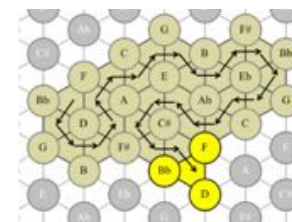
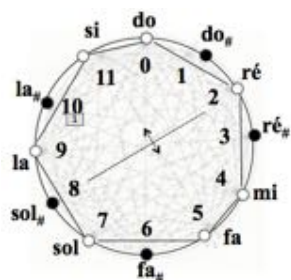


Représentations géométriques et modélisations informatiques (en musicologie computationnelle)

Séminaire d'analyse de la SBAM
Académie de musique de Bruxelles
31 mai 2018



Moreno Andreatta

Equipe Représentations Musicales

IRCAM / CNRS UMR 9912 / Sorbonne Université

IRMA & GREAM, Université de Strasbourg

De la musicologie systématique à la musicologie computationnelle

II. Systematisch.
Aufstellung der in den einzelnen Zweigen der Tonkunst zuhöchst stehenden Gesetze.

A. Erforschung und Begründung derselben in der			B. Aesthetik der Tonkunst.	C. Musikalische Pädagogik und Didaktik	D. Musikologie
1. Harmonik (tonal od. tonlich).	2. Rhythmik (temporär oder seitlich).	3. Melik (Cohärenz von tonal und temporär).	1. Vergleichung und Werthschätzung der Gesetze und deren Relation mit den apperzipirenden Subjekten behufs Feststellung der Kriterien des musikalisch Schönen. 2. Complex unmittelbar und mittelbar damit zusammenhängender Fragen.	(Zusammenstellung der Gesetze mit Rücksicht auf den Lehrzweck) 1. Tonlehre, 2. Harmonielehre, 3. Contrapunkt, 4. Compositionslehre, 5. Instrumentationslehre, 6. Methoden des Unterrichtes im Gesang und Instrumentalspiel.	(Untersuchung und Vergleichung an ethnographischen Zwecken).

Hilfswissenschaften: Akustik und Mathematik.
Physiologie (Tonempfindungen).
Psychologie (Tonvorstellungen, Tonurtheile und Tongefühle).
Logik (das musikalische Denken).
Grammatik, Metrik und Poetik.
Pädagogik
Ästhetik etc.



G. Adler (1855-1941)



« La deuxième grande partie de la musicologie est la partie systématique; cette partie se base sur la partie historique. (...) L'accent de l'observation réside dans l'analogie de la méthode musicologique avec la méthode scientifique ».

Guido Adler : « Umfang, Methode und Ziel der Musikwissenschaft » (1885)

Double mouvement d'une dynamique mathémusicale

MATHEMATIQUES

énoncé
mathématique

généralisation

théorème
général



OpenMusic

formalisation

application

problème
musical

analyse
musicale

théorie
musicale

compositio

MUSIQUE

Maths/musique entre musique savante et *popular music*



MusiqueLab 2



OMAX (computer-aided impro)

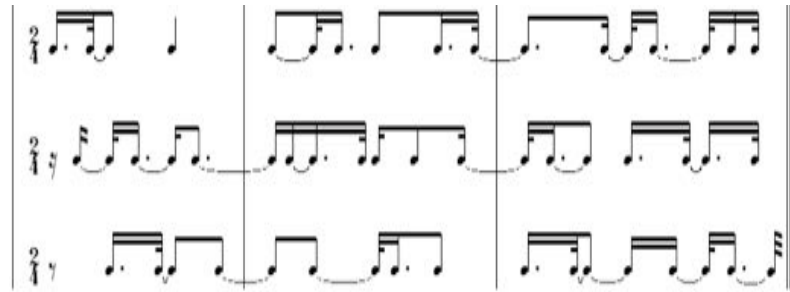


www.ircam.fr

Le modèle des canons rythmiques mosaïques



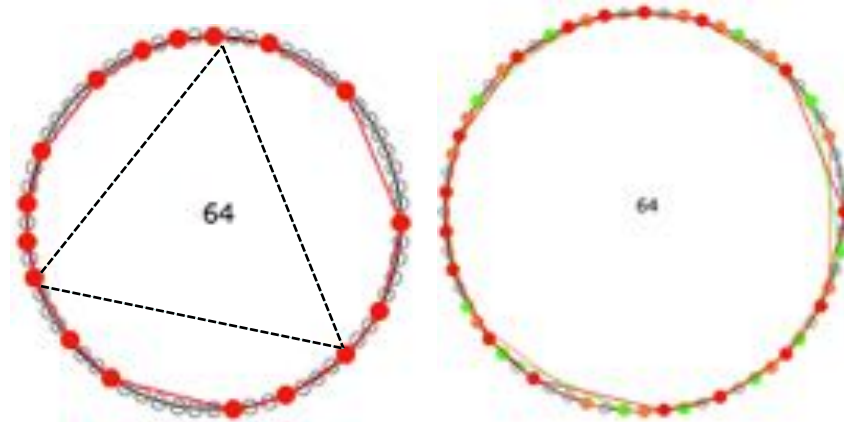
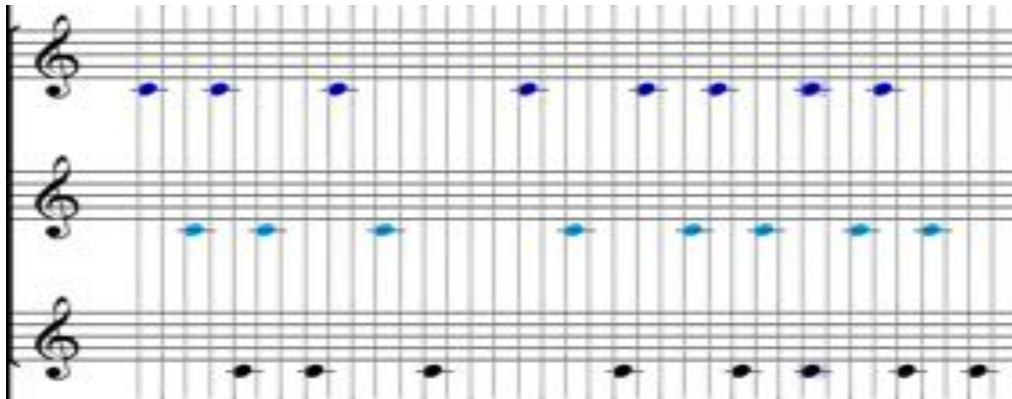
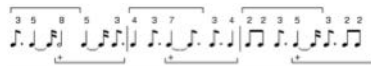
Harawi (1945)



Visions de l'Amen (1943)

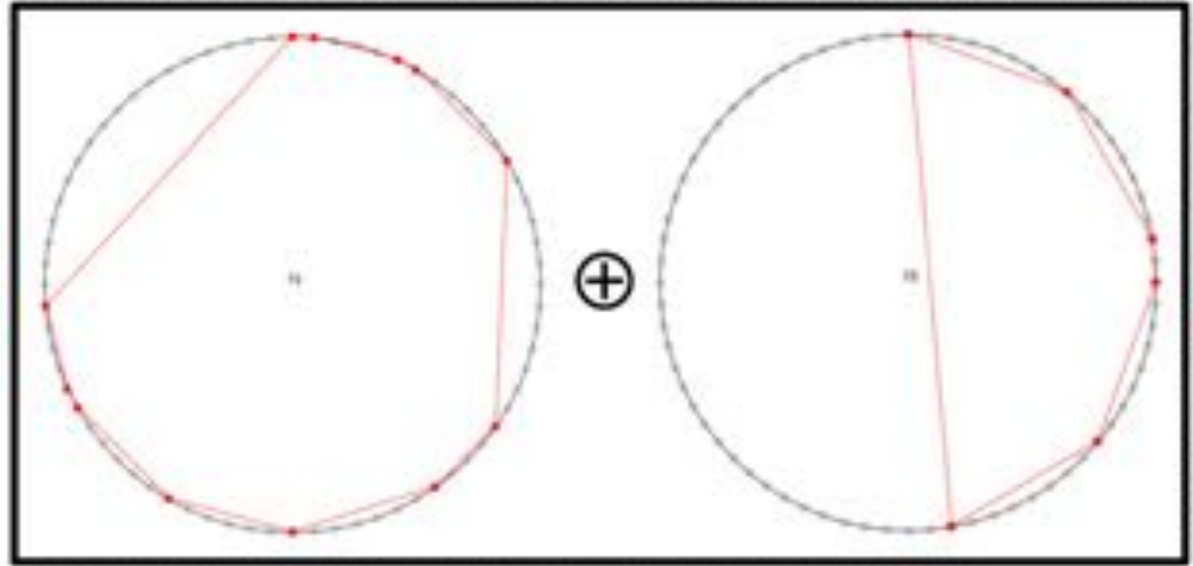


O. Messiaen



« ...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 »

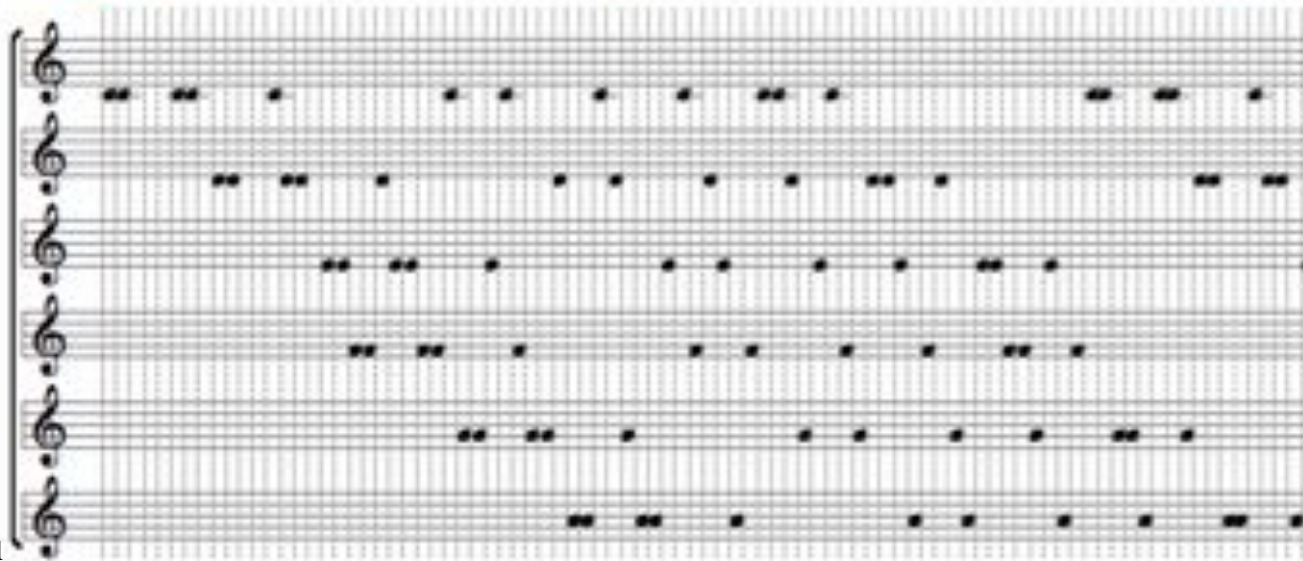
Canons rythmiques mosaïques sans périodicité interne



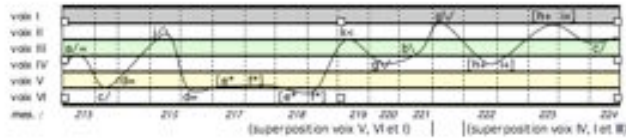
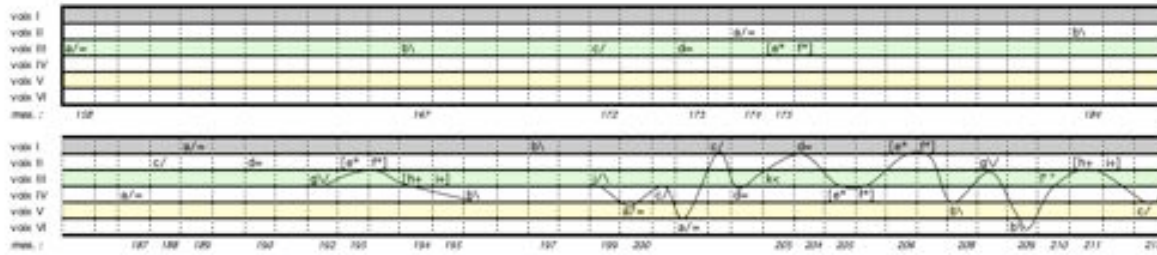
Dan Vuza



Anatol Vieru



Quelques applications compositionnelles des canons de Vuza



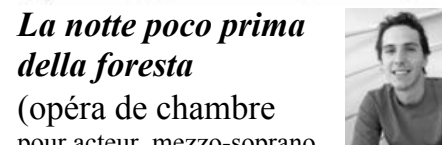
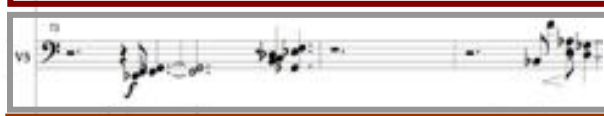
a/w : montée vers accord puis "mise en pulsation"
 bh : "mise en pulsation" superposé à un gliss. descendant
 c/ : montée vers accord (tête de a/=)
 d/ : "mise en pulsation" en diminuendo (fin de a/=)
 [eH] : accord mis en "cross rhythm" (durée double)
 gV : gliss. descendant puis ascendant
 [w+] : accord mis en "cross rhythm" (durée double)
 jV : gliss. ascendant puis descendant avec accent
 k+ : "son à l'envers"
 F : deux impacts brefs et piano



F. Lévy

Coincidence (1999)

Coincidence - Fabien Lévy : déroulement du canon (mes. 158 à 226)
 (chaque impact fait 3 temps)



La notte poco prima della foresta
 (opéra de chambre pour acteur, mezzo-soprano, baryton, ensemble et électronique, 2009)

D. Ghisi

La bataille de caresme et de charnage
 (pour violoncelle et accompagnement, 2012)

M. Lanza



G. Bloch

A piece based on Monk (2007)
 (« Well You Need'nt »)

OpenMusic, a Visual Programming Language for computer-aided composition

www.repmus.ircam.fr/openmusic/home

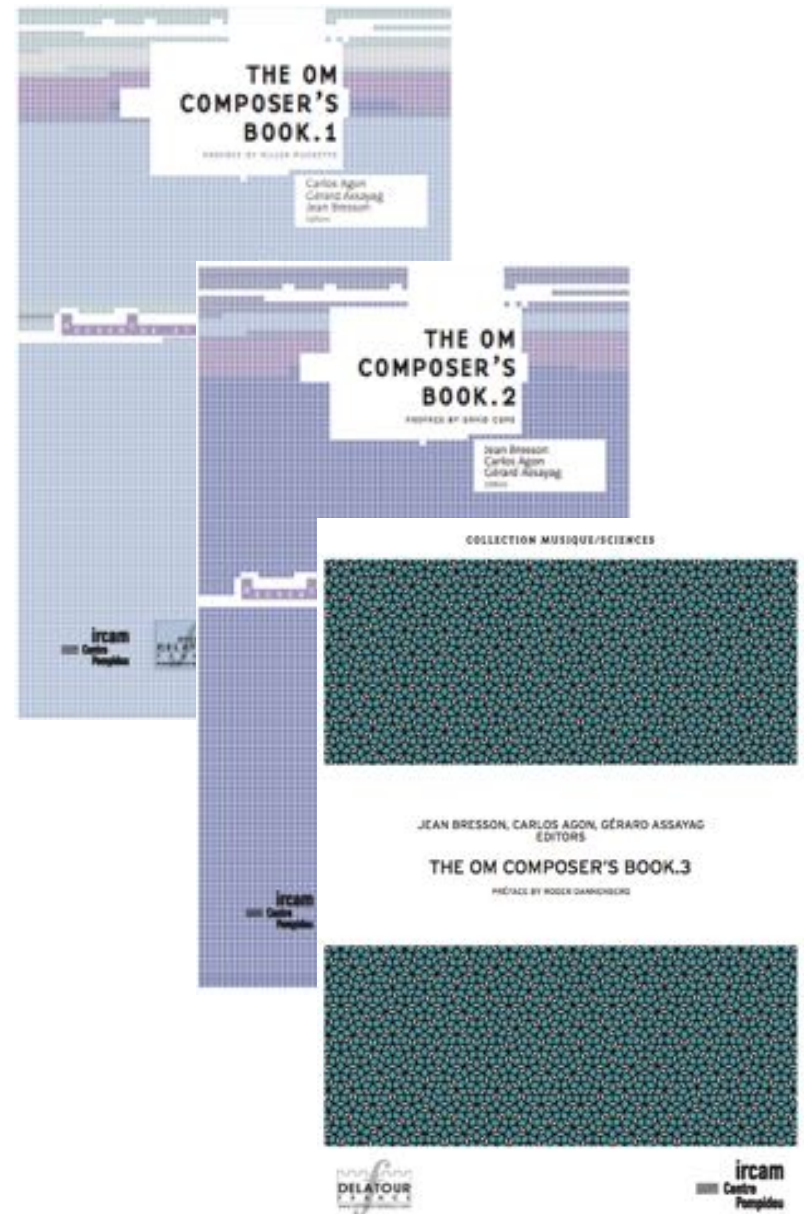
OpenMusic

(c) Ircam - Centre Pompidou



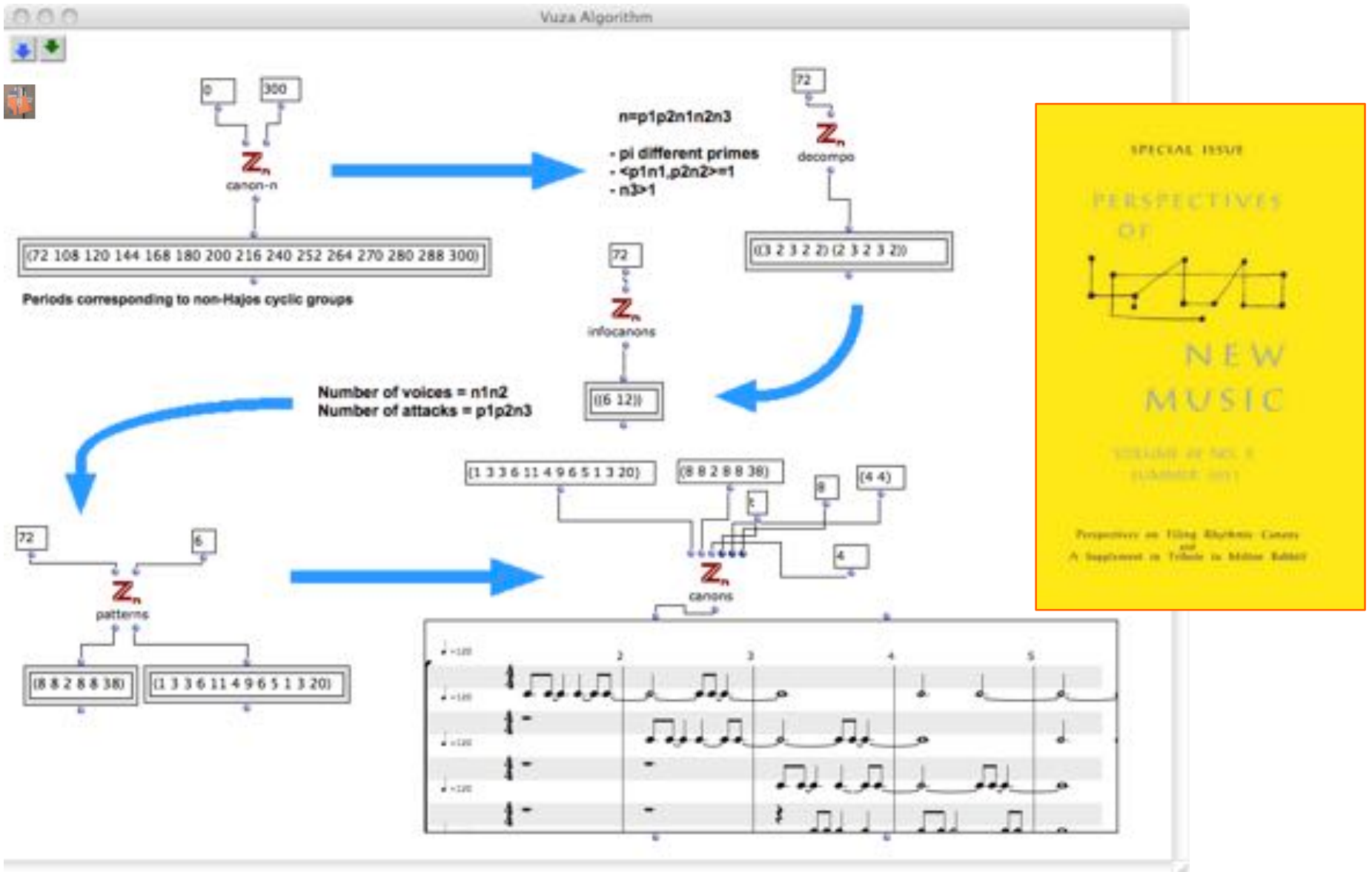
Dedicated to the memory of Gérard Grisey (French composer, 1946-1998)

Design and développement : G. Assayag, A. Agon and J. Bresson
with help from C. Ruenda, O. Delerue, Uwe Mollathare (Grame)
Musical expertise by : M. Andreatta, J. Babou, J. Fineberg, K. Haddad,
C. Matherbe, M. Malt, T. Mural, O. Sander, M. Stoppa, H. Tutschku
Artwork : A. Maltzen

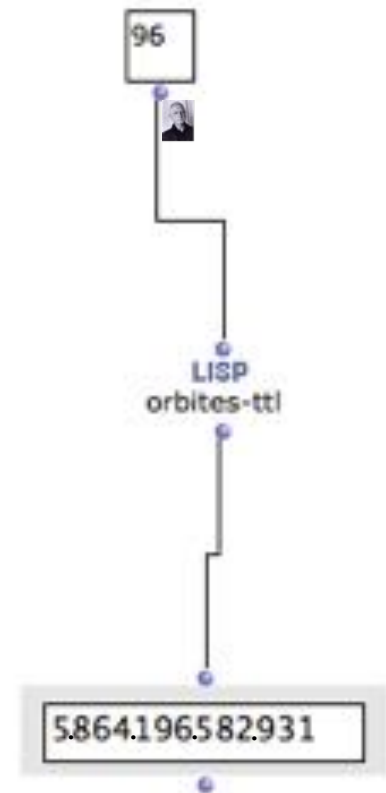
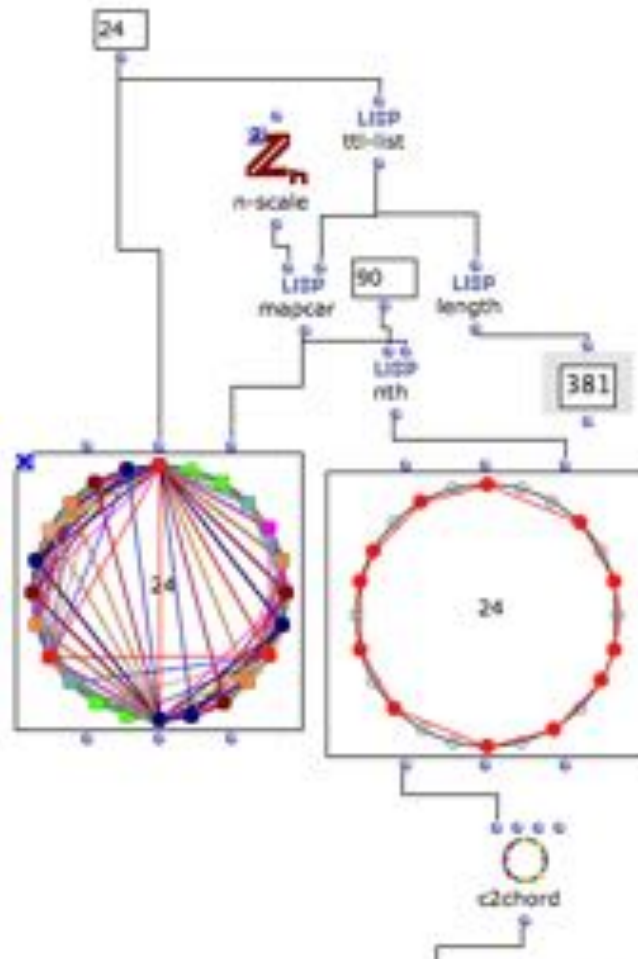


C. Agon, G. Assayag and J. Bresson, *The OM Composer's Book* (3 volumes)
“Musique/Sciences” Series, Ircam/Delatour, 2006, 2007 and 2016

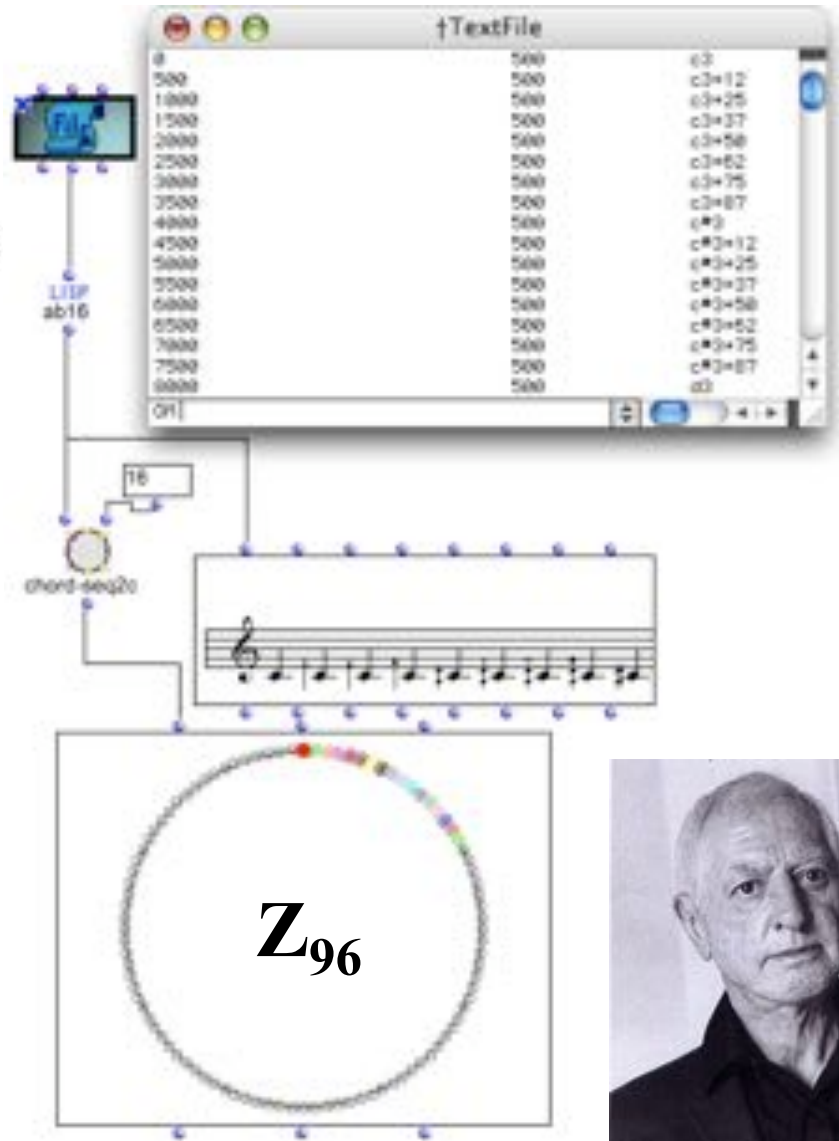
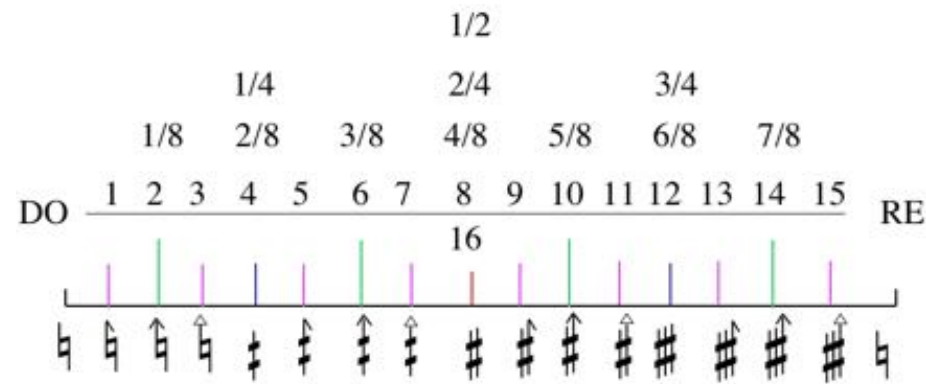
Implémentation des canons de Vuza dans OM_MathTools



Agon C. et M. Andreatta (2011), « Modelling and Implementing Tiling Rhythmic Canons in OpenMusic Visual Programming Language », *Perspectives of New Music*, Special Issue, vol. 1-2, n. 49



Calculer et composer en seizièmes de ton



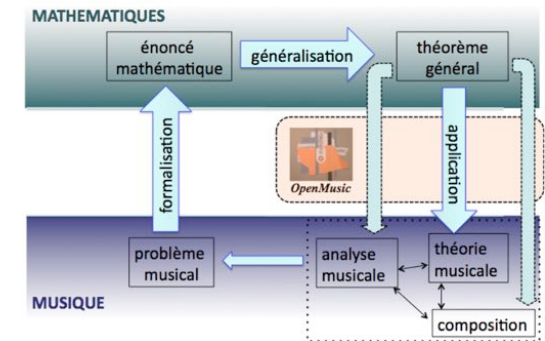
A. Bancquart, M. Andreatta, et C. Agon, « Microtonal Composition », The OM Composer's Book 2, éd. Jean Bresson, Carlos Agon, Gérard Assayag (Ircam/Delatour France, Sampzon), 2008, p. 279-302.

Alain Bancquart

Une petite liste de problèmes mathémusicaux

[Cf. M. Andreatta : *Mathematica est exercitium musicae*, HDR, octobre 2010]

1. La construction des canons rythmiques mosaïques : de Minkowski à Fuglede
2. La relation Z et la théorie des ensembles homométriques
3. La *Set Theory* et la théorie transformationnelle
4. Les théories diatoniques et les *ME-sets*
5. Suites périodiques et calcul de différences finies
6. La théorie des block-designs en composition algorithmique



Canons rythmiques mosaïques

Relation Z et ensembles homométriques

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

7 11 10 11 7 2 7 11 10 11 7 2 7 11...

4 11 1 8 7 5 4 11 1 8 7 5 4 11...

7 2 7 11 10 11 7 2 7 11 10 11...

7 5 4 11 1 8 7 5 4 11 18...

.....

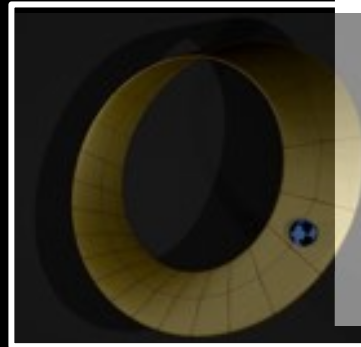
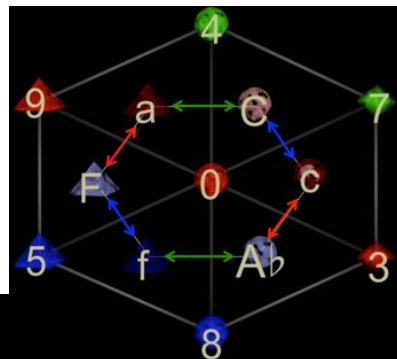
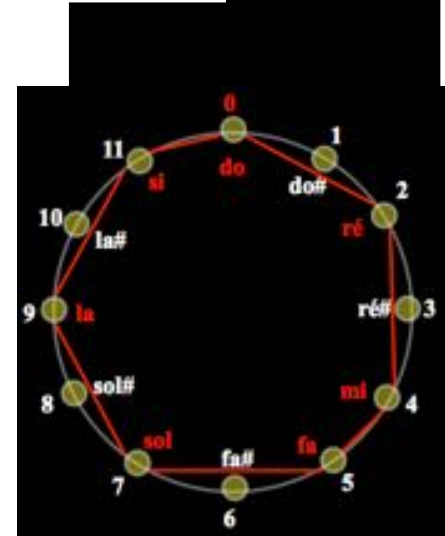
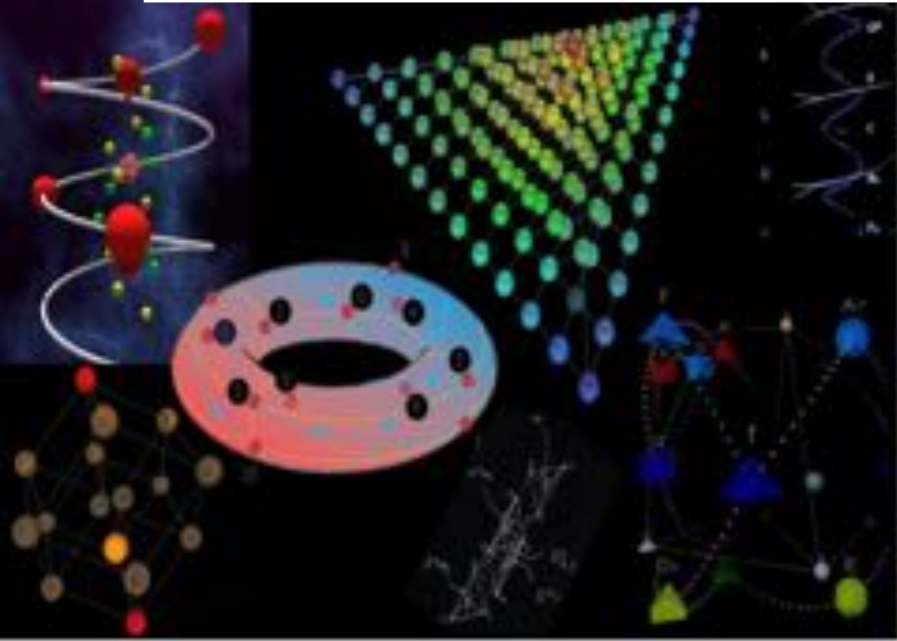
Calcul des différences finies

Set Theory, théories transformationnelle et neo-riemanniennes

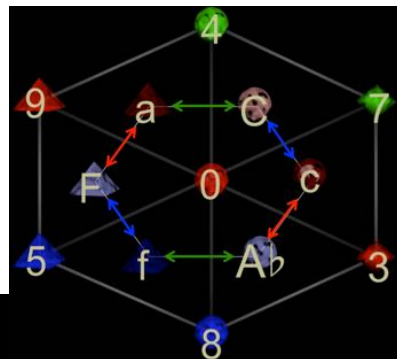
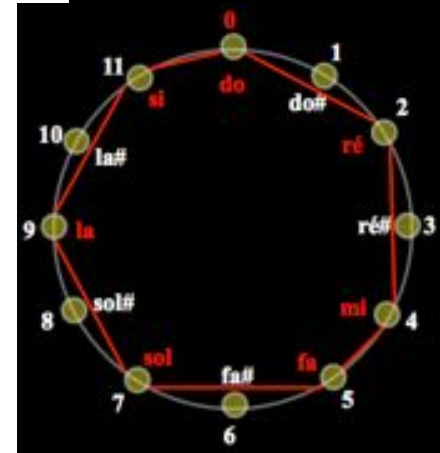
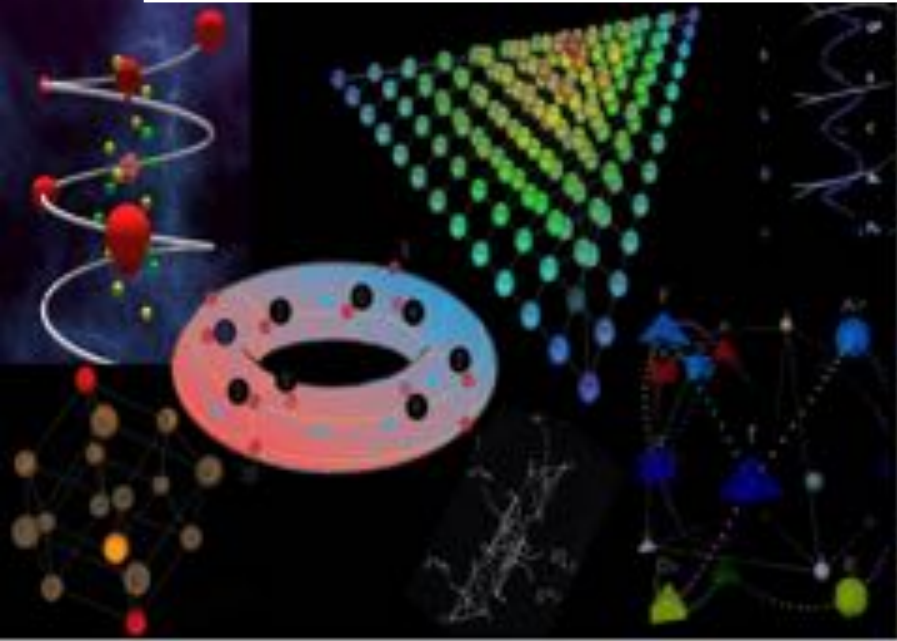
Théories diatoniques et ME-sets

Block-designs

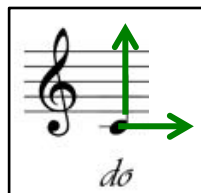
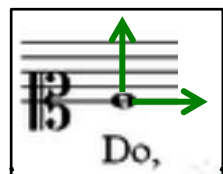
La galaxie des modèles géométriques au service de la musique



La galaxie des modèles géométriques au service de la musique



Canons énigmatiques chez Bach et géométrie

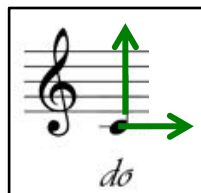
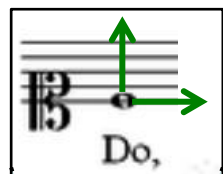


Canones diversi
super thema regium

1. Canon a 2

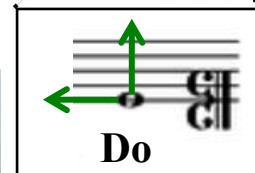


Canons énigmatiques chez Bach et géométrie



Canones diversi
super thema regium

1. Canon a 2



Ma fin est mon début (mais renversé !)



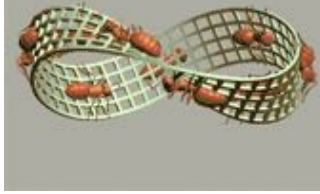
Canones diversi super thema regium

1. Canon a 2

Canones diversi super thema regium

1. Canon a 2

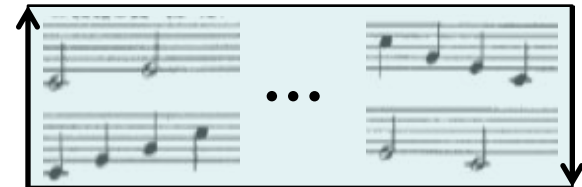
Ma fin est mon début (mais renversé !)



Canones diversi super thema regium



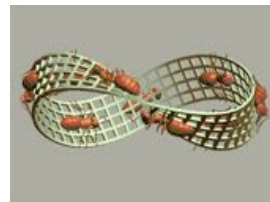
Canones diversi super thema regium



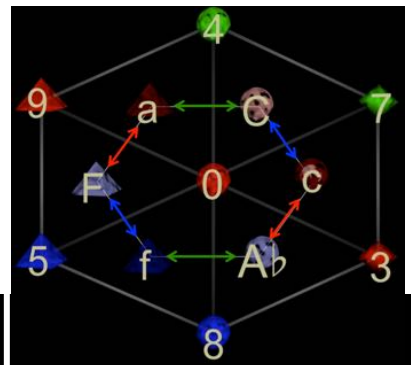
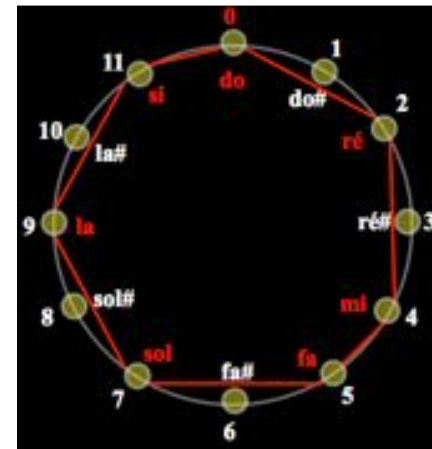
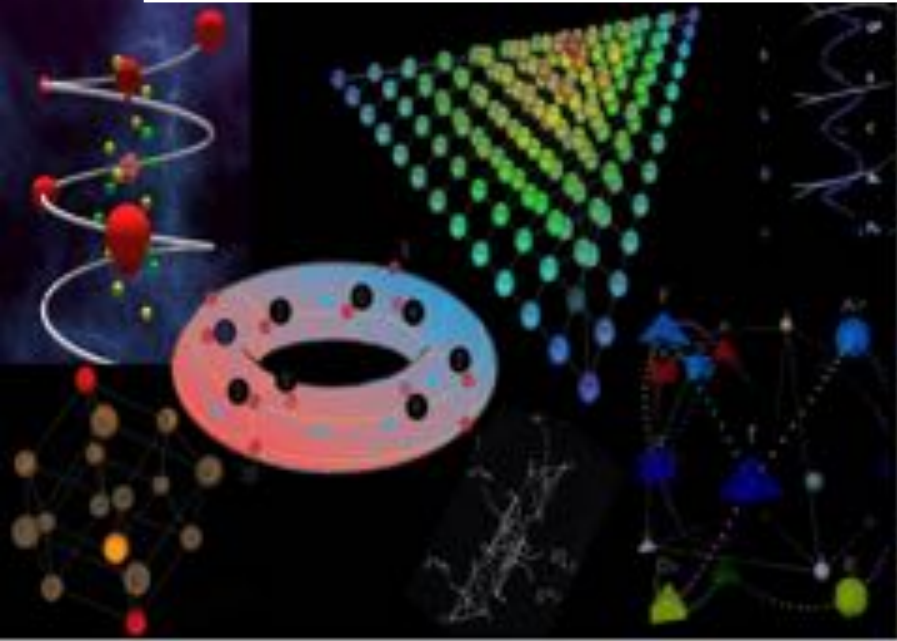


<http://www.josleys.com/Canon/Canon.html>

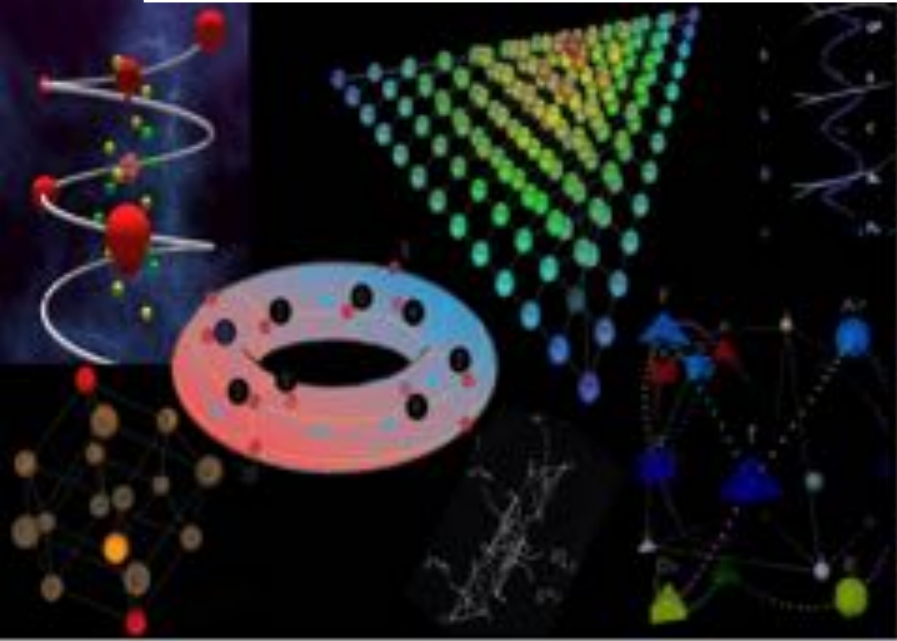
[min. 1'14"]



La galaxie des modèles géométriques au service de la musique



La galaxie des modèles géométriques au service de la musique



F	—	C	—	G	—	D
A	—	E	—	H	—	F _s
C _s	—	G _s	—	D _s	—	B _s

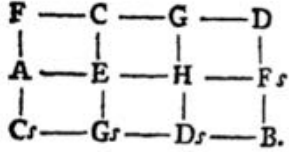


Musique et mathématiques : tableau des correspondances

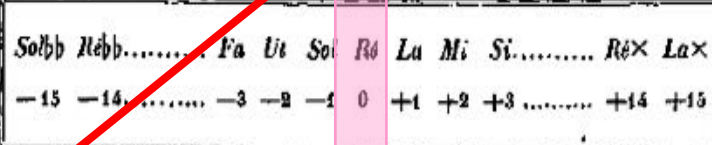
MUSIQUE	MATHS
500 av. J. C. Relation hauteur/longueur corde. La musique est source d'inspiration pour la théorie des nombres et la géométrie.	Nombres naturels et rationnels.
Pas de correspondance musicale.	Nombres irrationnels, théorème de Pythagore.
300 a.J. Invention (théorique) de la gamme chromatique tempérée égale par Aristoxénos de Tarente) et prémonition de la théorie des groupes . Isomorphismes entre les logarithmes (intervalles musicaux) et les exponentiels (longueur d'une corde).	Les mathématiques ne réagissent pas.
1000 ap. J.C. Invention de la représentation bidimensionnelle des hauteurs.	Aucune correspondance.
1500 Aucune reprise des concepts précédents.	Nombres négatifs. Construction des rationnels.
1600 Aucune relation.	Nombres réels et les logarithmes. Invention des repères cartésiens.
1648 Marin Mersenne : invention de la combinatoire musicale (<i>Harmonicorum Libri</i>)	Systématisation du calcul des probabilités par Bernoulli (<i>Ars Conjectandi</i> , 1713)
1700 La fugue comme un automate abstrait. Manipulation inconsciente du groupe de Klein.	Nombres complexes (Euler, Gauss), les quaternions (Hamilton), continuité (Cauchy), structure de groupe (Galois, Abel).
1773 Leonhard Euler : représentation géométrique des hauteurs (<i>Speculum Musicum</i>)	Invention de la théorie des graphes
1855 Camille Durutte : analyse harmonique, rythmique et mélodique	Développement en série d'une fonction (Wronski)
1900 Libération de la prison de la tonalité (Loquin, Hauer, Schoenberg).	Nombres infinis et transfinis (Cantor). Axiomatique de Peano. Théorie de la mesure (Lebesgue, Borel).
1920 Formalisation radicale des macrostructures à travers le système sériel (Schoenberg).	Aucun développement de la théorie des nombres. Logique (contradictions de la théorie des ensembles).
1937-1939 Ernst Krenek : les axiomes en musique	David Hilbert, <i>Les fondements de la géométrie</i> (1899)
1946 Milton Babbitt : théorie des groupes et système dodécaphonique	Rudolf Carnap, <i>The Logical Syntax of Language</i> (1937)



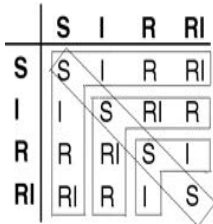
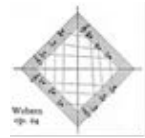
Mersenne,
Harmonicorum Libri XII, 1648



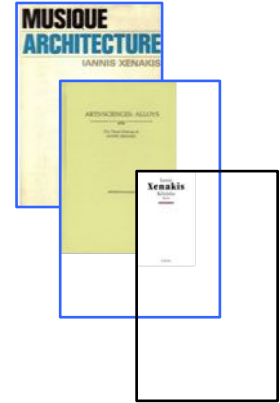
Euler, *Speculum musicum*, 1773



Durutte, *Technie, ou lois générales du système harmonique* (1855)



Krenek et Babbitt, technique dodécaphonique, axiomatique et groupe de Klein



Marin Mersenne et la naissance de la combinatoire musicale

II 4. Marin Mersenne, *Harmonicorum Libri XII*, 1648

LIBER SEPTIMVS. DE CANTIBVS, SEV CANTILENIS, EARVMQ; NVMERO, PARTIBVS, ET SPECIEBVS.

Tabula Combinationis ab 1 ad 22.

I	1
II	1
III	6
IV	24
V	110
VI	710
VII	5040
VIII	40310
IX	361880
X	3618800
XI	39916800
XII	479001600
XIII	6127010800
XIV	87178129100
XV	1307674568000
XVI	20911789888000
XVII	315687418096000
XVIII	6401373705718000
XIX	12164810040881000
XX	2431301008176640000
XXI	5090941871709440000
XXII.	1114000717777607680000



Marin Mersenne

HARMONICORVM LIBRI XII

IN QVIBVS AGITVR

DE SONORVM NATVRA.
CAVSIS, ET EFFECTIBVS: DE CONSONANTIS,
Dissonantiis, Rationibus, Generibus, Modis, Cantibus, Com-
positione, orbisque totius Harmonicis Instrumentis.

Auctore F. M. MERSENNO Minimo.

Ad Illust. Y. HENRICVM LVDOVICVM HABERTVM
DE MONTMORE.

Leadeur cum in cymbalis hereticis, leadeur cum in cymbalis indiguitis:
Omnes spiritus leadeur Domini. FIALA. 191.

EDITIO. AVCTA.

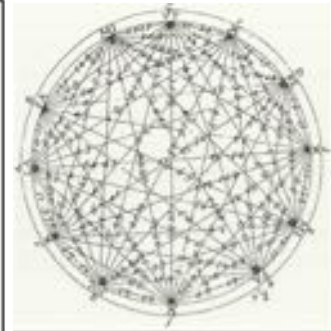


LVTETIÆ PARISIORVM.

Sumptibus GUILLELMI BAUDRY. vii Iacobzà,
prope Collegium Plefizum.

M. DC. XLVIII.

Cum Privilegio Regis Christiani et Approbatione Superiorum.



Varietas, seu Combinatio quatuor notarum.



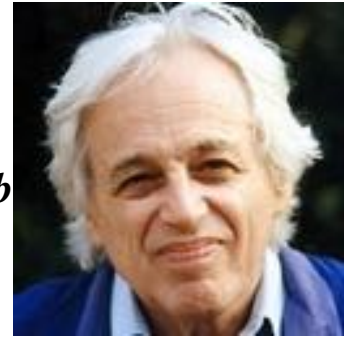
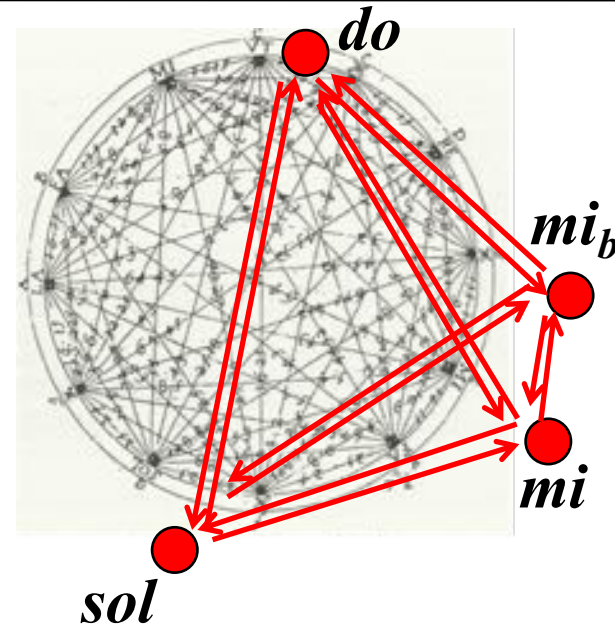
Approches permutatonnelles en musique contemporaine

II 4. Marin Mersenne, *Harmonicorum Libri XII*, 1648

LIBER SEPTIMVS. DE CANTIBVS, SEV CANTILENIS, EARVMQ; NVMERO, PARTIBVS, ET SPECIEBVS.

Tabula Combinationis ab 1 ad 22.

I	1
II	1
III	6
IV	24
V	110
VI	710
VII	3040
VIII	40310
IX	361880
X	3618800
XI	39916800
XII	479001600
XIII	6127010800
XIV	87178191000
XV	1307674968000
XVI	20911789888000
XVII	315687418096000
XVIII	6401373705718000
XIX	111648100408810000
XX	24313010081766400000
XXI	50909418717094400000
XXII	11140007177776076800000



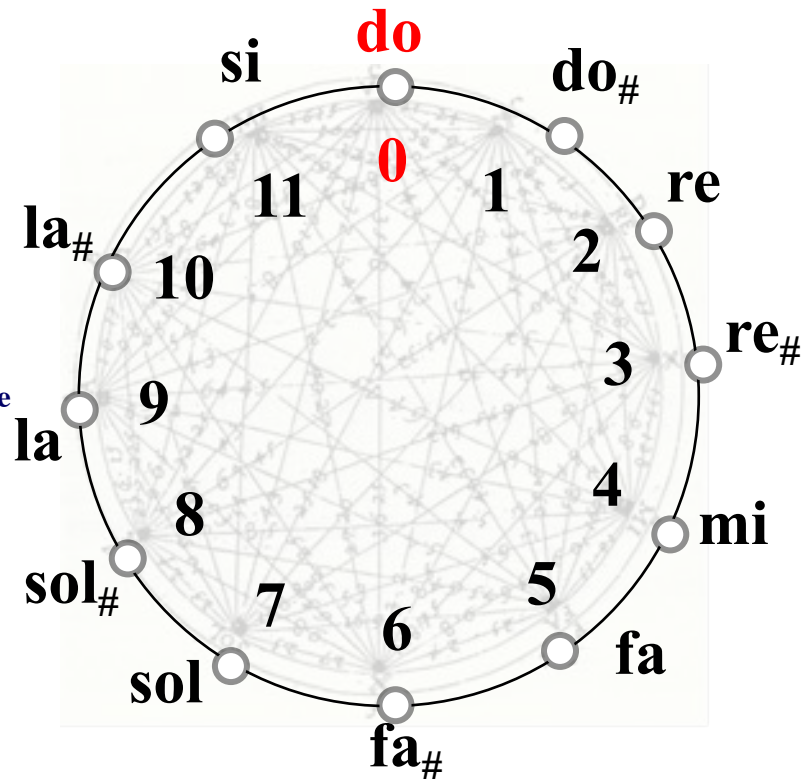
Six Bagatelles
(G. Ligeti, 1953)



La représentation circulaire de l'espace des hauteurs



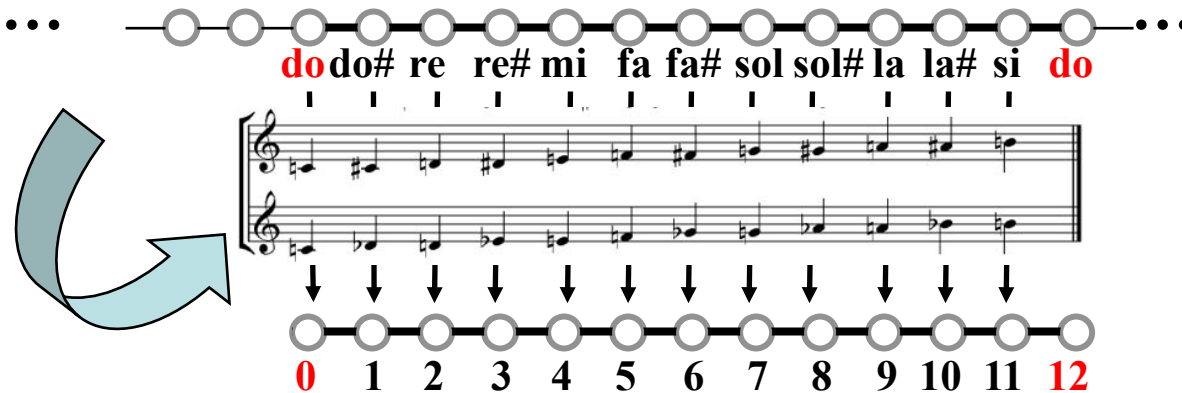
Marin Mersenne



Harmonicorum Libri XII, 1648



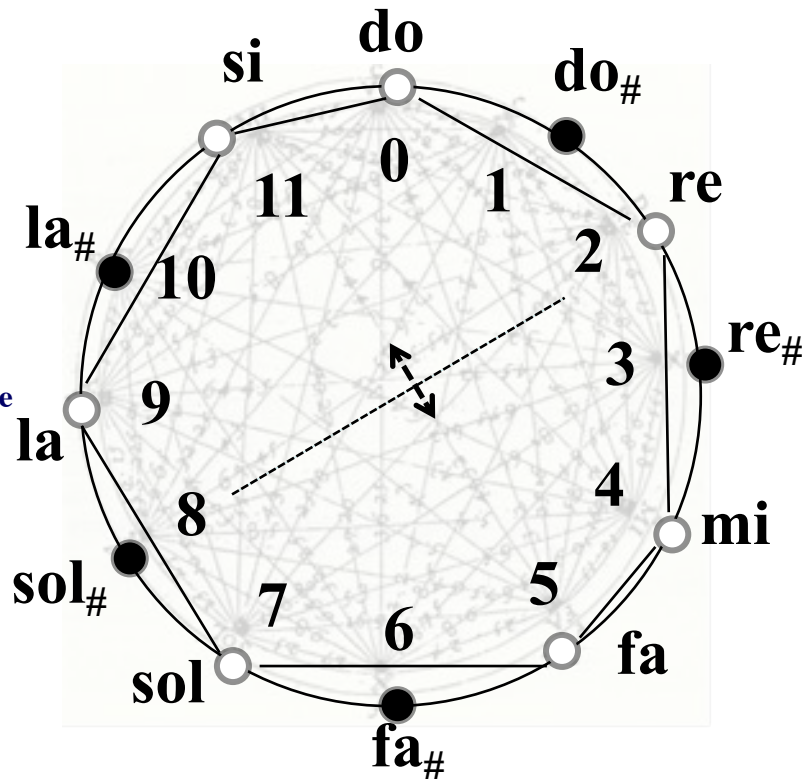
© Shutterstock.com



La représentation circulaire de l'espace des hauteurs



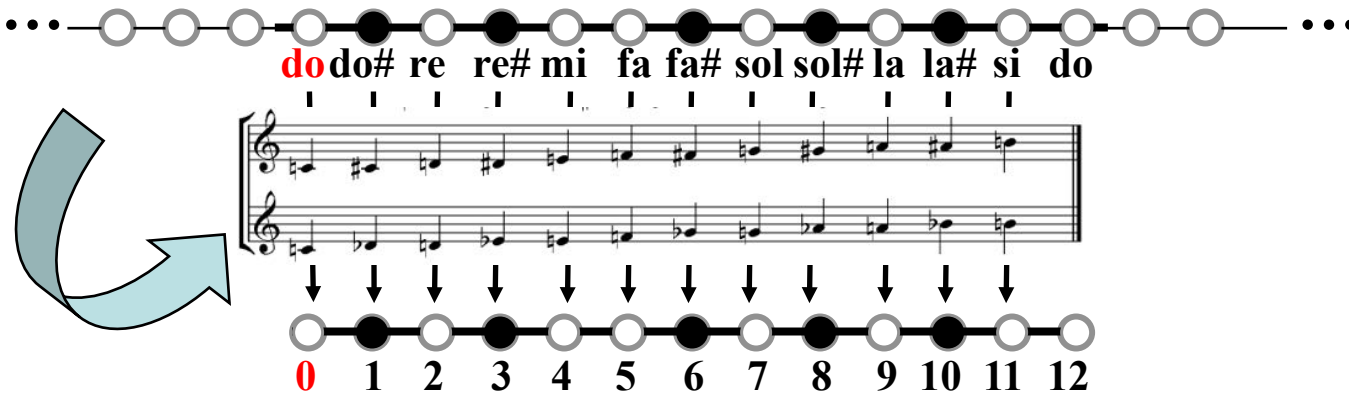
Marin Mersenne



Harmonicorum Libri XII, 1648



M. Andreatta, C. Agon,
« La musique mise en algèbre »,
Pour la Science, 2008

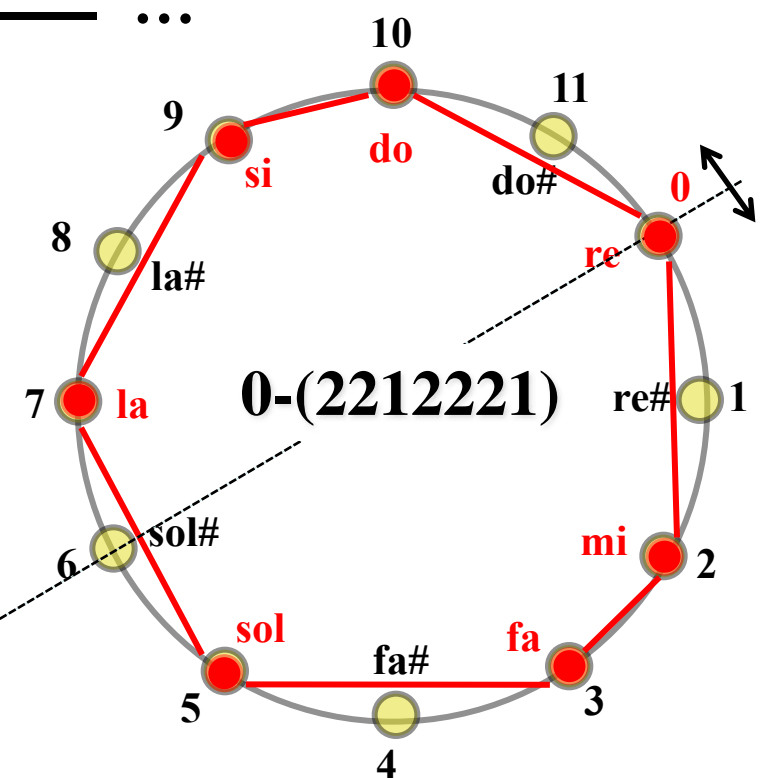
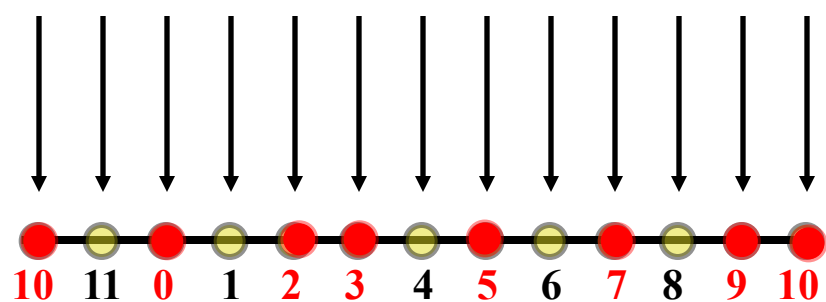


La symétrie du *ré* comme base de l'harmonie



Sol $\flat\flat$	Ré $\flat\flat$		Fa	Ut	Sol	Ré	La	Mi	Si		Ré $\times$	La $\times$
-15	-14		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3		+14	+15

Camille Durutte



- *Technie, ou lois générales du système harmonique* (1855)
- *Résumé élémentaire de Technie harmonique, et complément de cette Technie* (1876)

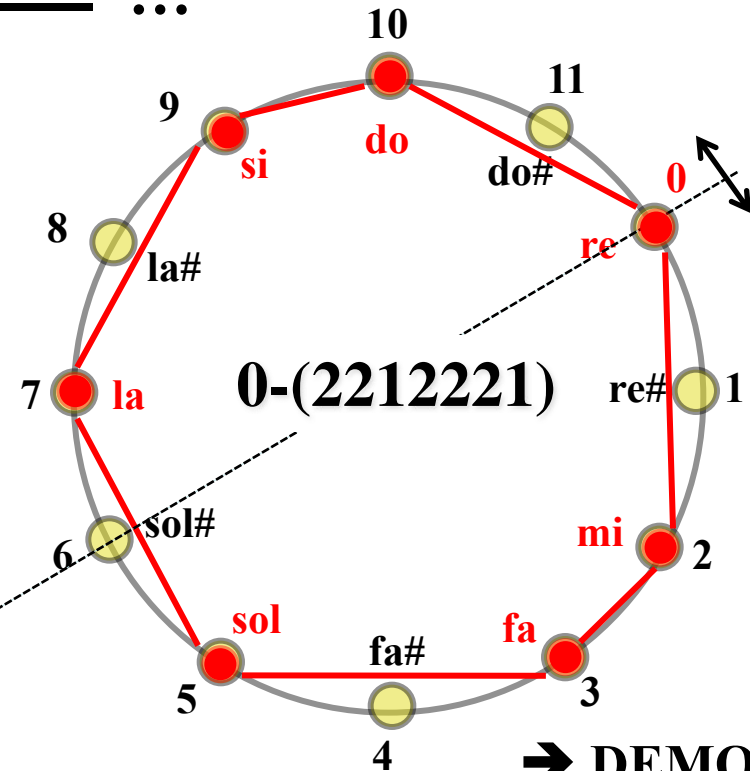
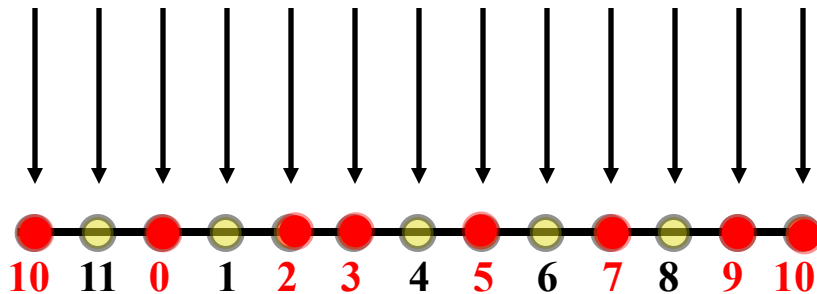


La symétrie du *ré* comme base de l'harmonie



Camille Durutte

Sol $\flat\flat$	Ré $\flat\flat$		Fa	Ut	Sol	Ré	La	Mi	Si		Ré×	La×
-15	-14		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3		+14	+15

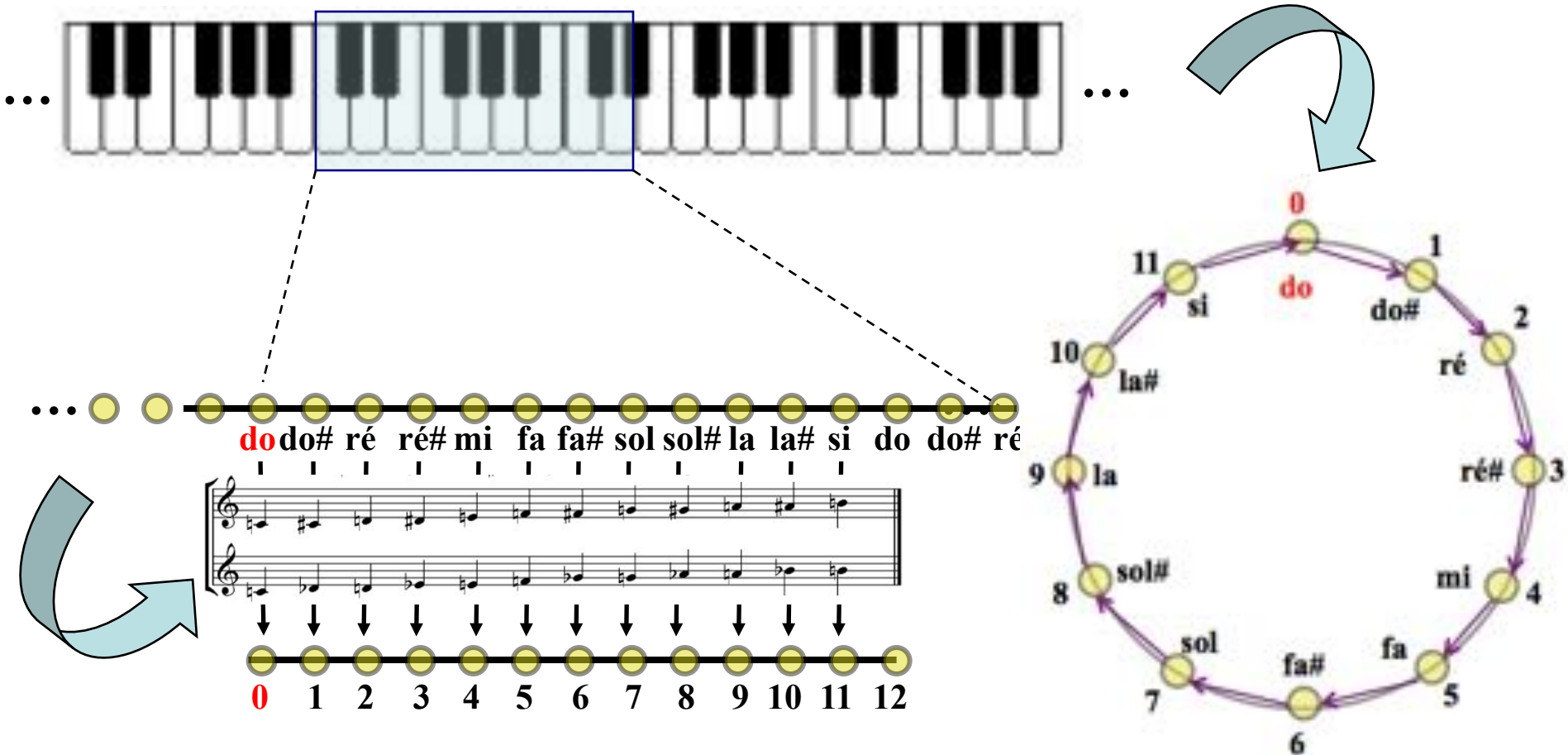


- *Technie, ou lois générales du système harmonique* (1855)
- *Résumé élémentaire de Technie harmonique, et complément de cette Technie* (1876)



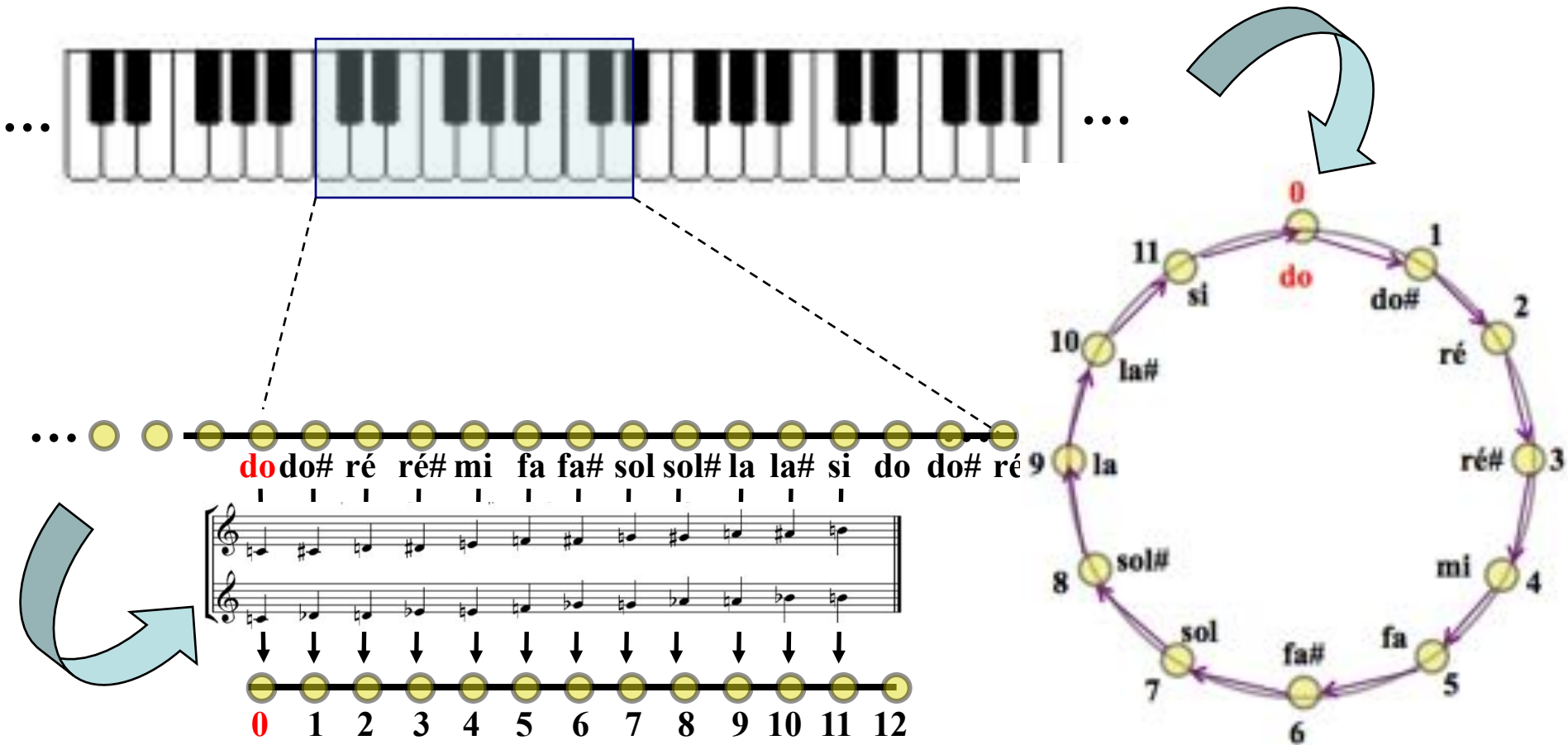
➔ DEMO

L'espace tempéré égal est un groupe cyclique



« L'ensemble des intervalles mélodiques est muni d'une **structure de groupe** avec comme loi de composition l'addition. [...] Or, cette structure n'est pas spécifique aux **hauteurs**, mais également aux **durées**, aux **intensités**, aux **densités** et à d'autres caractères des sons ou de la musique, comme par exemple le **degré d'ordre ou de désordre** »
(Xenakis, "La voie de la recherche et de la question", *Preuves*, 1965).

L'espace tempéré égal est un groupe cyclique



« [...] il faut aller plus profondément dans notre **mental musical**. Et c'est là que l'on découvre les **symétries**, les propriétés des sons ou les opérations qu'effectue l'auditeur ou le musicien sans le savoir. La musique, comme sans doute notre univers, est plongée dans l'idée de récurrence, de répétition plus ou moins fidèle, de symétrie en temps et hors-temps. C'est pourquoi l'on découvre les **structures de groupe** presque à fleur de peau. »
(Xenakis, "Problèmes actuels en composition musicale", Conférence à Saclay, 1983).

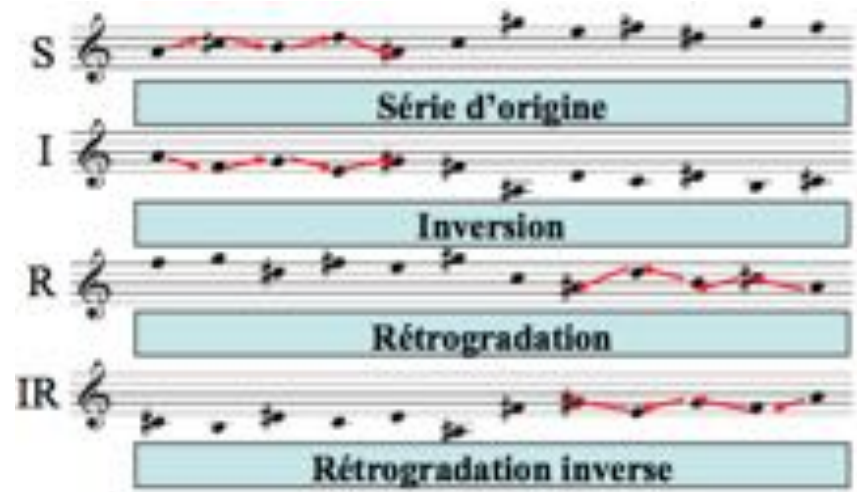


Le système dodécaphonique est « *un ensemble d'éléments, **relations** entre les éléments et **opérations** sur les éléments. [...] Une vraie mathématisation aurait besoin d'une formulation et d'une présentation dictées par le fait que le système dodécaphonique est un **groupe de permutations** qui est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

Milton Babbitt

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

M. Babbitt: *The function of Set Structure in the Twelve-Tone System*, PhD (1946/1992)



M. Andreatta, « Mathématiques, Musique et Philosophie dans la tradition américaine: la filiation Babbitt/Lewin », dans *A la lumière des mathématiques et à l'ombre de la philosophie, Dix ans de séminaire mamuphi*, Ircam-Delatour France, 2012.



A. Schoenberg



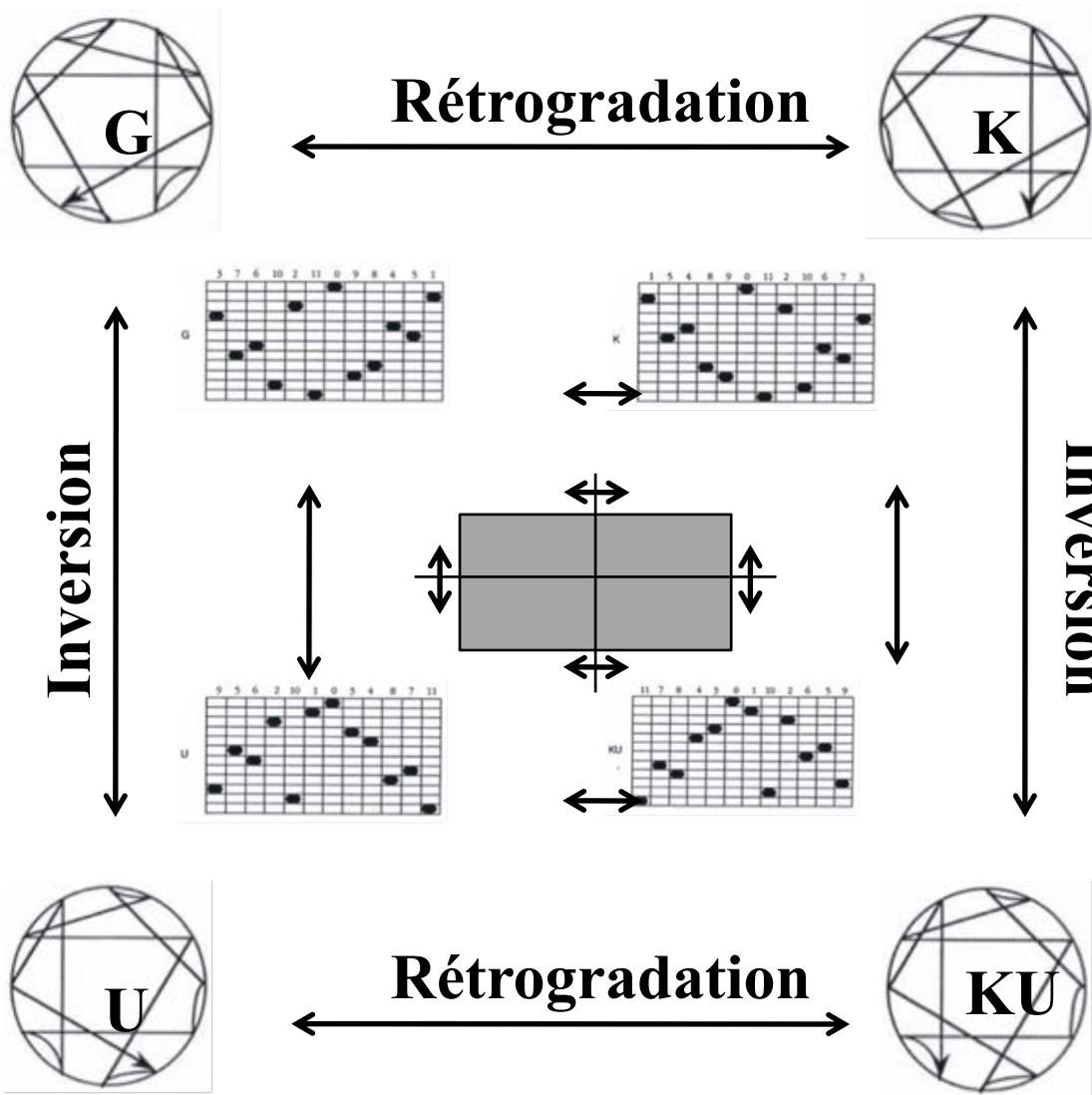
Articulation algèbre/géométrie en musique



A. Schoenberg



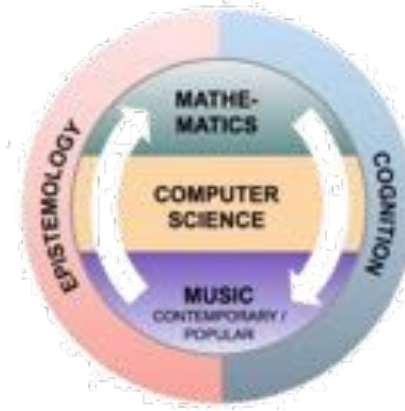
Pierre Barbaud



« [...] 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**.* »

Schoenberg, Editions Main d'Œuvre, 1997. Orig. 1963)

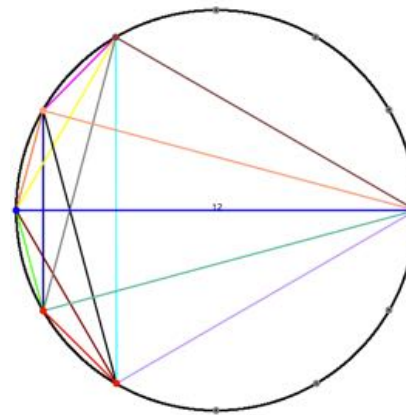
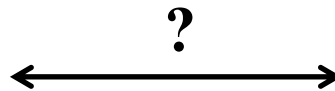
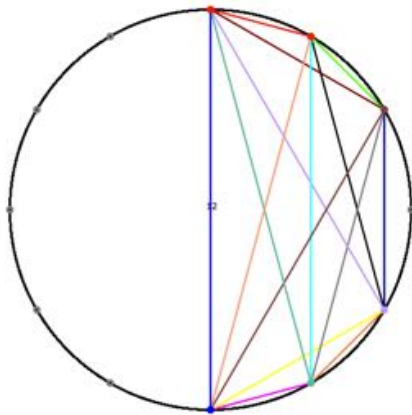
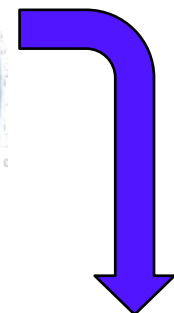
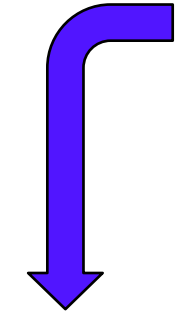
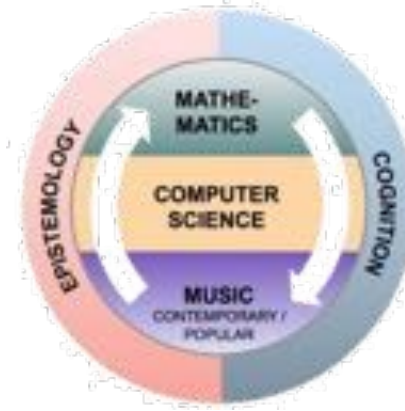
Un petit théorème d'algèbre combinatoire



M. Babbitt



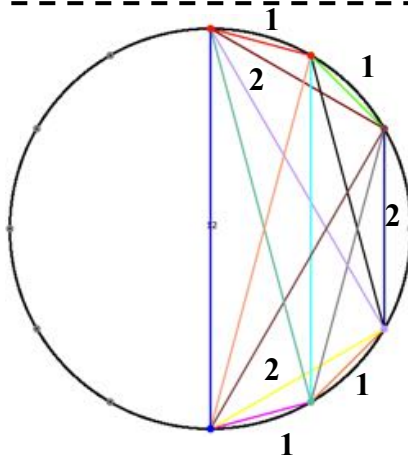
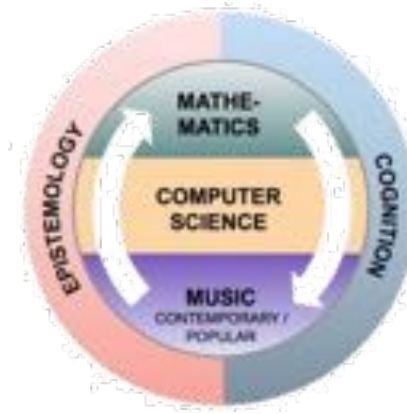
Un petit théorème d'algèbre combinatoire



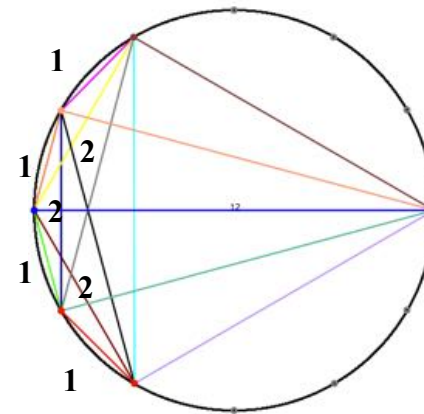
M. Babbitt



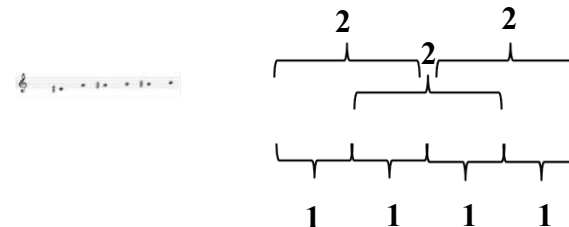
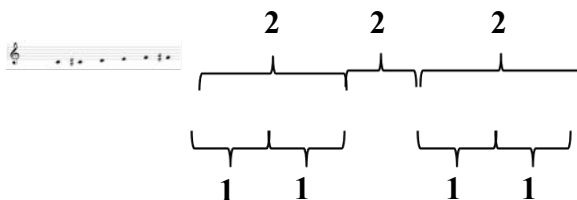
Un petit théorème d'algèbre combinatoire



$\approx$
Théorème de l'hexacorde

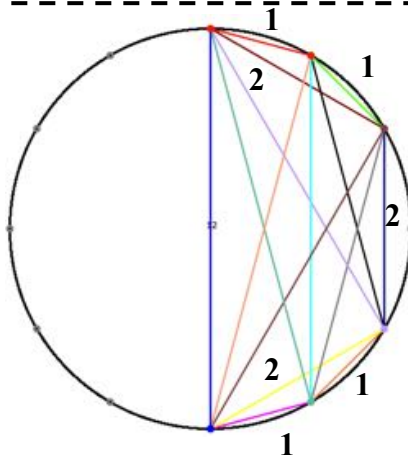
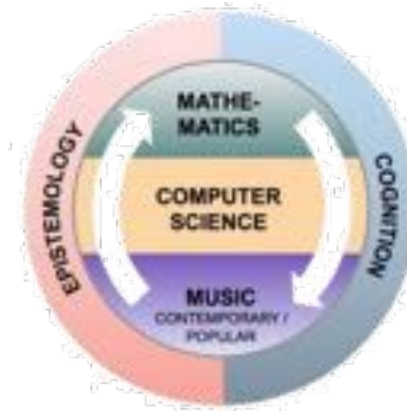


M. Babbitt

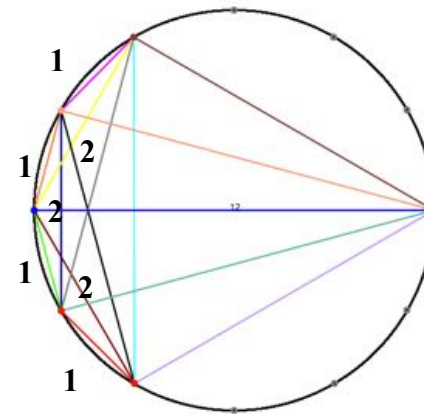


Un hexacorde et son complémentaire ont le même contenu intervallaire

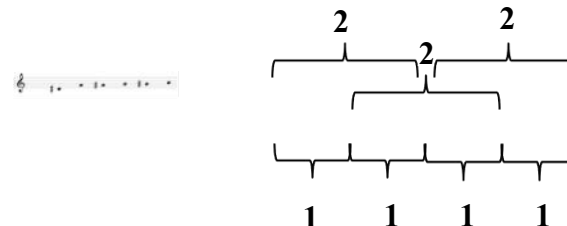
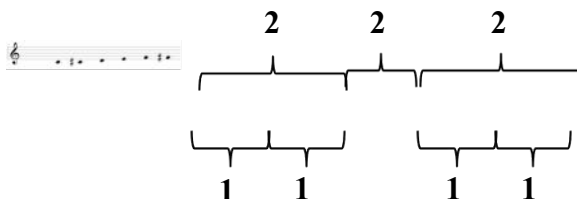
Un petit théorème d'algèbre combinatoire



HOMOMETRIE
 ←→
Théorème de l'hexacorde



M. Babbitt



Un hexacorde et son complémentaire ont le même contenu intervallaire

Fonction et structure d'une théorie ensembliste de la musique

« ...rendre possible d'un côté l'étude de la structure des systèmes musicaux [...] et la formulation des contraintes de ces systèmes dans une perspective compositionnelle [...] mais aussi, comme étape préalable, une terminologie adéquate [...] pour rendre possible et établir un modèle qui autorise des énoncés bien déterminés et vérifiables sur les œuvres musicales »



Milton Babbitt

M. Babbitt : « The Structure and Function of Music Theory », 1965

Autour de la *Set Theory*...

- A. Forte : *The Structure of Atonal Music*, 1973.

- D. Lewin : *Generalized Musical Intervals and Transformation*, 1987

- A. Vieru : *The Book of modes*, 1993 (orig. 1980)

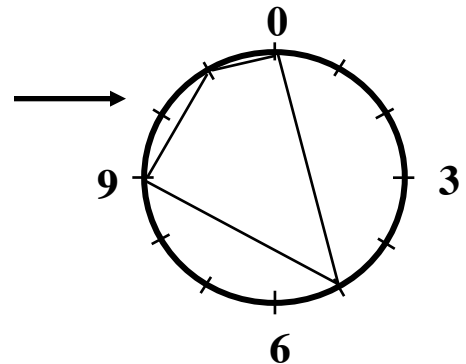
- A. Riotte, M. Mesnage : l'analyse formalisée

- E. Carter : *Harmony Book*, 2002

{do, fa, si, la}

{0, 5, 9, 11}

[1, 1, 1, 1, 1, 1]



4-Z29

(5 4 2 1)

0-(5 4 2 1)

23



Combinatoire et algèbre dans la classification musicale



anatol vieru

THE
BOOK
OF
MODES



Anatol Vieru



André Riotte



Julio Estrada

THEORIE DE LA COMPOSITION :
DISCONTINUUM - CONTINUUM

Julio ESTRADA

Thèse en Musicologie
Nouveau Doctorat
Département de Musicologie
Université de Strasbourg II
Sciences Humaines

Directeur de thèse :
François-Bernard Mâche

Membres du Jury :

M. François-Bernard Mâche, Ecole d'Hautes Etudes
Mme. Marta Grabóts, Université de Strasbourg
M. Hartmut Müller, Université de Rostock

Rapports de thèse :

Mme. Evélyne Andreani, Université de Paris VIII
M. Daniel Charles, Université de Nice

Combinatoire et algèbre dans la classification musicale



3.43. The catalogue of modal structures (in the tempered system modulo 12)

(1)(00)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Yale structure - total structure
(200)	-(2,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	zero structure
(3)(11,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Perfect diatonic modes
(4)(10,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Major second
(5)(00,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Minor third
(6)(00,4)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Major third
(7)(0,5)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Perfect diatonic modes
(8)(0,6)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Tritone
(9)(0,1,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Perfect diatonic modes
(10)(0,2,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(11)(1,2,0)	-(2,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(12)(0,2,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(13)(1,2,0)	-(2,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(14)(0,2,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(15)(1,4,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(16)(0,4,5)	-(0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(17)(0,4,0)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(18)(2,3,7)	-(2,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(19)(0,5,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(20)(1,5,4)	-(0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(21)(0,4,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(22)(0,4,0)	-(2,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(23)(0,3,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(24)(0,5,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(25)(0,5,0)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(26)(0,4,0)	-(2,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(27)(0,4,4)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(28)(0,5,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(29)(0,2,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(30)(1,2,3)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(31)(0,5,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(32)(0,5,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(33)(1,2,5)	-(0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(34)(0,5,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(35)(0,2,3)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(36)(0,2,7)	-(0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(37)(0,2,7)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(38)(0,4,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(39)(1,1,6)	-(0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(40)(0,1,4)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(41)(0,2,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(42)(0,2,5)	-(0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(43)(0,1,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(44)(0,1,4)	-(0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(45)(0,2,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(46)(1,2,4)	-(0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	
(47)(0,2,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	



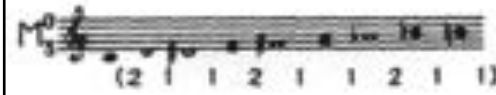
$$2_0 = 4_0 \cup 4_2$$

2 transpositions



$$3_0 \cup 3_1 = \overline{3_2}$$

3 transpositions



$$4_0 \cup 4_2 \cup 4_3 = \overline{4_1}$$

4 transpositions



$$5_0 \cup 5_1 \cup 5_2 = \overline{5_3 \cup 5_4}$$

5 transpositions

L'école française en musicologie computationnelle

M. Mesnage & A. Riotte, « Modélisation informatique de partitions, analyse et composition assistées », *Formalismes et modèles musicaux* (vol. 2), p. 209-218, Collection « Musique/Sciences », Ircam/Delatour France, 2006 (orig. 1993)



Formalisation

Une autre voie a été ouverte par le compositeur américain **Milton Babbitt** [1961], qui a développé dès 1955 un travail à base mathématique sur le système dodécaphonique; c'est dans cette même direction qu'**Allen Forte** [1973] a publié son répertoire exhaustif des accords (modulo 12, c'est-à-dire à l'octave près) connu sous le nom de *Set Theory*, formalisme amélioré par **John Rahn** [1980], puis complété sur le plan temporel par **Robert D. Morris** [1987]. En France, les pionniers ont été **Michel Philippot** [1960], qui a appliqué des techniques mathématiques à l'analyse de ses propres œuvres, **Iannis Xenakis** [1963 ; id. 1967], qui a énoncé les bases d'une représentation mathématique de la musique libérée de la notation et du vocabulaire traditionnels, et **Pierre Barbaud** [1965; id. 1968]. L'un des auteurs [RIOTTE 1962 ; id. 1969] a développé à la même époque un premier travail informatique visant à calculer exhaustivement une classe de séries à double contrainte (hauteurs et intervalles), les cycles équilibrés.

L'école française en musicologie computationnelle



A. Riotte, « Formalismes, modèles : un nouvel atout pour la composition et l'analyse »,
dans A. Riotte & M. Mesnage, *Formalismes et modèles musicaux* (vol. 2), p. 245-259,
Collection « Musique/Sciences », Ircam/Delatour France, 2006 (orig. 1993)

Mathématisation

Plus spécifique que l'étape précédente [*formalisation*], elle implique une approche aux **intentions théoriques** et suppose une **logique rigoureuse** dans l'application des formules employées, qui ont trait le plus souvent à un sous-ensemble des données mesurables caractéristiques des sons mis en jeu.

C'est la démarche classique des scientifiques qui cherchent à décrire un phénomène physique et à en prévoir les diverses manifestations.

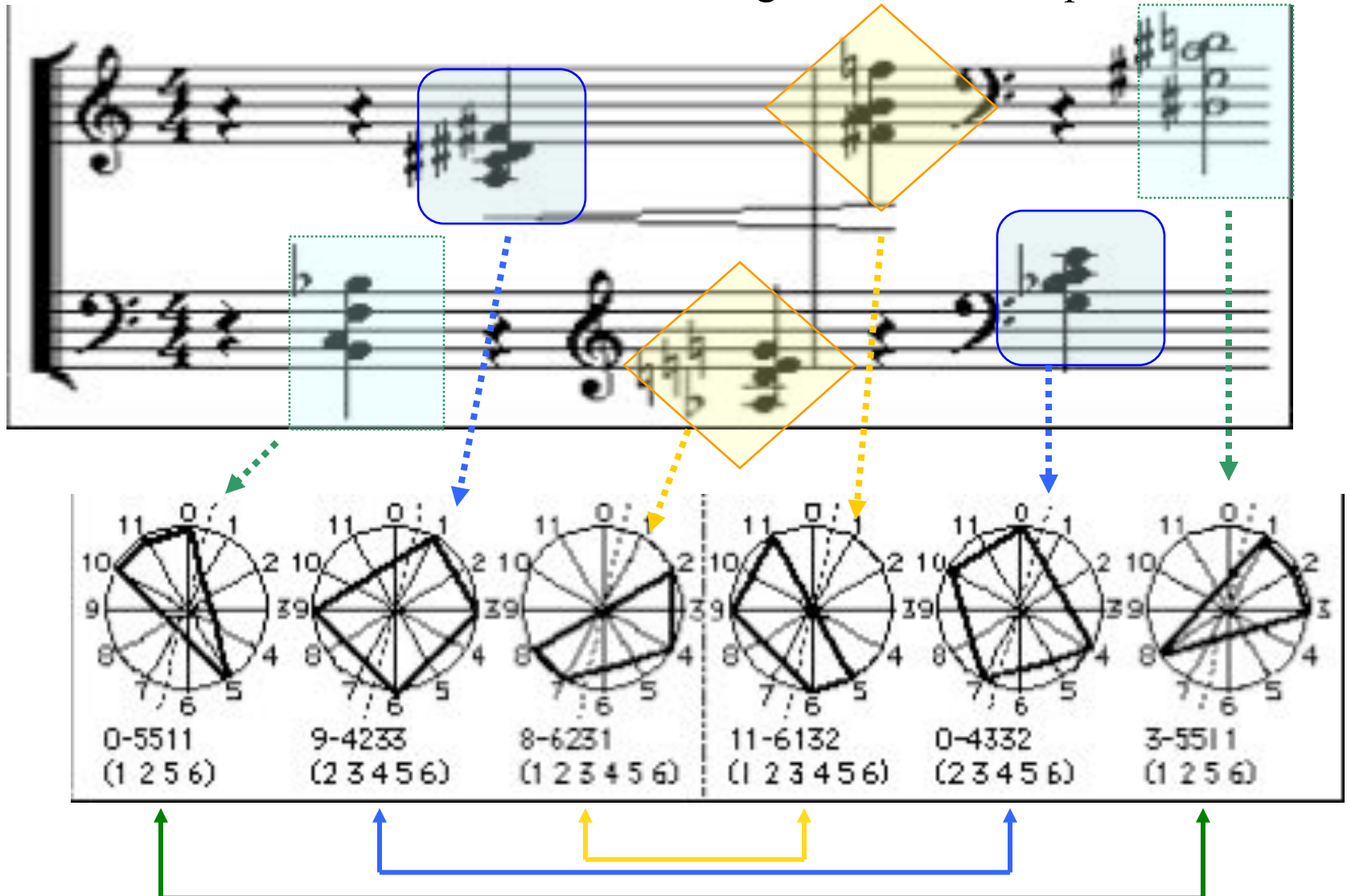
On peut considérer que ces données relèvent en premier lieu de l'organisation de l'**espace musical** (ce qui suppose alors des sons ayant une composante de hauteur fondamentale stable) ou du **temps** (là encore, le début et la durée des sons doivent pouvoir être précisément localisés, au moins en première approximation).

L'école française en musicologie computationnelle

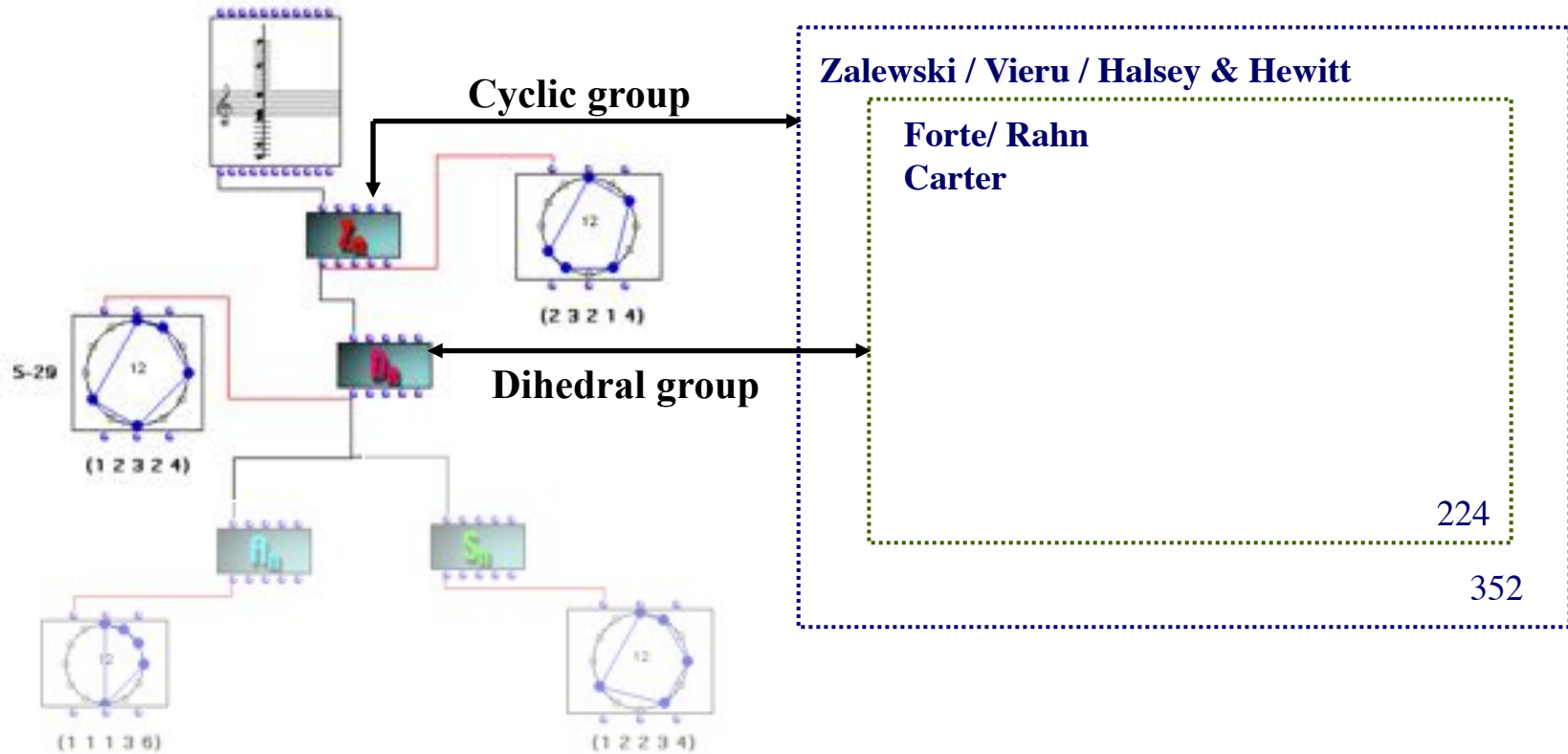
A. Riotte & M. Mesnage, *Formalismes et modèles musicaux* (in 2 volumes),
Collection « Musique/Sciences », Ircam/Delatour France, 2006



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



Groupes et classification des structures musicales



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Z_n	1	6	19	43	66	80	66	43	19	6	1	1
D_n	1	6	12	29	38	50	38	29	12	6	1	1

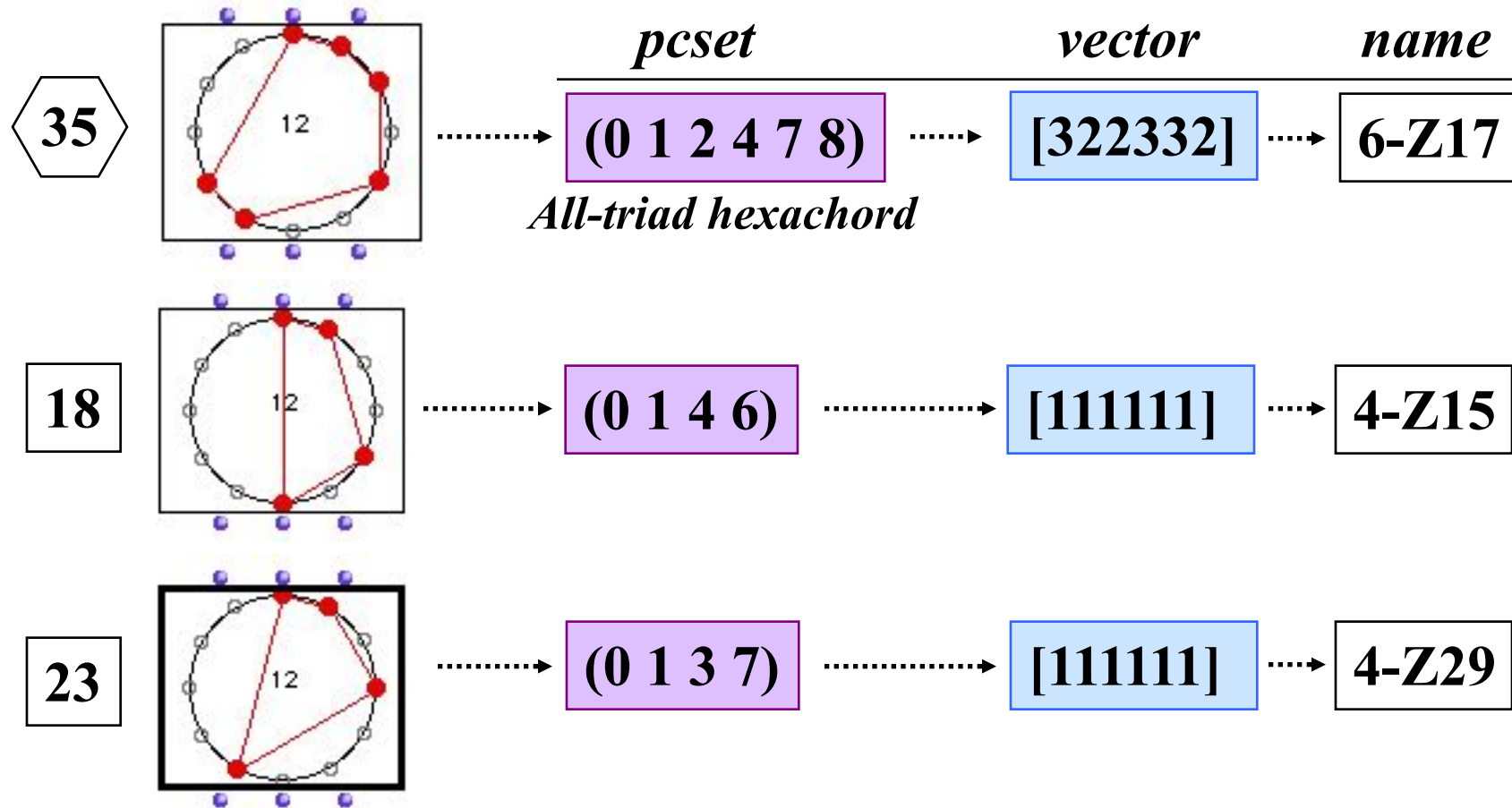
La Set Theory comme démarche compositionnelle

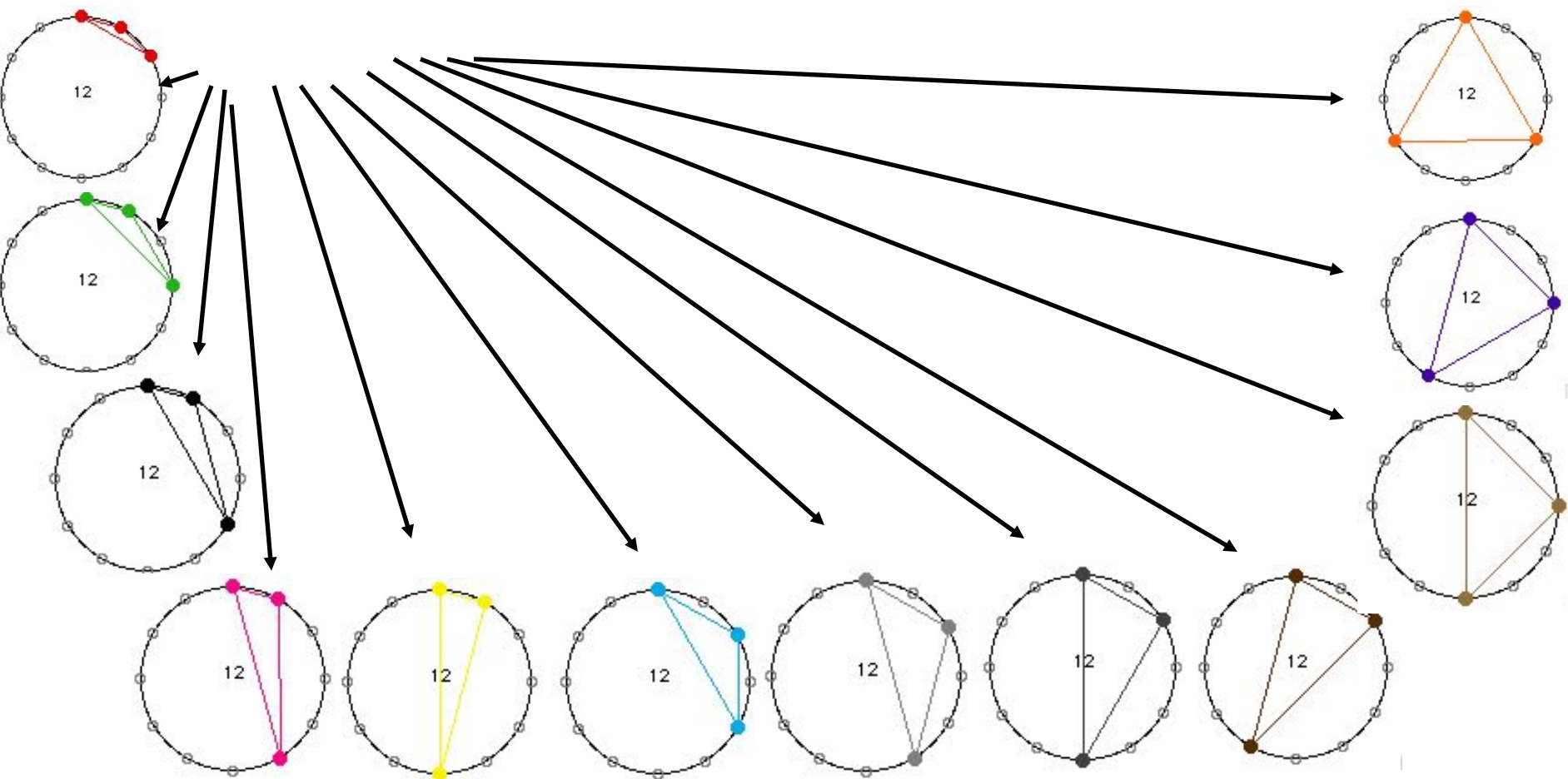
Elliott Carter et les fondements combinatoires de l'harmonie



Elliott Carter

« From about 1990, I have reduced my vocabulary of chords more and more to the six note chord n° 35 and the four note chords n° 18 and 23, which encompass all the intervals »
(*Harmony Book*, 2002, p. ix)



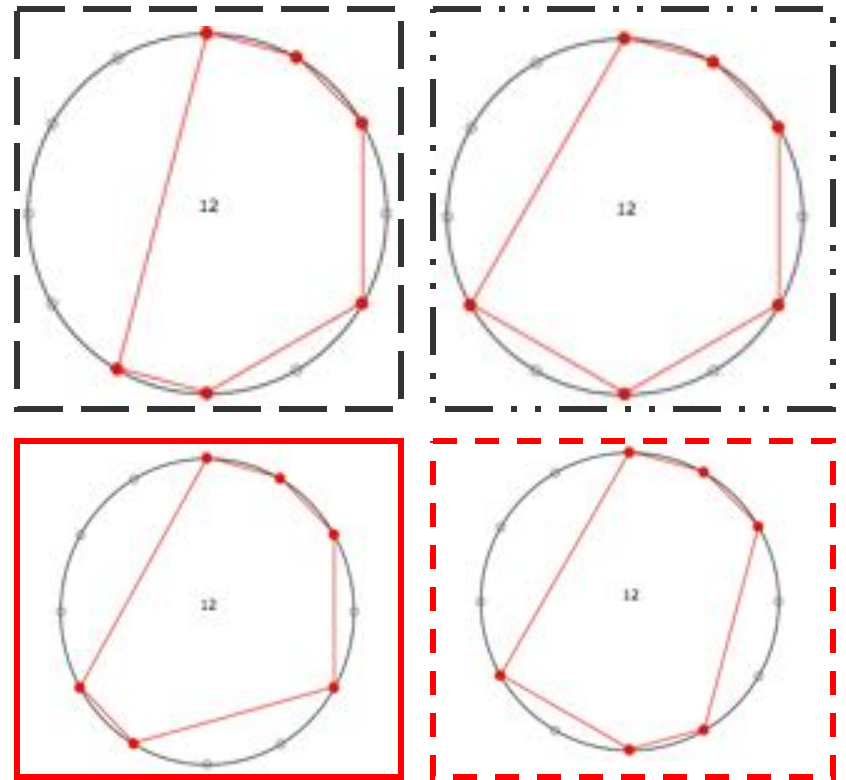
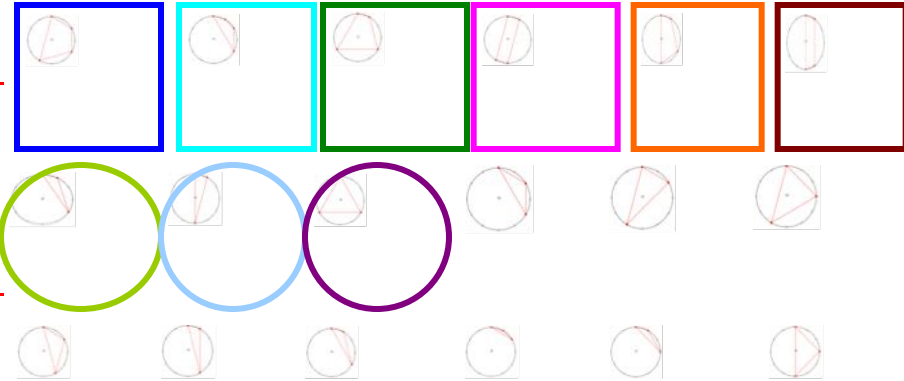


Elliott Carter : 90+ (1994) : combinatoire tetra/tricordale

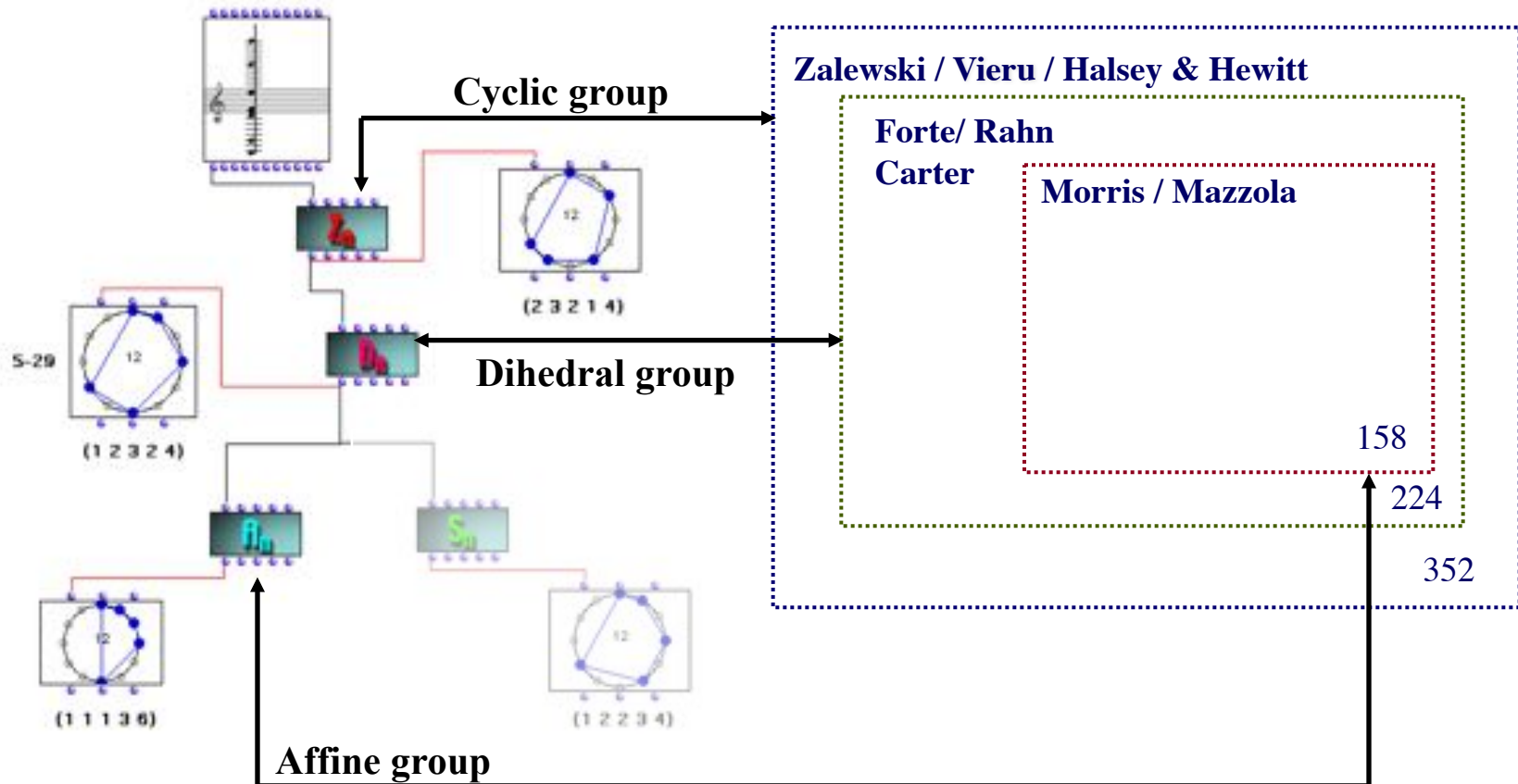
musique et harmonie support à l'œuvre Goffredo

90+

Elliott Carter
(1994)

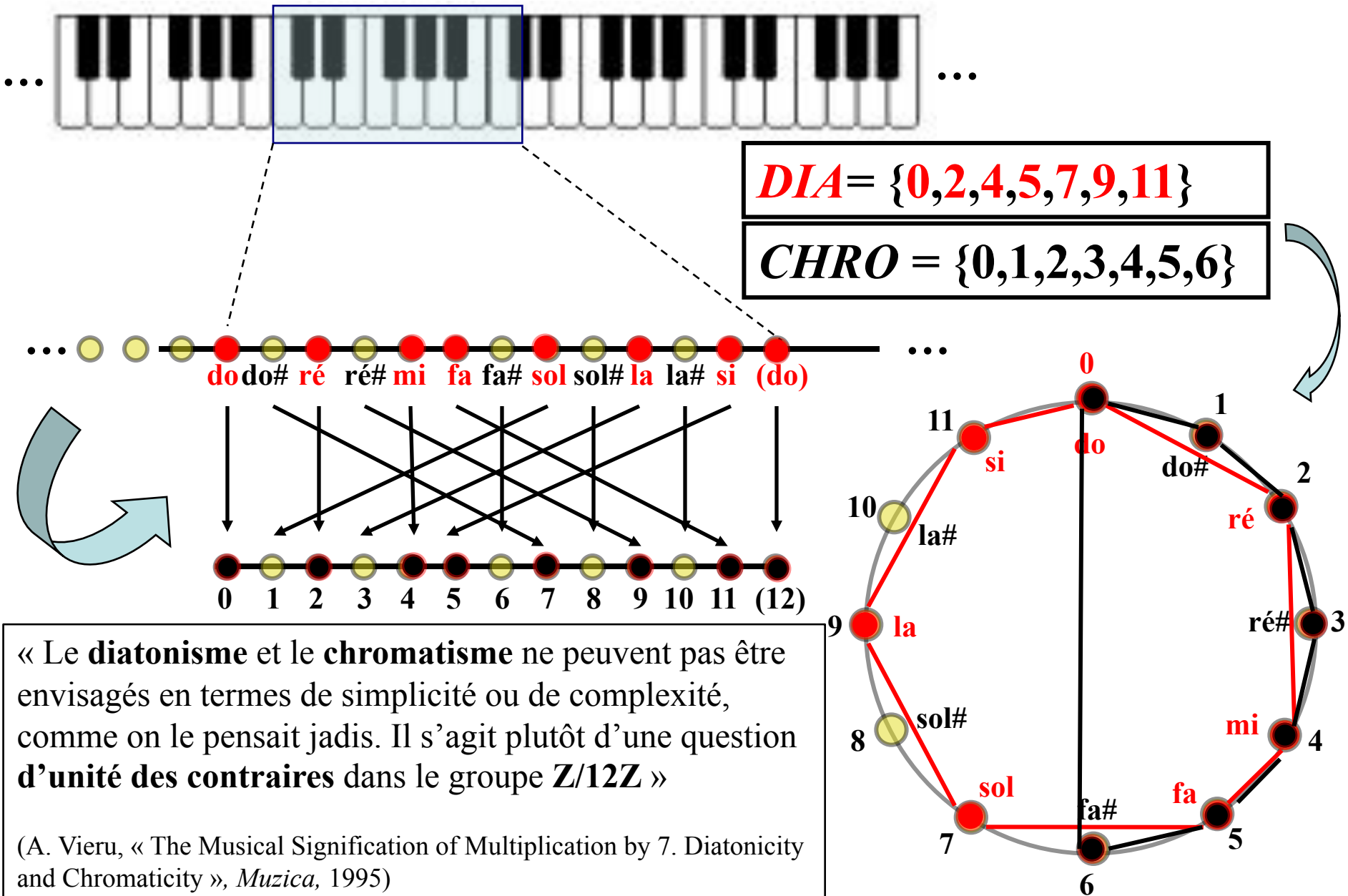


Groupes et classification des structures musicales

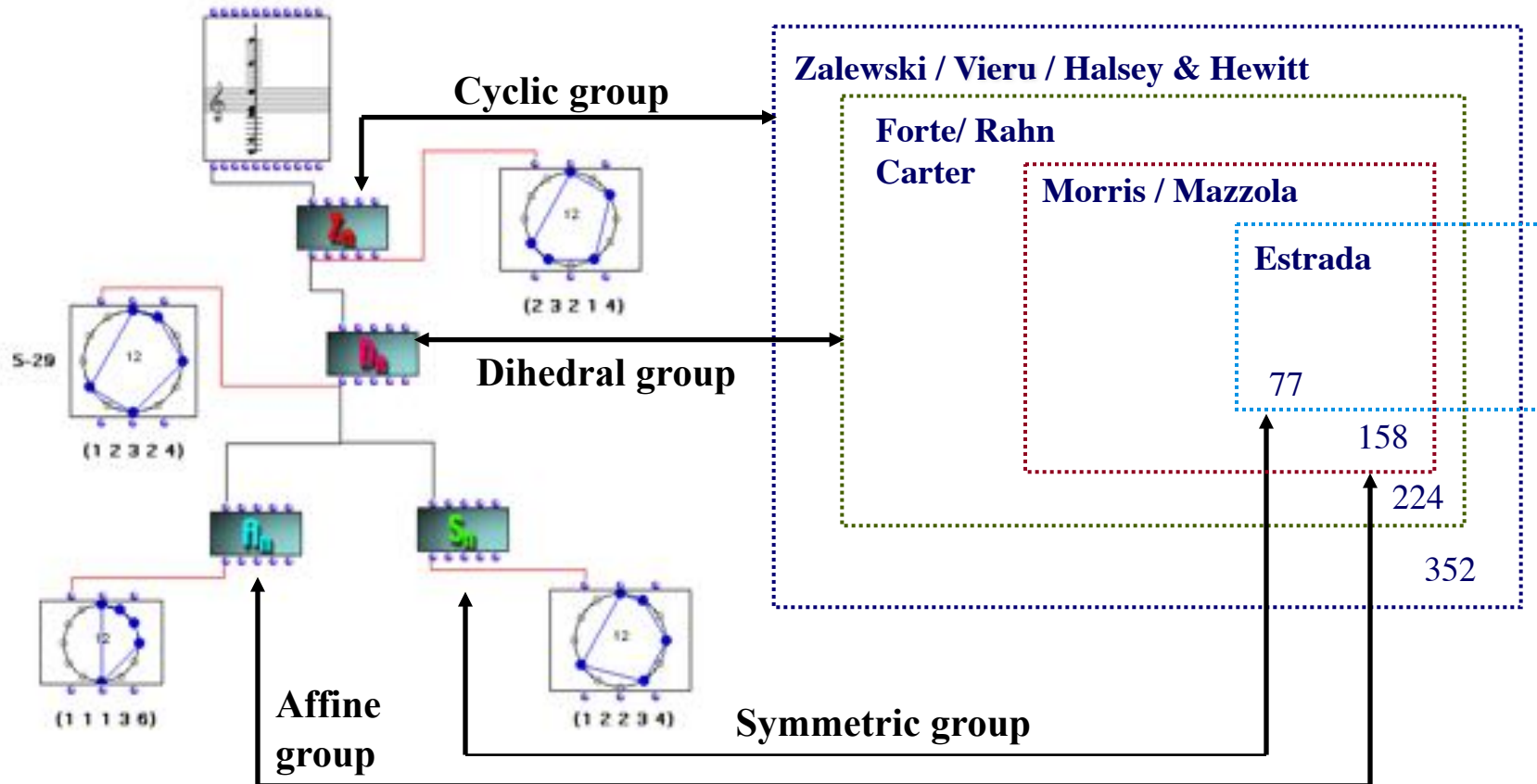


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Z_n	1	6	19	43	66	80	66	43	19	6	1	1
D_n	1	6	12	29	38	50	38	29	12	6	1	1
A_n	1	5	9	21	25	34	25	21	9	5	1	1

Signification musicale de la multiplication par 7



Groupes et classification des structures musicales



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Z_n	1	6	19	43	66	80	66	43	19	6	1	1
D_n	1	6	12	29	38	50	38	29	12	6	1	1
A_n	1	5	9	21	25	34	25	21	9	5	1	1
S_n	1	6	12	15	12	11	7	5	3	2	1	1

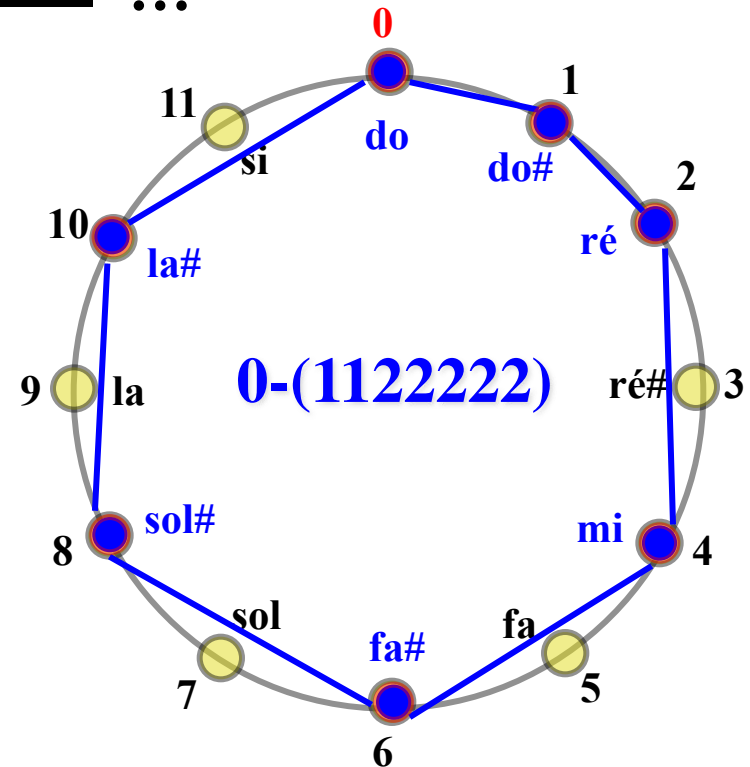
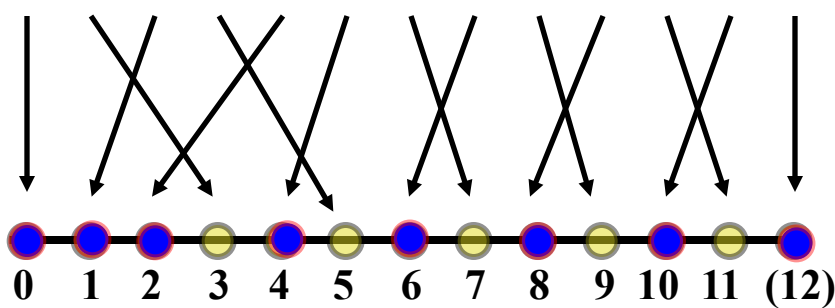
Les permutations comme 'partitions' d'entiers



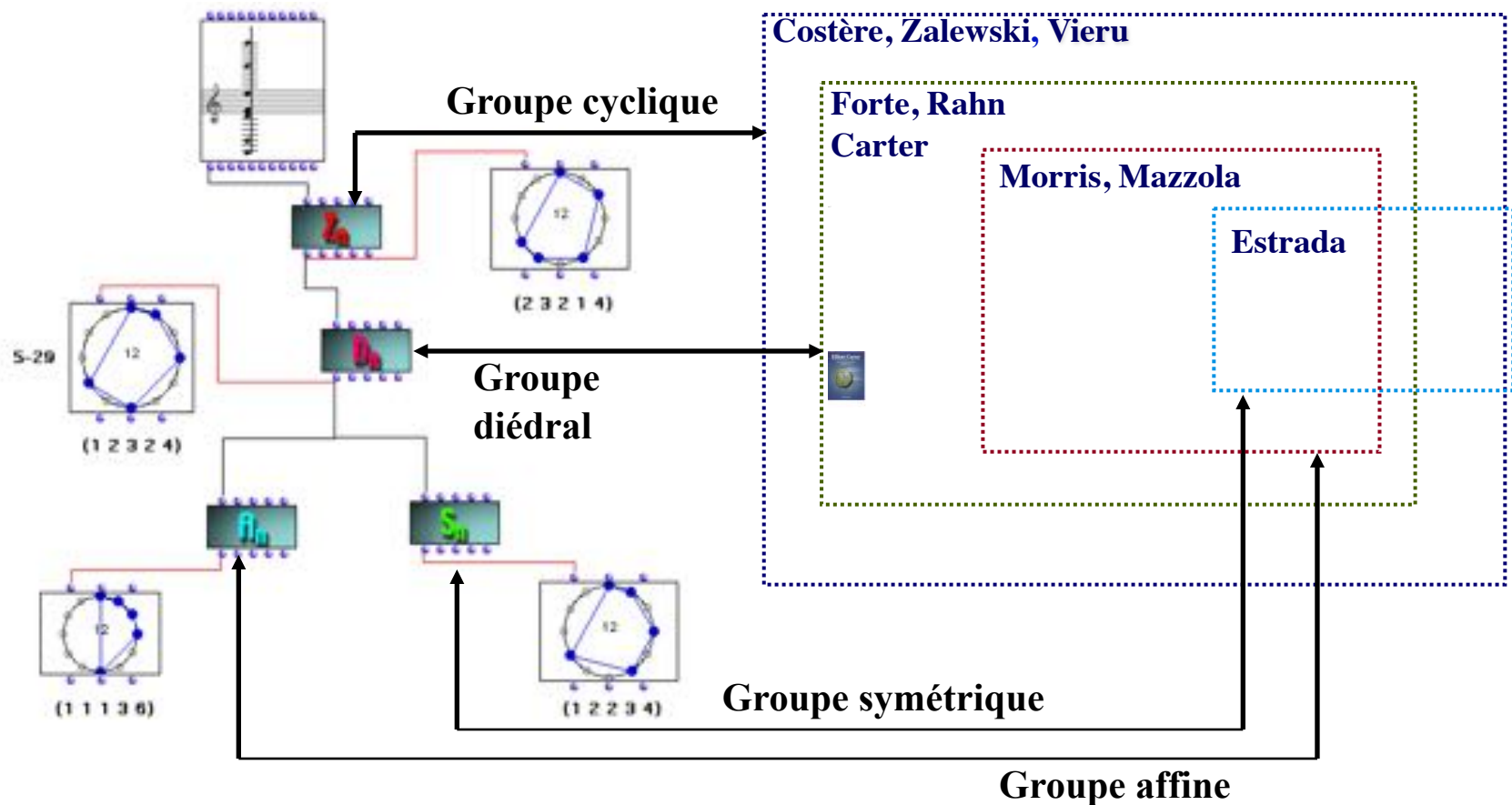
$DIA = (2, 2, 1, 2, 2, 2, 1)$

$DIA_E = (1, 1, 2, 2, 2, 2, 2)$

... $\text{do do\# r\acute{e} r\acute{e}\# mi fa fa\# sol sol\# la la\# si (do)}$...



Architecture paradigmatique et dualité objectale/opératoire



« [C'est la **notion de groupe** qui] donne un sens précis à l'idée de **structure** d'un ensemble [et] permet de déterminer les éléments efficaces des transformations en réduisant en quelque sorte à son **schéma opératoire** le domaine envisagé. [...] L'objet véritable de la science est le **système des relations** et non pas les termes supposés qu'il relie. [...] Intégrer les résultats - symbolisés - d'une expérience nouvelle revient [...] à créer un canevas nouveau, un **groupe de transformations** plus complexe et plus compréhensif » (G.-G. Granger : « Pygmalion. Réflexions sur la pensée formelle », 1947)



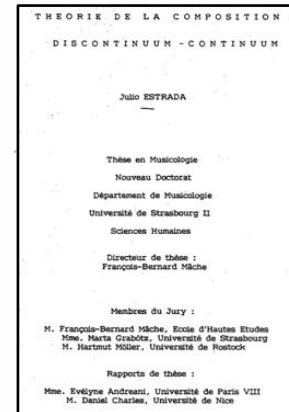
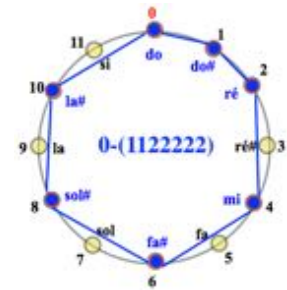
G.-G. Granger

Le permutohèdre d'Estrada comme espace *combinatoire*

Julio Estrada, *Théorie de la composition : discontinuum – continuum*, université de Strasbourg II, 1994

ILLUSTRATION III. REPRESENTATION EN NOTATION MUSICALE DE L'ENSEMBLE DE PARTITIONS DE L'ECHELLE DE HAUTEURS D12 : 12 NIVEAUX DE DENSITE, 77 IDENTITES.

$$DIA_E = (1,1,2,2,2,2,2)$$



J. Estrada

Le permutohédre d'Estrada comme espace *conceptuel*



**L. Van Beethoven,
Quatuor n° 17**

Le permutohédre d'Estrada comme espace *conceptuel*



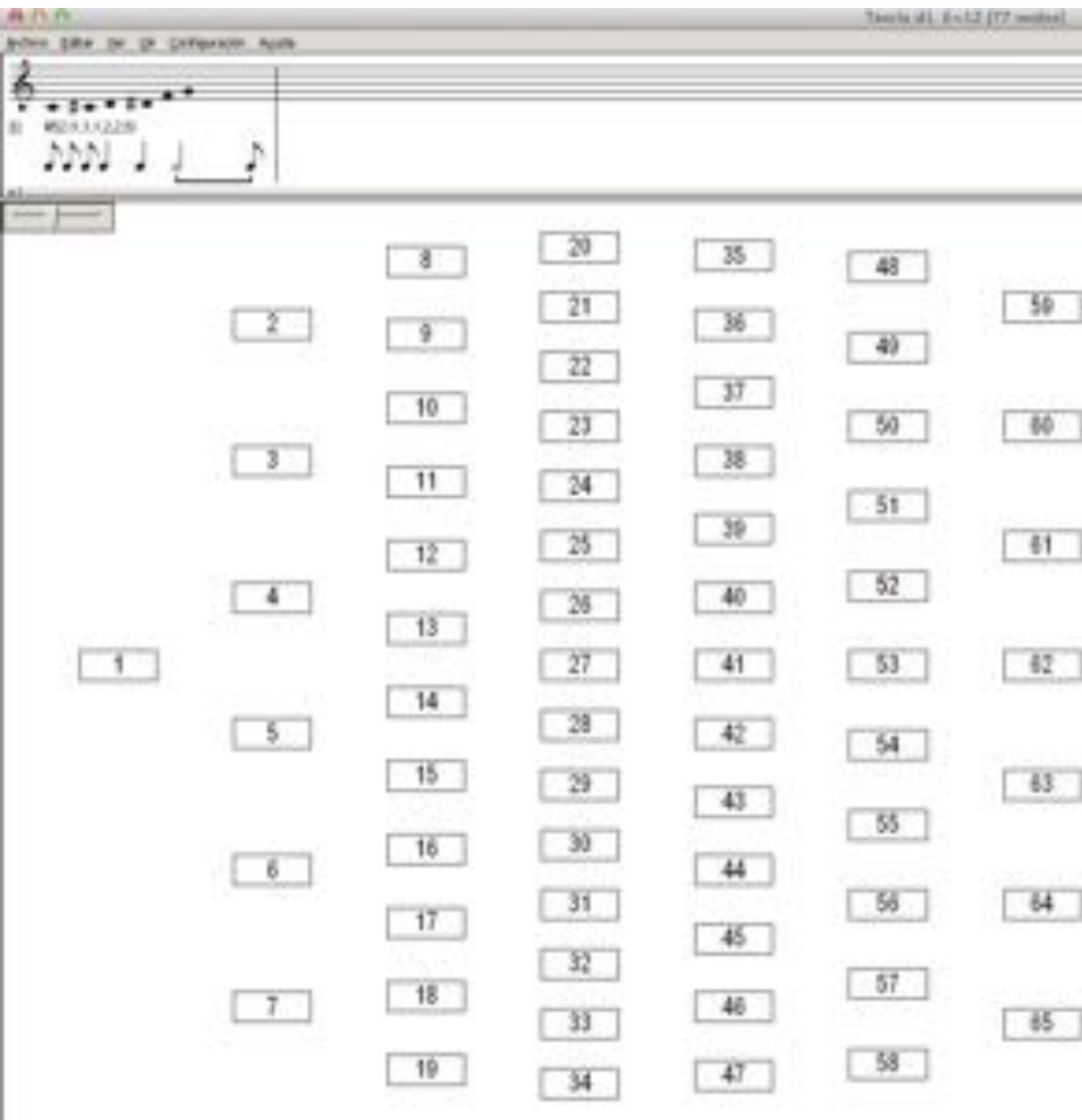
B. Bartok, Quartet n° 4
(3^d movement)



A. Schoenberg,
Six pieces op. 19



Vers un modèle computationnel du permutohédre en OM



The screenshot displays the MuSILC-Win software interface. At the top, there is a musical score editor with a staff and a piano roll. Below the score, a large grid of numbered boxes is visible, arranged in a pattern that suggests a permutation or a sequence of operations. The boxes are numbered from 1 to 77, with some numbers appearing in multiple locations. The interface is titled 'Theory d1' and 'Music: Interactive System for Research and Composition'.



MuSILC-Win

Theory d1

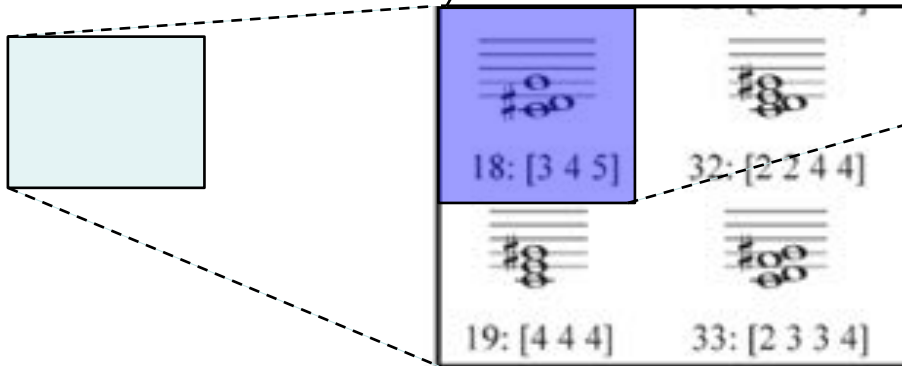
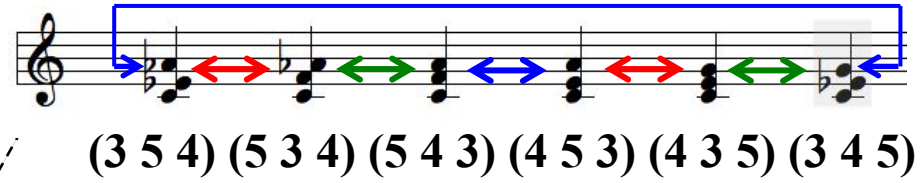
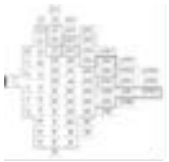
**Music: Interactive System for
Research and Composition**

Version 3.2 (Windows®)

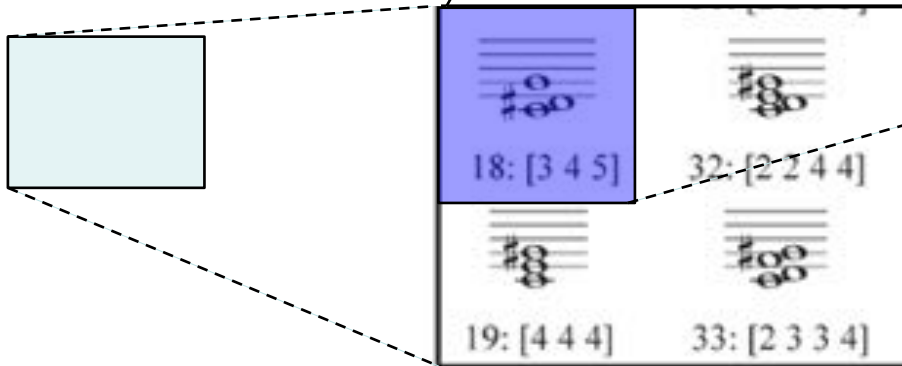
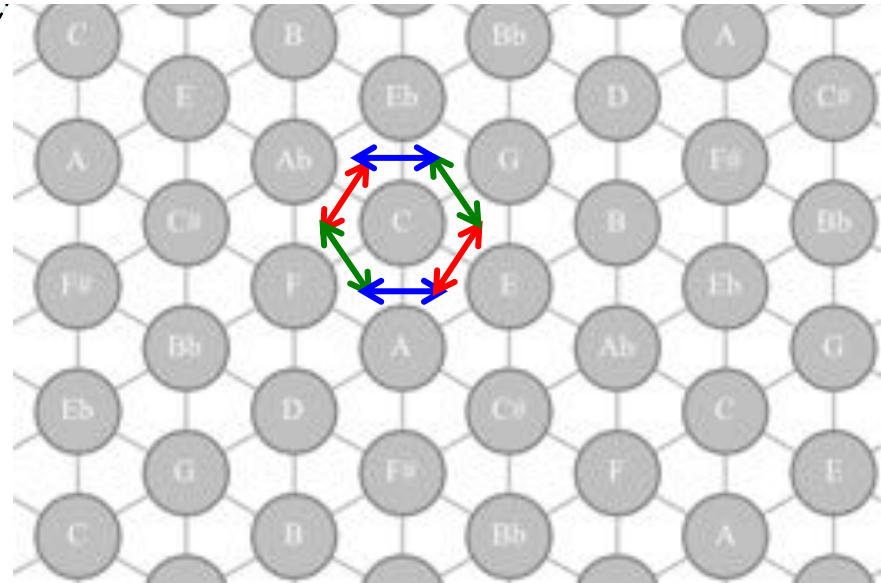
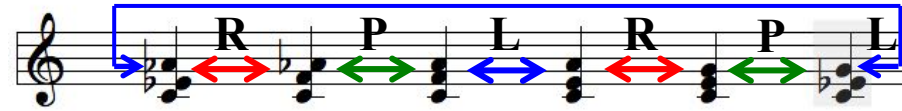


A small photograph of three people, likely the developers or researchers associated with the software, is located in the bottom right corner of the slide.

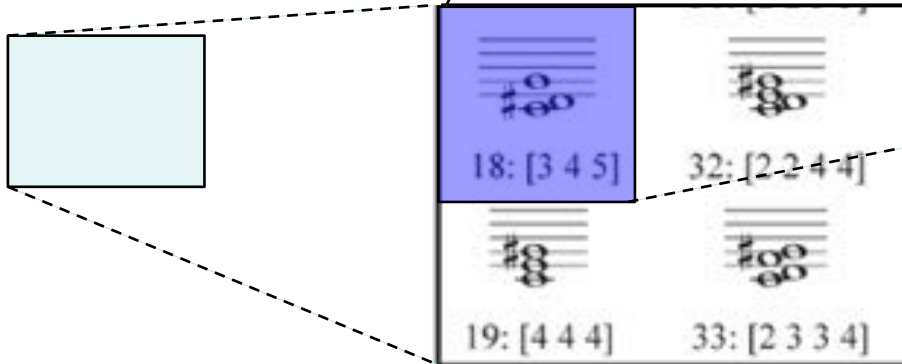
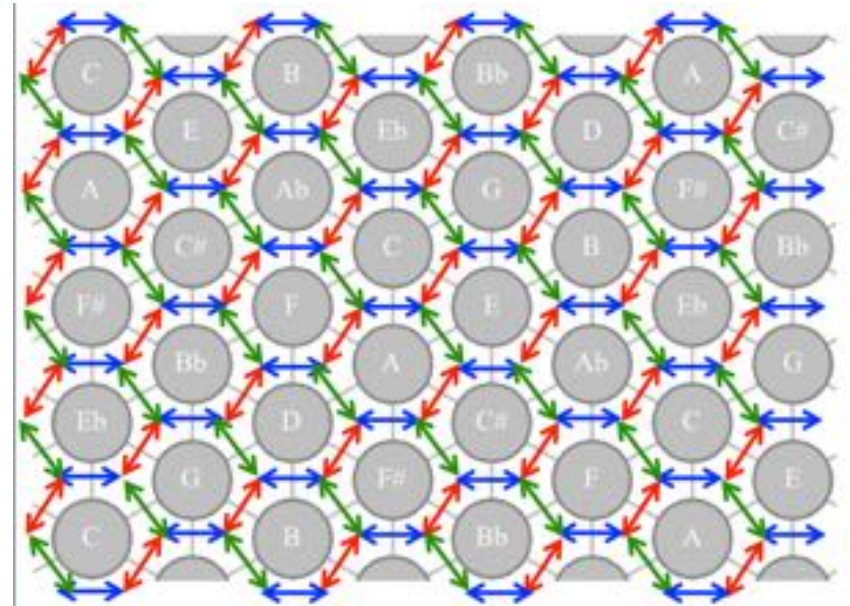
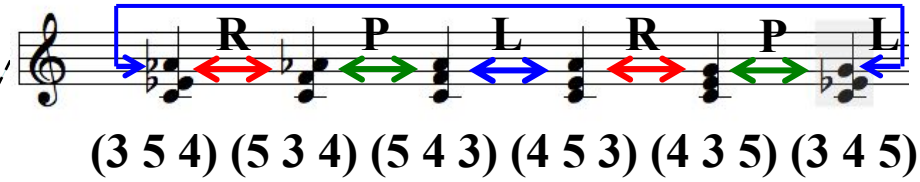
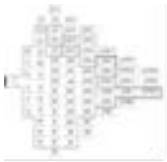
Du permutohédre au *Tonnetz*



Du permutohédre au *Tonnetz*



Du permutohédre au *Tonnetz*



Une chanson permutationnelle

Se telefonando, 1966 (Maurizio Costanzo/Ennio Morricone) / Mina



(min. 0'53")

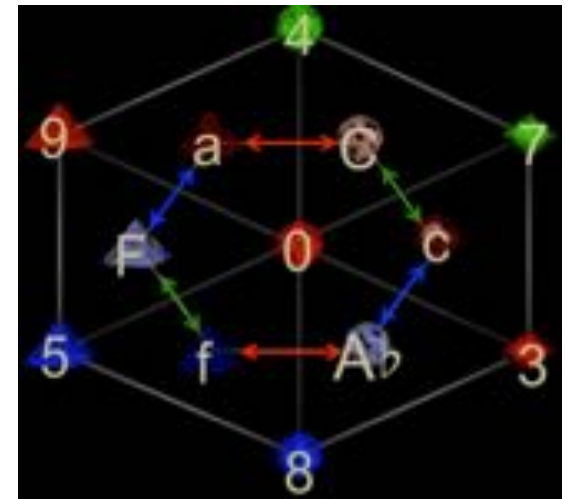


Je changerais d'avis,
(Françoise Hardy)



Ennio Morricone

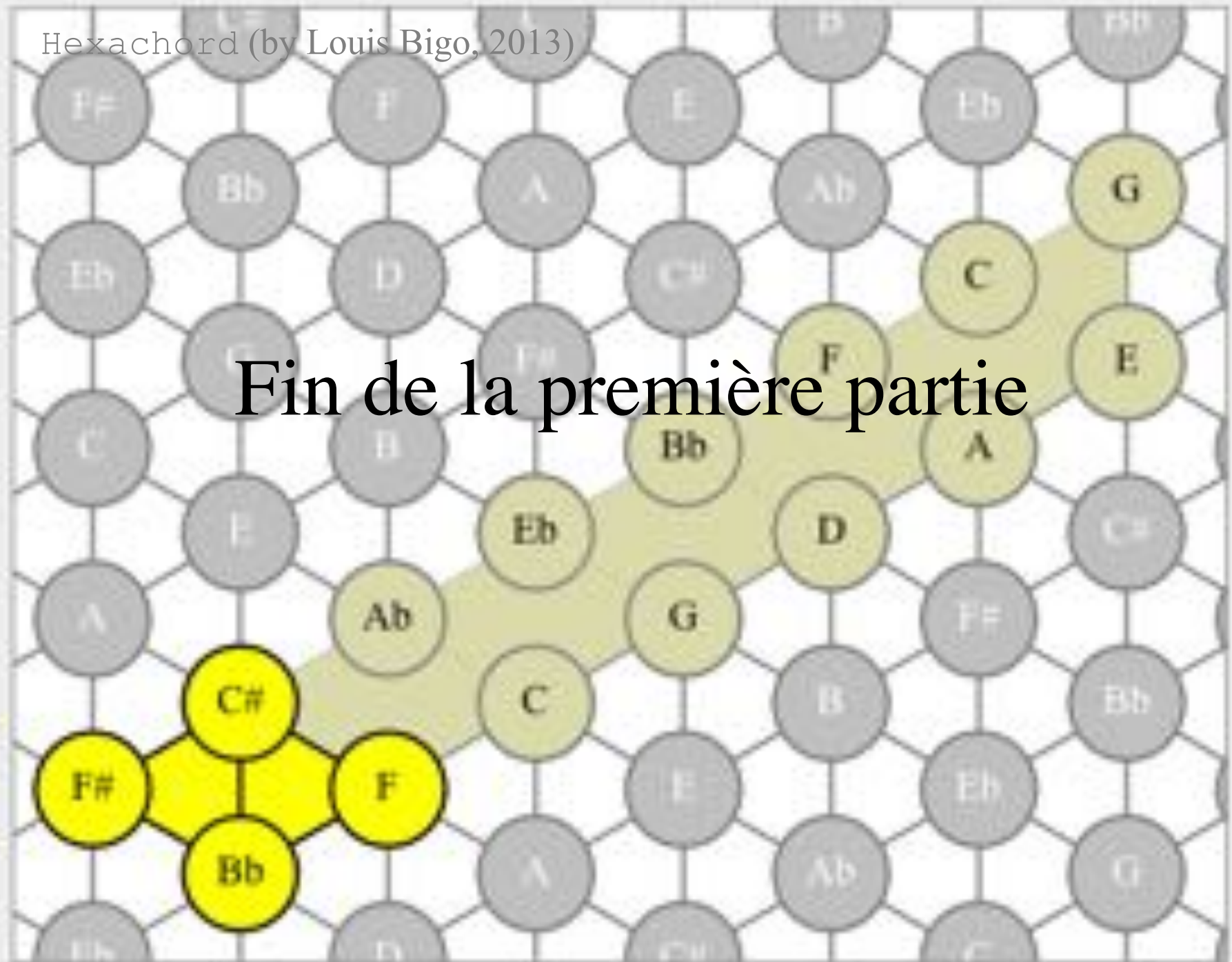
L'espace harmonique



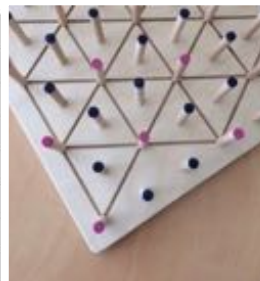
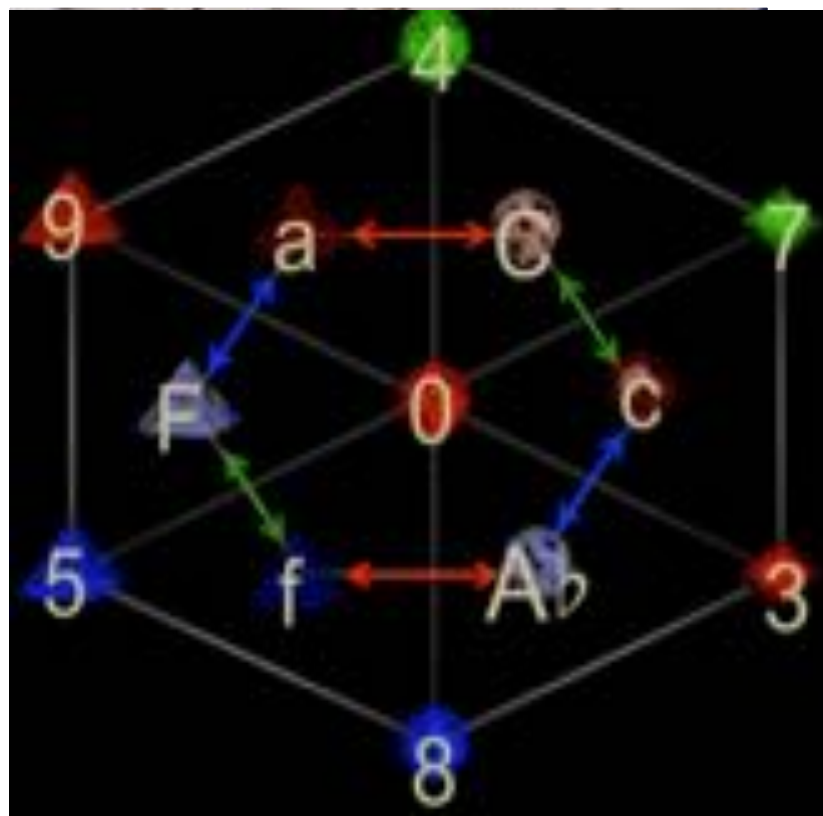
C	c	C _#	c _#	D	d
E _b	e _b	E	e	F	f
F _#	f _#	G	g	G _#	g _#
A	a	B _b	b _b	B	b

Chord enumeration

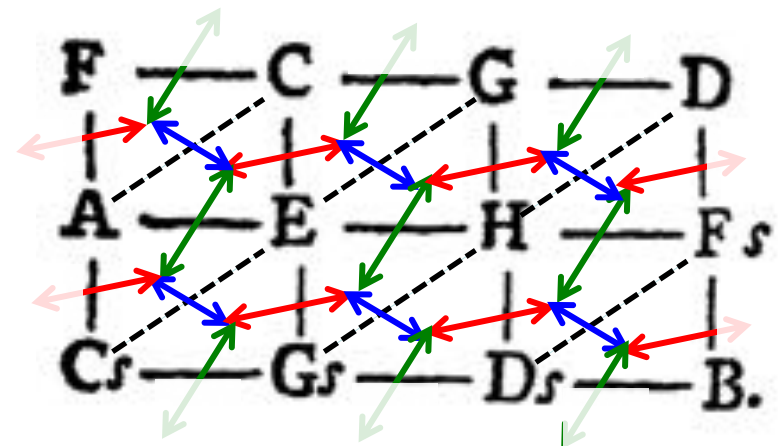
Fin de la première partie



Le Tonnetz (ou nid musical d'abeilles)



Leonhard Euler



Speculum Musicum (1773)

➔ DEMO

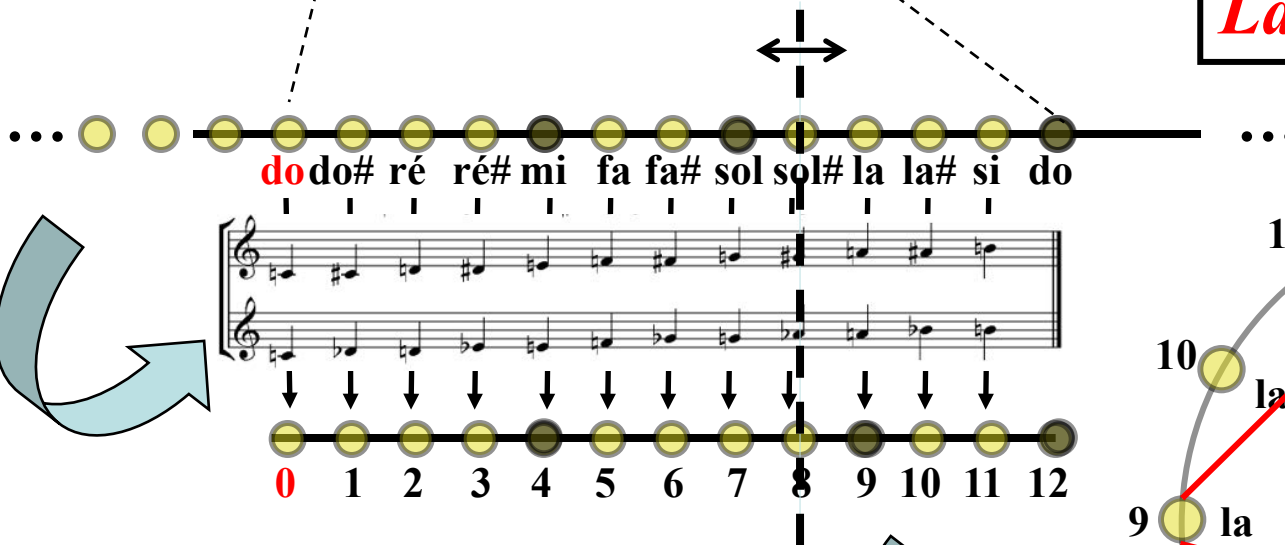
Les inversions sont des symétries axiales



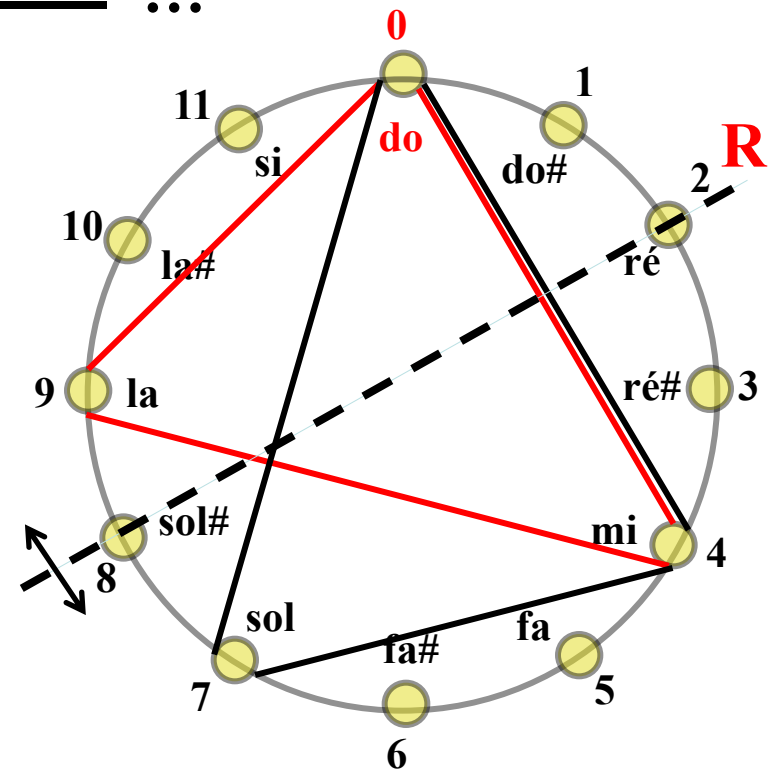
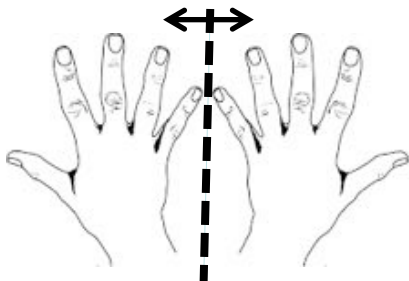
R comme **relatif**

Do maj = {0,4,7}

La min = {0,4,9}



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



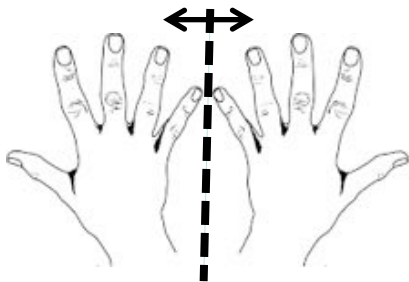
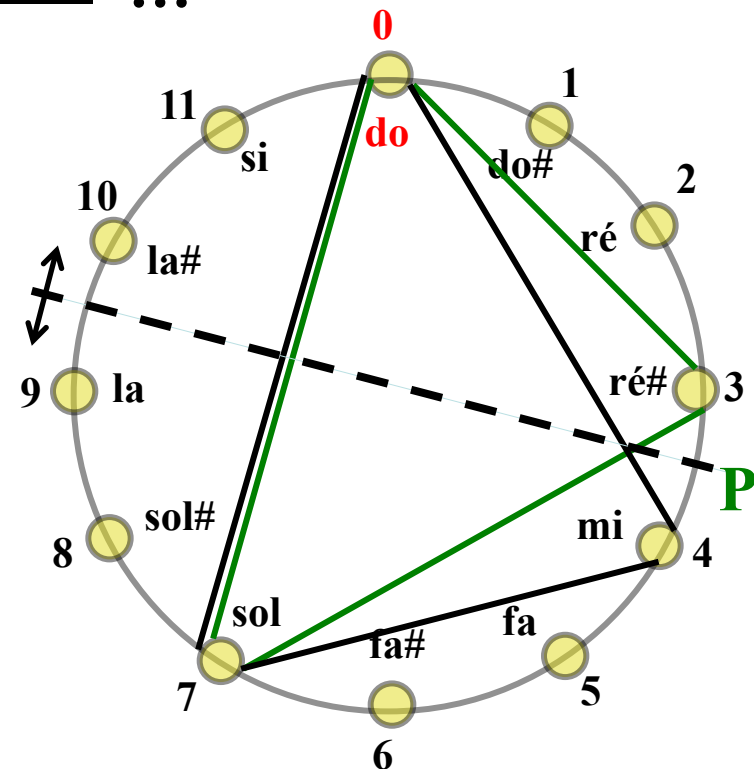
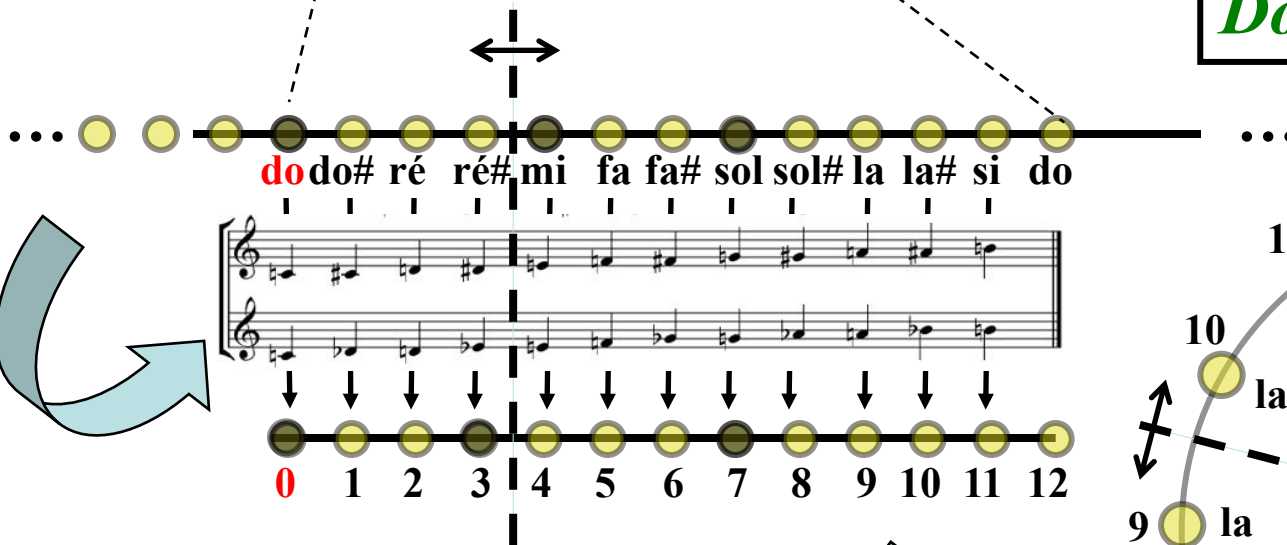
Les inversions sont des symétries axiales



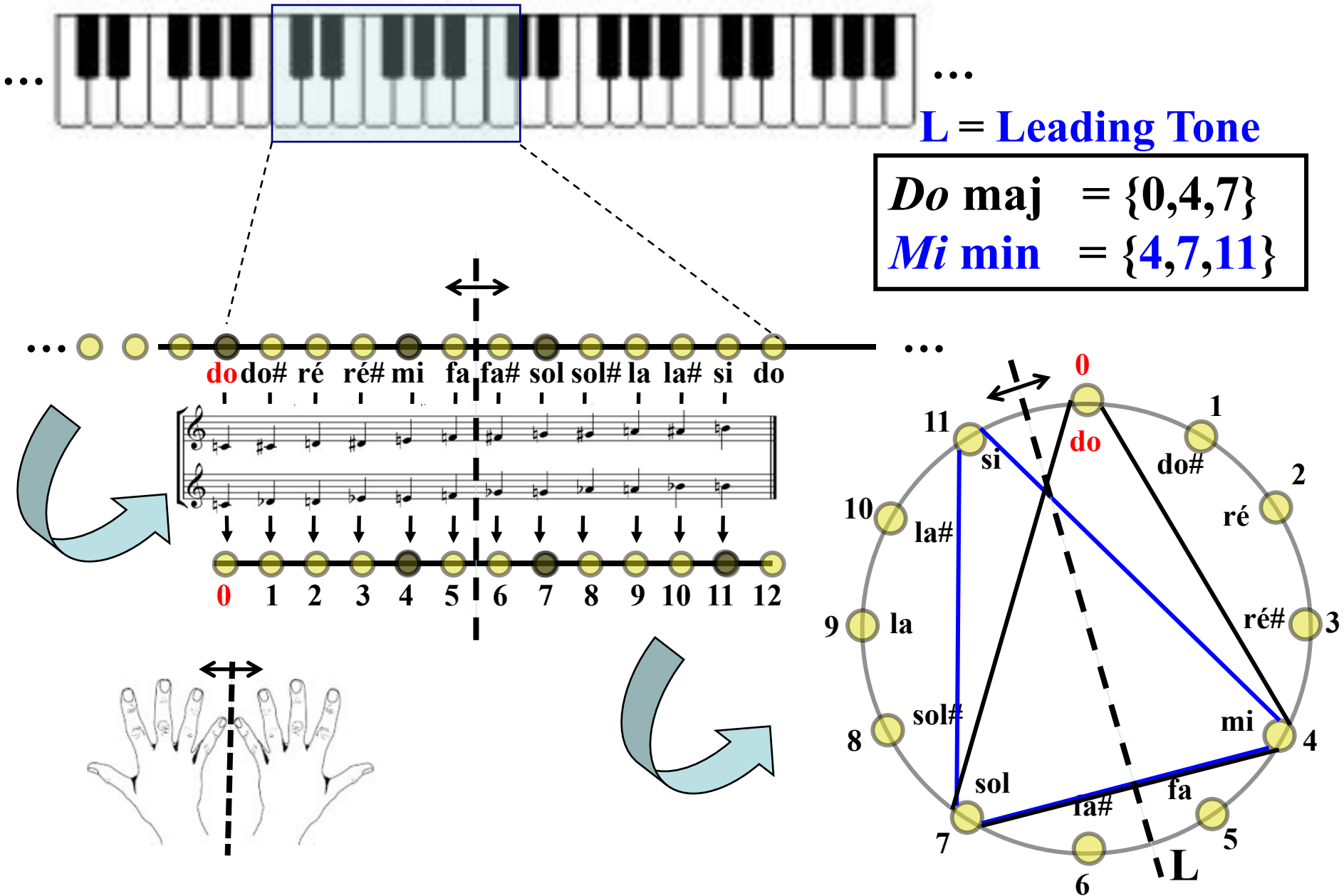
P comme **parallèle**

Do maj = {0,4,7}

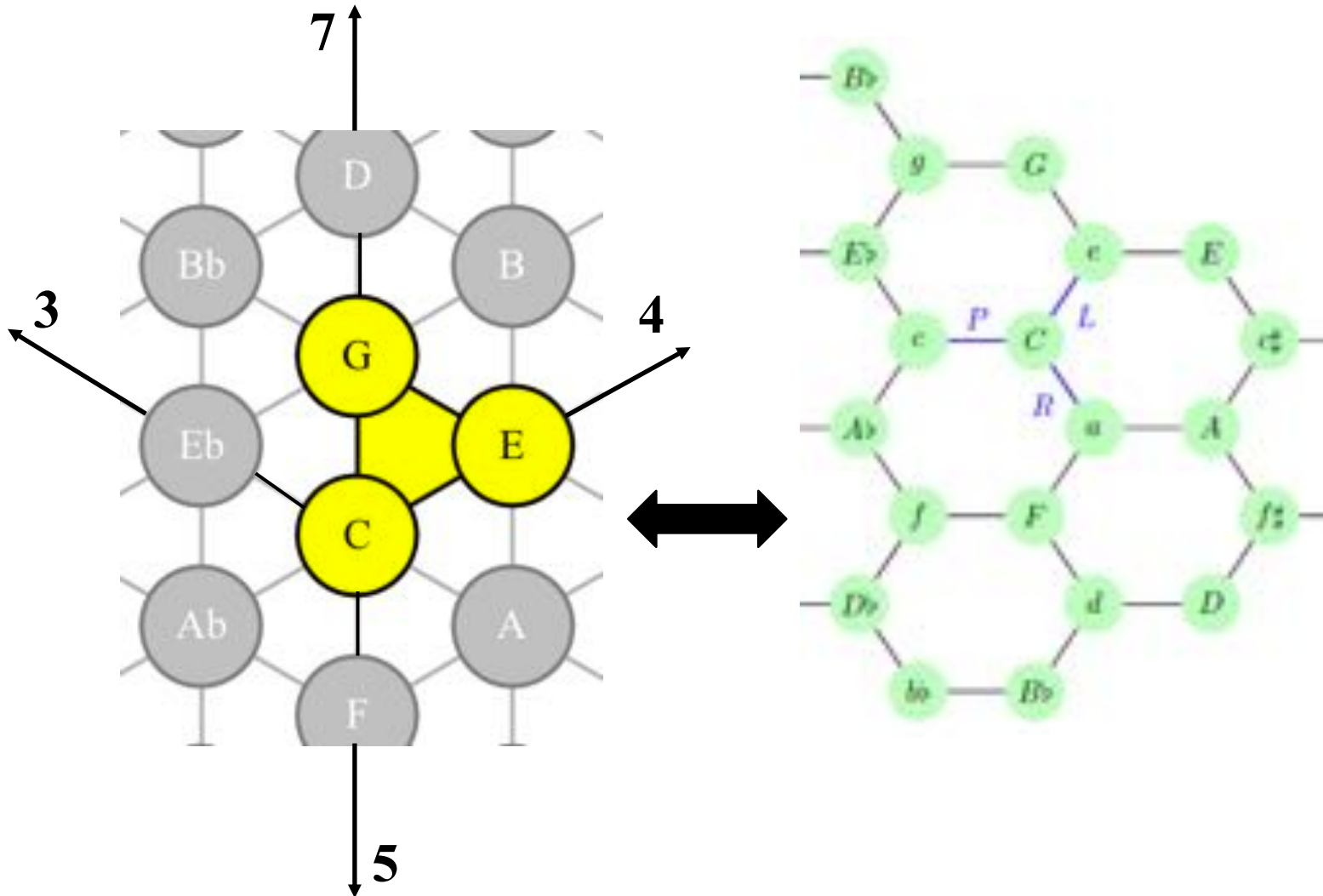
Do min = {0,3,7}



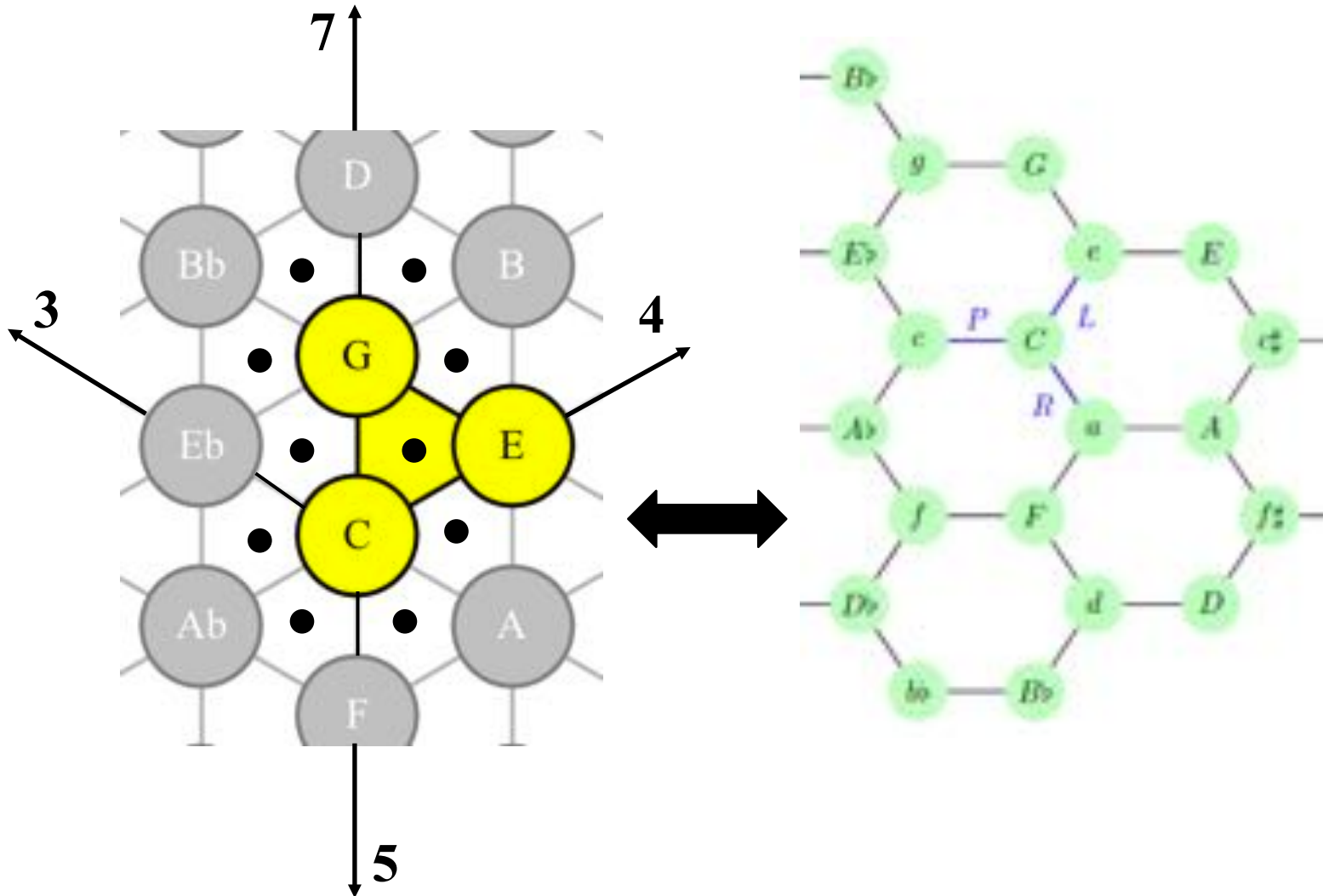
Les inversions sont des symétries axiales



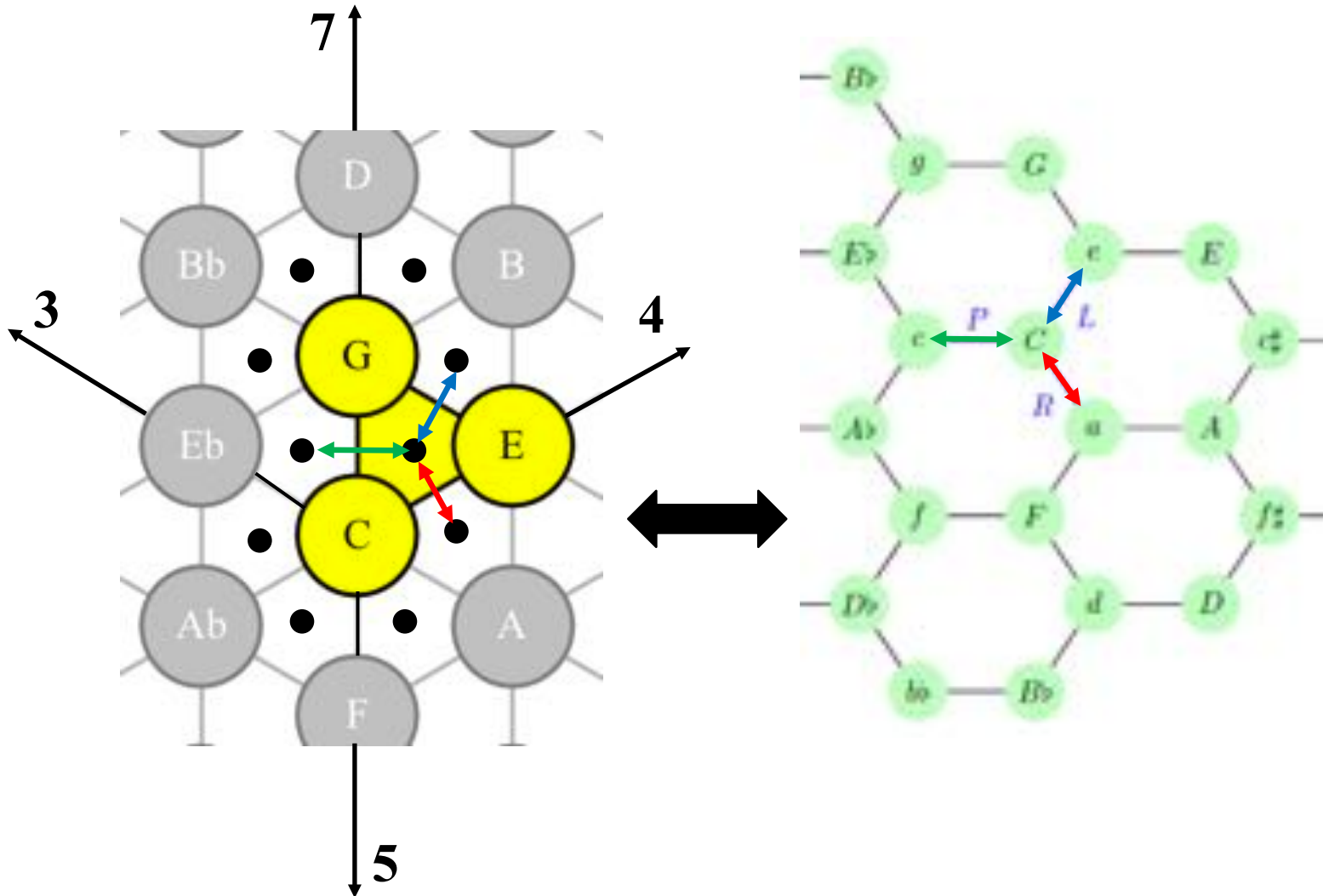
Construction du maillage hexagonal à partir du Tonnetz



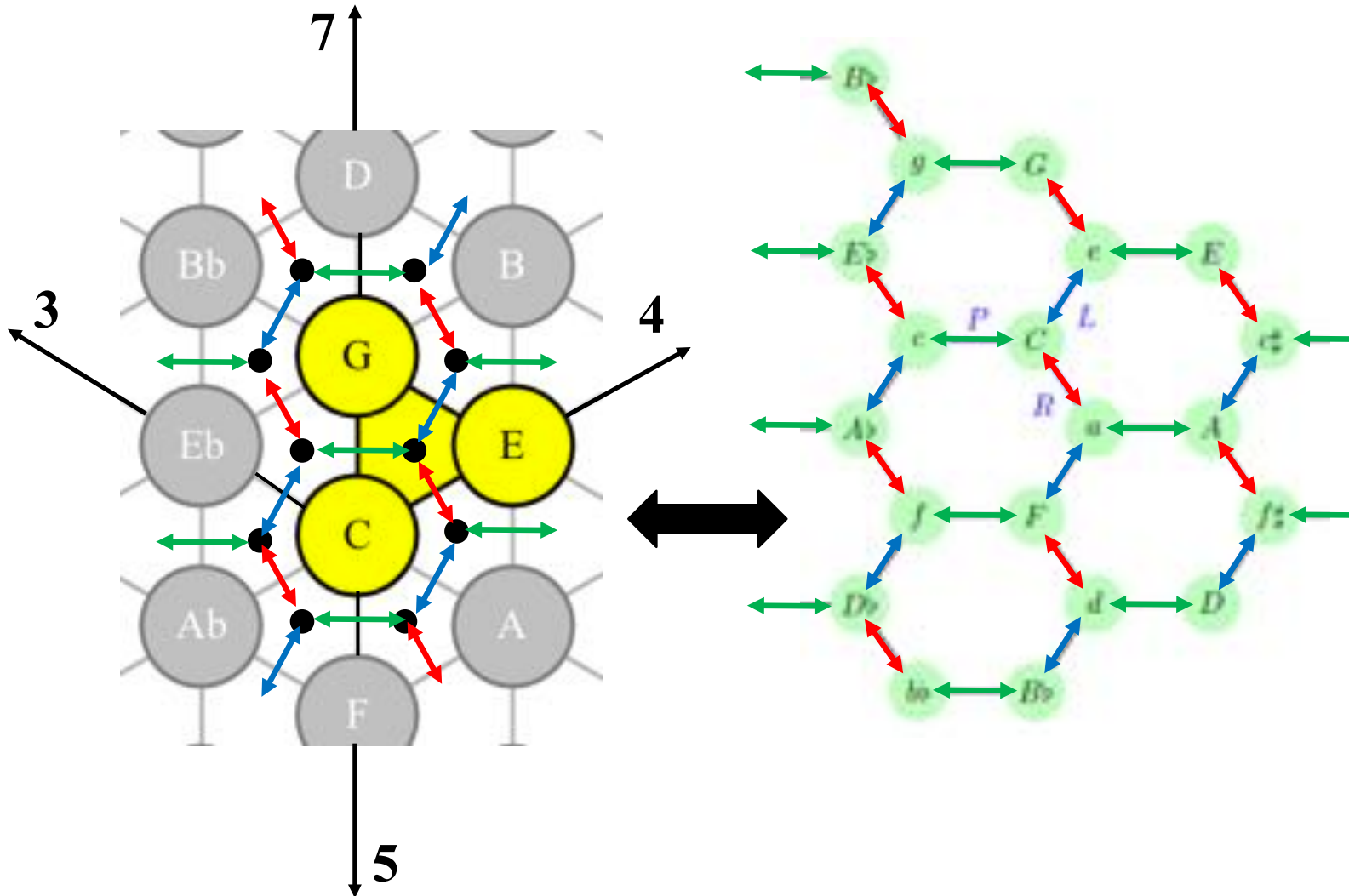
Construction du maillage hexagonal à partir du Tonnetz



Construction du maillage hexagonal à partir du Tonnetz



Construction du maillage hexagonal à partir du Tonnetz



Harmonic Progressions

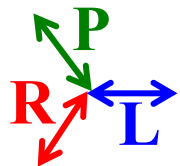
In Paolo Conte

Sotto le Stelle del Jazz

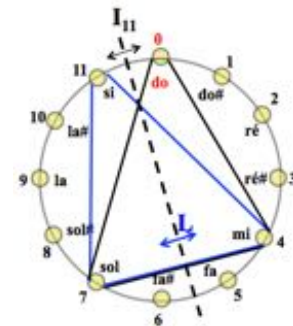
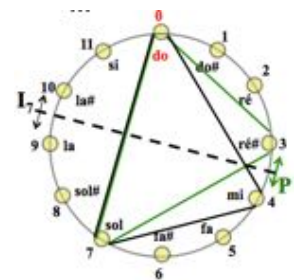
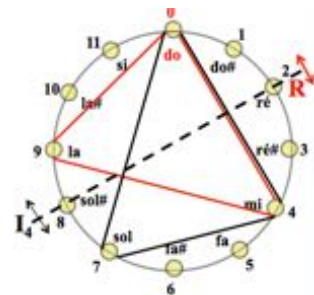
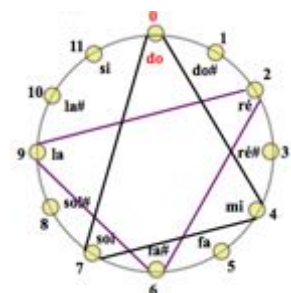
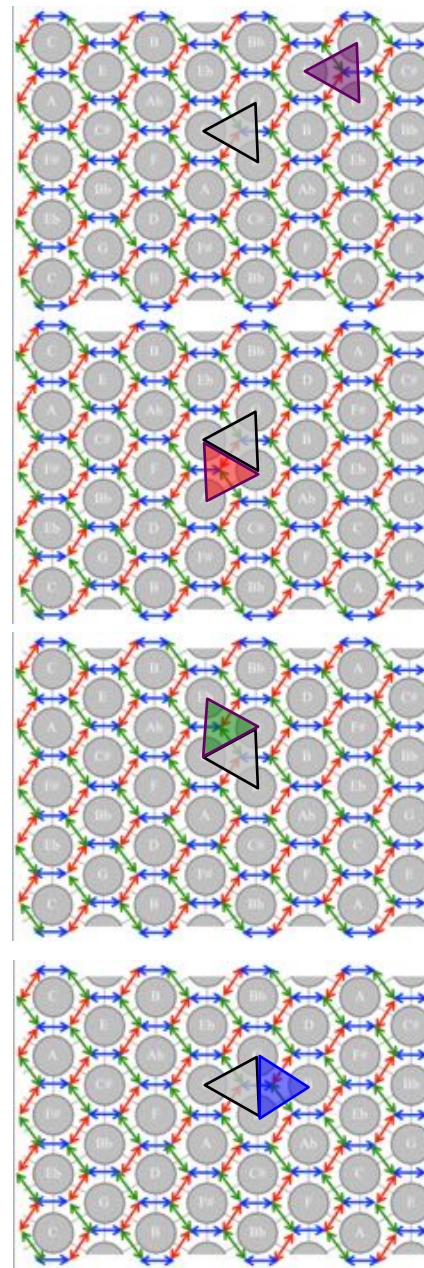
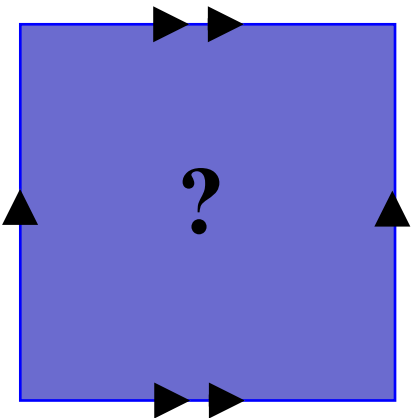
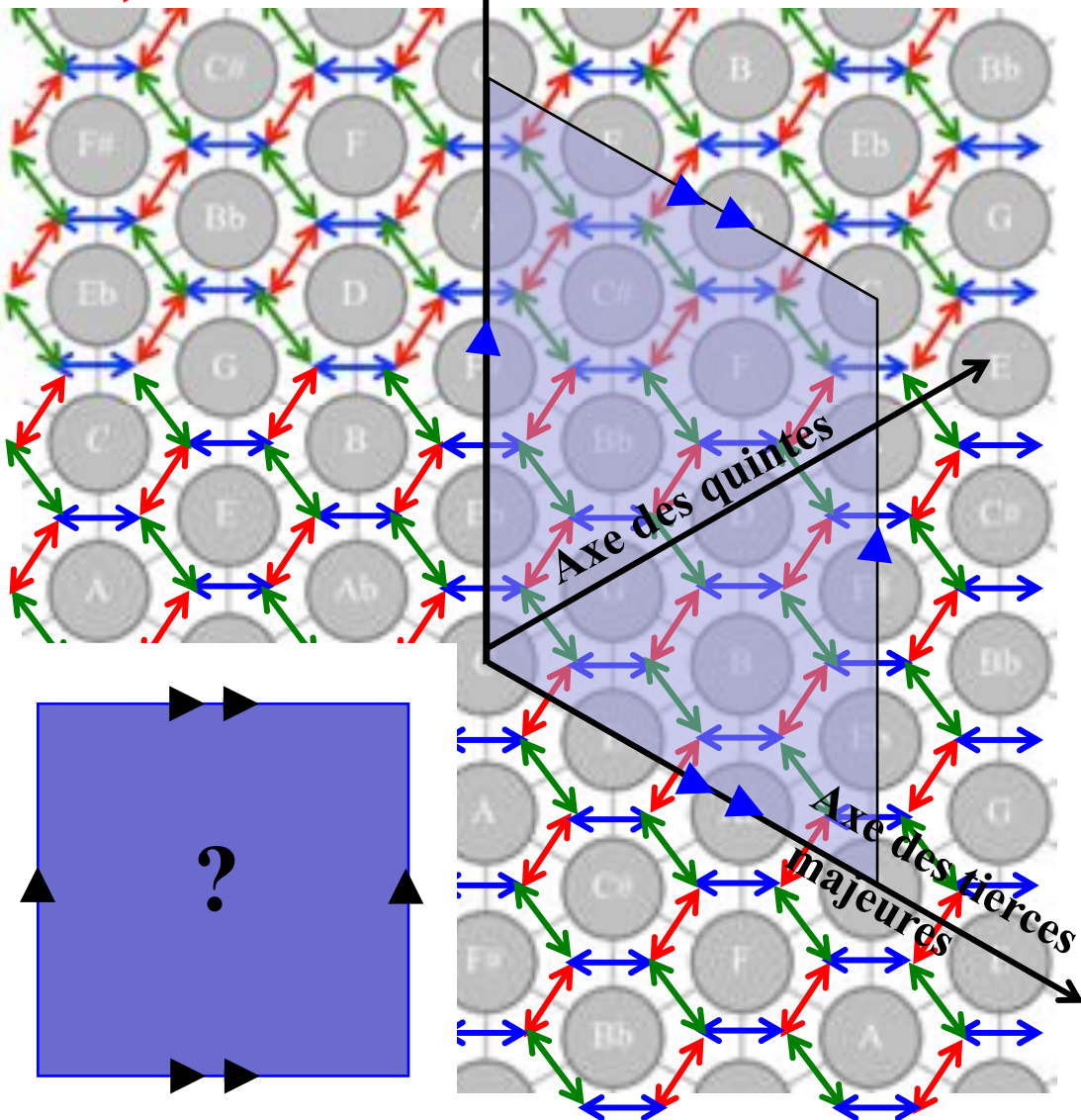


Supervision Moreno Andreotti
Modelisation Gilles Berois 2016

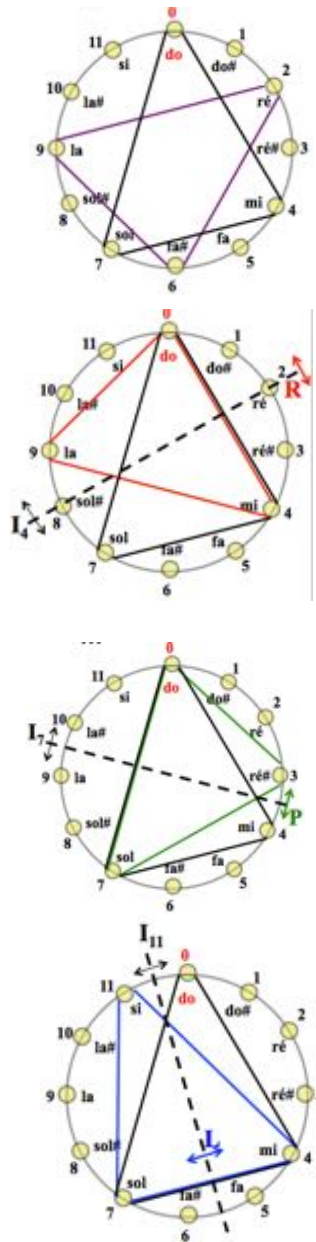
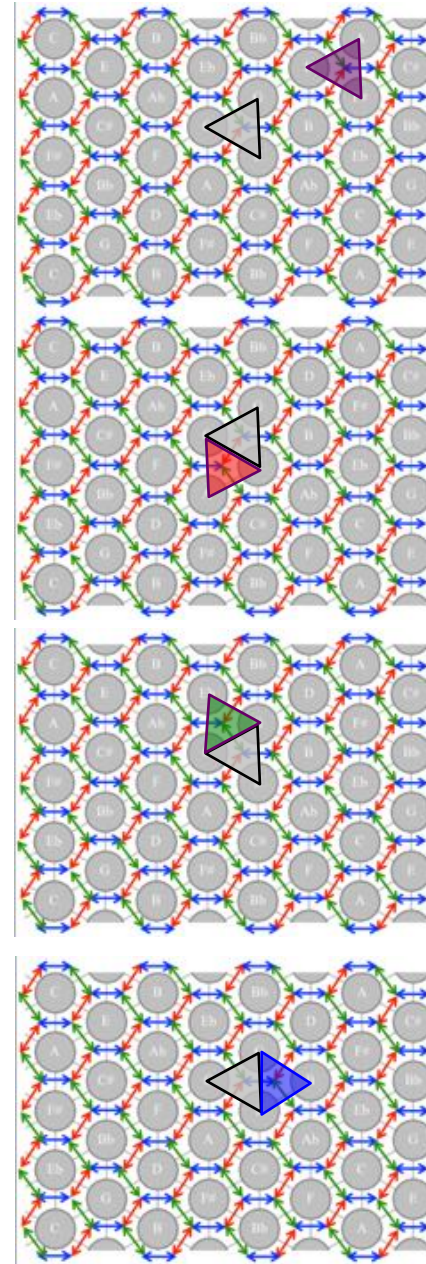
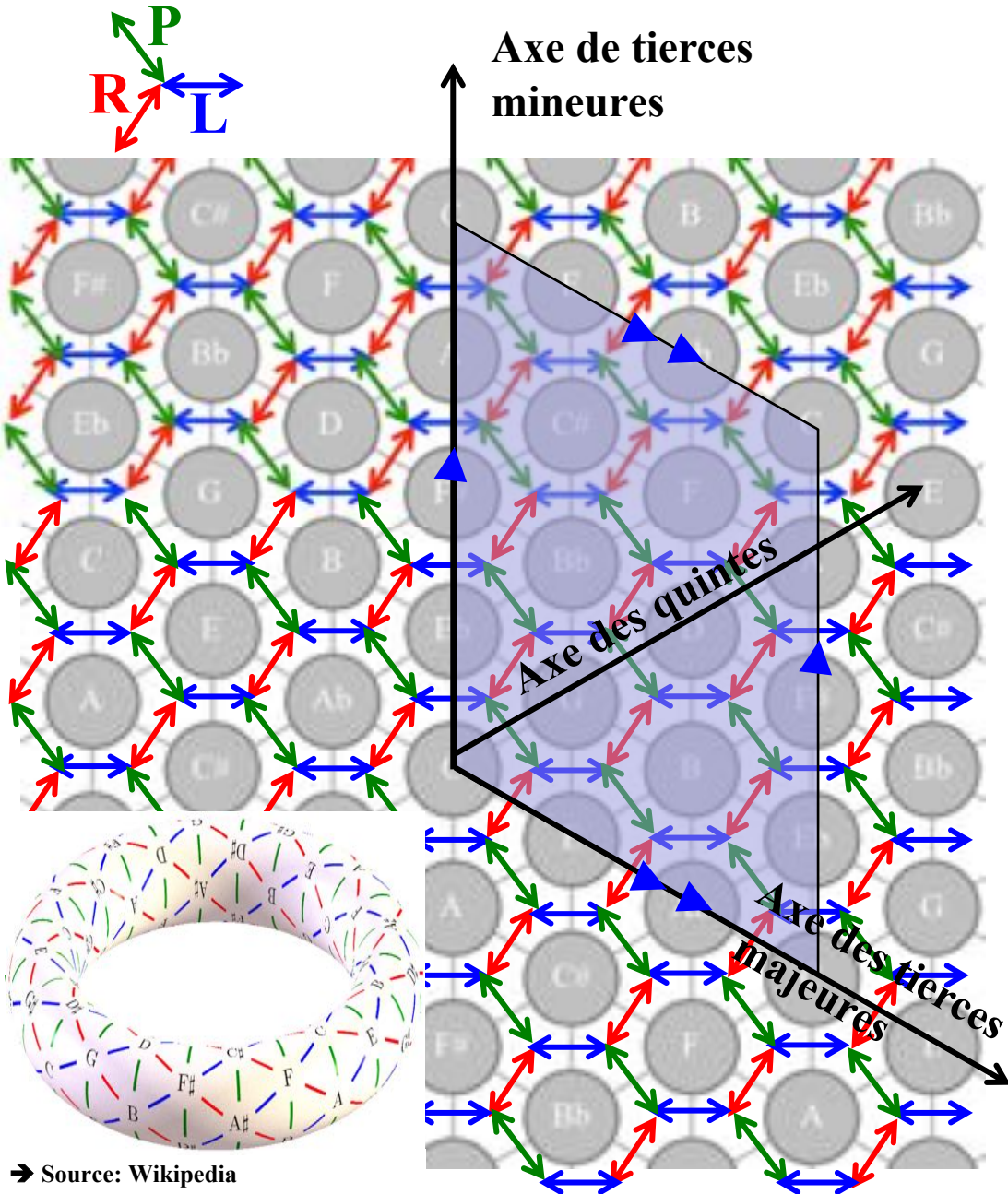
Le Tonnetz et ses symétries



Axe de tierces mineures

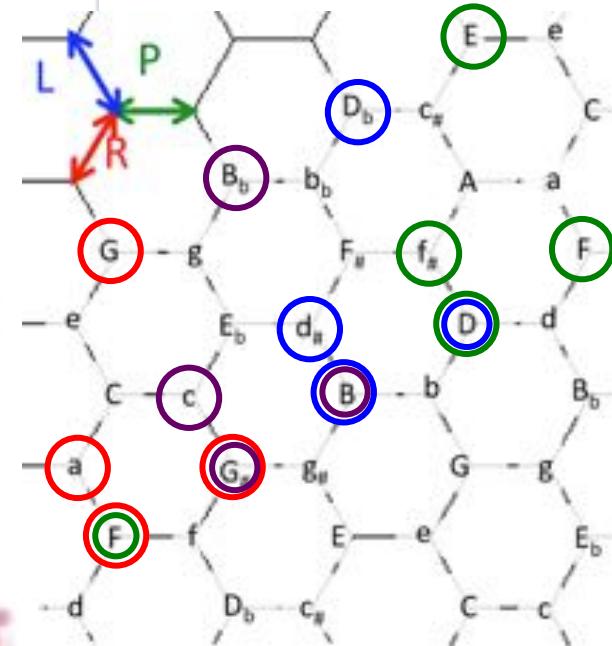
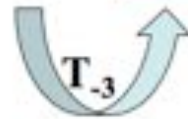
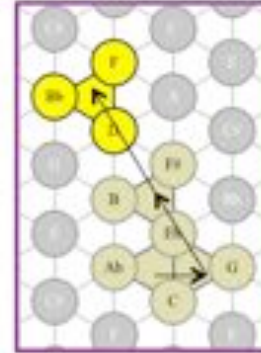
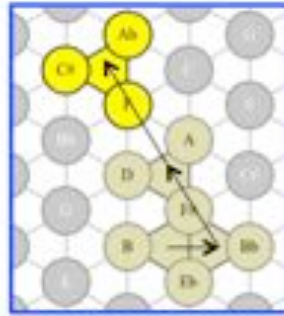
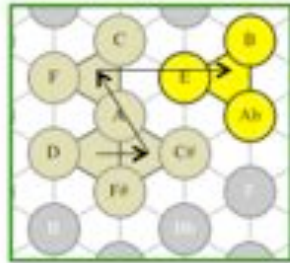
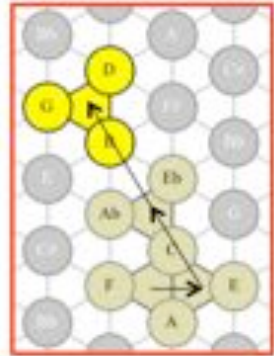
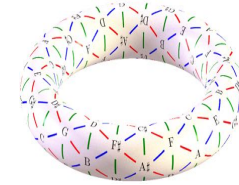


Le Tonnetz et sa structure toroïdale



Symétries spatiales dans la musique de Frank Zappa

Fa la_m La_b Sol Re fa_{#m} Fa Mi Si la_{#m} Re Re_b La_b do_m Si Si_b



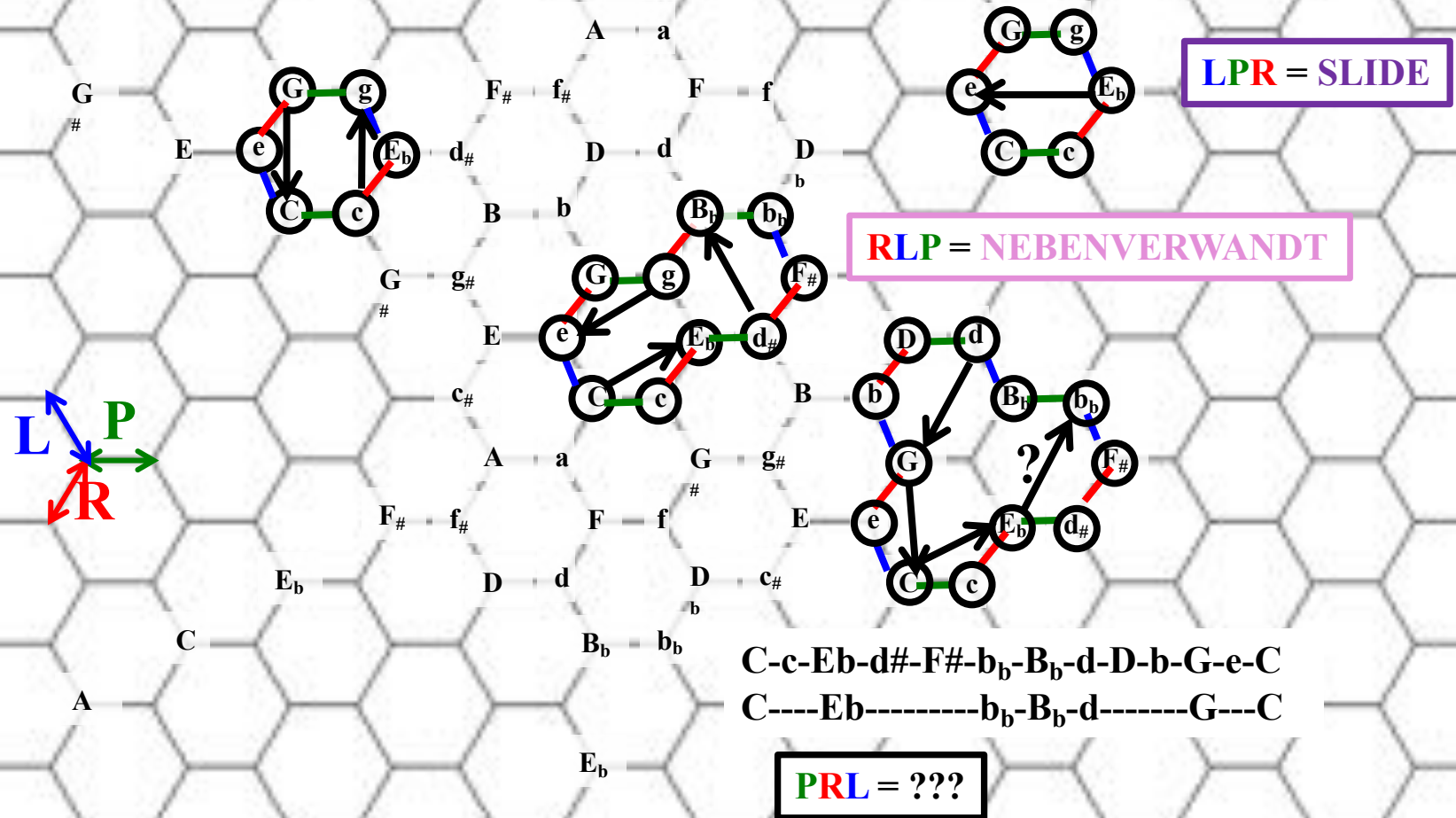
« Easy Meat » - 1981 (Frank Zappa)
min. 1'44" – 2'39"



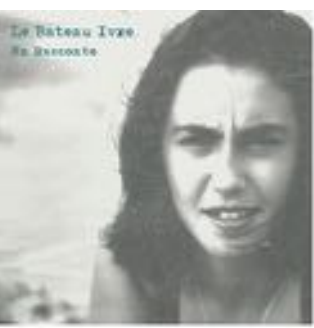
Progressions harmoniques et trajectoires spatiales

C-c-E_b-g-G-e-C → [PRLPRL]

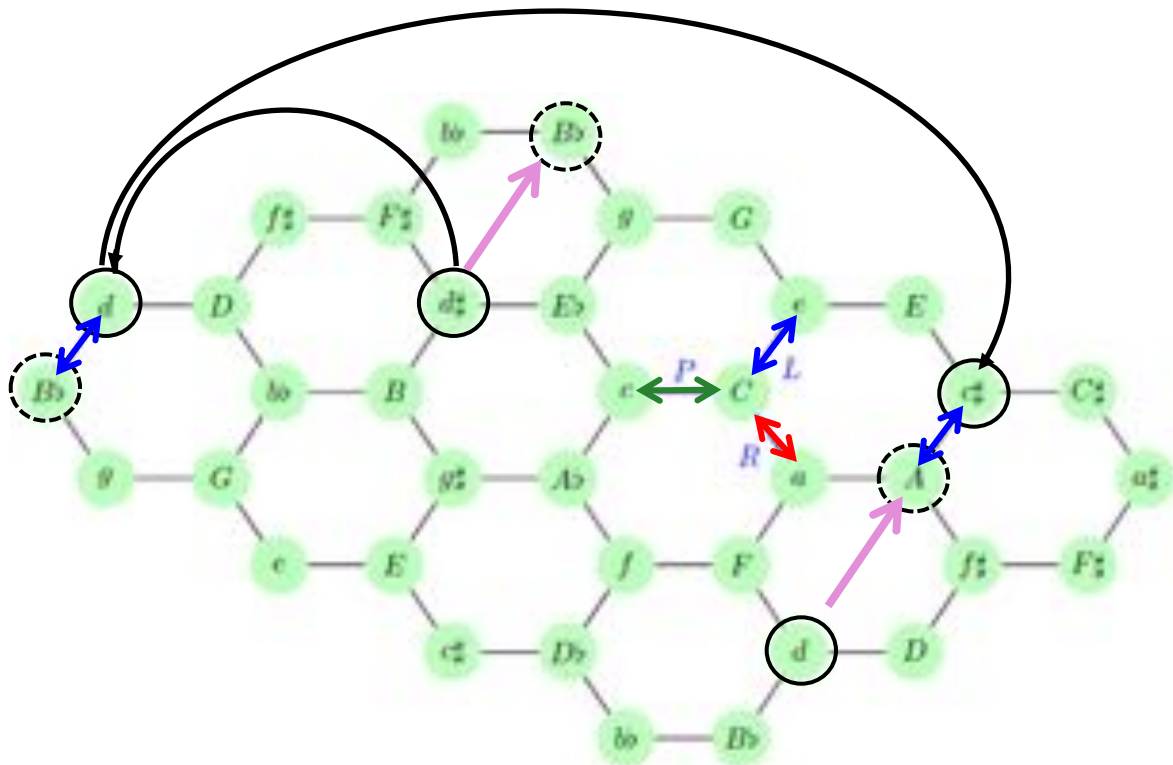
C-c-----g-G---C → [P(RL)P(RL)]



L'opérateur **N** comme *Nebenverwandt*



Arrangement : Alberto D'Este
(CD en préparation)



ANTEFATTO

(L. Mello / M. Andreatta)

non ci saranno stelle già sfinite
a raccontare stanche i nostri inizi
non ci saranno immagini sfuocate
dell'alba fatta dolce degli abbracci

(**R****L****P**)**L**

non ci saranno frasi come lame
e baci di un raccolto più prezioso
non sagome di vetro a cancellare
la schiuma del tuo volto che compare

(**R****L****P**)**L**

nel mio respiro fragile d'argilla
non ci sarà la notte a distanziare
la brace dei tuoi angoli di labbra
la luce che nel tuo danzare brilla

$d_{\#}$



B_b



d

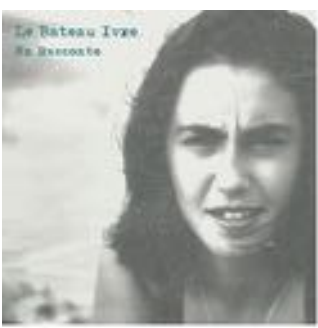


A

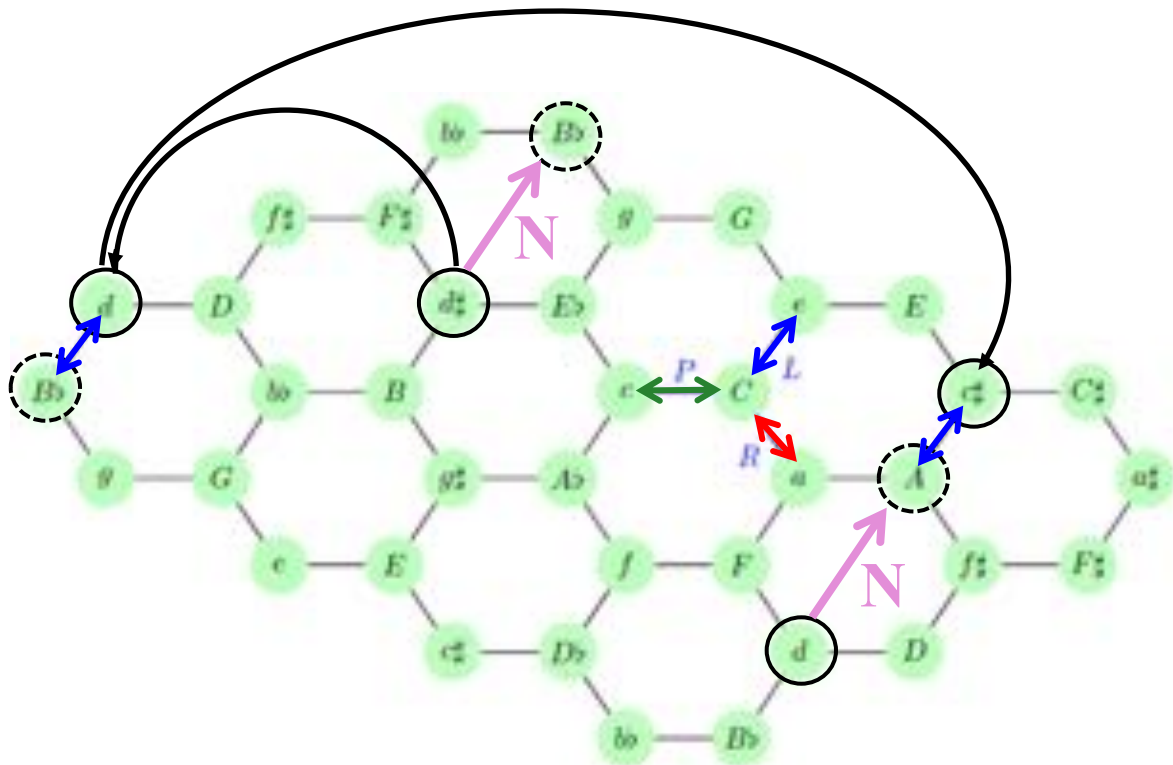


$C_{\#}$

L'opérateur **N** comme *Nebenverwandt*



Arrangement : Alberto D'Este
(CD en préparation)



ANTEFATTO

(L. Mello / M. Andreatta)

non ci saranno stelle già sfinite
a raccontare stanche i nostri inizi
non ci saranno immagini sfuocate
dell'alba fatta dolce degli abbracci

NL

non ci saranno frasi come lame
e baci di un raccolto più prezioso
non sagome di vetro a cancellare
la schiuma del tuo volto che compare

NL

nel mio respiro fragile d'argilla
non ci sarà la notte a distanziare
la brace dei tuoi angoli di labbra
la luce che nel tuo danzare brilla

$d_{\#}$



B_b



d



A



$C_{\#}$

Reitérations de l'opérateur *Nebenverwandt*

FRANGIFLUTTI
(L. Mello / M. Andreatta)

Arrangement : Alberto D'Este
(CD en préparation)

Nel rifrangere i nostri cuori,
– gente nata che esige cura –
sono stato tra i meno bravi
nella tua favola insicura.

↓ RLPL

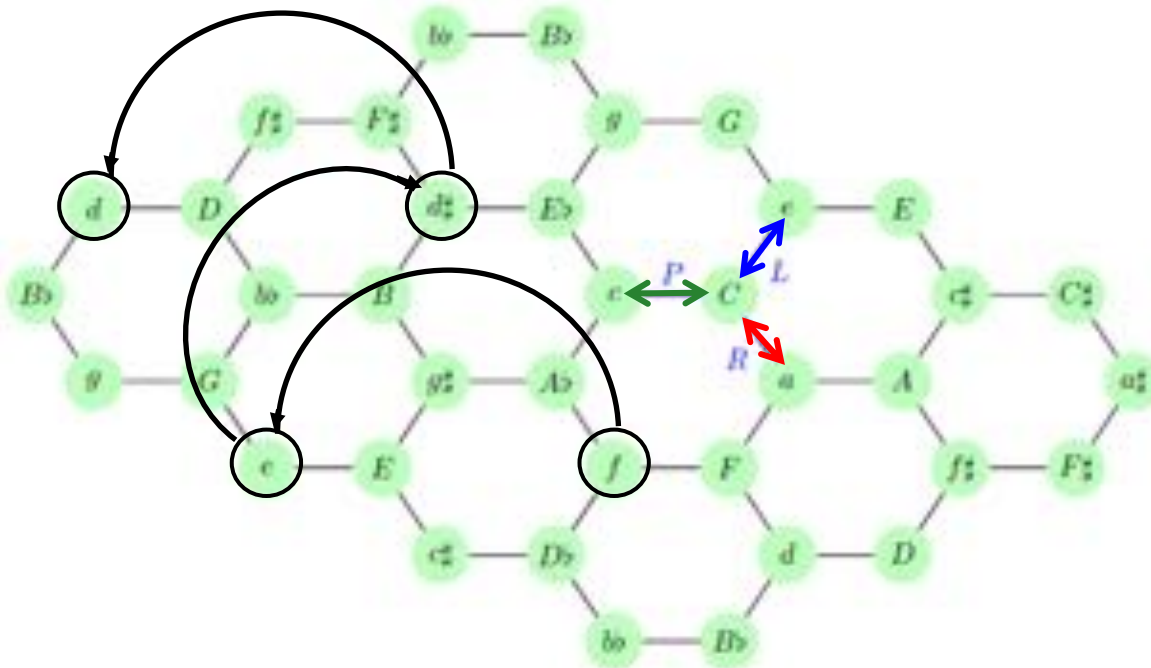
Ora è tardi lo so oramai
venti freddi come una fiaba
però tengo a cantare il canto
Eva sola che resta maga.

↓ RLPL

Eva cenno di ribellione
Eva fascio pronto all'addio
Eva donna che sa parlare
Al silenzio fatto d'oblio.

↓ RLPL

Sai parole da incatenare
sai sorridere per piacere
sai scappare senza tornare
sai ferire e sai far l'amore.



Reitérations de l'opérateur *Nebenverwandt*

FRANGIFLUTTI
(L. Mello / M. Andreatta)

Arrangement : Alberto D'Este
(CD en préparation)

Nel rifrangere i nostri cuori,
– gente nata che esige cura –
sono stato tra i meno bravi
nella tua favola insicura.

↓ NL

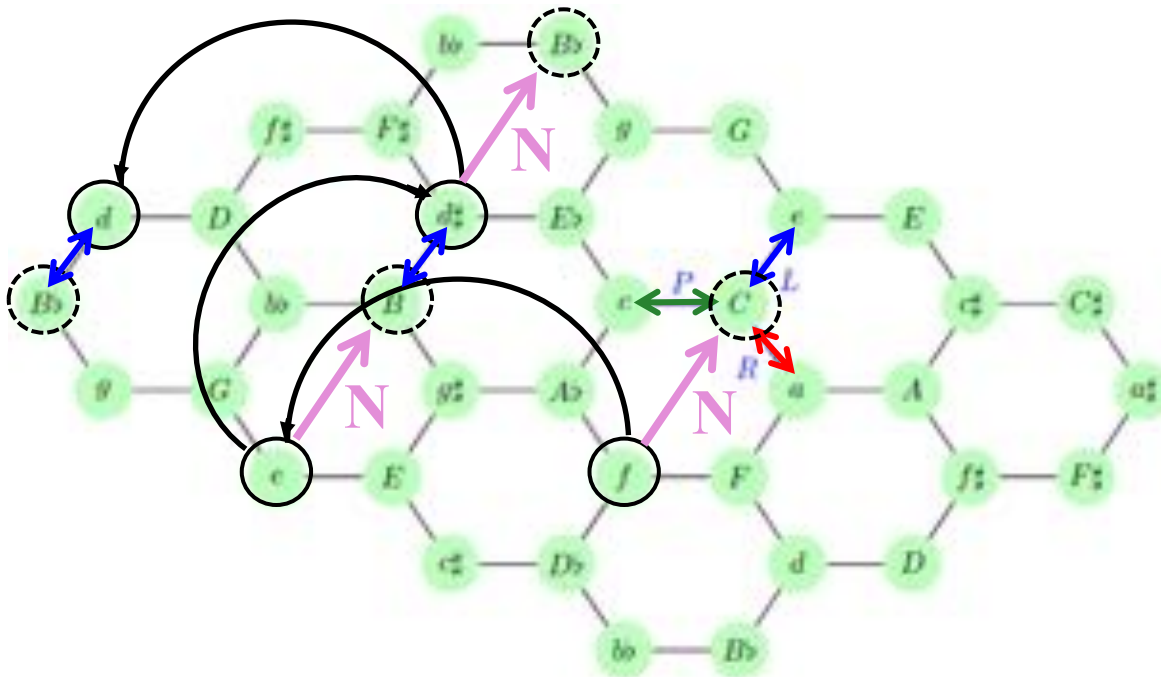
Ora è tardi lo so oramai
venti freddi come una fiaba
però tengo a cantare il canto
Eva sola che resta maga.

↓ NL

Eva cenno di ribellione
Eva fascio pronto all'addio
Eva donna che sa parlare
Al silenzio fatto d'oblio.

↓ NL

Sai parole da incatenare
sai sorridere per piacere
sai scappare senza tornare
sai ferire e sai far l'amore.



Le mouvement horizontal de l'harmonie chez Paolo Conte

Harmonic Progressions

In Paolo Conte

Il Regno del Tango



M.Andreatta G.Baroin
www.MatheMusic.net 2016

Les zig-zag du *Nebenverwandt*

IL REGNO DEL TANGO (Paolo Conte)



Non son neanche del paese

ho una valigia di carton

sono vestito, sì in borghese,

ma dentro c'è il bandoneon...

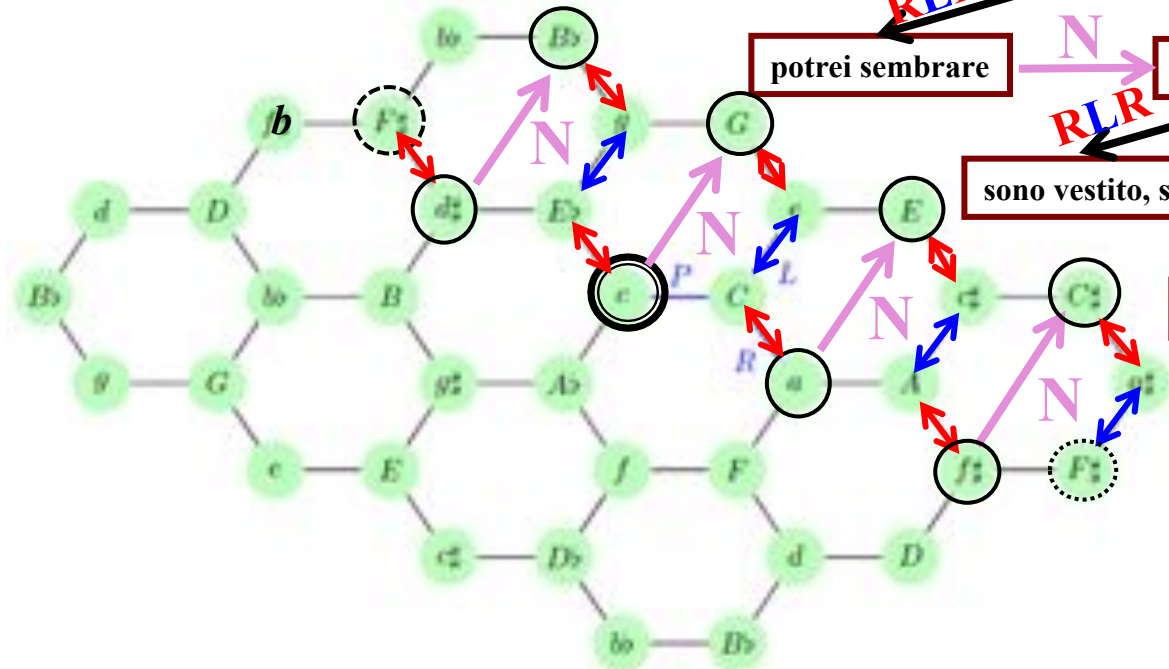
potrei sembrare in borghese,

sono vestito, sì un ragioniere,

anche un geometra potrei,

ma un tango sento io gridare

in fondo ai sentimenti miei



The first staff of music is for the treble clef. It begins with a key signature of one flat (B-flat) and a common time signature (C). The tempo/mood is marked 'Moderato'. The melody consists of a series of eighth notes: G4, A4, Bb4, A4, G4, F4, E4, D4. There are four measures in total, each containing two eighth notes. The first measure is marked with a circled '1', the second with a circled '2', the third with a circled '3', and the fourth with a circled '4'.

The diagram illustrates the four paths of the 'Labyrinthe des modes' for the key of C major. The paths are represented by four horizontal boxes, each containing a sequence of notes. Arrows indicate the progression from one box to the next, and a dashed line on the right indicates the continuation of the paths.

- Path 1:** Lab → Réb/Fa → Sib⁷ → Mib⁷/Réb
- Path 2:** Si/Ré# → Mi → Do# → Fa#
- Path 3:** Ré/La → Sol → Mi⁷ → La⁷
- Path 4:** Ré → Lab⁷ → Réb → Do⁷ → Mib

**POESIA
PERMUSICA
EMUSICA
PERPOESIA**

Dai trovatori
a Paolo Conte

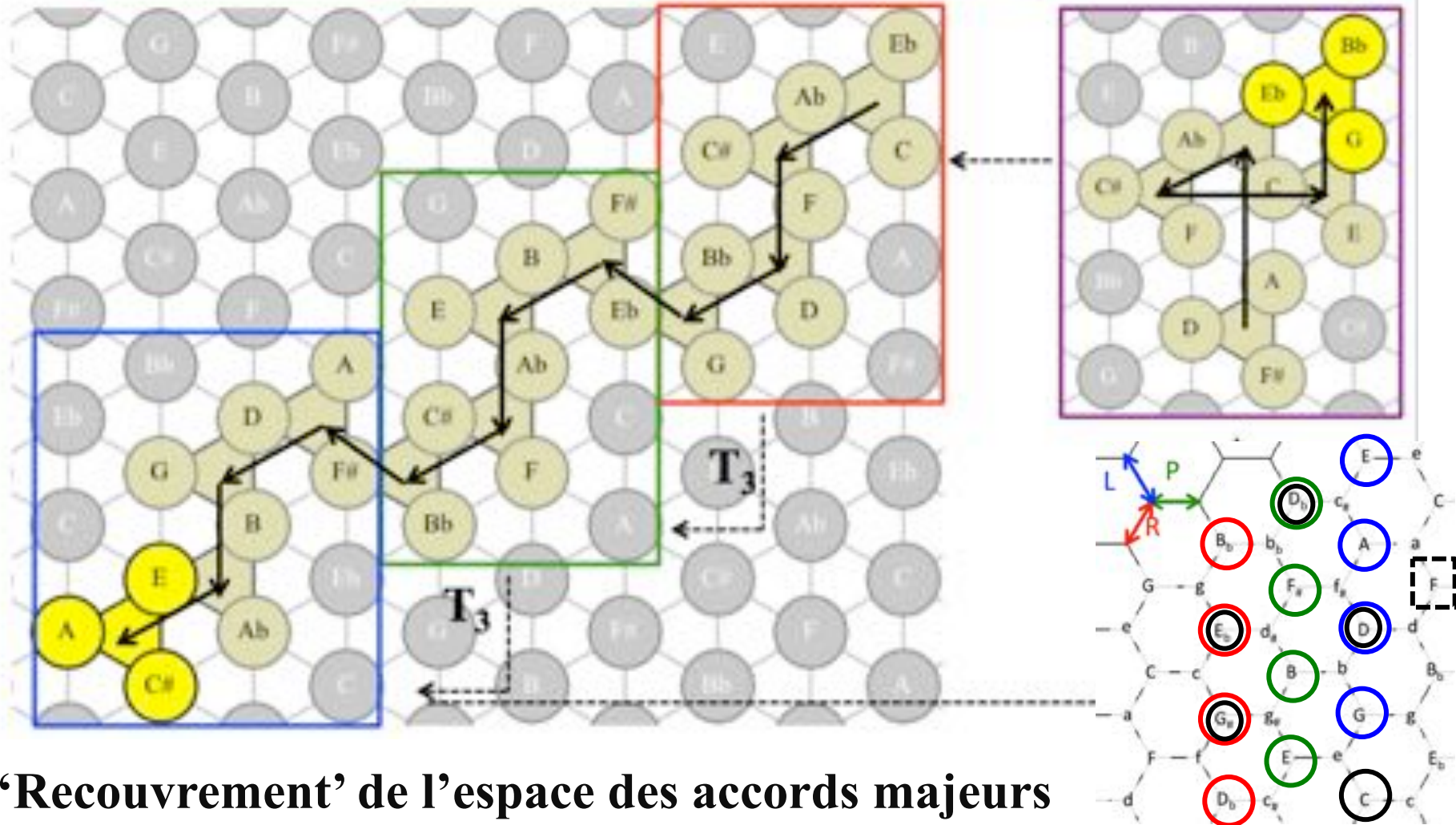
Contiene CD-ROM

Carocci



Symétries dans *Madeleine* de Paolo Conte

La_b Re_b Si_b Mi_b Si Mi Re_b Fa_♯ Re Sol Mi La Re La_b Re_b Do Mi_b





La place de l'harmonie dans la musique de Paolo Conte

Manuela Furnari
Paolo Conte
Prima
la musica

J'ai toujours déclaré de composer selon la vieille façon américaine, tout d'abord la musique et après les textes. Cette prééminence de la musique par rapport aux paroles ce n'est pas uniquement une question de méthode, c'est quelque chose de plus profond : c'est la technique de celui qui a la conviction que c'est la composition musicale à faire la page, à conduire en grande partie le jeu dynamique, ad exercer, en définitive, ses droits qui sont prioritaires d'un point de vue architectonique.

Ho sempre dichiarato di comporre secondo la vecchia maniera americana, **prima la musica, poi i testi**. Questa preminenza della musica rispetto alle parole non riguarda però semplicemente una questione di metodo, è qualcosa di più profondo: è la tecnica di chi ha la convinzione che sia la **composizione musicale** a "fare la pagina", a condurre in gran parte il gioco dinamico, a esercitare, in definitiva, i suoi diritti, che dal punto di vista architettonico sono prioritari.

La place de l'harmonie dans la musique de Paolo Conte

Manuela Furnari
Paolo Conte
Prima
la musica

La composition musicale, avec son parcours harmonique, son dessein mélodique, les mouvements et les accords rythmiques, a une potentialité expressive intrinsèque, dans le sens qu'une musique mène avec elle une littérature entière : certaines cadences musicales appartiennent désormais à un code expressif, un code qui affecte également le choix des mots. Non seulement, les musiques ont des couleurs dans leurs fonds qui conditionnent aussi tout ce qui est le chromatisme de l'imaginaire à travers lequel, ensuite, je travaille sur les mots.

La **composizione musicale**, con il suo **percorso armonico**, il **disegno melodico**, le movenze e gli **accordi ritmici**, ha un'intrinseca potenzialità espressiva, nel senso che una musica si porta dietro, a sua volta, tutta una letteratura: certe cadenze musicali appartengono ormai a un codice espressivo e in questo codice le parole finiscono per cadere. Non solo, le musiche hanno dei colori nel loro fondo che condizionano anche tutto quello che è il **cromatismo dell'immaginazione** attraverso il quale, poi, lavoro sulle parole.

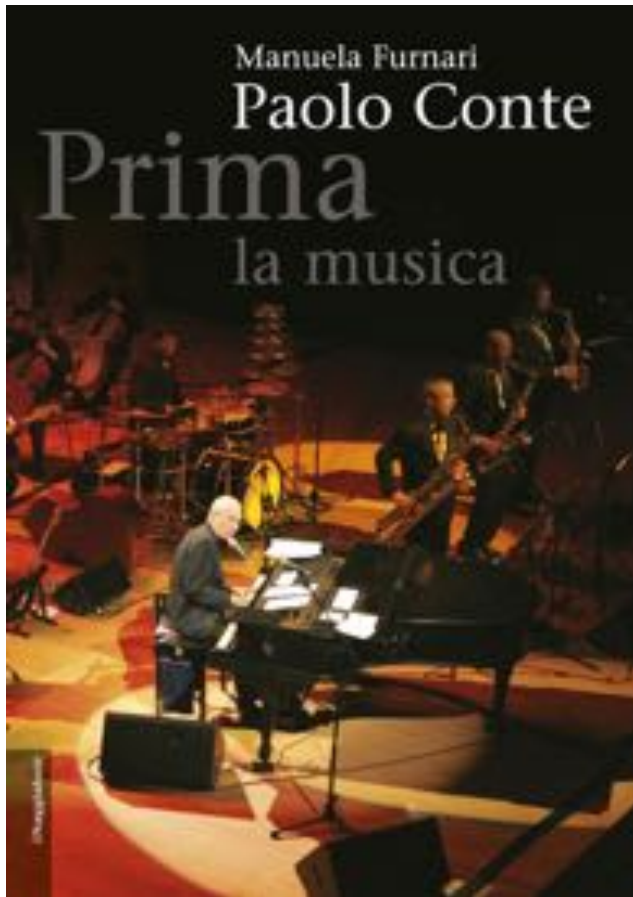
La place de l'harmonie dans la musique de Paolo Conte

Le fait d'écrire tout d'abord la musique et ensuite le texte m'oblige à un procédé emprunté du cinéma. **Une chanson** est peut-être plus cinéma que poésie ou musique : elle est le rêve de quelque chose qui aimerait se mouvoir. La promenade horizontale de l'harmonie.

Scrivere prima la musica e poi il testo mi obbliga ad un procedimento preso in prestito dal cinema. **Una canzone** è forse più cinema che poesia o musica: è il sogno di qualcosa che vorrebbe muoversi. La camminata orizzontale dell'armonia.

L'abileté de se mouvoir harmoniquement et enharmoniquement appartient à toute forme de musique. L'un des limites du jazz est celui d'insister toujours sur le même parcours harmonique. Je pense que l'oreille a besoin de s'éloigner de cette attention constante sur une tonalité

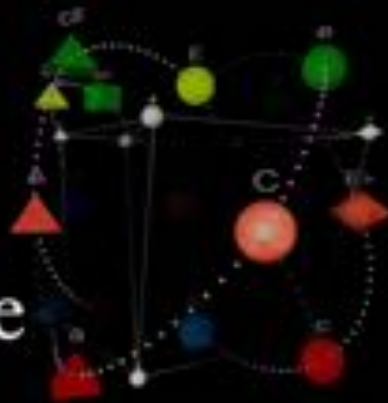
L'abilità nel muoversi armonicamente e enarmonicamente appartiene a tutta la musica. Uno dei limiti del jazz è quello di insistere sempre sullo stesso giro armonico. Io penso che l'orecchio dopo un po' [...] abbia bisogno di spostarsi [...] da questa continua attenzione sulla stessa tonalità.





Beethoven and the Hypersphere

(and the Tonnetz)



Gilles Baroin 2016
www.MatheMusic.net

➔ www.mathemusic.net

Beethoven en rétrograde

Le Blé en Herbe

(Polo/Moreno/Dieu)

Plonger comme un enfant, cheveux au vent

Sous l'océan du blé en herbe

Marée d'épis couleur d'amande

Qui tendent à caresser le ciel

Algues tendres de mille plages

Frôlant le ventre des nuages

Cheveux de pluie, dos de poissons

Qui frissonnent à l'unisson

Suivre le bord des continents

Dans l'océan du blé en herbe

Pêcher le corail du pavot

Dans le sang des coquelicots

Croiser matin dans l'herbe folle

Deux tourterelles qui s'envolent

Suivre les jeux des hirondelles

Sur le paysage éternel

Nager comme un enfant, cheveux au vent

Sous l'océan

Du blé en herbe

Marée de fruits au goût amer

Acide et salée comme la mer

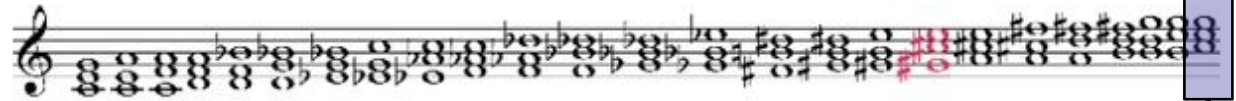
Vers l'îlot d'un petit village

Vers un château d'eau sur la plage

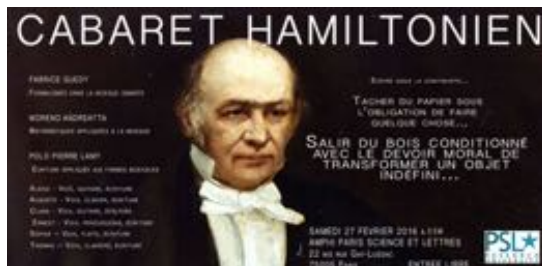
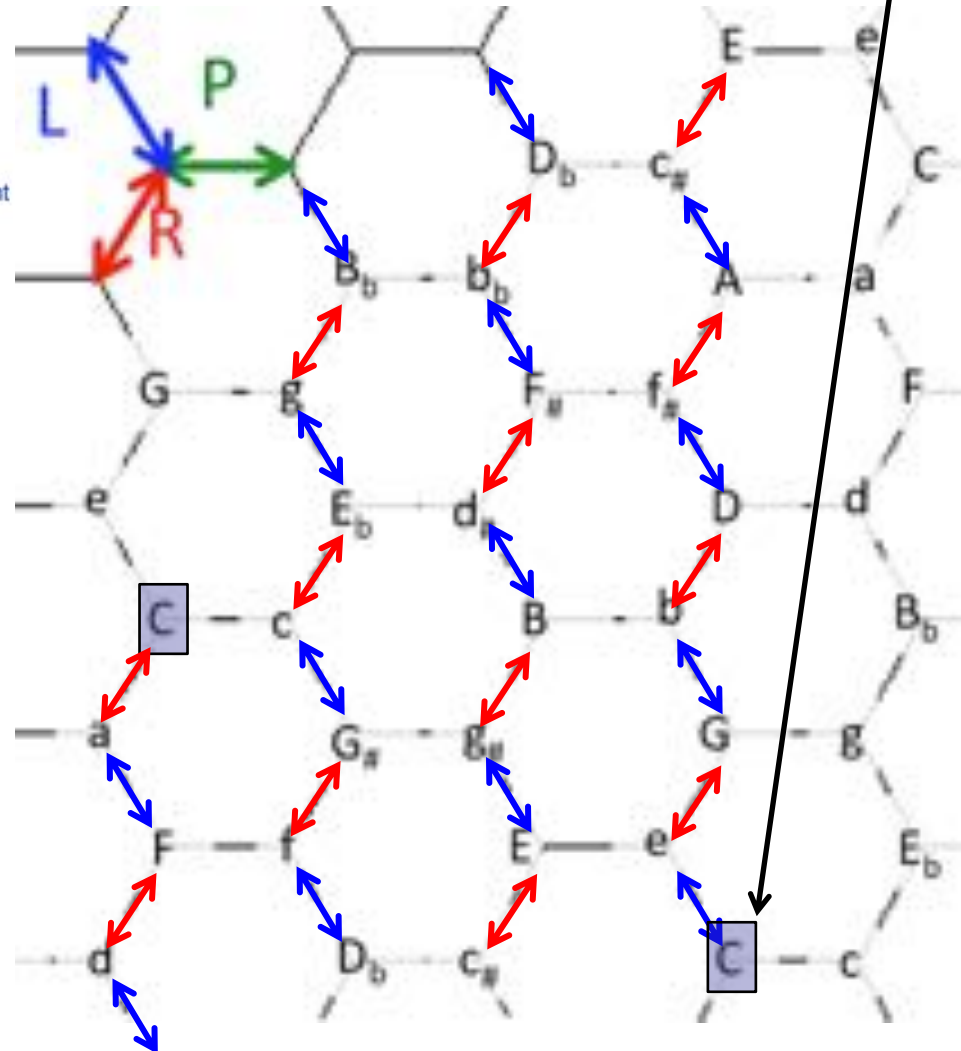
Quand tout s'éteint avant l'orage

Quand se lève le vent du large

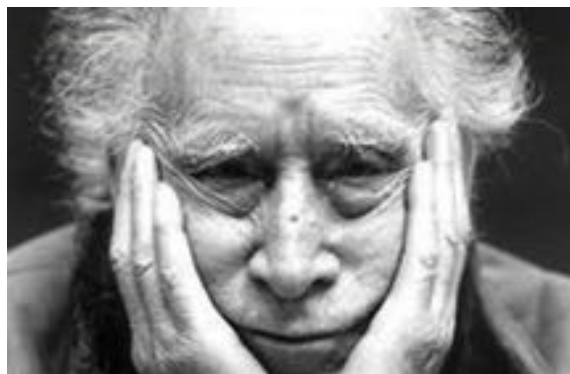
Sur le blé vert



←
Axe du temps



La sera non è più la tua canzone (sur un texte de Mario Luzi)



M. Luzi (1914-2005)



**La sera non è più la tua canzone,
è questa roccia d'ombra traforata
dai lumi e dalle voci senza fine,
la quiete d'una cosa già pensata.**

**Ah questa luce viva e chiara viene
solo da te, sei tu così vicina
al vero d'una cosa conosciuta,
per nome hai una parola ch'è passata
nell'intimo del cuore e s'è perduta.**

**Caduto è più che un segno della vita,
riposi, dal viaggio sei tornata
dentro di te, sei scesa in questa pura
sostanza così tua, così romita
nel silenzio dell'essere, (compiuta).**

**L'aria tace ed il tempo dietro a te
si leva come un'arida montagna
dove vaga il tuo spirito e si perde,
un vento raro scivola e ristagna.**

*Le soir n'est plus ta chanson,
c'est ce rochet d'ombre transpercé
par les lumières et les voix sans fin,
la paix d'une chose déjà pensée.*

*Ah, cette lumière vive et claire vient
uniquement de toi, tu es si proche
du vrai d'une chose connue,
tu as pour nom une parole qui est passée
dans l'intimité du cœur où elle s'est
perdue .*

*Tombé est plus qu'un signe de la vie,
tu te reposes, du voyage tu es revenue
à l'intérieur de toi même, tu es
descendue dans cette
pure substance qui est si tienne,
si éloignée
dans le silence de l'être, achevée.*

*L'air se tait et le temps derrière toi
se lève tel une montagne aride
où plane ton esprit et se perd,
un vent rare glisse et stagne.*

(tr. Antonia Soulez, philosophe et poète)

Musique : M. Andreatta
Arrangements et mixage : M. Bergomi &
S. Geravini
(Perfect Music Production)
Mastering : A. Cutolo (Massive Arts
Studio, Milan)

Cycles hamiltoniens avec périodicité interne

8. C-Cm-Eb-Gm-Bb-Dm-F-Fm-Ab-Abm-B-Ebm-F#-Bbm-C#-C#m-E-Em-G-Bm-D-F#m-A-Am--PRLRLRPR
9. C-Em-E-Abm-Ab-Cm-Eb-Gm-G-Bm-B-Ebm-F#-Bbm-Bb-Dm-D-F#m-A-C#m-C#-Fm-F-Am--LPLPLR
10. C-Em-E-Abm-B-Ebm-Eb-Gm-G-Bm-D-F#m-F#-Bbm-Bb-Dm-F-Am-A-C#m-C#-Fm-Ab-Cm--LPLRLP
11. C-Em-G-Gm-Bb-Bbm-C#-C#m-E-Abm-B-Bm-D-Dm-F-Fm-Ab-Cm-Eb-Ebm-F#-F#m-A-Am--LRPRRPR
12. C-Em-G-Gm-Bb-Bbm-C#-Fm-Ab-Cm-Eb-Ebm-F#-F#m-A-C#m-E-Abm-B-Bm-D-Dm-F-Am--LRPRRLR



L P L P L R ...
 P L P L R L ...
 L P L R L P ...
 P L R L P L ...



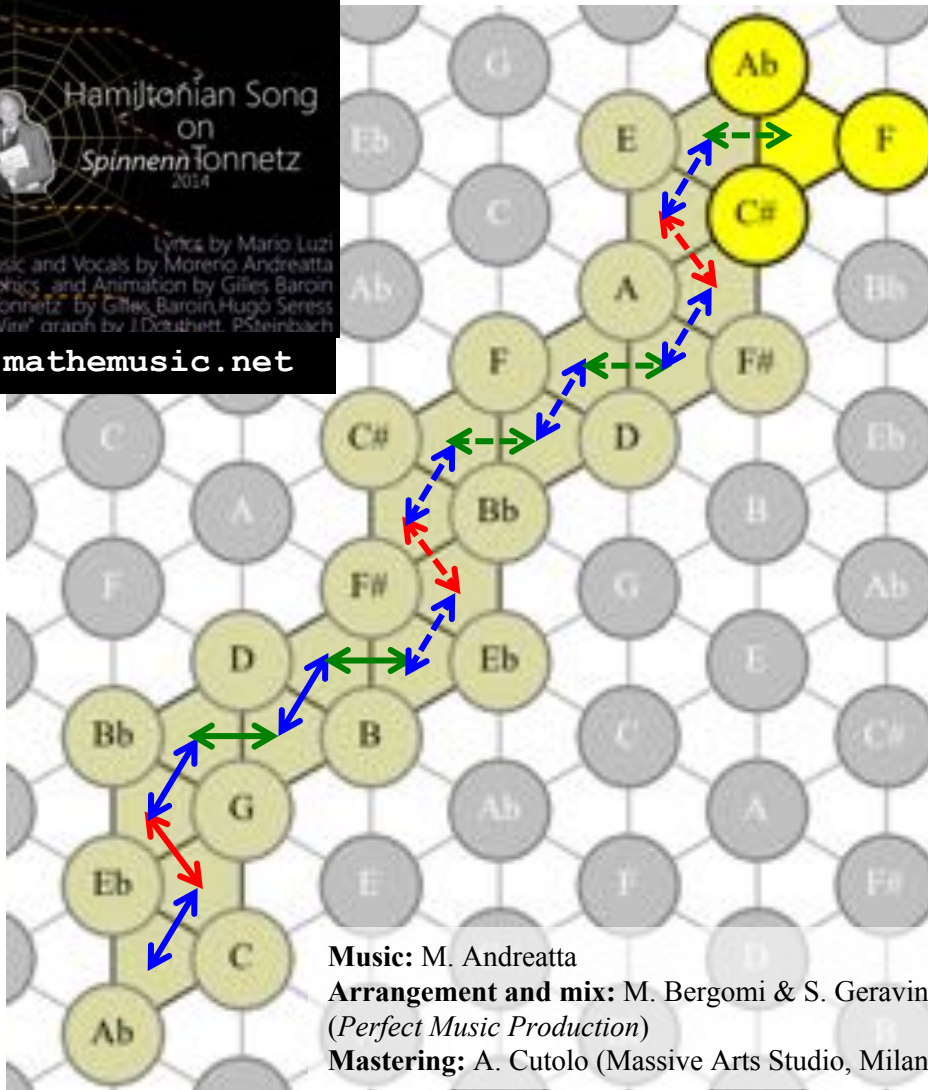
L R L P L P ...

R L P L P L ...



<http://www.mathemusic.net>

min. 1'02"



Music: M. Andreatta

Arrangement and mix: M. Bergomi & S. Geravini
 (Perfect Music Production)

Mastering: A. Cutolo (Massive Arts Studio, Milan)

La sera non è più la tua canzone
 (Mario Luzzi, 1945, in *Poesie sparse*)

La sera non è più la tua canzone,
 è questa roccia d'ombra traforata
 dai lumi e dalle voci senza fine,
 la quiete d'una cosa già pensata.

Ah questa luce viva e chiara viene
 solo da te, sei tu così vicina
 al vero d'una cosa conosciuta,
 per nome hai una parola ch'è passata
 nell'intimo del cuore e s'è perduta.

Caduto è più che un segno della vita,
 riposi, dal viaggio sei tornata
 dentro di te, sei scesa in questa pura
 sostanza così tua, così romita
 nel silenzio dell'essere, (compiuta).

L'aria tace ed il tempo dietro a te
 si leva come un'arida montagna
 dove vaga il tuo spirito e si perde,
 un vento raro scivola e ristagna.



La collection des 28 cycles hamiltoniens « redondants »

1. C-Cm-Ab-Abm-E-C#m-A-Am-F-Fm-C#-Bbm-F#-F#m-D-Dm-Bb-Gm-Eb-Ebm-B-Bm-G-Em--PLPLRL
2. C-Cm-Ab-Fm-C#-C#m-A-Am-F-Dm-Bb-Bbm-F#-F#m-D-Bm-G-Gm-Eb-Ebm-B-Abm-E-Em--PLRLPL
3. C-Cm-Eb-Ebm-F#-F#m-A-C#m-E-Em-G-Gm-Bb-Bbm-C#-Fm-Ab-Abm-B-Bm-D-Dm-F-Am--PRPRPRLR
4. C-Cm-Eb-Ebm-F#-Bbm-C#-C#m-E-Em-G-Gm-Bb-Dm-F-Fm-Ab-Abm-B-Bm-D-F#m-A-Am--PRPRLRPR
5. C-Cm-Eb-Ebm-F#-Bbm-C#-Fm-Ab-Abm-B-Bm-D-F#m-A-C#m-E-Em-G-Gm-Bb-Dm-F-Am--PRPRLRLR
6. C-Cm-Eb-Gm-Bb-Bbm-C#-C#m-E-Em-G-Bm-D-Dm-F-Fm-Ab-Abm-B-Ebm-F#-F#m-A-Am--PRLRPRPR
7. C-Cm-Eb-Gm-Bb-Bbm-C#-Fm-Ab-Abm-B-Ebm-F#-F#m-A-C#m-E-Em-G-Bm-D-Dm-F-Am--PRLR
8. C-Cm-Eb-Gm-Bb-Dm-F-Fm-Ab-Abm-B-Ebm-F#-Bbm-C#-C#m-E-Em-G-Bm-D-F#m-A-Am--PRLRLRPR
9. C-Em-E-Abm-Ab-Cm-Eb-Gm-G-Bm-B-Ebm-F#-Bbm-Bb-Dm-D-F#m-A-C#m-C#-Fm-F-Am--LPLPLR
10. C-Em-E-Abm-B-Ebm-Eb-Gm-G-Bm-D-F#m-F#-Bbm-Bb-Dm-F-Am-A-C#m-C#-Fm-Ab-Cm--LPLRLP
11. C-Em-G-Gm-Bb-Bbm-C#-C#m-E-Abm-B-Bm-D-Dm-F-Fm-Ab-Cm-Eb-Ebm-F#-F#m-A-Am--LRPRPRPR
12. C-Em-G-Gm-Bb-Bbm-C#-Fm-Ab-Cm-Eb-Ebm-F#-F#m-A-C#m-E-Abm-B-Bm-D-Dm-F-Am--LRPRPRLR
13. C-Em-G-Gm-Bb-Dm-F-Fm-Ab-Cm-Eb-Ebm-F#-Bbm-C#-C#m-E-Abm-B-Bm-D-F#m-A-Am--LRPR
14. C-Em-G-Bm-B-Ebm-Eb-Gm-Bb-Dm-D-F#m-F#-Bbm-C#-Fm-F-Am-A-C#m-E-Abm-Ab-Cm--LRLPLP
15. C-Em-G-Bm-D-Dm-F-Fm-Ab-Cm-Eb-Gm-Bb-Bbm-C#-C#m-E-Abm-B-Ebm-F#-F#m-A-Am--LRLRPRPR
16. C-Em-G-Bm-D-F#m-A-C#m-E-Abm-B-Ebm-F#-Bbm-C#-Fm-Ab-Cm-Eb-Gm-Bb-Dm-F-Am--LR
17. C-Am-A-F#m-F#-Ebm-Eb-Cm-Ab-Fm-F-Dm-D-Bm-B-Abm-E-C#m-C#-Bbm-Bb-Gm-G-Em--RPRPRPRL
18. C-Am-A-F#m-F#-Ebm-B-Abm-Ab-Fm-F-Dm-D-Bm-G-Em-E-C#m-C#-Bbm-Bb-Gm-Eb-Cm--RPRPRLRP
19. C-Am-A-F#m-F#-Ebm-B-Abm-E-C#m-C#-Bbm-Bb-Gm-Eb-Cm-Ab-Fm-F-Dm-D-Bm-G-Em--RPRPRLRL
20. C-Am-A-F#m-D-Bm-B-Abm-Ab-Fm-F-Dm-Bb-Gm-G-Em-E-C#m-C#-Bbm-F#-Ebm-Eb-Cm--RPRLRPRP
21. C-Am-A-F#m-D-Bm-B-Abm-E-C#m-C#-Bbm-F#-Ebm-Eb-Cm-Ab-Fm-F-Dm-Bb-Gm-G-Em--RPRL
22. C-Am-A-F#m-D-Bm-G-Em-E-C#m-C#-Bbm-F#-Ebm-B-Abm-Ab-Fm-F-Dm-Bb-Gm-Eb-Cm--RPRLRLRP
23. C-Am-F-Fm-C#-C#m-A-F#m-D-Dm-Bb-Bbm-F#-Ebm-B-Bm-G-Gm-Eb-Cm-Ab-Abm-E-Em--RLPLPL
24. C-Am-F-Dm-D-Bm-B-Abm-Ab-Fm-C#-Bbm-Bb-Gm-G-Em-E-C#m-A-F#m-F#-Ebm-Eb-Cm--RLRPRPRP
25. C-Am-F-Dm-D-Bm-B-Abm-E-C#m-A-F#m-F#-Ebm-Eb-Cm-Ab-Fm-C#-Bbm-Bb-Gm-G-Em--RLRPRPRL
26. C-Am-F-Dm-D-Bm-G-Em-E-C#m-A-F#m-F#-Ebm-B-Abm-Ab-Fm-C#-Bbm-Bb-Gm-Eb-Cm--RLRP
27. C-Am-F-Dm-Bb-Gm-G-Em-E-C#m-A-F#m-D-Bm-B-Abm-Ab-Fm-C#-Bbm-F#-Ebm-Eb-Cm--RLRLRPRP
28. C-Am-F-Dm-Bb-Gm-Eb-Cm-Ab-Fm-C#-Bbm-F#-Ebm-B-Abm-E-C#m-A-F#m-D-Bm-G-Em--RL



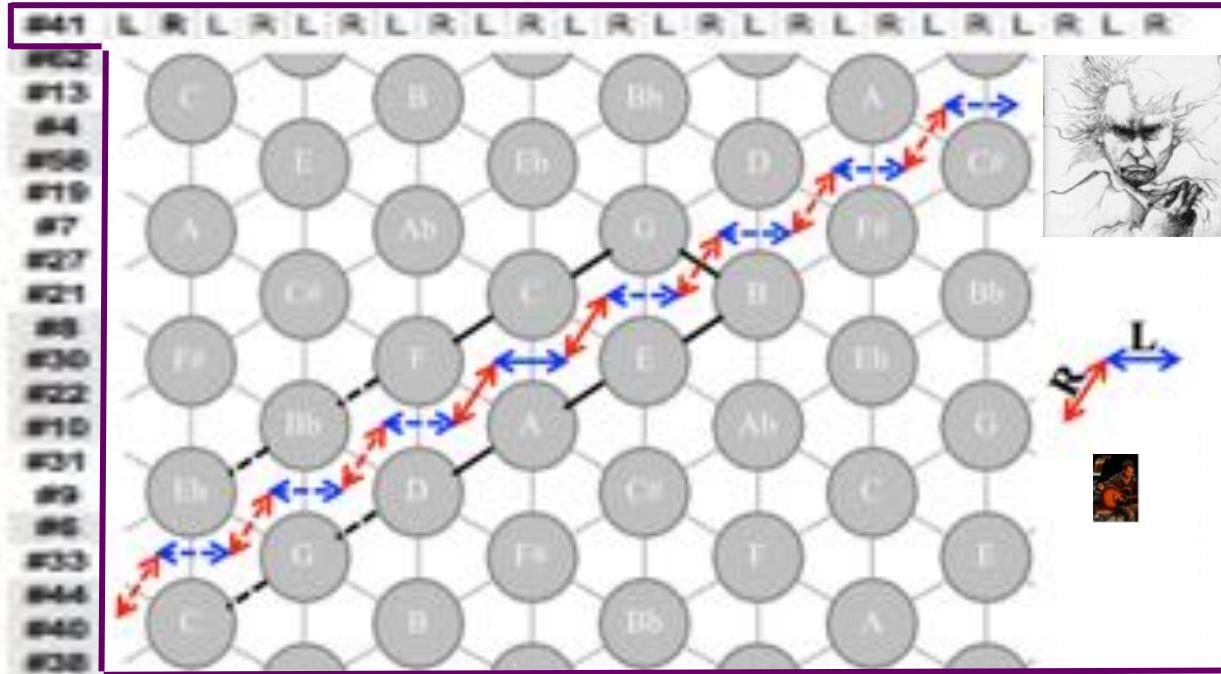
Le Blé en Herbe



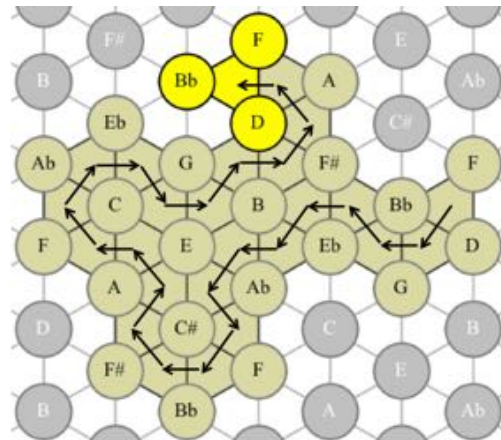
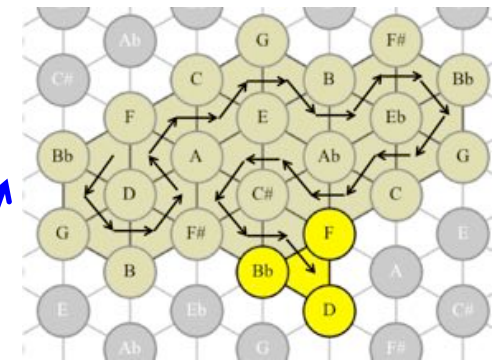
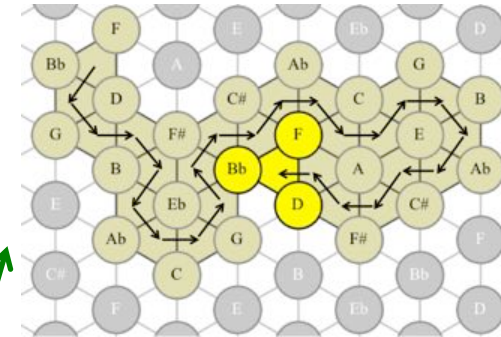
➔ Liste complète des 124 cycles hamiltoniens en ligne à l'adresse :

http://repmus.ircam.fr/_media/moreno/list_hamiltonian_cycles_bigo_andreatta_2016.pdf

Cycles hamiltoniens sans périodicité interne



#04	P	R	P	R	L	R	L	R	P	R	P	R	L	R	L	R	P	R	P	R	L	R	L	R
#42	L	R	P	R	P	R	L	R	L	R	P	R	P	R	L	R	L	R	P	R	P	R	L	R
#43	L	R	L	R	P	R	P	R	L	R	L	R	P	R	P	R	L	R	L	R	P	R	P	R
#39	P	R	L	R	L	R	P	R	P	R	L	R	L	R	P	R	P	R	L	R	L	R	P	R
#50	L	R	L	P	L	R	L	P	R	L	R	L	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R
#37	P	R	L	R	L	P	L	R	L	P	R	L	R	L	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P
#25	P	L	R	P	R	L	R	L	P	L	R	L	P	R	L	R	L	P	L	R	P	L	R	P
#16	P	R	P	L	R	P	R	L	P	L	R	L	P	R	L	R	L	P	L	R	P	L	R	P
#23	P	L	P	R	P	L	R	P	R	L	P	L	R	L	P	R	L	P	L	R	P	L	R	P
#1	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	L	P	L	R	L	P	L	R	P	L	R	L
#59	L	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L
#48	L	R	L	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R
#18	P	R	L	R	L	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	L
#60	L	P	R	L	R	L	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R	P	L	R
#2	P	L	R	L	P	R	L	R	L	P	R	L	P	R	L	R	L	P	R	L	P	R	L	R



 Tangente pour mieux comprendre le monde
L'aventure mathématique

4D & 2D Visualizations
Hamiltonian Cycles
M.Andreatta, G.Baroin 2013

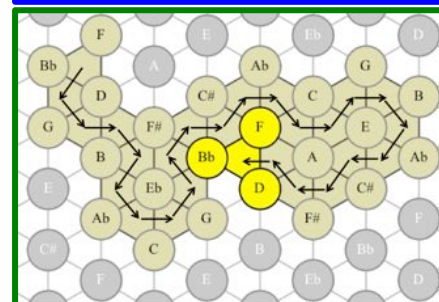
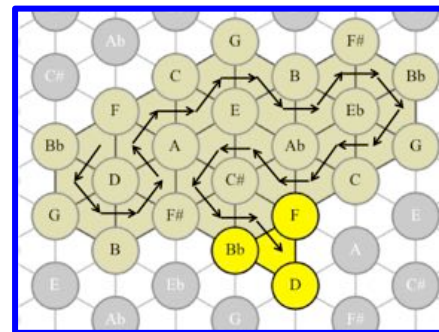
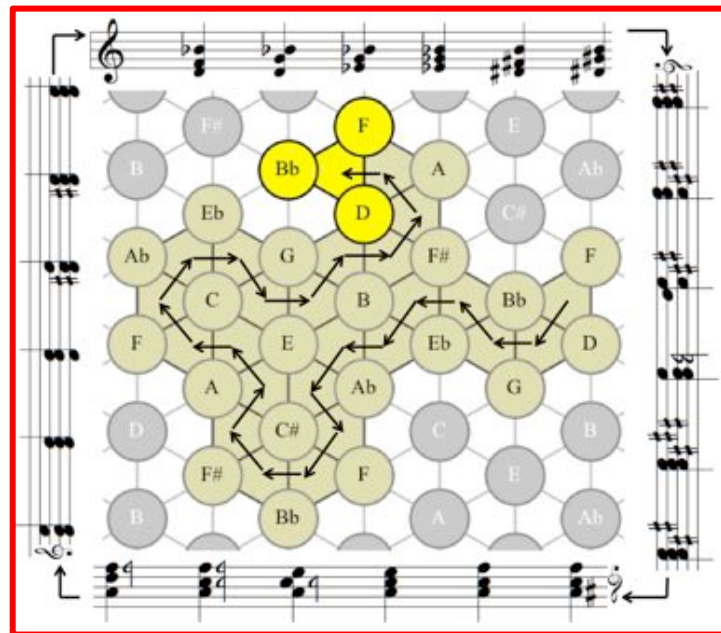
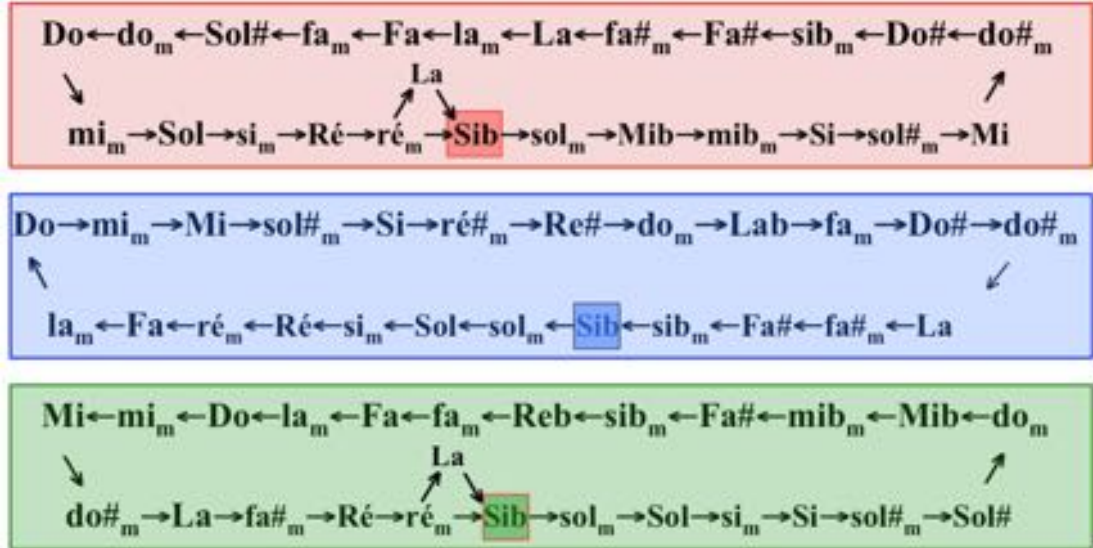
Music and Vocals: Moreno Andreatta

Hypersphere and Ideogramms: Gilles Baroin

Original "Chicken Wire" graph: J.Douthett, P.Steinbach

<http://www.mathemusic.net>

Elle détend son angoisse dans le sommeil.
Mais l'angoisse est forte, et le sommeil est si léger !
(La lumière d'avril ressemble presque à une neige
qui serait tiède.)
Et certes elle doit souffrir,
Vaguement souffrir, aussi dans le sommeil.





➔ www.mathemusic.net

Deux concours de poésie en chanson : Le Prix Andrée Chedid et le Premio Lunezia

J'écrirai (Salah Al Hamdani / Moreno Andreatta) - 2017

Texte tiré du recueil *Bagdad mon amour*, 2014

J'écrirai
à cette main qu'on pose sur le drap d'un mourant
à cette larme qui coule le long du visage de l'aurore
à ce regard qui voltige derrière un départ
Je chérirai
ce reste de lumière
pour l'arrogance des jours
pour les cendres des vaincus
J'offrirai
l'odeur de la forêt inondée
à la pierre
à ceux qui ne voient pas tes yeux
à ce mirage des mots dans l'ombre
J'inventerai
une prière sur une terrasse
à mes rêves éphémères sur la paix
à votre dieu sans verge ni vagin
à toutes les guerres des lâches
Et j'écrirai encore
le ciel est au-dessus de ma table
à celui qui a voulu tracer le mot liberté
sur les collines de ton corps.



Salah Al Hamdani



Elise Mélinand

Tutto è finito (A. De Curtis / Moreno Andreatta) - 2017

Sì lo so, tutto è finito
non parlar, non dirmi niente
già da un pezzo l'ho capito
che il finale era imminente.
La commedia dell'amore
La commedia dell'amore.

Sì lo so, tutto è finito
sei d'un altro innamorata
già da un pezzo l'ho capito
questa scena l'ho aspettata.
La commedia dell'amore
è finita finalmente
hai spezzato questo cuore
non parlar, non dirmi niente.

La commedia dell'amore
è finita finalmente
hai spezzato questo cuore
non parlar, non dirmi niente.
Non dirmi niente.



Antonio de Curtis 'Totò'

➔ http://repmus.ircam.fr/_media/moreno/moreno_andreatta_musicare_i_poeti_lunezia_2017.mp3

➔ http://repmus.ircam.fr/_media/moreno/bagdad_mon_amour_2017.mp3

De la poésie à la chanson hamiltonienne : stratégies compositionnelles



A part (Andrée Chédid, poème tiré du recueil *Rhymes* Collection Poésie/Gallimard (n. 527), Gallimard, 2018)

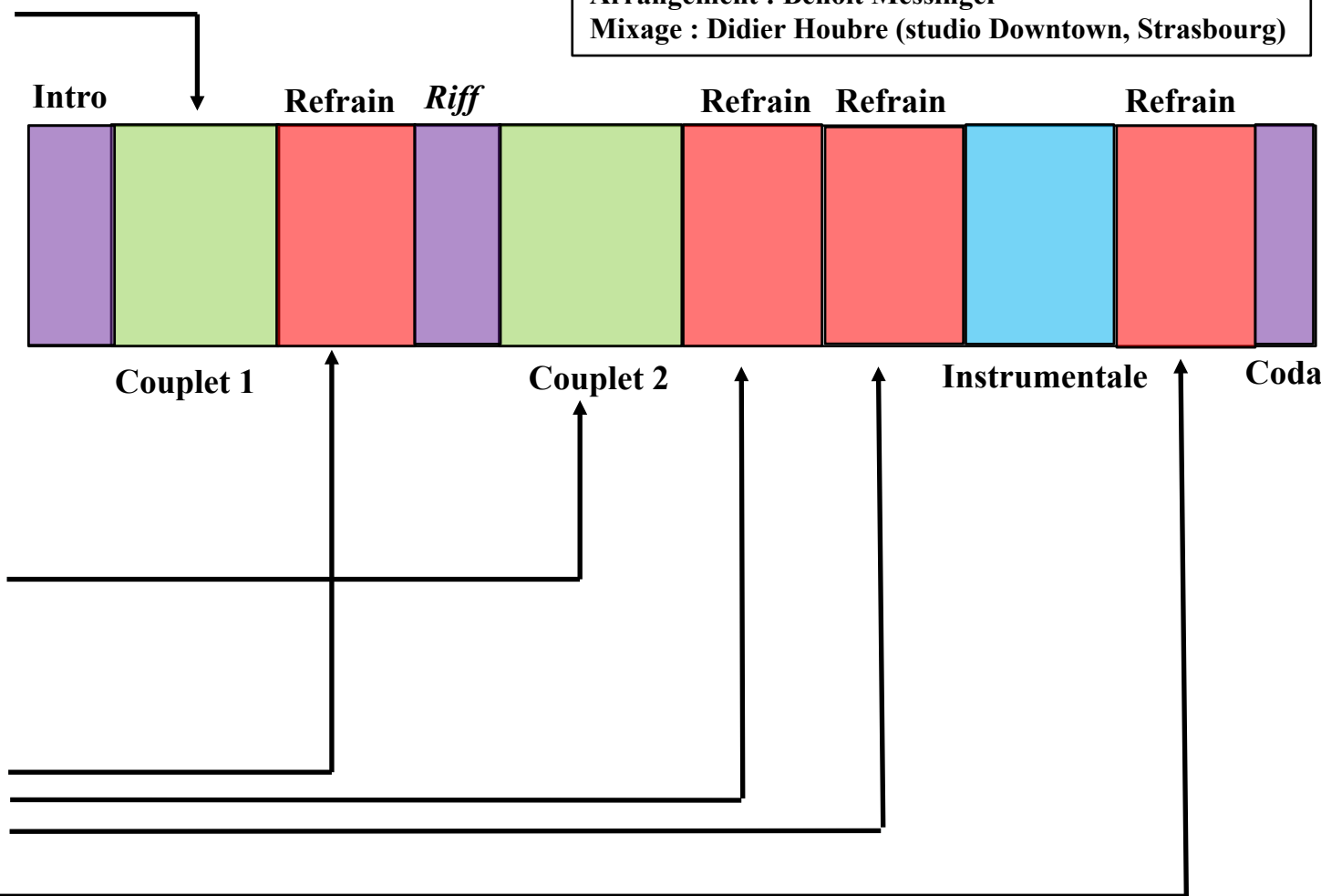
Composition : Moreno Andreatta
Arrangement : Benoît Messinger
Mixage : Didier Houbre (studio Downtown, Strasbourg)

À part le temps
Et ses rouages
À part la terre
En éruptions
À part le ciel
Pétrisseur de nuages
À part l'ennemi
Qui génère l'ennemi

À part le désamour
Qui ronge l'illusion
À part la durée
Qui moisit nos visages

À part les fléaux
À part la tyrannie
À part l'ombre et le crime
Nos batailles nos outrages

Je te célèbre ô Vie
Entre cavités et songes
Intervalle convoité
Entre le vide et le rien



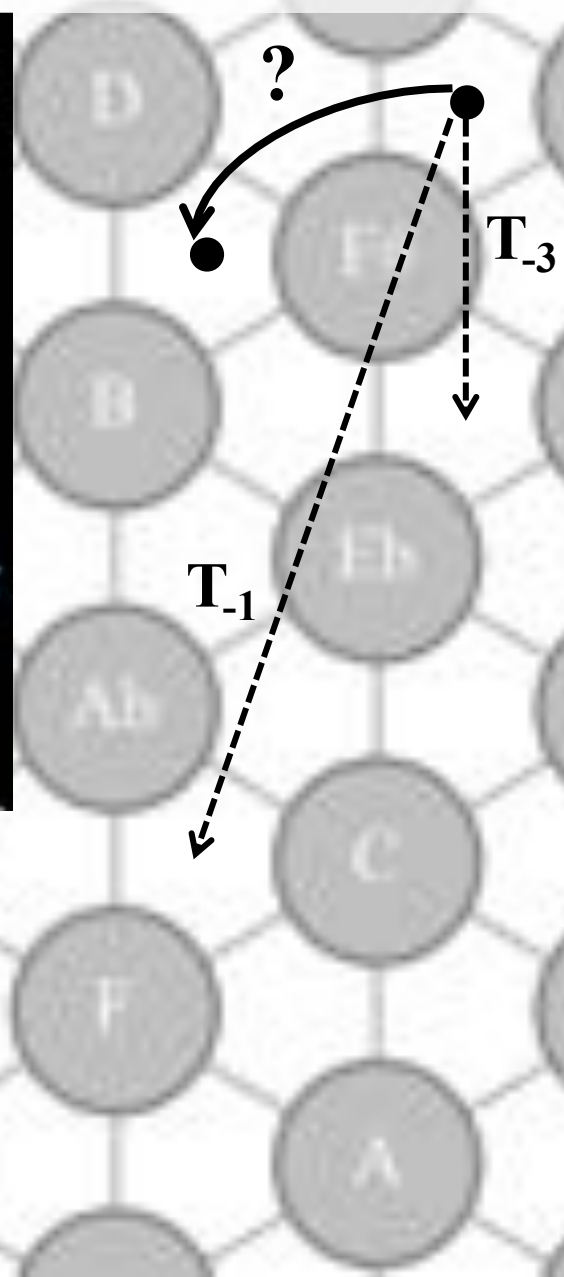
→ http://repmus.ircam.fr/_media/moreno/prix_chédid_2018_moreno.mp3

A la recherche du bon espace de représentation



???

Find all Hamiltonian Mathemusical Paths that modulate through all minor triads from f# min to b min, using only -1 or -3



K[1,3,4]

1

4

3

Notation :

C = Do mineur

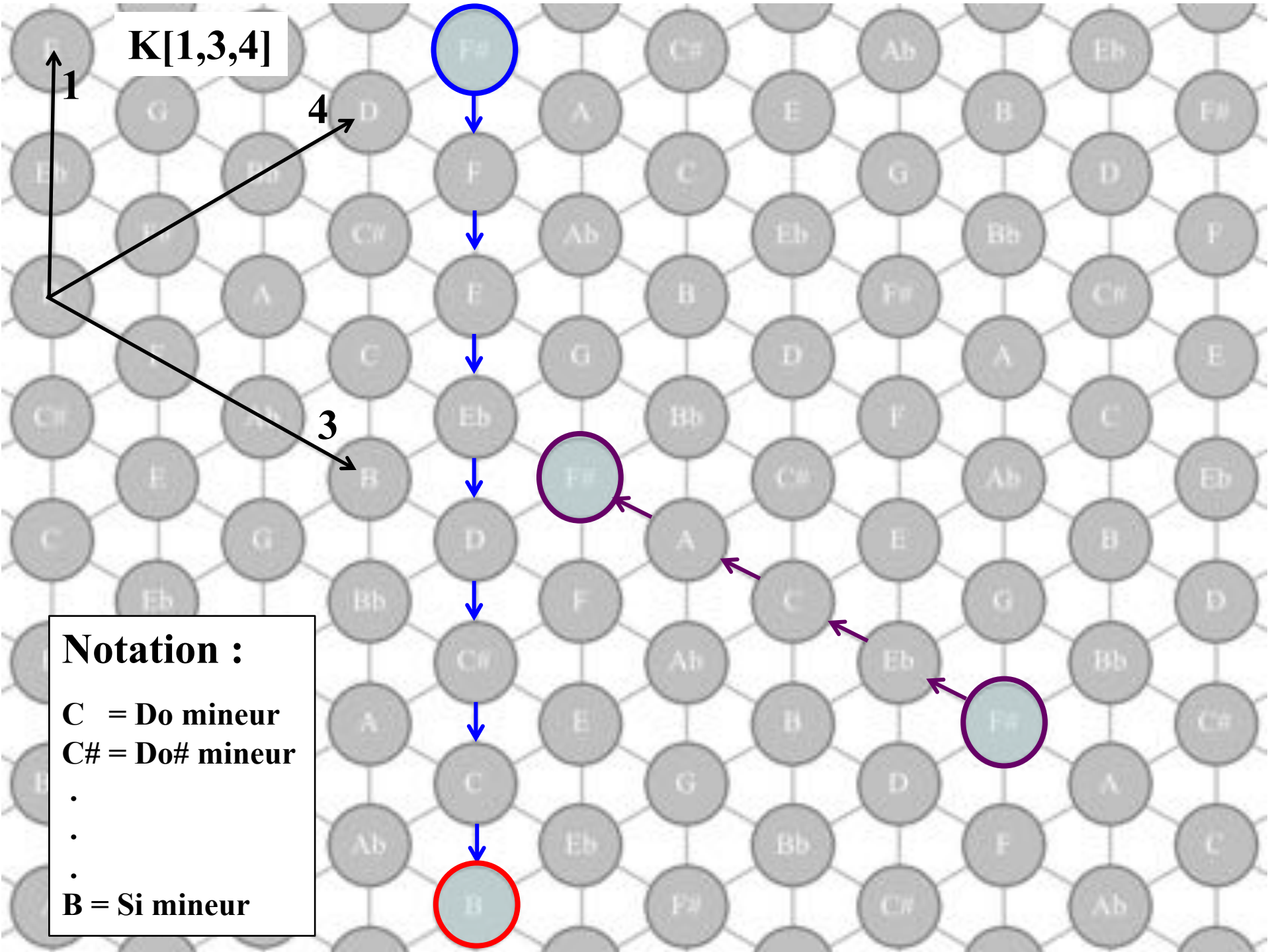
C# = Do# mineur

.

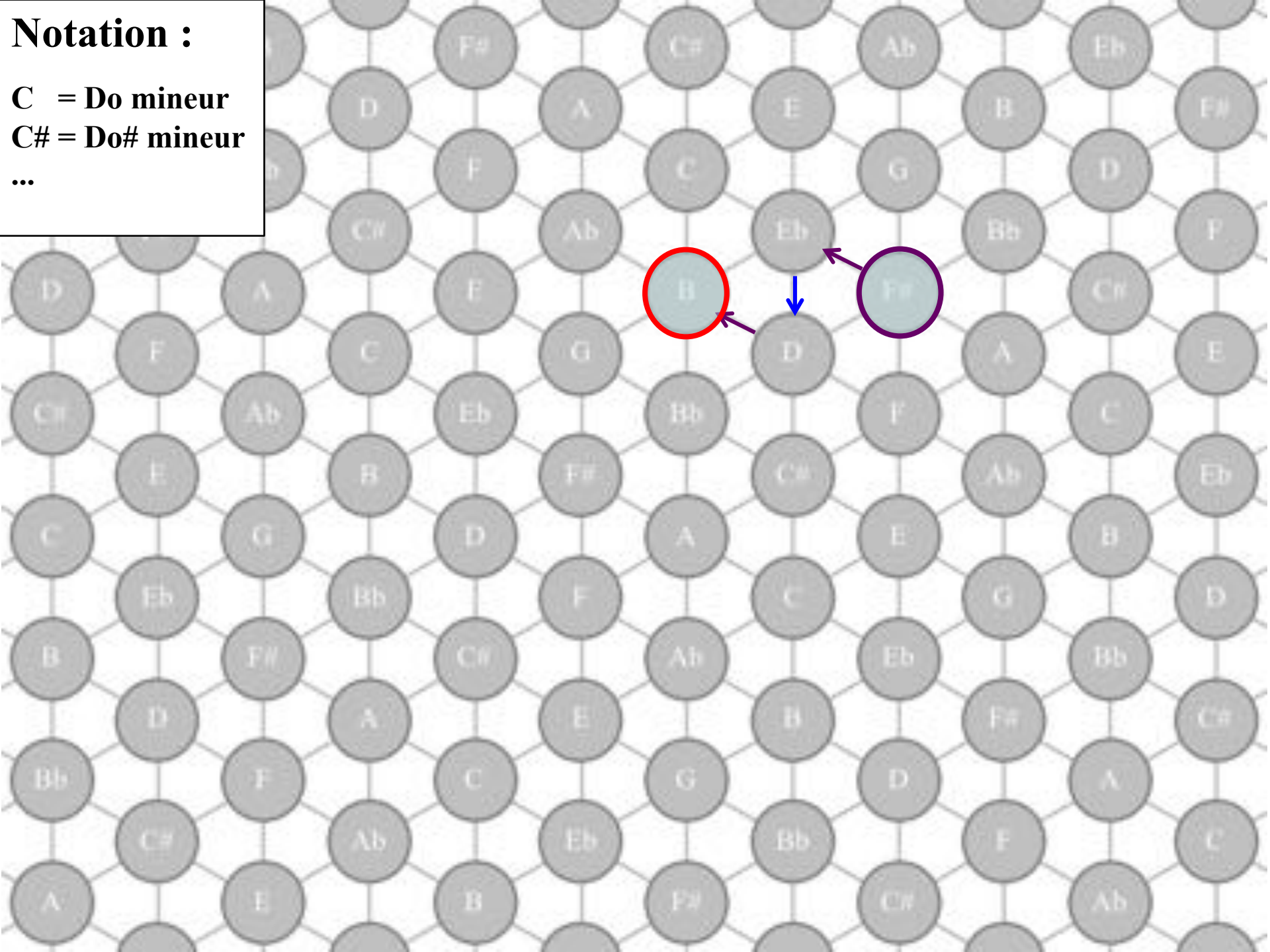
.

.

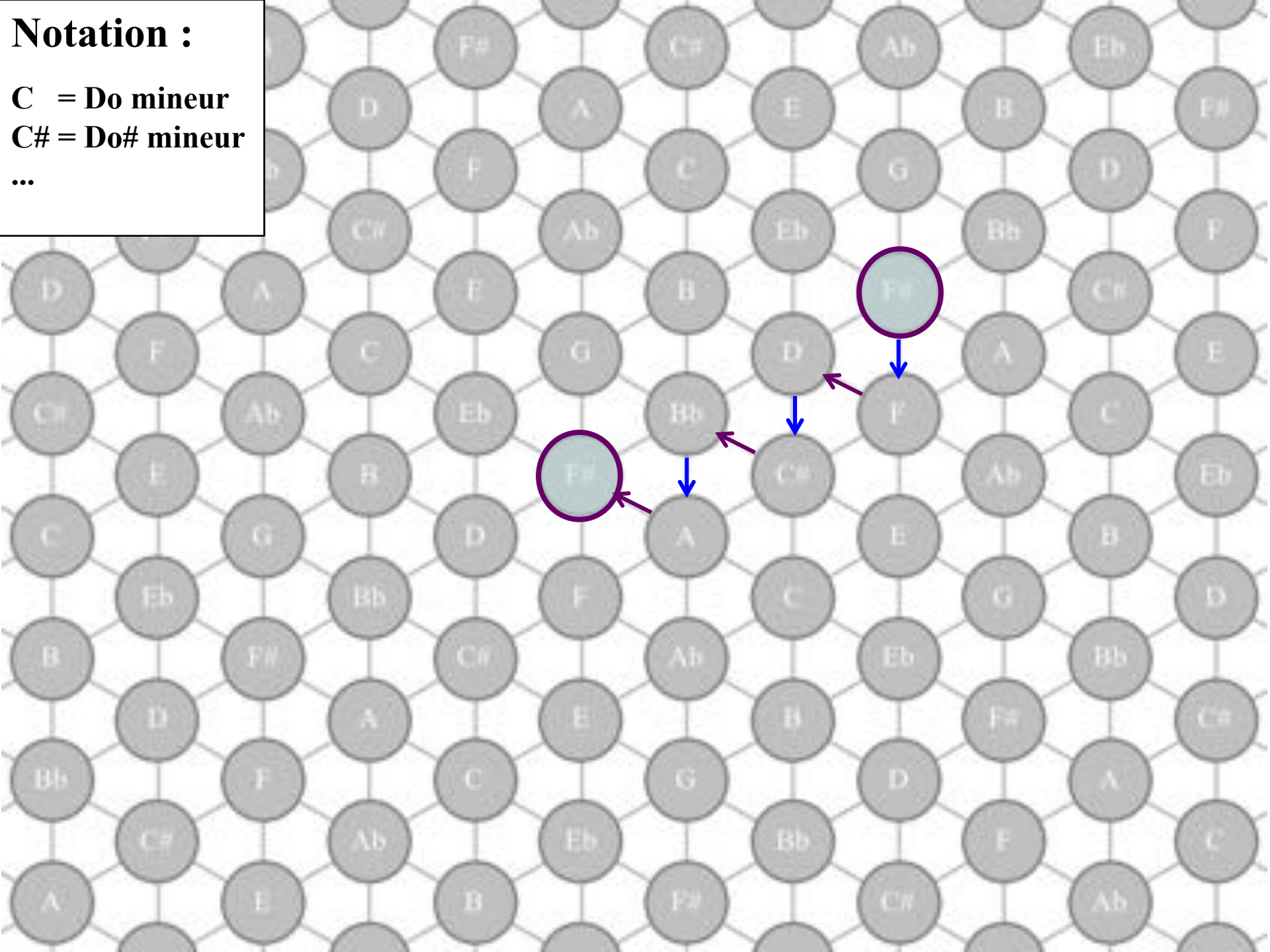
B = Si mineur



Notation :
C = Do mineur
C# = Do# mineur
...



Notation :
C = Do mineur
C# = Do# mineur
...



Notation :

C = Do mineur
C# = Do# mineur
...

Notation :

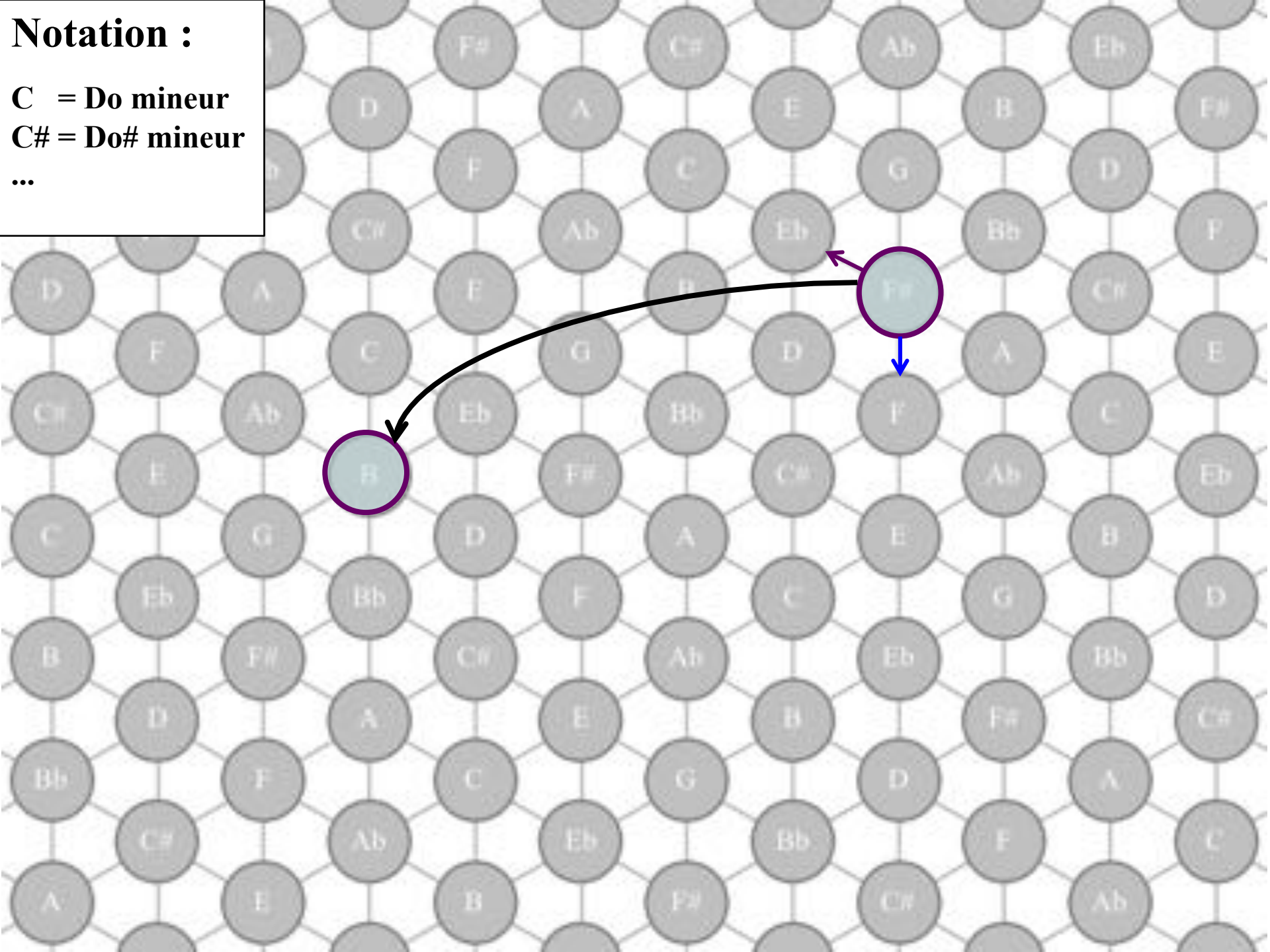
C = Do mineur
C# = Do# mineur
...

Notation :

C = Do mineur
C# = Do# mineur
...

Notation :

C = Do mineur
C# = Do# mineur
...

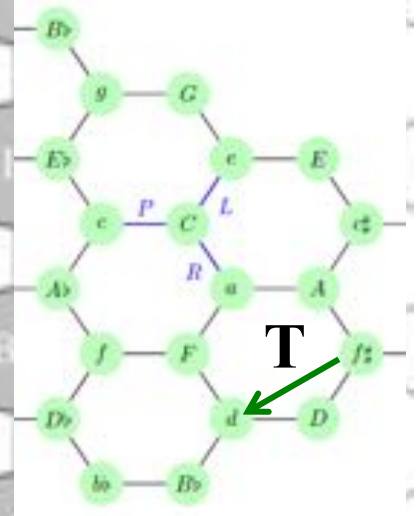
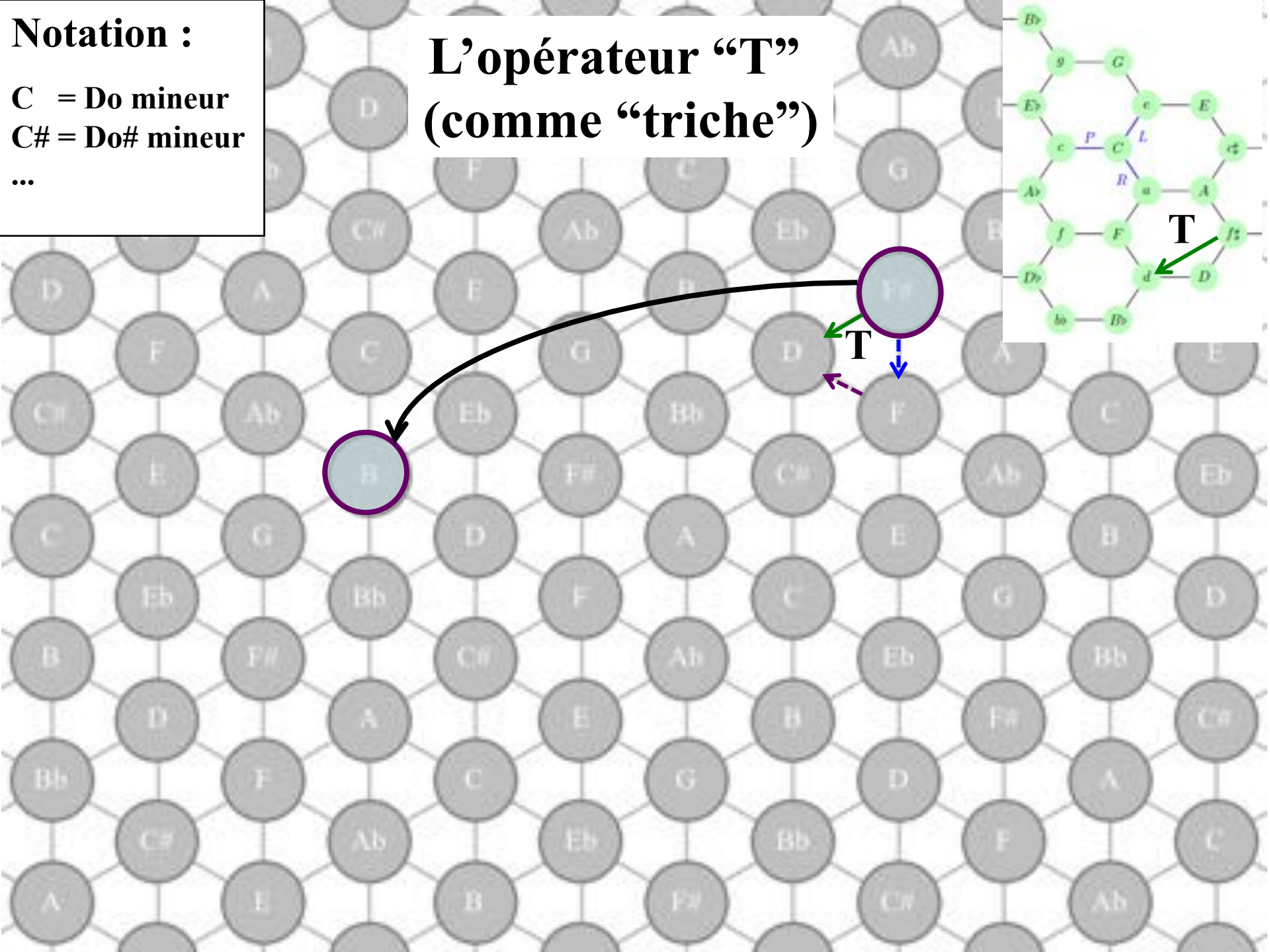


Notation :

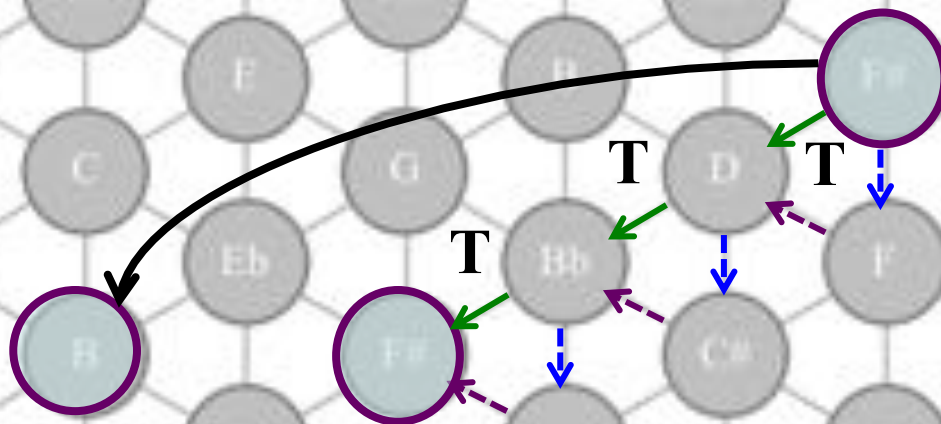
C = Do mineur
C# = Do# mineur
...

C# = Do# mineur

L'opérateur “T” (comme “triche”)



L'opérateur "T" (comme "triche")



Notation :

C = Do minor
C# = Do# minor
...

DOMENEDIO

(‘chanson ouverte’, à partir d’une poésie de Livio Andreatta)

Quande che ero bocia
e i me parlava de Dio
el vedevo a modo mio.
En bonacion
che ‘npianta stele alpine
su pradi de brocon
e po con quele stele
l’empizza el firmament
e ‘l prova a ntrufolarse
‘nde i còri de la gent.

Adesso enveze...

El me dio l’è sulle strade
nol drome nde le cese
disocupà, sfrutà
macedonealbanese
Qualcun ga dit
che sol i boci
i pòl vardar Dio
drit en dei oci

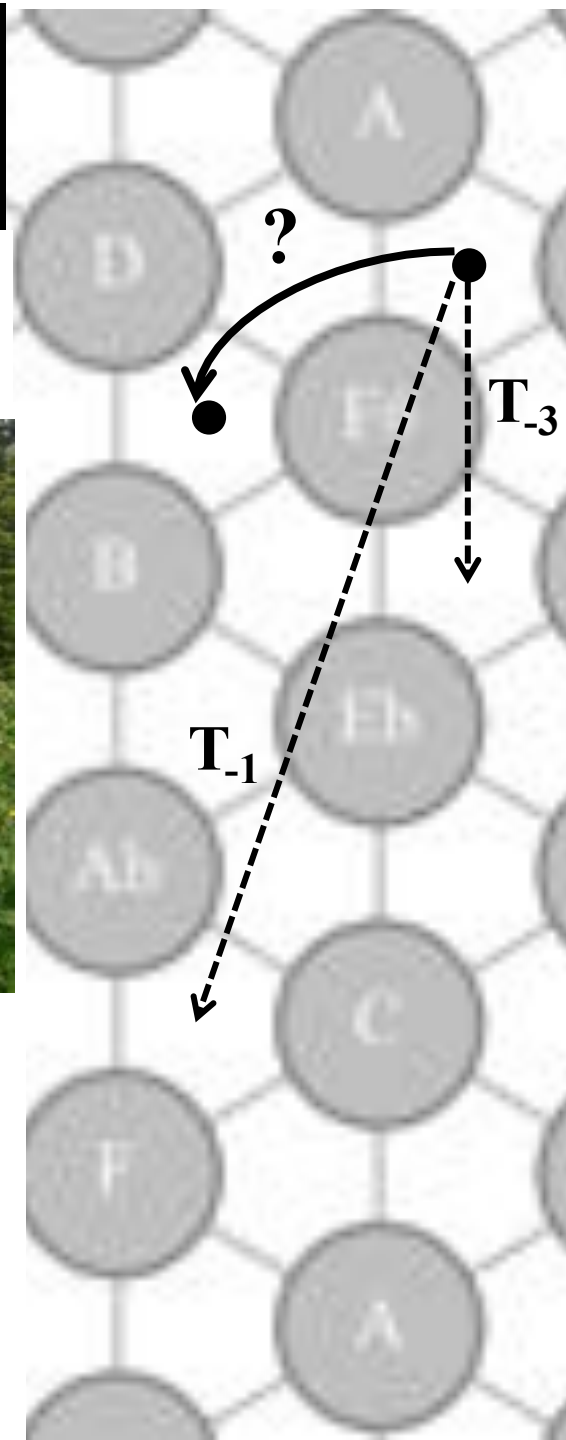
el sòna la so armonica
la sera a la stazion
el drome sui cartoni
da sol e nde ‘n canton
el ga le man che tremola
l’è mez alcolizà
tel gati nde le bètole
de tuta la zitàç
el ga do oci fondi
fredi come l’inverno
oci de dona sola
oci morti de fam
oci come l’inferno



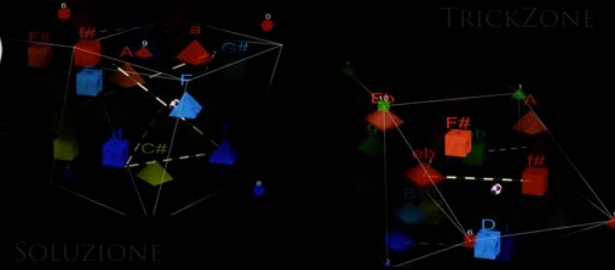
[HAMILTONIAN PATH]

...

Qualcun ga dit
che sol i boci
i pòl vardar Dio
drit en dei oci
...ma no l’è vera.



DOMENEDIO



Notation :

C = Do minor

C# = Do# minor

...

SOLUZIONE

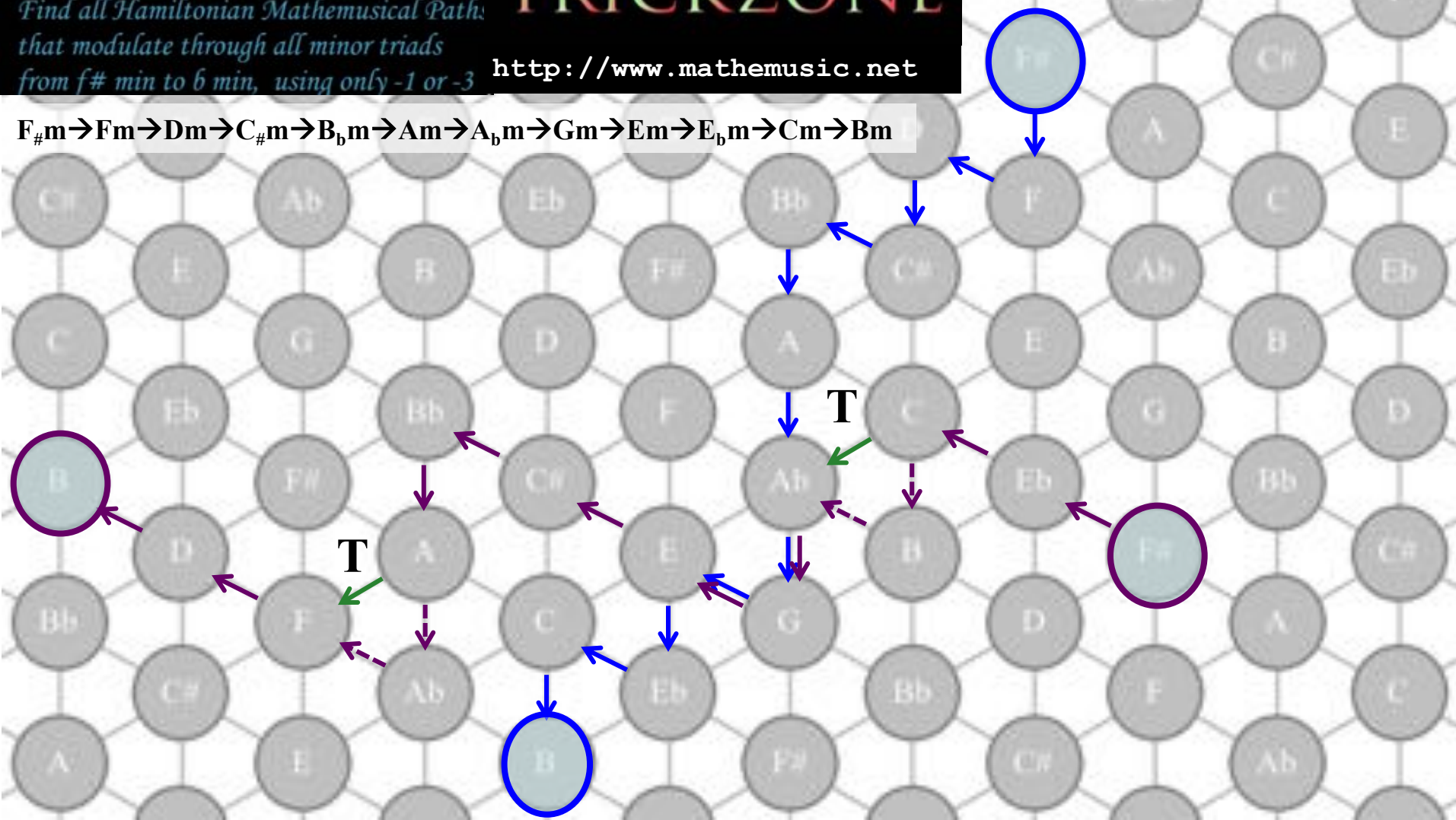
TRICKZONE

<http://www.mathemusic.net>

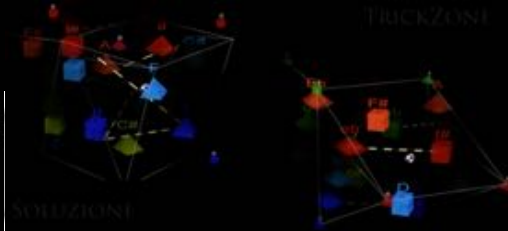
<http://www.mathemusic.net>

*Find all Hamiltonian Mathematical Paths
that modulate through all minor triads
from f# min to b min, using only -1 or -3*

$F_{\#}m \rightarrow Fm \rightarrow Dm \rightarrow C_{\#}m \rightarrow B_bm \rightarrow Am \rightarrow A_bm \rightarrow Gm \rightarrow Em \rightarrow E_bm \rightarrow Cm \rightarrow Bm$



DOMENEDIO



<http://www.mathemusic.net>

*Find all Hamiltonian Mathematical Paths
that modulate through all minor triads
from f# min to b min, using only -1 or -3*

TRICKZONE

<http://www.mathemusic.net>

Notation :

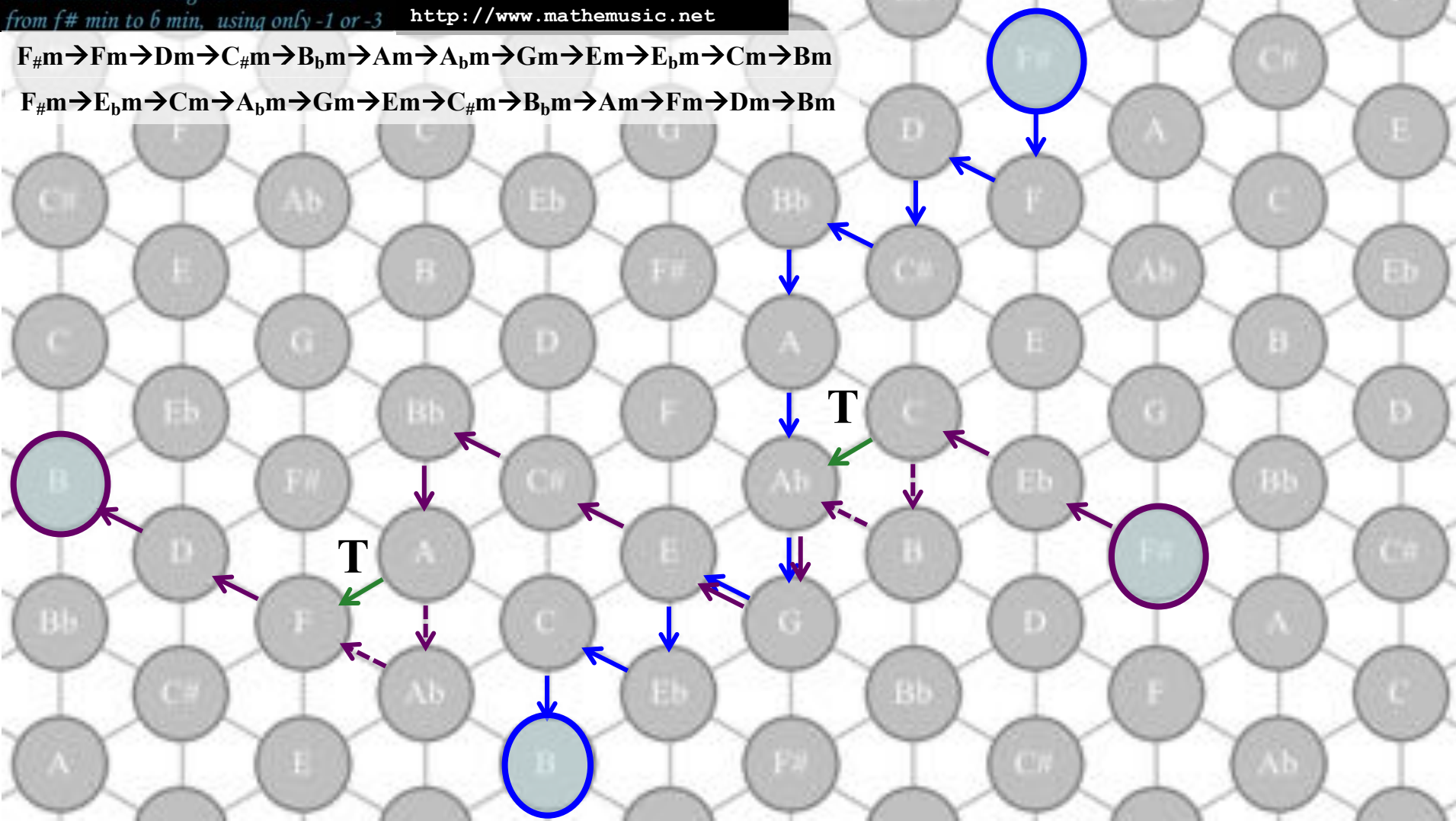
C = Do minor

C# = Do# minor

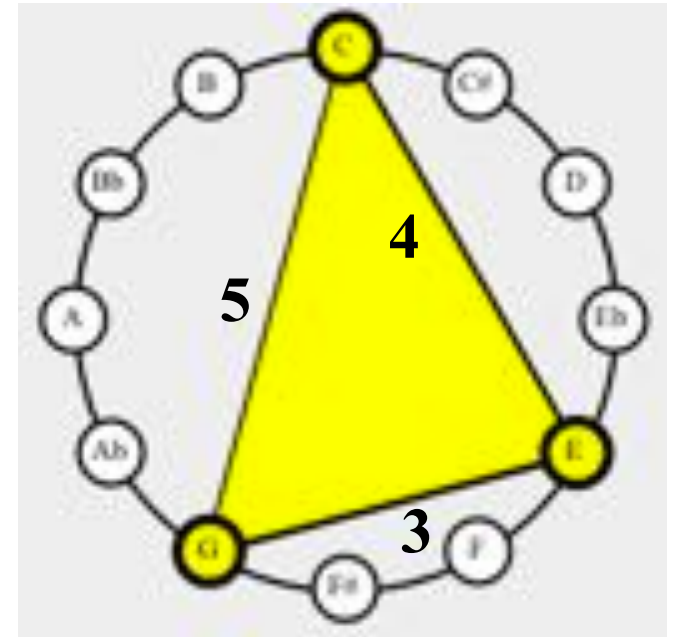
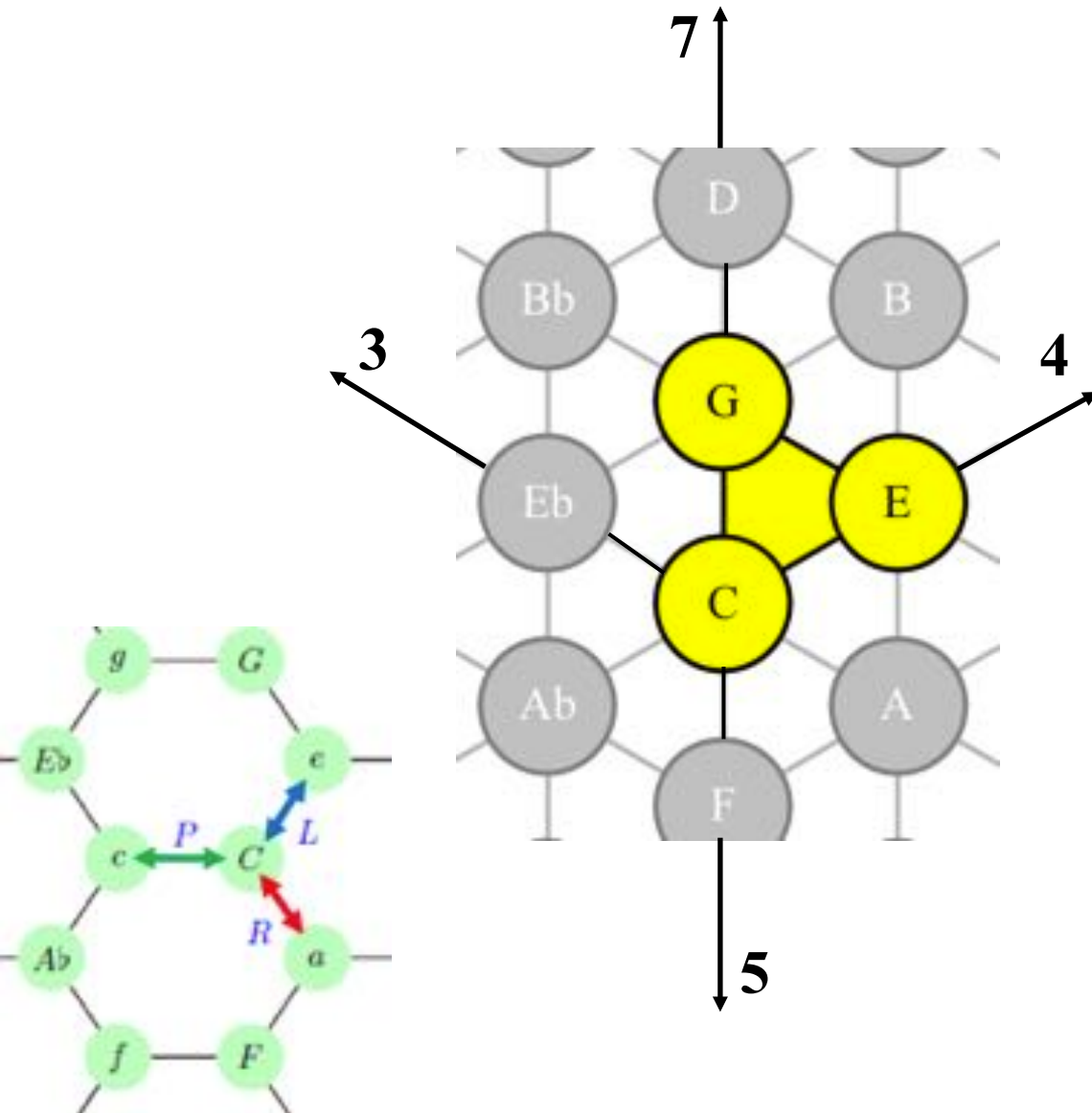
...

$F\#m \rightarrow Fm \rightarrow Dm \rightarrow C\#m \rightarrow Bbm \rightarrow Am \rightarrow Abm \rightarrow Gm \rightarrow Em \rightarrow Ebm \rightarrow Cm \rightarrow Bm$

$F\#m \rightarrow Ebm \rightarrow Cm \rightarrow Abm \rightarrow Gm \rightarrow Em \rightarrow C\#m \rightarrow Bbm \rightarrow Am \rightarrow Fm \rightarrow Dm \rightarrow Bm$

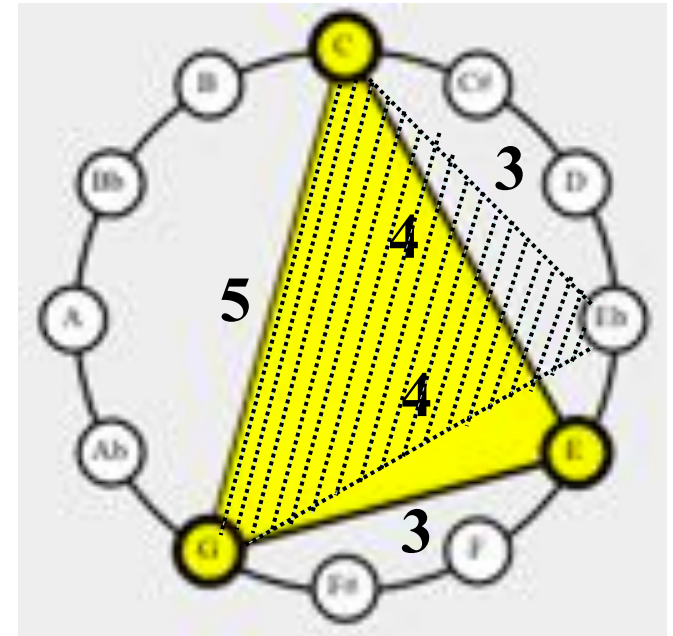
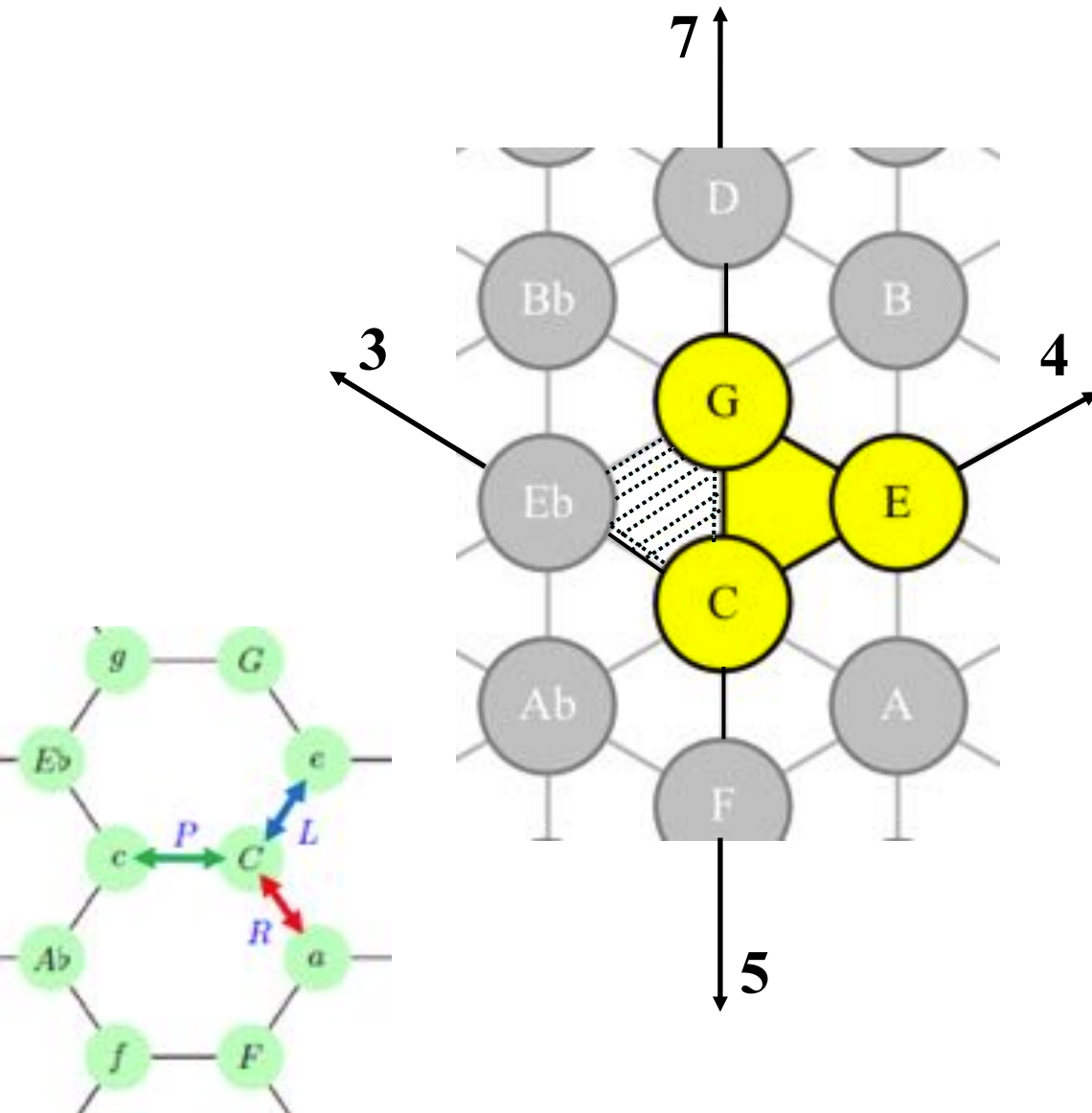


Du *Tonnetz* aux *Tonnetze*



$$(4,3,5) \longleftrightarrow (3,4,5)$$

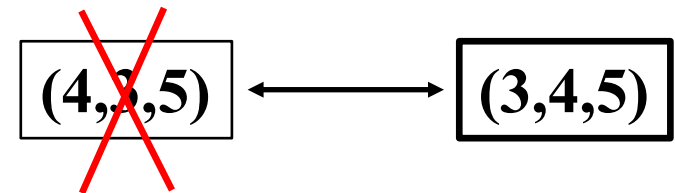
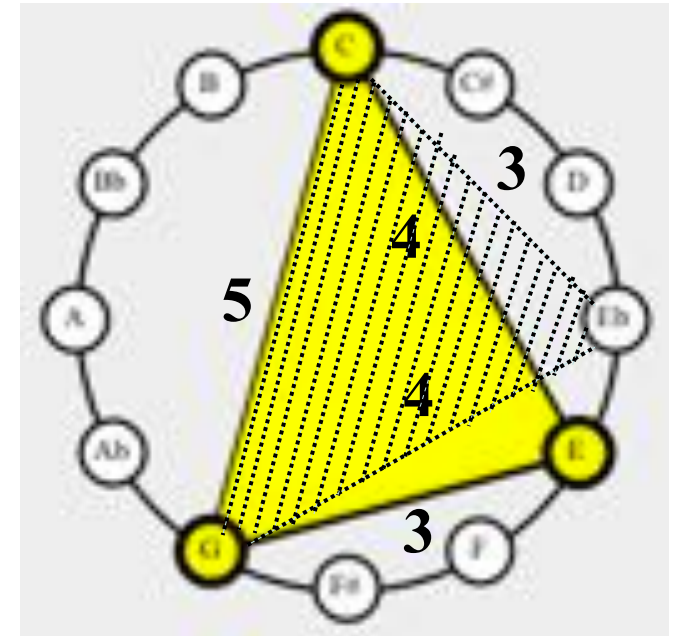
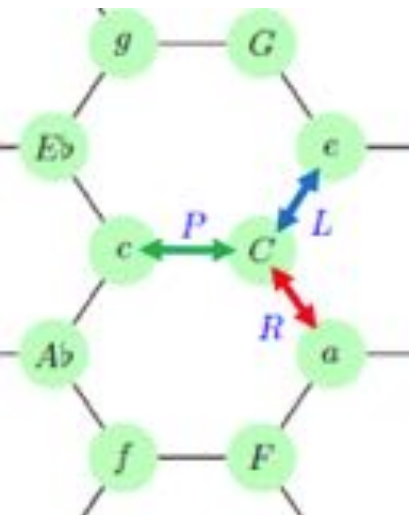
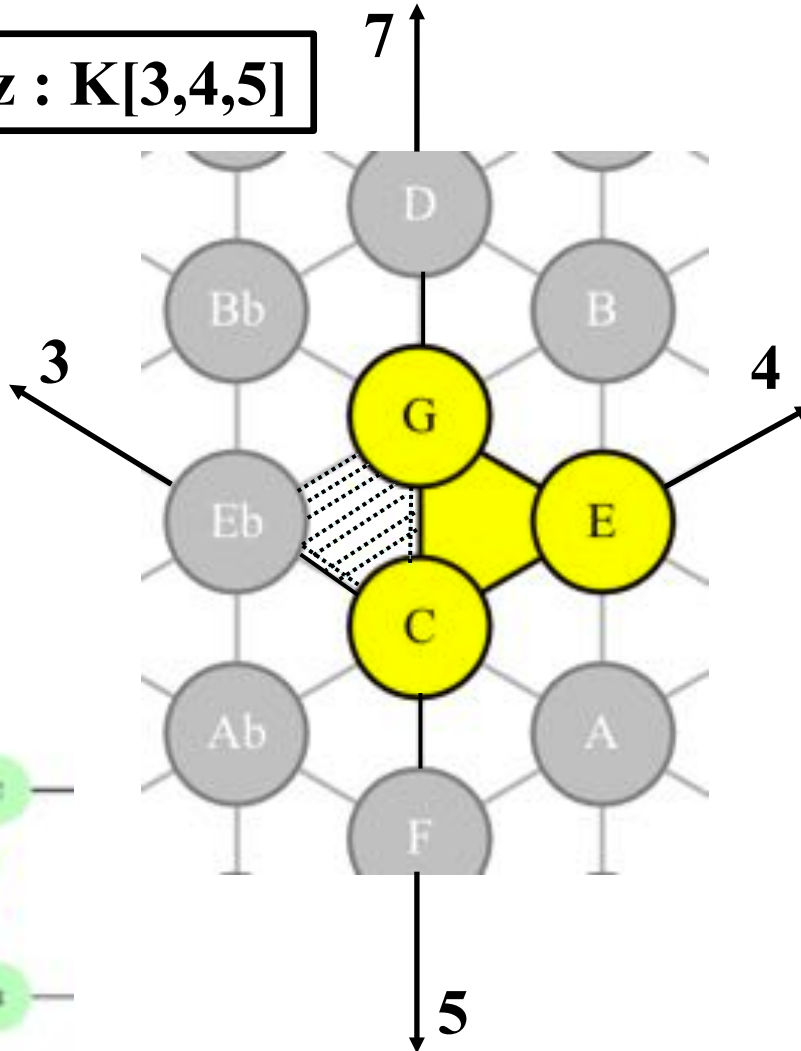
Du *Tonnetz* aux *Tonnetze*



$$(4,3,5) \longleftrightarrow (3,4,5)$$

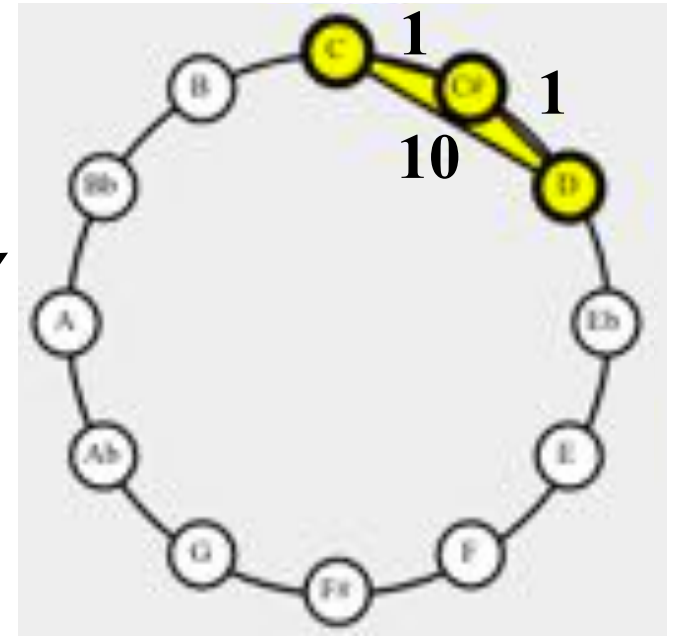
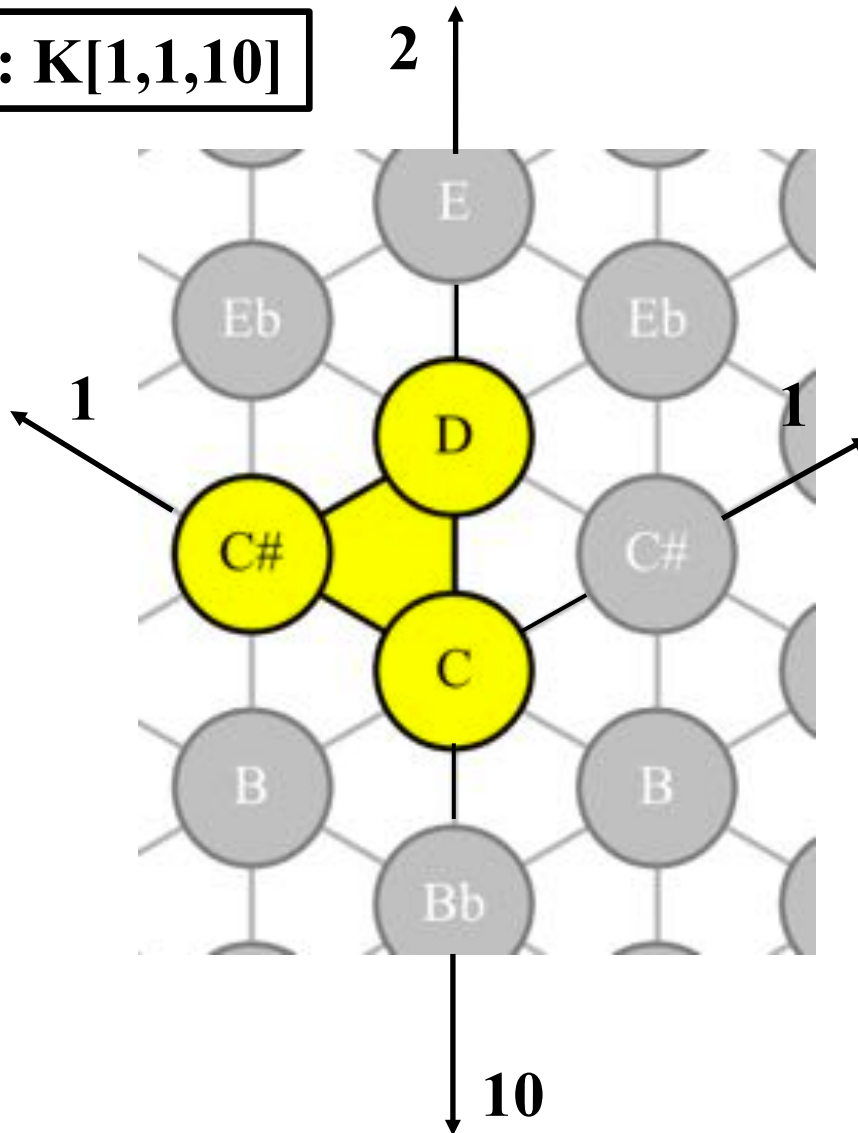
Du *Tonnetz* aux *Tonnetze*

Tonnetz : $K[3,4,5]$



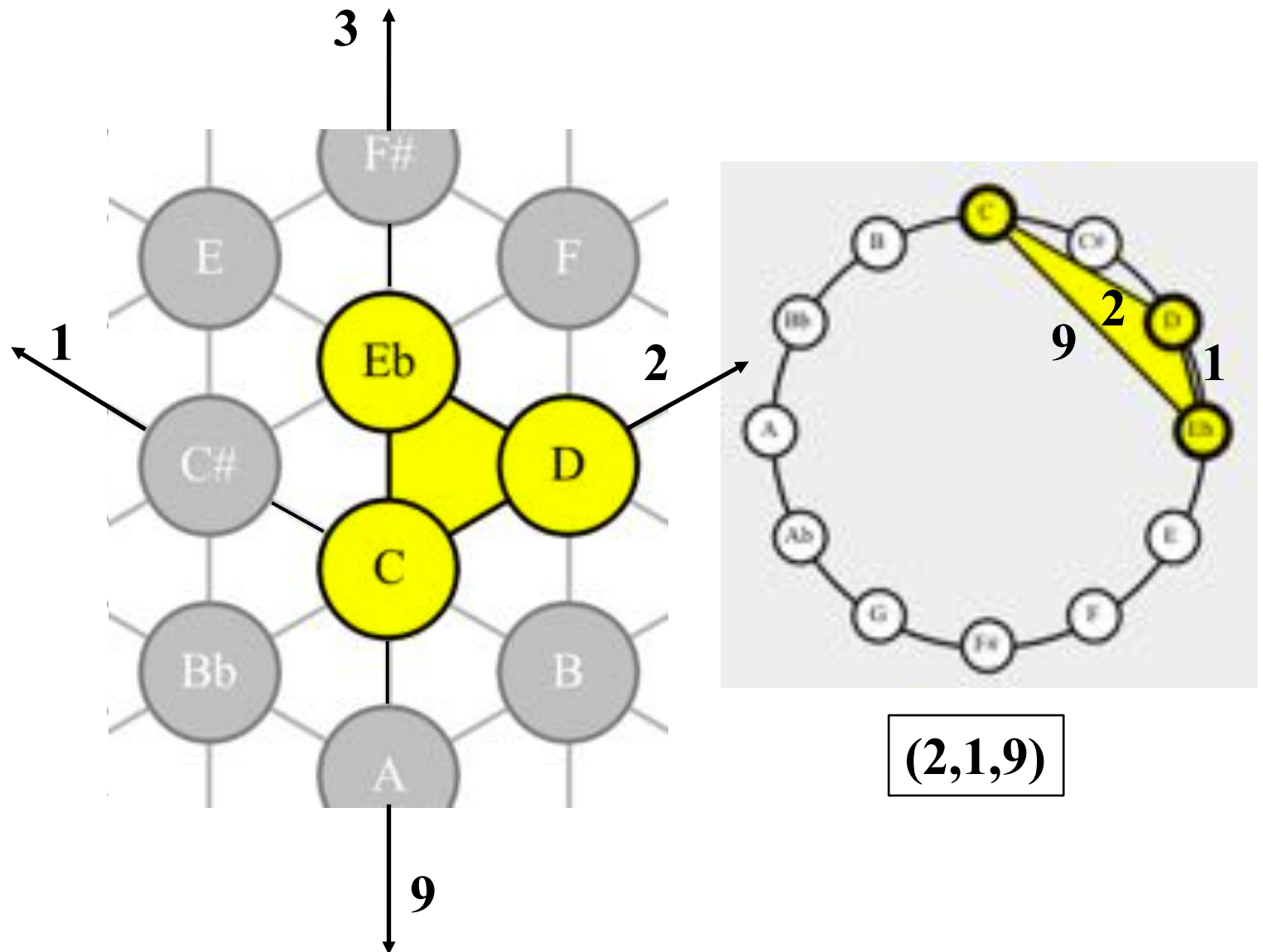
Du *Tonnetz* aux *Tonnetze*

Tonnetz : K[1,1,10]

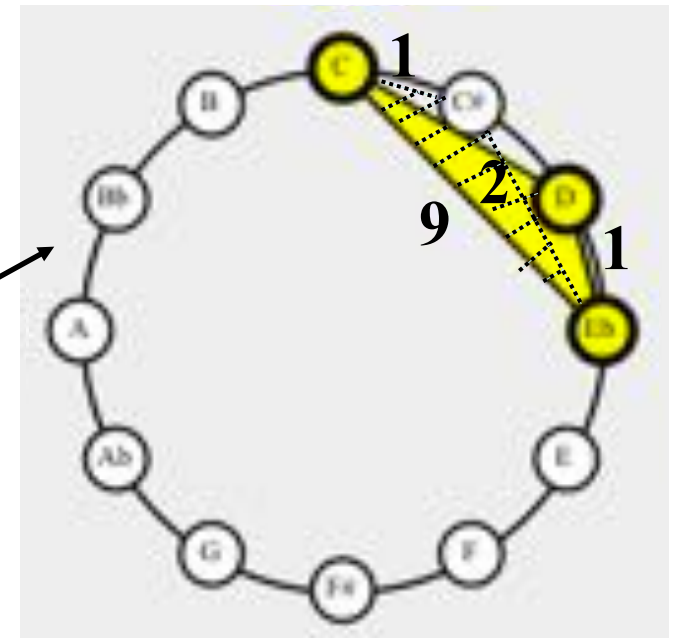
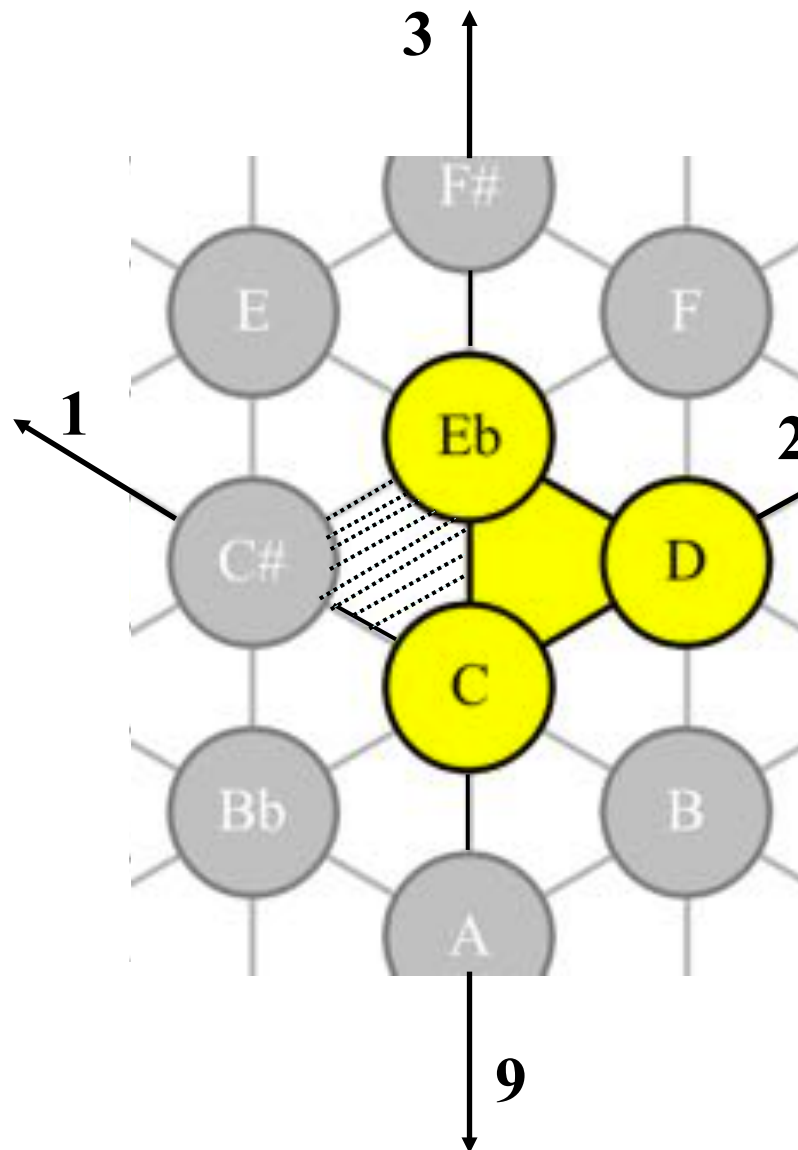


(1,1,10)

Du *Tonnetz* aux *Tonnetze*



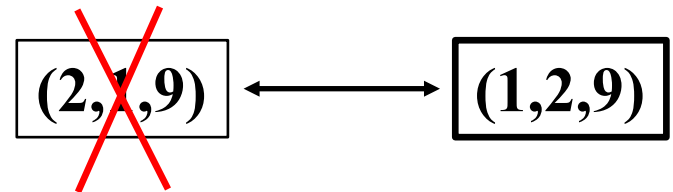
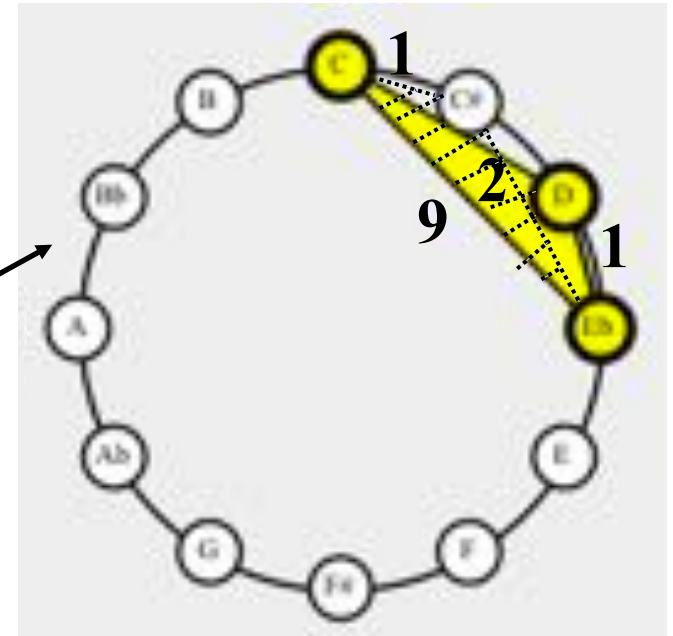
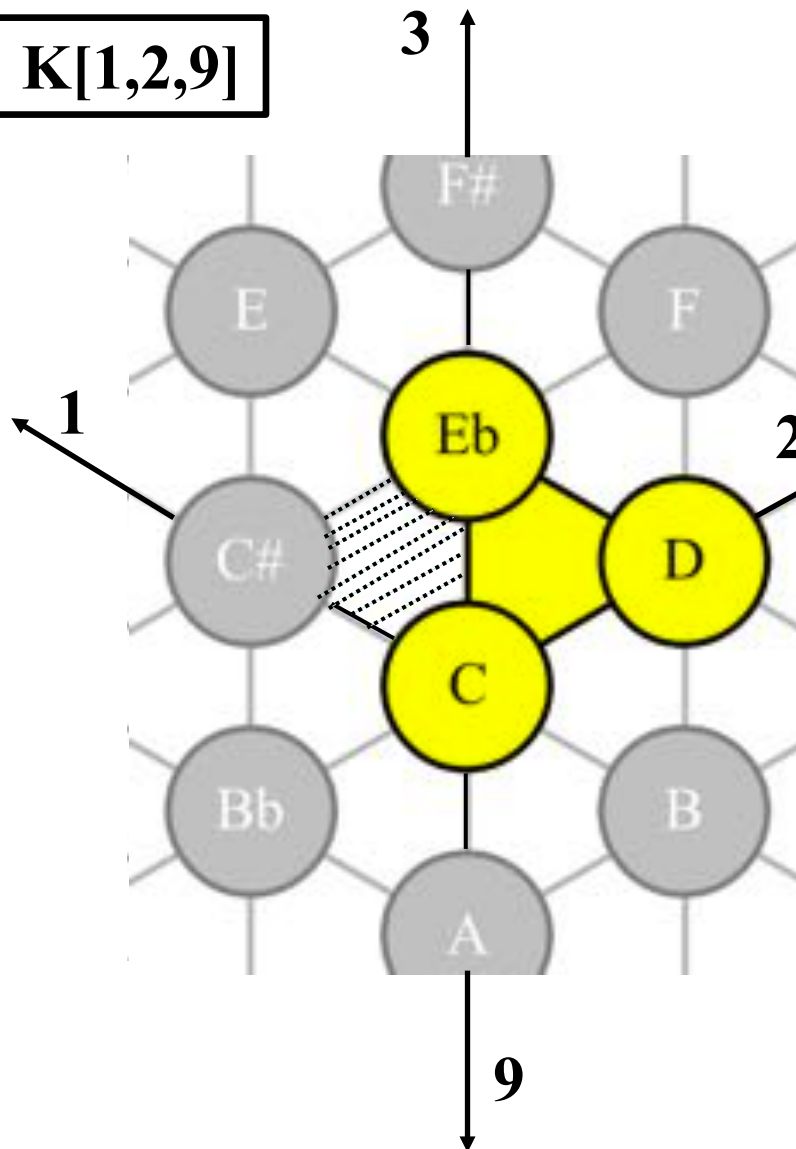
Du *Tonnetz* aux *Tonnetze*



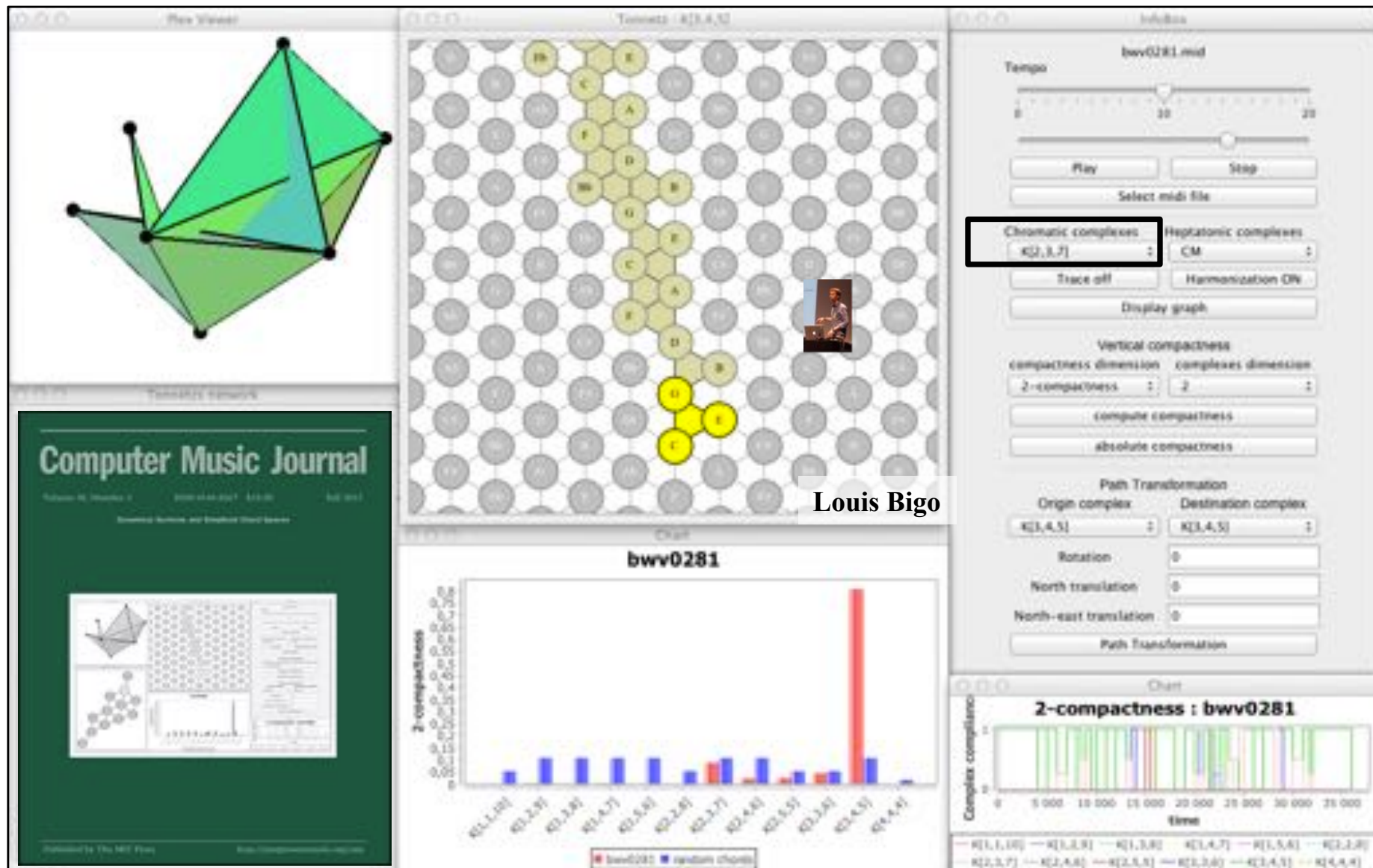
(2,1,9) $\longleftrightarrow$ **(1,2,9)**

Du *Tonnetz* aux *Tonnetze*

Tonnetz : $K[1,2,9]$



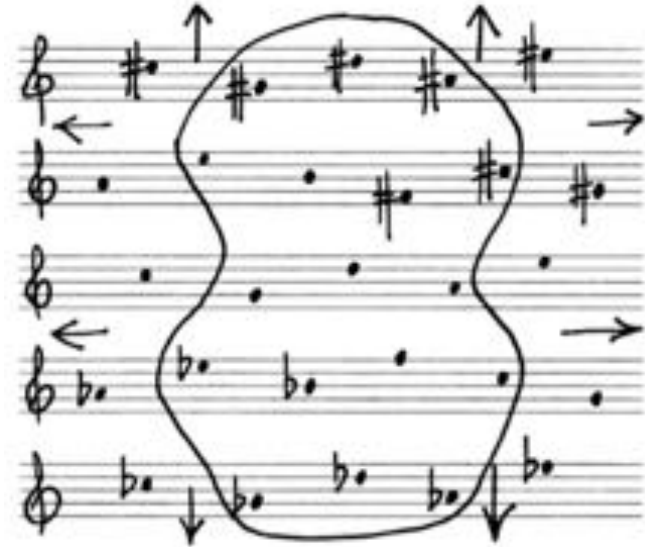
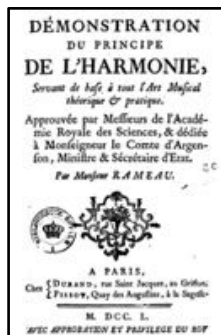
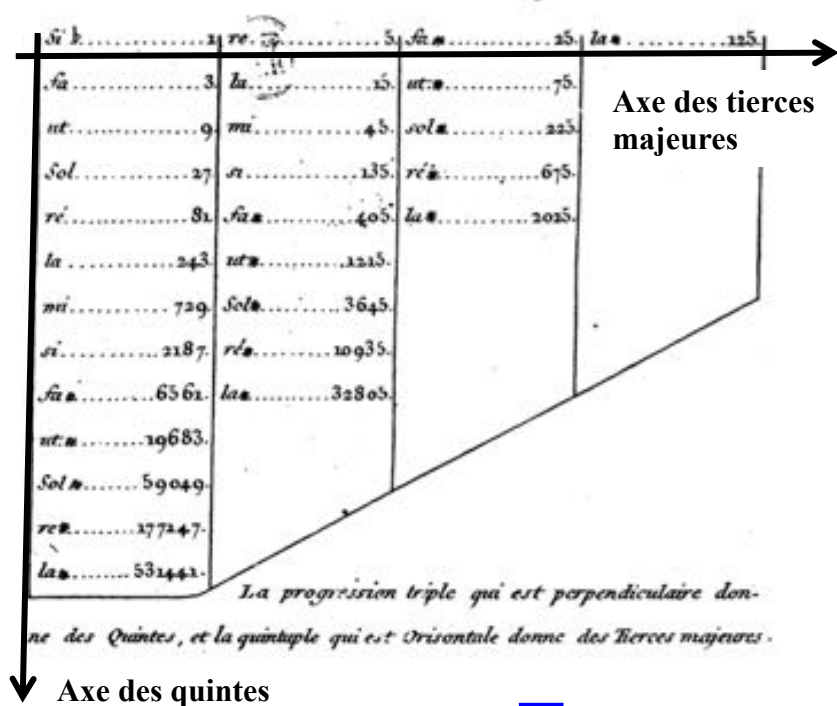
Choix de l'espace de représentation dans *Hexachord*



➔ <http://www.lacl.fr/~lbigo/hexachord>

La théorie des réseaux chez Henri Pousseur et ses origines ramistes

PROGRESSIONS TRIPLES ET QUINTUPLES



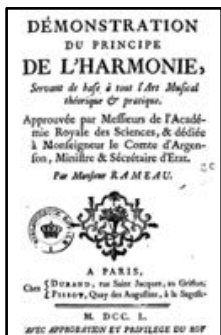
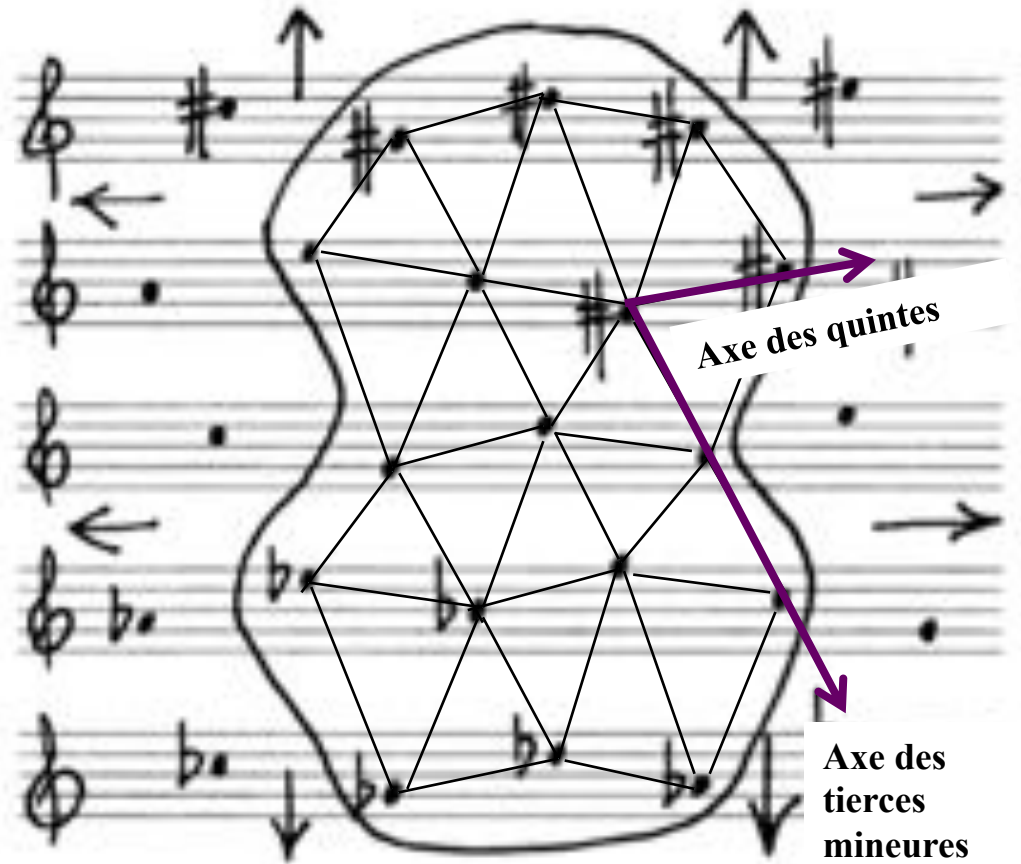
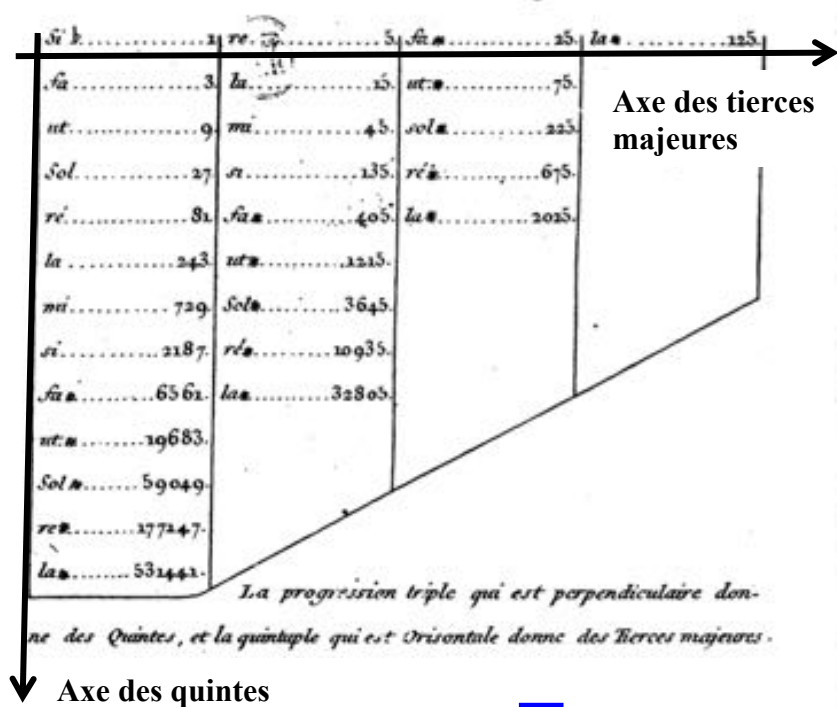
« Un réseau, au sens entendu ici, est une distribution de note [...] selon plusieurs (pour commencer deux) axes qui se caractérisent chacun comme une chaîne d'un seul et même intervalle »

« Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

- J.-Ph. Rameau, *Démonstration du principe de l'harmonie*, 1750

La théorie des réseaux chez Henri Pousseur et ses origines ramistes

PROGRESSIONS TRIPLES ET QUINTUPLES



- « L'apothéose de Rameau. Essai sur la question harmonique, *Musiques Nouvelles. Revue d'esthétique*, 21, 105-172, 1968
- « Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

- J.-Ph. Rameau, *Démonstration du principe de l'harmonie*, 1750

La théorie des réseaux chez Henri Pousseur et ses origines ramistes

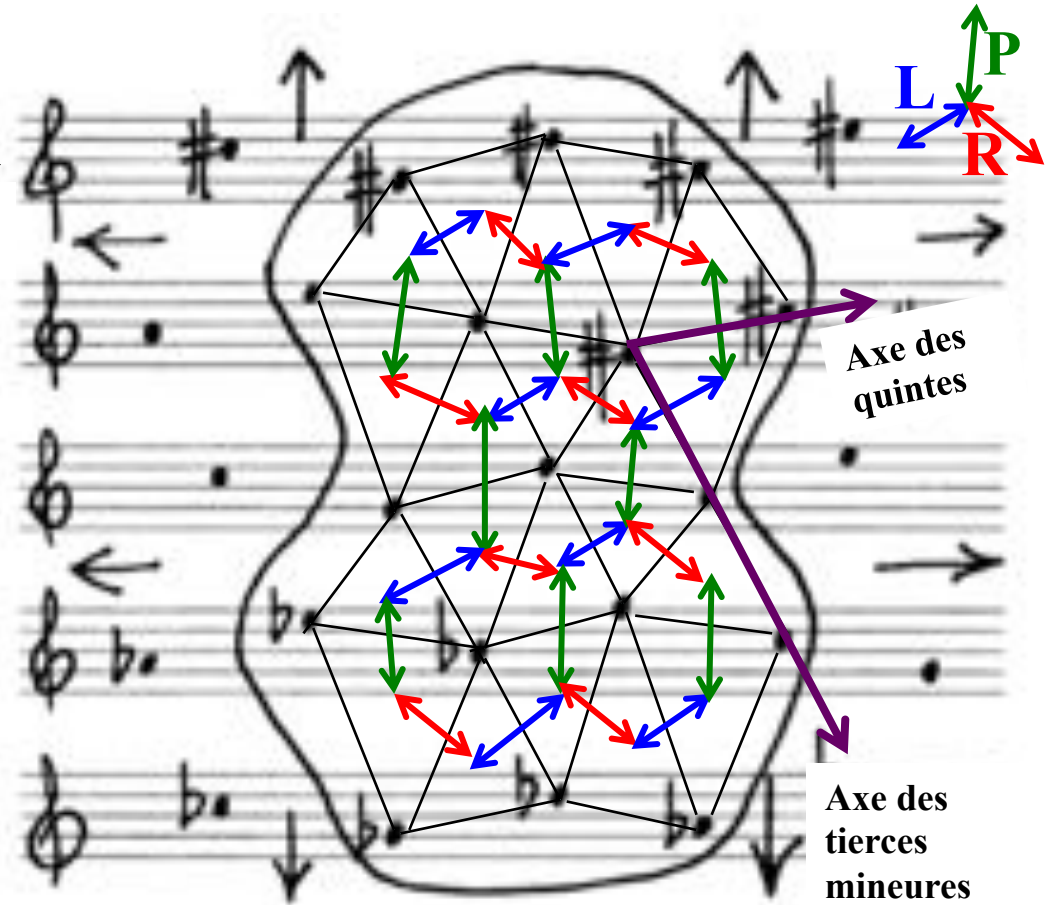
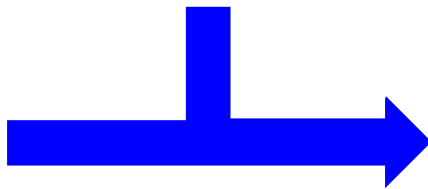
PROGRESSIONS TRIPLES ET QUINTUPLES

ut	3	la	15	ut	75
ut	9	mi	45	sol	225
Sol	27	si	135	ré	675
ré	81	fa	405	la	2025
la	243	ut	1215		
mi	729	Sol	3645		
si	2187	ré	10935		
fa	6561	la	32805		
ut	19683				
Sol	59049				
ré	177147				
la	531441				

La progression triple qui est perpendiculaire donne des Quintes, et la quintuple qui est horizontale donne des Tierces majeures.

Axe des tierces
majeures

Axe des quintes

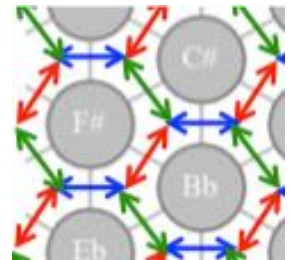
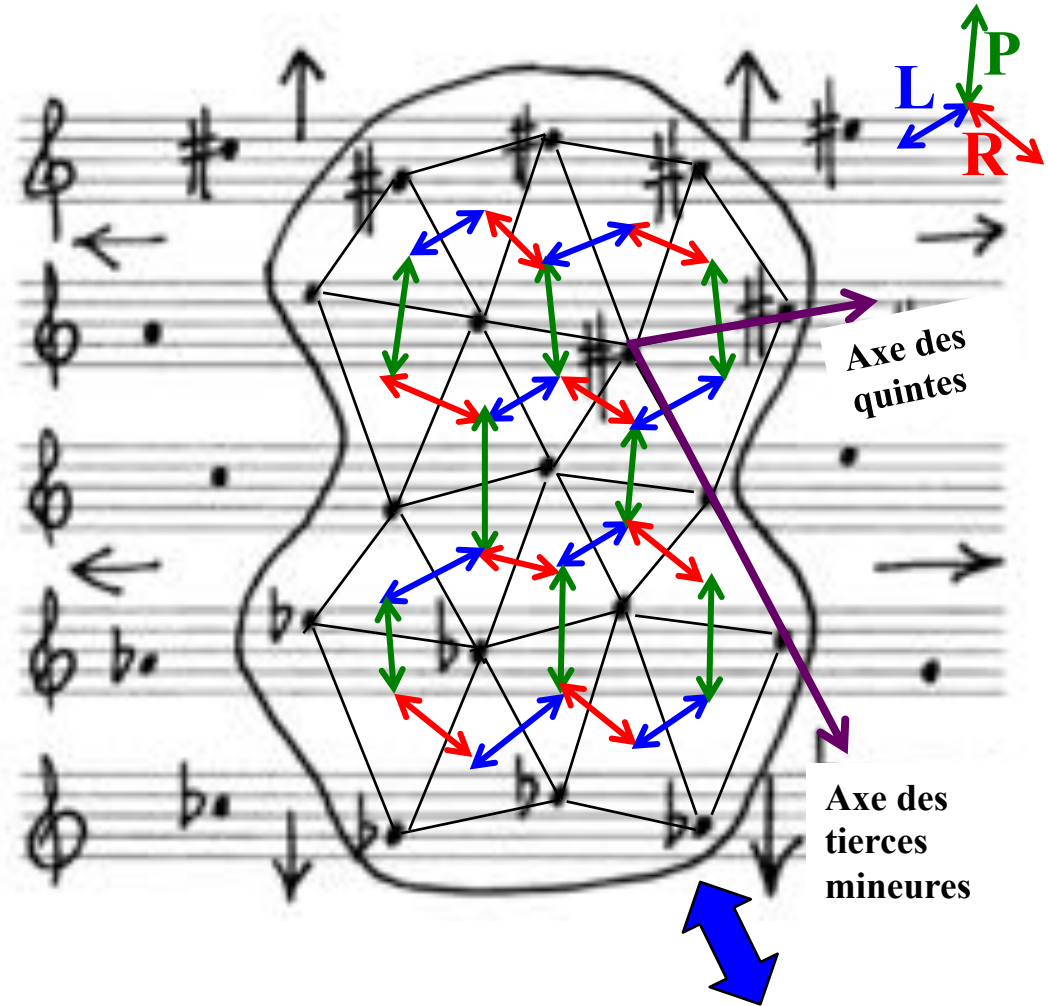


- « L'apothéose de Rameau. Essai sur la question harmonique, *Musiques Nouvelles. Revue d'esthétique*, 21, 105-172, 1968
- « Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

- J.-Ph. Rameau, *Démonstration du principe de l'harmonie*, 1750

La théorie des réseaux et son héritage computationnel

« Il ne faut toutefois pas oublier que le principe même de la méthode réside dans la volonté de construire le lavis de telle sorte que les relations musicales élémentaires effectives, donc ‘en-temps’, (analysées ou composées, mélodiques ou accordiques) soient les plus **serrées** possibles, s’expriment principalement entre notes **voisines** du réseau, dans un sens ou dans l’autre »

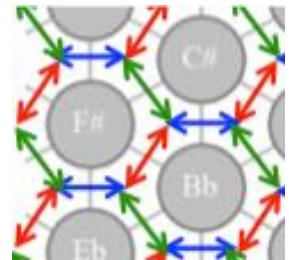
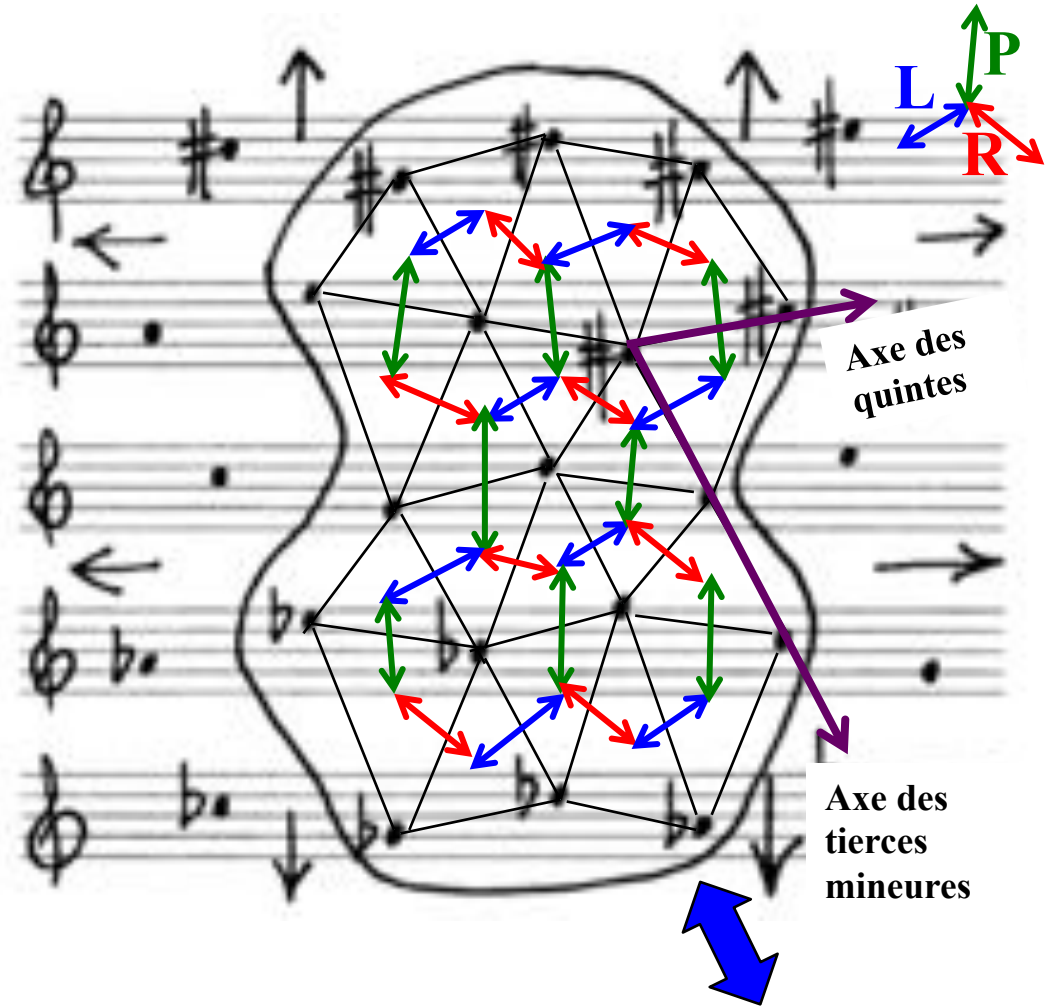


- « Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

La théorie des réseaux et son héritage computationnel

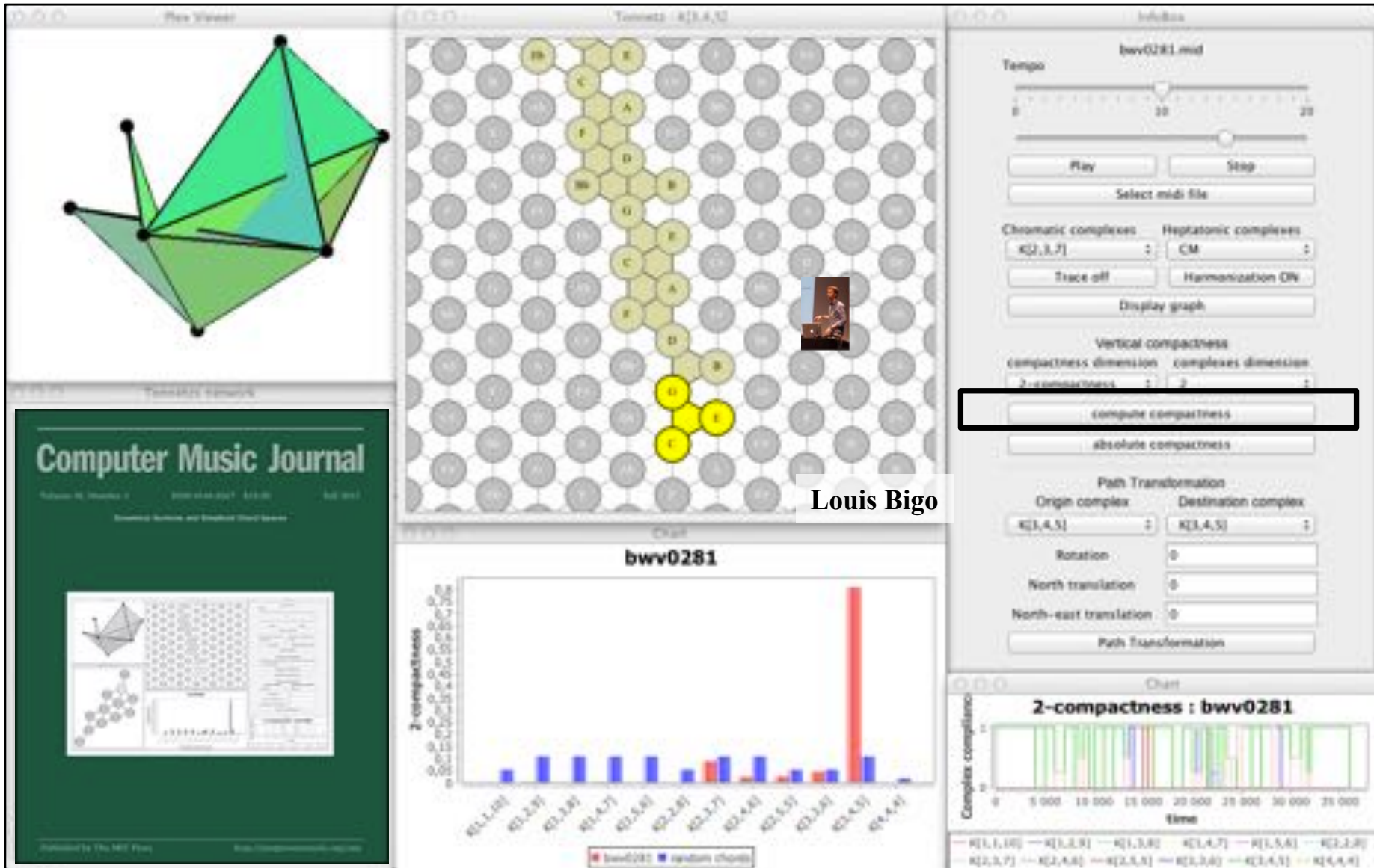
« Il ne faut toutefois pas oublier que le principe même de la méthode réside dans la volonté de construire le lavis de telle sorte que les relations musicales élémentaires effectives, donc ‘en-temps’, (analysées ou composées, mélodiques ou accordiques) soient les plus **serrées** possibles, s’expriment principalement entre notes **voisines** du réseau, dans un sens ou dans l’autre.

Ajoutons encore que l’on peut passer de certains réseaux à certains autres en faisant simplement ‘basculer’ les axes [...] ce qui modifie les rapports de proximité structurelle entre les notes et donc la hiérarchie de leurs intervalles ».



- « Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

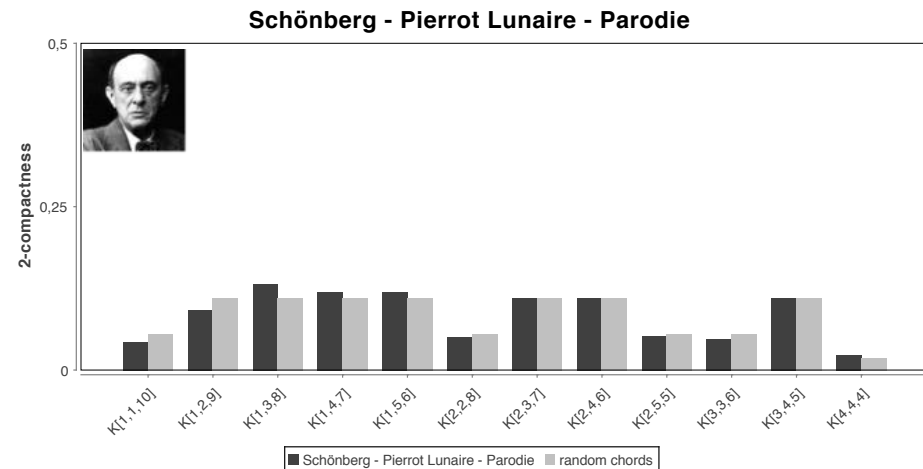
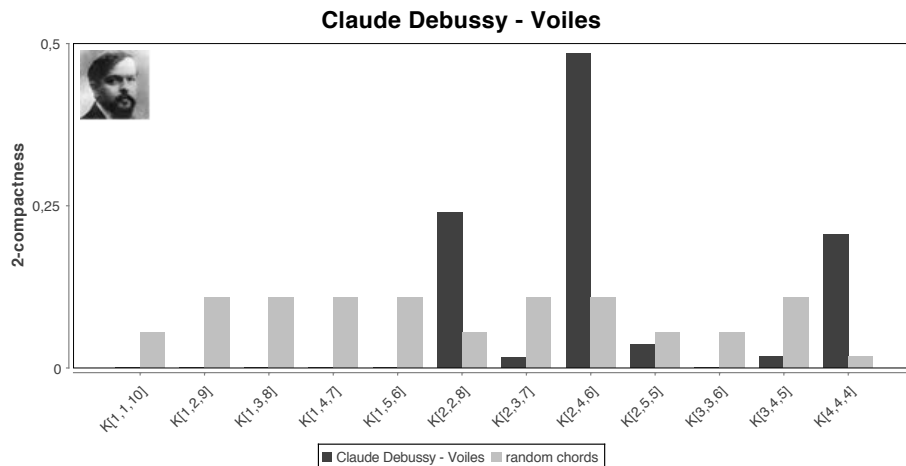
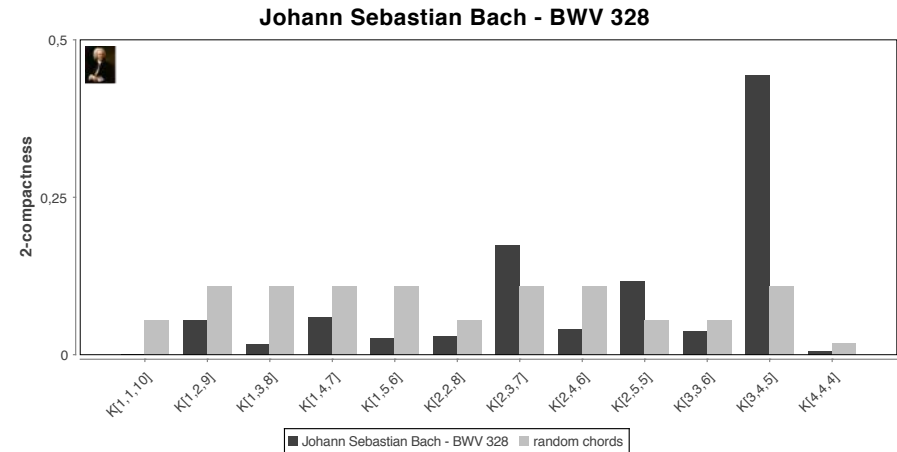
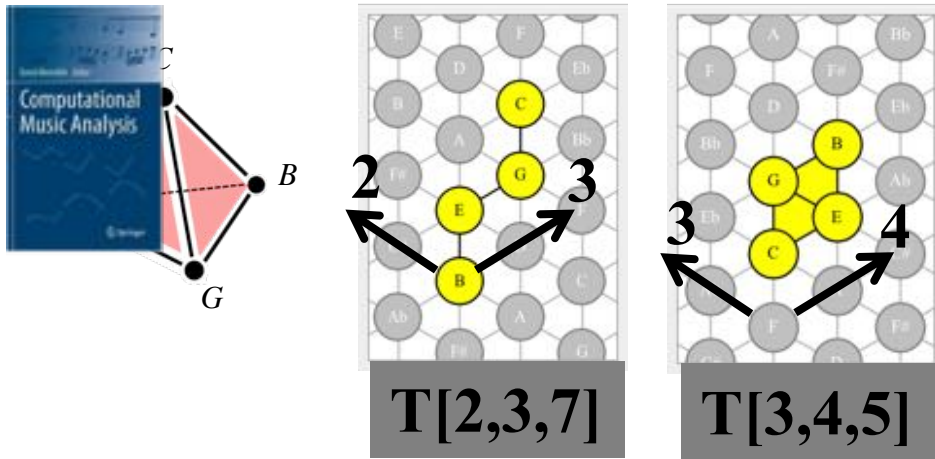
Hexachord et le problème de la classification stylistique



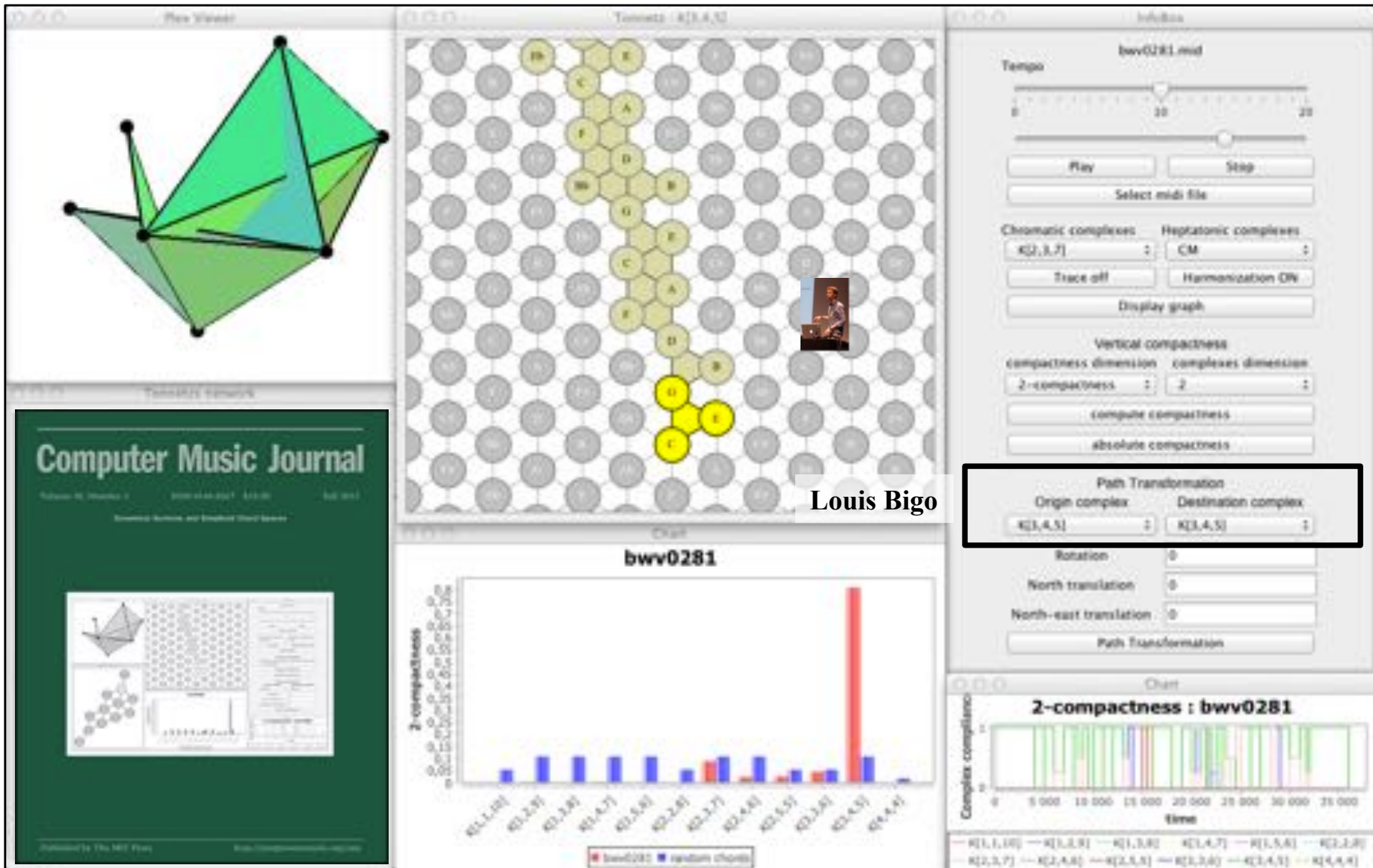
→ <http://www.lacl.fr/~lbigo/hexachord>

Le caractère spatial du « style musical »

Bigo L., M. Andreatta, « Musical analysis with simplicial chord spaces », in D. Meredith (ed.), *Computational Music Analysis*, Springer, 2015

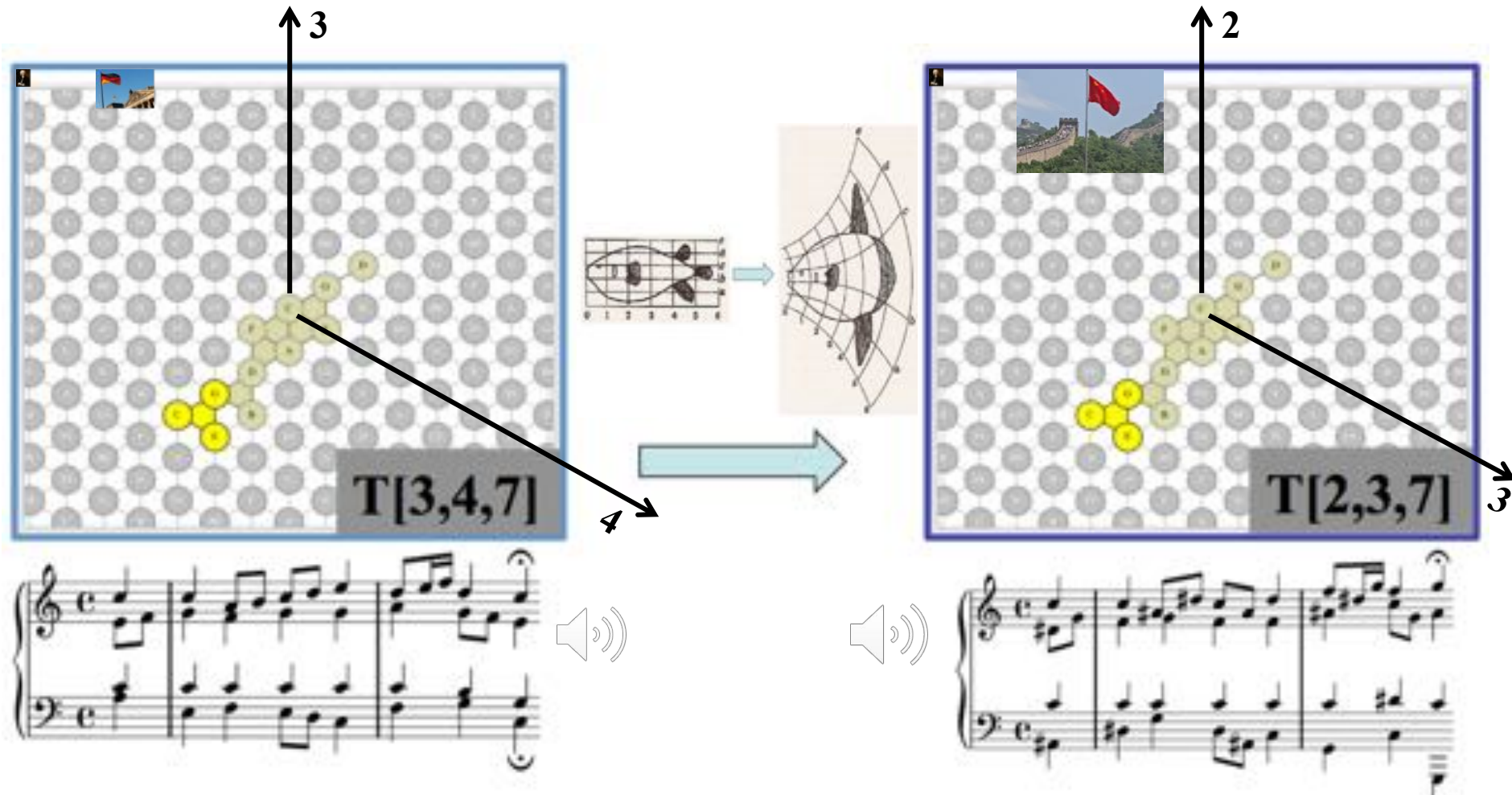


« Embeddings » musicaux dans *Hexachord*



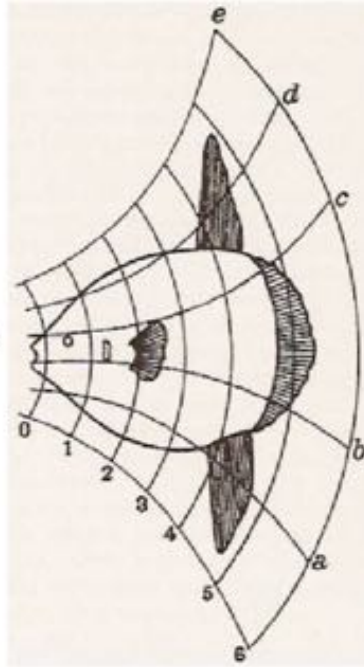
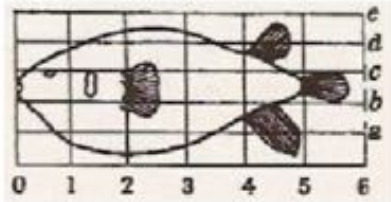
➔ <http://www.lacl.fr/~lbigo/hexachord>

Transformations géométriques et transformations musicales



« Il me semble que le **style** est l'un des outils opératoire majeurs dont nous disposons pour essayer de comprendre la corrélation entre la nature et la culture... Dans le domaine de la musique [...] il ne fait aucun doute, dans mon esprit, qu'il est possible de passer d'une mélodie classique à une mélodie moderne par une **transformation purement mathématique** dont les compositeurs sont, bien entendu, totalement ignorants. Mais le fait saillant à propos du style, c'est que l'esprit humain travaille inconsciemment dans une direction comparable à celle de la nature » (Lévi-Strauss, 1953 / tr. J.-J. Nattiez 1973).

Transformations géométriques et transformations musicales



« [La notion de **transformation**] me vient d'un ouvrage qui a joué pour moi un rôle décisif et que j'ai lu pendant la guerre aux États Unis: *On Growth and Form*, en deux volumes, de D'Arcy Wentworth Thompson, paru pour la première fois en 1917. L'auteur, naturaliste écossais, (...) interprétait comme des transformations les différences visibles entre les espèces ou organes animaux ou végétaux au sein d'un même genre. Ce fut une illumination, d'autant que j'allais vite m'apercevoir que cette façon de voir s'inscrivait dans une longue tradition: derrière Thompson, il y avait la botanique de Goethe, et derrière Goethe, Albert Dürer avec son *Traité de la proportion du corps humain* » (Lévi-Strauss et Eribon, 1988).

Les contraintes dans l'art : l'OuLiPo (Ouvroir de Littérature Potentielle)



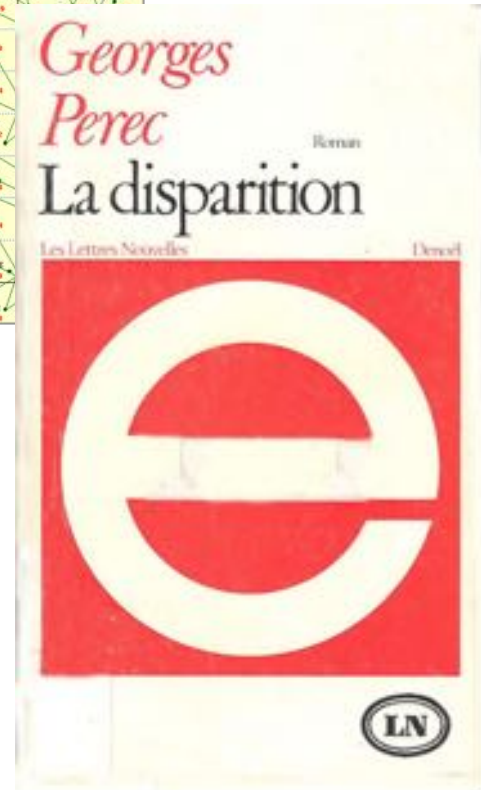
Cent mille milliards de poèmes, 1961



Georges Perec



La vie mode d'emploi,



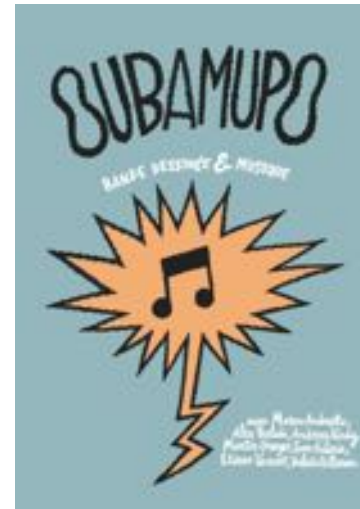
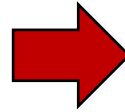
Raymond Queneau



Italo Calvino

Le Château des destins croisés, 1969

De l'OuLiPo à l'OuMuPo (ouvroir de musique potentielle)



Valentin Villenave



Mike Solomon



Jean-François
Piette



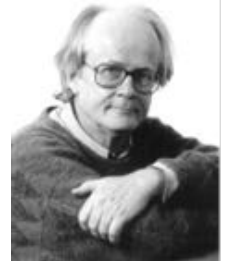
Martin
Granger



Joseph Boisseau



Moreno Andreatta



Tom Johnson

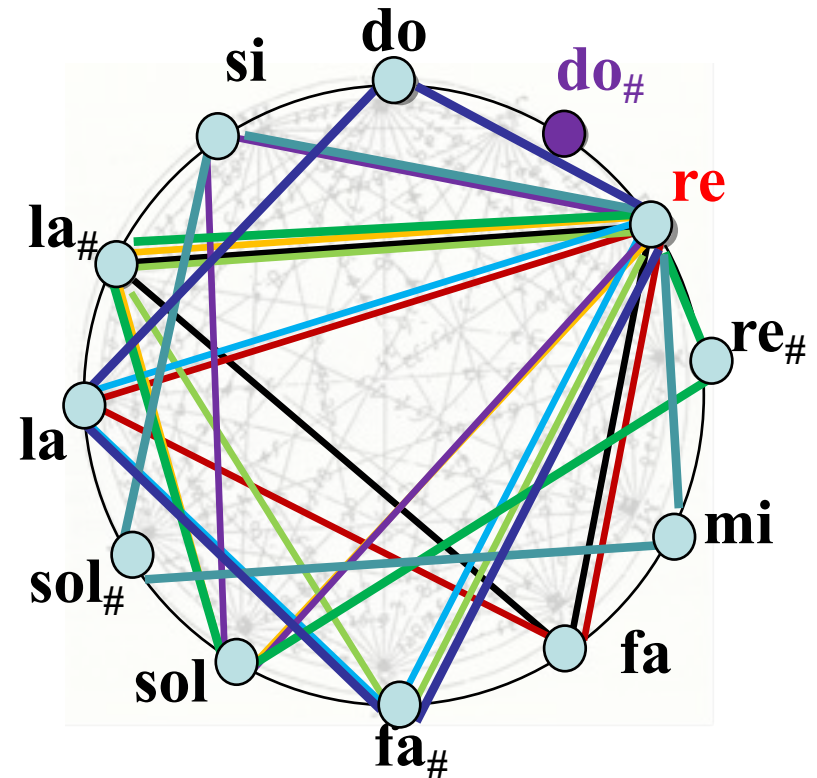
Une chanson permutationnelle : une phrase, **une note** (moins une note !)

Una volta soltanto una storia d'amore finisce (M. Andreatta)

Una volta una storia d'amore
soltanto una storia
Una storia d'amore
soltanto una storia d'amore
Una storia
soltanto una storia
Una storia d'amore
soltanto
Una volta soltanto
una storia d'amore soltanto

Un amore soltanto una volta
soltanto una storia d'amore soltanto
Una storia d'amore
soltanto una volta una storia
Un amore
una volta soltanto
Un amore finisce
soltanto
Una volta una storia d'amore finisce
Un amore soltanto

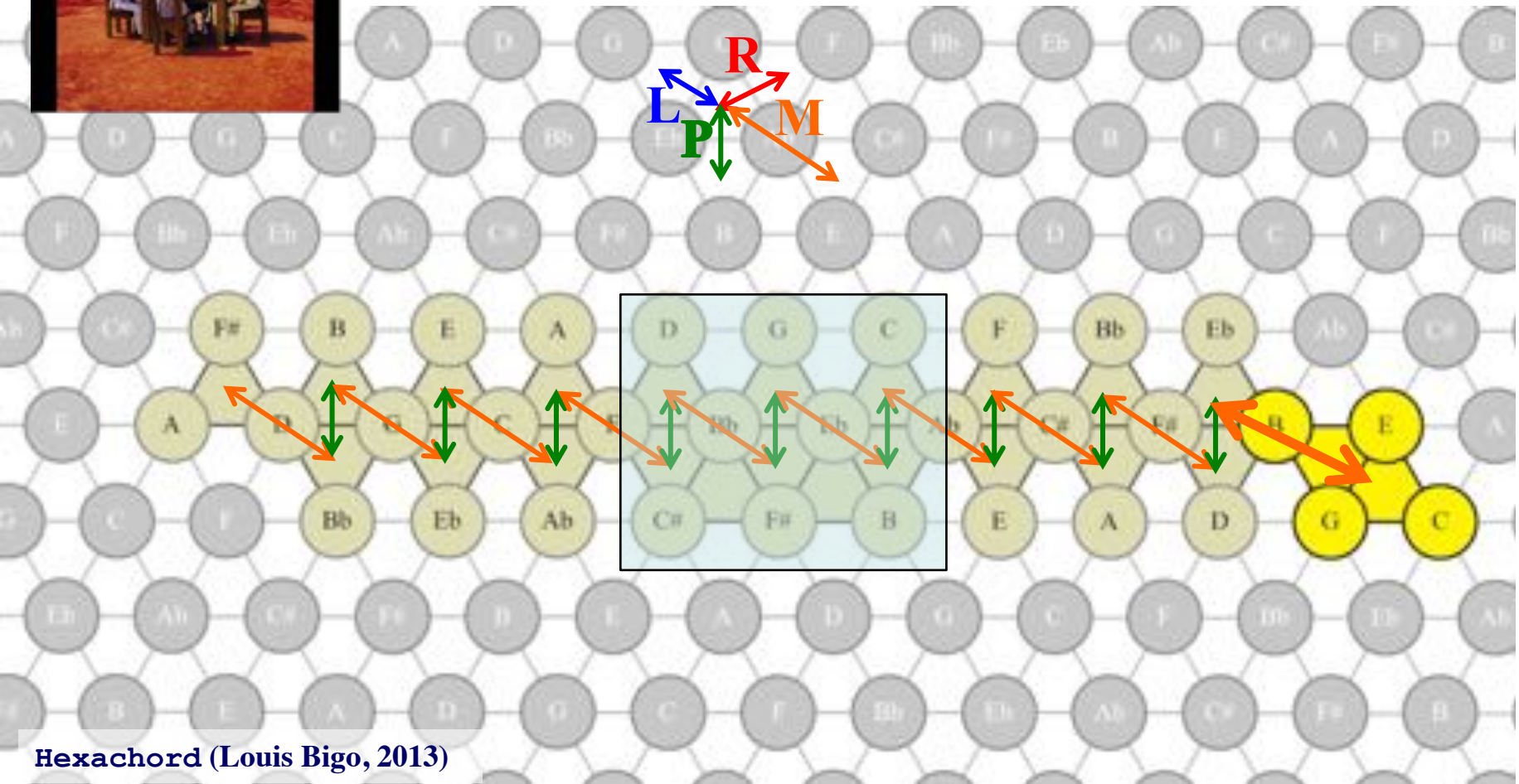
Una volta soltanto una storia d'amore finisce



Symétries et procédés algorithmiques chez *Muse*



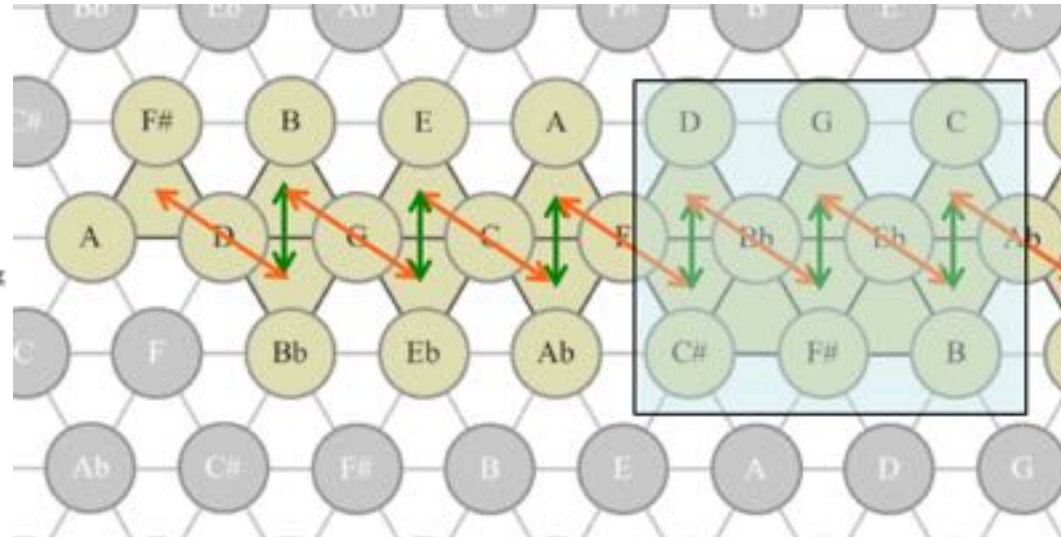
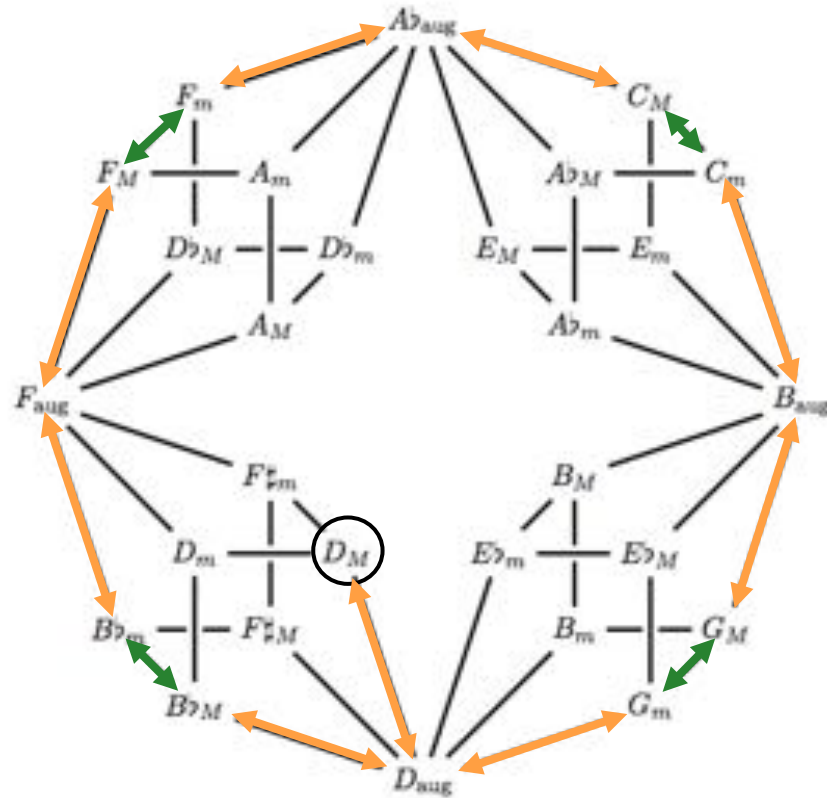
“Take a bow” (*Black Holes and Revelations*, 2006)



Hexachord (Louis Bigo, 2013)

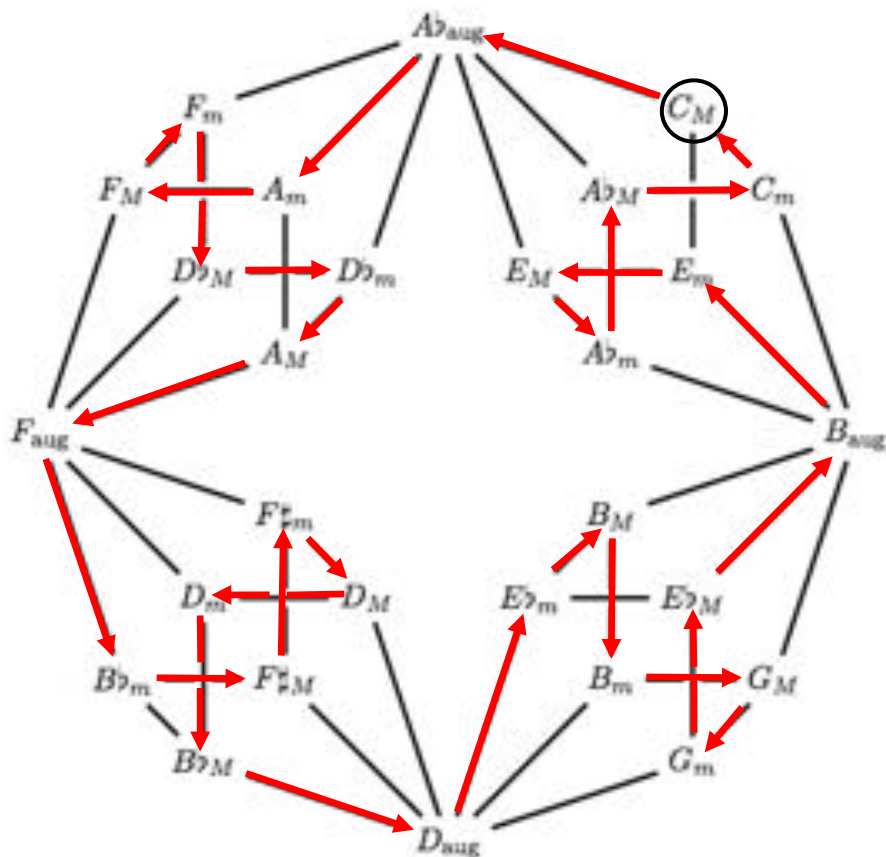
axe temporel

Autres espaces de représentations pour les progressions harmoniques



J. Douthett, P. Steinbach, Parsimonious Graphs: A Study in Parsimony, Contextual Transformation, and Modes of Limited Transposition, *Journal of Music Theory*, 42/2, 1998.

The Gunner's Hamiltonian Dream (un expériment hamiltonien sur une chanson de Pink-Floyd)



The Gunner's dream (R. Waters, 1983 / M. Andreatta, 2018)

C+
 Floating down through the clouds
 Am F
 Memories come rushing up to meet me now.
 Fm
 In the space between the heavens
 C# C#m
 and in the corner of some foreign field
 A F+ Bbm
 I had a dream.
 F# F#m D Dm
 I had a dream.
 Bb
 Good-bye Max.
 D+
 Good-bye Ma.
 Ebm B
 After the service when you're walking slowly to the car
 Bm G
 And the silver in her hair shines in the cold November air
 Gm
 You hear the tolling bell
 Eb
 And touch the silk in your lapel
 G+ Em E G#m
 And as the tear drops rise to meet the comfort of the band
 G# Cm
 You take her frail hand
 C
 And hold on to the dream.

Les trois cycles hamiltoniens utilisés ($C_M = C$, $C_m = C_m$, $C_{aug} = C+$)

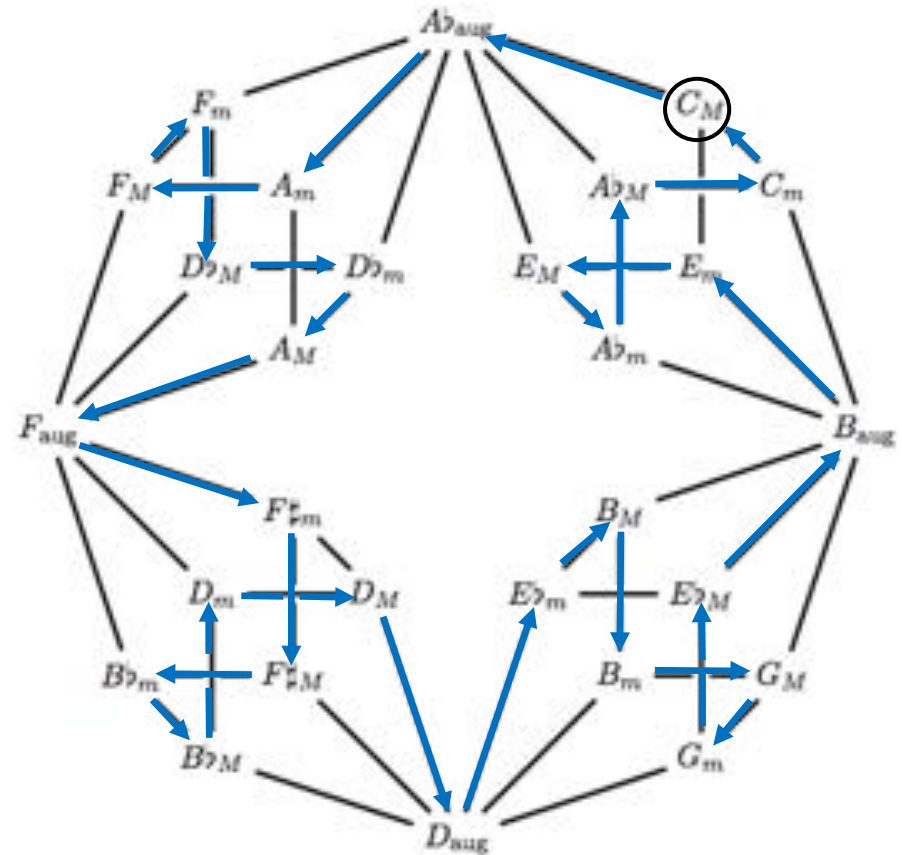
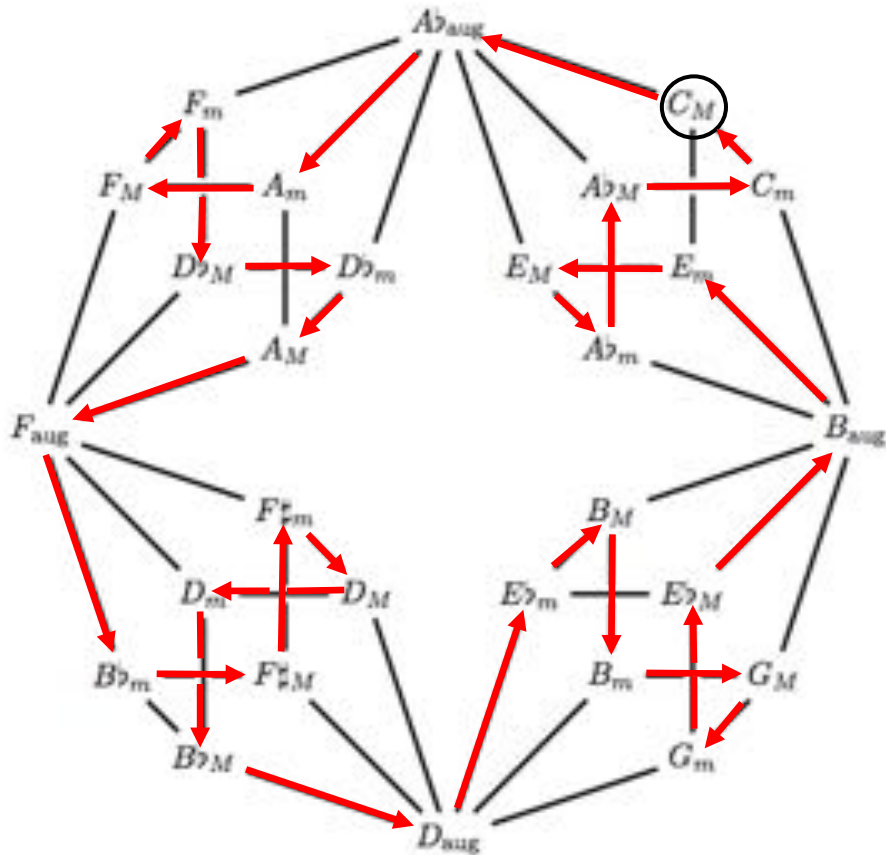
$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A \rightarrow F+ \rightarrow Bbm \rightarrow F\# \rightarrow F\#m \rightarrow D \rightarrow Dm \rightarrow Bb \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Em \rightarrow E \rightarrow G\#m \rightarrow G\# \rightarrow Cm \rightarrow C$

$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A \rightarrow F+ \rightarrow F\#m \rightarrow F\# \rightarrow Bbm \rightarrow Bb \rightarrow Dm \rightarrow D \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Em \rightarrow E \rightarrow G\#m \rightarrow G\# \rightarrow Cm \rightarrow C$

$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A \rightarrow F+ \rightarrow F\#m \rightarrow D \rightarrow Dm \rightarrow Bb \rightarrow Bbm \rightarrow F\# \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Cm \rightarrow G\# \rightarrow G\#m \rightarrow E \rightarrow Em \rightarrow C$



The Gunner's Hamiltonian Dream (un expériment hamiltonien sur une chanson de Pink-Floyd)

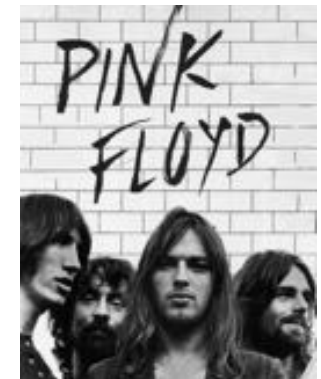


Les trois cycles hamiltoniens utilisés ($C_M = C$, $C_m = C_m$, $C_{aug} = C+$)

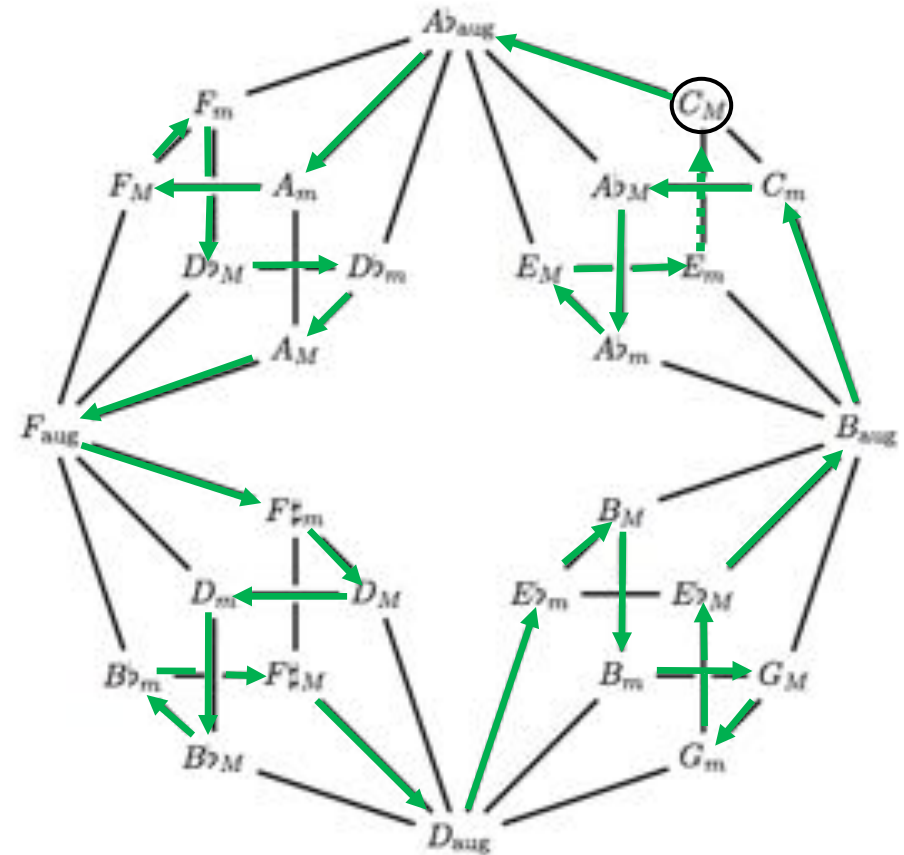
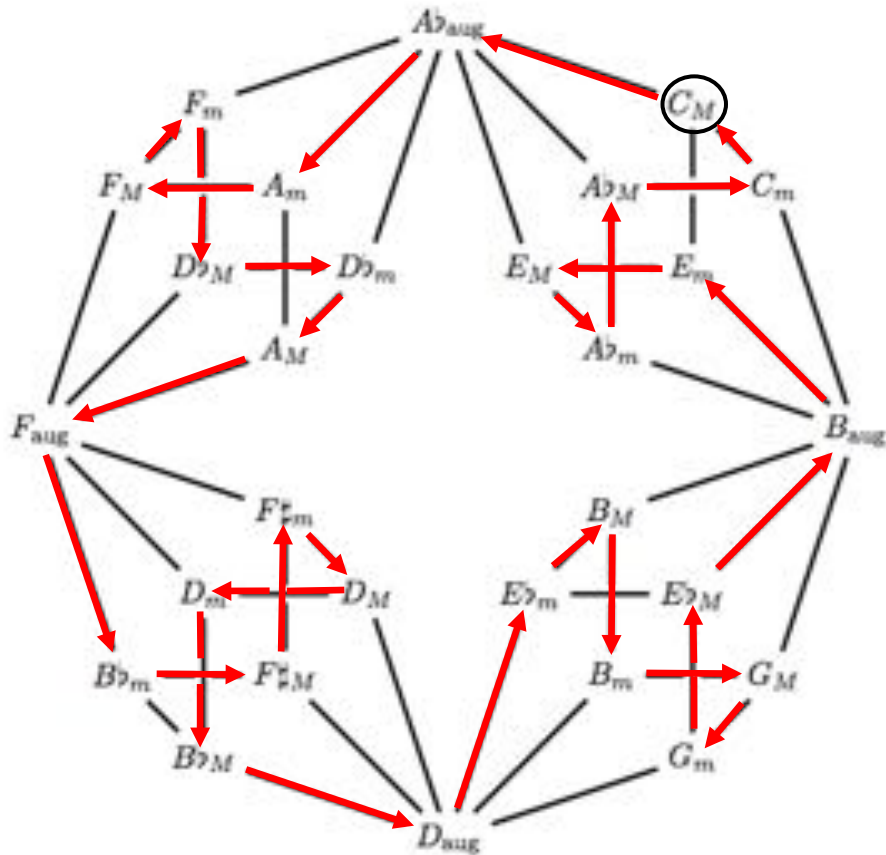
$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A- \rightarrow F+ \rightarrow Bbm \rightarrow F\# \rightarrow F\#m \rightarrow D- \rightarrow Dm \rightarrow Bb \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B- \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G- \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Em \rightarrow E- \rightarrow G\#m \rightarrow G\# \rightarrow Cm \rightarrow C$

$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A- \rightarrow F+ \rightarrow F\#m \rightarrow F\# \rightarrow Bbm \rightarrow Bb \rightarrow Dm \rightarrow D- \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B- \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G- \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Em \rightarrow E- \rightarrow G\#m \rightarrow G\# \rightarrow Cm \rightarrow C$

$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A- \rightarrow F+ \rightarrow F\#m \rightarrow D- \rightarrow Dm \rightarrow Bb \rightarrow Bbm \rightarrow F\# \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B- \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G- \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Cm \rightarrow G\# \rightarrow G\#m \rightarrow E- \rightarrow Em \rightarrow C$



The Gunner's Hamiltonian Dream (un expériment hamiltonien sur une chanson de Pink-Floyd)

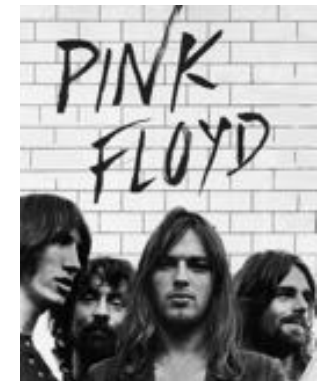


Les trois cycles hamiltoniens utilisés ($C_M = C$, $C_m = C_m$, $C_{aug} = C+$)

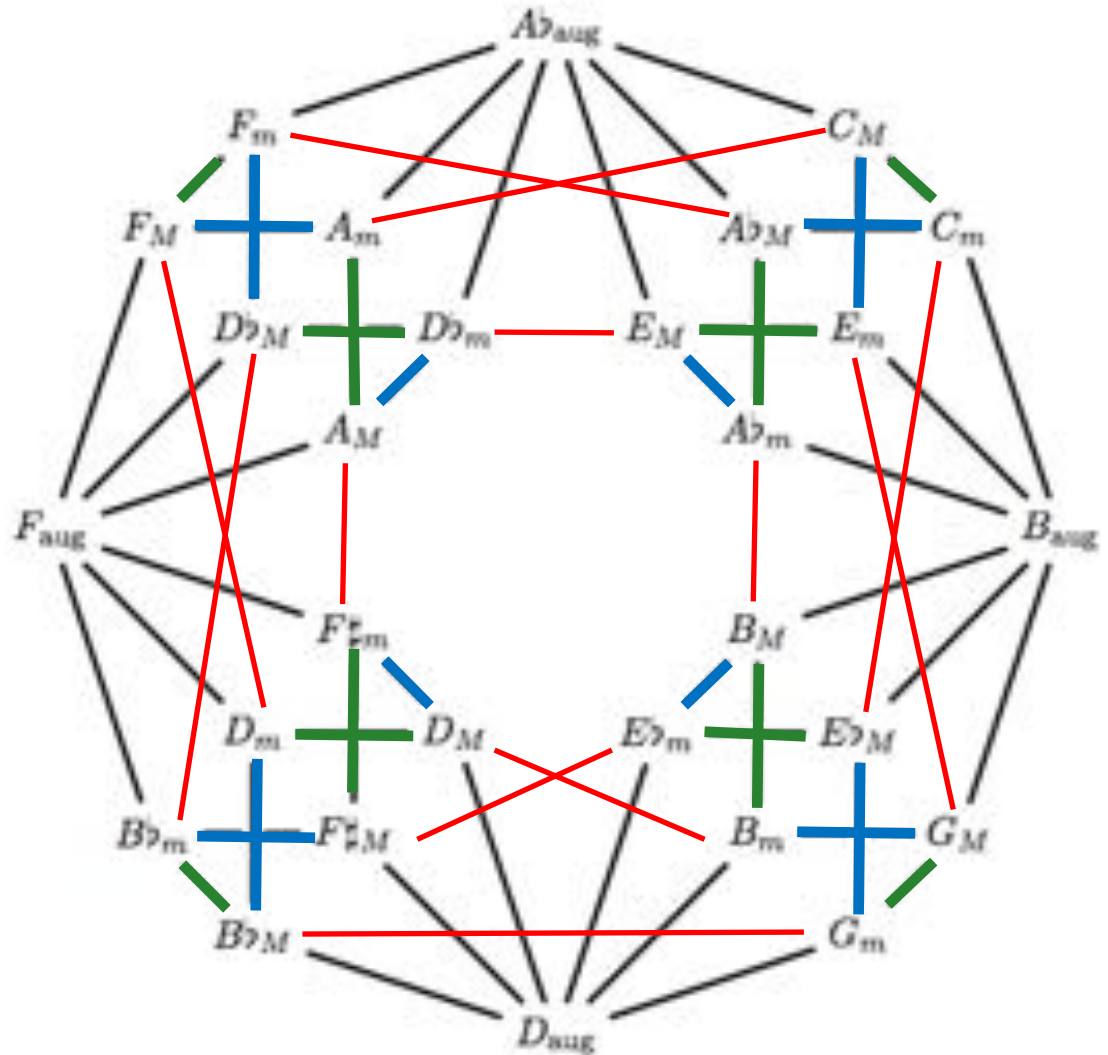
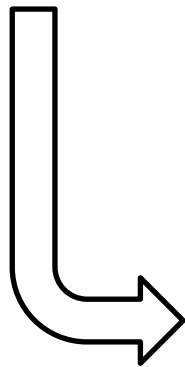
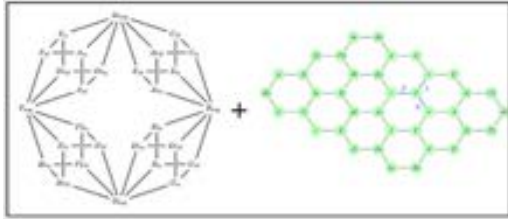
$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A \rightarrow F+ \rightarrow Bbm \rightarrow F\# \rightarrow F\#m \rightarrow D \rightarrow Dm \rightarrow Bb \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Em \rightarrow E \rightarrow G\#m \rightarrow G\# \rightarrow Cm \rightarrow C$

$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A \rightarrow F+ \rightarrow F\#m \rightarrow F\# \rightarrow Bbm \rightarrow Bb \rightarrow Dm \rightarrow D \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Em \rightarrow E \rightarrow G\#m \rightarrow G\# \rightarrow Cm \rightarrow C$

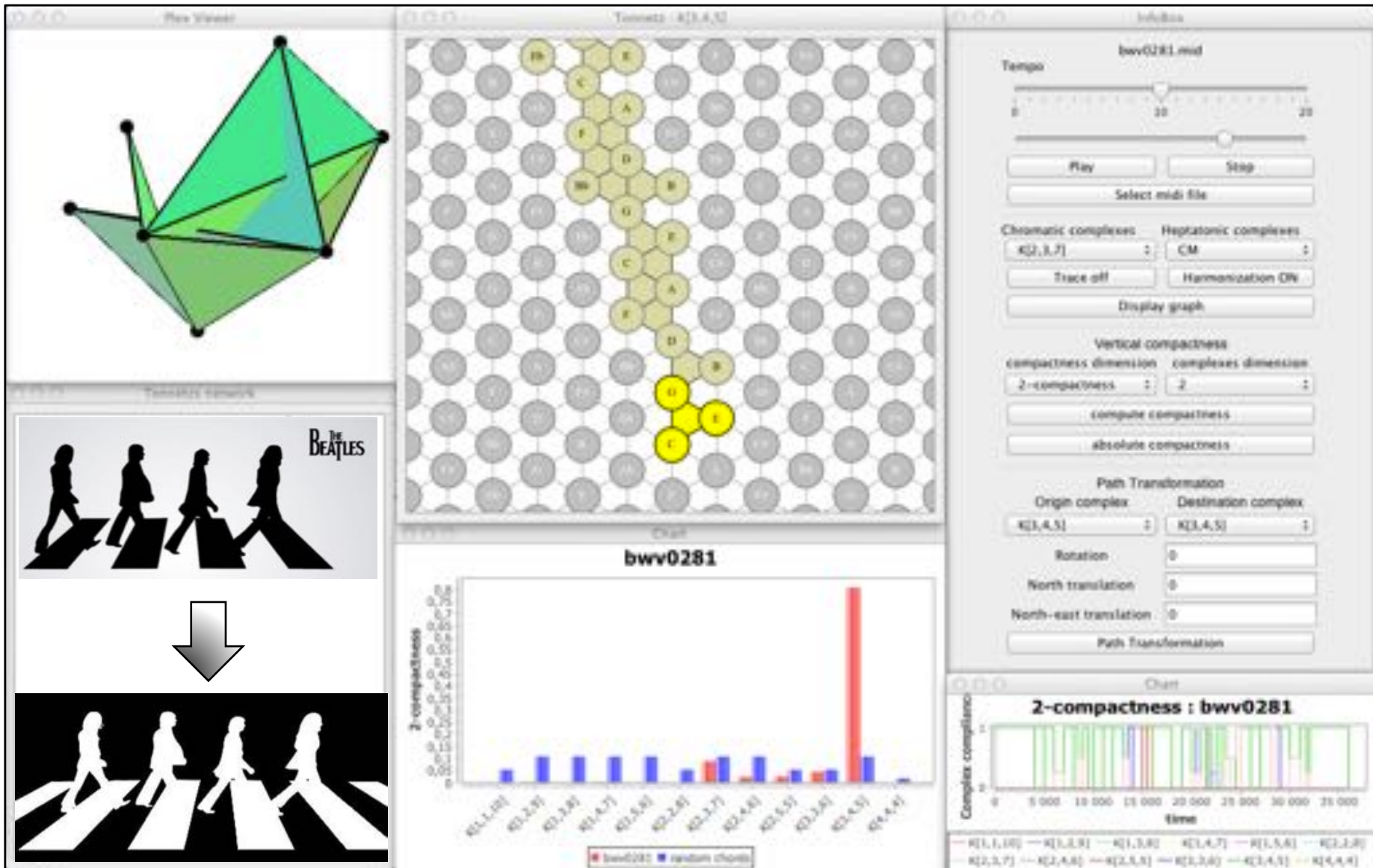
$C \rightarrow C+ \rightarrow Am \rightarrow F \rightarrow Fm \rightarrow C\# \rightarrow C\#m \rightarrow A \rightarrow F+ \rightarrow F\#m \rightarrow D \rightarrow Dm \rightarrow Bb \rightarrow Bbm \rightarrow F\# \rightarrow D+ \rightarrow Ebm \rightarrow B \rightarrow Bm \rightarrow$
 $\rightarrow G \rightarrow Gm \rightarrow Eb \rightarrow G+ \rightarrow Cm \rightarrow G\# \rightarrow G\#m \rightarrow E \rightarrow Em \rightarrow C$



Cube-Dance et Tonnetz : à vous de jouer !

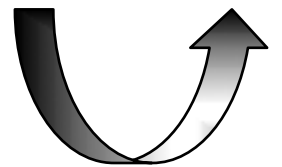
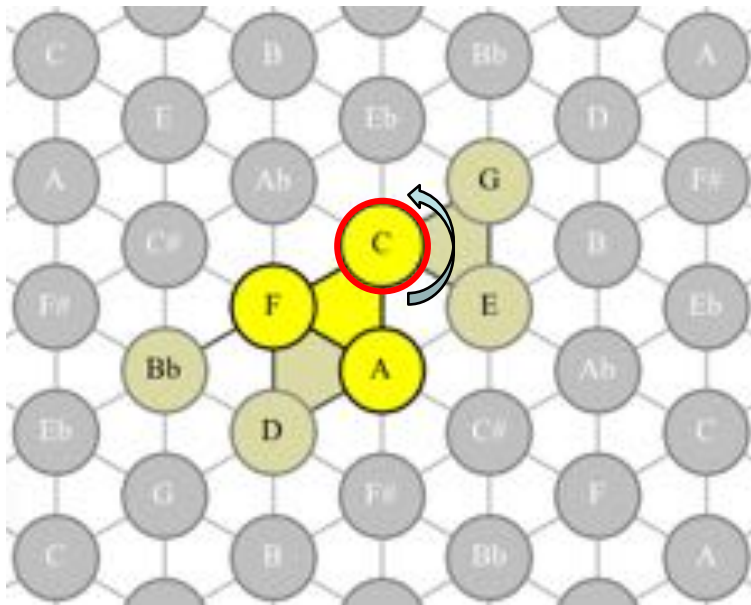


Harmonie négative ou dualité majeur/mineur

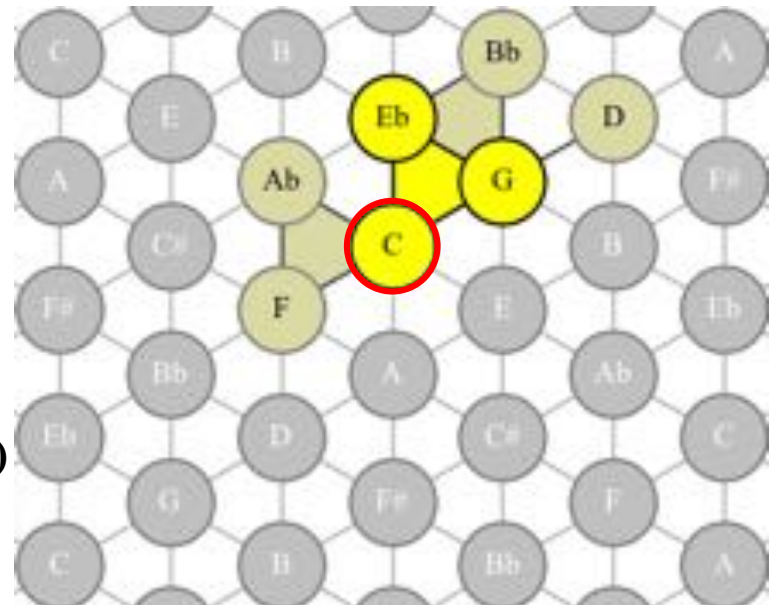


→ <http://www.lacl.fr/~lbigo/hexachord>

Harmonie négative et rotations dans le Tonnetz



Rotation
(autour du *do*)



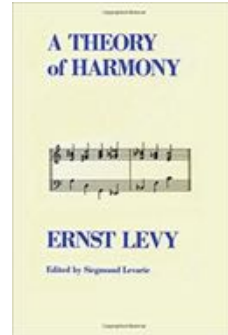
La « Negative/Symmetric Harmony » (de Jacob Collier/Steve Coleman)

La série des harmoniques supérieurs



La série (imaginaire) des harmoniques inférieurs

- Ernst Lévy, *A Theory of Harmony*, Albany, New York, 1985
- Jacob Collier, « Negative Harmony » (vidéos online)
- Steve Coleman, « Symmetrical Movement Concept » (online)



Ernst Lévy
(1895-1981)



Steve Coleman



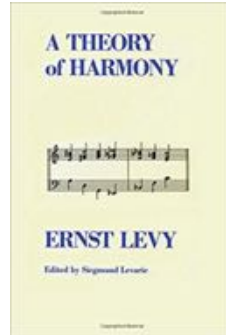
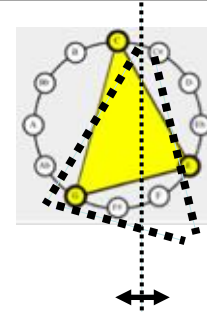
C. Corea, J. Collier & H. Hancock

La « Negative/Symmetric Harmony » (de Jacob Collier/Steve Colemann)

La série des harmoniques supérieurs



C
↓
Fm



Ernst Lévy
(1895-1981)



Steve Coleman

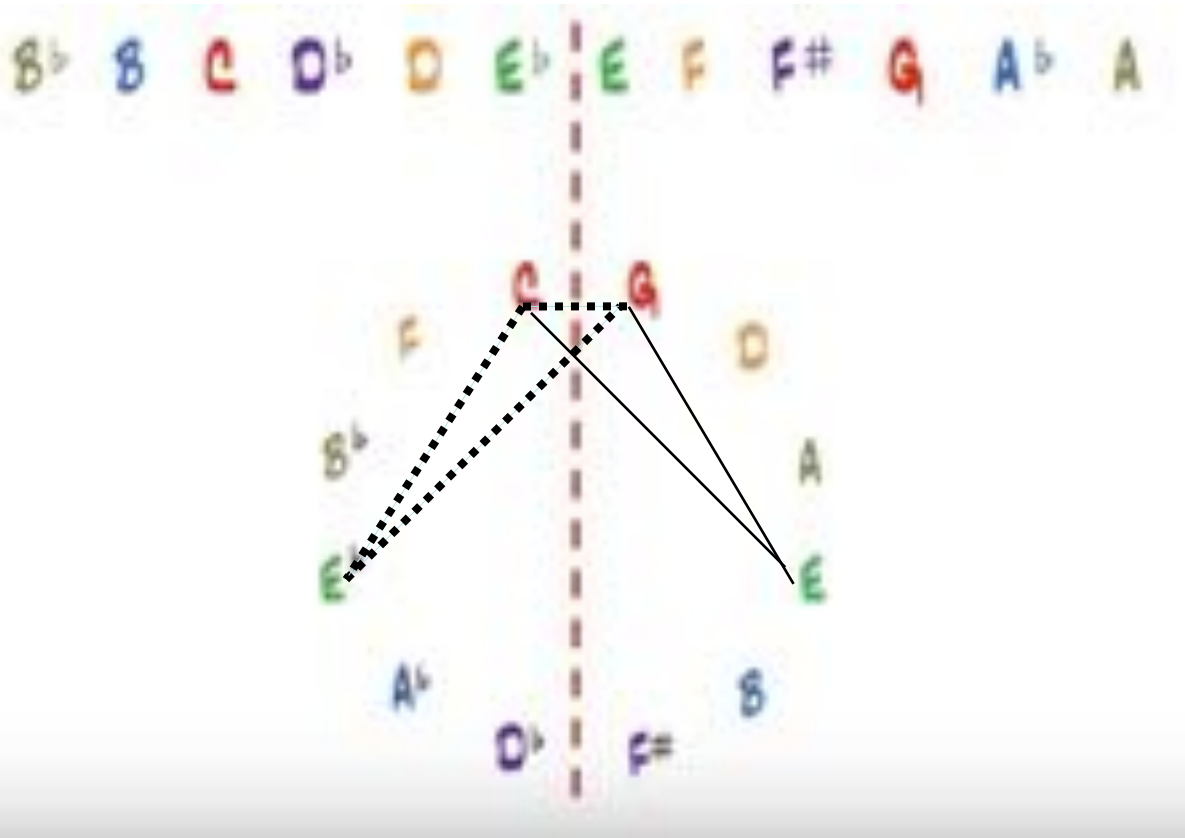
La série (imaginaire) des harmoniques inférieurs

- Ernst Lévy, *A Theory of Harmony*, Albany, New York, 1985
- Jacob Collier, « Negative Harmony » (vidéos online)
- Steve Coleman, « Symmetrical Movement Concept » (online)



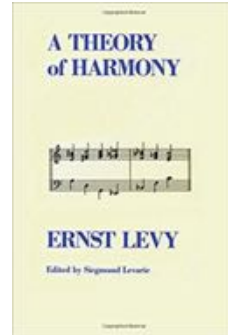
C. Corea, J. Collier & H. Hancock

La « Negative/Symmetric Harmony » (de Jacob Collier/Steve Coleman)



Paul Croteau, Negative Harmony - Is It A Thing?
https://www.youtube.com/watch?v=eBW5gab0_xs

- Ernst Lévy, *A Theory of Harmony*, Albany, New York, 1985
- Jacob Collier, « Negative Harmony » (vidéos online)
- Steve Coleman, « Symmetrical Movement Concept » (online)



Ernst Lévy
(1895-1981)

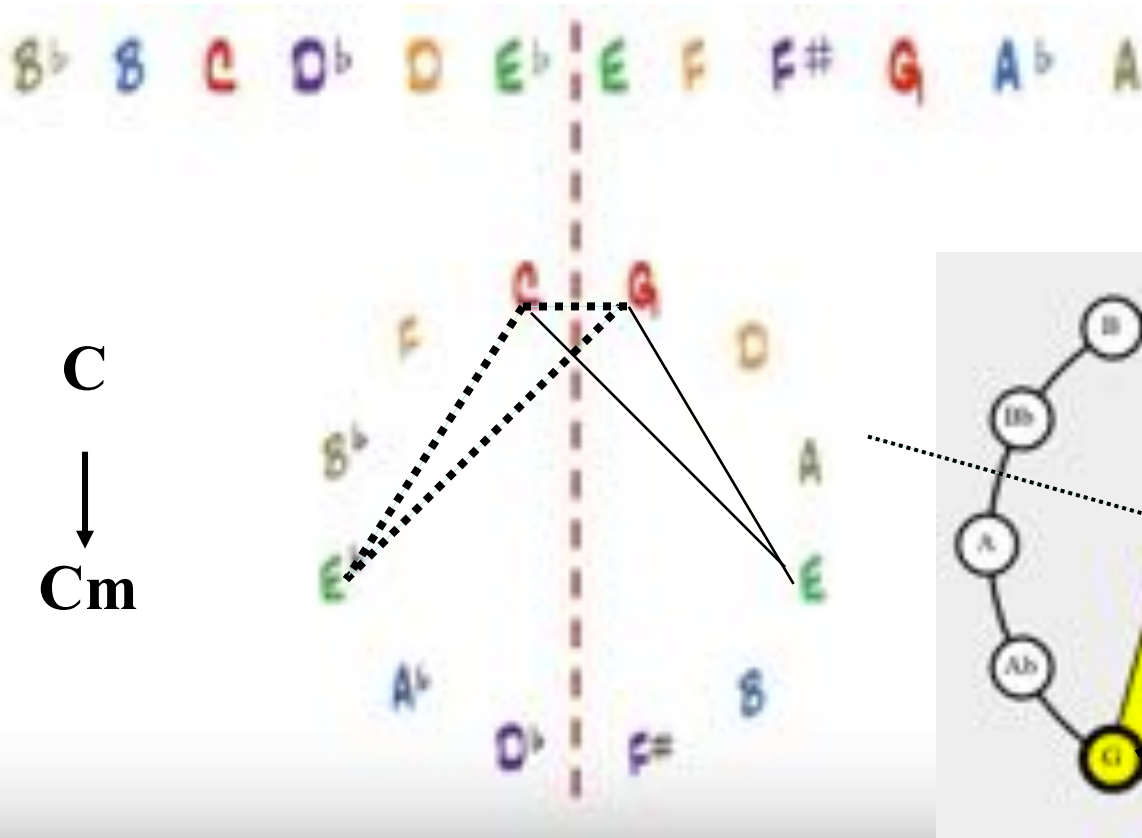


Steve Coleman

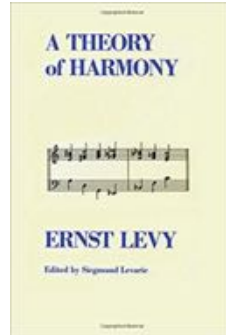
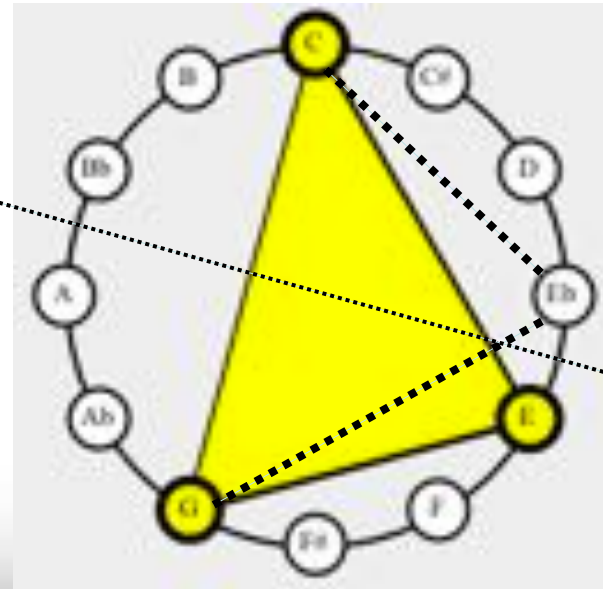


C. Corea, J. Collier & H. Hancock

La « Negative/Symmetric Harmony » (de Jacob Collier/Steve Colemann)



C
↓
Cm



Ernst Lévy
(1895-1981)



Steve Coleman

Paul Croteau, Negative Harmony - Is It A Thing?
https://www.youtube.com/watch?v=eBW5gab0_xs

- Ernst Lévy, *A Theory of Harmony*, Albany, New York, 1985
- Jacob Collier, « Negative Harmony » (vidéos online)
- Steve Coleman, « Symmetrical Movement Concept » (online)



C. Corea, J. Collier & H. Hancock

The collage features several musical scores for Brazilian songs:

- Sonoroso** by B. Napolitano
- Aeroporto do Galeão** by Alceu Carilho
- Brejeiro** by Ernesto Nazareth
- Apanhei-te Cavaquinho** by Ernesto Nazareth and Baldoan
- Escovado** by Jorge Bruckner
- Doutor de Glas**

The scores are presented in a grid-like fashion with overlapping borders, showing various musical notations including treble and bass clefs, notes, rests, and chords.

Le projet SMIR : Structural Music Information Research

Signal-based
Music
Information
Retrieval



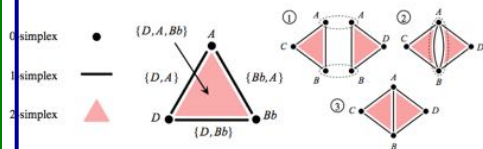
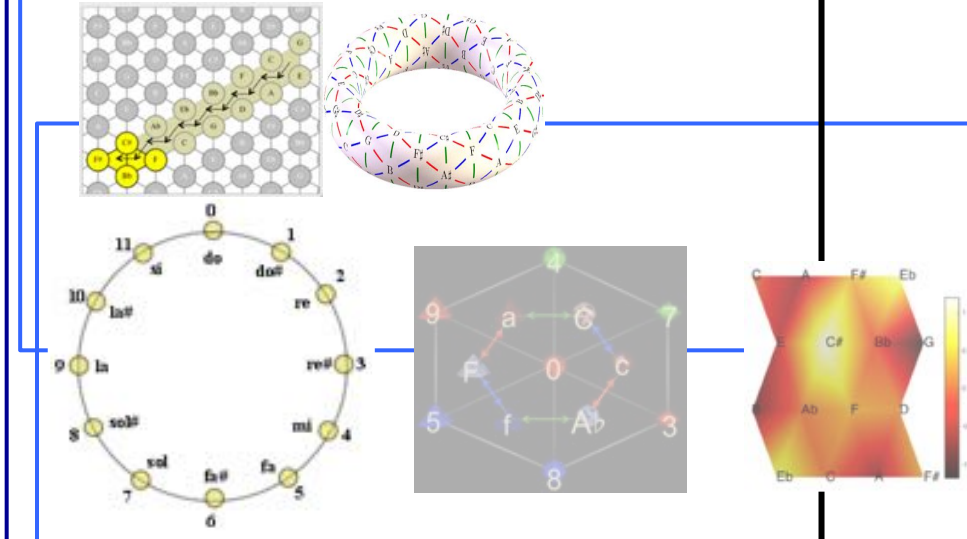
Oleg Berg



Modèles
algébriques

Modèles
topologiques

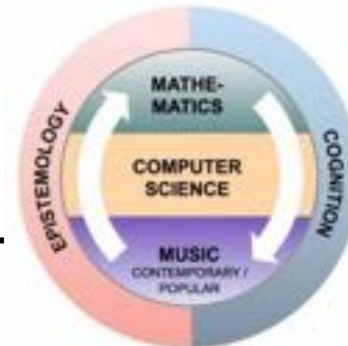
Modèles
mathématiques



Modèles computationnels

Modèles cognitifs

Structural Symbolic Music
Information Research



Hexachord (by Louis Bigo, 2013)

Merci de votre attention !

