

Anatol Vieru, André Riotte et Julio Estrada, ou l'articulation entre calcul combinatoire et formalisation algébrique



Colloque CDMC
28-29 novembre 2014

Moreno Andreatta
Equipe Représentations Musicales /
IRCAM/CNRS UMR 9912



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?



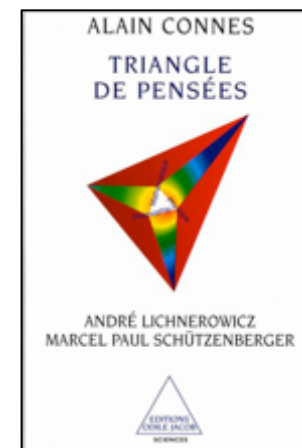
Gérard Assayag, director of the CNRS/IRCAM Laboratory for The Science and Technology of Music and Sound, will lead this dialogue on invention in the two disciplines.

Photo: Pierre Boulez © Jean Radel

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).



Trois perspectives théoriques sur l'algèbre en musique



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 Grabótz, Université de Strasbourg
M. Hartmut Möller, Université de Rostock

Rapports de thèse :

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

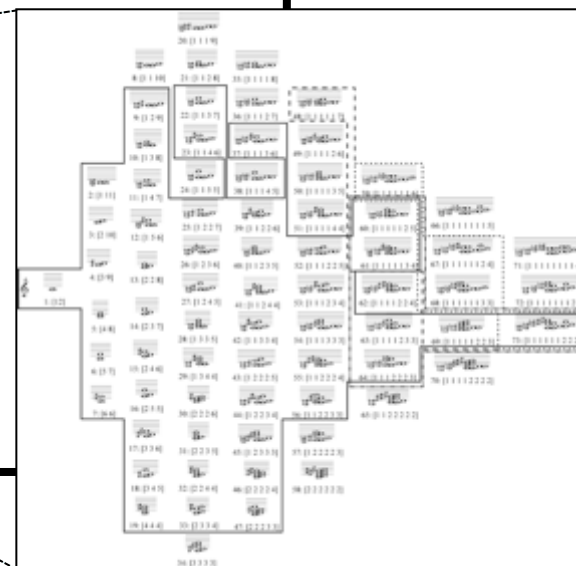
Combinatoire et algèbre dans la classification musicale



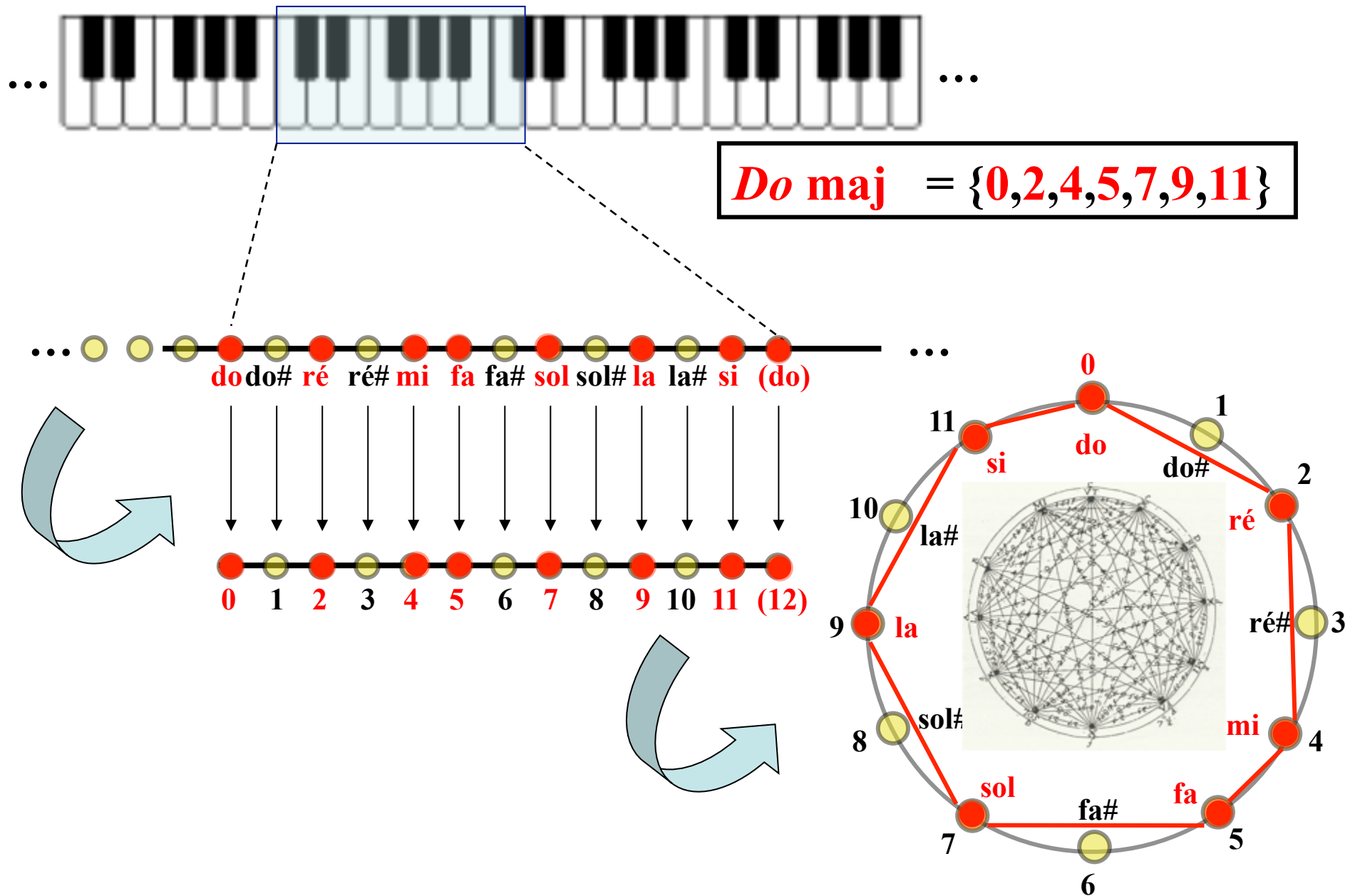
M_1^0 (2 2 2 2 2 2) $2_0 = 4_0 \cup 4_2$ 2 transpositions
 M_2^0 (1 2 1 2 1 2 1 2) $3_0 \cup 3_1 = \overline{3_2}$ 3 transpositions
 M_3^0 (2 1 1 2 1 1 2 1 1) $4_0 \cup 4_2 \cup 4_3 = \overline{4_1}$ 4 transpositions
 M_4^0 (1 1 3 1 1 1 3 1) $6_0 \cup 6_1 \cup 3_2 = \overline{6_3 \cup 6_4}$ 6 transpositions

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

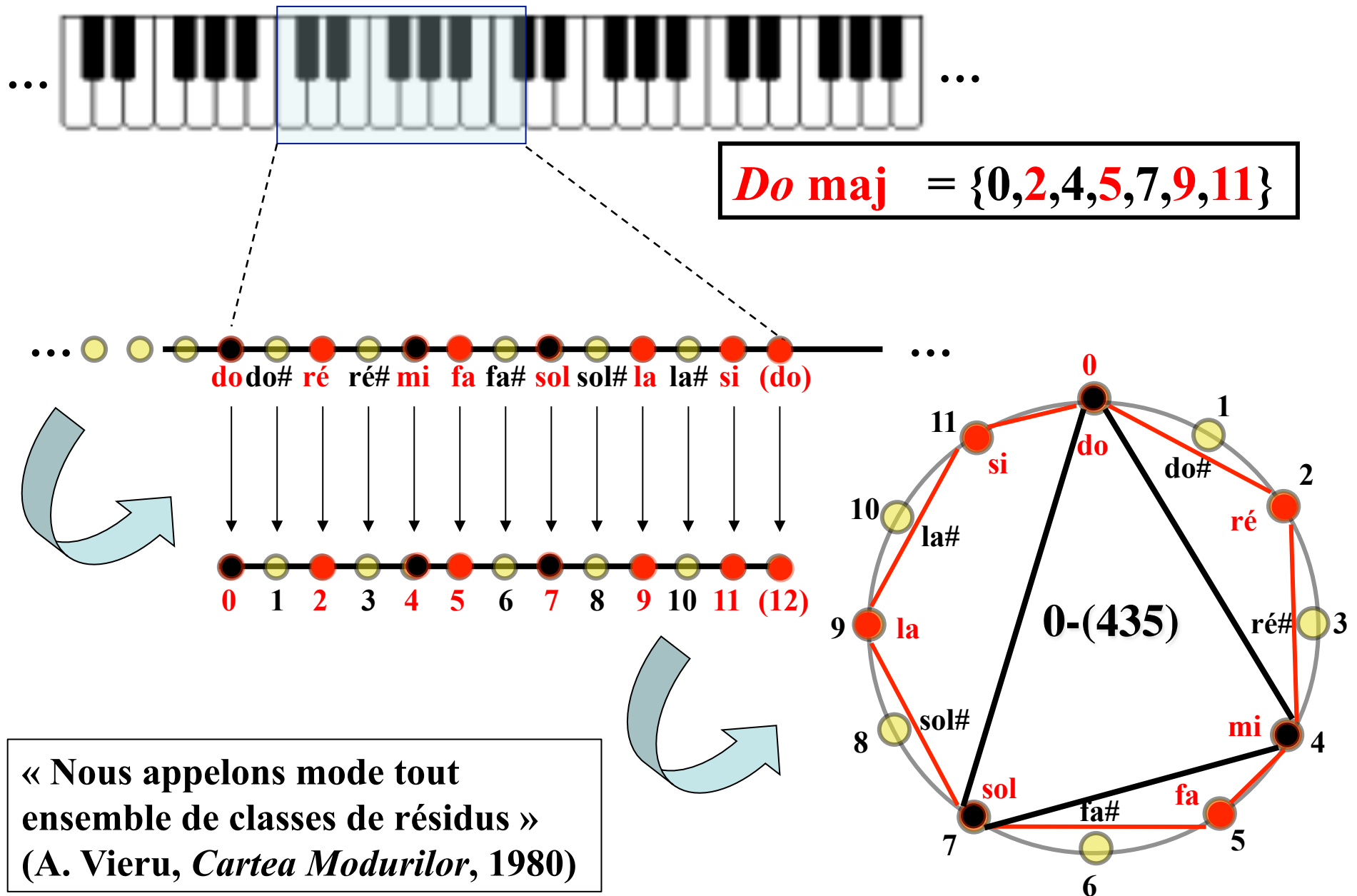
(1)(0)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Void structure — total structure
(2)(0)	-(2,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	zero structure
(3)(1,1)	-(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)	Perfect chromatic modes
(4)(10,2)	-(1,1,1,1,1,1,1,2,2)	Major second
(5)(9,3)	-(1,1,1,1,1,1,2,1,2)	Minor third
(6)(8,4)	-(1,1,1,1,1,2,1,1,2)	Major third
(7)(7,5)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



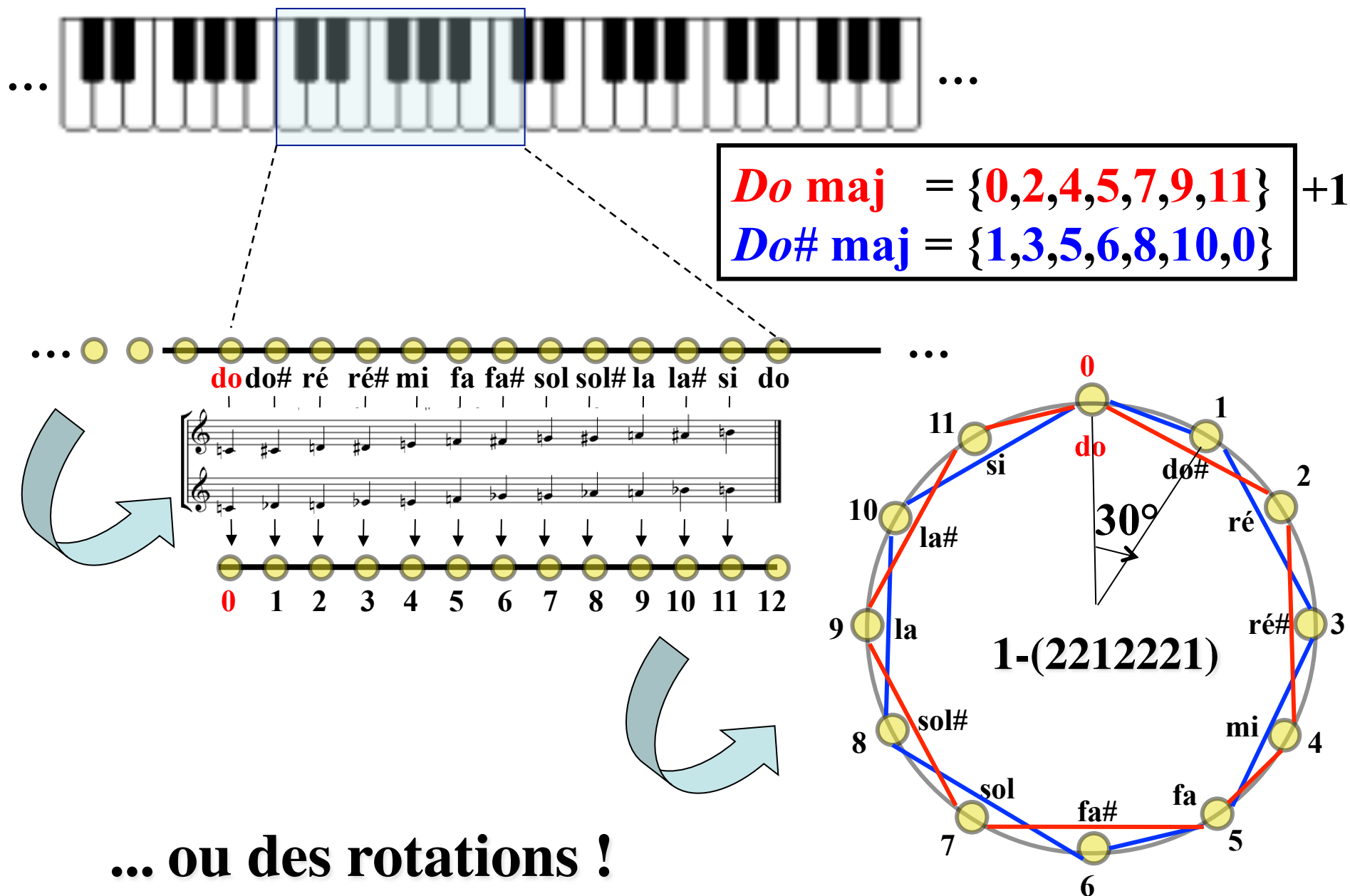
Une gamme est un polygone inscrit dans le cercle...



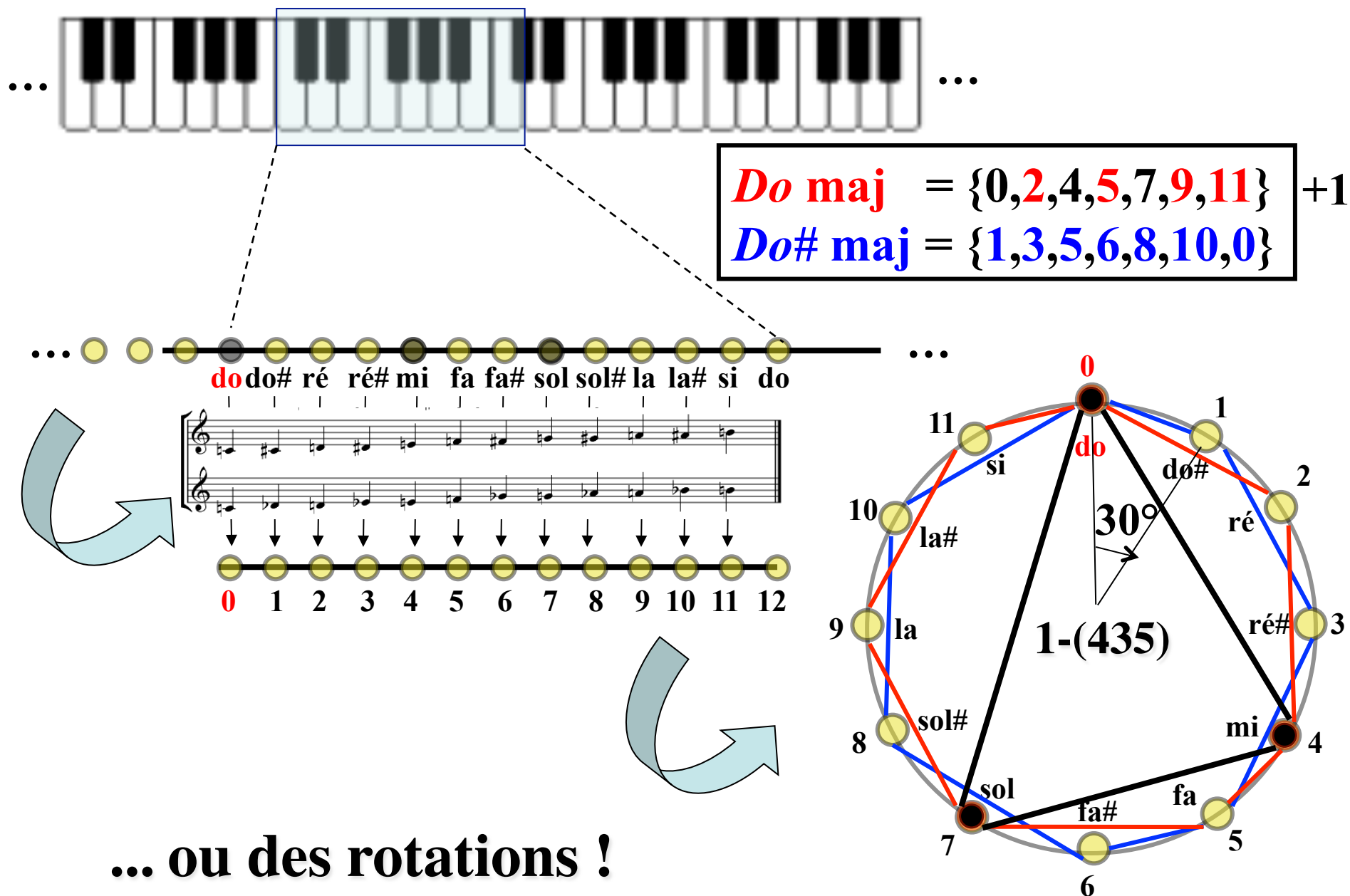
...de même qu'un mode ou un accord



Les transpositions sont des additions...

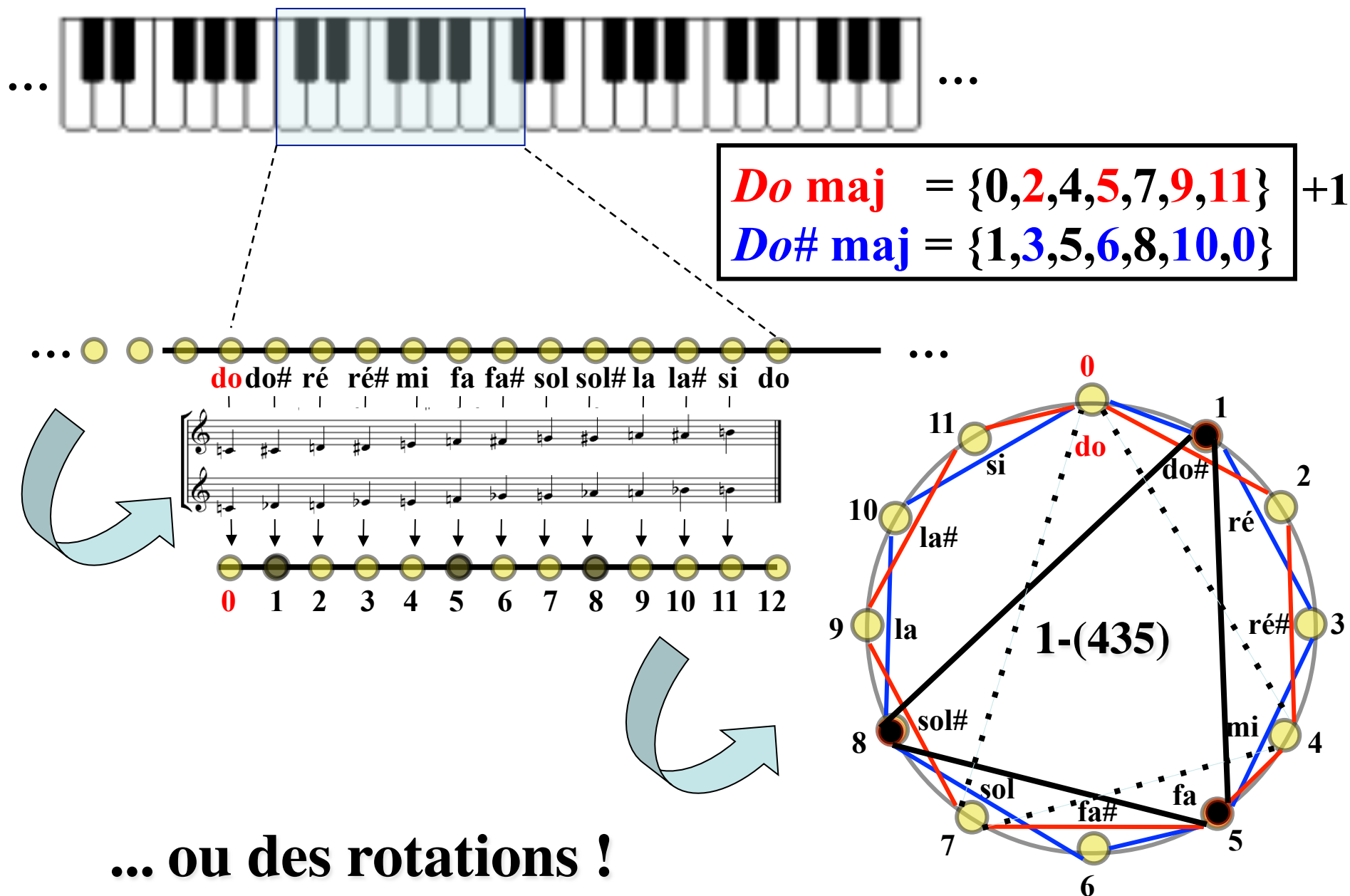


Les transpositions sont des additions...



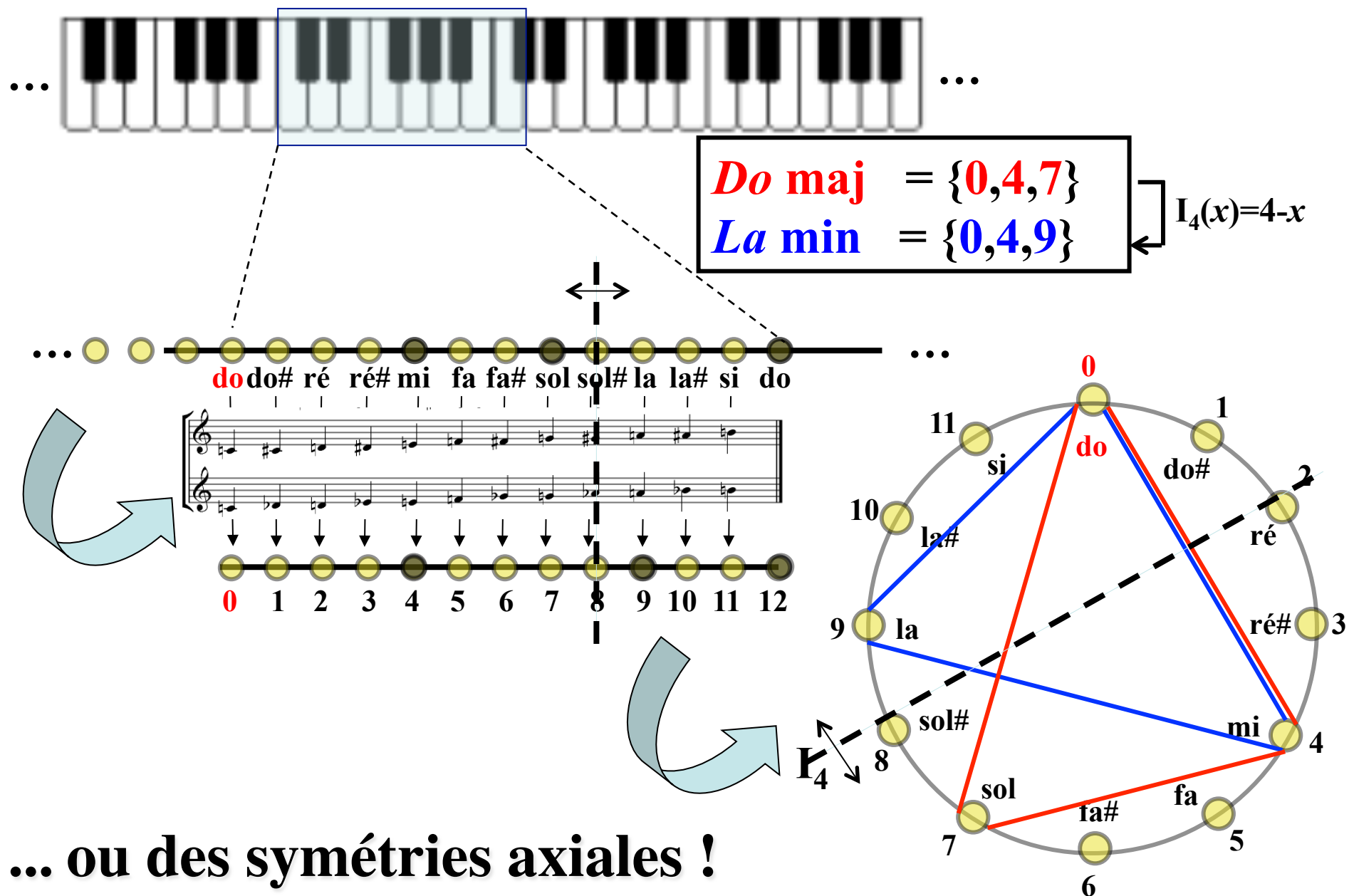
... ou des rotations !

Les transpositions sont des additions...



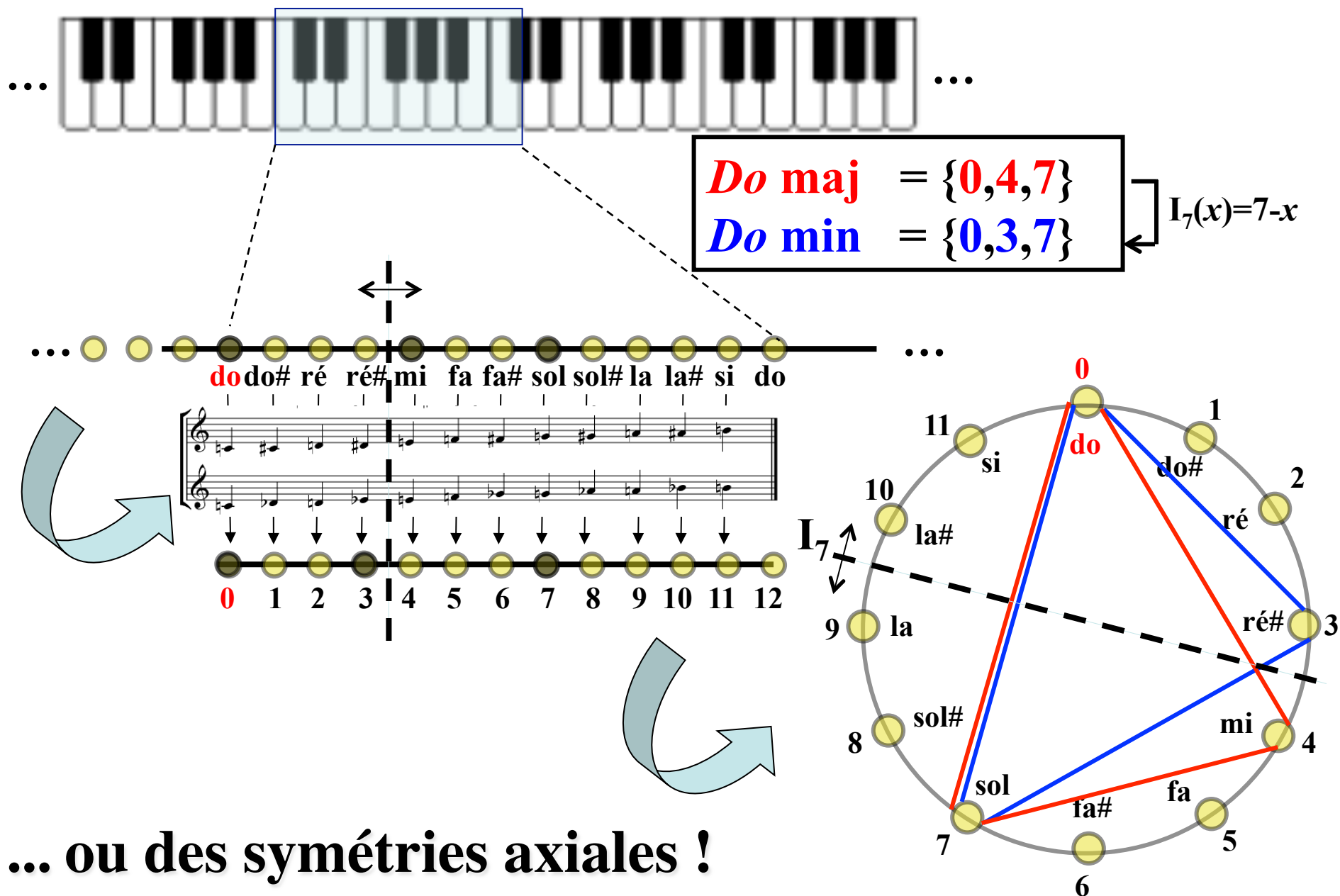
... ou des rotations !

Les inversions sont des soustractions...



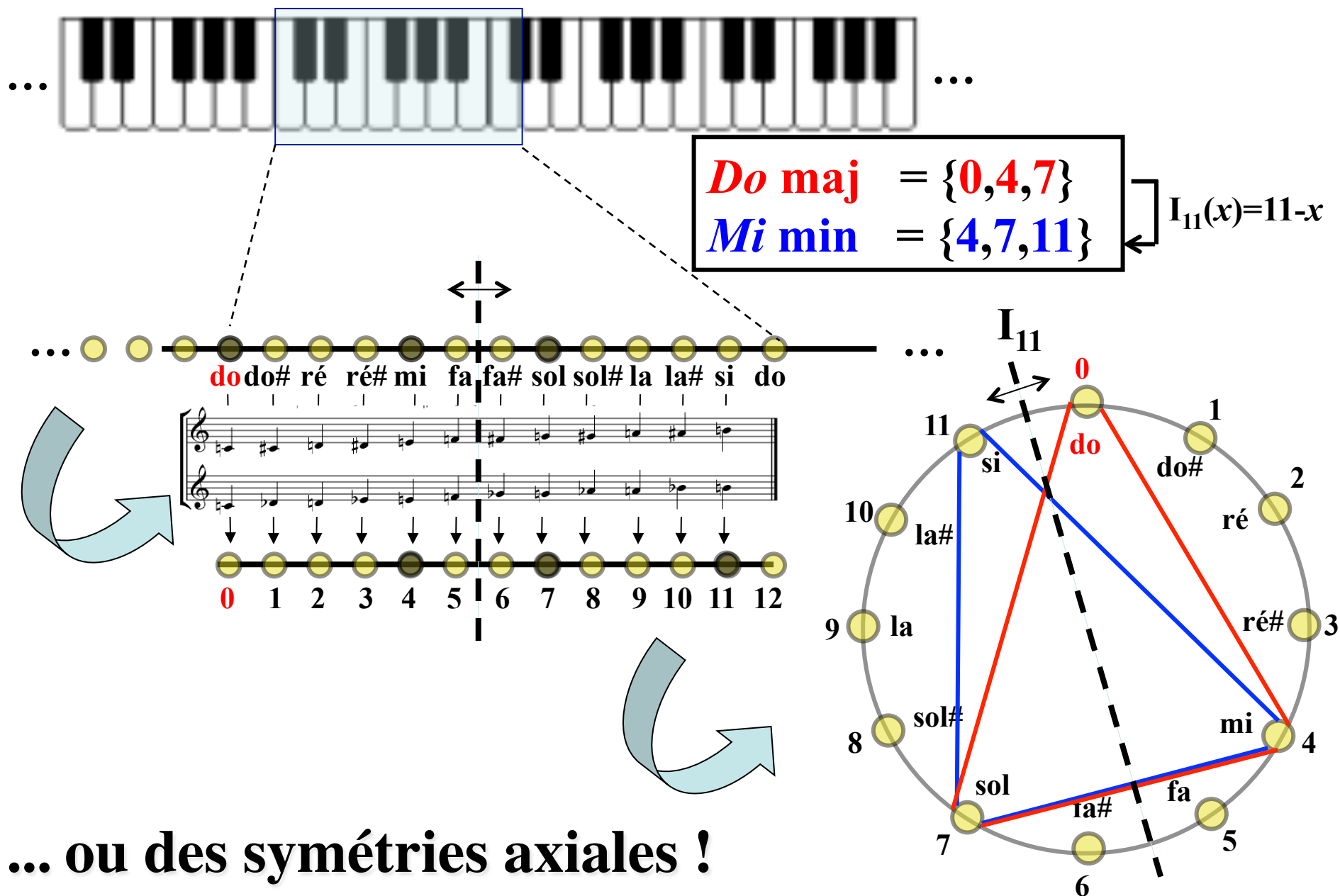
... ou des symétries axiales !

Les inversions sont des soustractions...



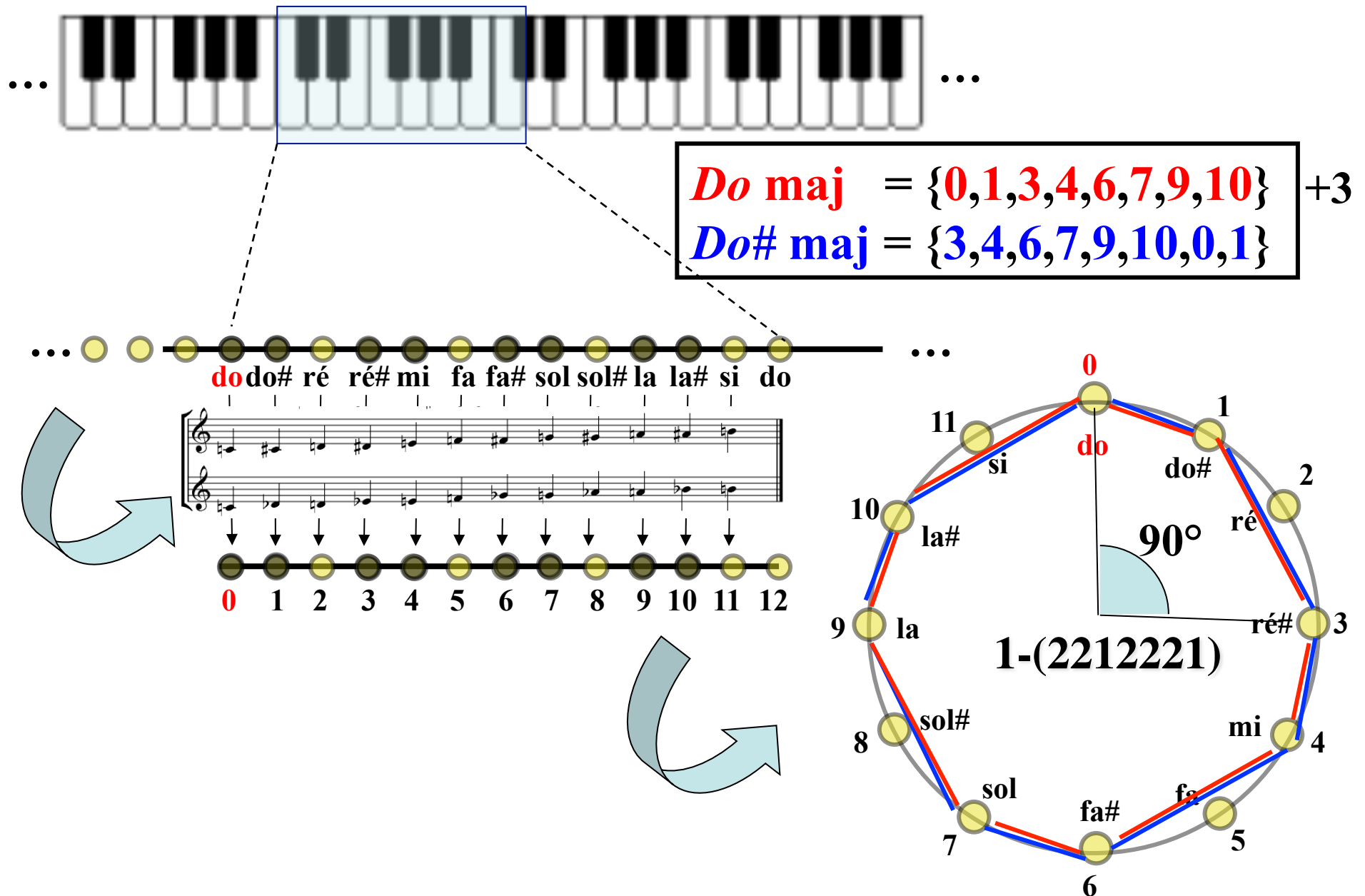
... ou des symétries axiales !

Les inversions sont des soustractions...



... ou des symétries axiales !

Modes à transpositions limitées de Messiaen



Composition des structures modales et modes TL

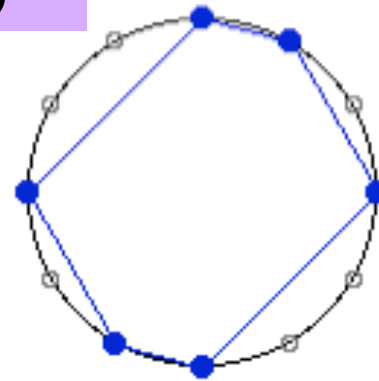


$$(6\ 6) \cdot (1\ 2\ 9) = (6\ 6) \cdot \{0, 1, 3\}$$

$$= ((6\ 6) \cdot \{0\}) \cup ((6\ 6) \cdot \{1\}) \cup ((6\ 6) \cdot \{3\}) =$$

$$= \{0, 6\} \cup \{1, 7\} \cup \{3, 9\} =$$

$$= \{0, 1, 3, 6, 7, 9\}.$$



**Multiplication
d'accords (Boulez)**



$$6_0 \cup 6_1 \cup 6_3$$

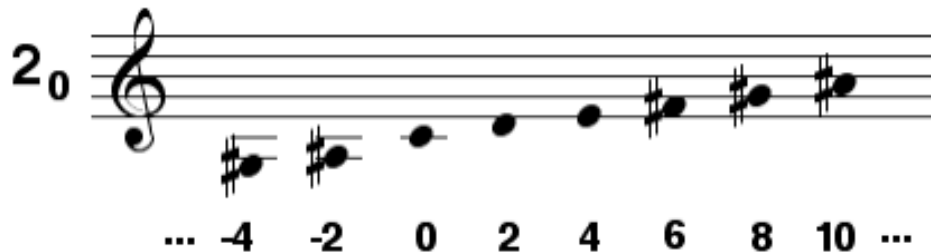
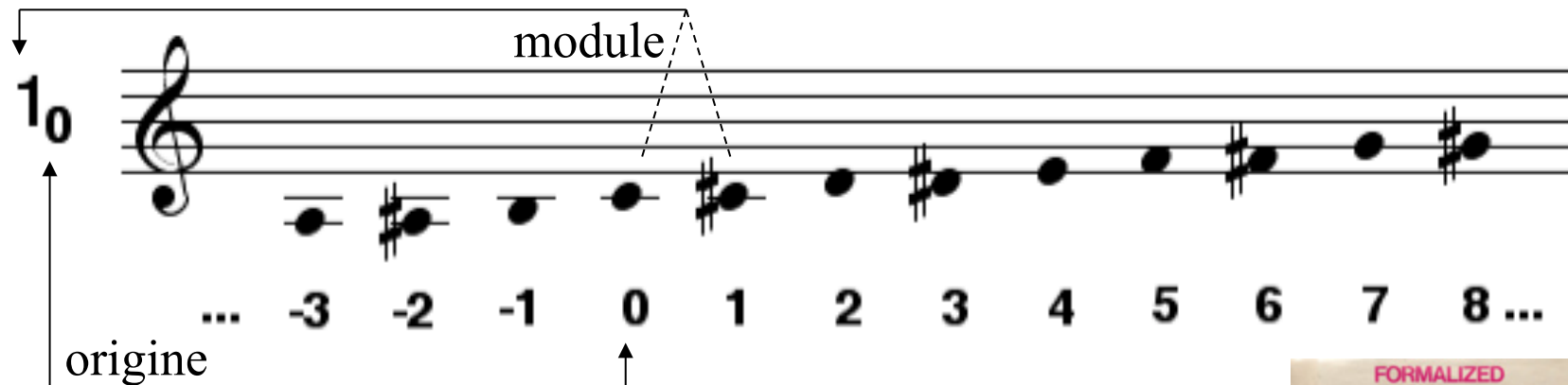
crible



La théorie des cribles ou les structures d'ordre en musique

« [Une] théorie qui annexe les congruences modulo z et qui est issue d'une **axiomatique de la structure universelle de la musique** »

(I. Xenakis, descriptif de la pièce *Nomos Alpha* pour violoncelle solo, 1966)



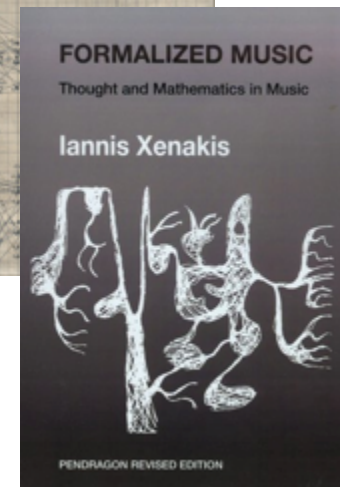
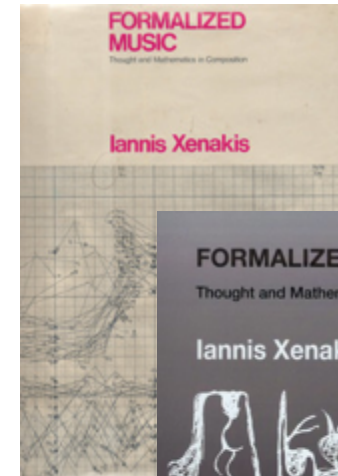
$$1_0 = 2_0 \cup 2_1$$

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

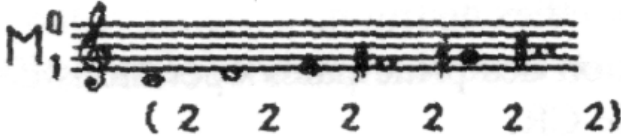
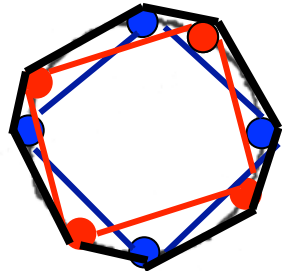


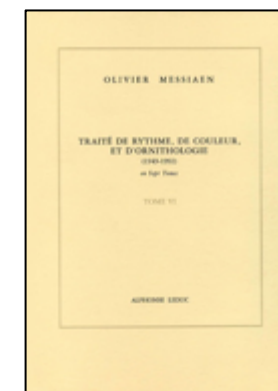
$$(2_0)^c = 2_1$$

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



Théorie des cribles et modes de Messiaen

 M_1^0 (2 2 2 2 2 2)	$2_0 = 4_0 \cup 4_2$ 2 transpositions	
 M_2^0 (1 2 1 2 1 2 1 2)	$3_0 \cup 3_1 = \overline{3_2}$ 3 transpositions	
 M_3^0 (2 1 1 2 1 1 2 1 1)	$4_0 \cup 4_2 \cup 4_3 = \overline{4_1}$ 4 transpositions	
 M_4^0 (1 1 3 1 1 1 3 1)	$6_0 \cup 6_1 \cup 3_2 = \overline{6_3 \cup 6_4}$ 6 transpositions	



A. Riotte, "L'utilisation de modèles mathématiques en analyse et en composition musicales", *Quadrivium musiques et sciences*, éditions ipmc, Paris, 1992.

Extensions de la théorie des cribles en musique algorithmiques

The image displays musical notation for two staves in 2/4 time, with rhythmic patterns corresponding to sieve theory structures. The notation includes notes, rests, and groupings (triplets and quintuplets) with numerical labels (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20) indicating specific values or indices. To the right, a vertical structure labeled 'Structure métrique' lists values: 1_0 , 2_0 , 3_0 , 5_0 , and a bottom row $2_0 \cup 3_0 \cup 5_0$.

E. Amiot, G. Assayag, C. Malherbe & A. Riotte, “Génération et identification de structures de durées en écriture musicale, 1986 (repris dans A. Riotte & M. Mesnage, *Formalismes et modèles musicaux*, collection “Musique/Sciences”, Ircam Delatour France, 2006

M. Andreatta, « Musique algorithmique », in In N. Donin et L. Feneyrou (dir.), *Théorie de la composition musicale au XX^e siècle*, Symétrie, 2013



Extension de la théorie des cribles : *Partitions-gouffres* (1986)

The image displays a musical score for a piece titled "Partitions-gouffres" (1986). The score is organized into three systems, each containing multiple staves. The first system includes staves for instruments S_0 , S_1 , S_2 , S_3 , S_7 , S_8 , S_{10} , and S_{11} . The second system features a GONG, a section for PLAYER 1 TOMS (with staves f_{12} , f_{13} , and f_{14}), and a section for f_{01} and dr_{01} . The third system continues the notation for these instruments. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and dynamic markings like *mp* (mezzo-piano) and *f* (forte). The score is presented in a black and white format with a clear, structured layout.

Extension de la théorie des cribles : *Partitions-gouffres* (1986)

100-Partitions-d-PNRT.GOUFF.

9/05/90 13:53:07

Page 1

Introduction de PERCUSSIONS-GOUFFRES pour 4 Percussions, André RIOTTE

;Groupes : (01 5 0) (02 7 0) (03 11 0 3) (04 13 0 1)
;PPCM : 5005 Univers : (0 441) Etendue : (0 441)

;Ensemble Image *P* cardinal 232

;0 Complément *CP* cardinal 210

;Partition de *P* :

1: génératrice (01) cardinal : 51
2: génératrice (02) cardinal : 36
3: génératrice (03) cardinal : 46
4: génératrice (04) cardinal : 37
5: génératrice (01 02) cardinal : 9
6: génératrice (01 03) cardinal : 13
7: génératrice (01 04) cardinal : 11
8: génératrice (02 03) cardinal : 7
9: génératrice (02 04) cardinal : 6
10: génératrice (03 04) cardinal : 9
11: génératrice (01 02 03) cardinal : 2
12: génératrice (01 02 04) cardinal : 1
13: génératrice (01 03 04) cardinal : 1
14: génératrice (02 03 04) cardinal : 2
15: génératrice (01 02 03 04) cardinal : 1

union 11 15, cardinal : 3
union 1 7, cardinal : 32
union 2 9, cardinal : 42
union 3 10, cardinal : 55
union 12 15, cardinal : 2
union 1 5, cardinal : 64
union 2 8, cardinal : 43
union 4 10, cardinal : 46
union 13 15, cardinal : 2
union 1 5, cardinal : 50
union 3 8, cardinal : 53
union 4 9, cardinal : 43
union 14 15, cardinal : 3
union 2 5, cardinal : 45
union 3 6, cardinal : 59
union 4 7, cardinal : 48

début : 0 fin : 71

	1	2	3
(11 15)			
(1 7)			
(2 9)			
(3 10)			
(12 15)			
(1 5)			
(2 8)			
(4 10)			

	1	2	3
(13 15)			
(1 5)			
(3 8)			
(4 9)			
(14 15)			
(2 5)			
(3 6)			
(4 7)			

début : 72 fin : 142

	4	5	6
(11 15)			
(1 7)			
(2 9)			
(3 10)			
(12 15)			
(1 5)			
(2 8)			
(4 10)			

	4	5	6
(13 15)			
(1 5)			
(3 8)			
(4 9)			
(14 15)			
(2 5)			
(3 6)			
(4 7)			

aussi vite que possible pour conserver
une claire articulation (♩ ≈ 108)

les accents très marqués

3 Cymb. $\frac{3}{4}$ *ff*

3 Toms $\frac{3}{4}$ *ff*

Tam-tam $\frac{3}{4}$

3 Toms $\frac{3}{4}$ *ff*

3 Cymb. $\frac{3}{4}$

3 Toms $\frac{3}{4}$ *ff*

Tam-tam $\frac{3}{4}$ *ff avec le poing*

3 Toms $\frac{3}{4}$ *ff*

p sub.

Les calculs inconscients : *Météorite et ses Métamorphoses* (2001)

[*Météorite et ses Métamorphoses*, oeuvre pour piano] constitue un cas à part dans ma production récente ; son noyau générateur s'est imposé à moi d'un seul tenant **sans préparation ni conception consciente**, et ses possibilités de prolifération me sont apparues aussitôt, et n'ont pas cessé de venir à jour sans que je fasse appel à la panoplie de logiciels mis au point par Marcel Mesnage et utilisés pour mes compositions passées. [...] A travers l'affirmation d'une **relative simplicité, retrouvée au-delà des théories et des tendances**, et résumant ma perception actuelle d'une certaine idée de la musique, *Météorite* n'a d'autres justifications que le pur plaisir de l'écriture et des sonorités du piano, encore une fois réunis. [en note : Les dernières variantes font appel notamment aux **cycles équilibrés**, les tous premiers matériaux que j'ai calculés jadis (1962) sur ordinateur, mais ce n'est qu'un avatar, venu spontanément sceller l'ensemble]

A. Riotte, Avant-propos de
Météorite et ses Métamorphoses,
Editions De Plein Vent, 2001



Météorite
et ses Métamorphoses

André RIOTTE

Massif ♩ ≈ 76

The image displays a page of musical notation for a piano piece. It consists of four systems of music, each with a grand staff (treble and bass clefs). The notation is complex, featuring many chords and rapid passages. Dynamics such as 'fff' (fortissimo), 'mf' (mezzo-forte), and 'p' (piano) are indicated. A tempo marking 'Massif ♩ ≈ 76' is present at the top. The key signature has one flat (B-flat). The notation is written in a clear, professional style.

Les calculs inconscients : *Météorite et ses Métamorphoses* (2001)

[*Météorite et ses Métamorphoses*, oeuvre pour piano] constitue un cas à part dans ma production récente ; son noyau générateur s'est imposé à moi d'un seul tenant **sans préparation ni conception consciente**, et ses possibilités de prolifération me sont apparues aussitôt, et n'ont pas cessé de venir à jour sans que je fasse appel à la panoplie de logiciels mis au point par Marcel Mesnage et utilisés pour mes compositions passées. [...] A travers l'affirmation d'une **relative simplicité, retrouvée au-delà des théories et des tendances**, et résumant ma perception actuelle d'une certaine idée de la musique, *Météorite* n'a d'autres justifications que le pur plaisir de l'écriture et des sonorités du piano, encore une fois réunis. [en note : Les dernières variantes font appel notamment aux **cycles équilibrés**, les tous premiers matériaux que j'ai calculés jadis (1962) sur ordinateur, mais ce n'est qu'un avatar, venu spontanément sceller l'ensemble]

A. Riotte, Avant-propos de
Météorite et ses Métamorphoses,
Editions De Plein Vent, 2001

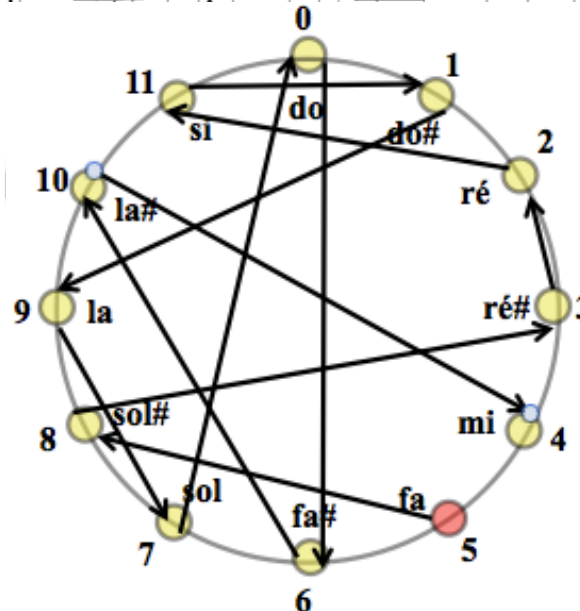


-60-

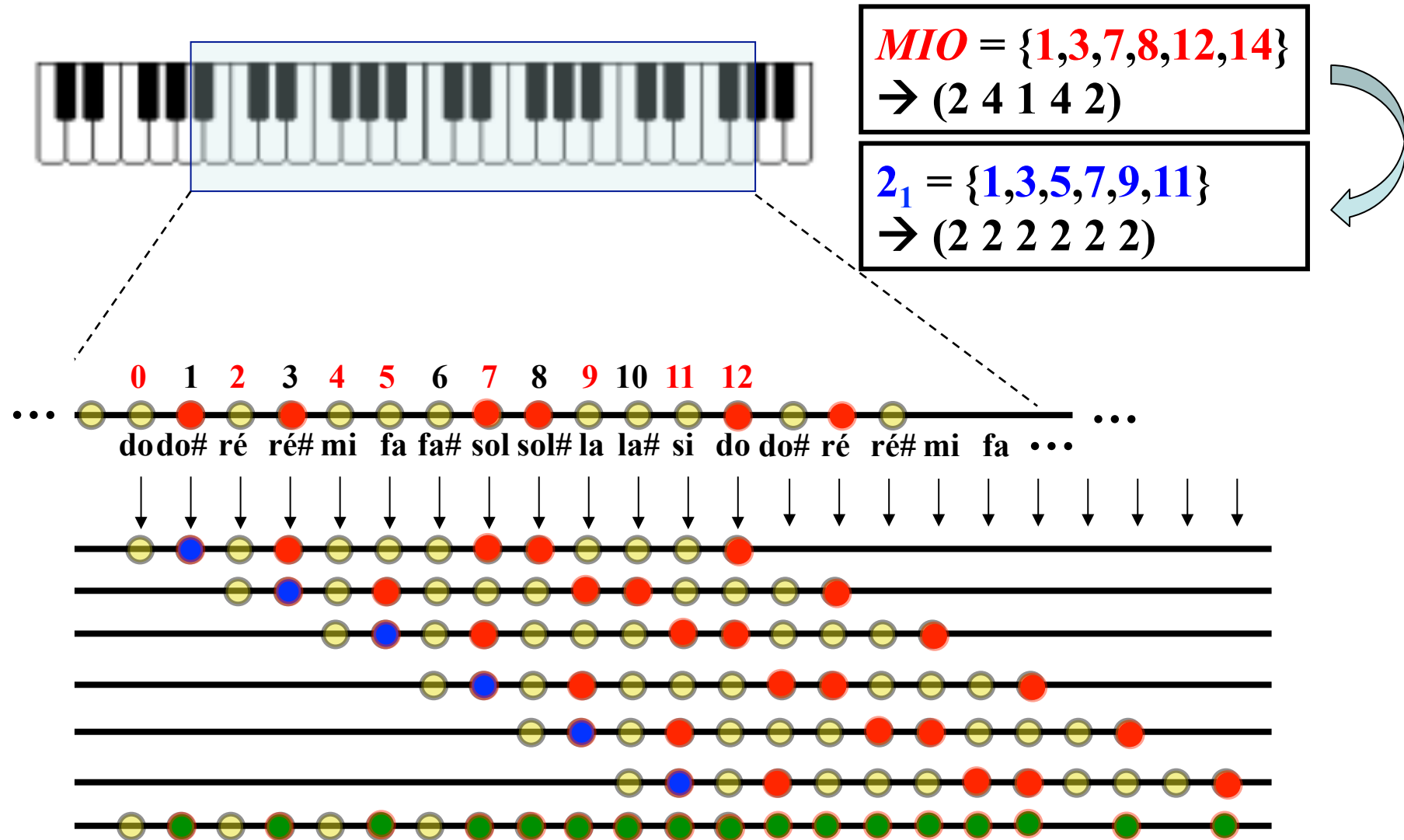
XXXI

Souple et assez lent pour que les ♯ soient jouables dans le mouvement

♩ = 72-76

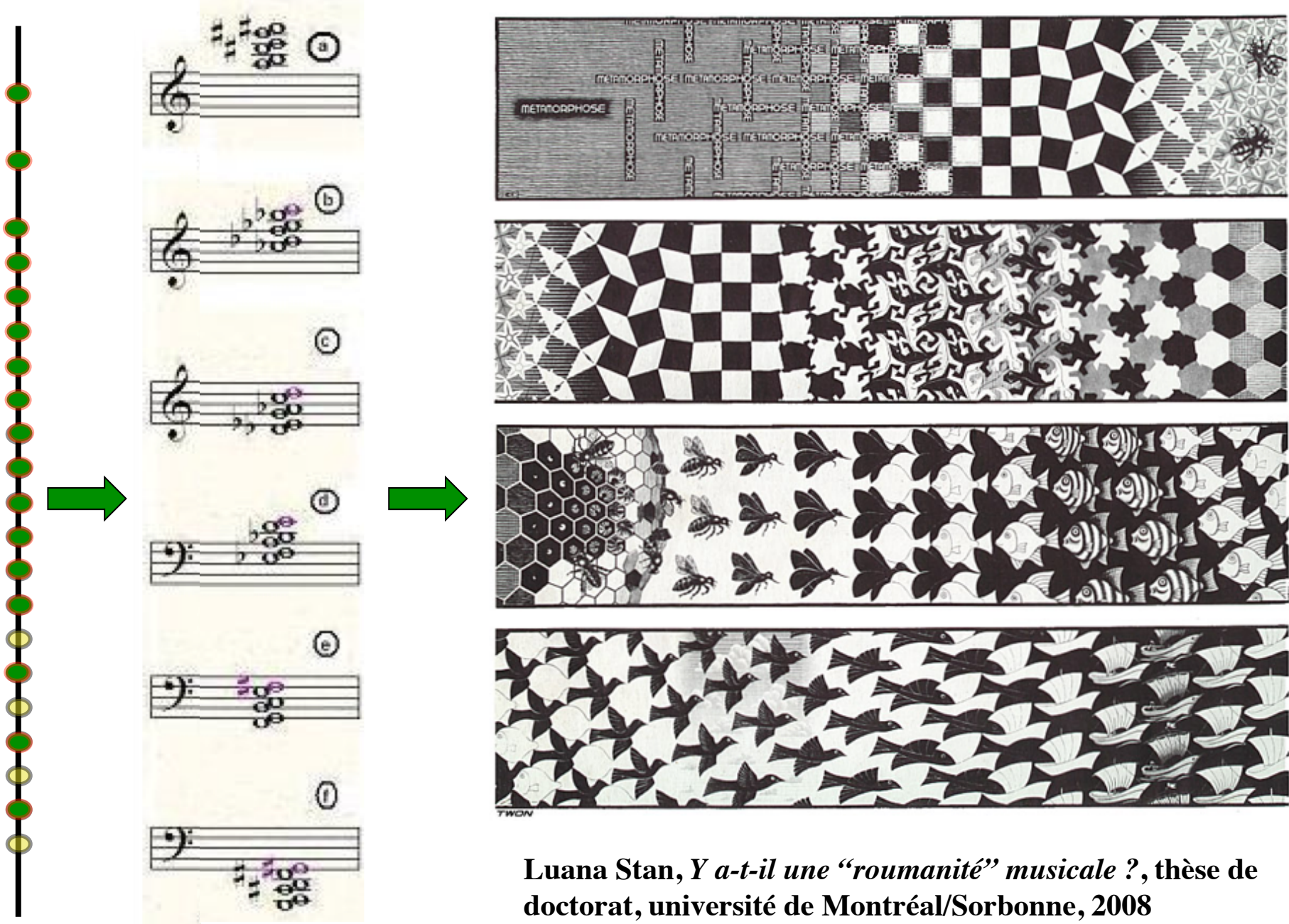


Cribles et gammes non-octaviantes chez Vieru



➔ Luana Stan, *Y a-t-il une "roumanité" musicale ?*, thèse de doctorat, université de Montréal/Sorbonne, 2008

Le bloc sonore et ses métamorphoses : *Jonas* (1976)

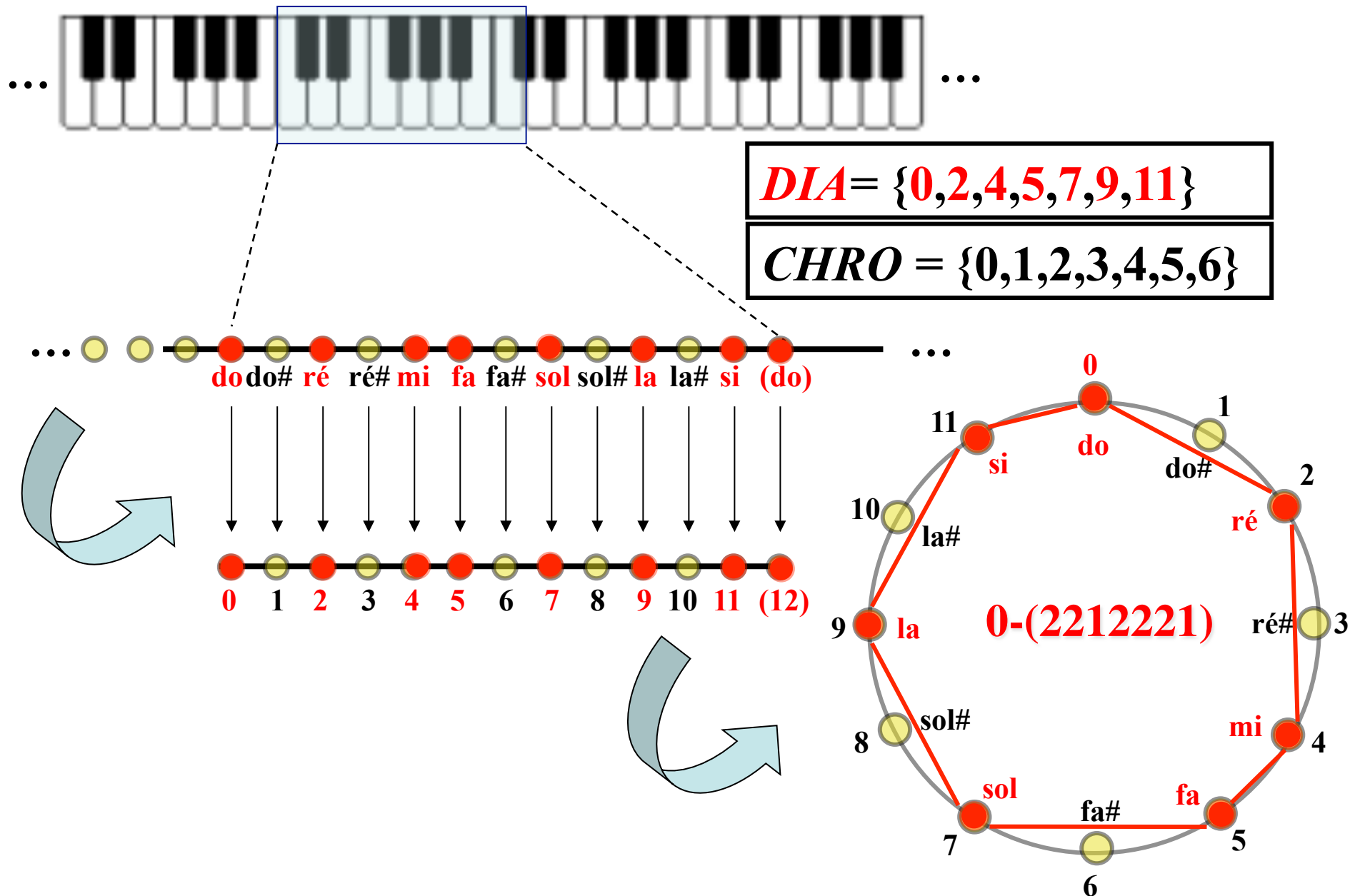


Le bloc sonore et ses métamorphoses : *Jonas* (1976)

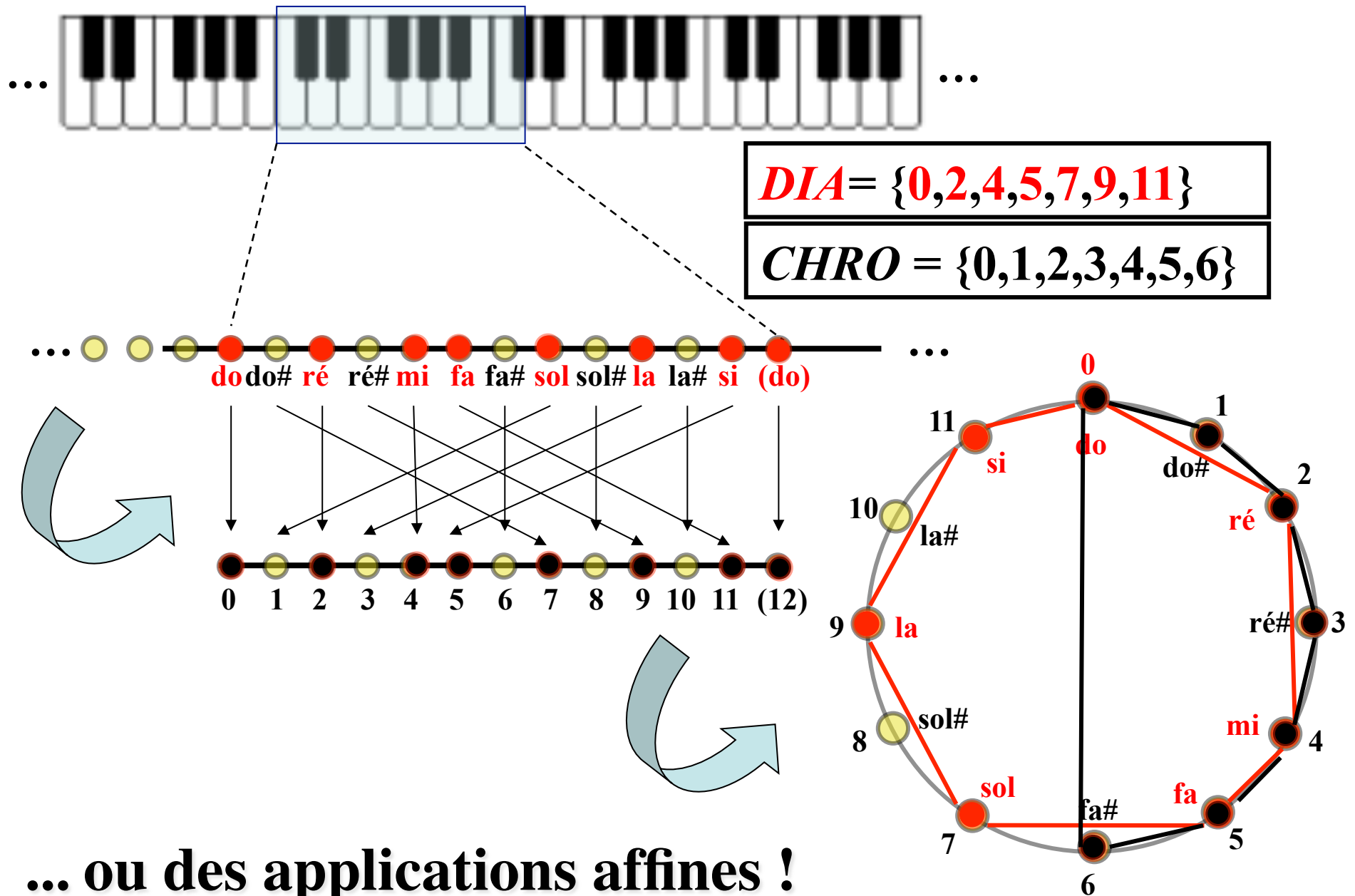
The diagram illustrates the transformation of a sound block into a musical score for the opera *Jonas* (1976). On the left, a vertical line with 15 colored dots (green, yellow, and red) represents the initial sound block. A green arrow points from this line to a vertical sequence of six musical staves, each labeled with a circled letter (a) through (f). These staves show the progression of the sound block into a musical structure. A second green arrow points from this sequence to a large, detailed musical score for the opera. The score includes staves for various instruments: Fl, Ob, C (ingl), Cl (B), Fg, Cor (F), Tr (C), Trb, Tuba, Vni I (1-12), Vni II (13-12), 6 Vle, 9 Vlg, and 6 Cb. The score is written in 3/4 time with a tempo of 52 beats per minute, marked *f dolce*. The score is divided into two sections, 3/4 and 2/4, with a 5-measure rest indicated. The score also includes a 6-measure rest and a 5-measure rest. The score is written in 3/4 time with a tempo of 52 beats per minute, marked *f dolce*. The score is divided into two sections, 3/4 and 2/4, with a 5-measure rest indicated. The score also includes a 6-measure rest and a 5-measure rest.

Luana Stan, *Y a-t-il une "roumanité" musicale ?*, thèse de doctorat, université de Montréal/Sorbonne, 2008

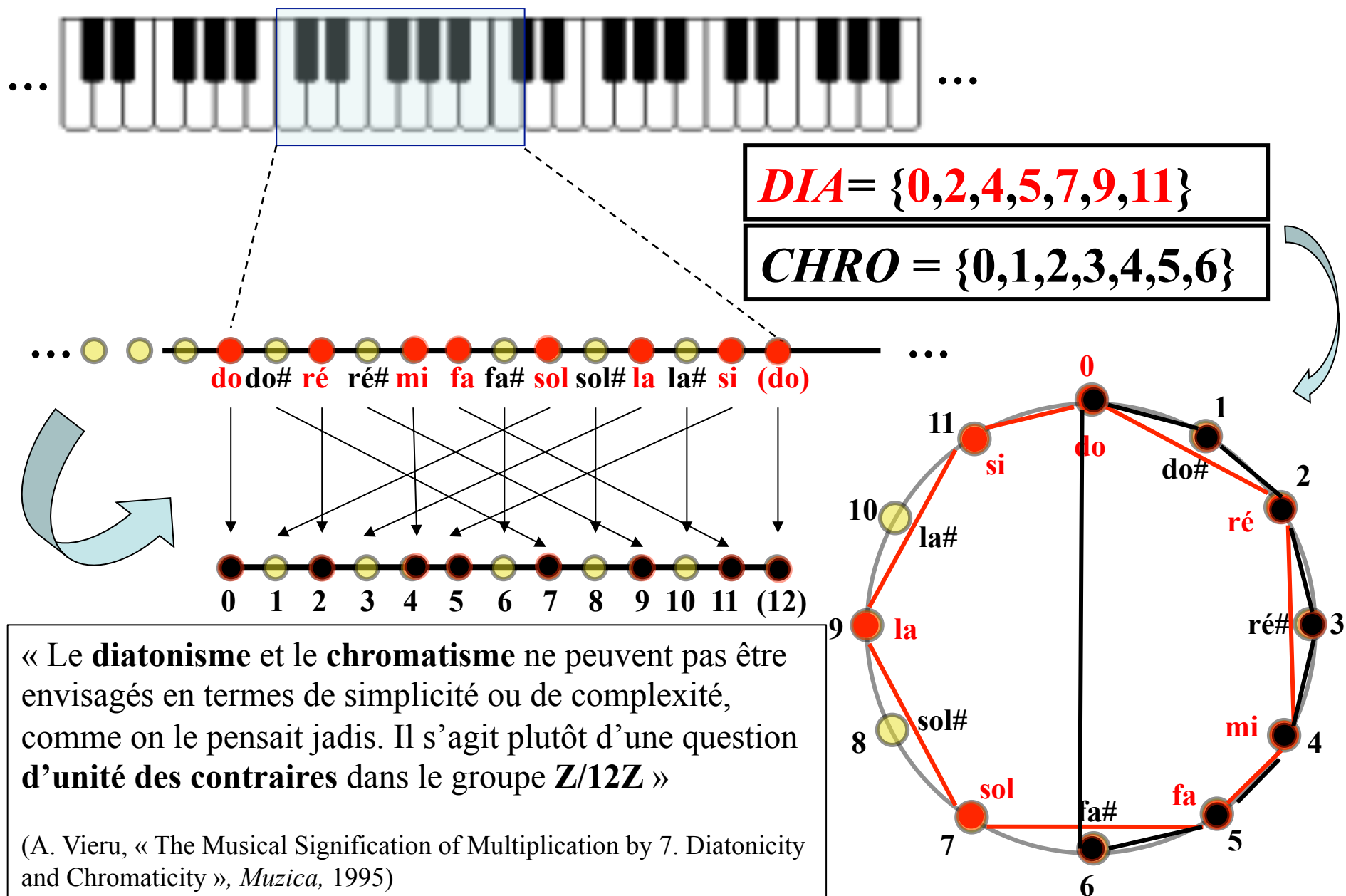
Les augmentations sont des multiplications...



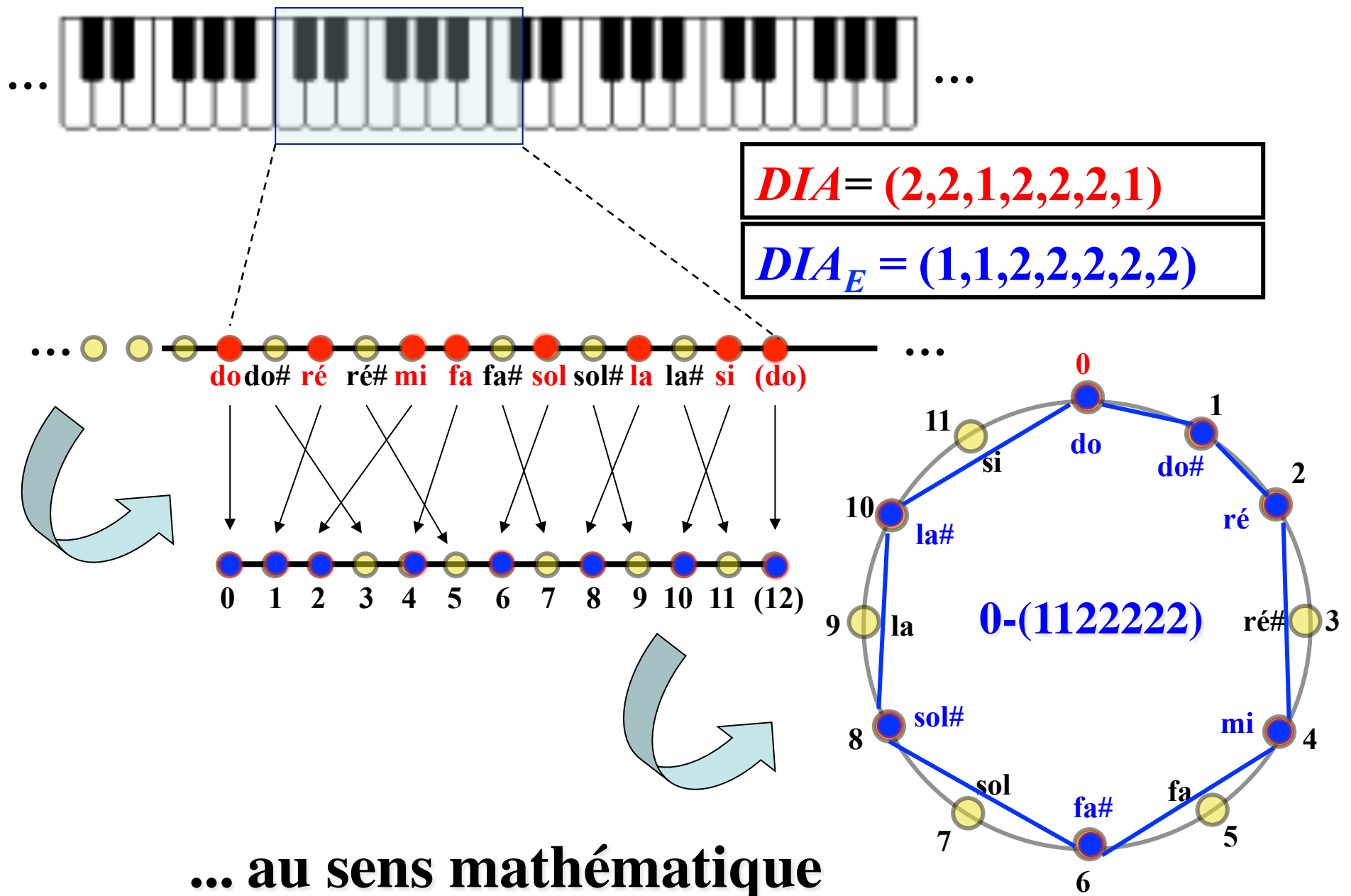
Les augmentations sont des multiplications...



Signification musicale d'une application affine



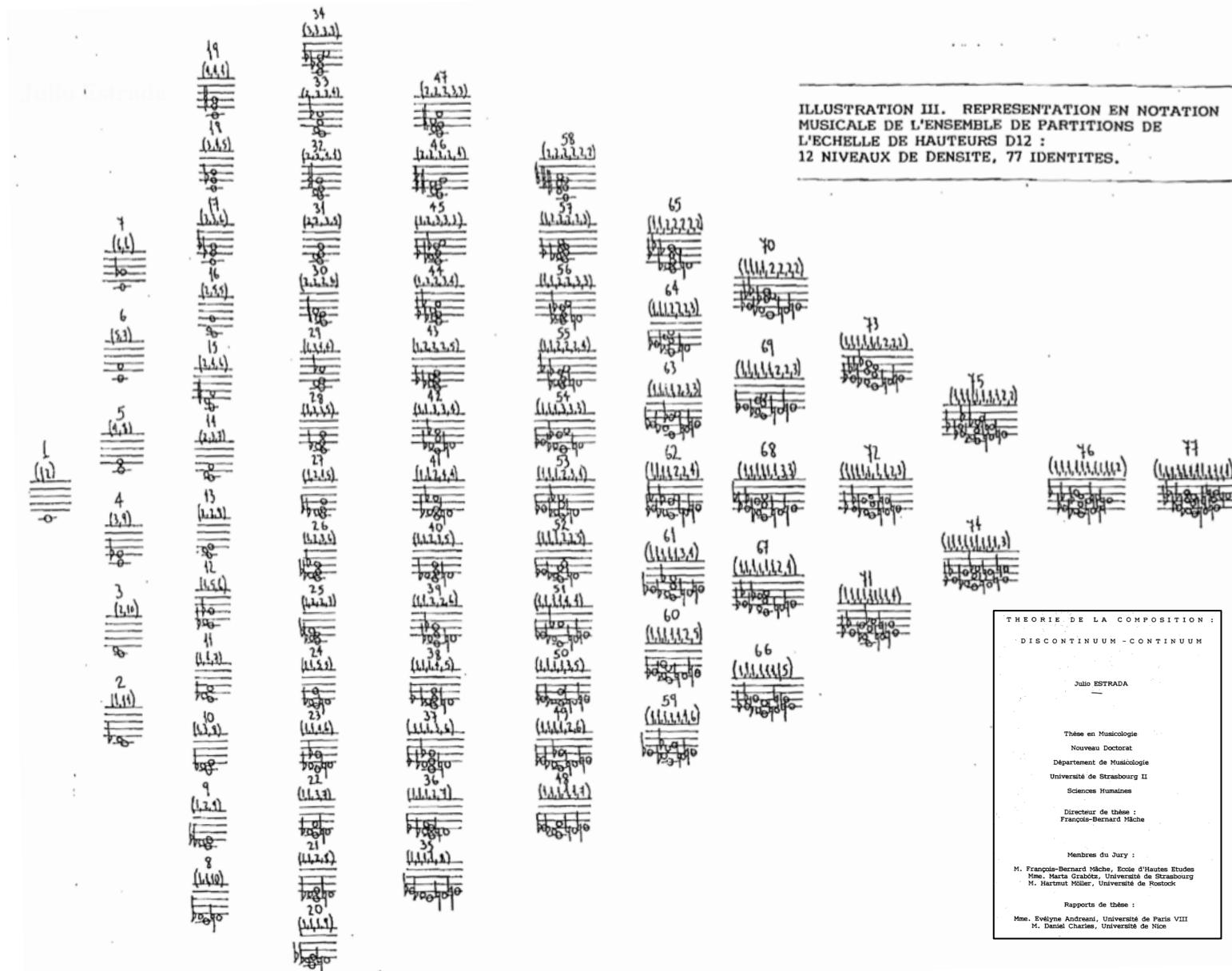
Les permutations sont des 'partitions'...



Le permutoèdre 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.



THEORIE DE LA COMPOSITION :
DISCONTINUUM – CONTINUUM

Julio ESTRADA

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

Directeurs de thèse :
François-Bernard Mache

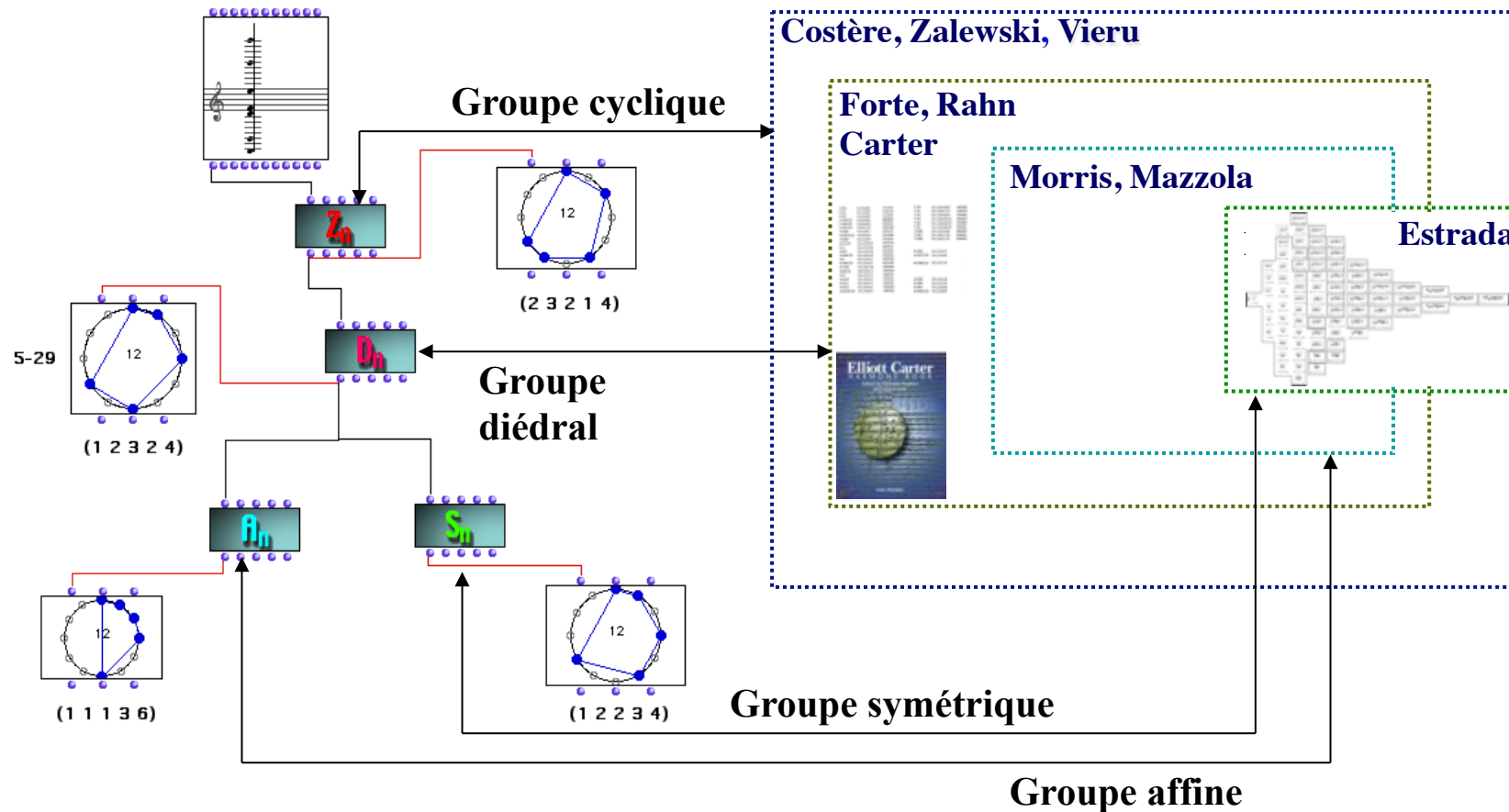
Membres du Jury :
M. François-Bernard Mache, Ecole d'Hautes Etudes
Mme. Marta Grabitz, Université de Strasbourg
M. Hartmut Köller, Université de Tübingen

Rapports de thèse :
Mme. Éveline Andream, Université de Paris VIII
M. Daniel Charles, Université de Nice



J. Estrada

Architecture paradigmatique et dualité objectale/opératoire

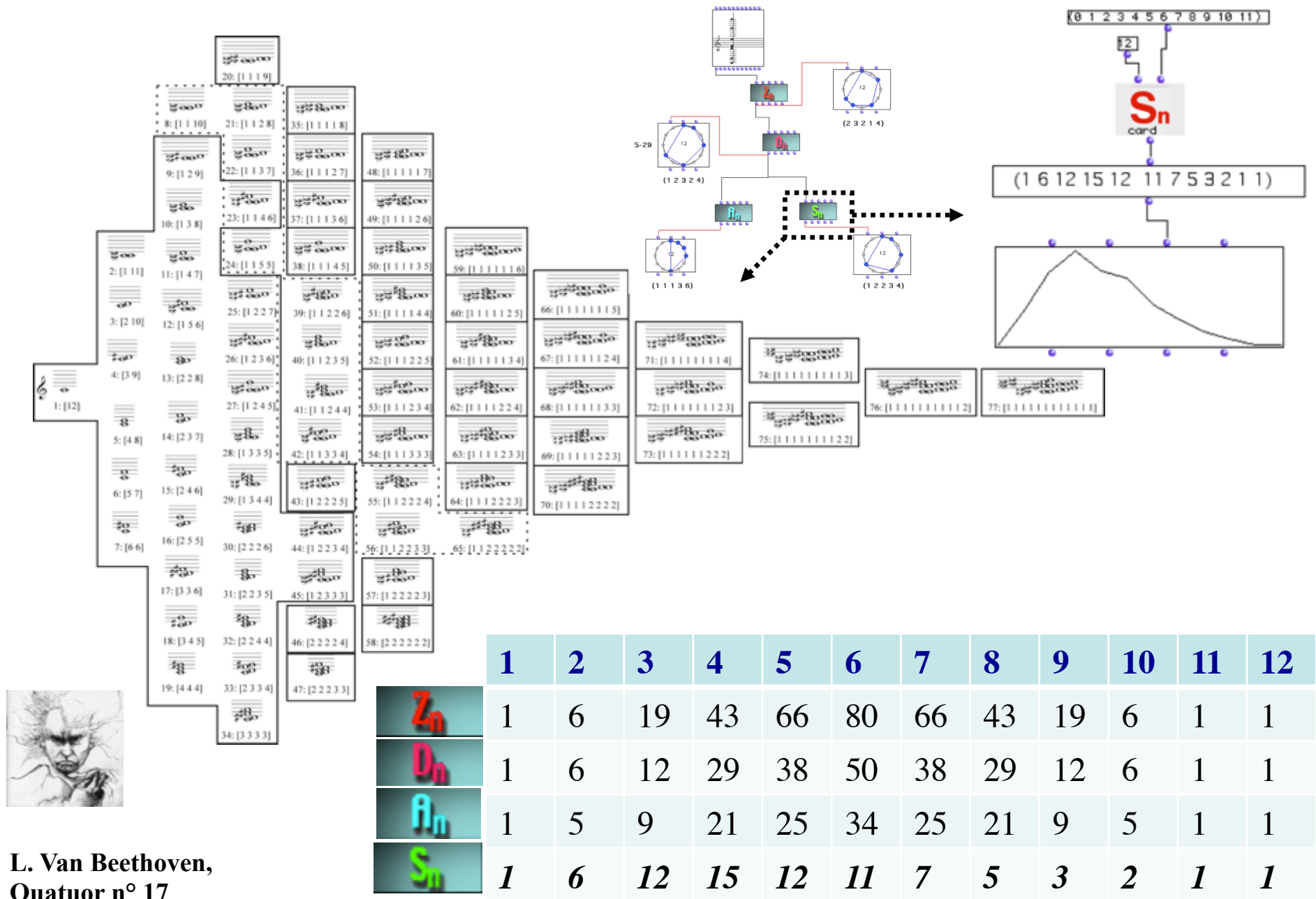


« [C'est la **notion de groupe** qui] donne un sens précis à l'idée de **structure** d'un ensemble [et] permet de déterminer les éléments efficaces des transformations en réduisant en quelque sorte à son **schéma opératoire** le domaine envisagé. [...] L'objet véritable de la science est le **système 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)

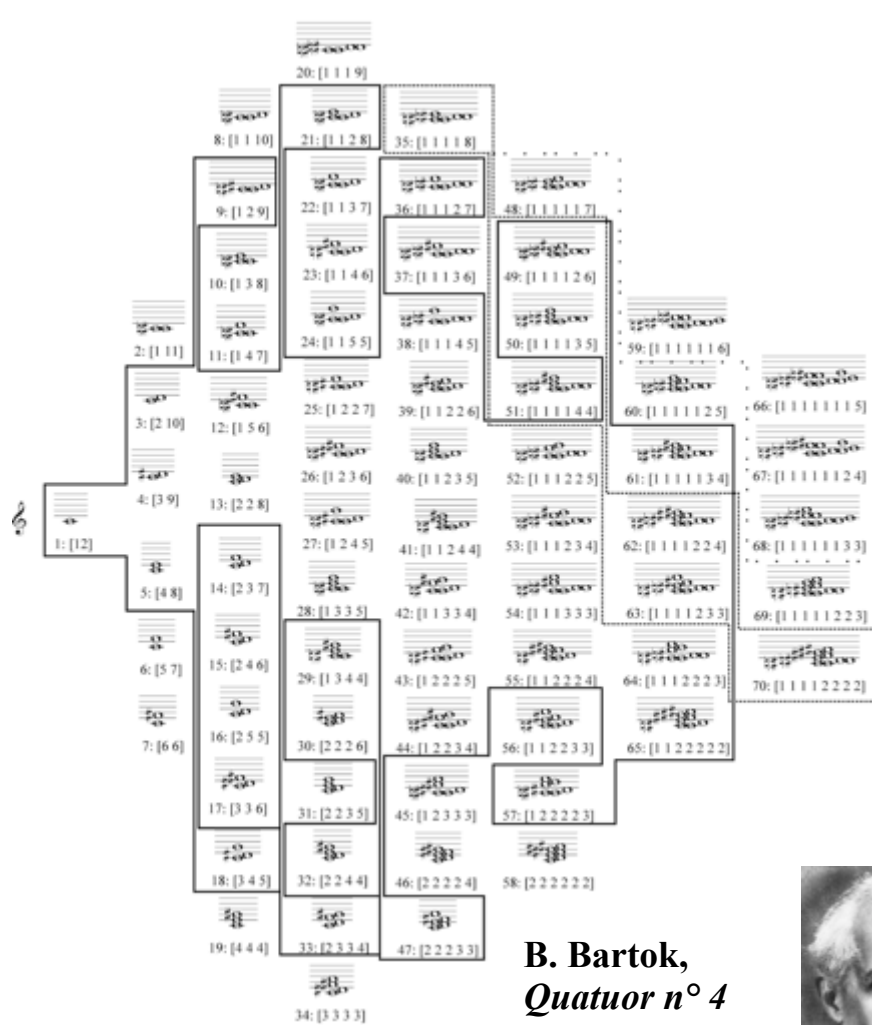


G.-G. Granger

Le permutoèdre comme paramètre de style

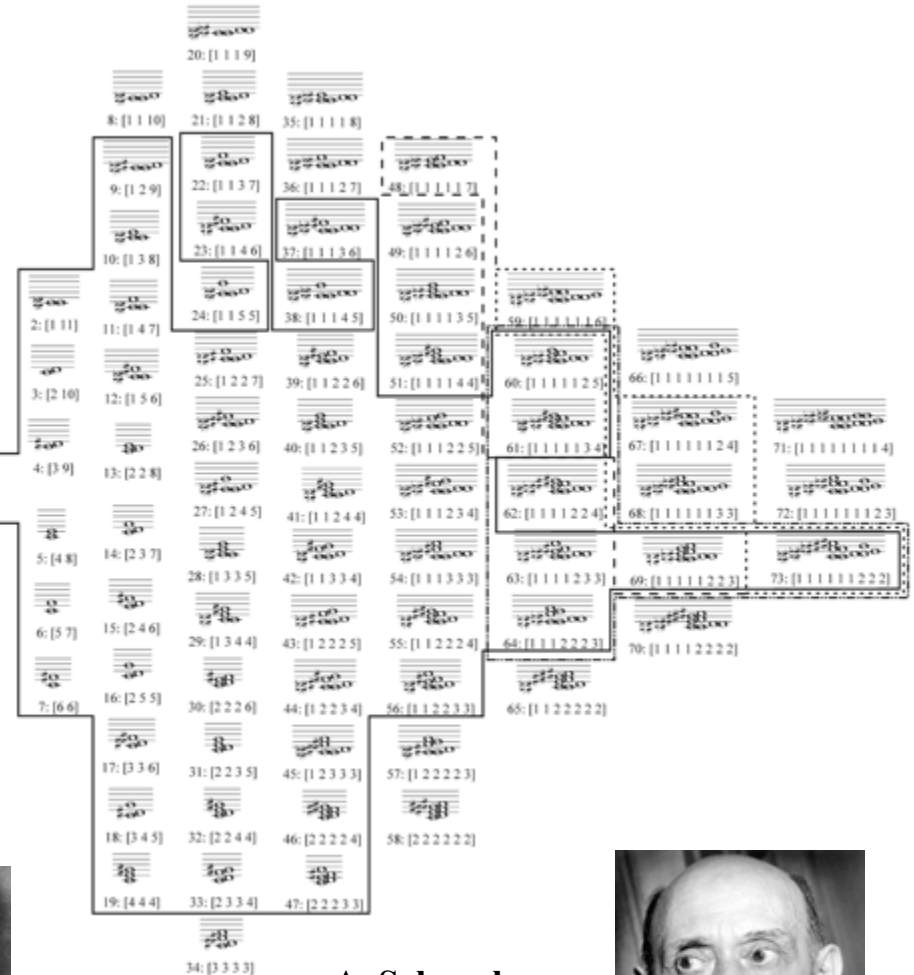


La conquête progressive de l'espace géométrique



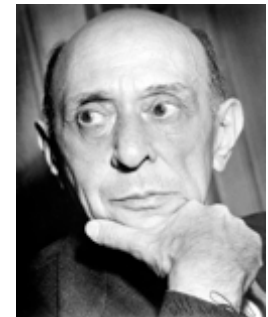
1: [1 2]
2: [1 11]
3: [2 10]
4: [3 9]
5: [4 8]
6: [5 7]
7: [6 6]
8: [1 1 10]
9: [1 2 9]
10: [1 3 8]
11: [1 4 7]
12: [1 5 6]
13: [2 2 8]
14: [2 3 7]
15: [2 4 6]
16: [2 5 5]
17: [3 3 6]
18: [3 4 5]
19: [4 4 4]
20: [1 1 1 9]
21: [1 1 2 8]
22: [1 1 3 7]
23: [1 1 4 6]
24: [1 1 5 5]
25: [1 2 2 7]
26: [1 2 3 6]
27: [1 2 4 5]
28: [1 3 3 5]
29: [1 3 4 4]
30: [2 2 2 6]
31: [2 2 3 5]
32: [2 2 4 4]
33: [2 3 3 4]
34: [3 3 3 3]
35: [1 1 1 8]
36: [1 1 1 2 7]
37: [1 1 1 3 6]
38: [1 1 1 4 5]
39: [1 1 2 2 6]
40: [1 1 2 3 5]
41: [1 1 2 4 4]
42: [1 1 3 3 4]
43: [1 1 2 2 5]
44: [1 1 2 2 4]
45: [1 2 3 3 3]
46: [2 2 2 4 4]
47: [2 2 2 3 3]
48: [1 1 1 1 7]
49: [1 1 1 1 2 6]
50: [1 1 1 1 3 5]
51: [1 1 1 1 4 4]
52: [1 1 1 2 2 5]
53: [1 1 1 2 3 4]
54: [1 1 1 3 3 3]
55: [1 1 2 2 2 4]
56: [1 1 2 2 3 3]
57: [1 2 2 2 2 3]
58: [2 2 2 2 2 2]
59: [1 1 1 1 1 1 6]
60: [1 1 1 1 1 2 5]
61: [1 1 1 1 1 3 4]
62: [1 1 1 1 1 2 4]
63: [1 1 1 1 2 3 3]
64: [1 1 1 2 2 2 3]
65: [1 1 2 2 2 2 2]
66: [1 1 1 1 1 1 5]
67: [1 1 1 1 1 2 4]
68: [1 1 1 1 1 3 3]
69: [1 1 1 1 2 2 3]
70: [1 1 1 2 2 2 2]
71: [1 1 1 1 1 1 4]
72: [1 1 1 1 1 1 3]
73: [1 1 1 1 1 2 2]
74: [1 1 1 1 2 2 2]
75: [1 1 1 2 2 2 2]

B. Bartok,
Quatuor n° 4
(3^e mouvement)

1: [1 2]
2: [1 11]
3: [2 10]
4: [3 9]
5: [4 8]
6: [5 7]
7: [6 6]
8: [1 1 10]
9: [1 2 9]
10: [1 3 8]
11: [1 4 7]
12: [1 5 6]
13: [2 2 8]
14: [2 3 7]
15: [2 4 6]
16: [2 5 5]
17: [3 3 6]
18: [3 4 5]
19: [4 4 4]
20: [1 1 1 9]
21: [1 1 2 8]
22: [1 1 3 7]
23: [1 1 4 6]
24: [1 1 5 5]
25: [1 2 2 7]
26: [1 2 3 6]
27: [1 2 4 5]
28: [1 3 3 5]
29: [1 3 4 4]
30: [2 2 2 6]
31: [2 2 3 5]
32: [2 2 4 4]
33: [2 3 3 4]
34: [3 3 3 3]
35: [1 1 1 8]
36: [1 1 1 2 7]
37: [1 1 1 3 6]
38: [1 1 1 4 5]
39: [1 1 2 2 6]
40: [1 1 2 3 5]
41: [1 1 2 4 4]
42: [1 1 3 3 4]
43: [1 2 2 2 5]
44: [1 2 2 3 4]
45: [1 2 3 3 3]
46: [2 2 2 2 4]
47: [2 2 2 3 3]
48: [1 1 1 1 7]
49: [1 1 1 1 2 6]
50: [1 1 1 1 3 5]
51: [1 1 1 1 4 4]
52: [1 1 1 2 2 5]
53: [1 1 1 2 3 4]
54: [1 1 1 3 3 3]
55: [1 1 2 2 2 4]
56: [1 1 2 2 3 3]
57: [1 2 2 2 2 3]
58: [2 2 2 2 2 2]
59: [1 1 1 1 1 1 6]
60: [1 1 1 1 1 2 5]
61: [1 1 1 1 1 3 4]
62: [1 1 1 1 1 2 4]
63: [1 1 1 1 2 3 3]
64: [1 1 1 2 2 2 3]
65: [1 1 2 2 2 2 2]
66: [1 1 1 1 1 1 5]
67: [1 1 1 1 1 2 4]
68: [1 1 1 1 1 3 3]
69: [1 1 1 1 2 2 3]
70: [1 1 1 2 2 2 2]
71: [1 1 1 1 1 1 4]
72: [1 1 1 1 1 1 3]
73: [1 1 1 1 1 2 2]
74: [1 1 1 1 2 2 2]
75: [1 1 1 2 2 2 2]

A. Schoenberg,
Six pièces op. 19





Canto oculto et son espace géométrico-combinatoire

The image shows a musical score for a string quartet. The top section is a single staff with a melody, marked with dynamics like *pp*, *mf*, and *pp*. It includes a tempo marking *sempre il più legato possibile*. Below this is a large section of music with many measures, some of which are grouped together with large parentheses. A large purple arrow points from the top section to this large section. The bottom section is a smaller section of music, also with many measures grouped together, and a large purple arrow points to it from the right.

Cette oeuvre est le point de départ de la recherche de l'auteur sur le **potentiel combinatoire des intervalles des échelles**, étant en même temps une de ses dernières compositions où il emploie l'échelle chromatique de douze sons. Un **choral à huit voix** dans la section centrale de l'oeuvre explore des harmonies riches à l'intérieur d'une octave. L'exploration, intuitive initialement, a été analysée plus tard à l'aide d'un programme réalisé à l'ordinateur par Rafael Mendez, étudiant de mathématiques à l'Université de Mexico. L'analyse a montré l'utilité de la théorie de réseaux comme méthodologie pour étudier les transitions à distance minimale.

Canto naciente et son espace géométrico-combinatoire

e.12 (1975-79)

canto naciente

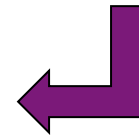
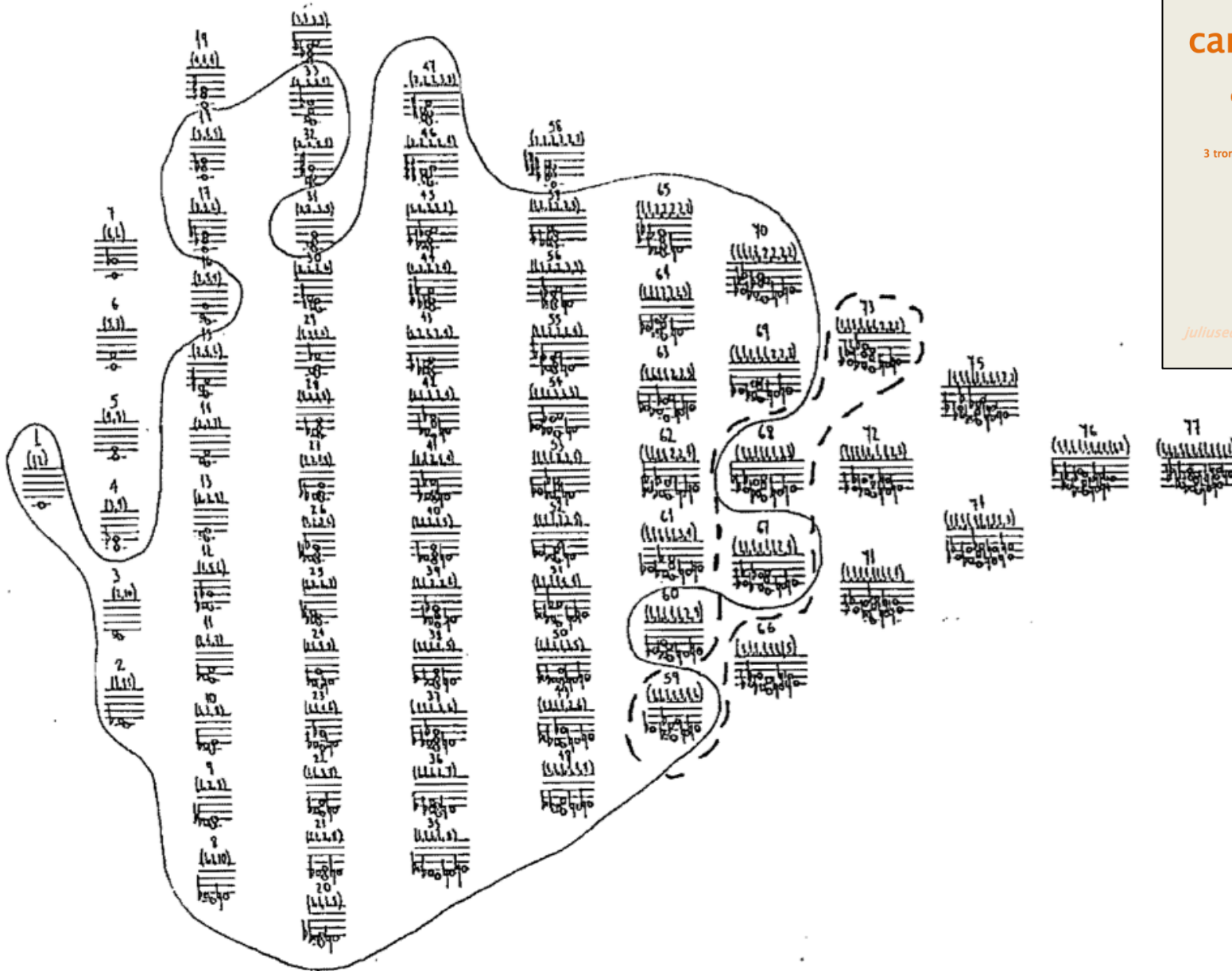
octuor à cuivres

3 trompettes, 2 cors, 2 trombones, 1 tuba

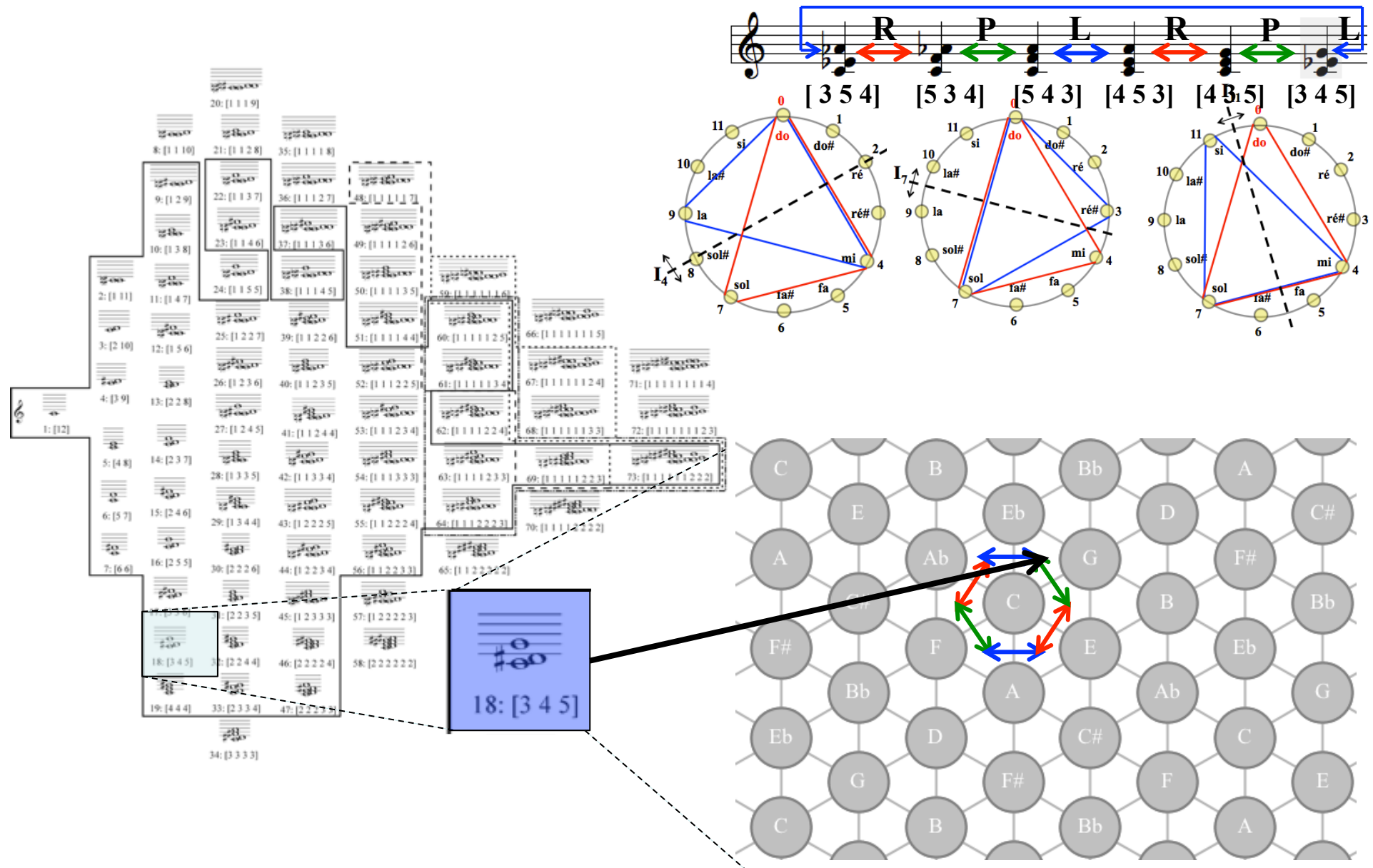
à Amadeo

julio estrada

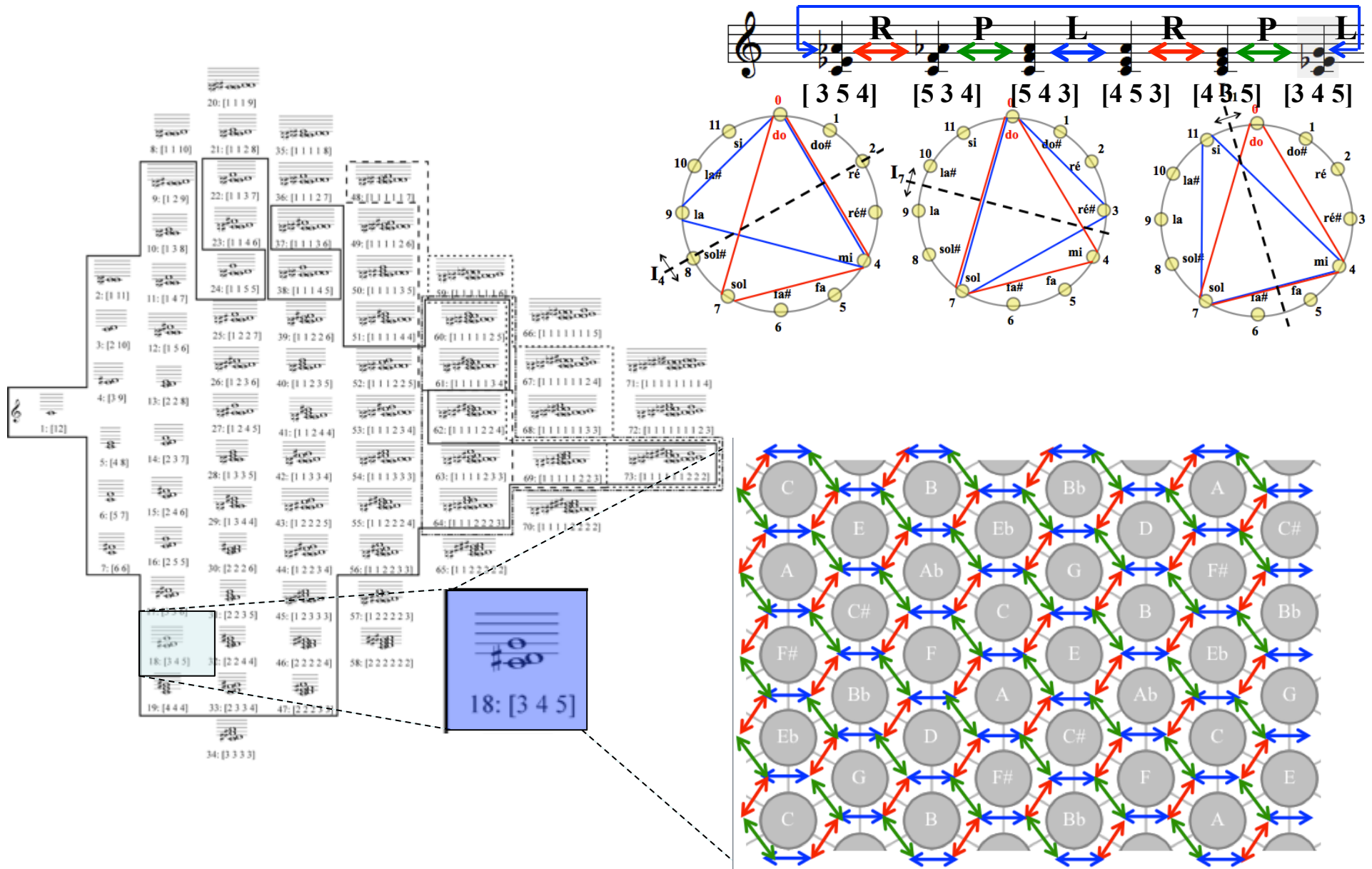
juliusedimus



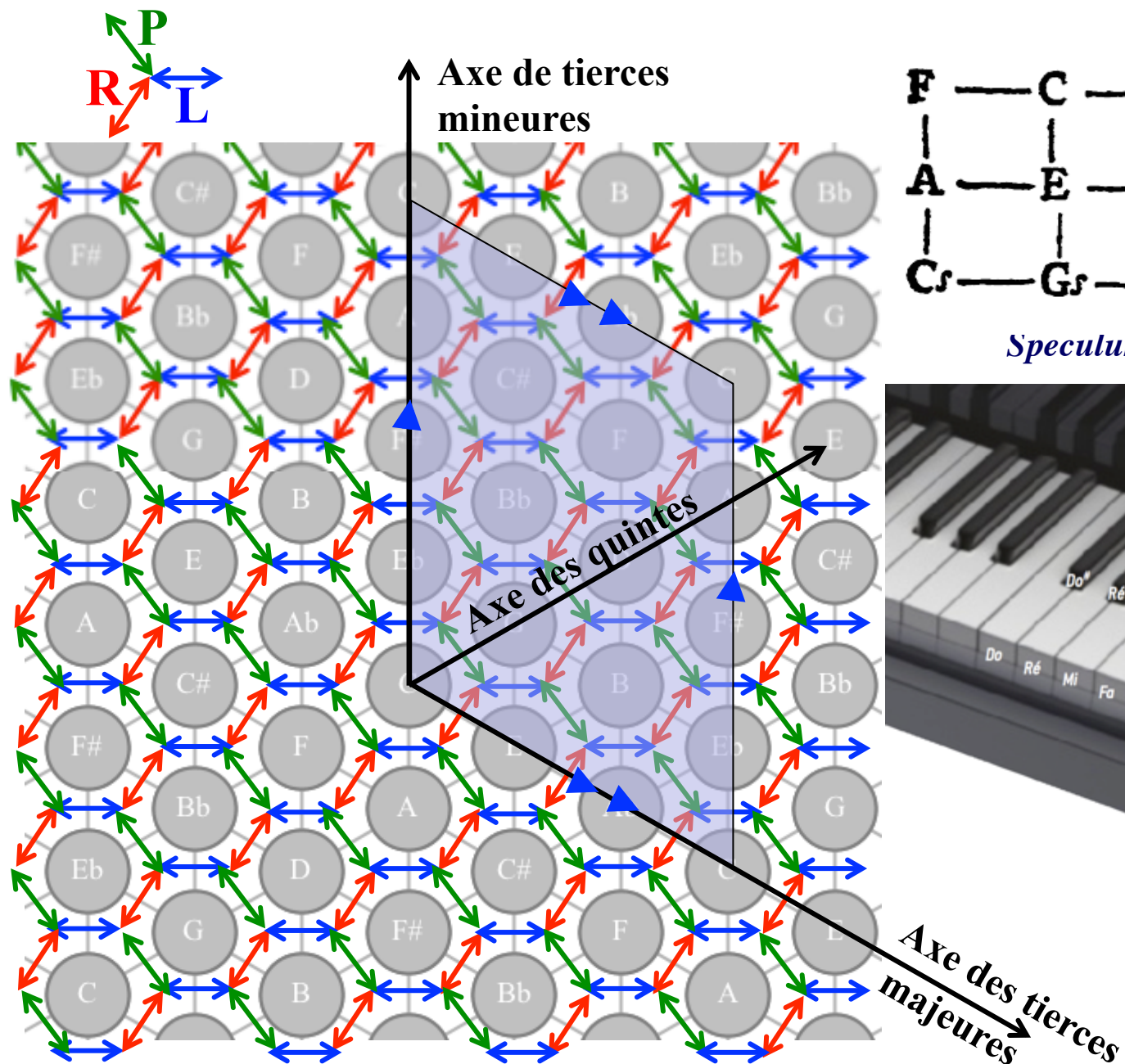
Le permutoèdre comme généralisation du *Tonnetz*



Le permutoèdre comme généralisation du *Tonnetz*



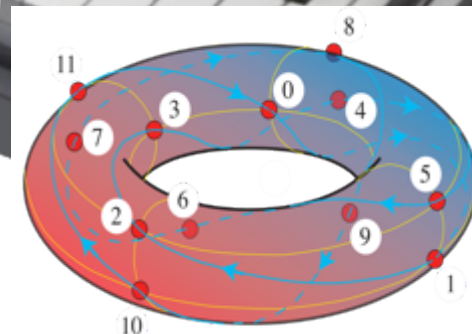
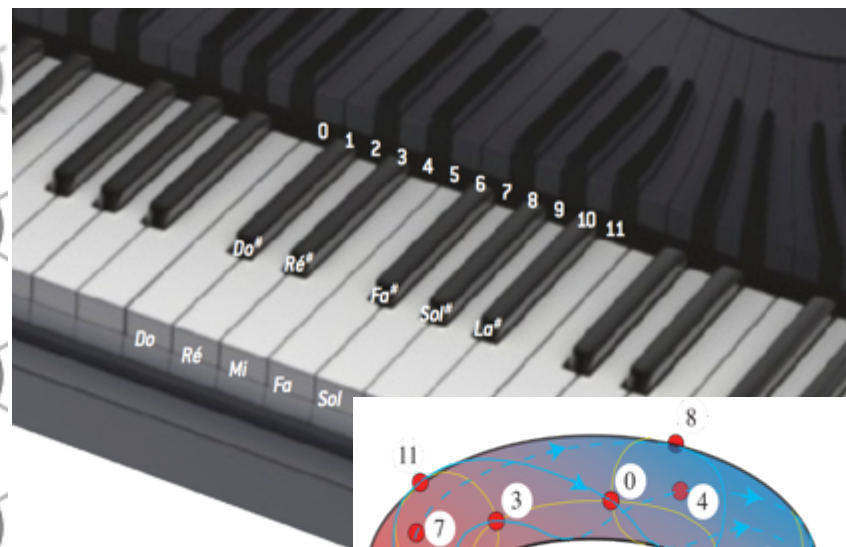
Du « speculum musicum » aux différents *Tonnetze*



F	—	C	—	G	—	D
A	—	E	—	H	—	F_s
C_s	—	G_s	—	D_s	—	B

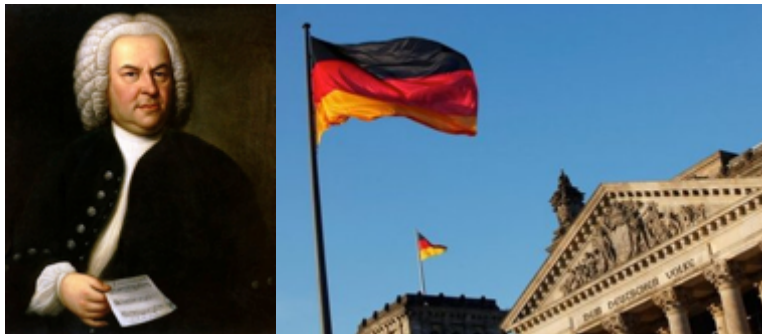
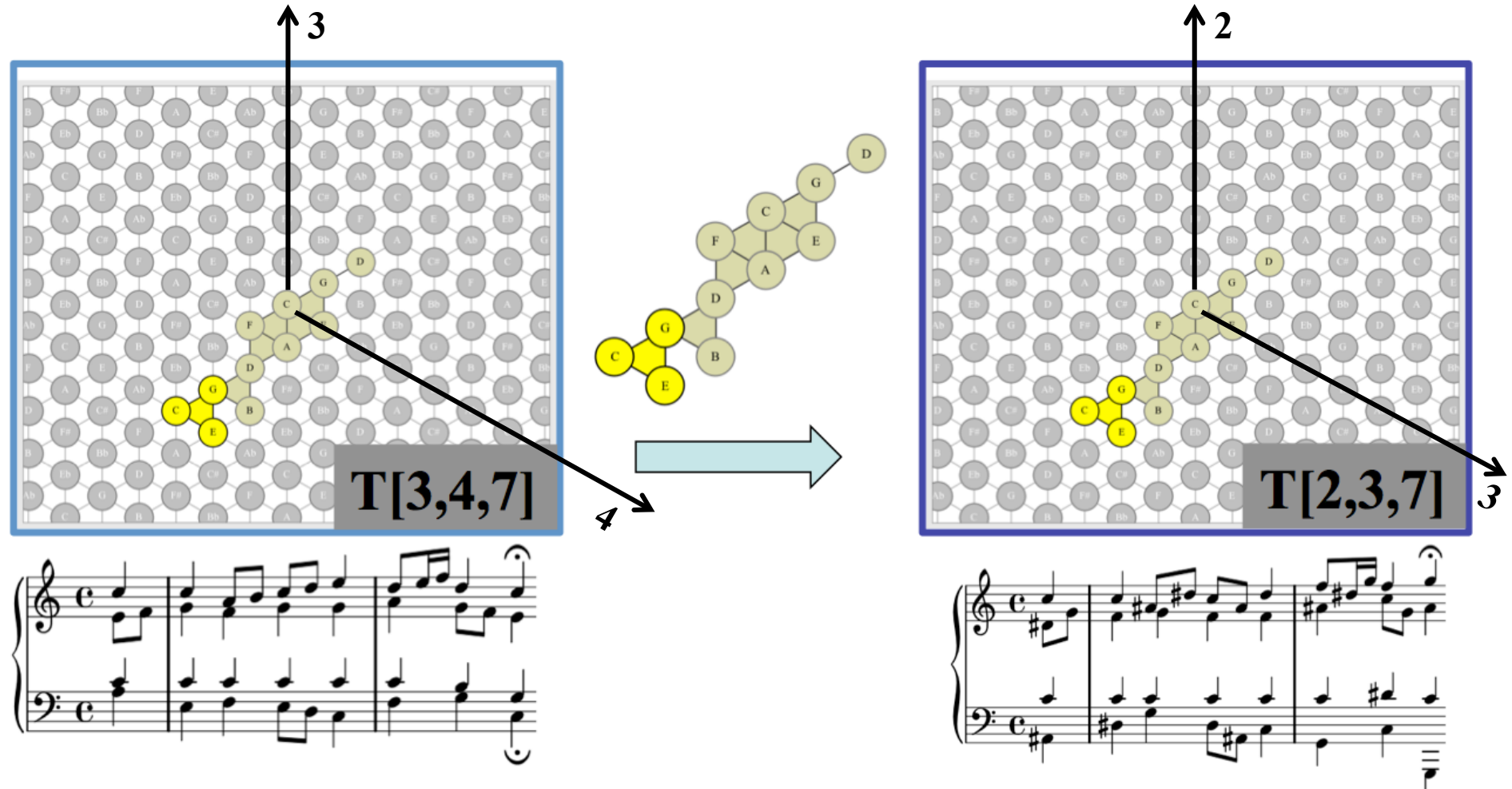


Speculum Musicum (Euler, 1773)

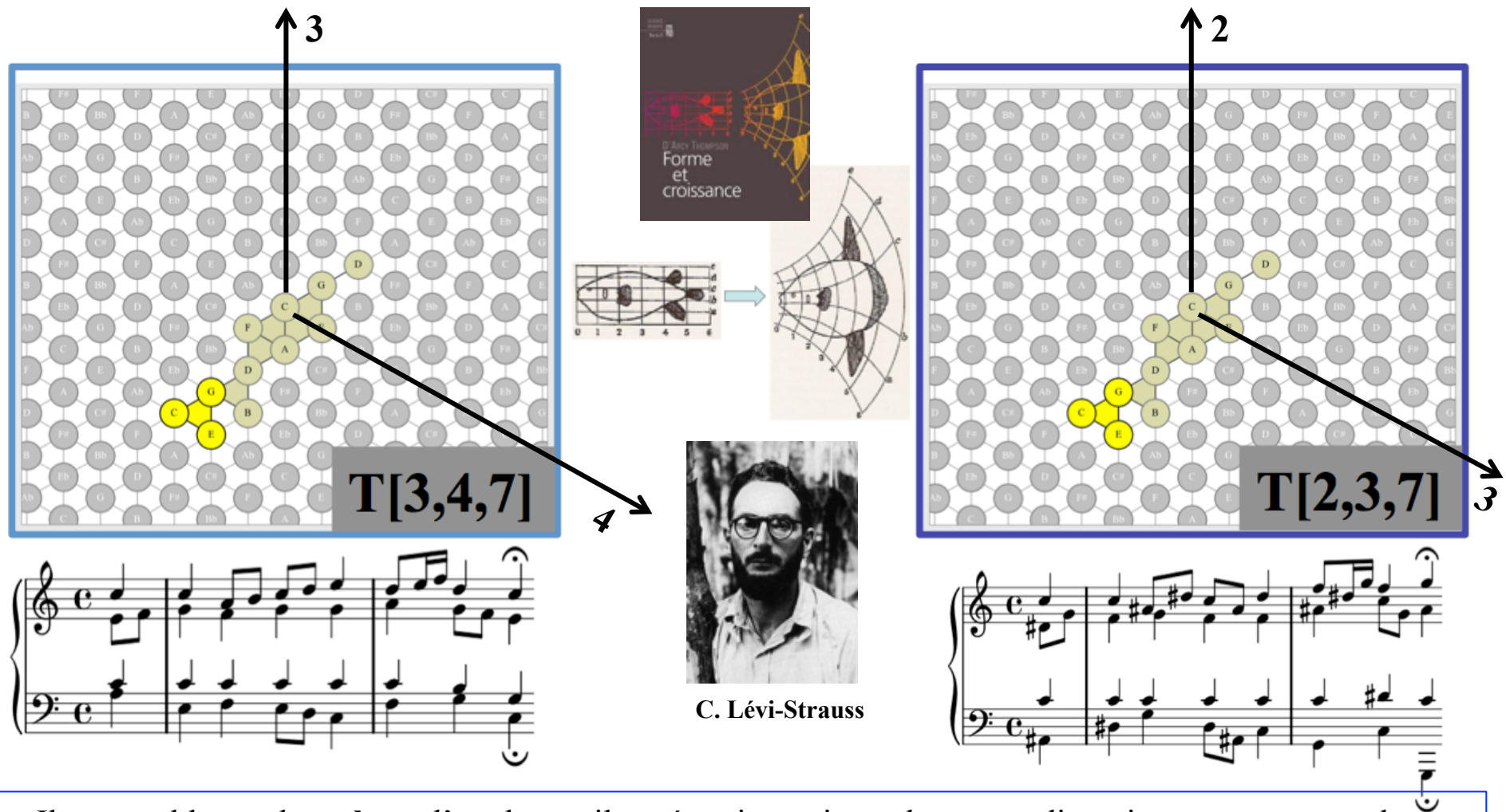


Tore des tierces
(Mazzola, 1990)

Les différents *Tonnetze* et la question du style

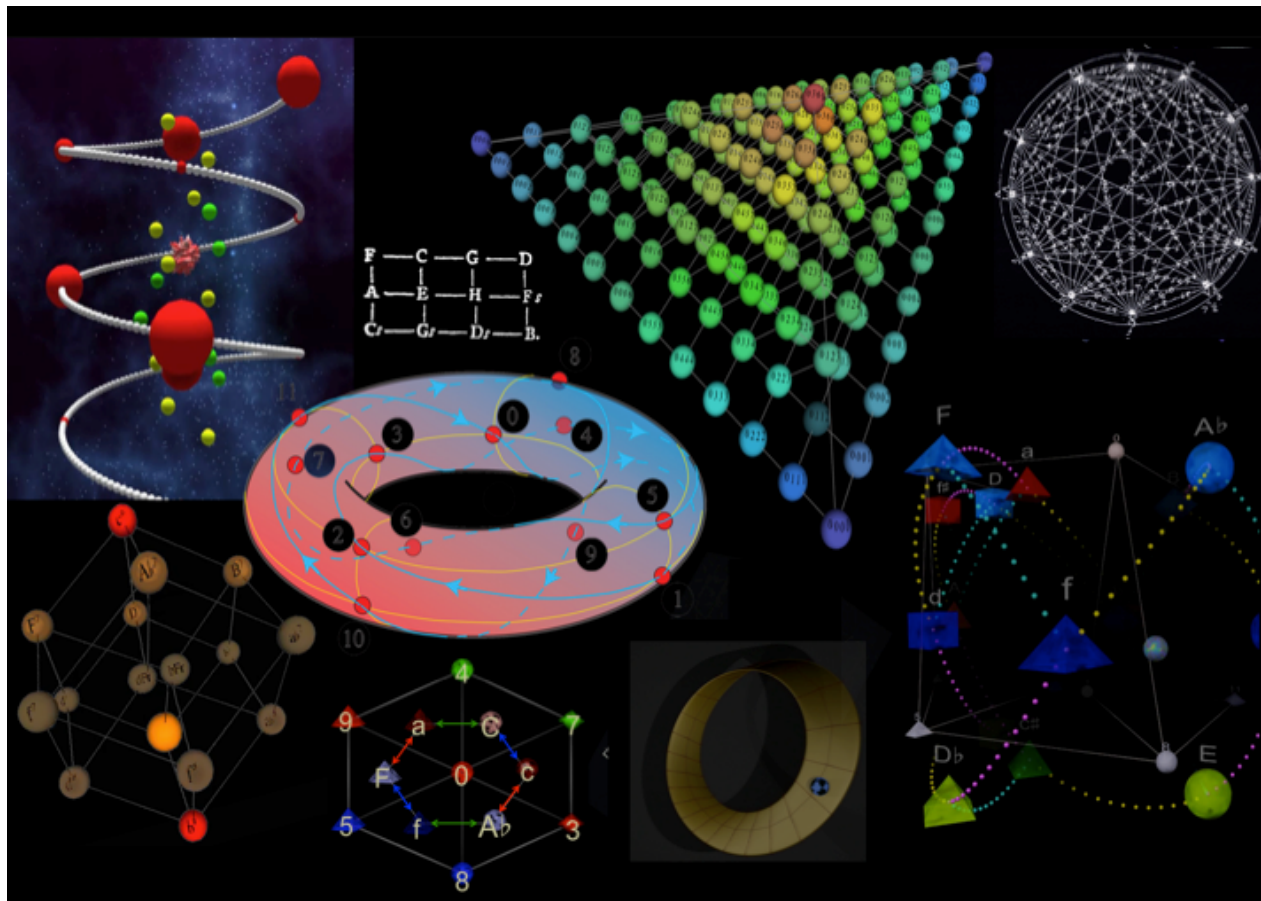


Généalogie morphologique du structuralisme



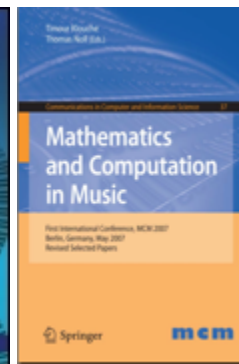
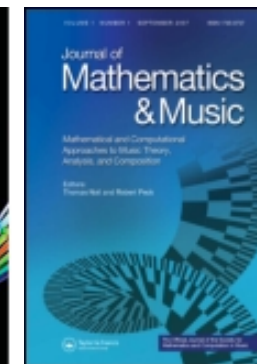
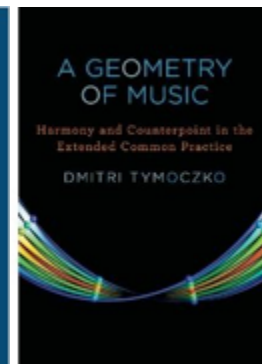
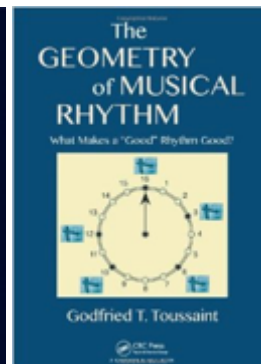
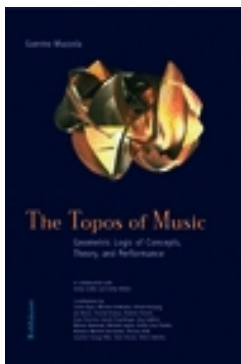
« Il me semble que le **style** est l'un des outils opératoire majeurs dont nous disposons pour essayer de comprendre la corrélation entre la nature et la culture... Dans le domaine de la musique [...] il ne fait aucun doute, dans mon esprit, qu'il est possible de passer d'une mélodie classique à une 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).

Théories scientifiques et évolution des formes musicales



[...] L'artiste-concepteur devra se doter d'une connaissance suffisante en **mathématiques**, en **logique**, en **physique**, en **chimie**, **biologie**, **génétique**, **paléontologie** (en raison des problèmes que pose l'évolution des formes), en **sciences humaines** et en **histoire**, il faut, en bref, non seulement qu'il acquière une sorte d'universalité, mais que celle-ci soit fondée sur les formes et les architectures, guidée par elles, et orientée vers elles. »

(I. Xenakis, « Les chemins de la composition musicale », in *Musique et ordinateur*, Les Ulis, 1983)





MERCI* DE VOTRE ATTENTION !

Moreno Andreatta
Equipe Représentations Musicales
IRCAM/CNRS UMR 9912



(* en particulier à Julio Estrada, Thérèse Malengreau, Luana Stan et Andrei Vieru
pour l'aide précieuse dans la préparation de cette conférence)