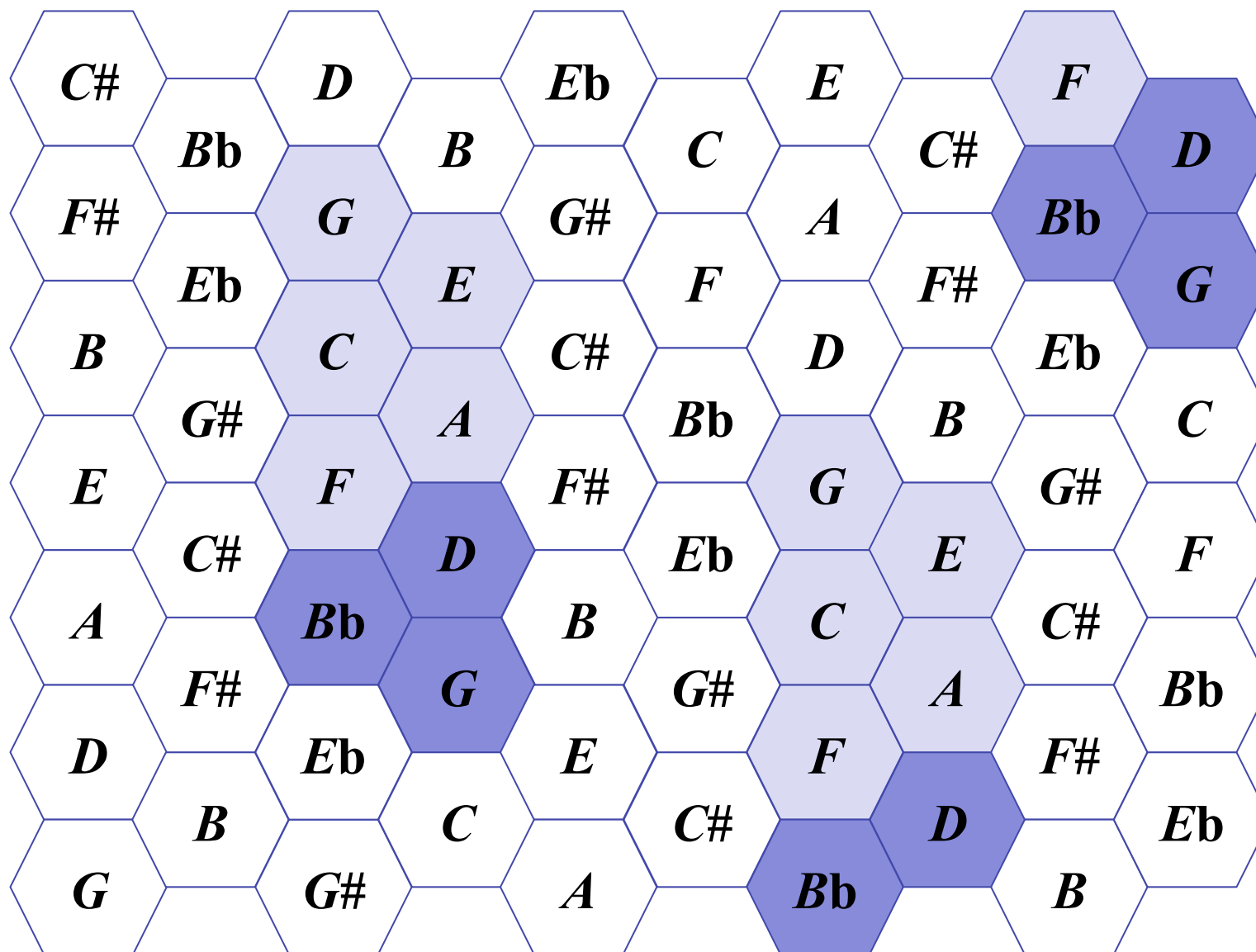
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



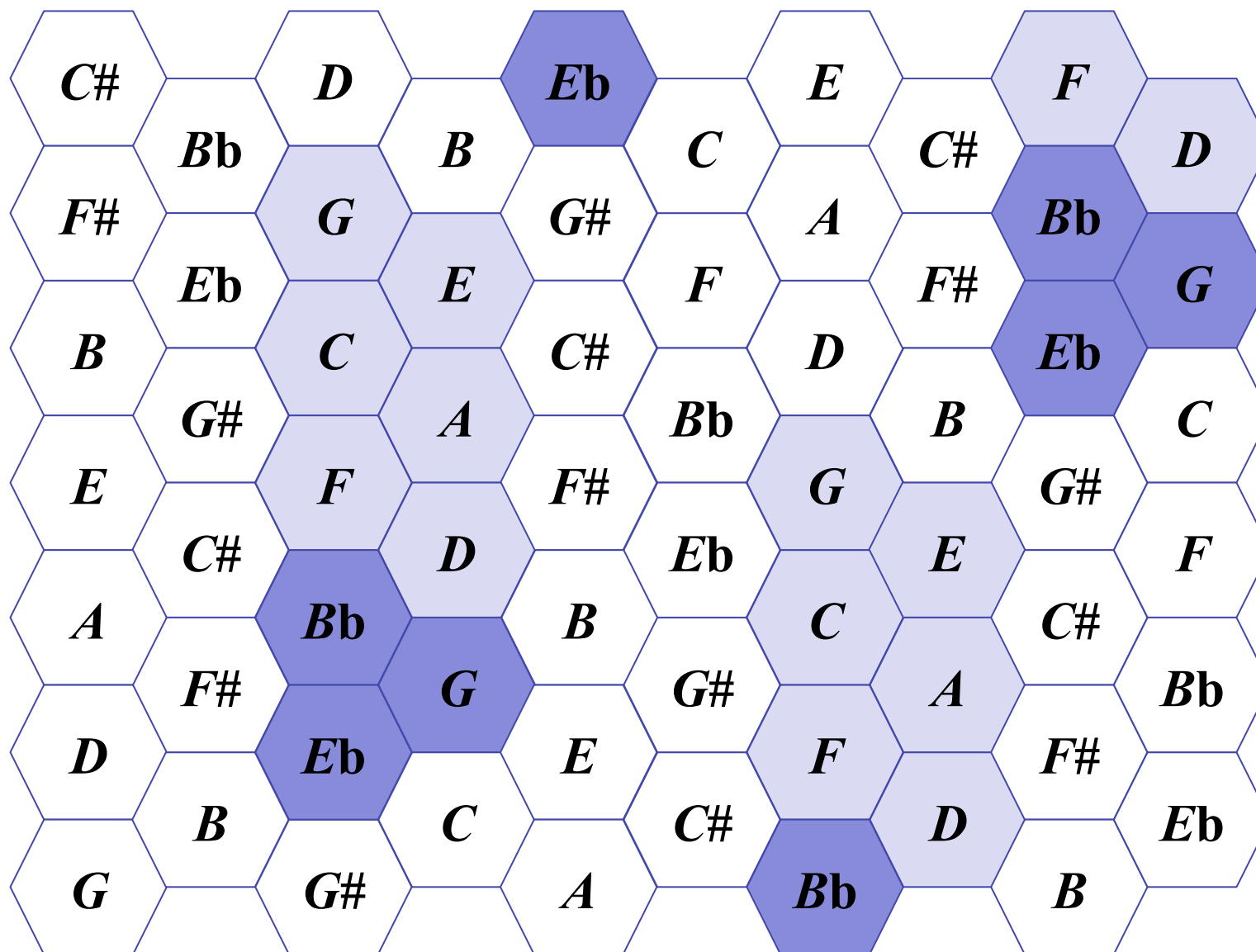
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



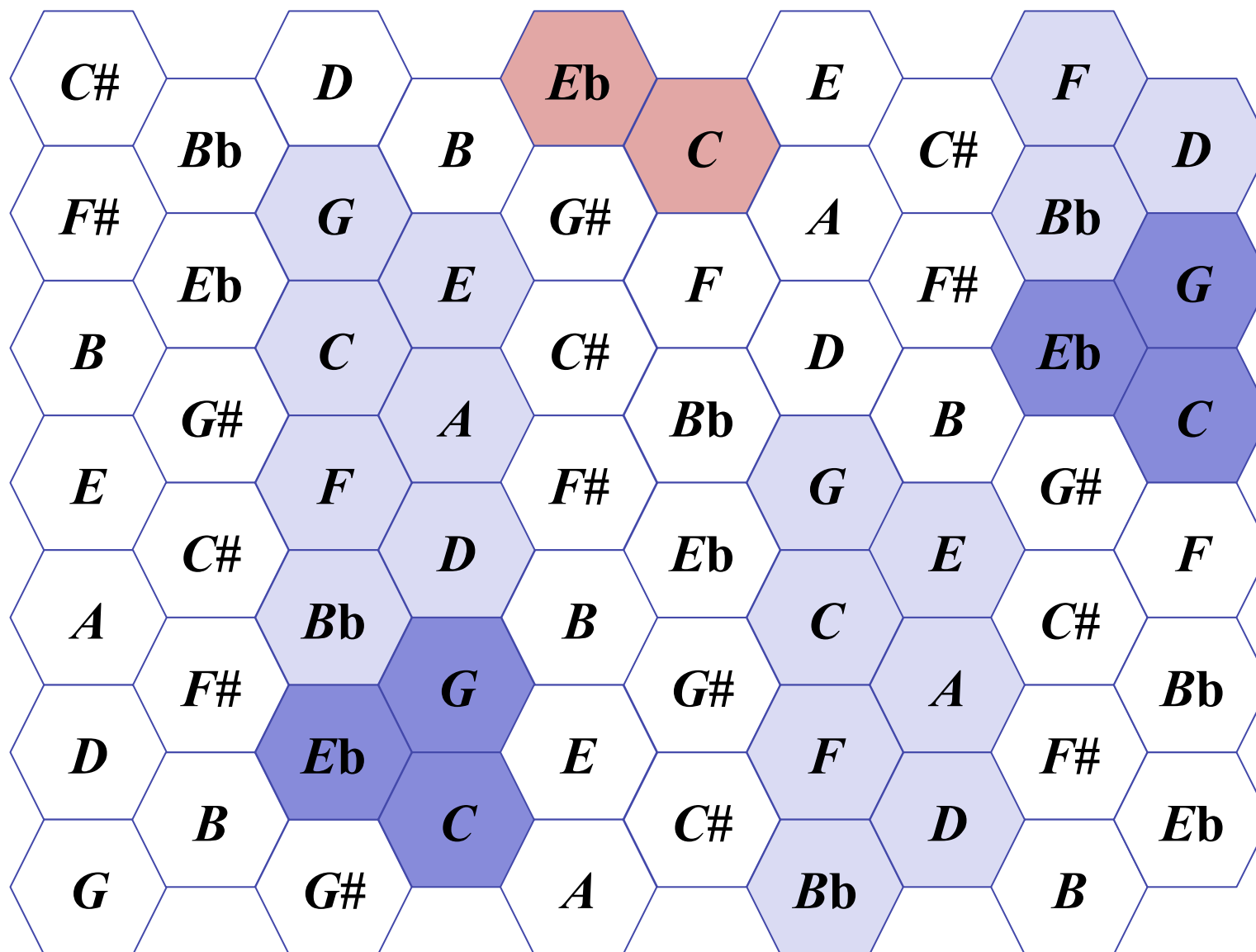
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



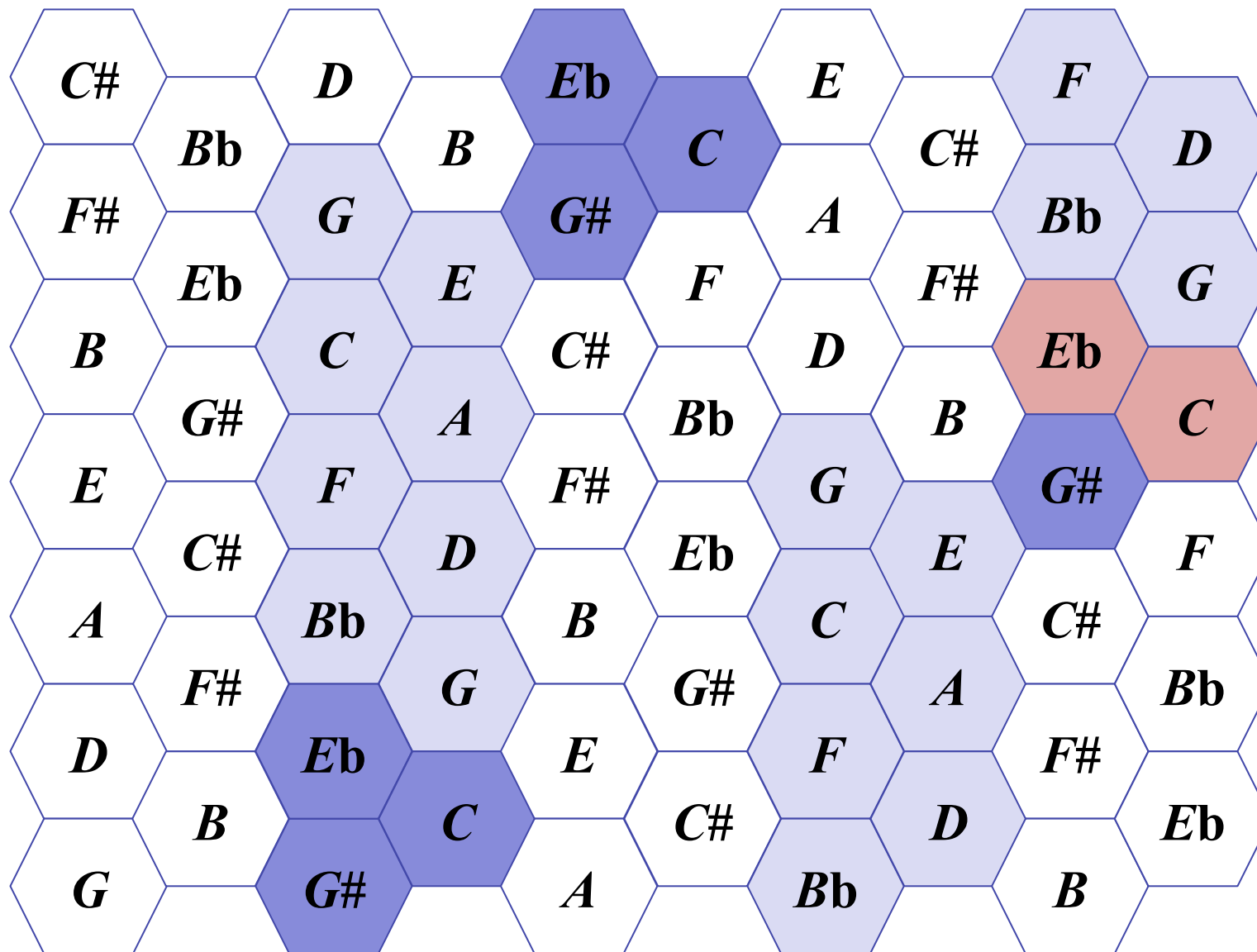
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



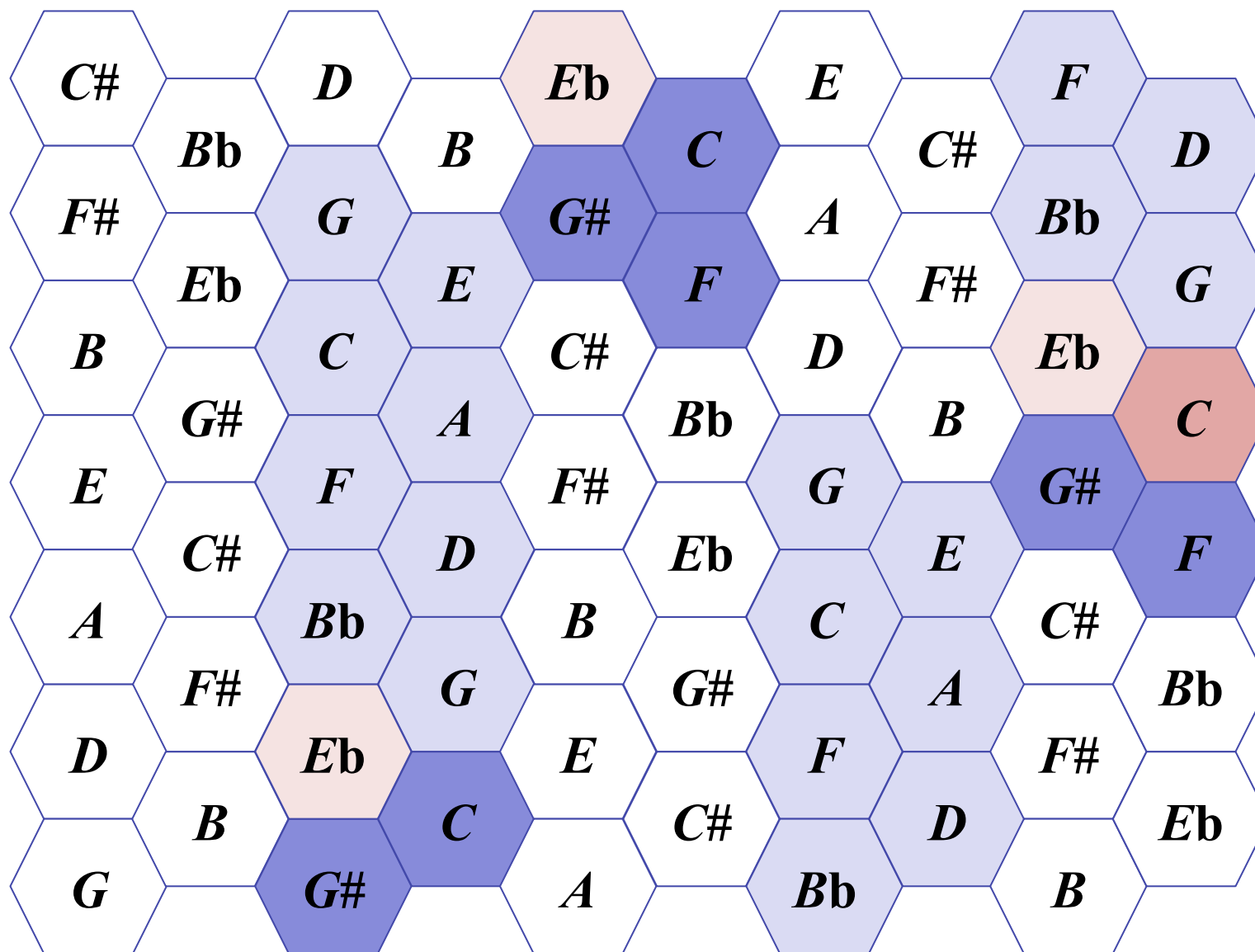
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



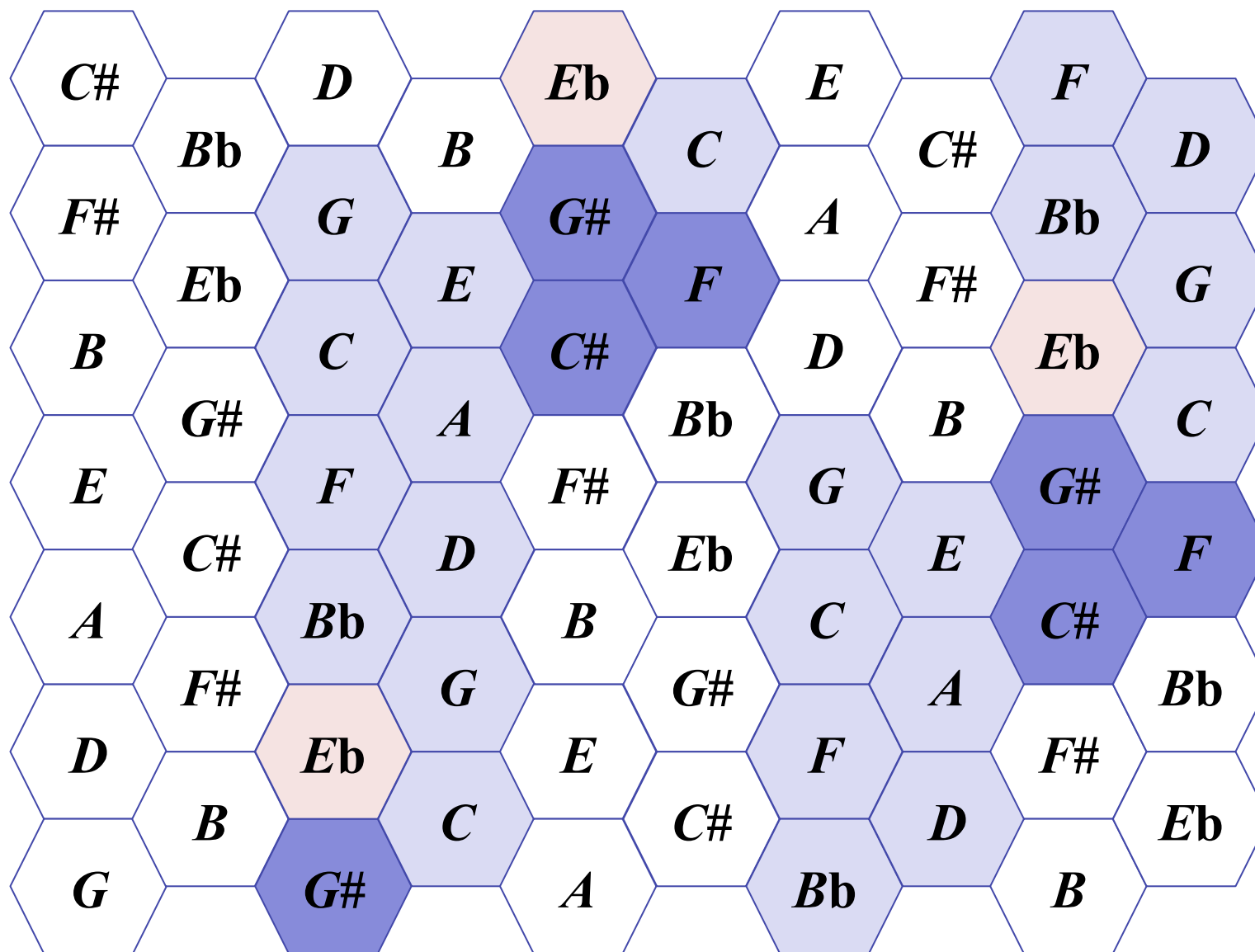
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



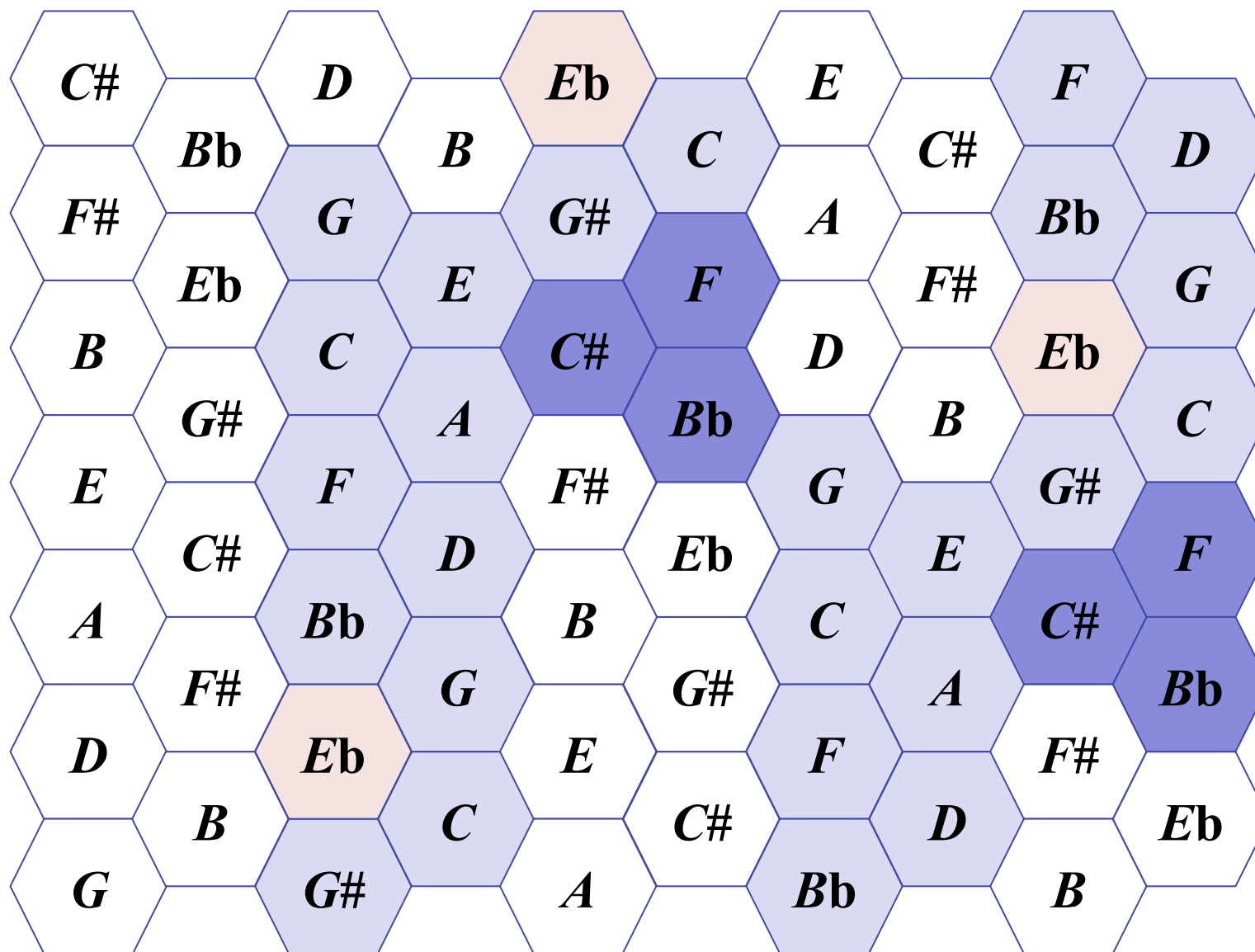
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



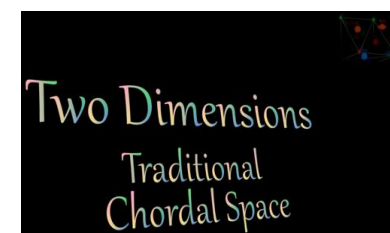
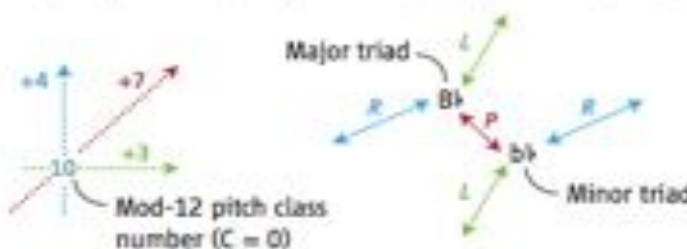
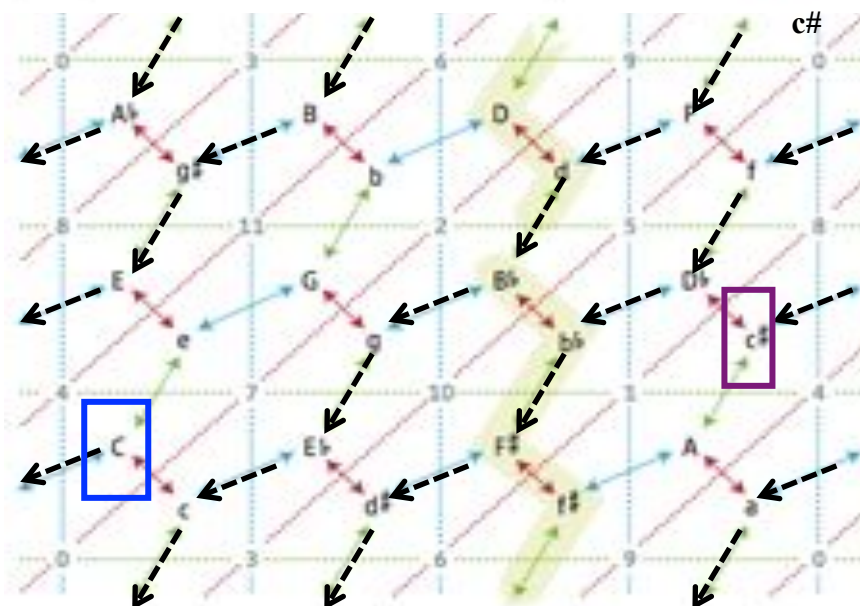
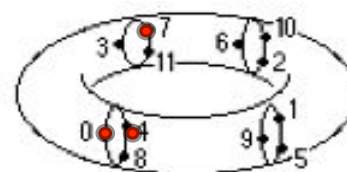
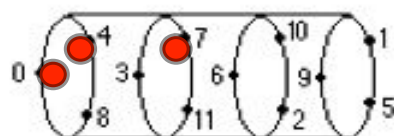
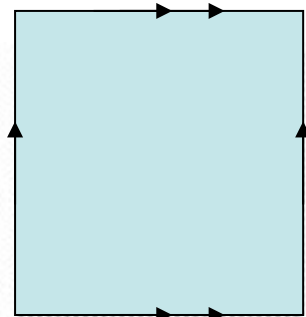
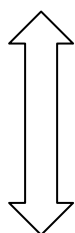
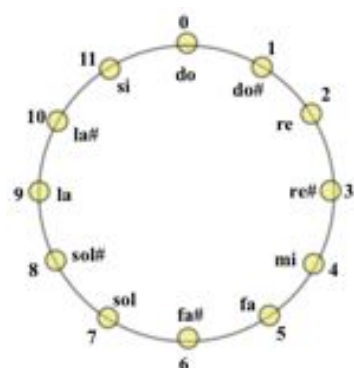
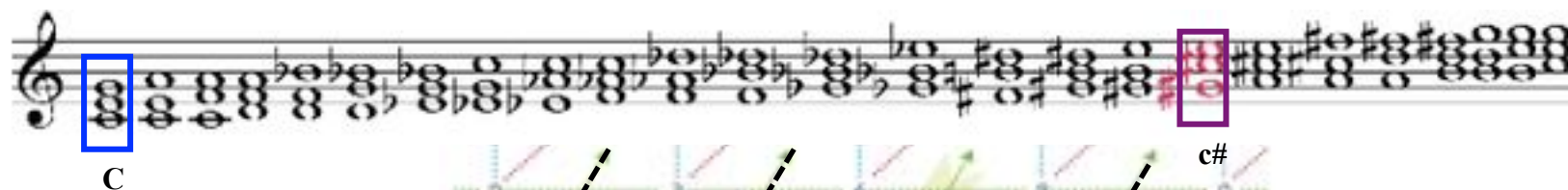
Extract of the 2nd movement of the Symphony No. 9 (L. van Beethoven)



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



Chemins et circuits hamiltoniens dans le torus



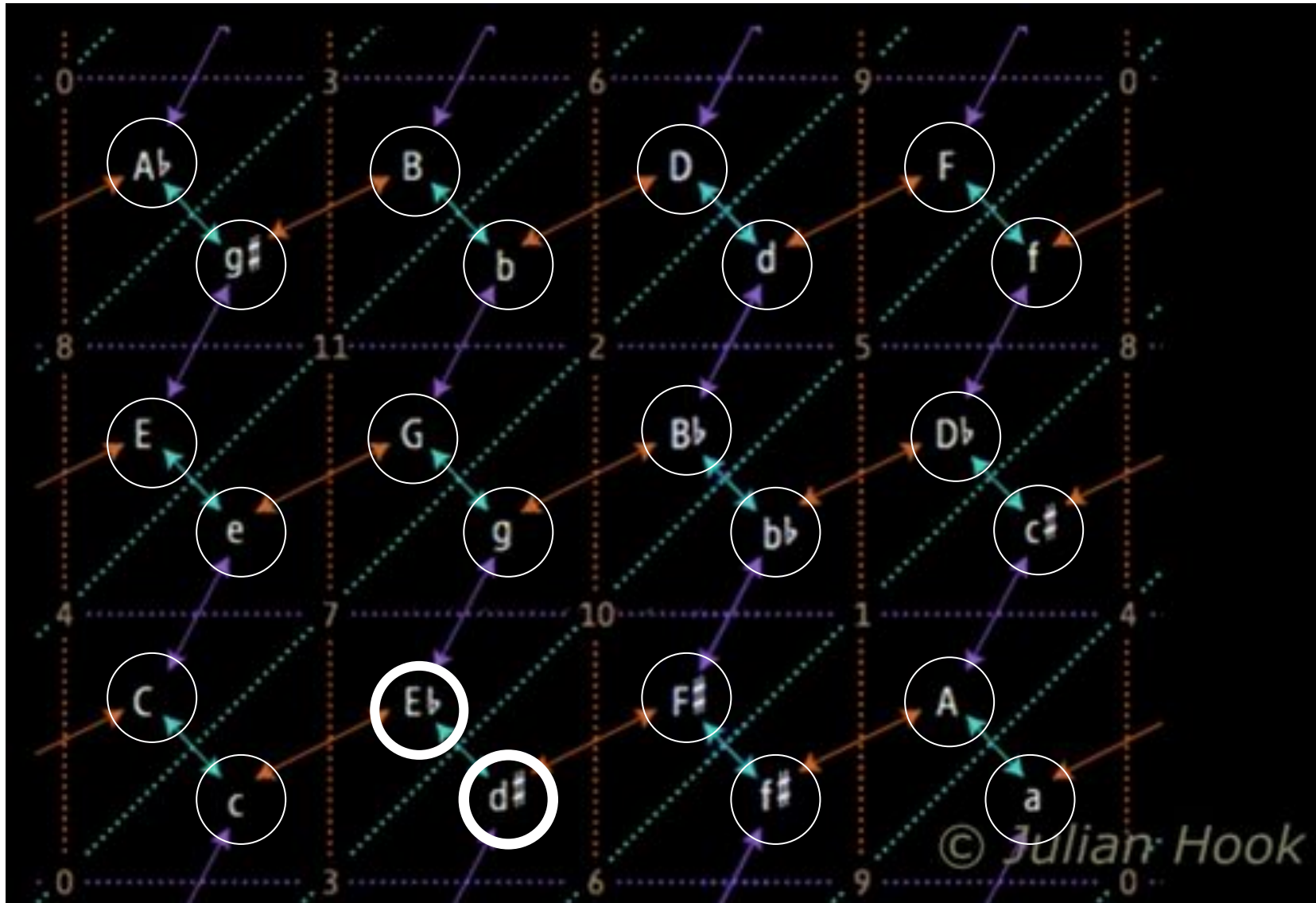
Gilles Baroin
Laboratoire LLA Creatis,
Université de Toulouse

Enumération exhaustive des cycles hamiltoniens

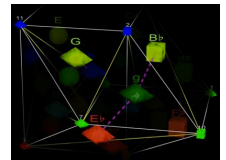
[illegible]

G. Albin et S. Antonini, « Hamiltonian Cycles in the Topological Dual of the Tonnetz », Proceedings MCM 2007, Yale University, Springer.

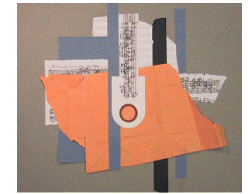
Composition (semi)-algorithmique néo-riemannienne



G. Albini, *Corale n° 4*. Pour violoncelle et orchestre de cordes, 2010. Animation de Gilles Baroin.

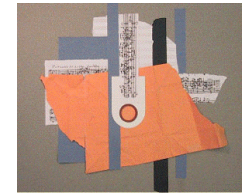


Equivalence et symétrie en musique



Jos Leys <http://www.josleys.com/Canon/Canon.html>

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

Contrepoint et transformations géométriques

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



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



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

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

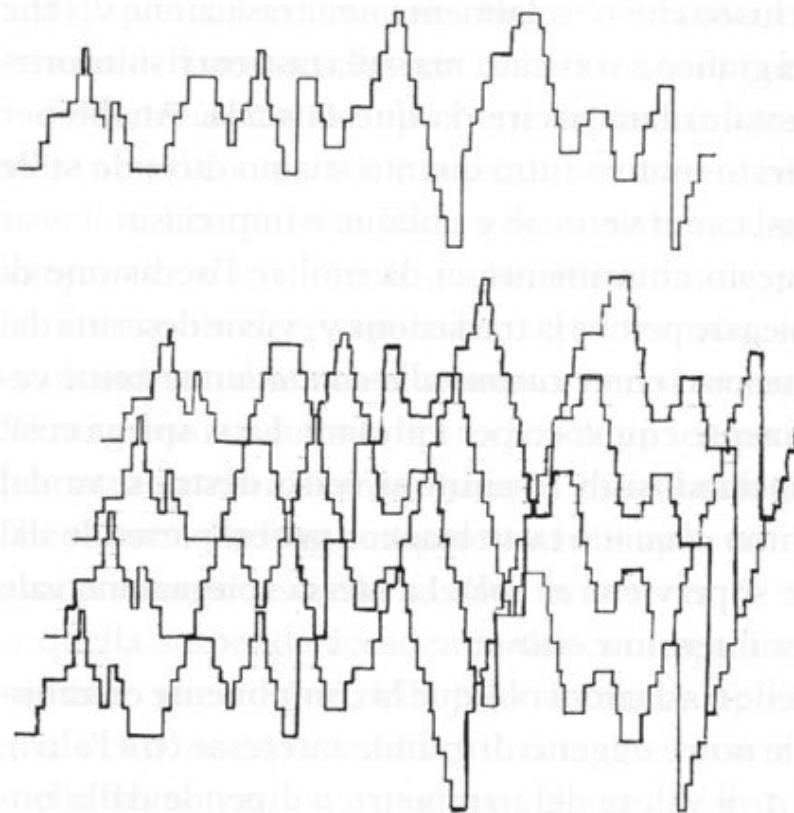


Figura 5. Realizzazione grafica del canone BWV 1073



Contrepoint et transformations géométriques

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

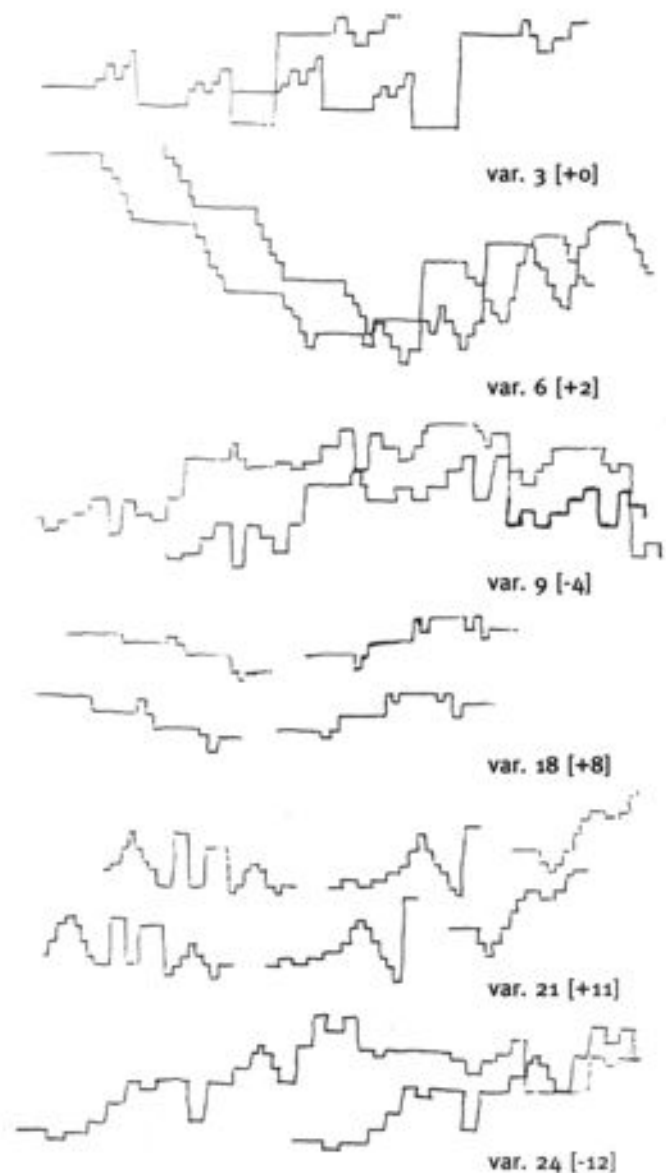


Figura 6. J.S. Bach: alcune delle *Variazioni Goldberg*

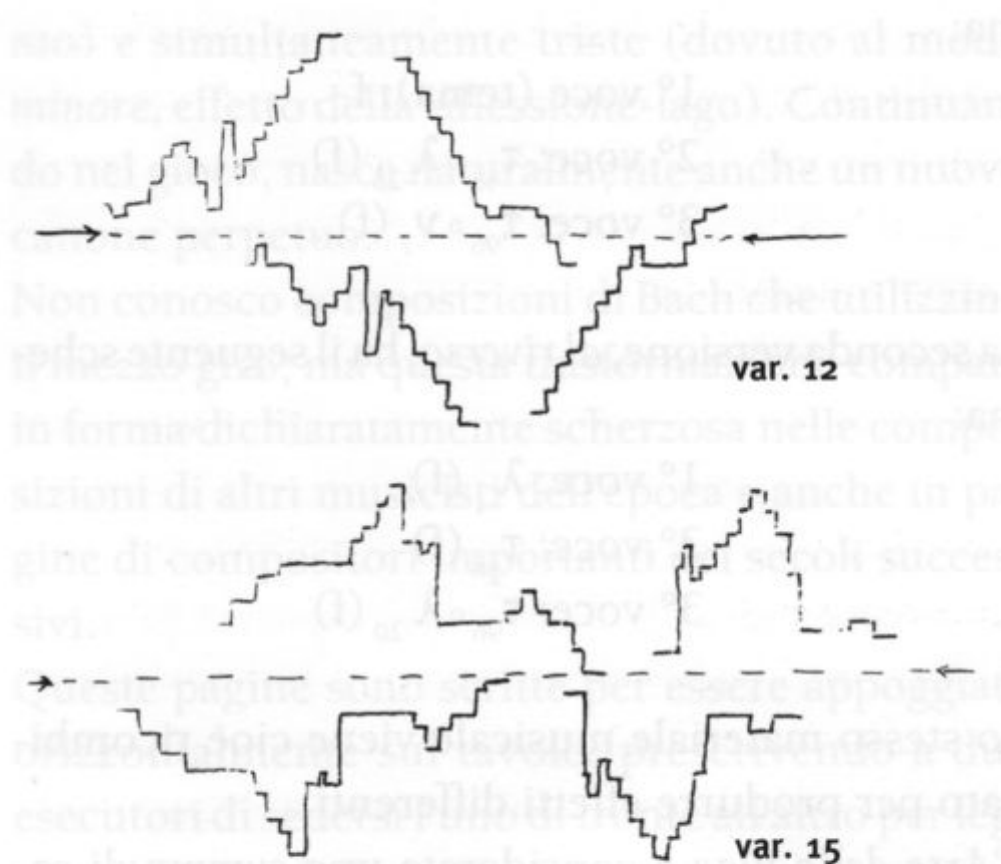
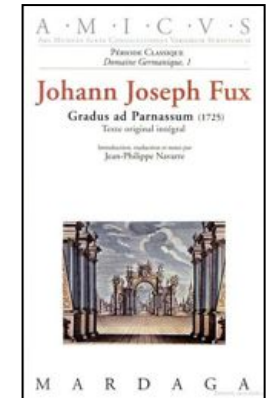


Figura 8. J.S. Bach: altre *Variazioni Goldberg*

Techniques contrapuntiques et musique algorithmique

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

The image displays a musical score for 'Illiad Suite' by Lejaren Hiller and Leonard M. Isaacson. The score is divided into eight sections, each with a unique label: (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G), and (H). Each section contains musical notation on staves, including notes, rests, and dynamic markings. The notation is complex, reflecting the experimental nature of the composition. The sections are arranged in a grid-like fashion, with (A) and (B) in the top row, (C) and (D) in the second row, (E) and (F) in the third row, and (G) and (H) in the bottom row. The score is presented in a clear, legible format, allowing for detailed study of the musical techniques employed.



Lejaren Hiller et Leonard M. Isaacson, *Illiad 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 »

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



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



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



Premiers exemples de musique algorithmique

"PUSH BUTTON BERTHA"

LYRIC BY
JACK OWENS

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

MODERATE BEAT 8/8

2 2 2 2 2 2 2 2 2
0 0 0 8 0 7 1 9 2 7
RANDOM NUMBERS
USED FOR MUSIC.

SHE'S PUSH-BUTTON BERTHA, SWEET MACHINE, WHAT A QUEEN
CAL-CU-LAT-IN' GAL-PI-TA-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' - WHAT 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 LO-VE-DE-SEND-ING - JUST FOR A SWITCH AND SHE'LL GO -
PUSH - BUTTON BERTHA - GO TO - MAT-TION DI-VINE -
NOW HEAR THIS - SHE CAN'T KISS -
OH THE LIGHT BULB AND YOUR RIGHT SASS SHINE - ALL MINE -
YOU WROTE OH - MAKES HER SAY - AL DREAM - MACHINE -
© 1956 BY OWENS-KOPPELSON CO. - ALL RIGHTS RESERVED.

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



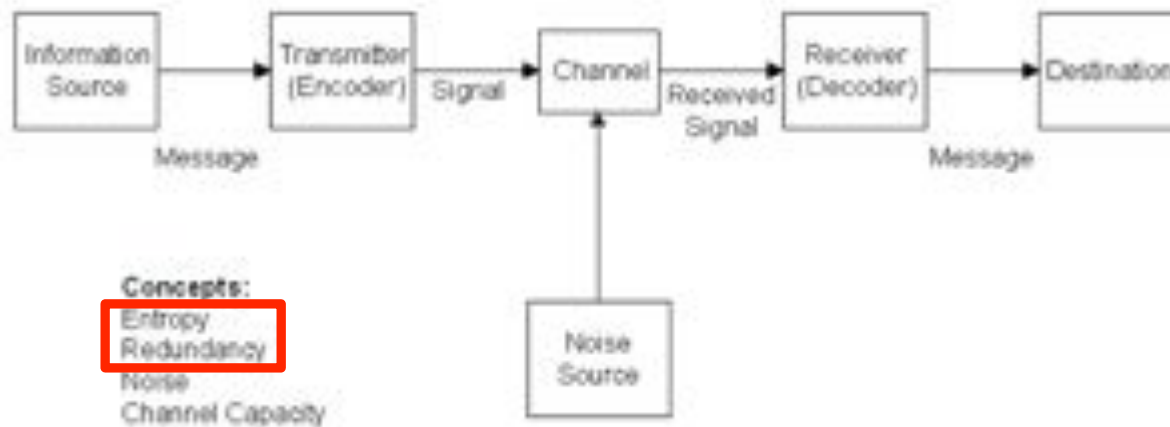
Modèles mathématiques du processus créatif

« This [= **Information Theory**] is a theory so general that one does not need to say what kinds of symbols are being considered – whether written letters or words, or musical notes, or spoken words, or symphonic music, or pictures. The theory is deep enough so that the relationships it reveals indiscriminately apply to all these and to other forms of communication »

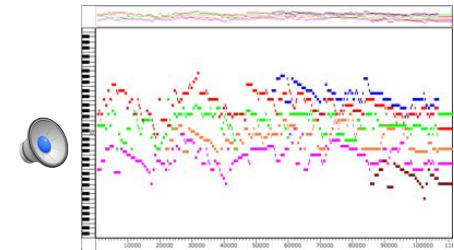
(C. Shannon and W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, 1949)



The Shannon-Weaver Mathematical Model, 1949

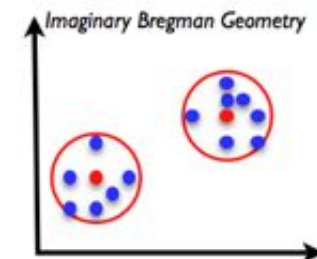


Quartet No. 4 for strings
(*Illiac Suite*, 1957)



Variations OMAX sur une fugue à six voix de Bach

- C. Shannon and W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, 1949
- R.C. Pinkerton, « Information theory and melody », *Scientific Am.*, 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
- R. Zaripov, *Cybernetics and music*, Moskva, Nauka, 1971.
- G. Assayag, S. Dubnov, « Universal Prediction Applied to Music Generation with Style », *Diderot Math. Forum*, Springer, 2002



Géométrie de l'information

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 :

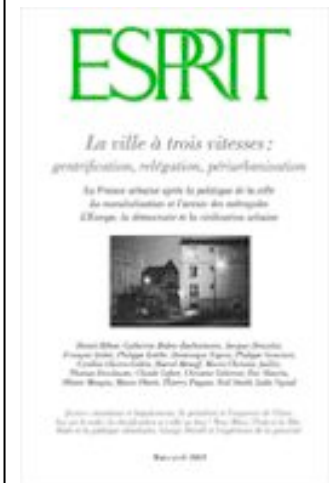
1° d'établir un contrôle rigoureux des analyses des structures sonores qui constituent la musique, contrôle dont le critère ne peut être aujourd'hui que la possibilité de mécanisation ;

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 »).

La musique algorithmique et l'algèbre moderne



« [L'algèbre moderne permet] une **mécanisation des procédés de composition** dont le résultats à l'intérieur d'un système donné pourraient passer pour l'inspiration la plus instinctive aux oreilles de l'auditeur le plus averti »

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

The diagram illustrates the process of algorithmic composition. It features a handwritten table of numbers, a chromatic scale circle, and musical notation. A blue box in the table points to a blue box in the musical notation. A green box in the table points to a green box in the musical notation. The chromatic scale circle is also shown.

Pierre Barbaud et Janine Charbonnier, *Réseau aérien* (1962). Détail d'un feuillet préparatoire du cycle et partition correspondante, mesures 1-3 [extrait de la thèse de Nicolas Viel, p. 436]

La puissance de la combinatoire dans la musique algorithmique



P. Barbaud, *Factorielle 7* (1960), Troisième partie, mm 1 à 5
[extrait de la thèse de Nicolas Viel, p. 436]

« 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 [...] ».

G	03	07	06	10	02	11	00	09	08	04	05	01
G + 1	04	08	07	11	03	00	01	10	09	05	06	02
G + 2	05	09	08	00	04	01	02	11	10	06	07	03
G + 3	06	10	09	01	05	02	03	00	11	07	08	04

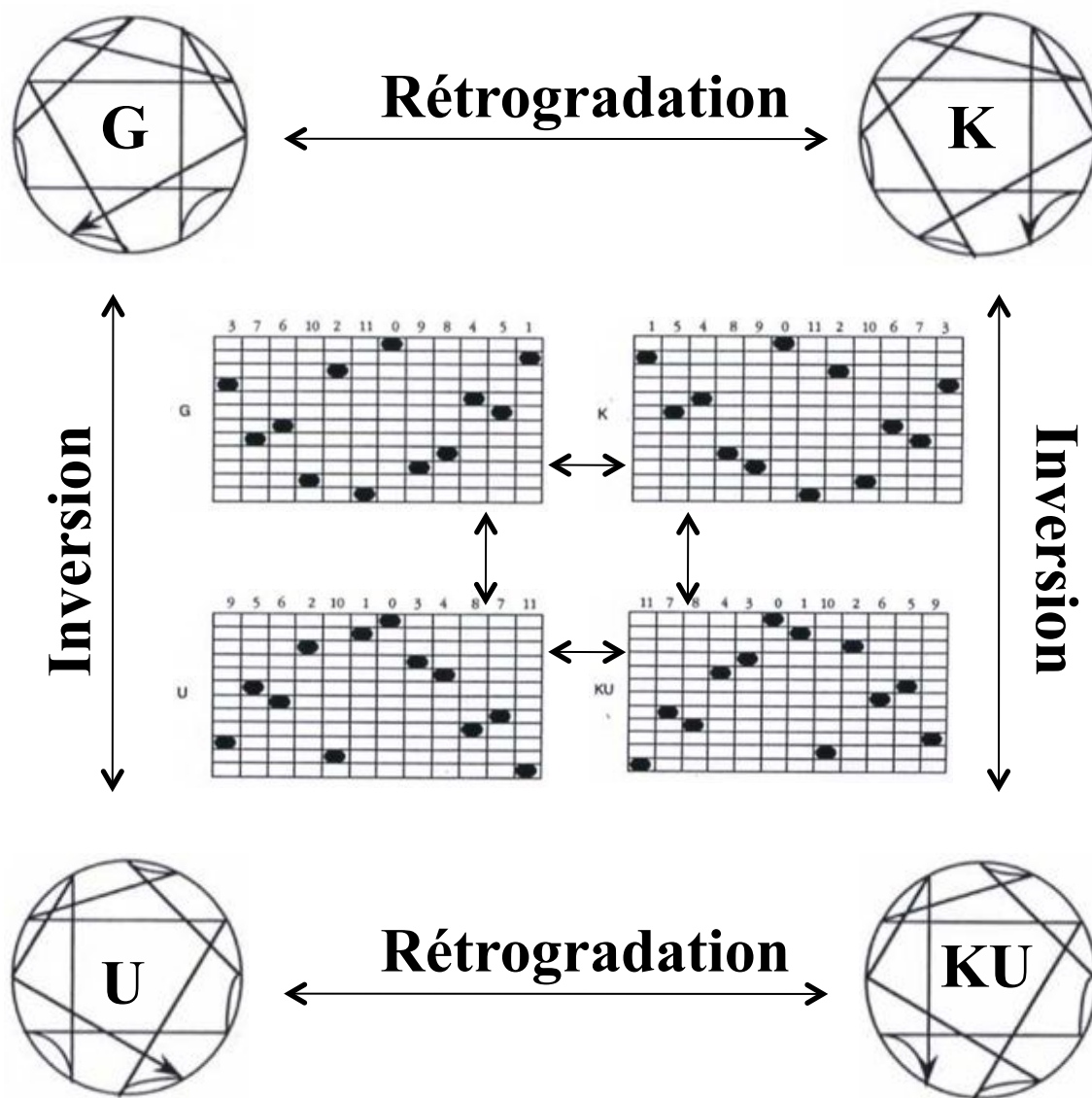
etc.

U	09	05	06	02	10	01	00	03	04	08	07	11
U + 1	10	06	07	03	11	02	01	04	05	09	08	00

etc.

K 01 05 04 08 09 00 11 02 10 06 07 03

Articulation algèbre/géométrie dans le sérialisme



« [...] Si nous représentons les permutations G, K, U et KU par leurs « écussons », nous aurons les figures suivantes dont « l'air de famille » **saute aux yeux, comme il saute aux oreilles** sous son aspect sonore. [...] *Lorsqu'on étudie, sur les nouvelles structures (de la pensée logique, des mathématiques, de la théorie physique...), la pensée des mathématiciens ou des physiciens de notre époque, on mesure, assurément, quel immense chemin les musiciens doivent encore parcourir avant d'arriver à la cohésion d'une synthèse générale.* »

(P. Barbaud, *Schoenberg*, Editions Main d'Œuvre, 1997. Orig. 1963)

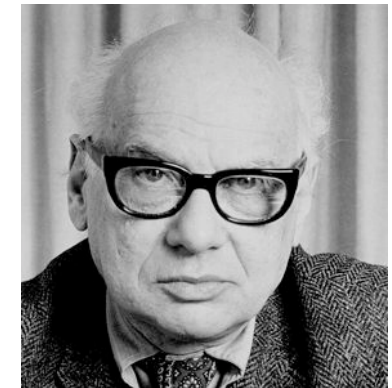
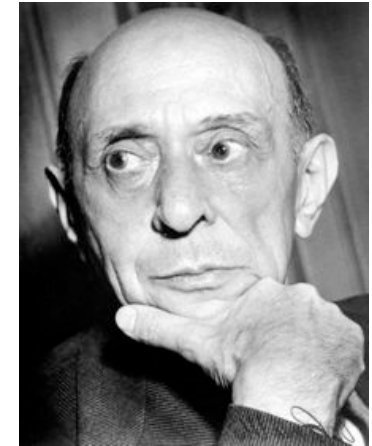
Vers une formalisation algébrique du système dodécaphonique

Série originelle

Inversion

Rétrogradation

Rétrogradation inverse

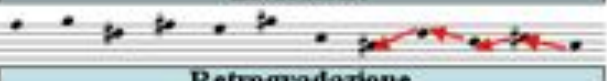


Le système dodécaphonique est « *un ensemble d'éléments, **relations** entre les éléments et **operations** sur les éléments. [...]* Une vraie mathématisation aurait besoin d'une formulation et d'une présentation dictées par le fait que le système dodécaphonique est un **groupe de permutations** qui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

Opérations dodécaphoniques et structures algébriques

S  Serie originaria

I  Inversione

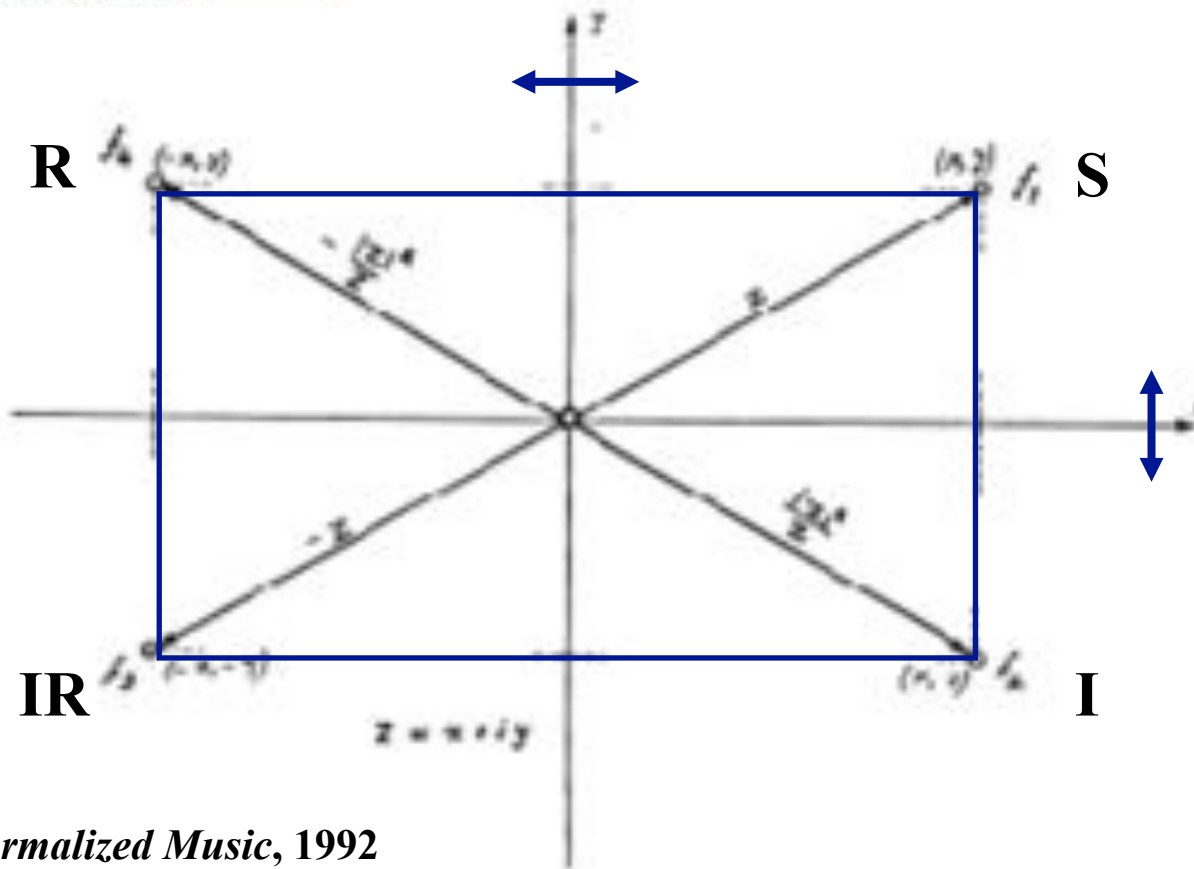
R  Retrogradazione

IR  Retrogradazione inversa

	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

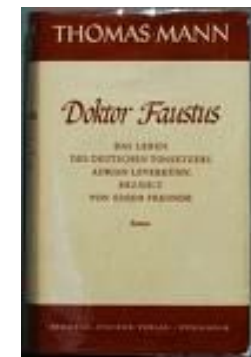
Iannis Xenakis, *Formalized Music*, 1992

Jeux dodécaphoniques et musique algorithmique

- *Les Zwölftonspiele* de Josef Mathias Hauer

The image displays the musical score for 'Zwölftonspiel' by Josef Mathias Hauer. On the left, a diagram illustrates the twelve-tone system using a 12x12 grid of numbers (1-11) and 'X' marks, representing the relationships between the twelve tones. Below this, the score is written in traditional notation for piano. The title 'Zwölftonspiel' is prominently displayed, along with the composer's name 'Josef Mathias Hauer (1893 - 1959)' and the date '(10. Februar 1958)'. The score consists of several staves, each with a treble and bass clef, showing the melodic and harmonic development of the piece. A copyright notice at the bottom reads: '© Copyright 1979 by Ludwig Doblinger (Bernhard Hermanns); BG, Wien - München, Institut für Kunst'.

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]



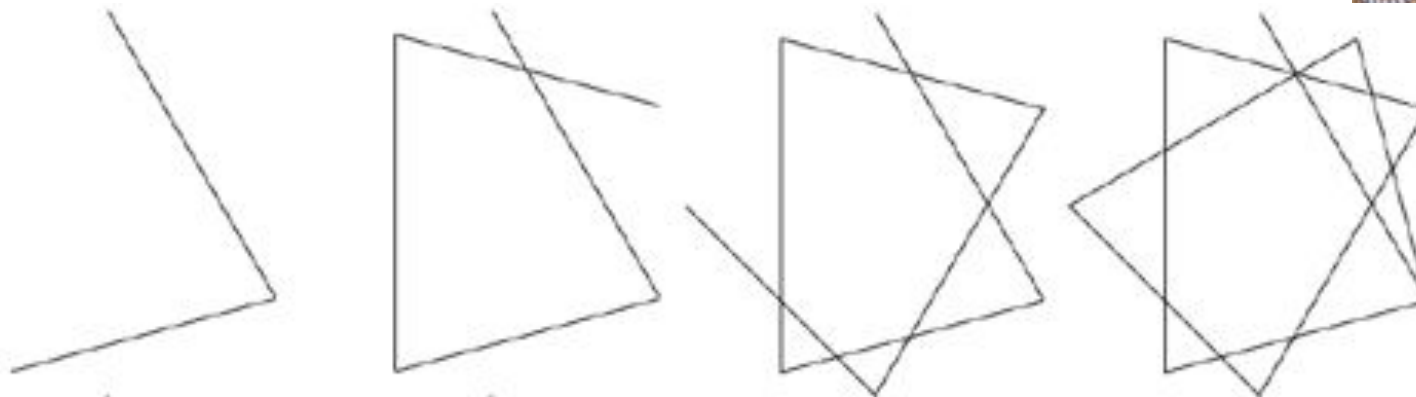
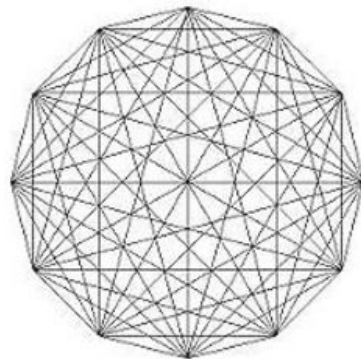
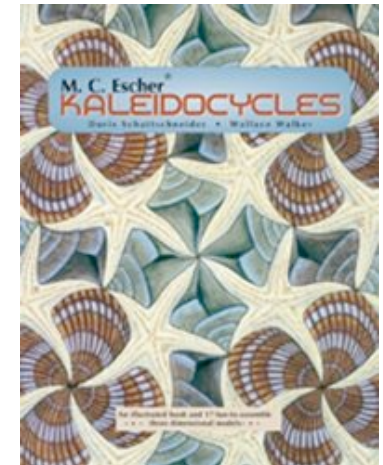
« *Zwölftonmusik ist keine Kunst im klassischen, romantischen, modernen Sinne, sondern ein kosmisches Spiel mit den 12 temperierten Halbtönen* ».



Kaléïdocycles musicaux et pensée contrapuntique

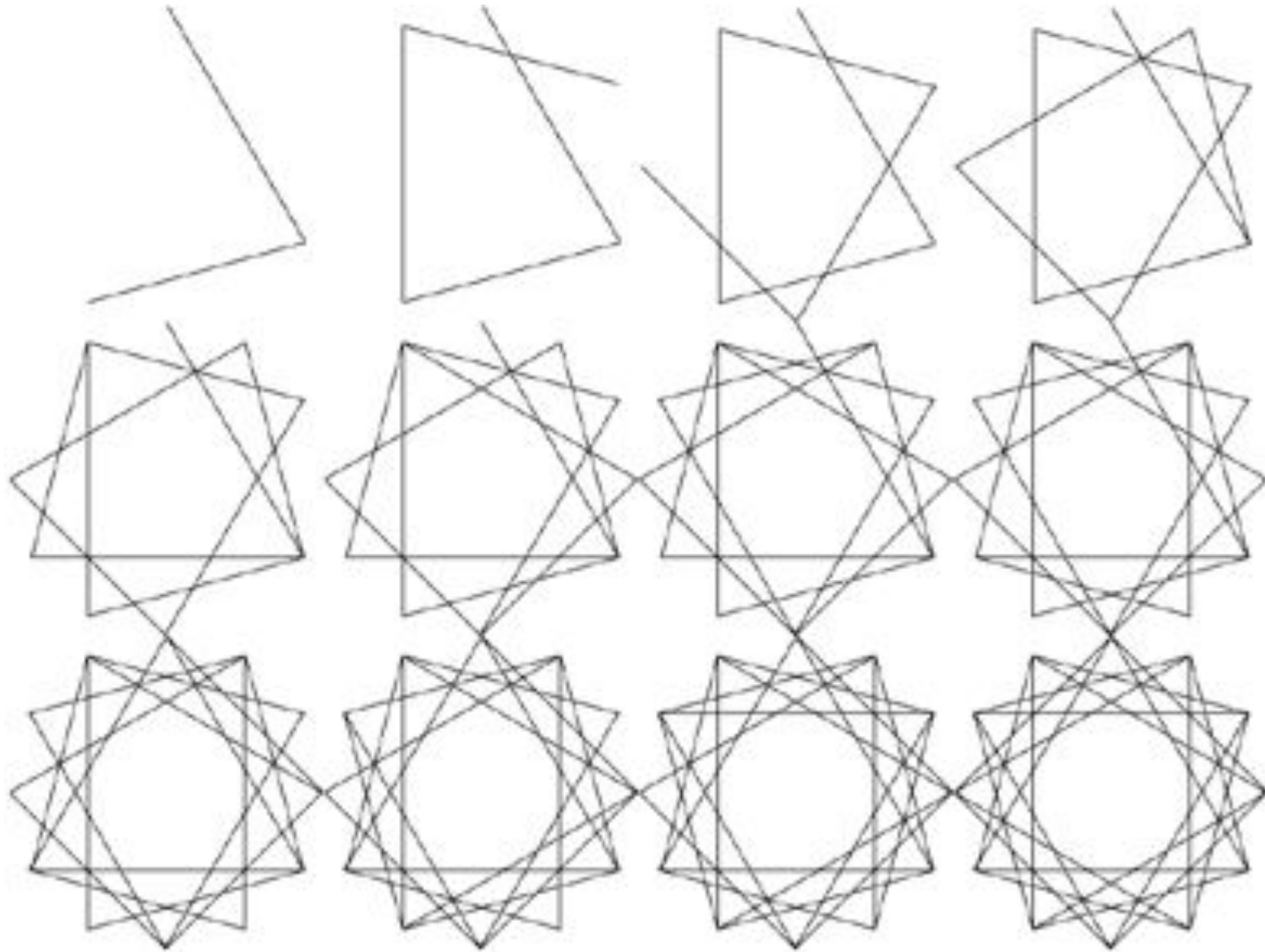
Luigi Verdi, *Caleidocicli musicali. Simmetrie infrante dei suoni*, 2005 (nouvelle édition, 2010)

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.



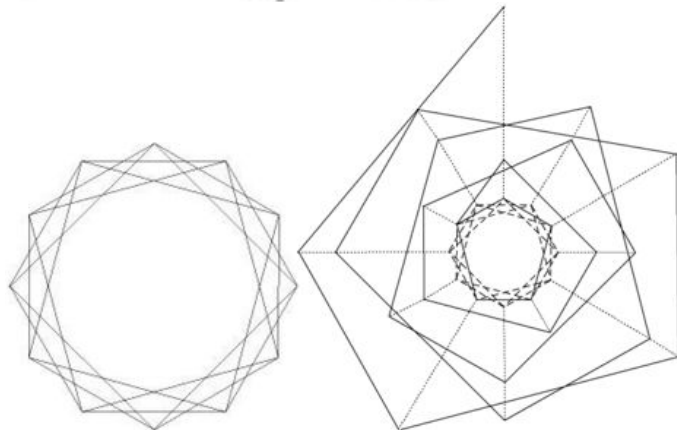
Kaléïdocycles musicaux et pensée contrapuntique

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)



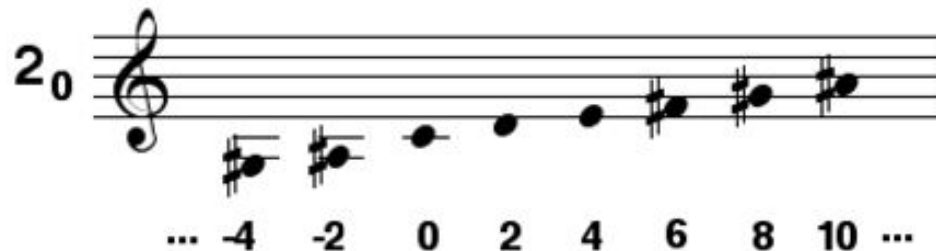
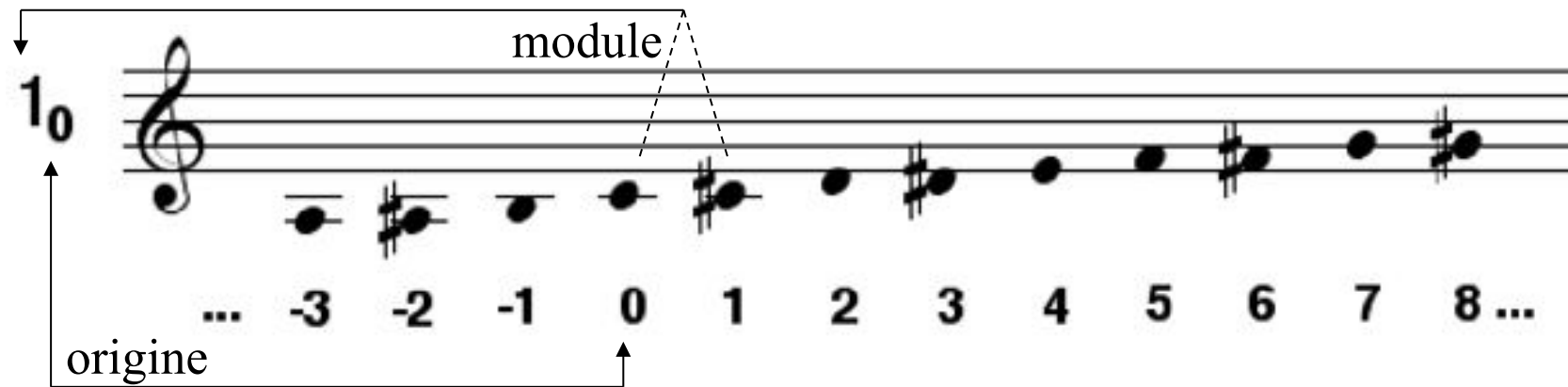
***Vana Sonoritas* (1990), pour
9 cors (durée : 8')**



***Complainte* (1987), pour 2
flutes, 2 harpes, célesta et voix
(durée : 3')**

La théorie des cribles

Formalisation algébrique des structures musicales selon Xenakis



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

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

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

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

Formalismes et modèles pour la composition algorithmique chez André Riotte



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

Structure métrique

1_0
 2_0
 3_0
 5_0
 $2_0 \cup 3_0 \cup 5_0$

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 written for multiple instruments, each represented by a staff. The staves are labeled as follows:

- S_0
- S_1
- S_2
- S_3
- S_7
- S_8
- S_{10}
- S_{11}

A dashed line separates the upper section from the lower section. Below the dashed line, the staves are labeled:

- f_{11} (GONG)
- f_{12} (PLAYER 1 TOMS, mp)
- f_{13} (TOMS, mp)
- f_{14} (TOMS, mp)
- f_{01}
- dr_{01}

The score is divided into three measures by vertical bar lines. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and dynamic markings (mp, f). The layout is organized into two main sections separated by a dashed line.

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

ICA-Partitions-d:PART.GOUF.

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)
;PPCH : 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. (♩ ≈ 108).
Les accents très marqués

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

© 1988 by André RIOTTE

Propriété de l'Auteur. Tous droits réservés.



Rythmes irréguliers



Rythmes réguliers

Séquences périodiques et calcul des différences finies

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

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



Anatol Vieru (1926-1998)

dalassimo

mf *mp* *pp* *mp* *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)

Suites réductibles et suites reproductibles

$$\begin{array}{rcl}
 f & = & 11 \ 6 \ 7 \ 2 \ 3 \ 10 \ 11 \ 6 \dots \\
 Df & = & \begin{array}{ccccccc} & \backslash & / & \backslash & / & \backslash & / \\ 7 & 1 & 7 & 1 & 7 & 1 & 7 \end{array} 1\dots \\
 D^2f & = & \begin{array}{ccccccc} & \backslash & / & \backslash & / & \backslash & / \\ & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \end{array} \dots \\
 D^4f & = & 0 \ 0 \ 0
 \end{array}$$

Reducible sequences:

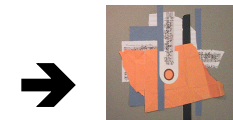
$\exists k \geq 1$ such that $D^k f = 0$

Théorème de décomposition: Toute sequence périodique (à valeurs dans un groupe cyclique $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$) peut se décomposer de façon unique en somme d'une sequence reductible et d'une sequence reproductible (2001)

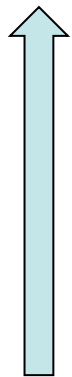
$$\begin{array}{rcl}
 f & = & 7 \ 11 \ 10 \ 11 \ 7 \ 2 \ 7 \ 11 \dots \\
 Df & = & \begin{array}{ccccccc} & \backslash & / & \backslash & / & \backslash & / \\ 4 & 11 & 1 & 8 & 7 & 5 & 4 \end{array} 11 \ 1 \dots \\
 D^2f & = & \begin{array}{ccccccc} & \backslash & / & \backslash & / & \backslash & / \\ 7 & 2 & 7 & 11 & 10 & 11 & 7 \end{array} 2 \ 7 \dots \\
 D^3f & = & \begin{array}{ccccccc} & \backslash & / & \backslash & / & \backslash & / \\ 7 & 5 & 4 & 11 & 1 & 8 & 7 \end{array} 5 \ 4 \ 11 \ 1 \ 8 \dots \\
 D^4f & = & 10 \ 11 \ 7 \ 2 \ 7 \ 11 \ 10 \ 11 \dots \\
 D^5f & = & 1 \ 8 \ 7 \ 5 \ 4 \ 11 \ 1 \ 8 \dots \\
 D^6f & = & 7 \ 11 \ 10 \ 11 \ 7 \ 2 \ 7 \ 11 \dots
 \end{array}$$

Reproducible sequences:

$\exists k \geq 1$ such that
 $D^k f = f$



Processus de croissance



$$\begin{array}{rcl}
 A^3g & = & 8 \ 4 \ 8 \ 10 \ 11 \ 1 \ 5 \ 1 \ 2 \ 10 \ 2 \ 4 \ 5 \ 7 \ 11 \ 7 \ 8 \ 4 \dots \\
 & & \backslash \ / \ \backslash \ / \\
 A^2g & = & 8 \ 4 \ 2 \ 1 \ 2 \ 4 \ 8 \ 1 \ 8 \ 4 \dots \\
 & & \backslash \ / \ \backslash \ / \ \backslash \ / \ \backslash \ / \\
 Ag & = & 8 \ 10 \ 11 \ 1 \ 2 \ 4 \ 5 \ 7 \ 8 \ 10 \dots \\
 & & \backslash \ / \ \backslash \ / \ \backslash \ / \ \backslash \ / \ \backslash \ / \ \backslash \ / \\
 g & = & 2 \ 1 \ 2 \ 1 \ 2 \ 1 \ 2 \ 1
 \end{array}$$

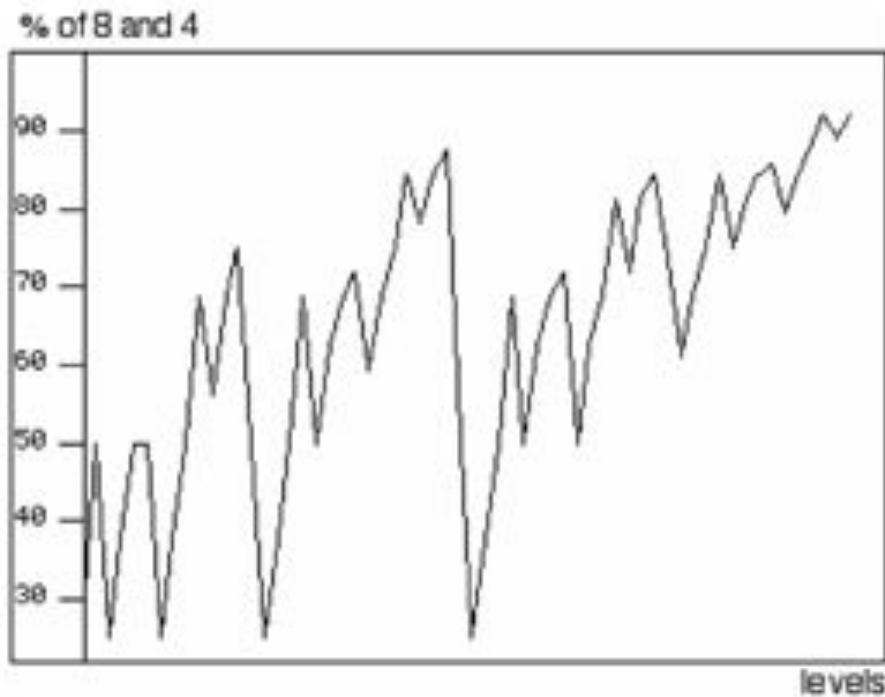
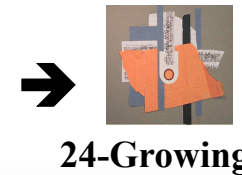


Fig. 11 Initial values equal to 8

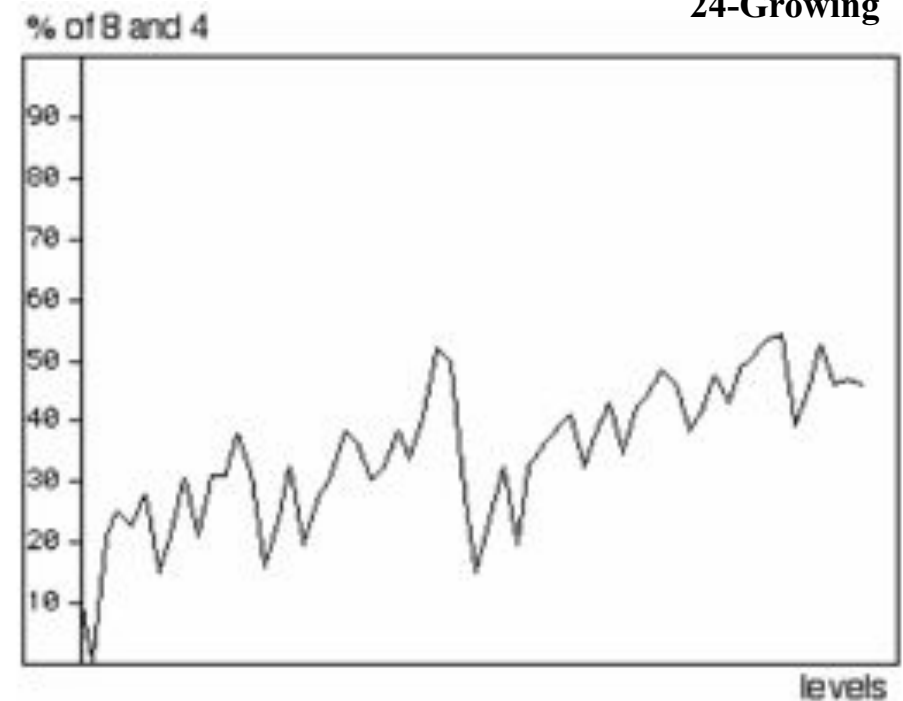
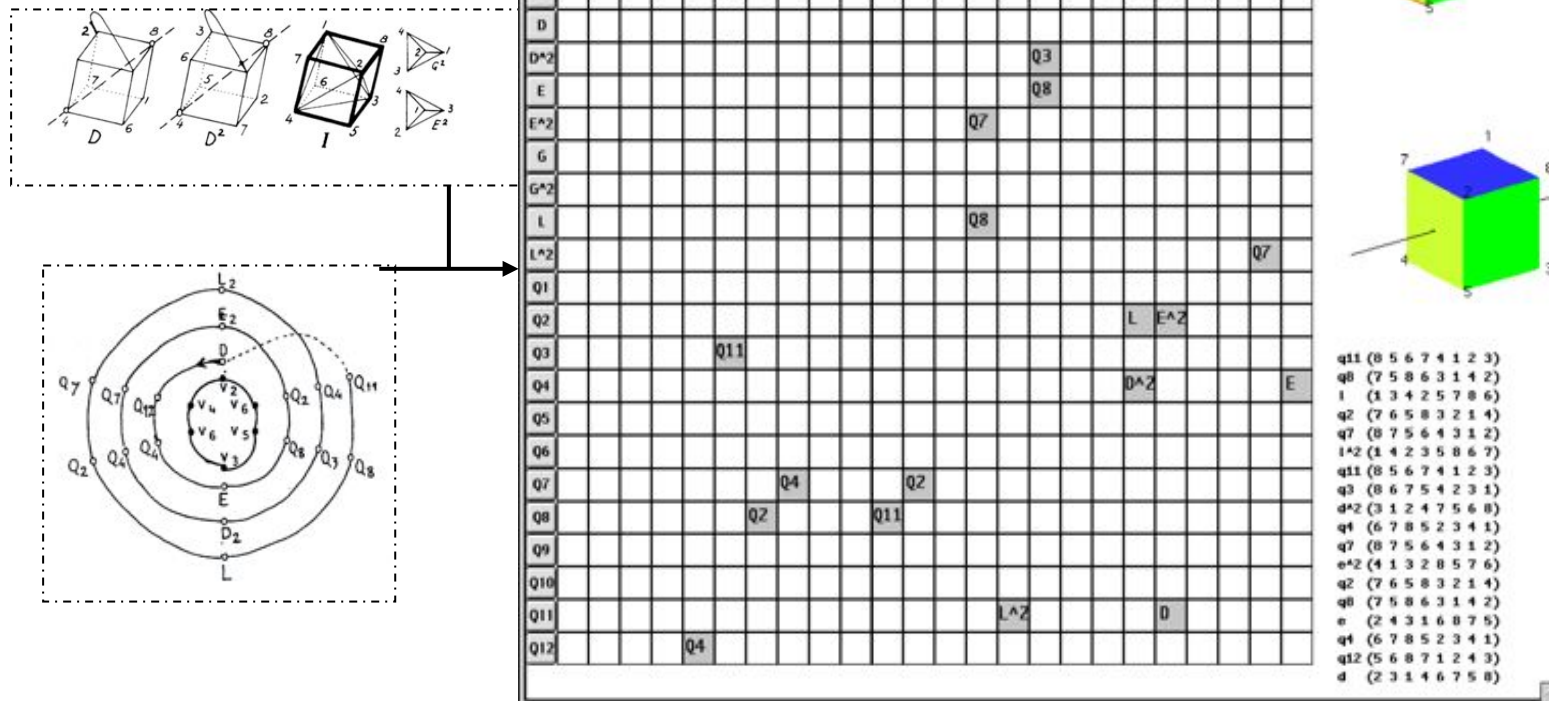


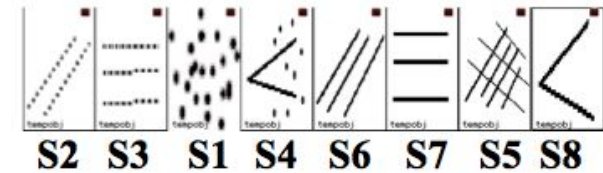
Fig. 15 Initial values equal to 4

Séquences périodiques dans *Nomos Alpha* (1966)

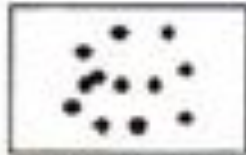


« Musique **symbolique** pour violoncelle seul, possède une architecture « hors-temps » fondée sur la théorie des groupes de transformations. Il y fait usage de la théorie des cribles, théorie qui annexe les congruence modulo n et qui est issue d'une **axiomatique** de la structure **universelle** de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

Matériau musical : les complexes sonores



S1



Ataxic cloud of sound-points.

S2



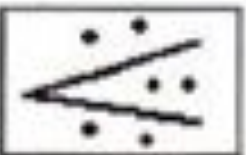
Relatively ordered ascending or descending cloud of sound-points.

S3



Relatively ordered cloud of sound-points, neither ascending nor descending.

S4



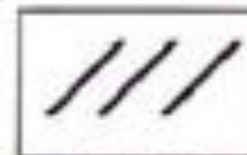
Ataxis field of sliding sounds.

S5



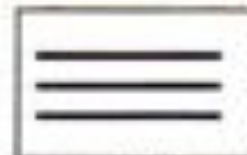
Relatively ordered ascending or descending field of sliding sounds.

S6



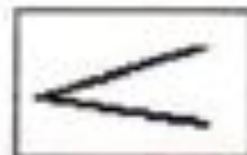
Relatively ordered field of sliding sounds, neither ascending nor descending

S7



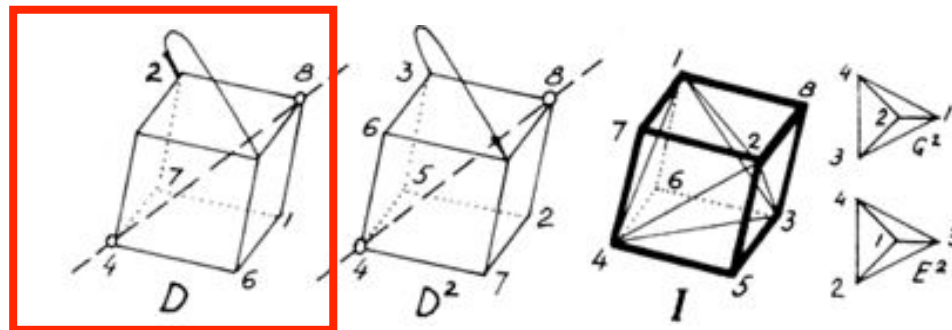
Atom represented on a cello by interferences of a quasi-unison.

S8



Ionized atom represented on a cello by interferences, accompanied by pizzicati.

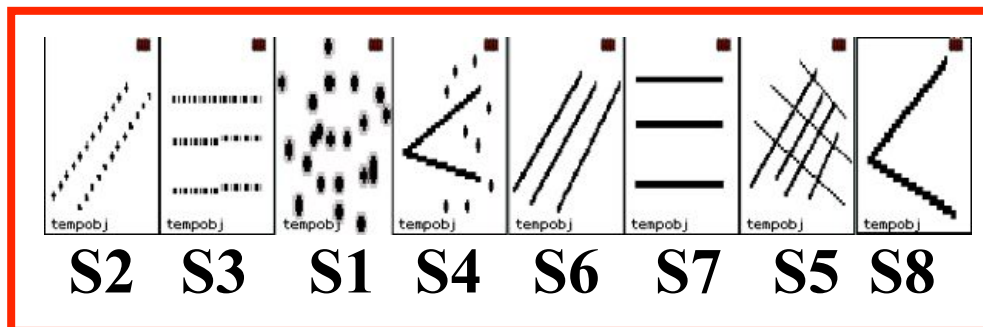
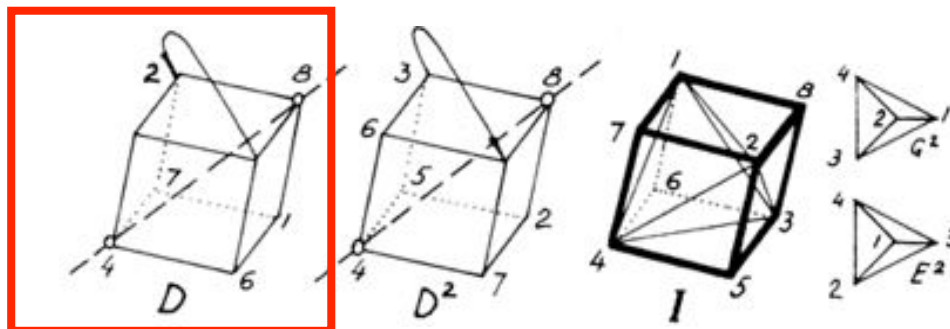
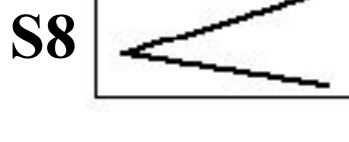
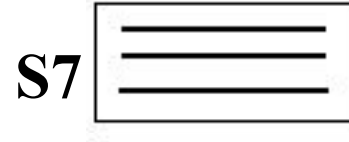
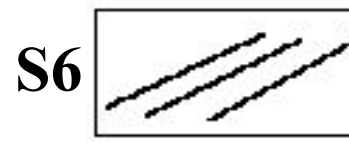
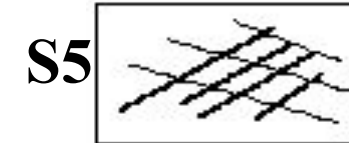
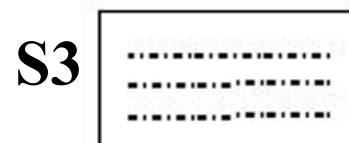
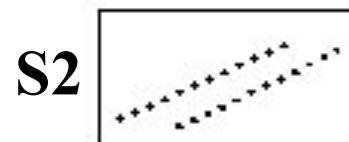
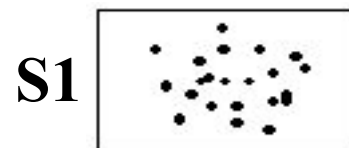
Principe combinatoire : groupe des rotations du cube dans l'espace



	I	A	B	C	D	D ²	E	E ²	G	G ²	L	L ²	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂
I	I	A	B	C	D	D ²	E	E ²	G	G ²	L	L ²	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂
A	A	I	C	B	G	L	G ²	L ²	D	E	D ²	E ²	Q ₇	Q ₄	Q ₅	Q ₃	Q ₂	Q ₁₂	Q ₁	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₈	Q ₉	Q ₆
B	B	C	I	A	L ²	E	D ²	G	E ²	L	G ²	D	Q ₆	Q ₉	Q ₈	Q ₁₁	Q ₁₀	Q ₁	Q ₁₂	Q ₃	Q ₂	Q ₅	Q ₄	Q ₇
C	C	B	A	I	E ²	G ²	L	D	L ²	D ²	E	G	Q ₁₂	Q ₁₁	Q ₁₀	Q ₉	Q ₈	Q ₇	Q ₆	Q ₅	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
D	D	L ²	E ²	G	D ²	I	C	L	E	A	B	G ²	Q ₃	Q ₆	Q ₄	Q ₁	Q ₁₁	Q ₁₀	Q ₈	Q ₉	Q ₇	Q ₂	Q ₁₂	Q ₅
D ²	D ²	G ²	L	E	I	D	G	B	C	L ²	E ²	A	Q ₄	Q ₁₀	Q ₁	Q ₃	Q ₁₁	Q ₂	Q ₉	Q ₇	Q ₈	Q ₆	Q ₅	Q ₁₂
E	E	L	G ²	D ²	B	L ²	E ²	I	A	D	G	C	Q ₁₁	Q ₈	Q ₄	Q ₉	Q ₇	Q ₅	Q ₂	Q ₁₂	Q ₃	Q ₁	Q ₁₀	Q ₆
E ²	E ²	G	D	L ²	G ²	C	I	E	L	B	A	D ²	Q ₁₀	Q ₇	Q ₉	Q ₁₂	Q ₂	Q ₃	Q ₅	Q ₄	Q ₆	Q ₁₁	Q ₁	Q ₈
G	G	E ²	L ²	B	L	A	B	D ²	G ²	I	C	E	Q ₅	Q ₁₂	Q ₂	Q ₇	Q ₉	Q ₈	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁	Q ₄	Q ₆	Q ₃
G ²	G ²	D ²	E	L	C	E ²	L ²	A	I	G	D	B	Q ₉	Q ₃	Q ₁₂	Q ₁₀	Q ₁	Q ₁₁	Q ₄	Q ₆	Q ₅	Q ₇	Q ₈	Q ₁
L	L	E	D ²	G ²	A	G	D	C	B	E ²	L ²	I	Q ₂	Q ₈	Q ₇	Q ₅	Q ₆	Q ₄	Q ₁₁	Q ₁	Q ₁₀	Q ₁₂	Q ₃	Q ₉
L ²	L ²	D	G	E ²	E	B	A	G ²	D ²	C	I	L	Q ₈	Q ₁	Q ₁₁	Q ₆	Q ₄	Q ₉	Q ₂	Q ₁₂	Q ₃	Q ₇	Q ₁₀	Q ₅
Q ₁	Q ₁	Q ₇	Q ₁₂	Q ₆	Q ₉	Q ₅	Q ₈	Q ₃	Q ₁₁	Q ₁₀	Q ₂	Q ₄	A	L ²	D ²	E ²	L	B	I	G ²	G	E	D	C
Q ₂	Q ₂	Q ₁₁	Q ₈	Q ₄	Q ₁₀	Q ₆	Q ₁	Q ₉	Q ₃	Q ₁₂	Q ₇	Q ₅	E	I	G	C	L ²	D ²	L	E ²	B	D	A	G ²
Q ₃	Q ₃	Q ₈	Q ₆	Q ₁₀	Q ₇	Q ₁₁	Q ₉	Q ₄	Q ₁₂	Q ₂	Q ₄	Q ₁	L ²	G ²	I	L	B	E ²	D	A	E	C	D ²	G
Q ₄	Q ₄	Q ₉	Q ₁₁	Q ₂	Q ₈	Q ₁₂	Q ₇	Q ₁₀	Q ₅	Q ₆	Q ₁	Q ₃	G ²	A	D	B	E ²	L	D ²	L ²	C	G	I	E
Q ₅	Q ₅	Q ₁₀	Q ₃	Q ₆	Q ₁	Q ₉	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₄	Q ₈	Q ₂	Q ₇	E ²	E	A	D ²	C	L ²	G	I	G ²	B	L	D
Q ₆	Q ₆	Q ₁₂	Q ₇	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₃	Q ₉	Q ₄	Q ₅	Q ₈	Q ₁₁	C	D	E	G	G ²	I	B	L	E ²	D ²	L ²	A
Q ₇	Q ₇	Q ₁	Q ₄	Q ₁₁	Q ₁₀	Q ₃	Q ₁₀	Q ₄	Q ₉	Q ₈	Q ₅	Q ₂	I	E ²	L	L ²	D ²	C	A	E	D	G ²	G	B
Q ₈	Q ₈	Q ₁₁	Q ₈	Q ₁₂	Q ₄	Q ₂	Q ₁	Q ₇	Q ₉	Q ₁₁	Q ₆	B	L	B	G ²	I	G	L ²	C	D ²	A	E	E ²	E ²
Q ₉	Q ₉	Q ₄	Q ₂	Q ₁₁	Q ₈	Q ₁	Q ₄	Q ₃	Q ₈	Q ₇	Q ₁₂	Q ₁₀	D ²	B	E ²	A	D	E	G ²	G	I	L ²	C	L
Q ₁₀	Q ₁₀	Q ₈	Q ₆	Q ₅	Q ₄	Q ₂	Q ₄	Q ₇	Q ₁	Q ₁₁	Q ₉	Q ₁₂	G	D ²	C	B	A	D	E ²	B	L	I	G ²	L ²
Q ₁₁	Q ₁₁	Q ₂	Q ₄	Q ₈	Q ₃	Q ₇	Q ₁₂	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁	Q ₆	Q ₅	L	C	L ²	I	G	G ²	E	D	A	E ²	B	D ²
Q ₁₂	Q ₁₂	Q ₆	Q ₁	Q ₇	Q ₄	Q ₅	Q ₁₁	Q ₃	Q ₁₀	Q ₈	Q ₉	Q ₂	B	G	G ²	D	E	A	C	D ²	L ²	L	E ²	I

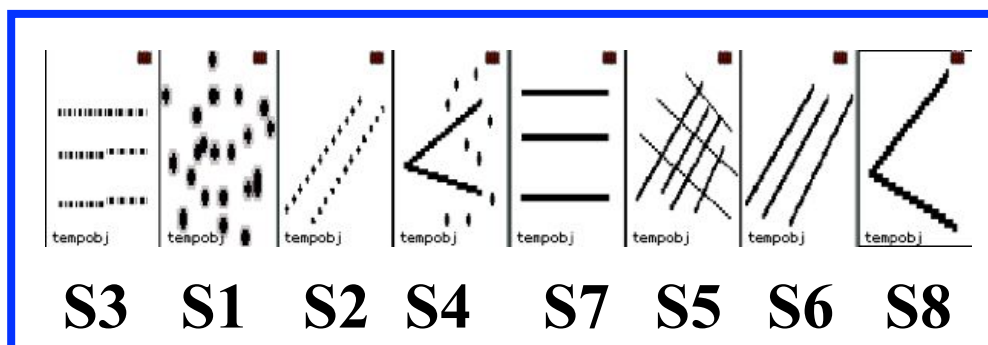
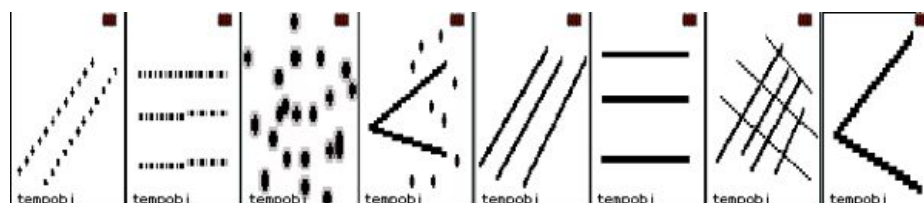
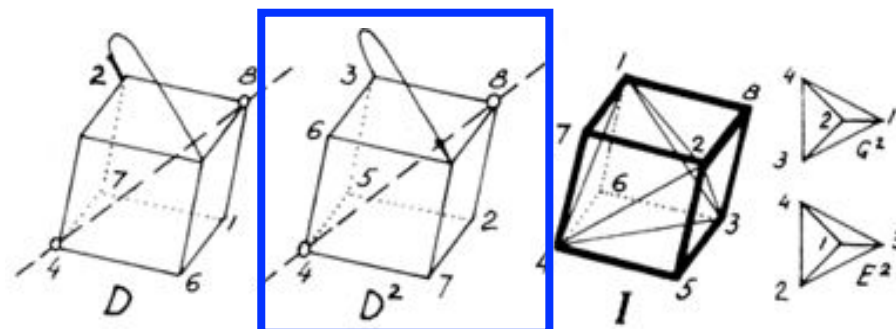
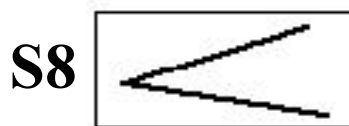
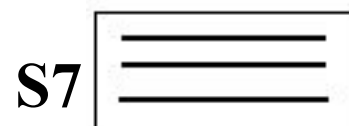
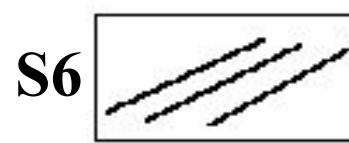
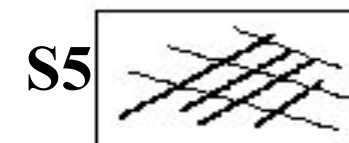
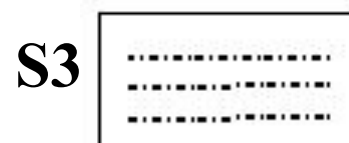
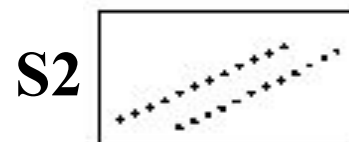
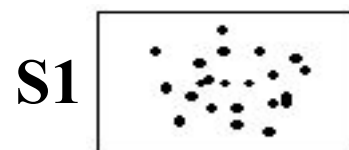
I	12345678
A	21436587
B	34127856
C	43218765
D	23146758
D ²	31247568
E	24316875
E ²	41328576
G	32417685
G ²	42138657
L	13425786
L ²	14235867
Q ₁	78653421
Q ₂	76583214
Q ₃	86754231
Q ₄	67852341
Q ₅	68572413
Q ₆	65782134
Q ₇	87564312
Q ₈	75863142
Q ₉	58761432
Q ₁₀	57681324
Q ₁₁	85674123
Q ₁₂	56871243

Procédés algorithmiques dans *Nomos Alpha* de I. Xenakis



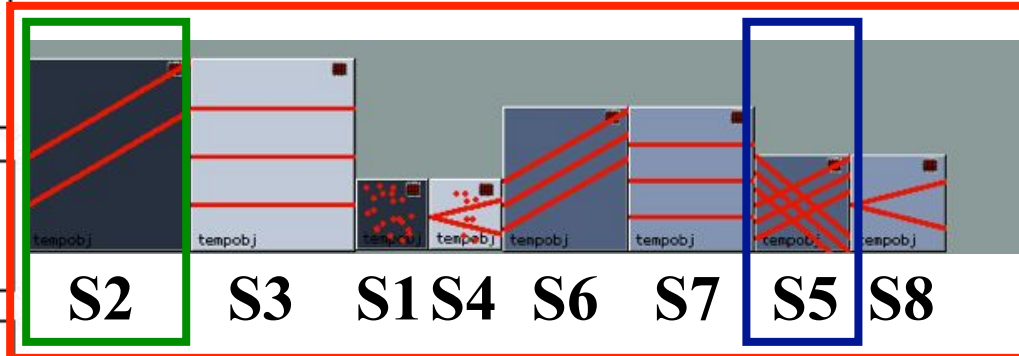
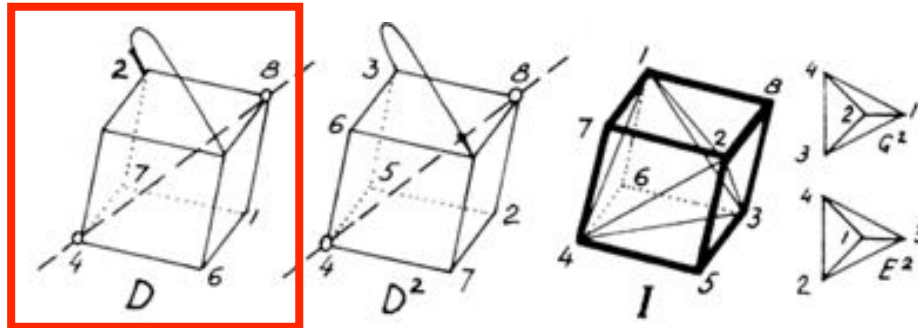
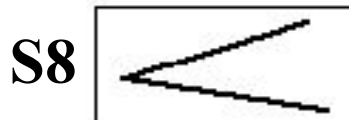
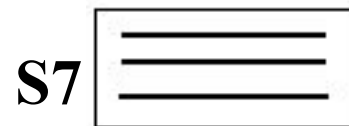
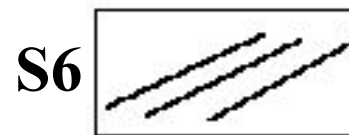
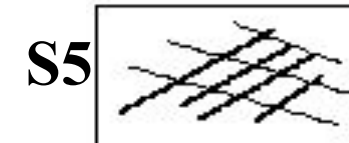
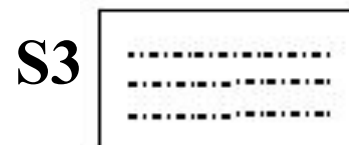
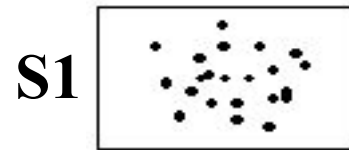
<i>I</i>	12345678
<i>A</i>	21436587
<i>B</i>	34127856
<i>C</i>	43218765
<i>D</i>	23146758
<i>D</i> ²	31247568
<i>E</i>	24316875
<i>E</i> ²	41328576
<i>G</i>	32417685
<i>G</i> ²	42138657
<i>L</i>	13425786
<i>L</i> ²	14235867
<i>Q</i> ₁	78653421
<i>Q</i> ₂	76583214
<i>Q</i> ₃	86754231
<i>Q</i> ₄	67852341
<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



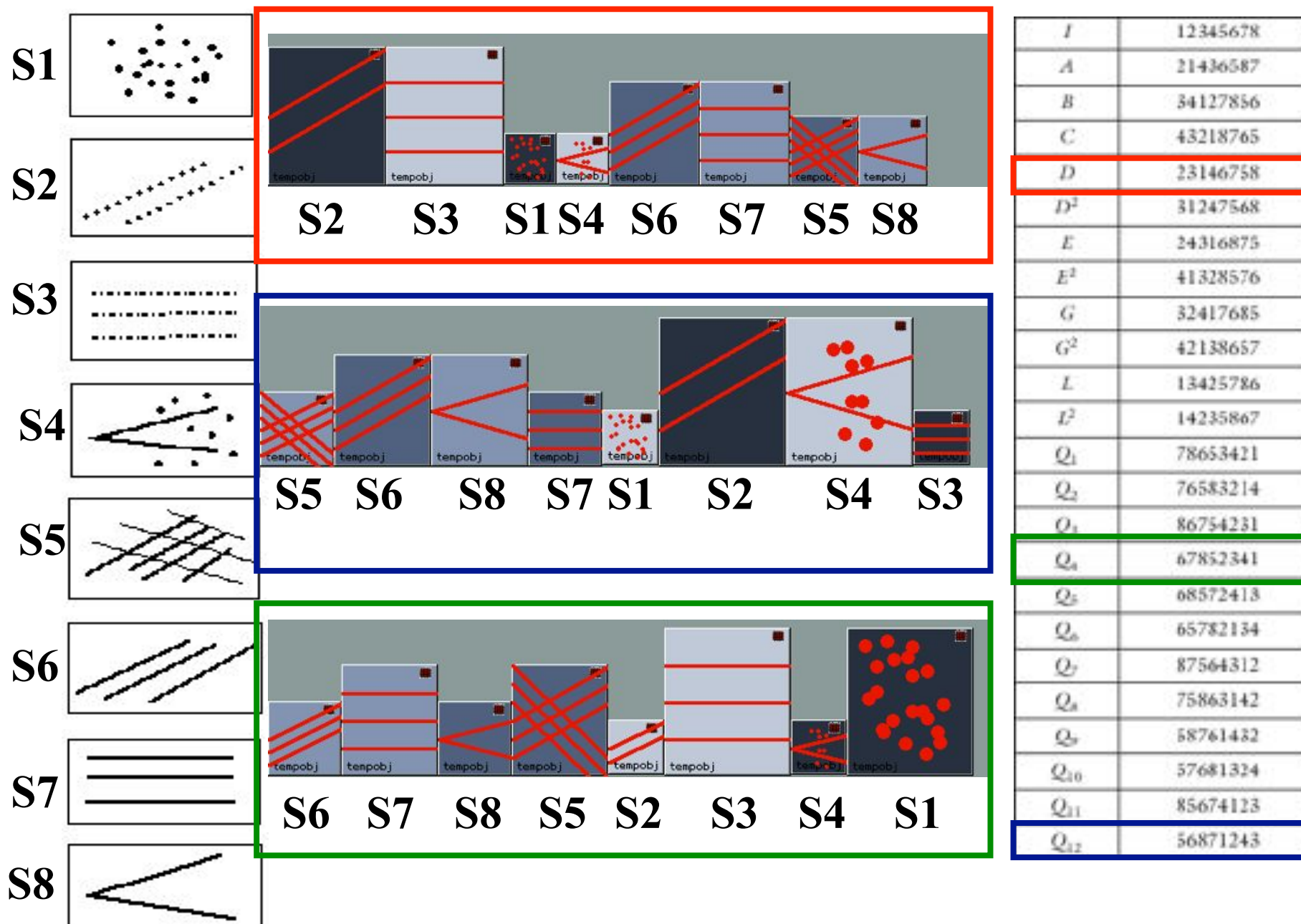
<i>I</i>	12345678
<i>A</i>	21436587
<i>B</i>	34127856
<i>C</i>	43218765
<i>D</i>	23146758
<i>D²</i>	31247568
<i>E</i>	24316875
<i>E²</i>	41328576
<i>G</i>	32417685
<i>G²</i>	42138657
<i>L</i>	13425786
<i>L²</i>	14235867
<i>Q₁</i>	78653421
<i>Q₂</i>	76583214
<i>Q₃</i>	86754231
<i>Q₄</i>	67852341
<i>Q₅</i>	68572413
<i>Q₆</i>	65782134
<i>Q₇</i>	87564312
<i>Q₈</i>	75863142
<i>Q₉</i>	58761432
<i>Q₁₀</i>	57681324
<i>Q₁₁</i>	85674123
<i>Q₁₂</i>	56871243

Procédés algorithmiques dans *Nomos Alpha* de I. Xenakis

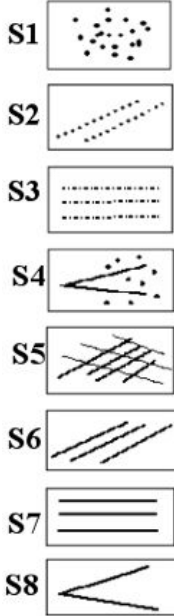


$$\begin{aligned} \kappa^{\pi_1} &= 1 . \text{mf} . 2 \rightarrow 2 . \text{mf} \rightarrow \\ \kappa^{\pi_2} &= 1 . \text{fff} . 4.5 = 4.5 . \text{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\pi_3} &= 2.5 . \text{fff} . 4.5 = 11.25 . \text{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\pi_4} &= 2.5 . \text{mf} . 2 = 5 . \text{mf} \rightarrow \\ \kappa^{\pi_5} &= 1.5 . f . 2.62 = 3.93 f \rightarrow \\ \kappa^{\pi_6} &= 1.5 . \text{ff} . 3.44 = 5.15 \text{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\pi_7} &= 2.0 . \text{ff} . 3.44 = 6.88 \text{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\pi_8} &= 2.0 . f . 2.62 = 5.24 f \rightarrow \\ &\vdots \\ \kappa^{\rho_1} &= 0.5 . \text{mf} . 2 = 1 . \text{mf} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_2} &= 0.5 . \text{fff} . 4.5 = 2.25 . \text{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_3} &= 5 . \text{fff} . 4.5 = 22.5 . \text{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_4} &= 5.0 . \text{mf} . 2 = 10.0 . \text{mf} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_5} &= 1.08 . f . 2.62 = 2.83 f \rightarrow \\ \kappa^{\rho_6} &= 1.08 . \text{ff} . 3.44 = 3.72 \text{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_7} &= 2.32 . \text{ff} . 3.44 = 7.98 \text{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\rho_8} &= 2.32 . f . 2.62 = 6.08 f \rightarrow \\ &\vdots \\ \kappa^{\tau_1} &= 1 . \text{mf} . 2 = 2 . \text{mf} \rightarrow \\ \kappa^{\tau_2} &= 1 . \text{fff} . 2 \rightarrow 2 . \text{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\tau_3} &= 4.0 . \text{fff} . 4.5 = 18.0 . \text{fff} \rightarrow \\ \kappa^{\tau_4} &= 4.0 . \text{mf} . 2.0 = 8.0 . \text{mf} \rightarrow \\ \kappa^{\tau_5} &= 2.0 . f . 2.62 = 5.24 f \rightarrow \\ \kappa^{\tau_6} &= 2.0 . \text{ff} . 3.44 = 6.88 \text{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\tau_7} &= 3.0 . \text{ff} . 3.44 = 10.32 \text{ff} \rightarrow \\ \kappa^{\tau_8} &= 3.0 . f . 2.62 = 7.86 f \rightarrow \end{aligned}$$

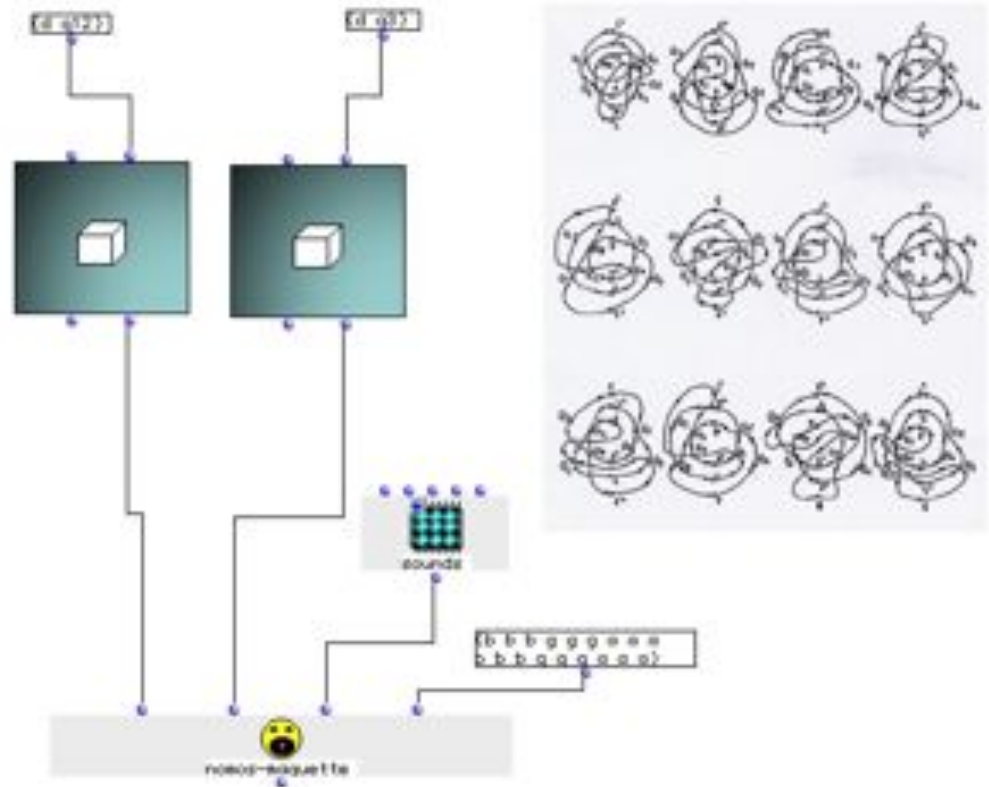
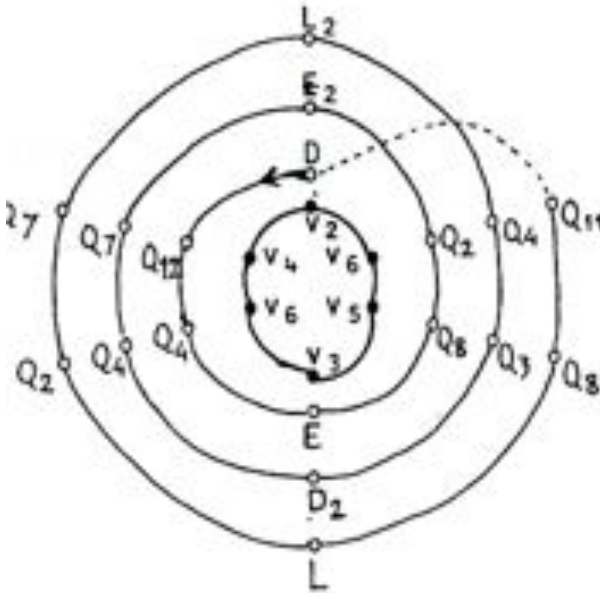
Procédés algorithmiques dans *Nomos Alpha* de I. Xenakis



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.

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
?

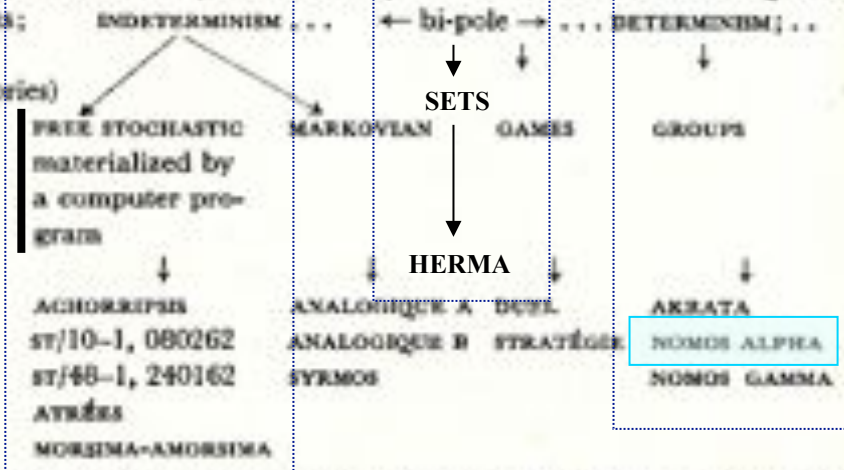
This is why the arts are freer, and can therefore guide the sciences, which are entirely inferential and experimental.

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

REALITY (EXISTENTIALITY); CAUSALITY; INFERENCE; CONNECTIVITY; COMPACTNESS; TEMPORAL AND SPATIAL UBQUITY
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.

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

« L'ouvrage de littérature potentielle »

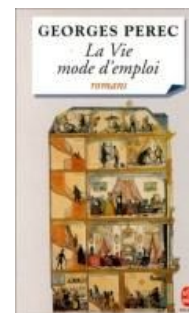
« Ce petit ouvrage permet à tout un chacun de composer à volonté cent mille milliards de sonnets, tous réguliers bien entendu. C'est somme toute une sorte de machine à fabriquer des poèmes, mais en nombre limité ; il est vrai que ce nombre, quoique limité, fournit de la lecture pour près de deux cents 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>]



*Château des destins
croisés (1969)*



*La vie mode
d'emploi (1978)*



Raymond Queneau



Italo Calvino



Georges Perec

Tom Johnson et la musique algorithmique

France Culture, 20 h 30 le 12 février, Atelier de Création Radiophonique

LE TRIANGLE DE PASCAL

par Tom Johnson et René Farabet

Le Triangle de Pascal modulo sept
musique électronique de Tom Johnson

Jean-Paul Allouche, mathématicien

Bernadette Le Saché, voix

De l'esprit géométrique
Blaise Pascal

techniciens
Jean-Michel Cauquy
et Marc Didier

Cosinus pour piano

1. Tom Johnson

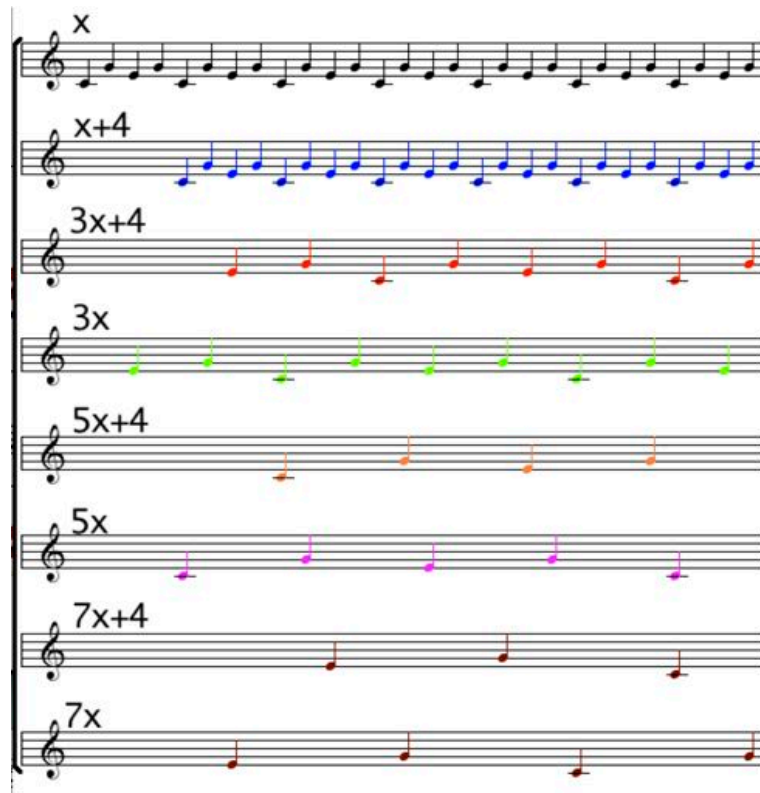
Techniques combinatoires



« In this piece, written by Tom Johnson in 1985, the pianist plays all 8178 chords that are possible within one octave - 13 notes from C to C - going from all possible 2-part chords, through the 3 part chords, etcetera, up to one 13-part chord. [...] The piece is structurally very simple but very rich and intriguing. It is a harmonic piece, obviously, but surprisingly it's quite melodic and rhythmically very vivid, too - you can even hear something like counterpoint happening. One very surprising effect one might notice in a full performance is that though it is basically constructed entirely out of all ascending lines, you start hearing descending lines when the texture gets thick »

(Samuel Vriezen, Note de programme à l'occasion des Wiener Tage der Zeitgenössischen Klaviermusik, février 2005)

Mélo­dies auto-similaires



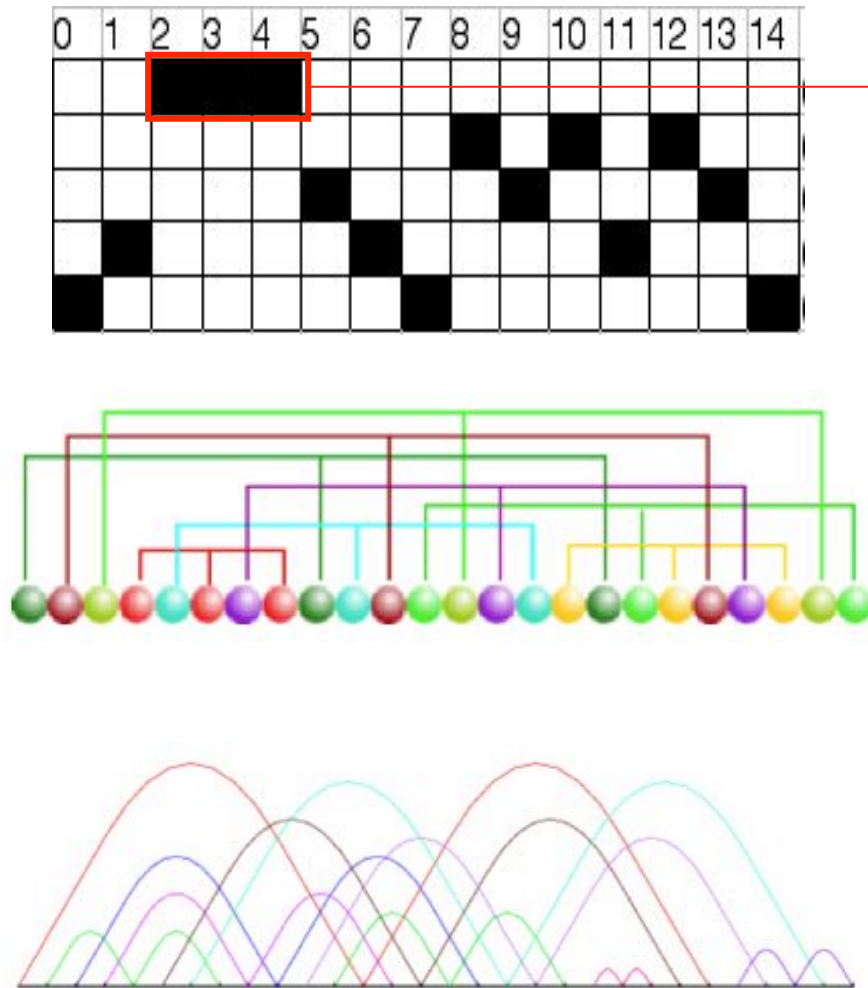
- T. Johnson, *Self-similar Melodies*, Editions 75, 1996
- Amiot E., C. Agon et M. Andreatta (2007), « Autosimilar melodies and their implementation in OpenMusic », SMC07, Lefkada, Greece.

Pavages du temps

Tilework for Piano

perfect triplet tilings, 5th order

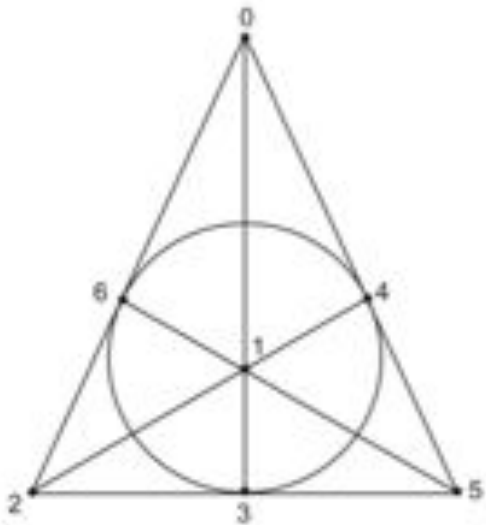
with thanks to Jon Wild and Erich Neuwirth



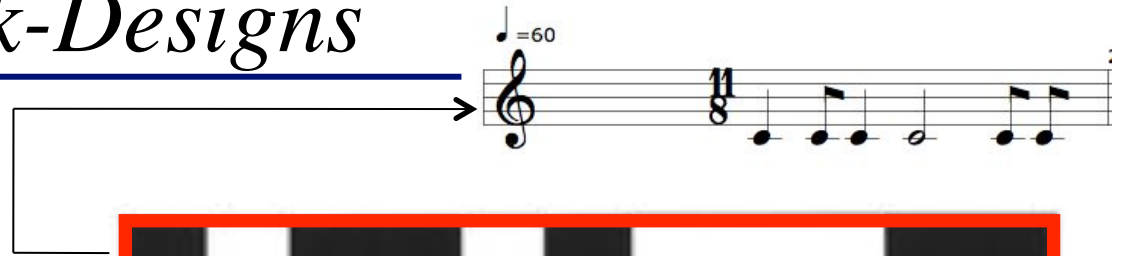
Tom Johnson, « Tiling in My Music », *Perspectives of New Music*, 49(2), 2011, p. 9-22

Jean-Paul Davalan, « Perfect Rhythmic Tilings », *Perspectives of New Music*, 49(2), 2011, p. 144-197

Théorie des *Block-Designs*



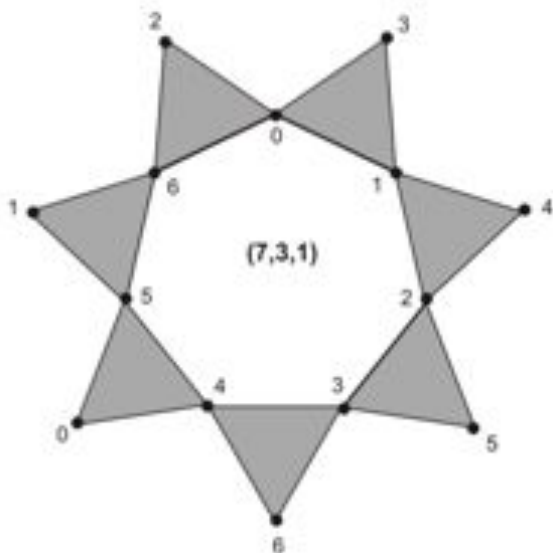
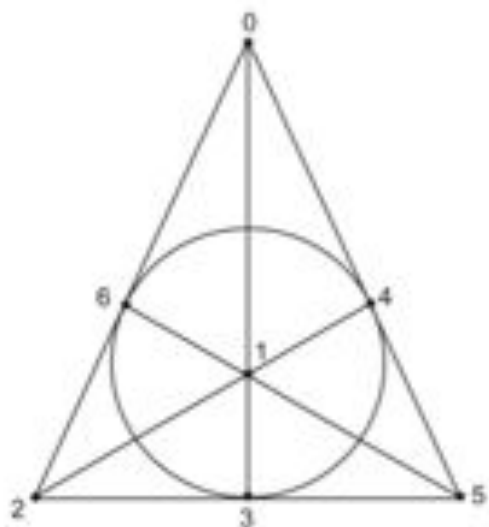
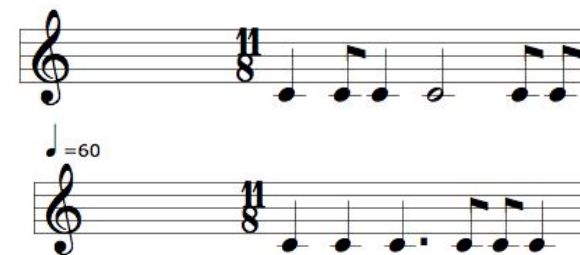
Plan de Fano = $(7,3,1)$



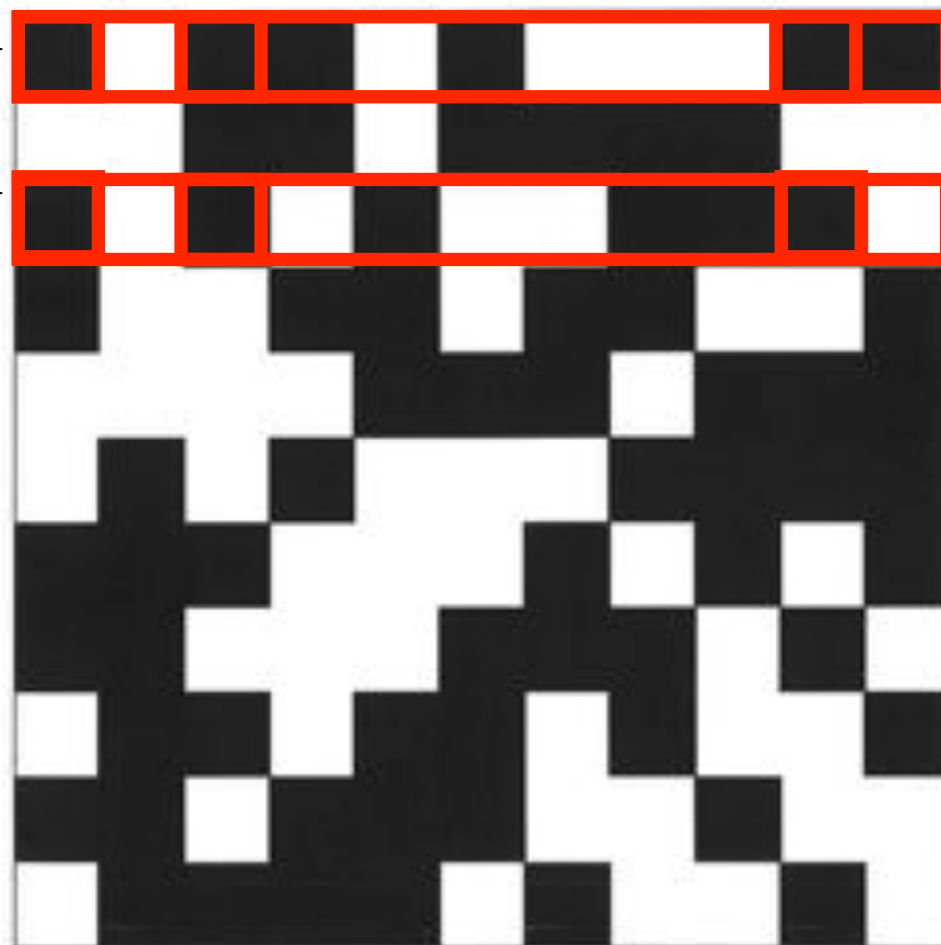
Block-design $(11,6,3)$



Théorie des *Block-Designs*



Plan de Fano = (7,3,1)



Block-design (11,6,3)

