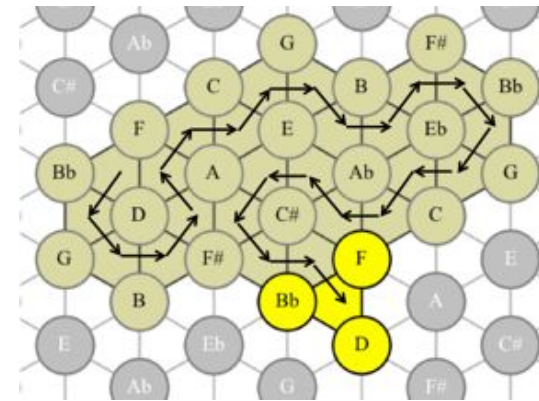
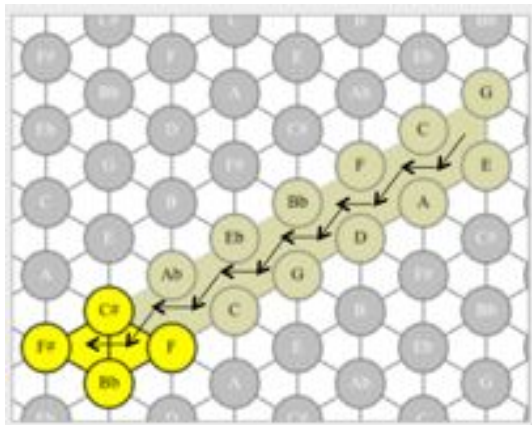


quelques éléments d'une recherche 'mathémusicale'

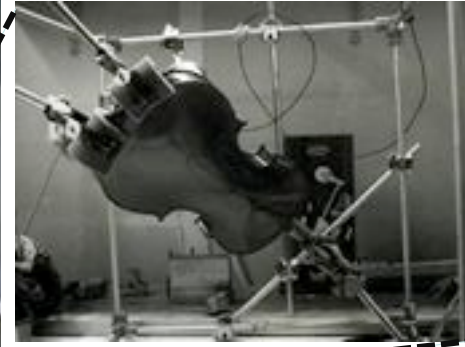
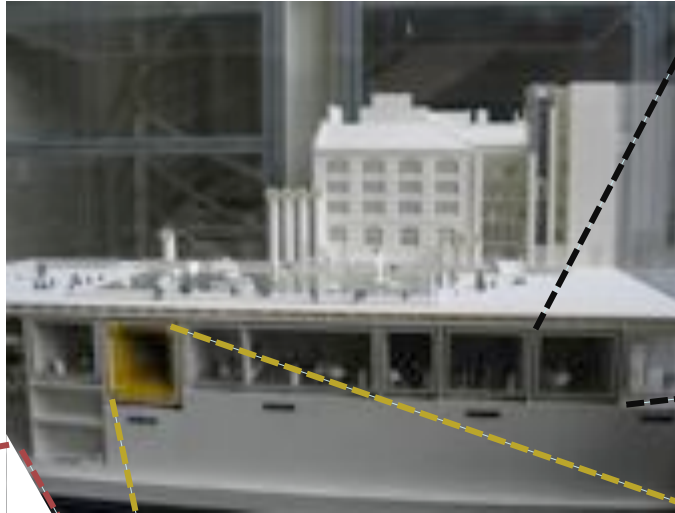
24 mars 2016
10h45-11h30

Moreno Andreatta

Equipe Représentations Musicales
IRCAM / CNRS UMR 9912 / UPMC
Moreno.Andreatta@ircam.fr



La recherche musicale et scientifique à l'IRCAM...



... entre musique savante et *popular music*



MusiqueLab 2



→ 15h45-16h30

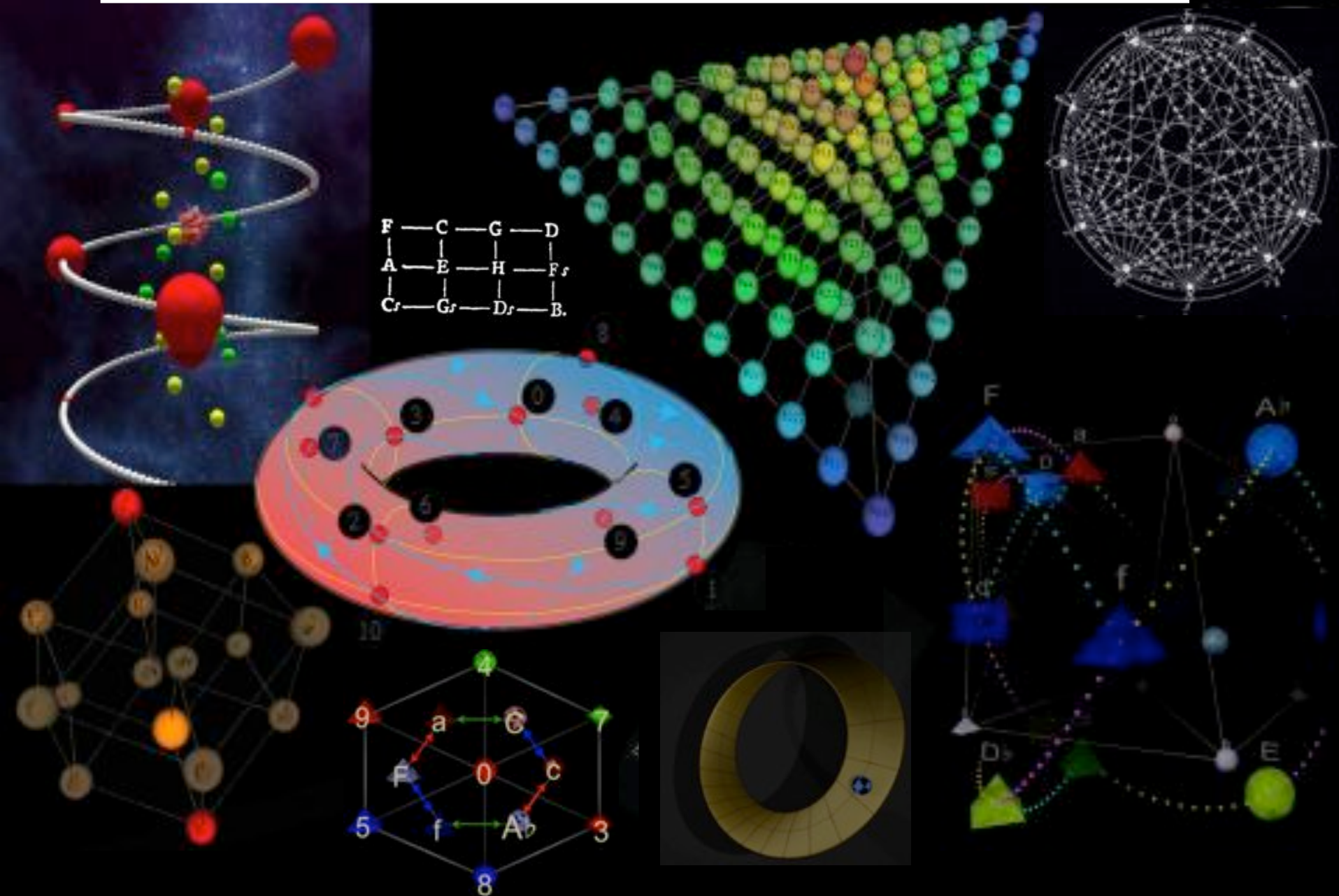


OMAX (logiciel d'improvisation)



www.ircam.fr

La galaxie des modèles géométriques au service de la musique



L'algèbre (le temps) et la géométrie (l'espace) en musique

MATH / MUSIC MEETINGS

Creativity in Music and Mathematics

Pierre Boulez & Alain Connes

Encounter with two major figures of musical creation and contemporary mathematical research: Pierre Boulez and Alain Connes.

What is the role of intuition in mathematical reasoning and in artistic activities? Is there an aesthetic dimension to mathematical activity? Does the notion of elegance of a mathematical demonstration or of a theoretical construction in music play a role in creativity?



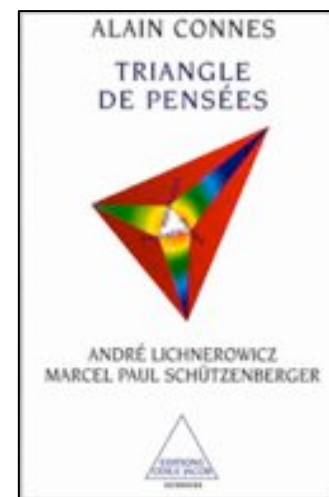
Gérard Assayag, director of the CNRS/IRCAM Laboratory for The Science and Technology of Music and Sound, will lead this dialogue on invention in the two disciplines.

Photo: Pierre Boulez © Jean Radet

Wednesday, June 15, 2011, 6:30pm / IRCAM, Espace de projection

« La **musique** s'inscrit dans le temps exactement comme l'**algèbre** : dans les mathématiques, il y a cette dualité fondamentale entre d'un côté la **géométrie** qui correspond aux arts visuels, aux images mentales ; et de l'autre côté l'**algèbre**, qui inscrit une temporalité. Cela s'inscrit dans le temps, c'est le **calcul**, quelque chose qui est très proche du langage, et qui en a la précision diabolique.. »

(Alain Connes, dans “Créativité en musique et en mathématiques”, Ircam, Conférence MCM, juin 2011).

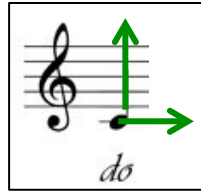
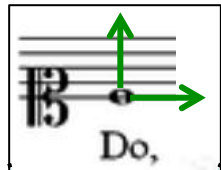


The logo on the left consists of a blue stylized flower or star shape with the letters S, E, M, M, E, S arranged around a central infinity symbol. To the right is the cover of a book titled "Mathematics and Music" by Schenck, Schenck, and Schenck, published by Schenck.

-
- The collage features several book covers. At the top left is 'Composition as Mathematical and Musical Theory' by epos. To its right is 'The Treasures of Music' by Springer, which has a dark cover with a golden, abstract shape. Below these are three smaller covers from epos: 'RINGS IN MUSIC AND ITS MATHEMATICS?', 'MATHEMATICAL THEORY OF MUSIC', and 'IN SEARCH OF A NEW WAY OF MUSIC'. In the center is a large cover for 'Journal of Mathematics & Music: Mathematical and Computational Approaches to Music Theory, Practice, and Composition' by Springer, featuring a blue background with a white, stylized, circular pattern. At the bottom are two more Springer covers: 'Mathematics and Computation in Music' on the left and 'Mathematics and Computation in Music' on the right, both with orange and blue covers.



Canons énigmatiques chez Bach et géométrie

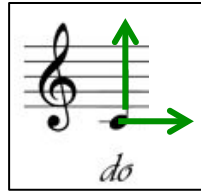
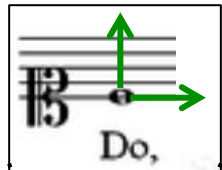


Canones diversi
super thema regium:

1. Canon a 2

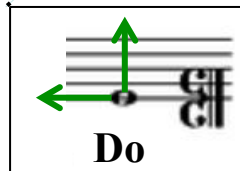


Canons énigmatiques chez Bach et géométrie



Canones divers
super thema regium

1. Canon a 2



Ma fin est mon début (mais renversé !)

Canones diversi super thema regium

1. Canon a 2



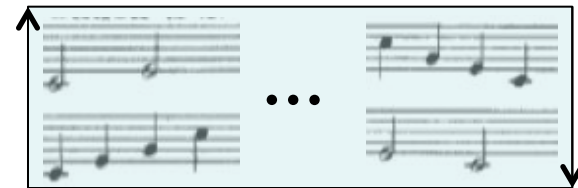
Handwritten musical score for Canon a 2, measures 1-10. The score is in G major (one sharp) and 3/4 time. It features two staves. The first staff begins with a treble clef and a common time signature 'C', which changes to 3/4. The second staff begins with a bass clef. The music consists of eighth and sixteenth notes.

Canones diversi super thema regium

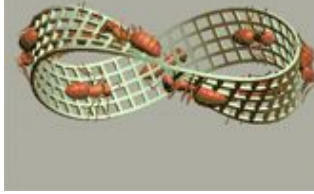
1. Canon a 2



Handwritten musical score for Canon a 2, measures 11-20. The score continues from the previous page. Measures 11-14 are highlighted with a light blue box. Measures 15-18 are on a new system. Measures 19-20 are on a third system and are also highlighted with a light blue box. The notation remains consistent with the previous page.



Ma fin est mon début (mais renversé !)

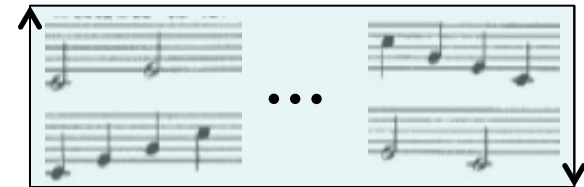


Canones diversi super thema regium

1. Canon a 2

Canones diversi super thema regium

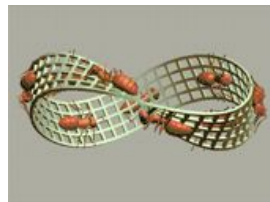
1. Canon a 2





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

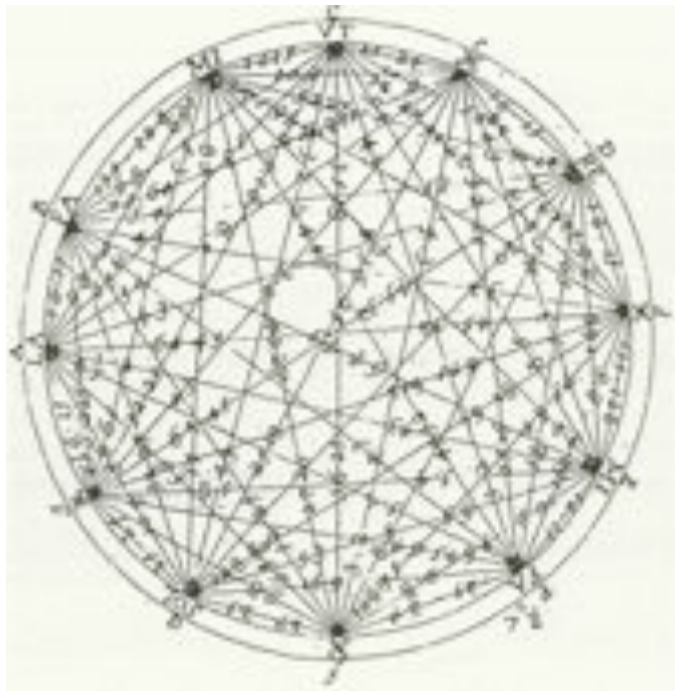
[min. 1'14"]



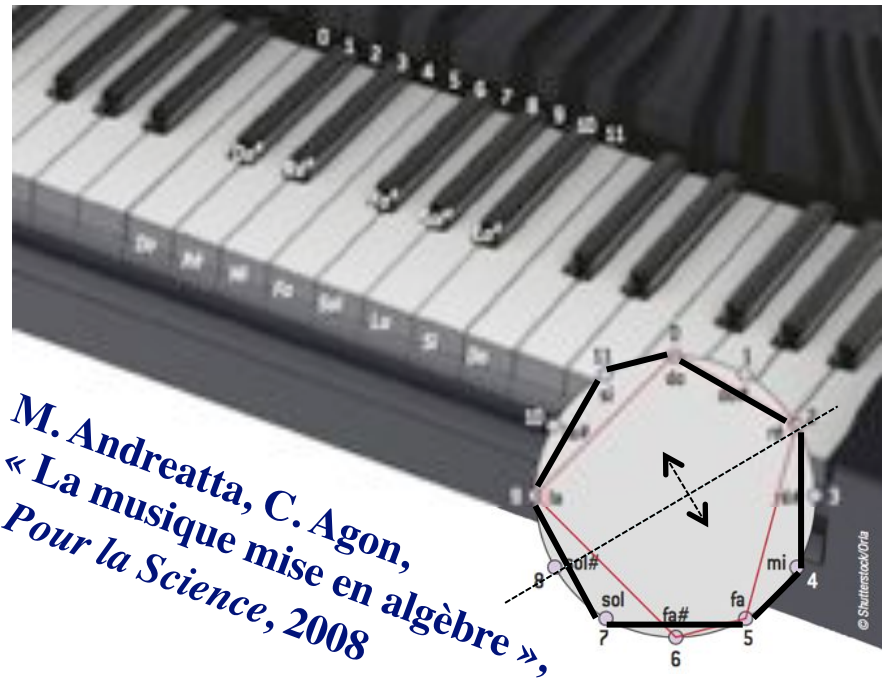
La représentation circulaire et ses *mappings*



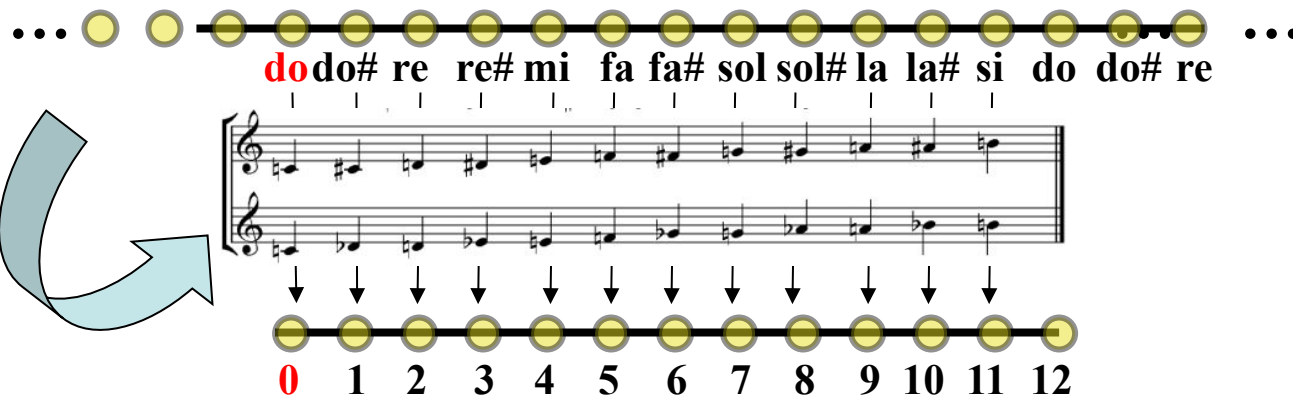
Marin Mersenne



Harmonicorum Libri XII, 1648



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



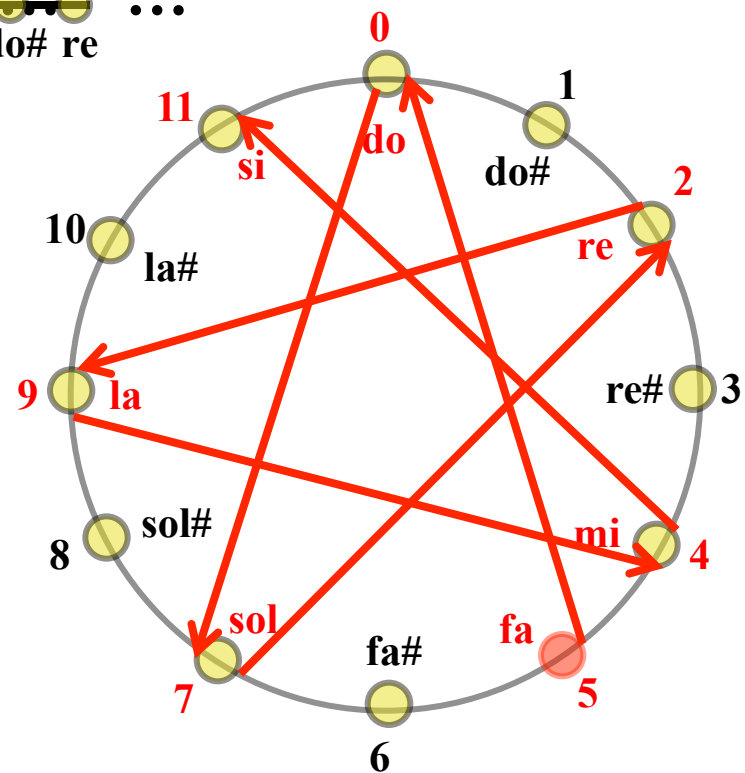
Le cycle des quintes et la gamme diatonique



... ..
do do# re re# mi fa fa# sol sol# la la# si do do# re ...



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



La réduction à l'octave et le cadran d'horloge



7

... ...

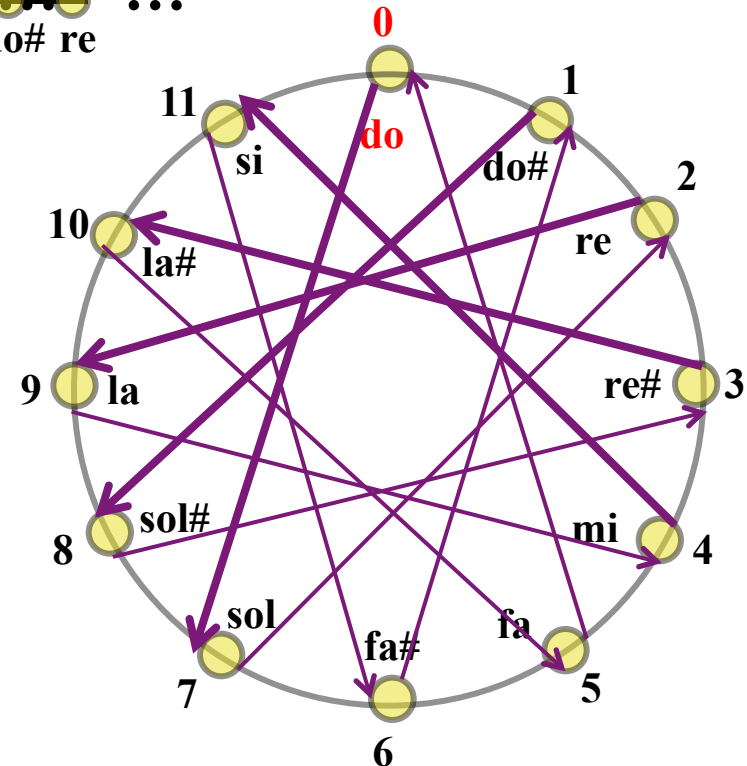
do do# re re# mi fa fa# sol sol# la la# si do do# re



...

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

Cycle des quintes



La réduction à l'octave et le cadran d'horloge



5

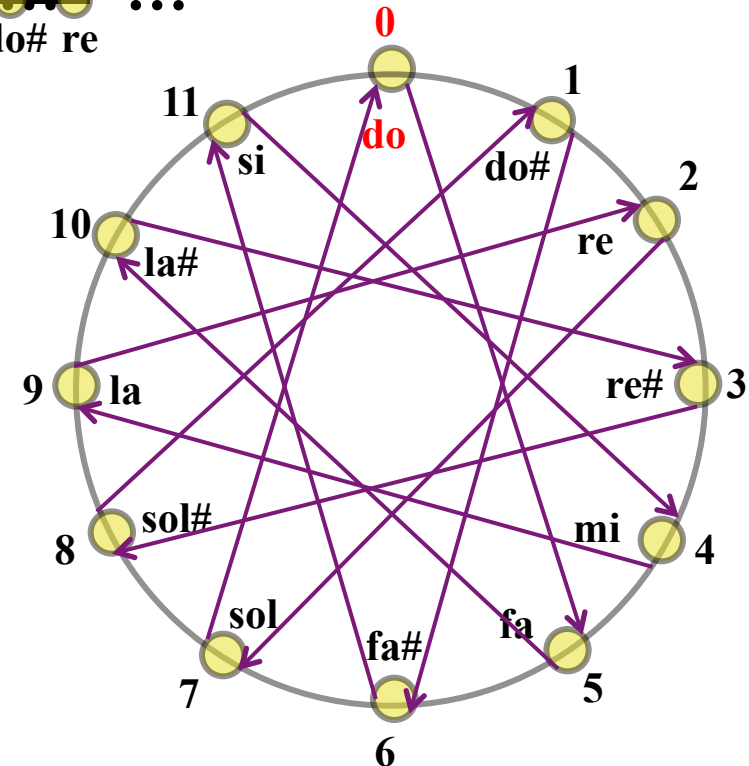
... ...

do do# re re# mi fa fa# sol sol# la la# si do do# re



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

Cycle des quartes



La réduction à l'octave et le cadran d'horloge



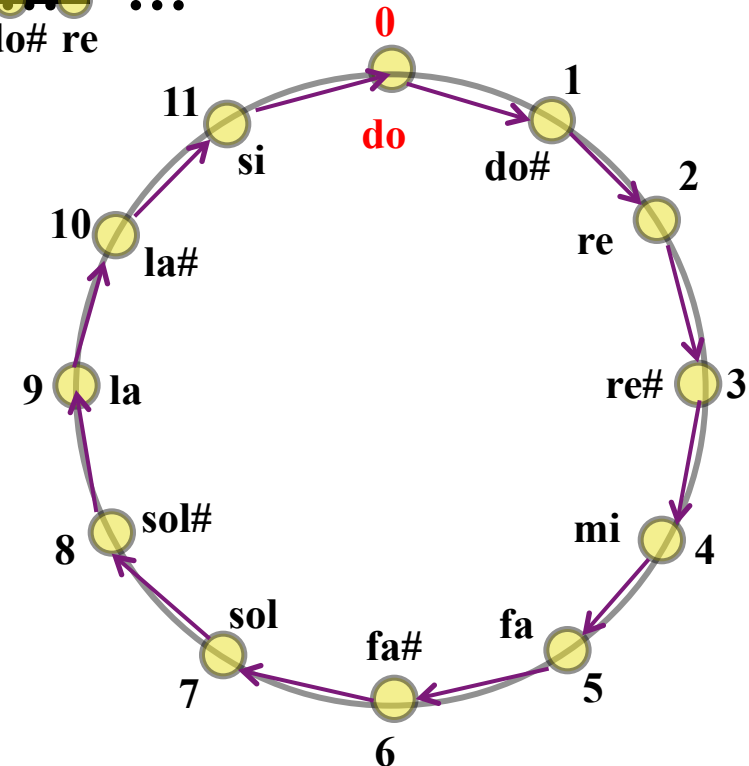
1

... ..
do do# re re# mi fa fa# sol sol# la la# si do do# re



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

➔ Quels sont les autres entiers qui engendrent le cercle ?



La réduction à l'octave et le cadran d'horloge



?

2

... ...

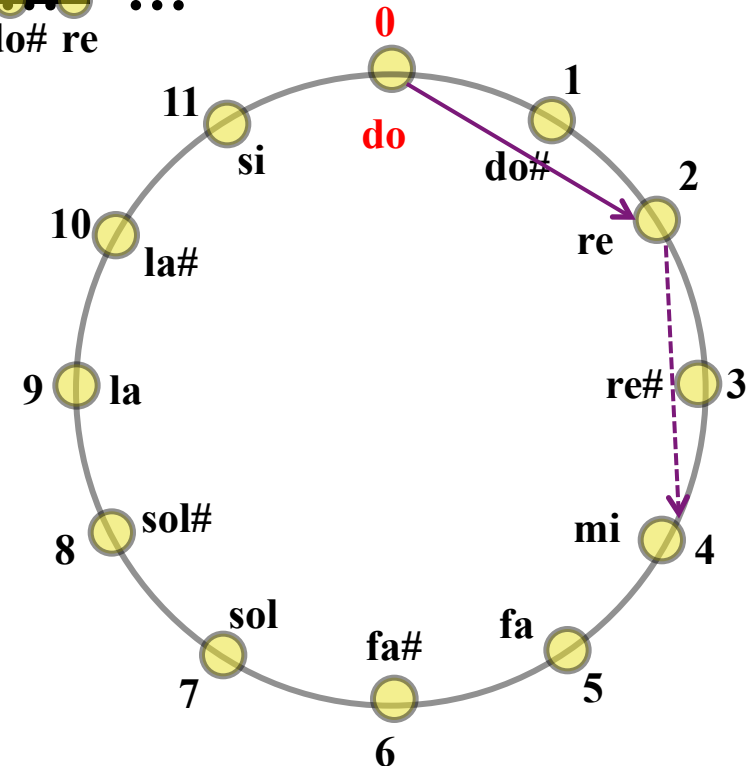
do do# re re# mi fa fa# sol sol# la la# si do do# re



...

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

➔ Quels sont les autres entiers qui engendrent le cercle ?



La réduction à l'octave et le cadran d'horloge



?

2

... ...

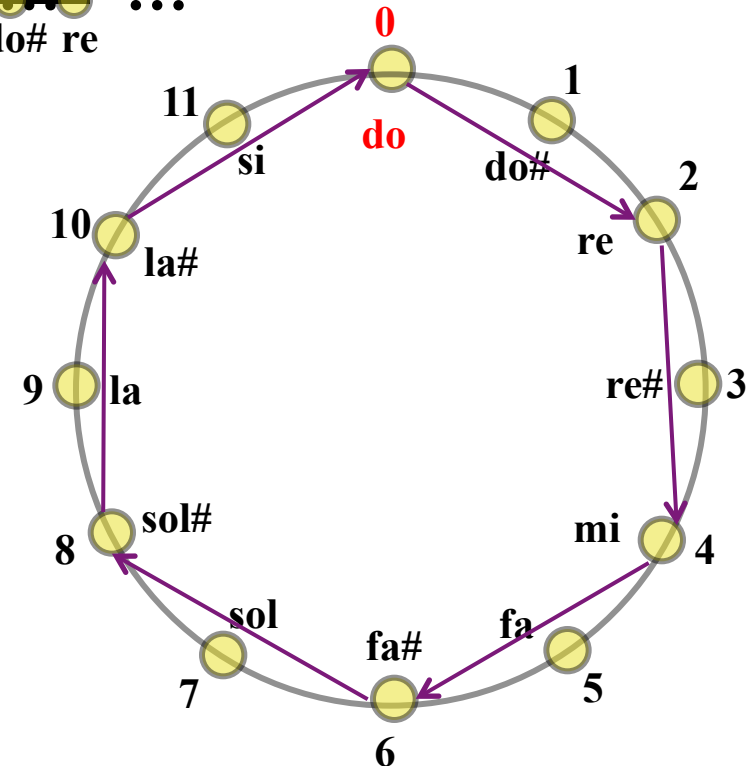
do do# re re# mi fa fa# sol sol# la la# si do do# re



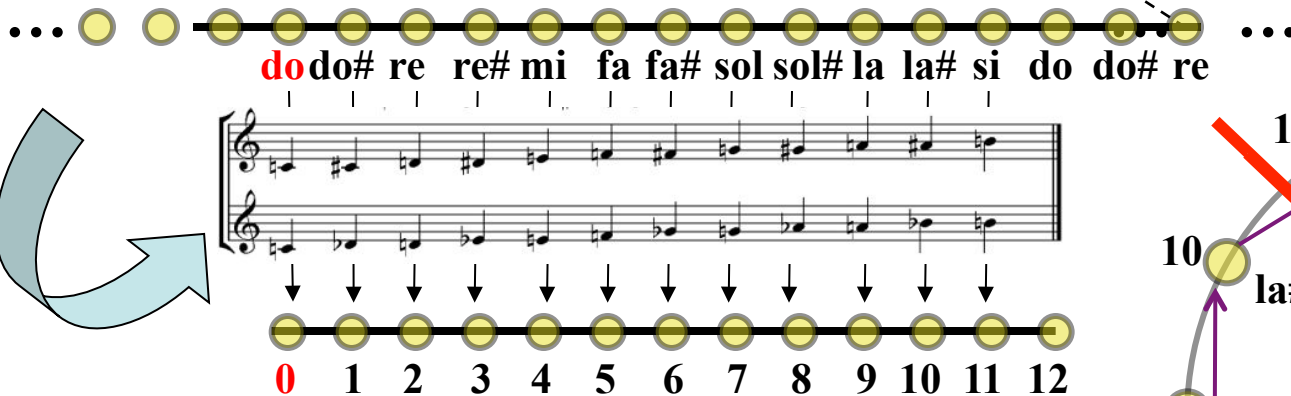
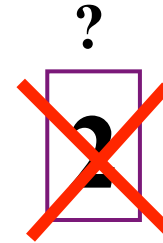
...

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

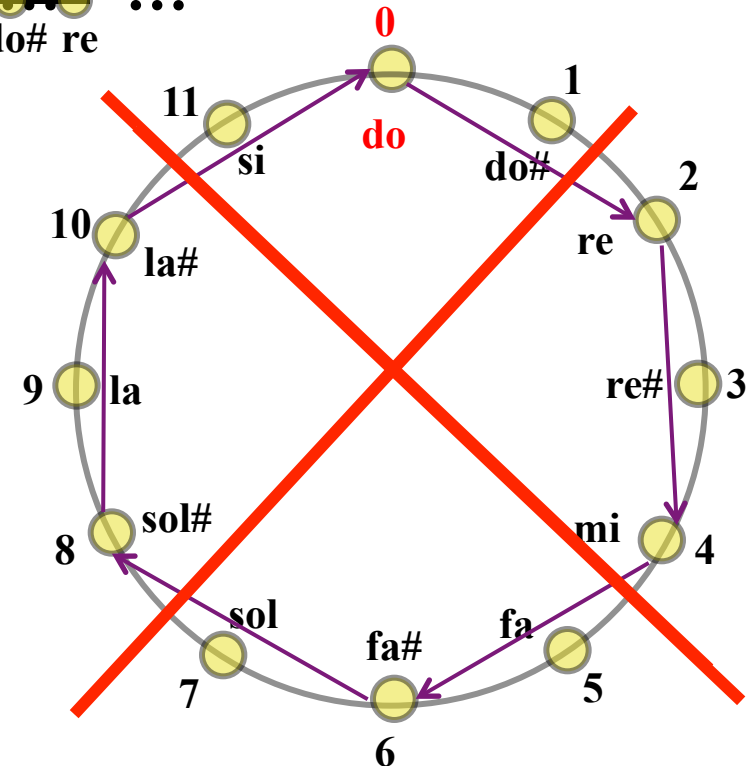
➔ Quels sont les autres entiers qui engendrent le cercle ?



La réduction à l'octave et le cadran d'horloge



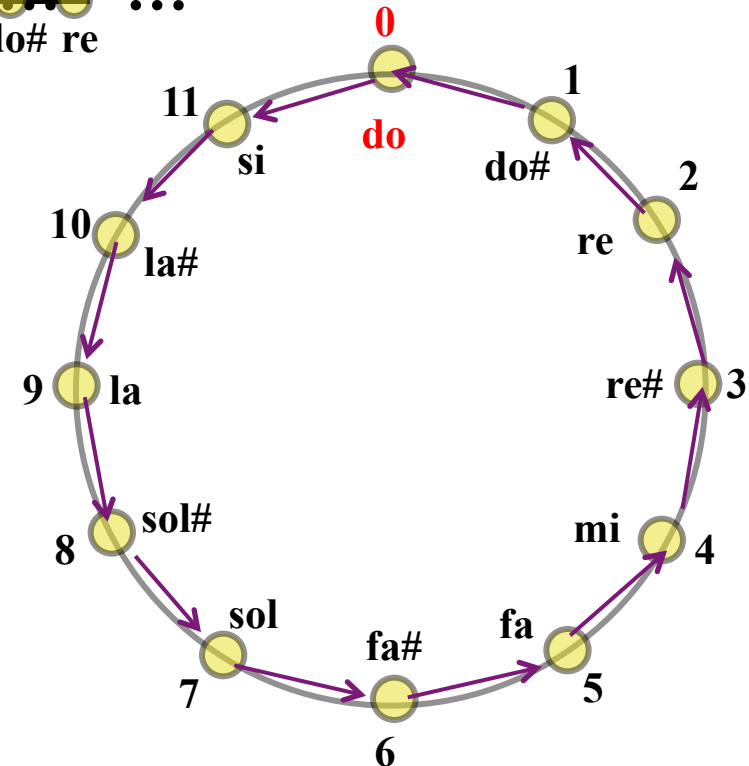
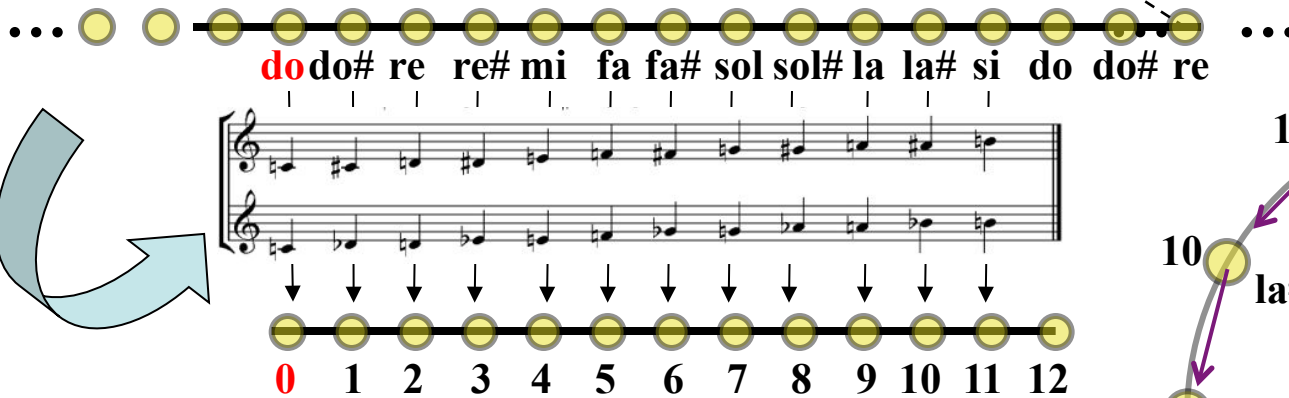
➔ Quels sont les autres entiers qui engendrent le cercle ?



La réduction à l'octave et le cadran d'horloge

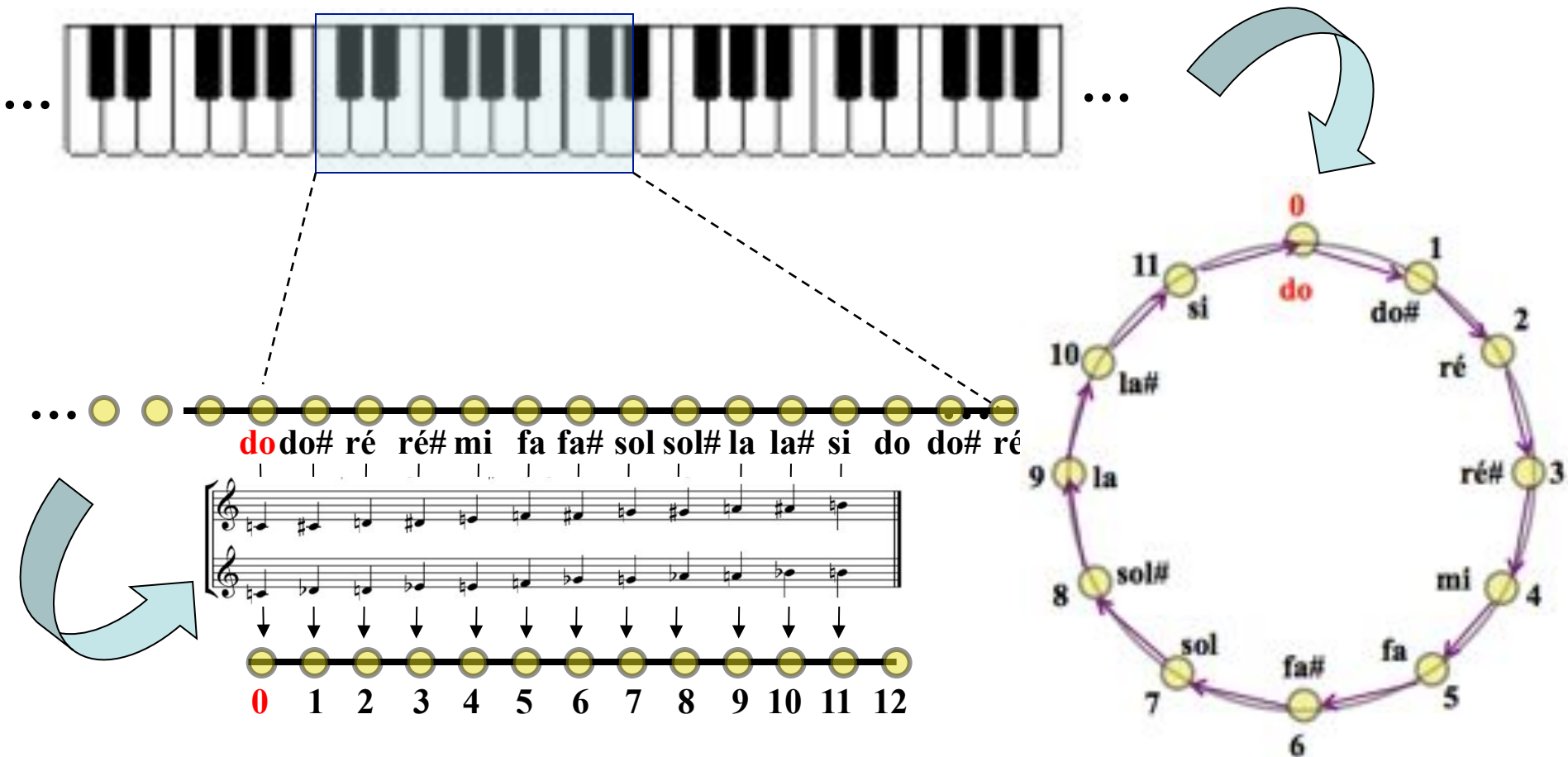


11



➔ Quels sont les autres entiers qui engendrent le cercle ?

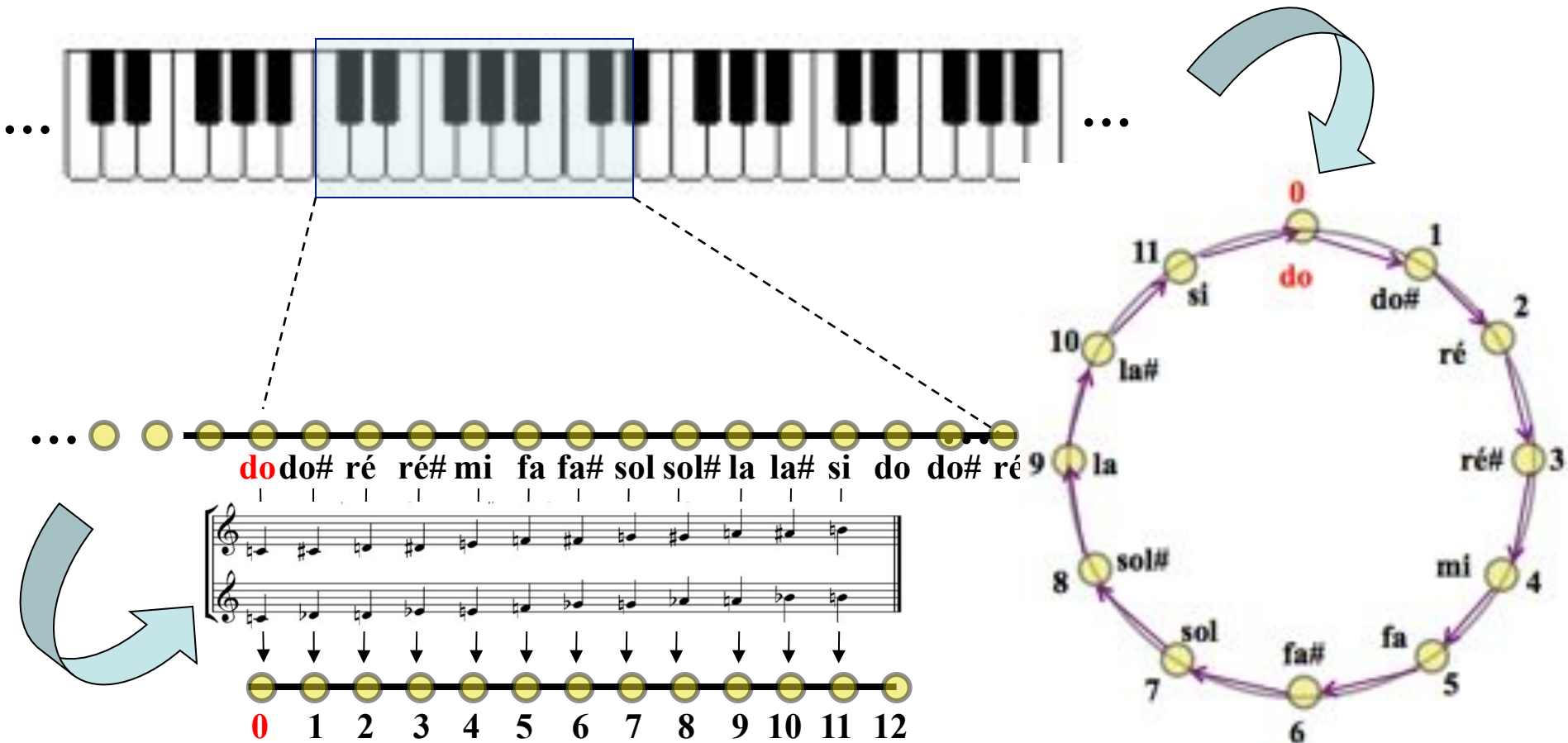
L'espace tempéré égal est un groupe cyclique



« 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** »

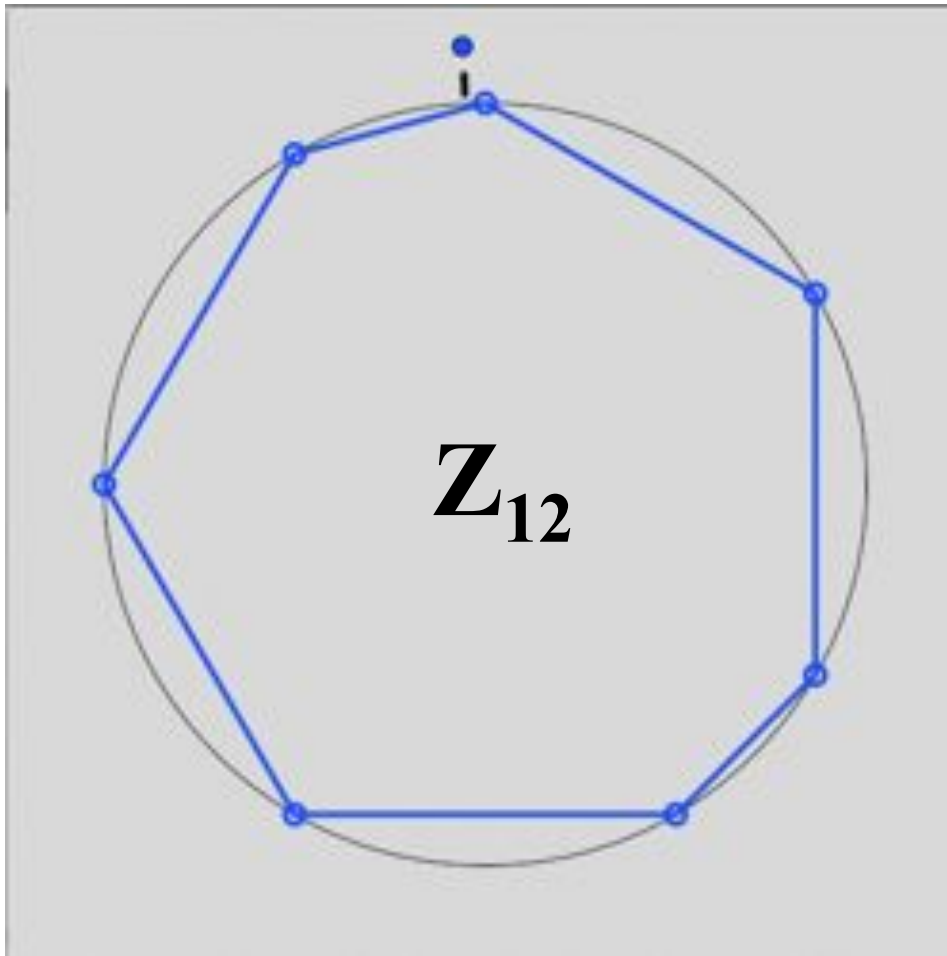
(Iannis Xenakis, "La voie de la recherche et de la question", *Preuves*, 1965).

L'espace tempéré égal est un groupe cyclique

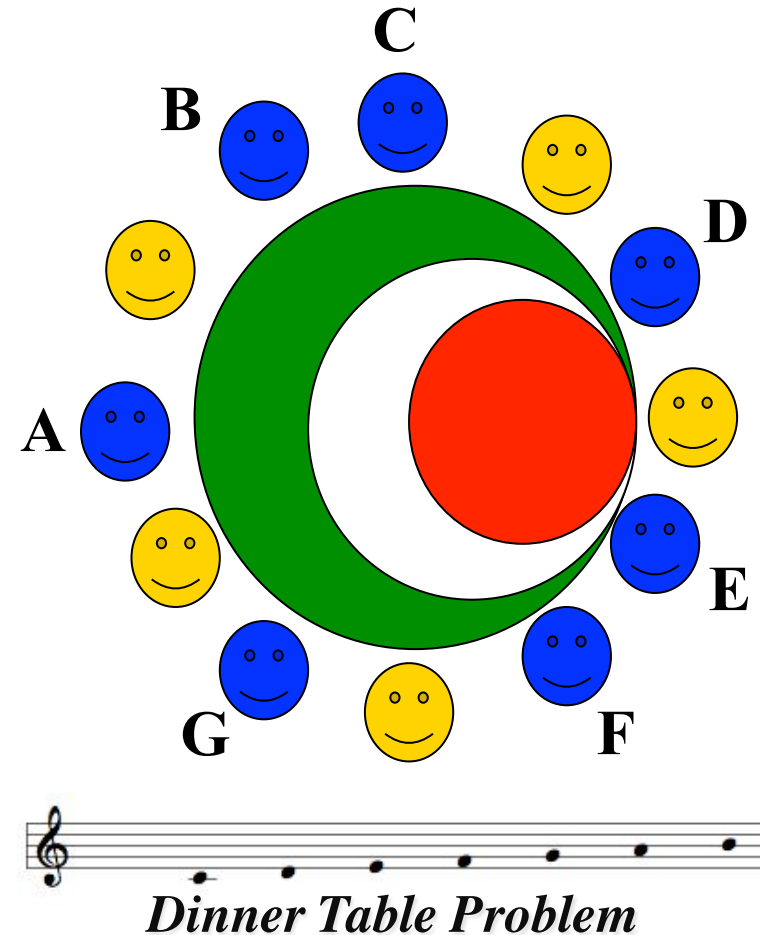


« [...] il faut aller plus profondément dans notre **mental musical**. Et c'est là que l'on découvre les **symétries**, les propriétés des sons ou les opérations qu'effectue l'auditeur ou le musicien sans le savoir. La musique, comme sans doute notre univers, est plongée dans l'idée de récurrence, de 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. »
(Iannis Xenakis, "Problèmes actuels en composition musicale", Conférence à Saclay, 1983).

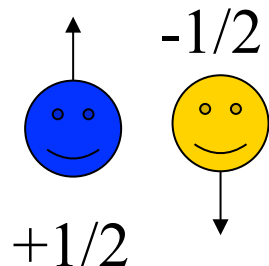
Isomorphisme hauteurs/rythmes



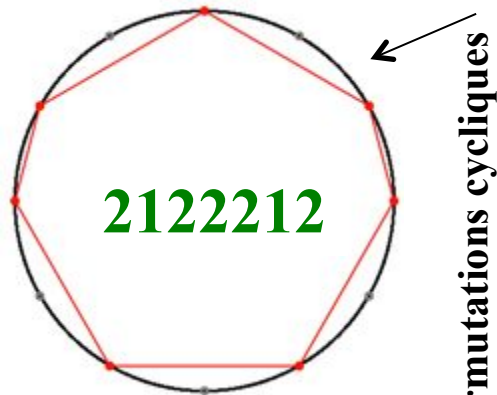
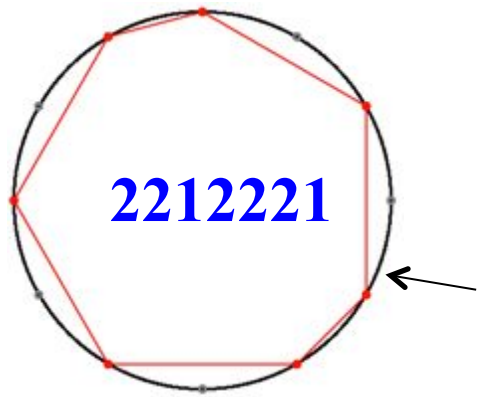
Abadja ou Bembé



J. Douthett & R. Krantz, "Energy extremes and spin configurations for the one-dimensional antiferromagnetic Ising model with arbitrary-range interaction", *J. Math. Phys.* 37 (7), July 1996



Isomorphisme *cognitif* entre hauteurs et rythmes



...

permutations cycles

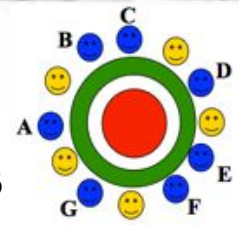
TABLE I

Comparison of M = 7, L = 12 patterns for pitch (scales) and rhythm (time-lines)

pattern	pitch domain name and notation (in C)	rhythm domain notation	examples from West Africa	references
1. 2212221	major scale (Ionian) CDEFGAB	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	Ewe (Atsiabek, Sogba, Atsia) also Yoruba	Jones (1959), C. K. Ladzekpo, S. K. Ladzekpo and Pantaleoni, Locke
2. 2122212	Dorian CDE ^b FGAB ^b	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	Bemba—Northern Rhodesia	Jones (1965), (Ekwueme)
3. 1222122	Phrygian CD ^b E ^b FGA ^b B ^b	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	—	—
4. 2221221	Lydian CDEF [#] GAB	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	Ga-Adangme (common) also common Haitian pattern, Akan (Ab fo)	C. K. Ladzekpo, Combs (1974), R. Hill, Asiamia
5. 2212212	Mixolydian CDEFGAB ^b	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	Yoruba sacred music from Ekiti	King
6. 2122122	Aeolian CDE ^b FGA ^b B ^b	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	Ashanti (Ab fo, Mpre)	Koetting
7. 1221222	Locrian CD ^b E ^b FG ^b A ^b B ^b	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	Ghana*	Nketia (1963a)
8. 2121222	(#2 Locrian) CDE ^b FG ^b A ^b B ^b	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	Ashanti (Asedua)	C. K. Ladzekpo
9. 2112123	— CDD [#] EF [#] GA	♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ ♩	Akan (juvenile song)	Nketia (1963b)

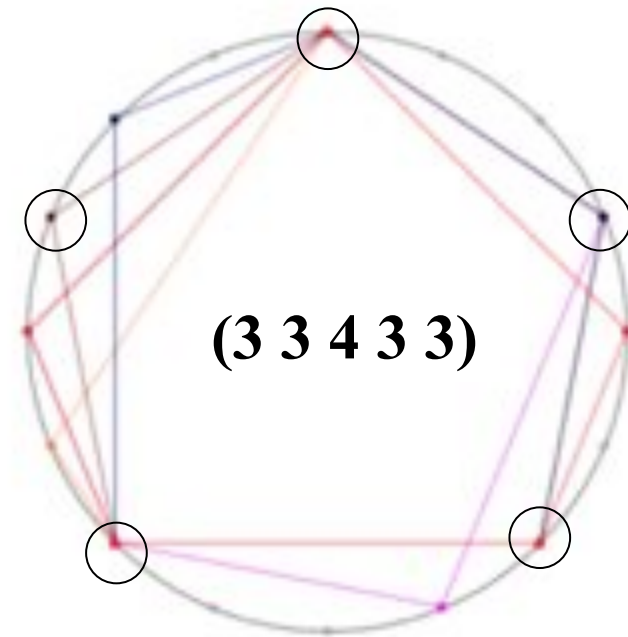
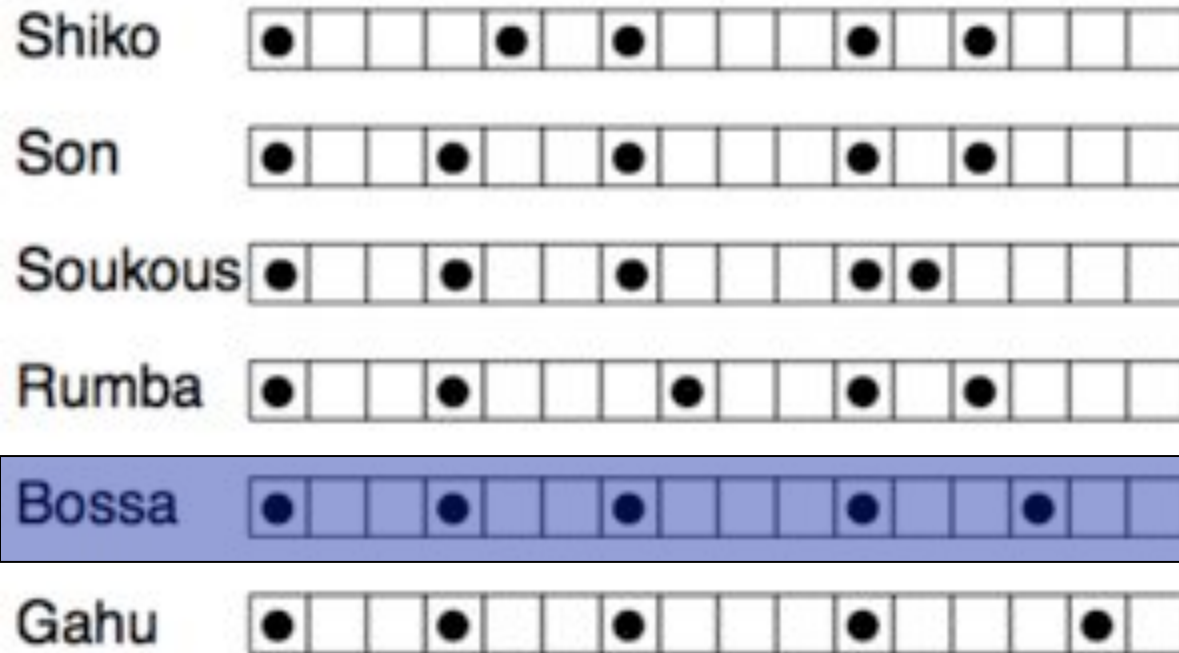
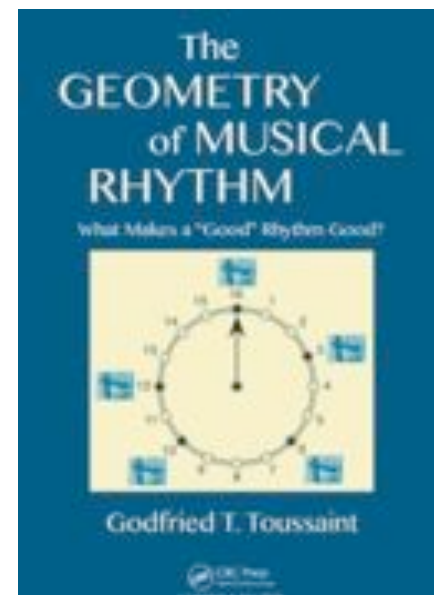
* clap pattern

† mute stroke on bell



J. Pressing, “Cognitive isomorphisms between pitch and rhythm in world musics: West Africa, the Balkans and Western tonality”, *Studies in Music*, 17, p. 38-61, 1983

La géométrie du rythme musical

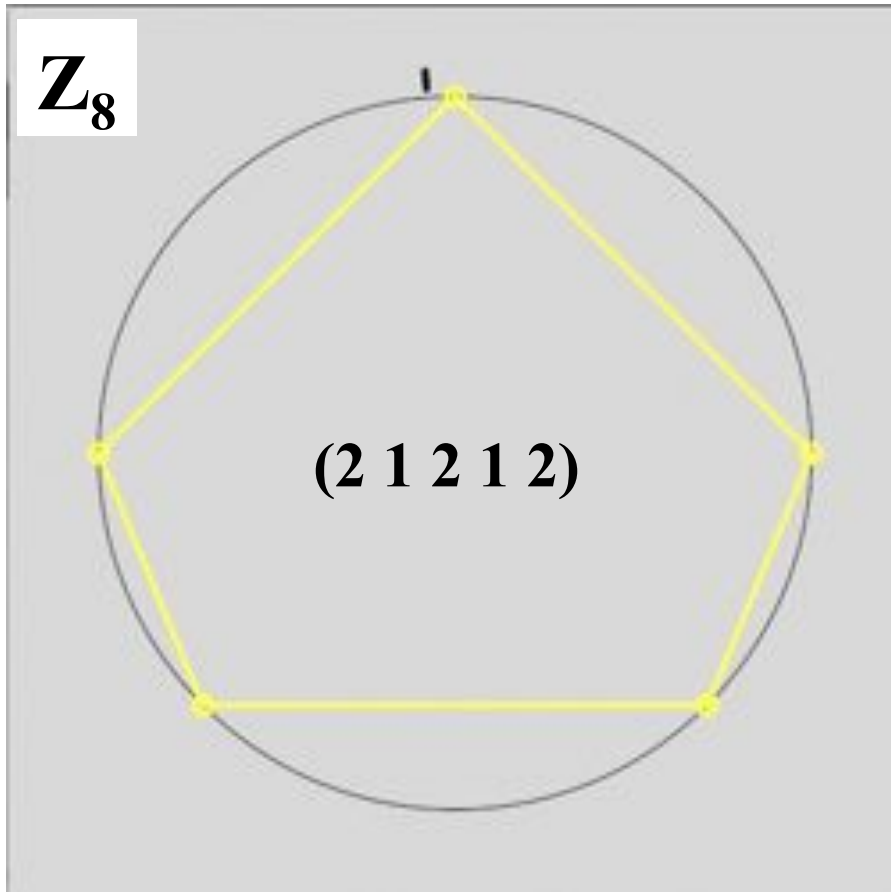


➔ Quel est le rythme le plus régulier ?

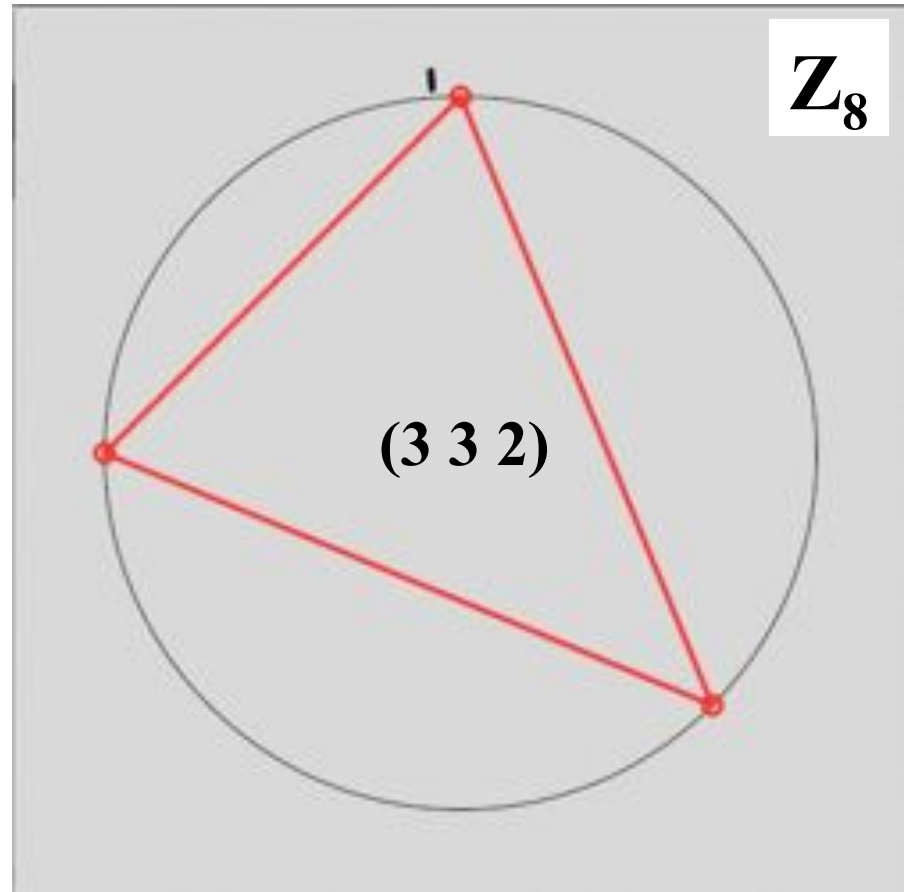
Z_{16}

Rythmes afro-cubains

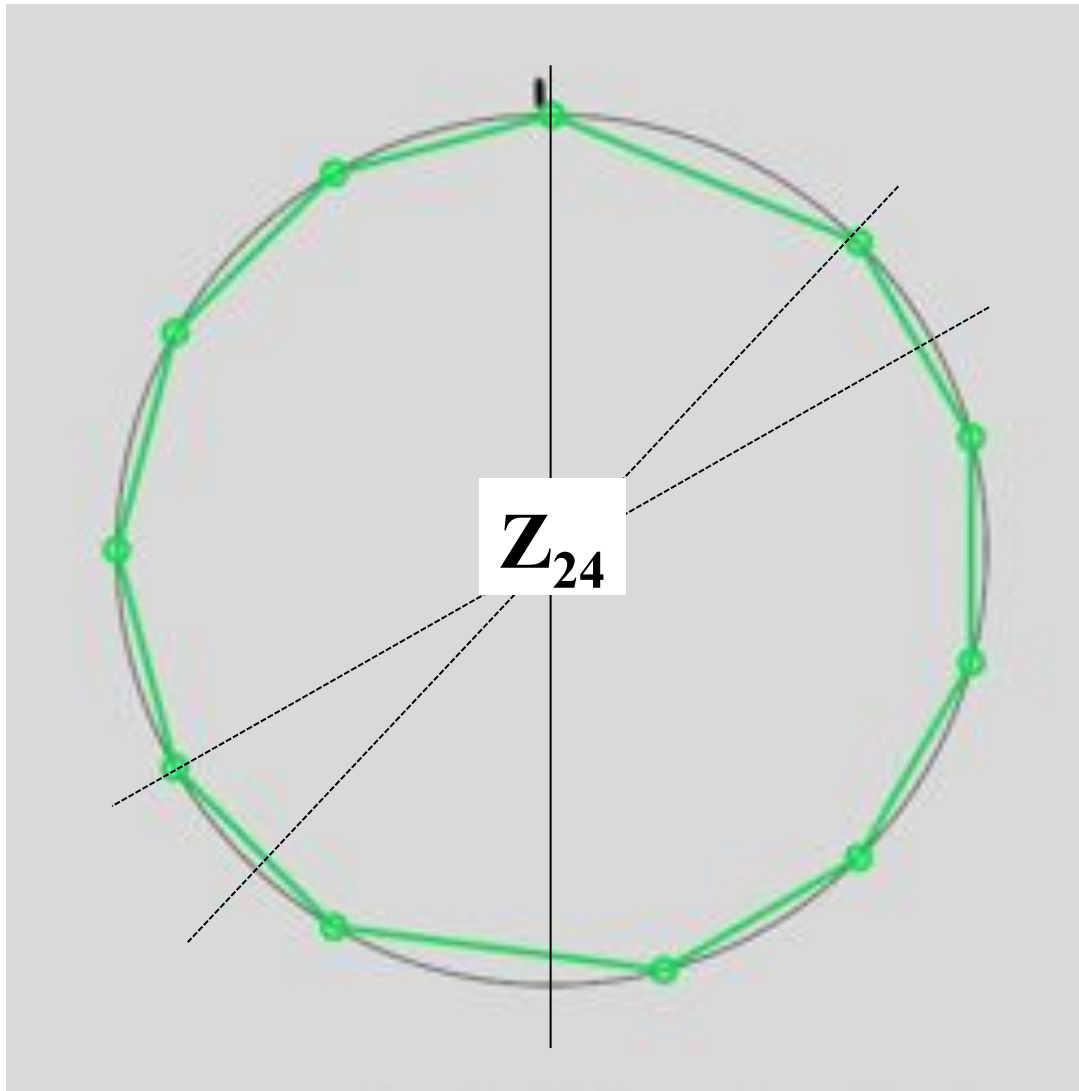
El cinquillo



El trecillo



L'imparité rythmique et les musiques de tradition orale



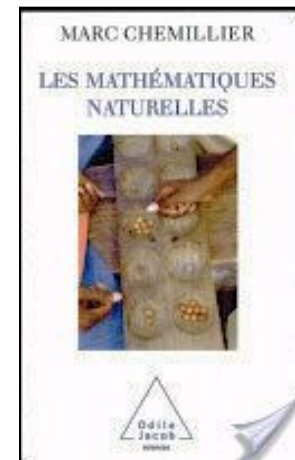
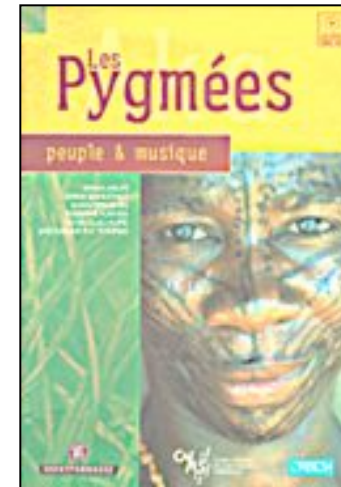
(3 2 2 2 2 3 2 2 2 2 2)



Simha Arom



Marc Chemillier

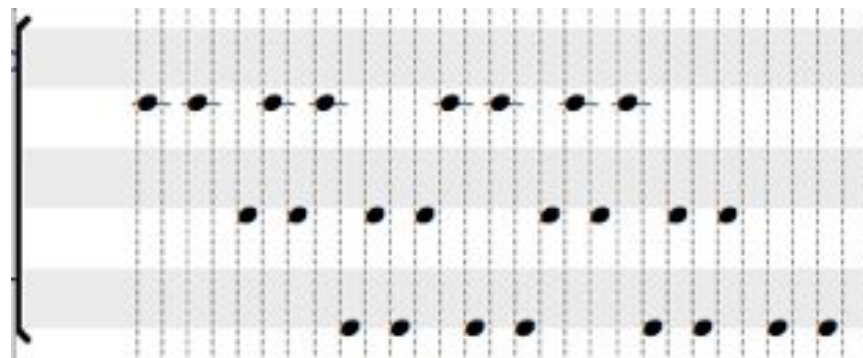
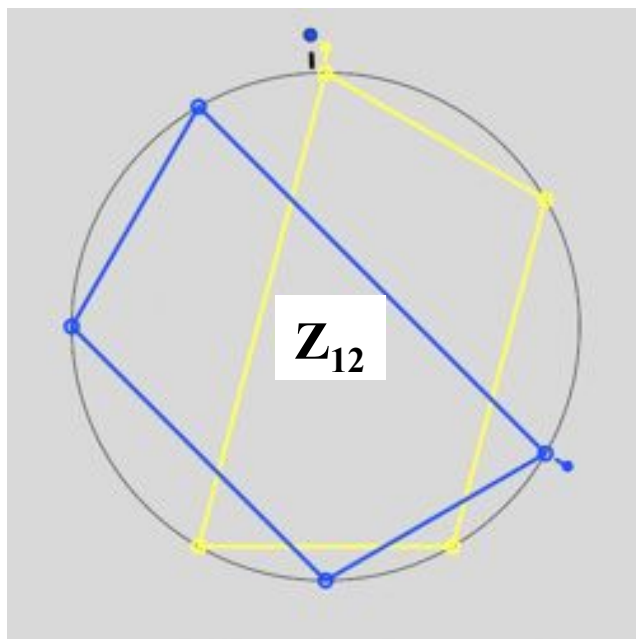
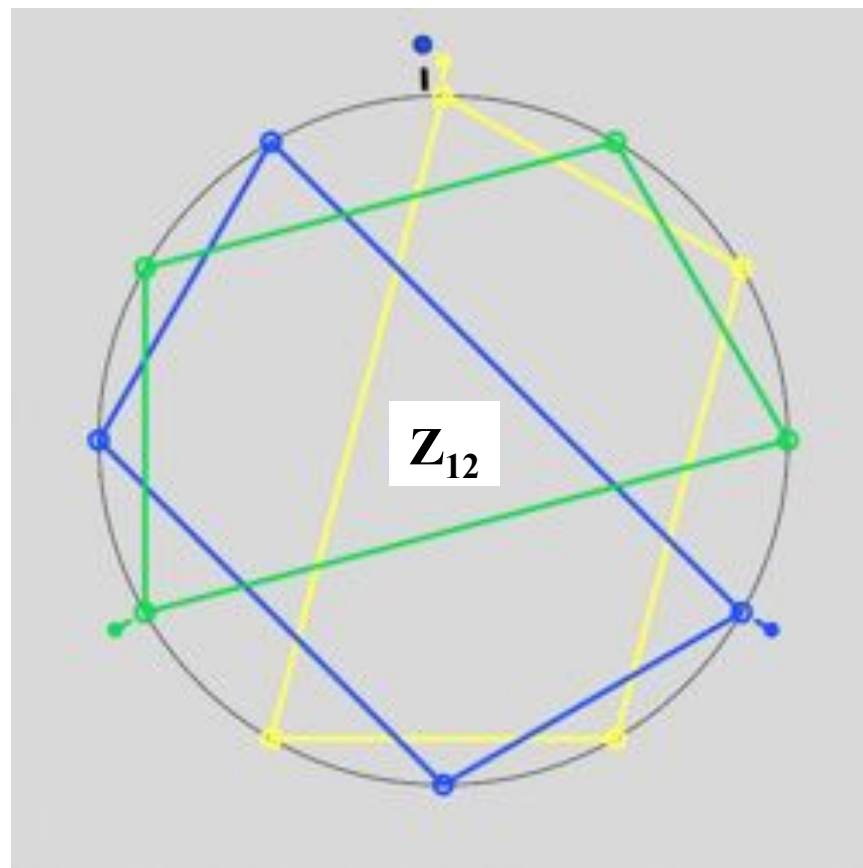
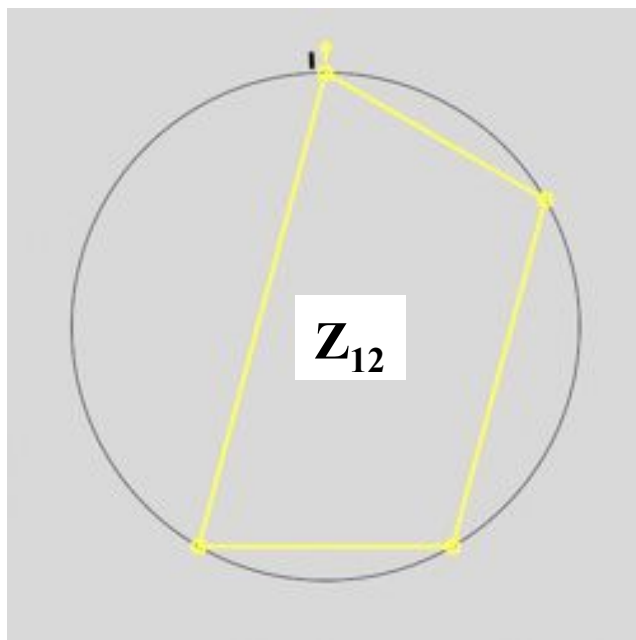


musimédiane

publiée avec le concours de la SFAM

revue audiovisuelle et multimédia d'analyse musicale

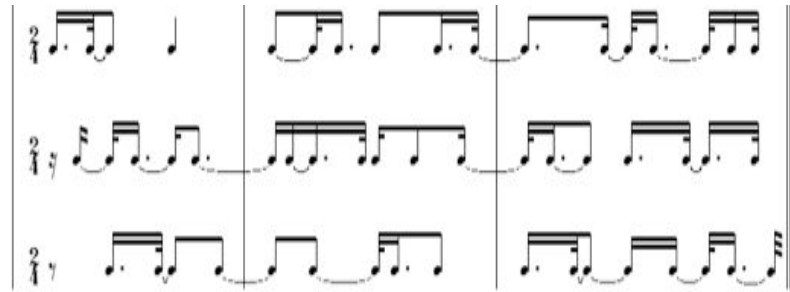
Canons rythmiques mosaïques



Le modèle des canons rythmiques mosaïques



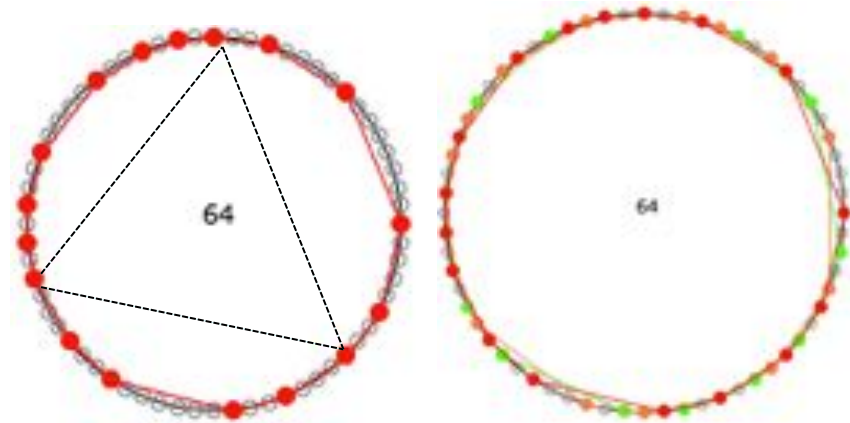
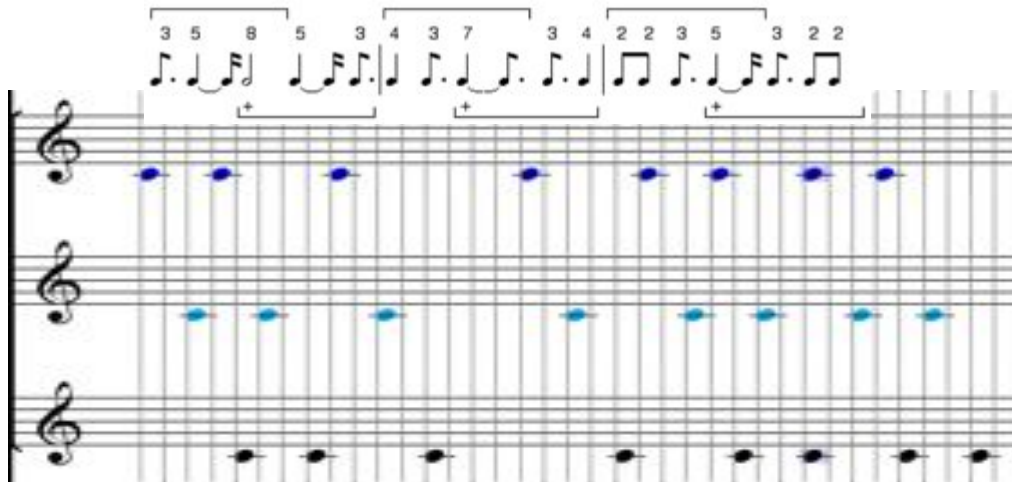
 *Harawi* (1945)



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 »

O. Messiaen : *Traité de Rythme, de Couleur et d'Ornithologie*, tome 2, Alphonse Leduc, 1992.

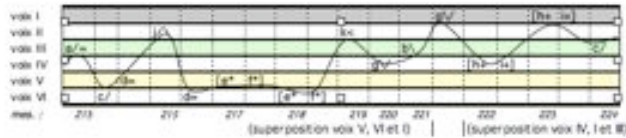
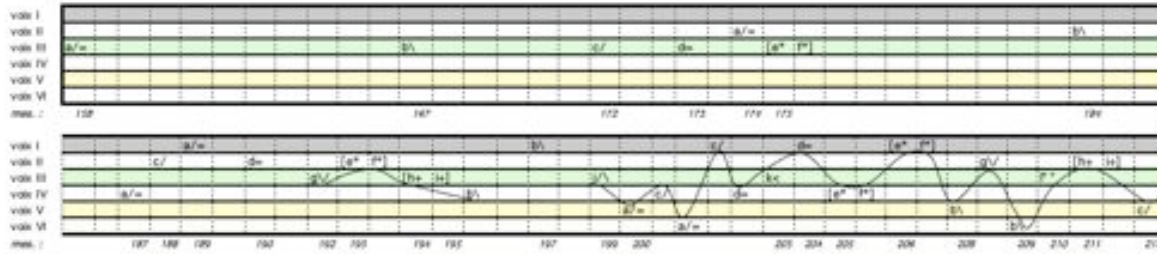
Les canons de Vuza : canons mosaïques apériodiques

The diagram illustrates the construction of Vuza canons, which are aperiodic mosaic canons. It is divided into three main sections within a dashed border:

- Top Left:** A circle diagram with 16 points on the circumference. Colored lines (red, green, blue, purple) connect these points in a complex, non-repeating pattern, representing a single canon.
- Top Right:** Two circle diagrams, each with 8 points and red lines, representing two individual canons. They are separated by a plus sign in a circle ($\oplus$), indicating their combination.
- Bottom:** A musical score consisting of six staves. Each staff contains a sequence of notes (represented by black dots) that correspond to the points on the circle diagrams, showing the temporal arrangement of the canon.

In the bottom right corner, there is a small icon of a speaker with sound waves, indicating an audio component.

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/=)
 [e/f] : accord mis en "cross rhythm" (durée double)
 g/v : gliss. descendant puis ascendant
 [h+] : accord mis en "cross rhythm" (durée double)
 j/v : gliss. ascendant puis descendant avec accent
 k+ : "son à l'envers"
 f' : deux impacts brefs et piano



F. Lévy

Coïncidences (1999)

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



M. Lanza



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



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



G. Bloch



La notte poco prima della foresta

(opéra de chambre
pour acteur, mezzo-soprano,
baryton, ensemble et
électronique, 2009)



D. Ghisi

Les transpositions sont des additions...



$$\begin{aligned} \text{Do maj} &= \{0, 2, 4, 5, 7, 9, 11\} \\ \text{Do\# maj} &= \{1, 3, 5, 6, 8, 10, 0\} \end{aligned} +1$$

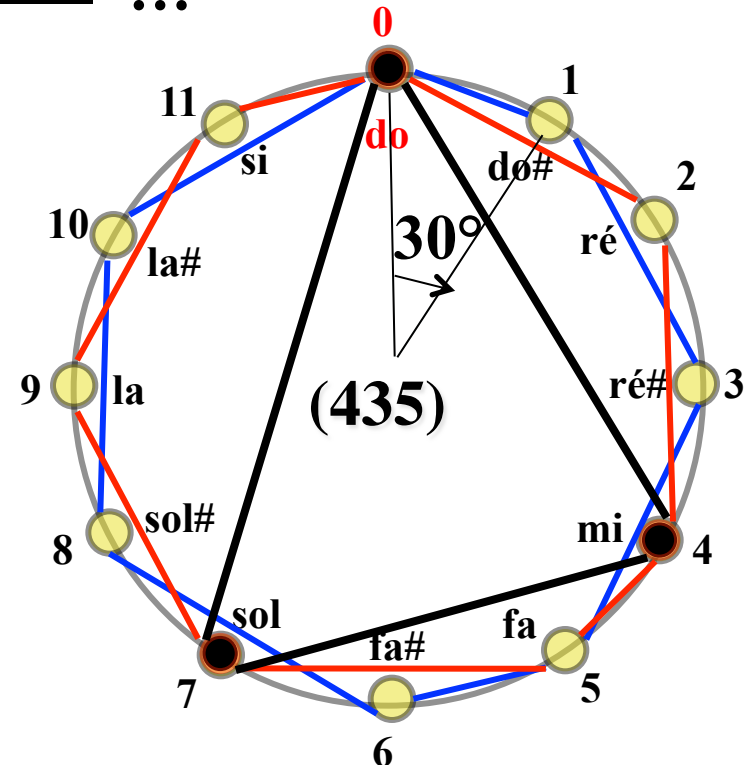
... ...

do do# ré ré# mi fa fa# sol sol# la la# si do



...

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



... ou des rotations !

Les transpositions sont des additions...



$$\begin{aligned} \text{Do maj} &= \{0, 2, 4, 5, 7, 9, 11\} \\ \text{Do\# maj} &= \{1, 3, 5, 6, 8, 10, 0\} \end{aligned} +1$$

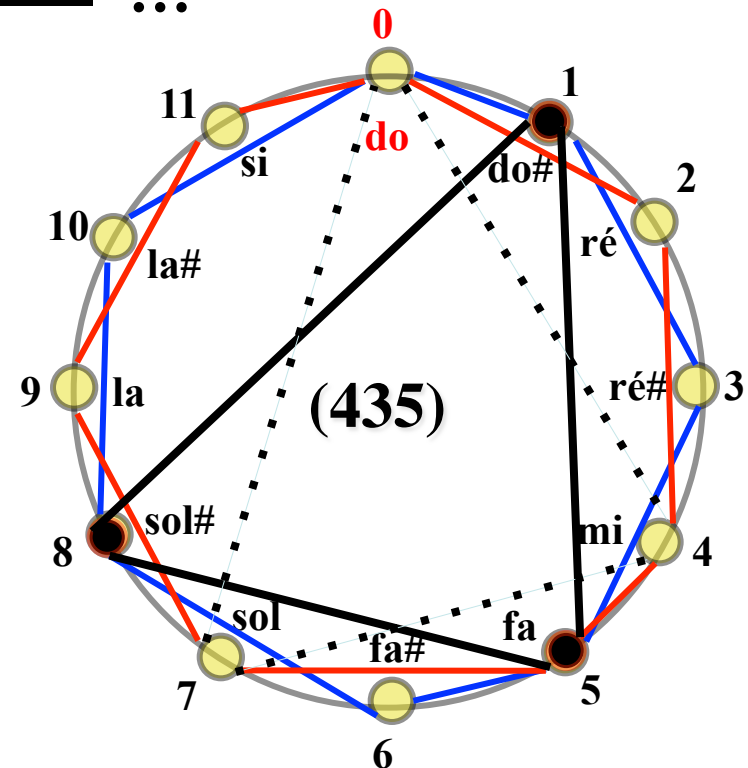
... ...

do do# ré ré# mi fa fa# sol sol# la la# si do



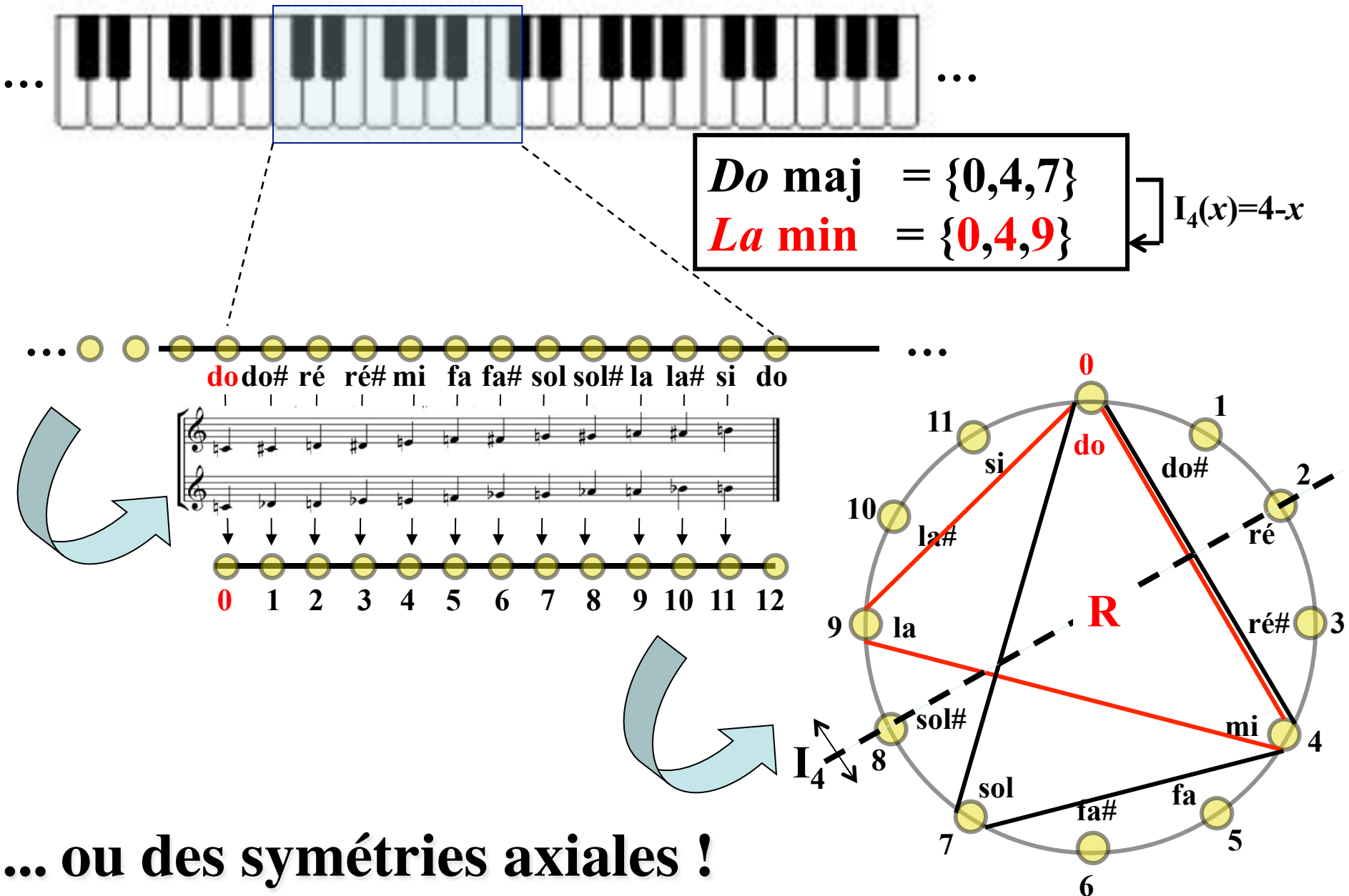
...

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

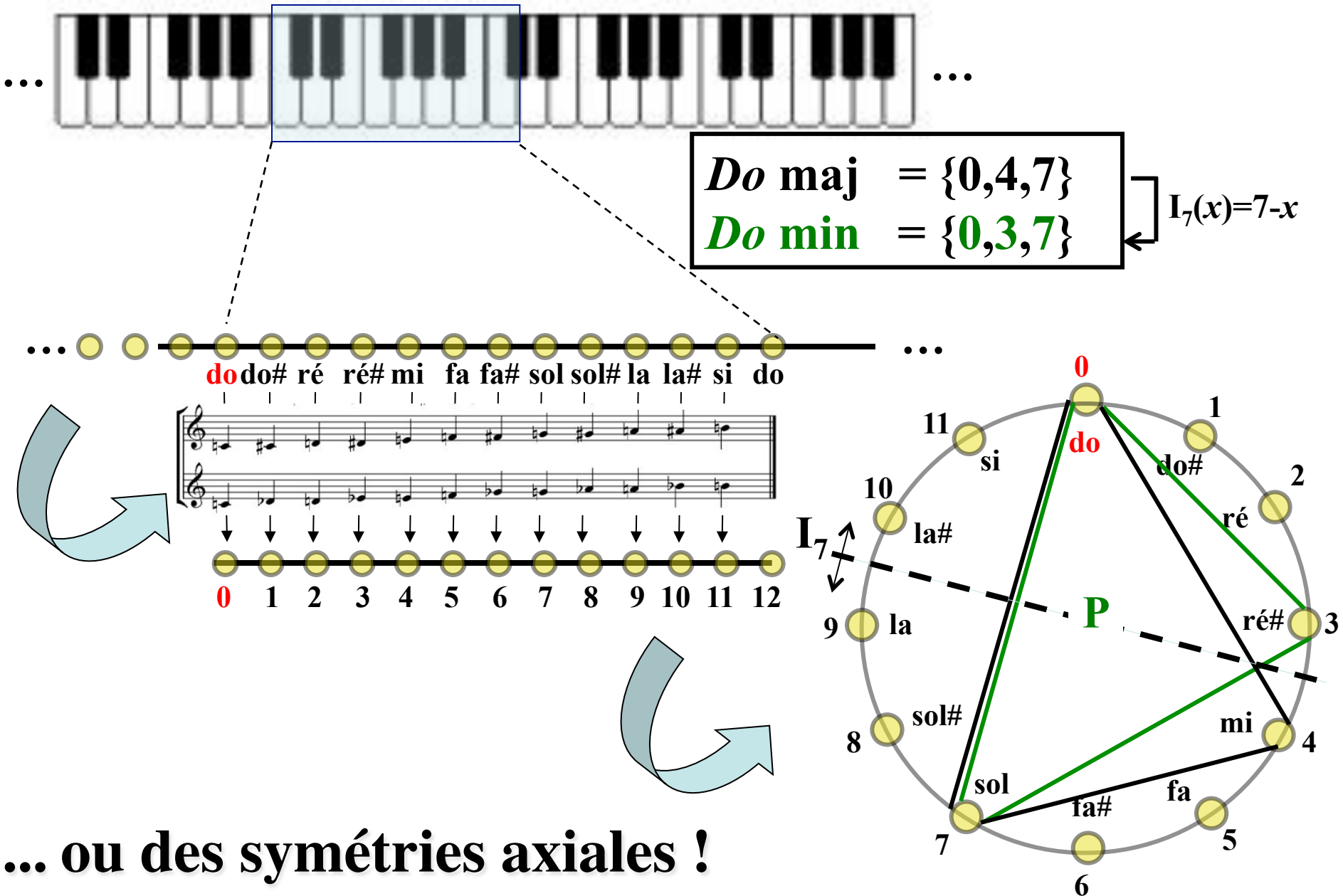


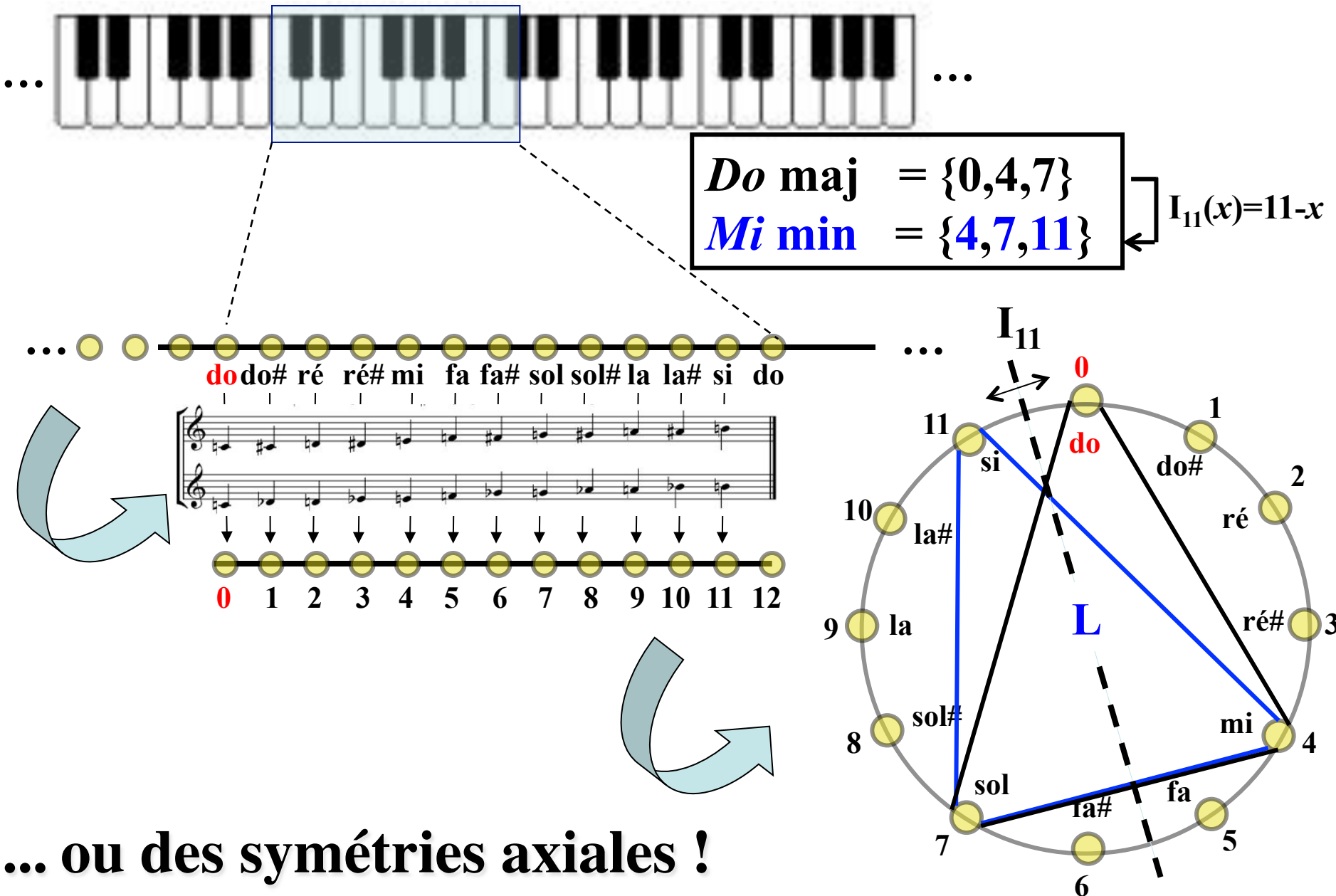
... ou des rotations !

Les inversions sont des soustractions...



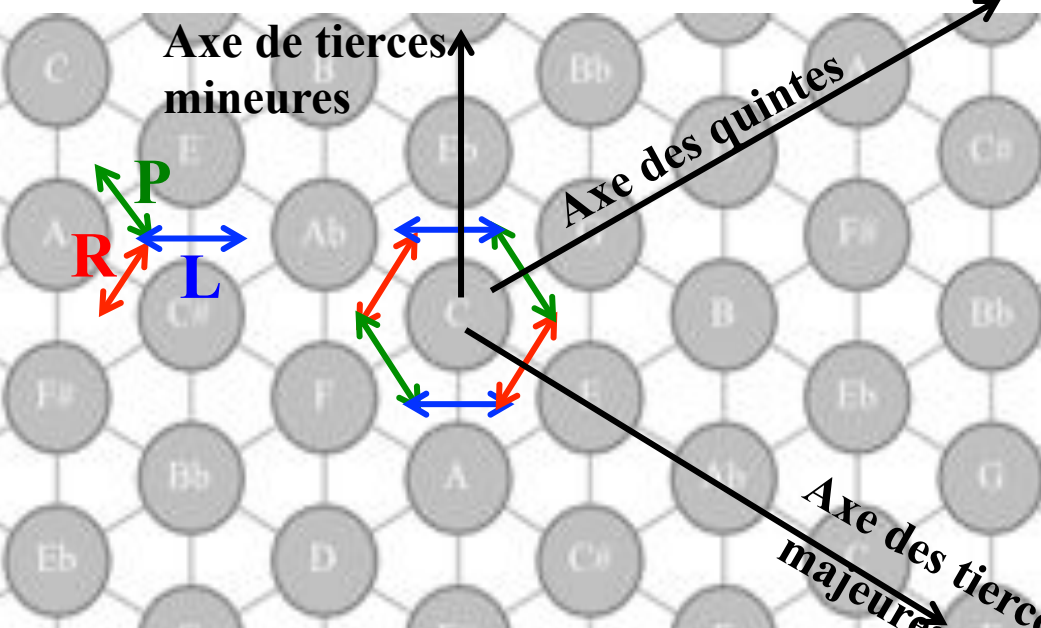
Les inversions sont des soustractions...





... ou des symétries axiales !

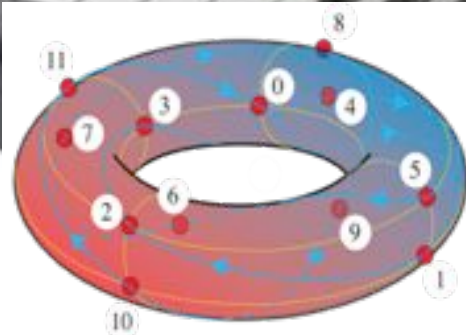
Le Tonnetz (ou nid musical d'abeilles)



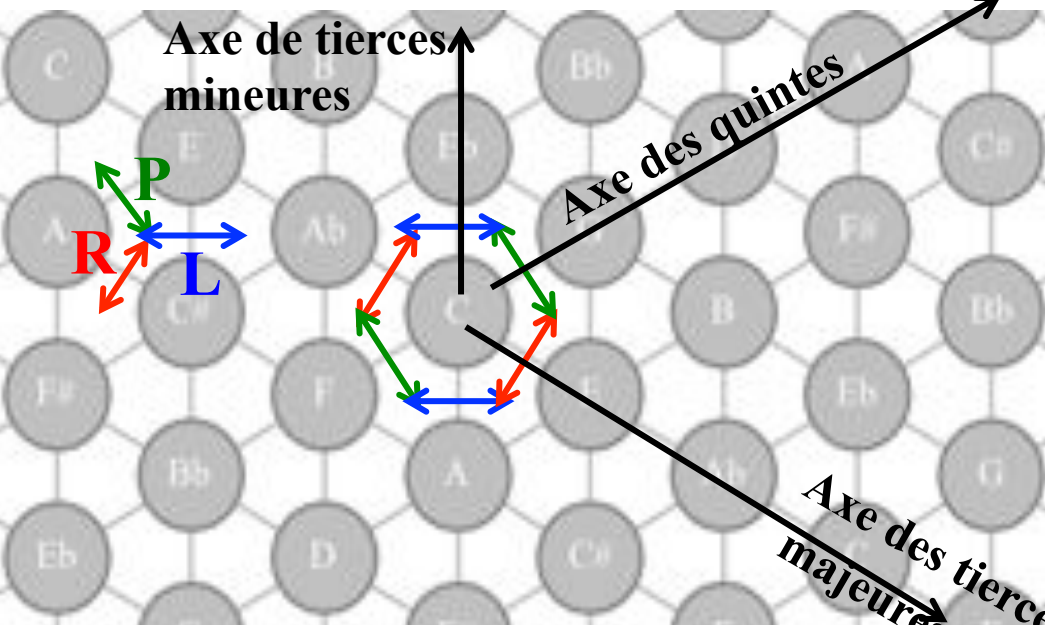
F	—	C	—	G	—	D
A	—	E	—	H	—	F _s
C _s	—	G _s	—	D _s	—	B.

Speculum Musicum (Euler, 1773)

Le Tonnetz (ou nid musical d'abeilles)



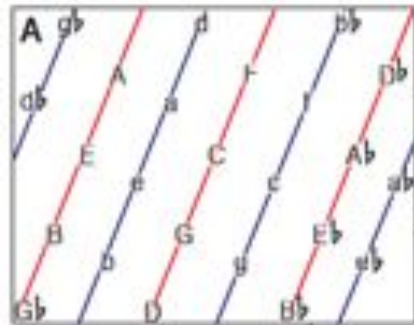
Tore des tierces (Mazzola, 1990)



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

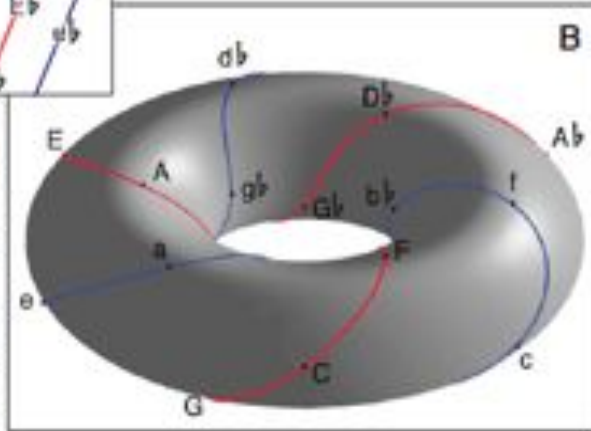
Speculum Musicum (Euler, 1773)

Tonnetz et neurosciences cognitives



Mental key maps. (A) Unfolded version of the key map, with opposite edges to be considered matched. There is one circle of fifths for major keys (red) and one for minor keys (blue), each wrapping the torus three times. In this way, every major key is flanked by its relative minor on one side (for example, C major and a minor) and its parallel minor on the other (for example, C major and c minor).

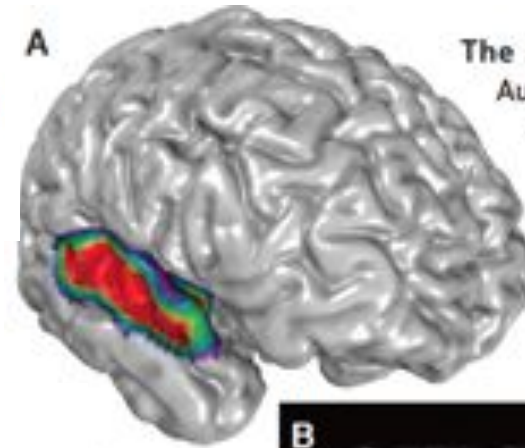
(B) Musical keys as points on the surface of a torus.



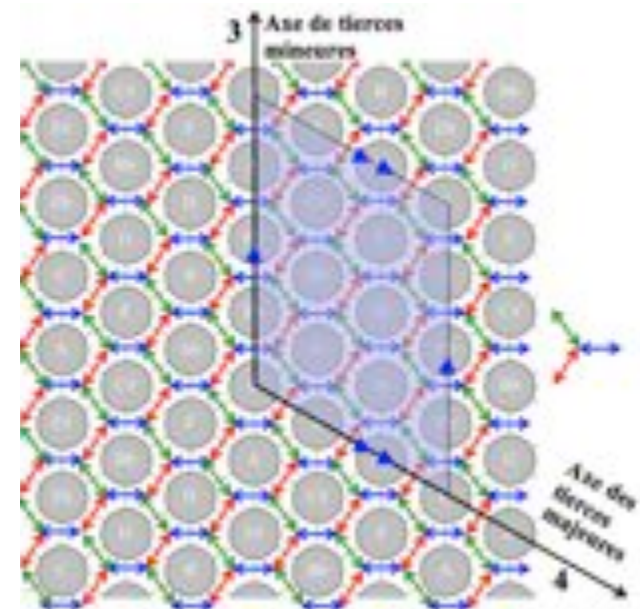
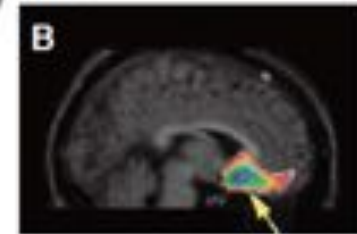
PERSPECTIVES: NEUROSCIENCE

Mental Models and Musical Minds

Robert J. Zatorre and Carol L. Krumhansl

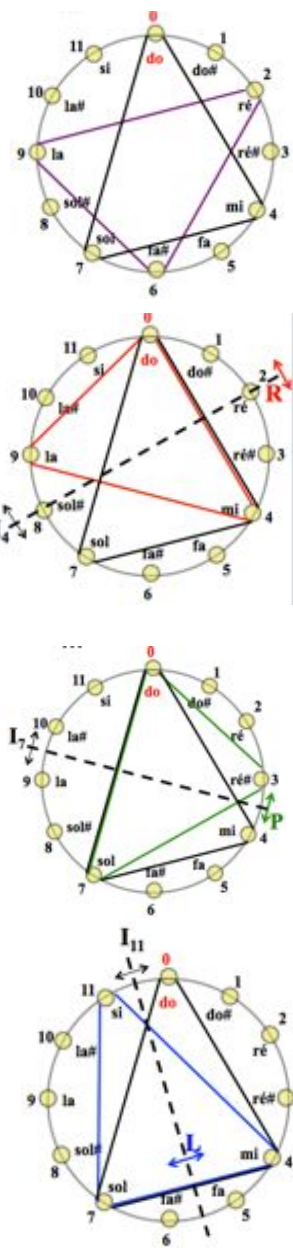
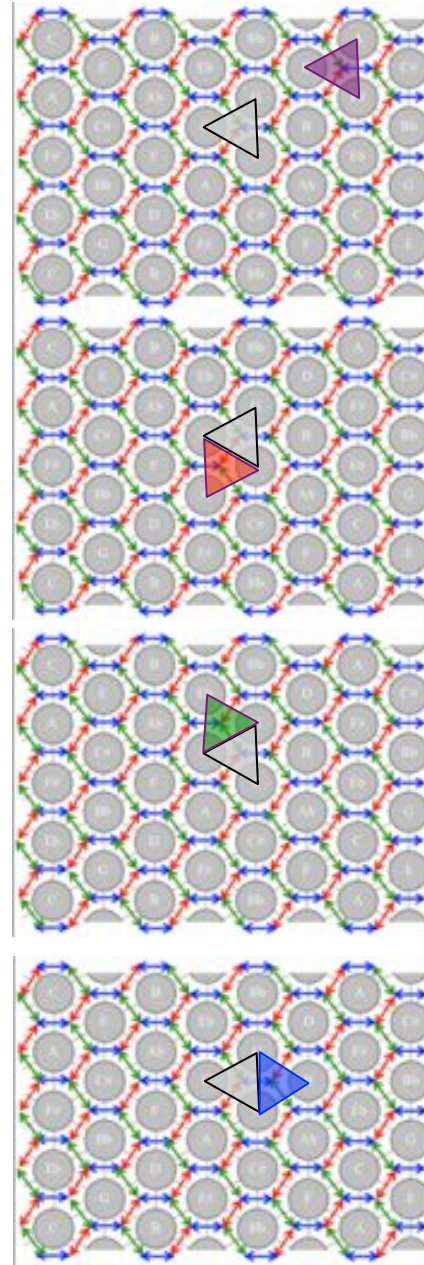
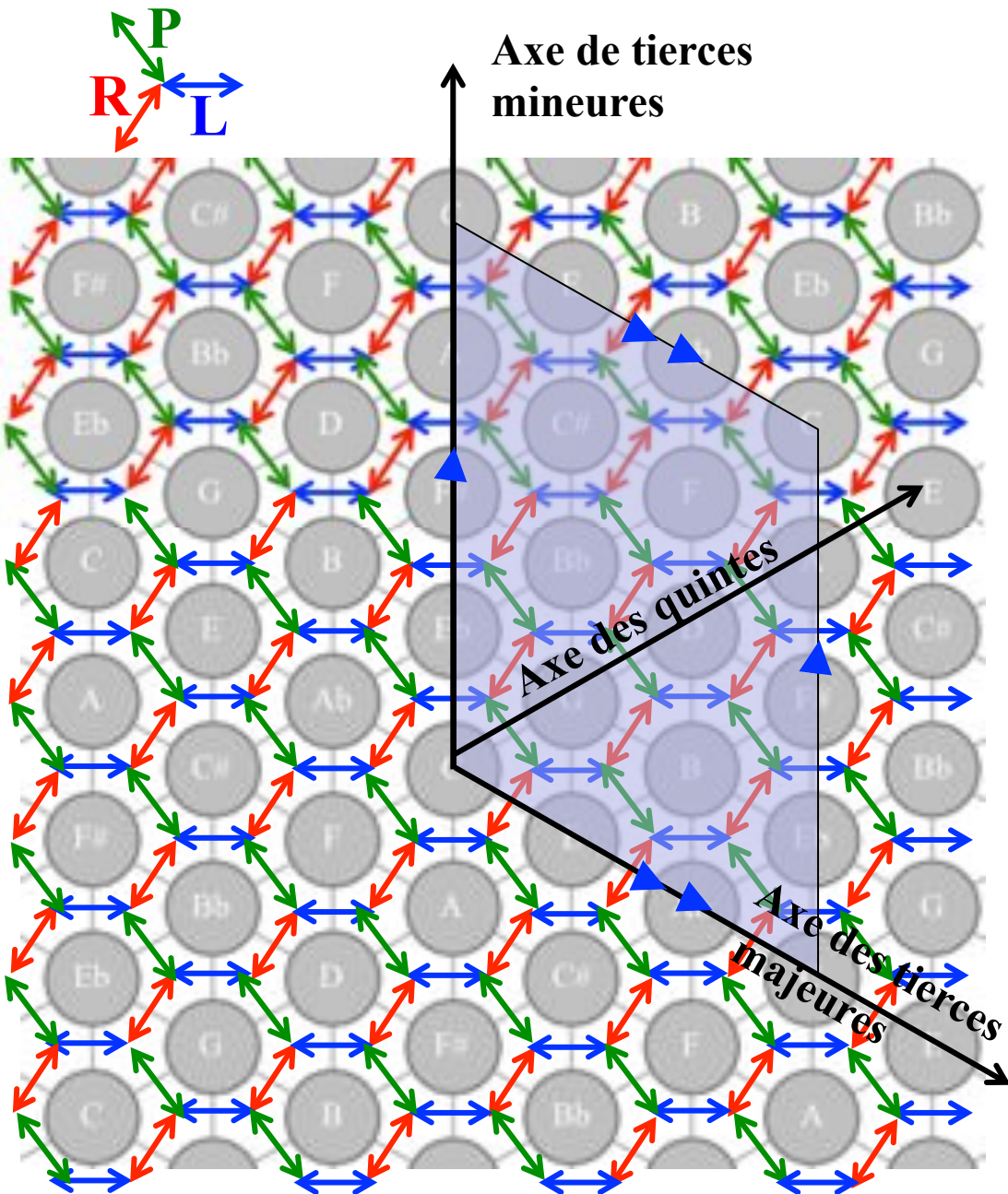


The sensation of music. (A) Auditory cortical areas in the superior temporal gyrus that respond to musical stimuli. Regions that are most strongly activated are shown in red. **(B)** Metabolic activity in the ventromedial region of the frontal lobe increases as a tonal stimulus becomes more consonant.

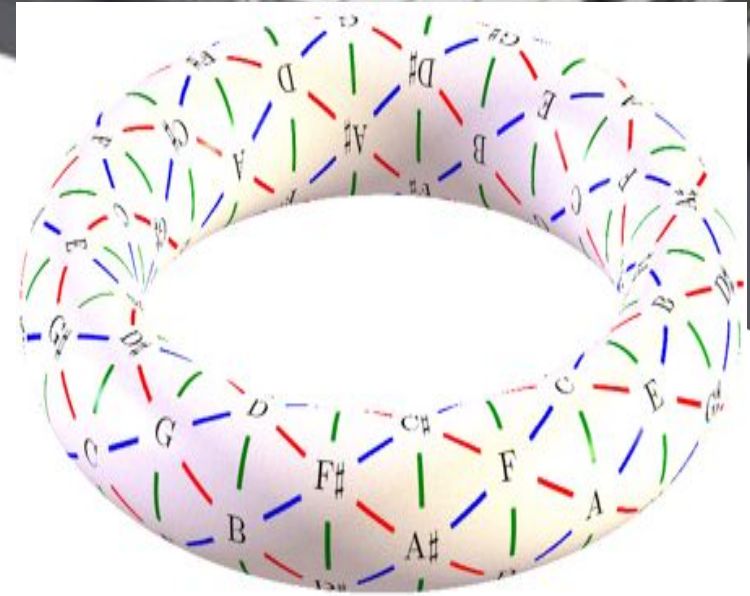
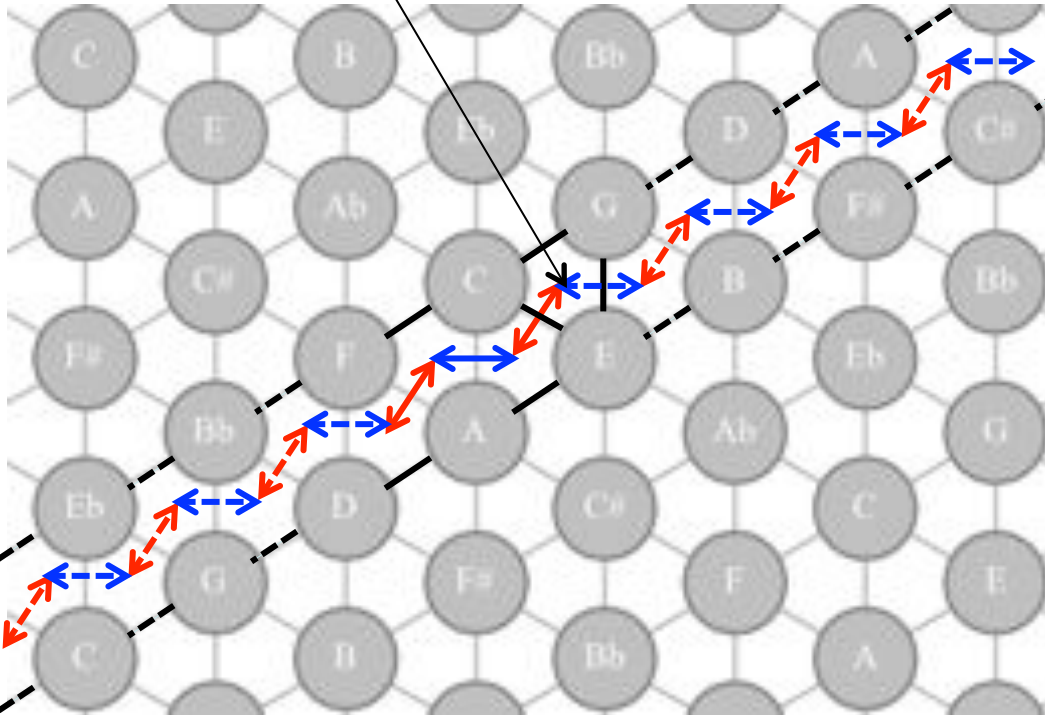
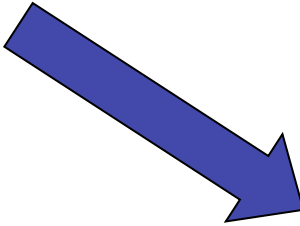
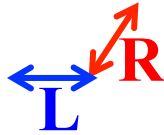
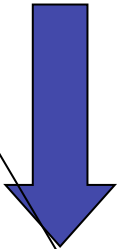
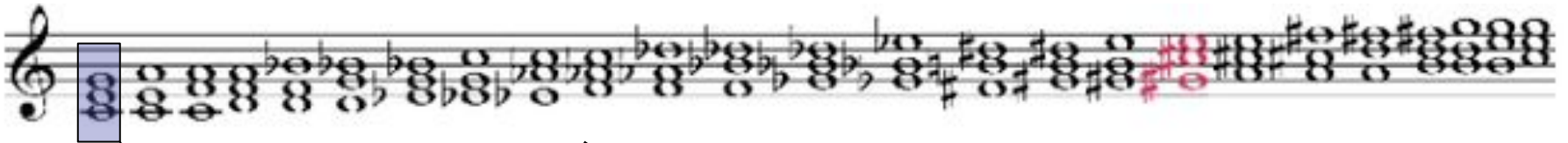


Acotto E. et M. Andreatta (2012),
« Between Mind and Mathematics.
Different Kinds of Computational
Representations of Music »,
Mathematics and Social Sciences, n° 199,
2012(3), p. 9-26.

Le Tonnetz et ses symétries



Progressions harmoniques comme trajectoires spatiales



La sera : chanson hamiltonienne redondante

#41	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
#42	L	P	L	P	L	R	L	P	L	P	L	R	L	P	L	P	L	R
#13	P	L	R	L	P	L	P	L	R	L	P	L	P	L	R	L	P	L
#4	P	L	P	L	R	L	P	L	P	L	R	L	P	L	P	L	R	L
#58	L	P	L	P	L	R	L	P	L	P	L	R	L	P	L	P	L	R

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

PLPLRL...

L P L R L P ...

P L R L P L ...

L R L P L P ...

R L P L P L ...



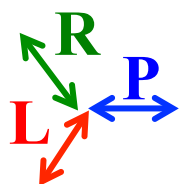
La sera non è più la tua canzone
(Mario Luzi, 1945, tratto da *Poesie sparse*)

**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.**

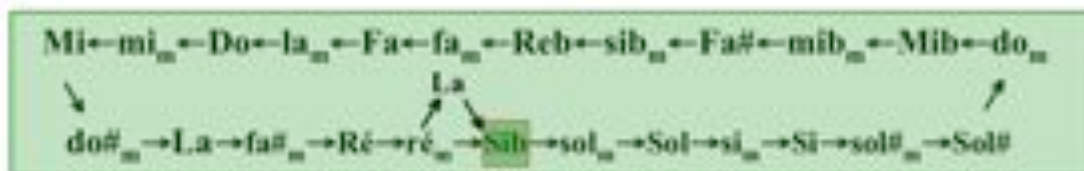
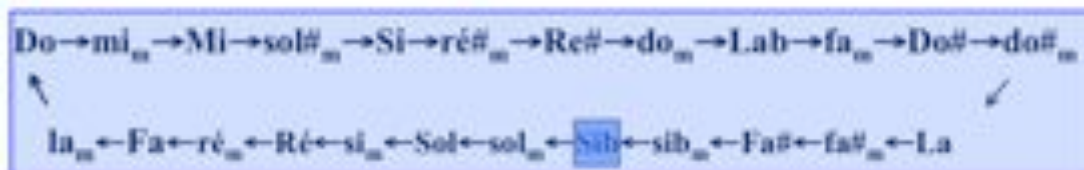
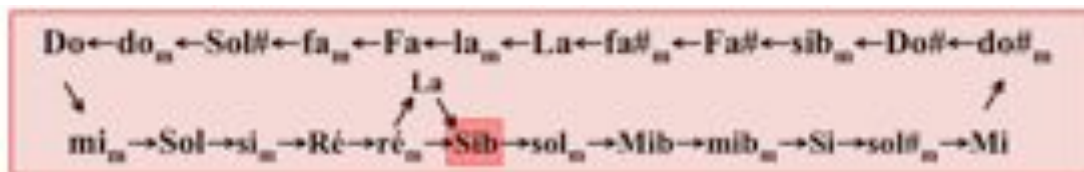
**Ah questa luce viva e chiara viene
solo da te, sei tu così vicina
al vero d'una cosa conosciuta,
per nome hai una parola ch'è passata
nell'intimo del cuore e s'è perduta.**

**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).**

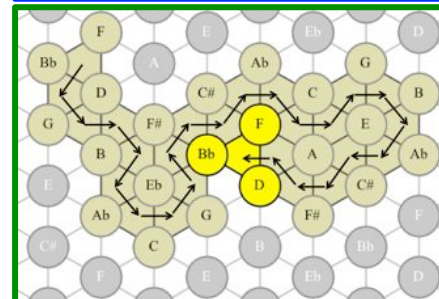
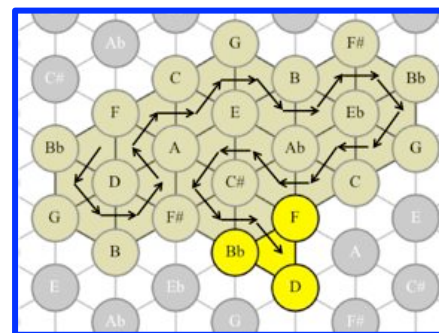
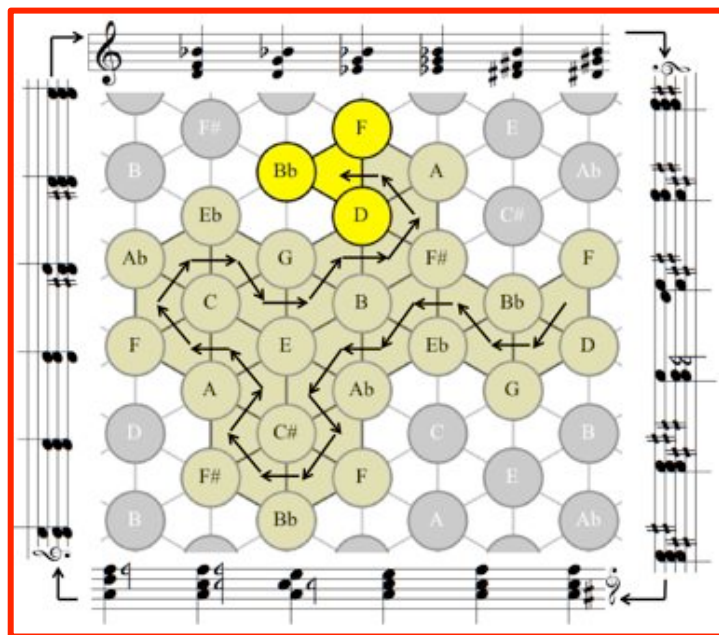
**L'aria tace ed il tempo dietro a te
si leva come un'arida montagna
dove vaga il tuo spirito e si perde,
un vento raro scivola e ristagna.**



 Tangente pour mieux comprendre le monde
L'aventure mathématique

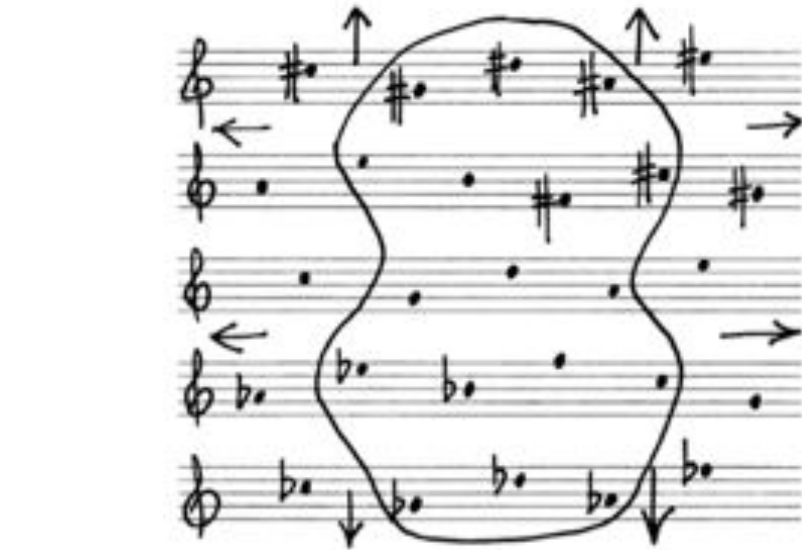
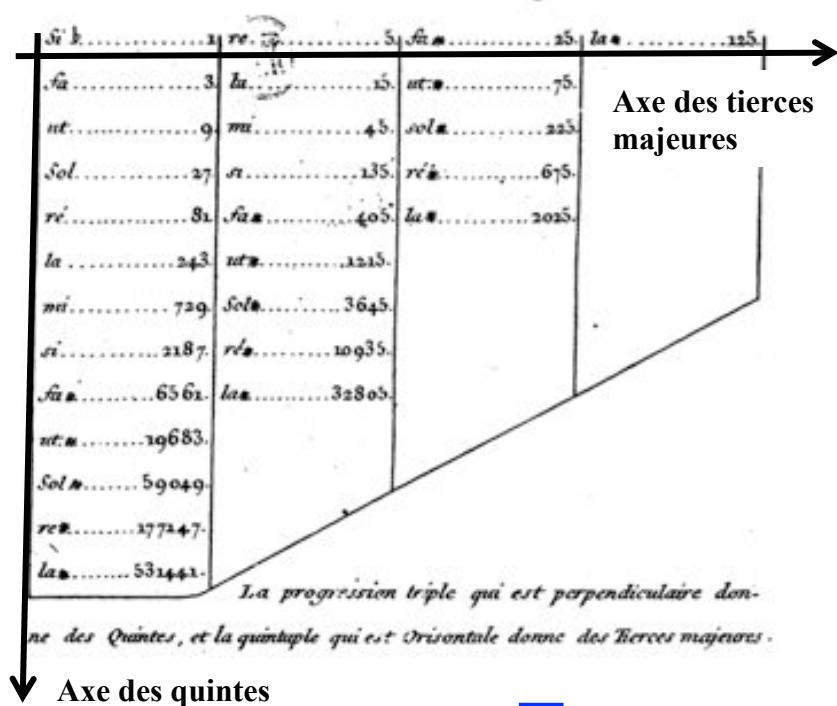


Elle détend son angoisse dans le sommeil.
Mais l'angoisse est forte, et le sommeil est si léger !
(La lumière d'avril ressemble presque à une neige
qui serait tiède.)
Et certes elle doit souffrir,
Vaguement souffrir, aussi dans le sommeil.



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

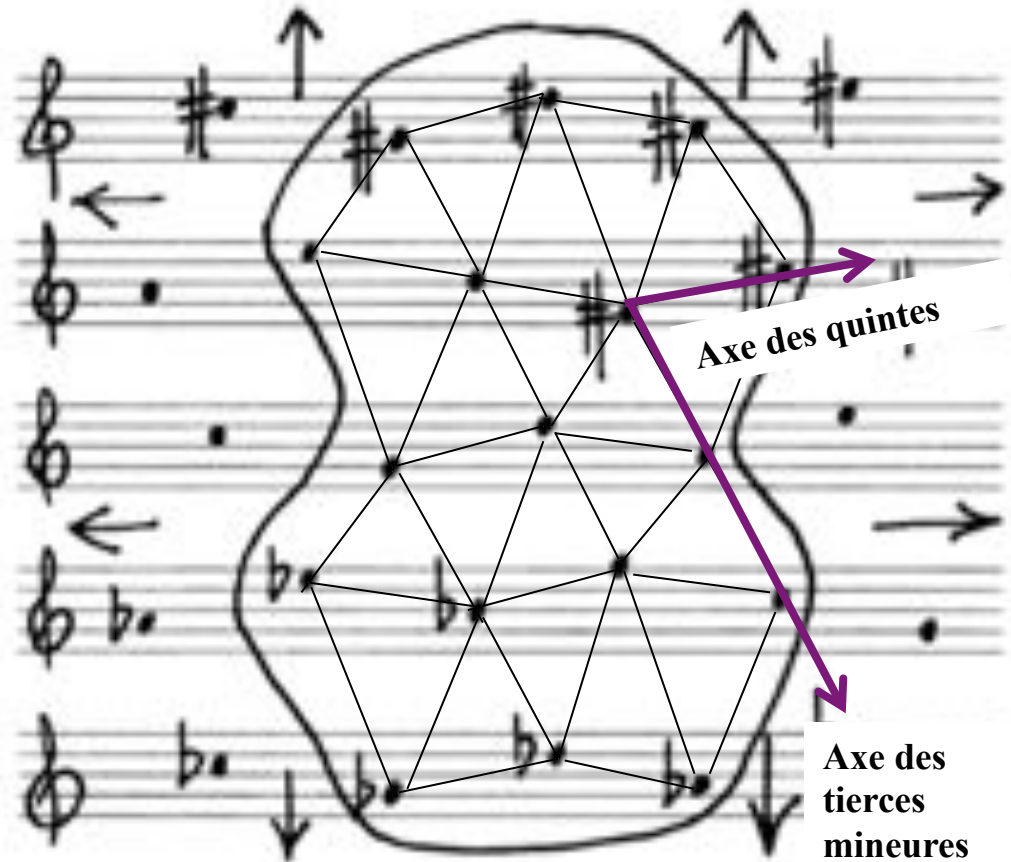
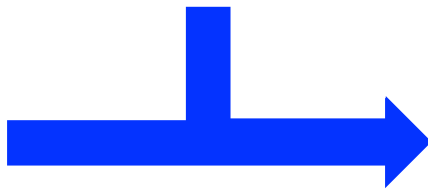
PROGRESSIONS TRIPLES ET QUINTUPLES

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 chez Henri Pousseur et ses origines ramistes

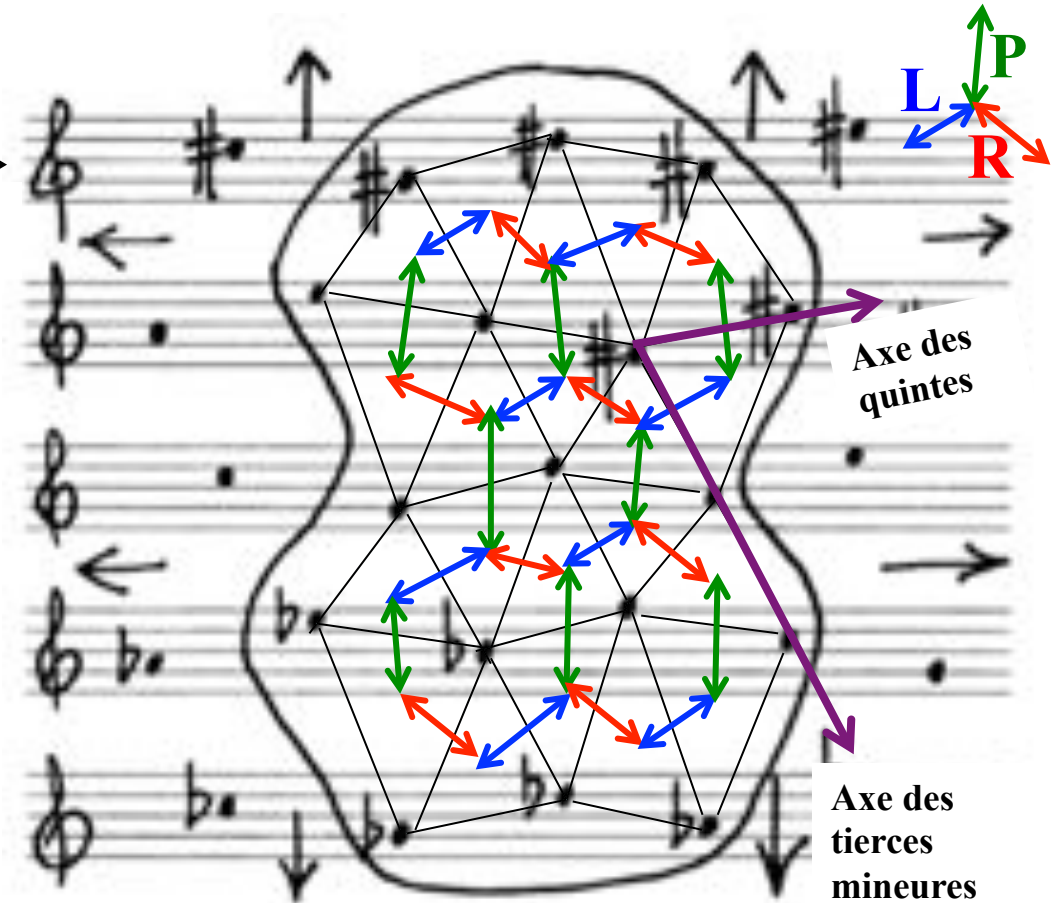
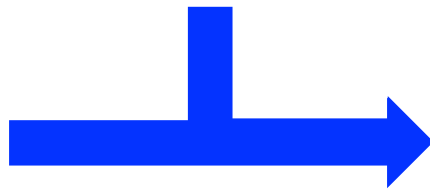
PROGRESSIONS TRIPLES ET QUINTUPLES

Si b.	31	re.	51	fa#	25	la#	125
fa.	3	la.	15	ut#	75		
ut.	9	mi.	45	sol#	225		
Sol.	27	si.	135	re#	675		
re.	81	fa#	405	la#	2025		
la.	243	ut#	1215				
mi.	729	Sol#	3645				
si.	2187	re#	10935				
fa#	6561	la#	32805				
ut#	19683						
Sol#	59049						
re#	177147						
la#	531441						

Axe des tierces majeures

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

↓ Axe des quintes

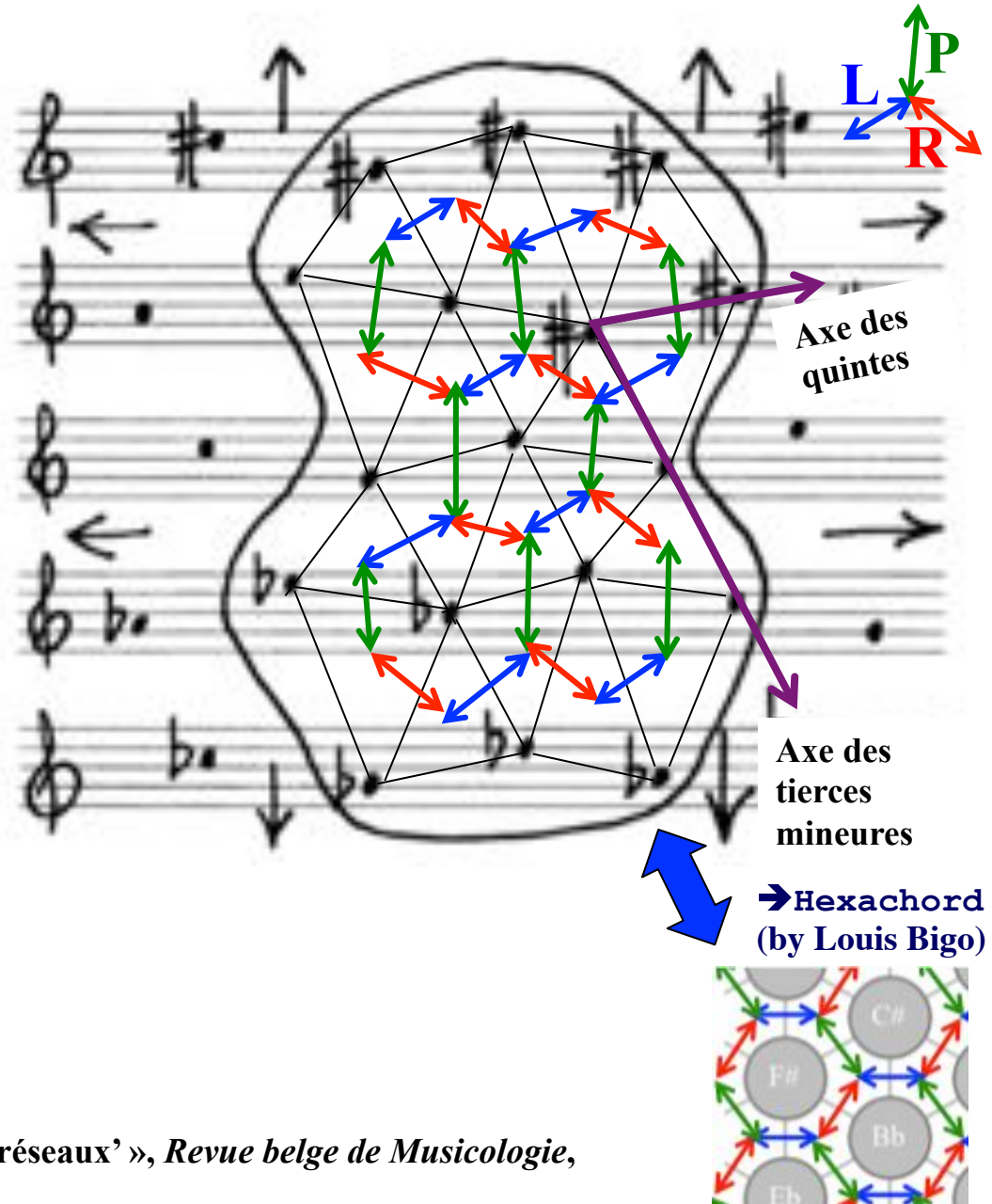


- « L'apothéose de Rameau. Essai sur la question harmonique, *Musiques Nouvelles. Revue d'esthétique*, 21, 105-172, 1968
- « Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

- 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 »

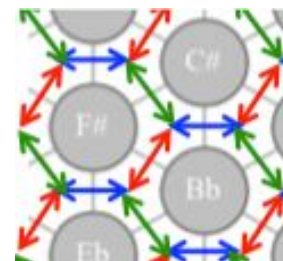
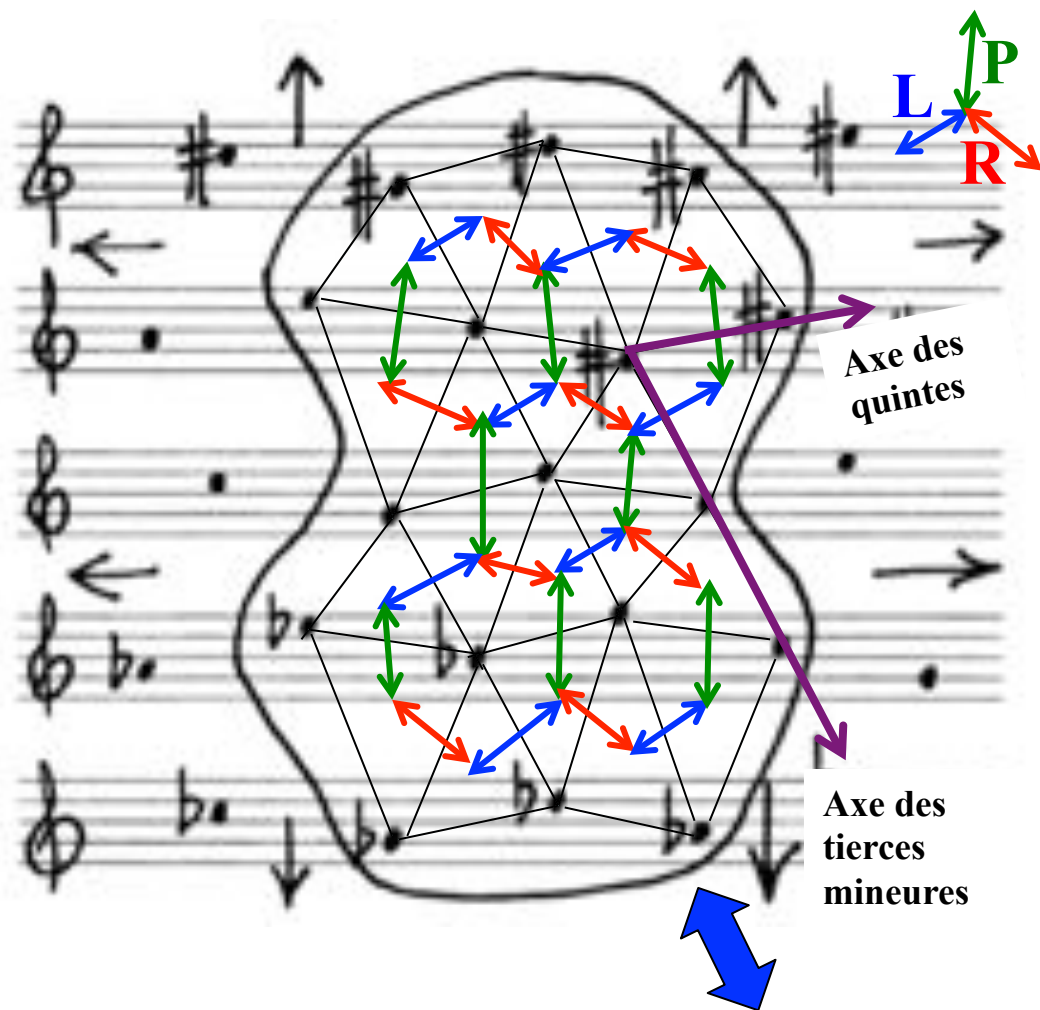


- « Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

La théorie des réseaux et son héritage computationnel

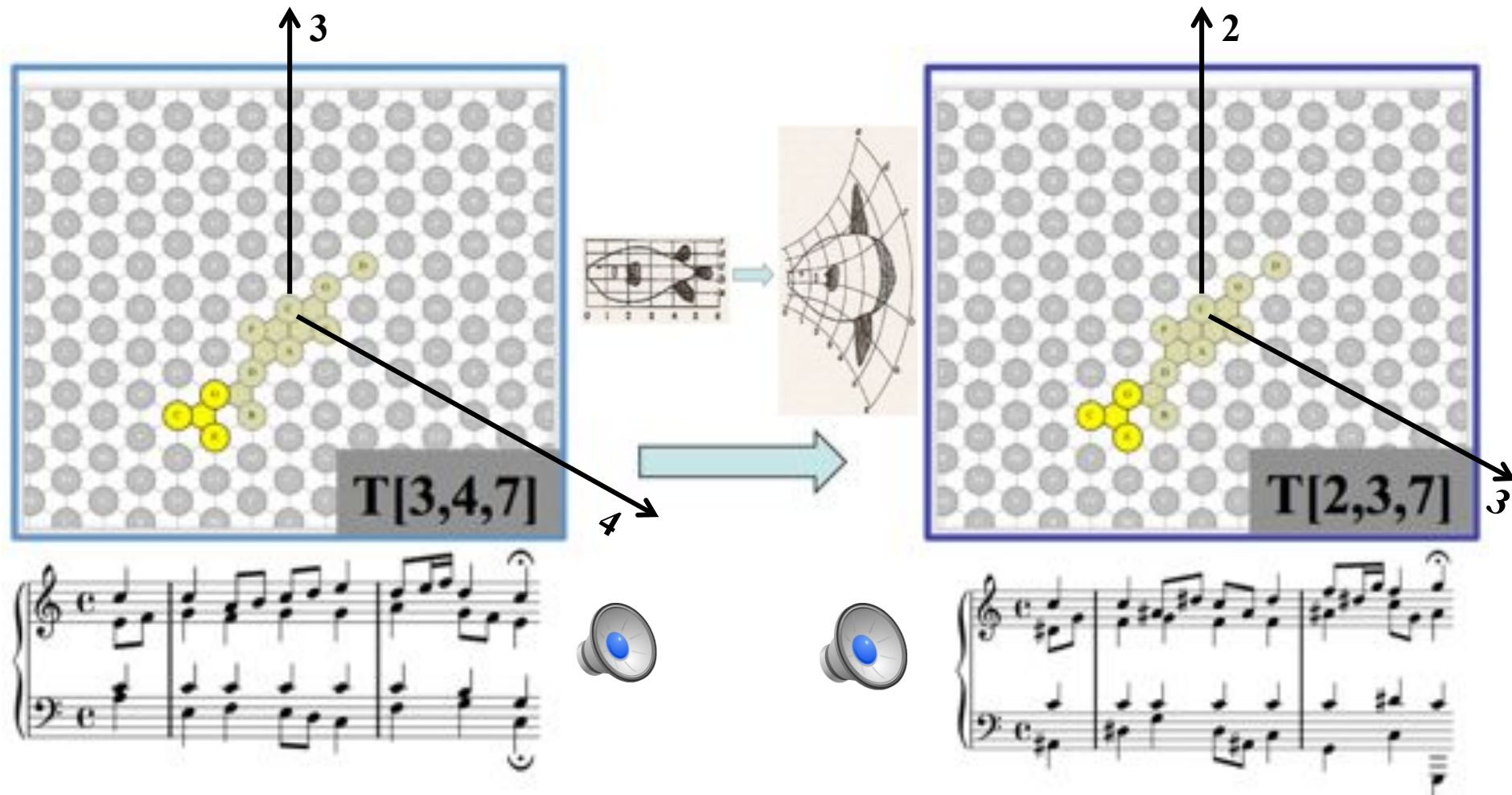
« Il ne faut toutefois pas oublier que le principe même de la méthode réside dans la volonté de construire le lavis de telle sorte que les relations musicales élémentaires effectives, donc ‘en-temps’, (analysées ou composées, mélodiques ou accordiques) soient les plus **serrées** possibles, s’expriment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

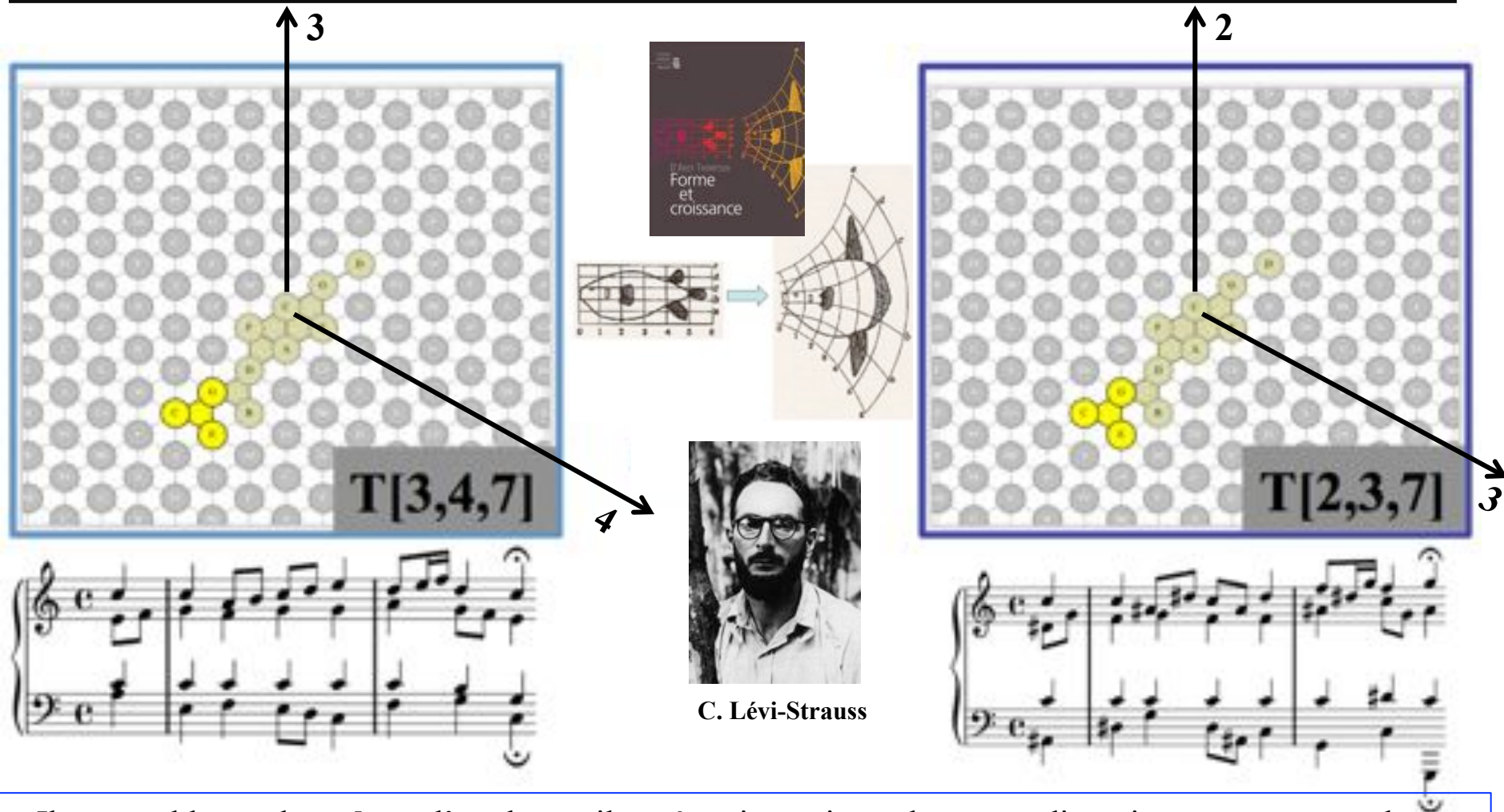


- « Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

Le style...c'est l'espace !

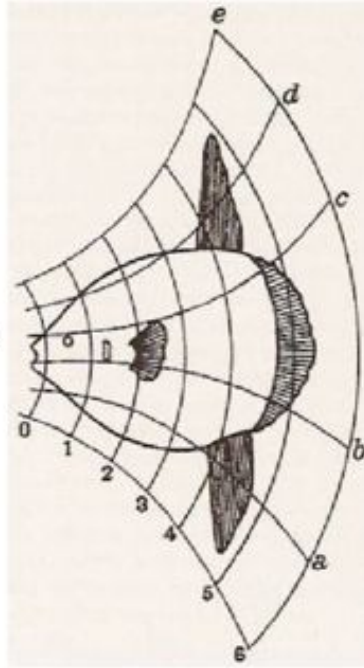
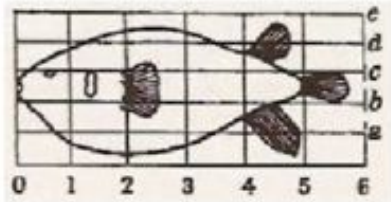


Transformations géométriques et style musical



« 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).

Généalogie morphologique du structuralisme (selon J. Petitot)



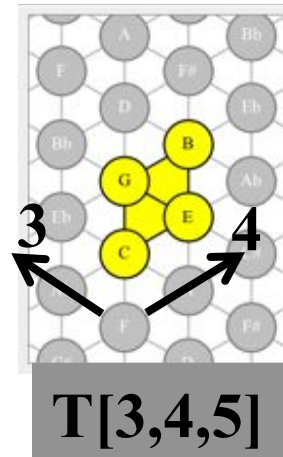
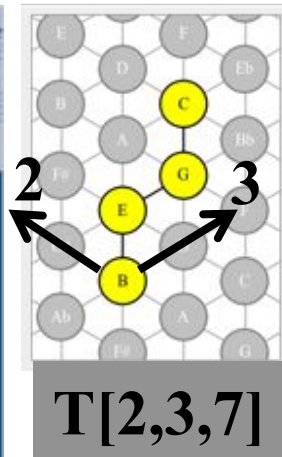
« [La notion de **transformation**] me vient d'un ouvrage qui a joué pour moi un rôle décisif et que j'ai lu pendant la guerre aux États Unis: *On Growth and Form*, en deux volumes, de D'Arcy Wentworth Thompson, paru pour la première fois en 1917. L'auteur, naturaliste écossais, (...) interprétait comme 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).

Le caractère spatial de la « logique musicale »

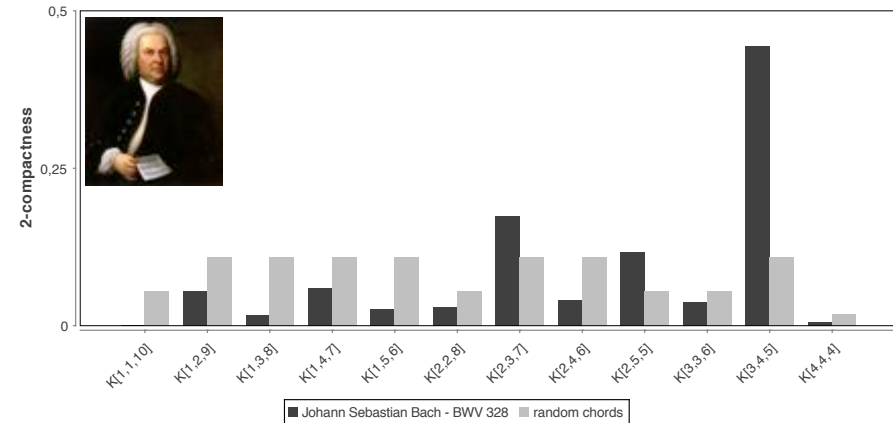
Bigo L., M. Andreatta, « Musical analysis with simplicial chord spaces », in D. Meredith (ed.), *Computational Music Analysis*, Springer, 2015



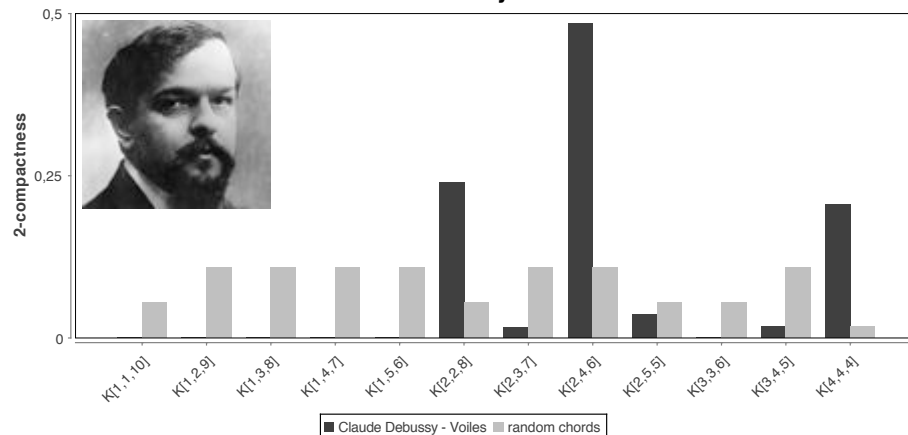
Louis Bigo



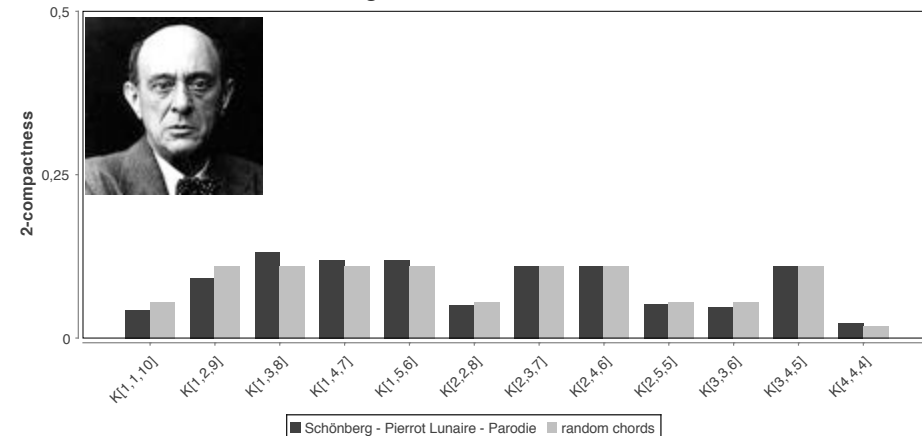
Johann Sebastian Bach - BWV 328



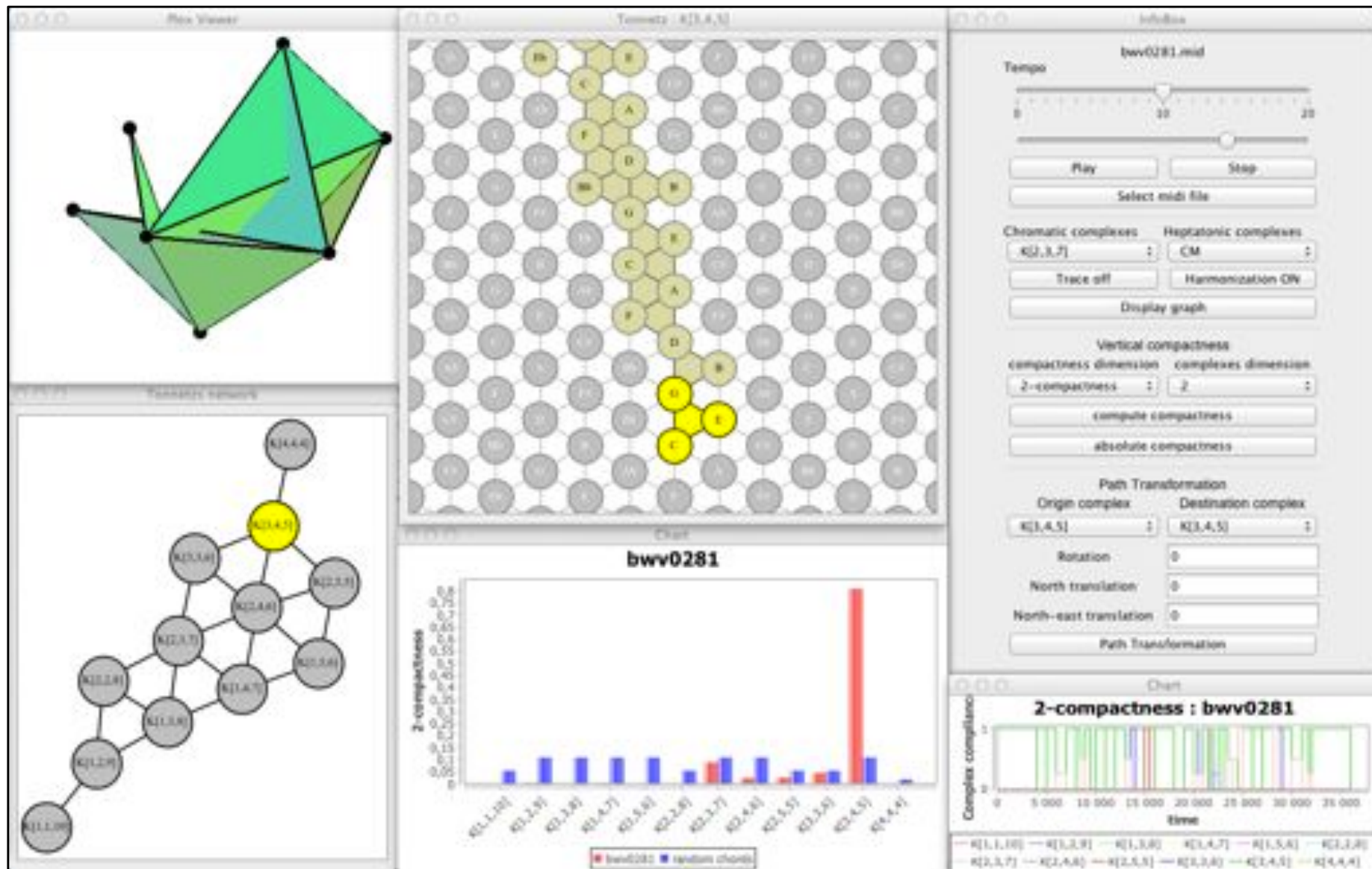
Claude Debussy - Voiles



Schönberg - Pierrot Lunaire - Parodie



Hexachord et la classification stylistique : DEMO



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

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

MERCI DE VOTRE ATTENTION