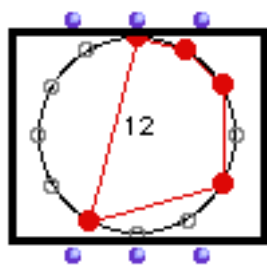
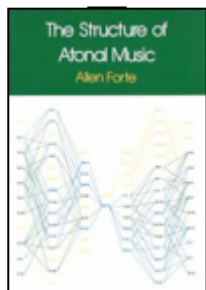
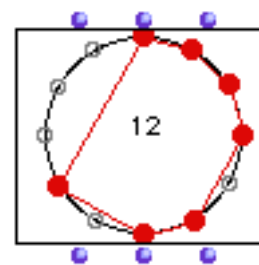
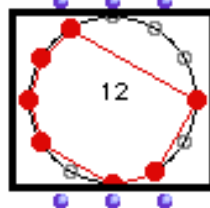


Le catalogue des pcs d'Allen Forte (1973) et la relation



complémentation



Allen Forte (1926-2014)

5-30	0,1,4,6,8	121321
5-31	0,1,3,6,9	114112
5-32	0,1,4,6,9	113221
5-33(12)	0,2,4,6,8	040402
5-34(12)	0,2,4,6,9	032221
5-35(12)	0,2,4,7,9	032140
5-Z36	0,1,2,4,7	222121
5-Z37(12)	0,3,4,5,8	212320
5-Z38	0,1,2,5,8	212221
6-1(12)	0,1,2,3,4,5	543210
6-2	0,1,2,3,4,6	443211

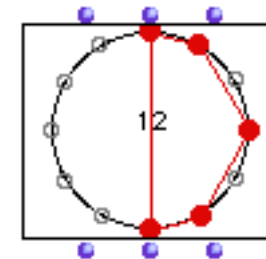
7-30	0,1,2,4,6,8,9	343542
7-31	0,1,3,4,6,7,9	336333
7-32	0,1,3,4,6,8,9	335442
7-33	0,1,2,4,6,8,10	262623
7-34	0,1,3,4,6,8,10	254442
7-35	0,1,3,5,6,8,10	254361
7-Z36	0,1,2,3,5,6,8	444342
7-Z37	0,1,3,4,5,7,8	434541
7-Z38	0,1,2,4,5,7,8	434442

5-Z36	0,1,2,4,7	222121
--------------	------------------	---------------

7-Z36	0,1,2,3,5,6,8	444342
--------------	----------------------	---------------

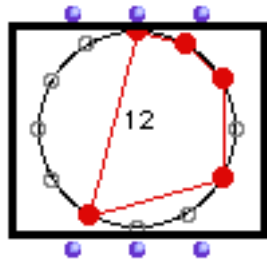
6-Z4(12)	0,1,2,4,5,6	432321
6-5	0,1,2,3,6,7	422232
6-Z6(12)	0,1,2,5,6,7	421242
6-7(6)	0,1,2,6,7,8	420243
6-8(12)	0,2,3,4,5,7	343230
6-9	0,1,2,3,5,7	342231
6-Z10	0,1,3,4,5,7	333321
6-Z11	0,1,2,4,5,7	333231
6-Z12	0,1,2,4,6,7	332232
6-Z13(12)	0,1,3,4,6,7	324222

6-Z37(12)	0,1,2,3,4,8	
6-Z38(12)	0,1,2,3,7,8	
6-Z39	0,2,3,4,5,8	
6-Z40	0,1,2,3,5,8	
6-Z41	0,1,2,3,6,8	
6-Z42(12)	0,1,2,3,6,9	



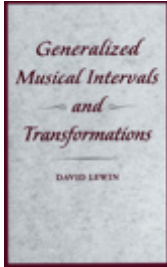
5-Z12

Catalogue de la *Set Theory* et vecteur d'intervalles



Pourquoi la somme est constante ?

5-30	0,1,4,6,8	121321	7-30	0,1,2,4,6,8,9	343542
5-31	0,1,3,6,9	114112	7-31	0,1,3,4,6,7,9	336333
5-32	0,1,4,6,9	113221	7-32	0,1,3,4,6,8,9	335442
5-33(12)	0,2,4,6,8	040402	7-33	0,1,2,4,6,8,10	262623
5-34(12)	0,2,4,6,9	032221	7-34	0,1,3,4,6,8,10	254442
5-35(12)	0,2,4,7,9	032140	7-35	0,1,3,5,6,8,10	254361
5-Z36	0,1,2,4,7	222121	7-Z36	0,1,2,3,5,6,8	444342
5-Z37(12)	0,3,4,5,8	212320	7-Z37	0,1,3,4,5,7,8	434541
5-Z38	0,1,2,5,8	212221	7-Z38	0,1,2,4,5,7,8	434442
6-1(12)	0,1,2,3,4,5	543210			
6-2	0,1,2,3,4,6	443211			
6-Z3	0,1,2,3,5,6	433221	6-Z36	0,1,2,3,4,7	
6-Z4(12)	0,1,2,4,5,6	432321	6-Z37(12)	0,1,2,3,4,8	
6-5	0,1,2,3,6,7	422232			
6-Z6(12)	0,1,2,5,6,7	421242	6-Z38(12)	0,1,2,3,7,8	
6-7(6)	0,1,2,6,7,8	420243			
6-8(12)	0,2,3,4,5,7	343230			
6-9	0,1,2,3,5,7	342231			
6-Z10	0,1,3,4,5,7	333321	6-Z39	0,2,3,4,5,8	
6-Z11	0,1,2,4,5,7	333231	6-Z40	0,1,2,3,5,8	
6-Z12	0,1,2,4,6,7	332232	6-Z41	0,1,2,3,6,8	
6-Z13(12)	0,1,3,4,6,7	324222	6-Z42(12)	0,1,2,3,6,9	



Systeme d'Intervalles Generalises - Systeme Generalise d'Intervalles David Lewin's *Generalized Interval System* [GMIT, 1987]

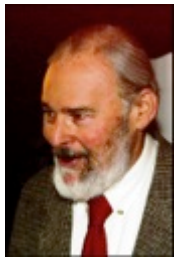
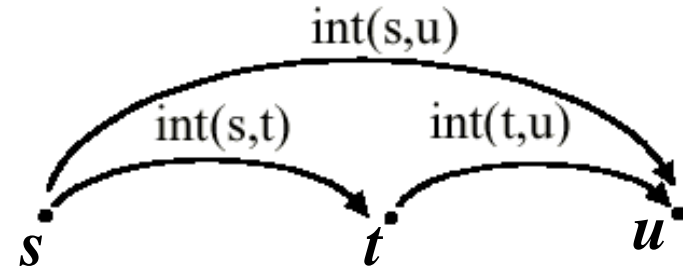
$$\text{GIS} = (S, G, \text{int})$$

S = ensemble

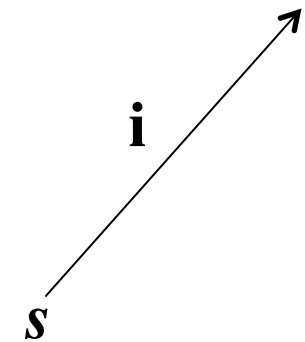
(G, \bullet) = groupe d'intervalles

int = fonction intervallique

$$S \times S \xrightarrow{\text{int}} G$$



$T_i(s)$



Action
simplement
transitive

1. Pour tous objets s, t, u dans S :

$$\text{int}(s,t) \bullet \text{int}(t,u) = \text{int}(s,u)$$

2. Pour tout objet s dans S et tout intervalle i dans G il y a un seul objet t dans S tel que

$$\text{int}(s,t) = i$$

Soit $\tau = \{T_i ; i \in G\}$ le groupe des transpositions

$$\text{GIS} = (S, G, \text{int}) \Leftrightarrow \tau \times S \rightarrow S \text{ telle que } (T_i, s) \rightarrow T_i(s)$$

Terminologies equivalentes :

- Un GIS est un G -torseur à gauche
- S est un ensemble principal homogène [Bourbaki]

Fonction Intervallique IFUNC dans un GIS

$\text{GIS} = (S, G, \text{int})$

S ensemble

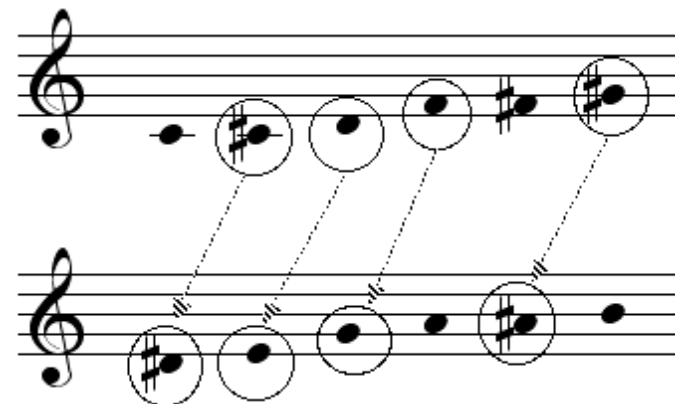
H et H' dans S

$$\text{IFUNC}(H, H')(i) = \#\{(a, b) \in H \times H' \mid \text{int}(a, b) = i\}$$

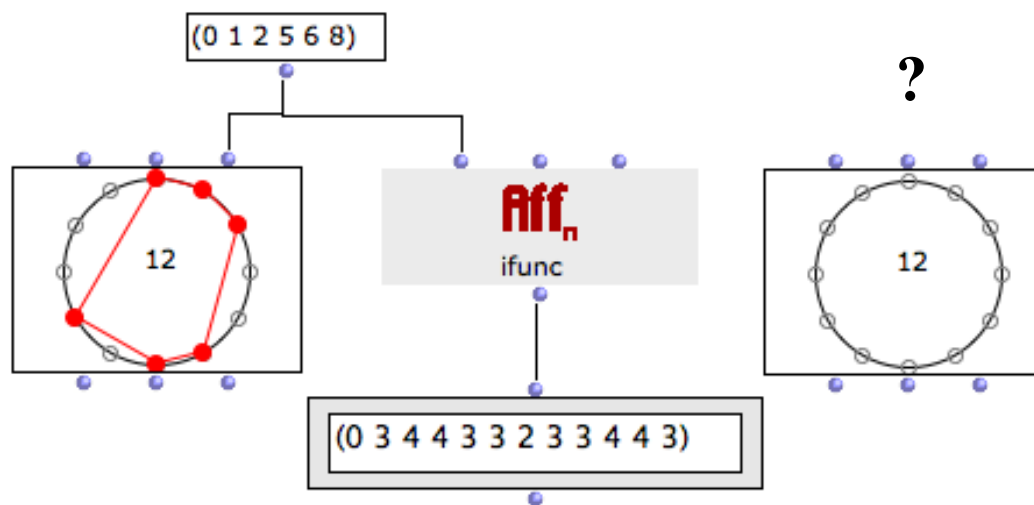
$$\text{IFUNC}(H, H')(2) = 4$$

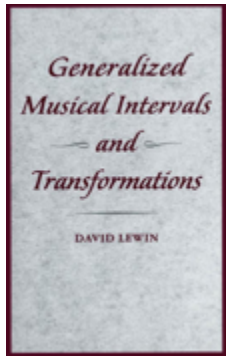
Problème de Lewin (1959)
Est-on capable, si l'on connaît l'ensemble H et, pour tout i , les valeurs $\text{IFUNC}(H, H')(i)$ de reconstruire H' ?

$$H = \{0, 1, 2, 5, 6, 8\}$$



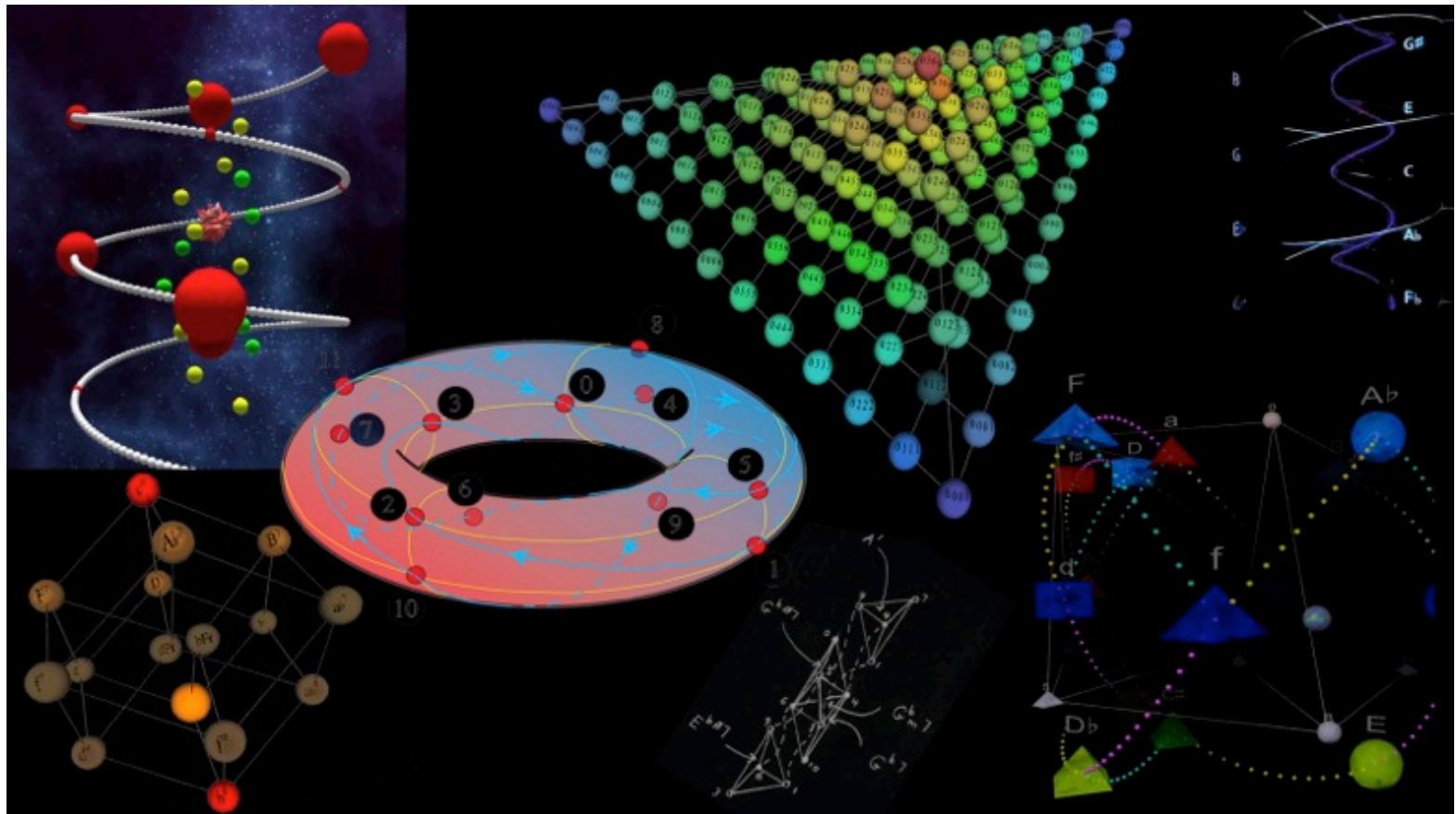
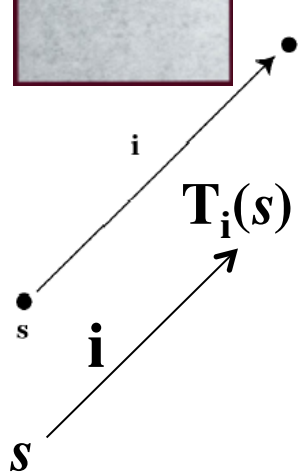
$$H' = \{3, 4, 7, 9, 10, 11\}$$



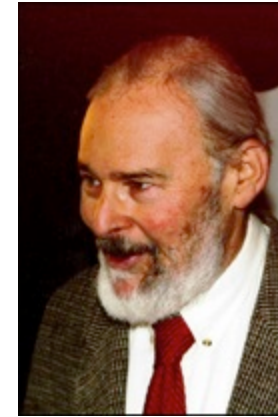


L'attitude transformationnelle et le concept d'espace

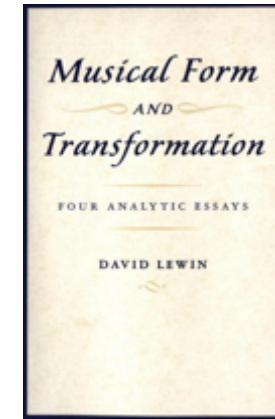
« Nous n'avons pas l'intuition de quelque chose qu'on pourrait appeler l'« espace musical ». Plutôt nous avons l'intuition d'une **multiplicité et une variété d'espaces musicaux au même temps**. Les structures de GIS et les réseaux transformationnels peuvent nous aider à explorer l'une de ces intuitions et à étudier la façon avec laquelle elles interagissent, aussi bien **d'un point de vue logique que à l'intérieur d'une œuvre musicale particulière.** »



Extensions transformationnelles de la *Set Theory*



David Lewin



« Making and Using a Pcset Network for Stockhausen's *Klavierstück III* »



Trois interprétations :



Henck



Kontarsky

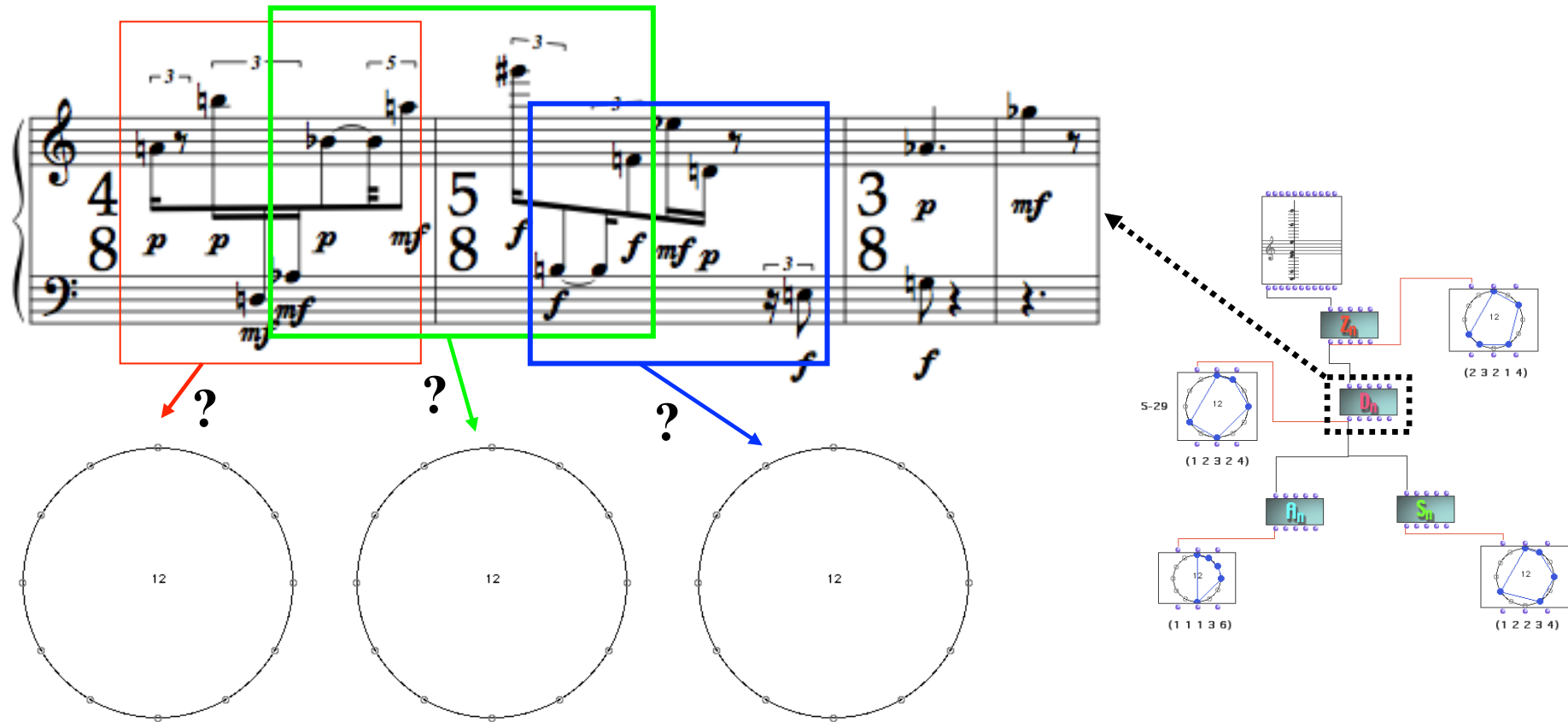


Tudor



K. Stockhausen

« Making and Using a Pcset Network for Stockhausen's Klavierstück II »



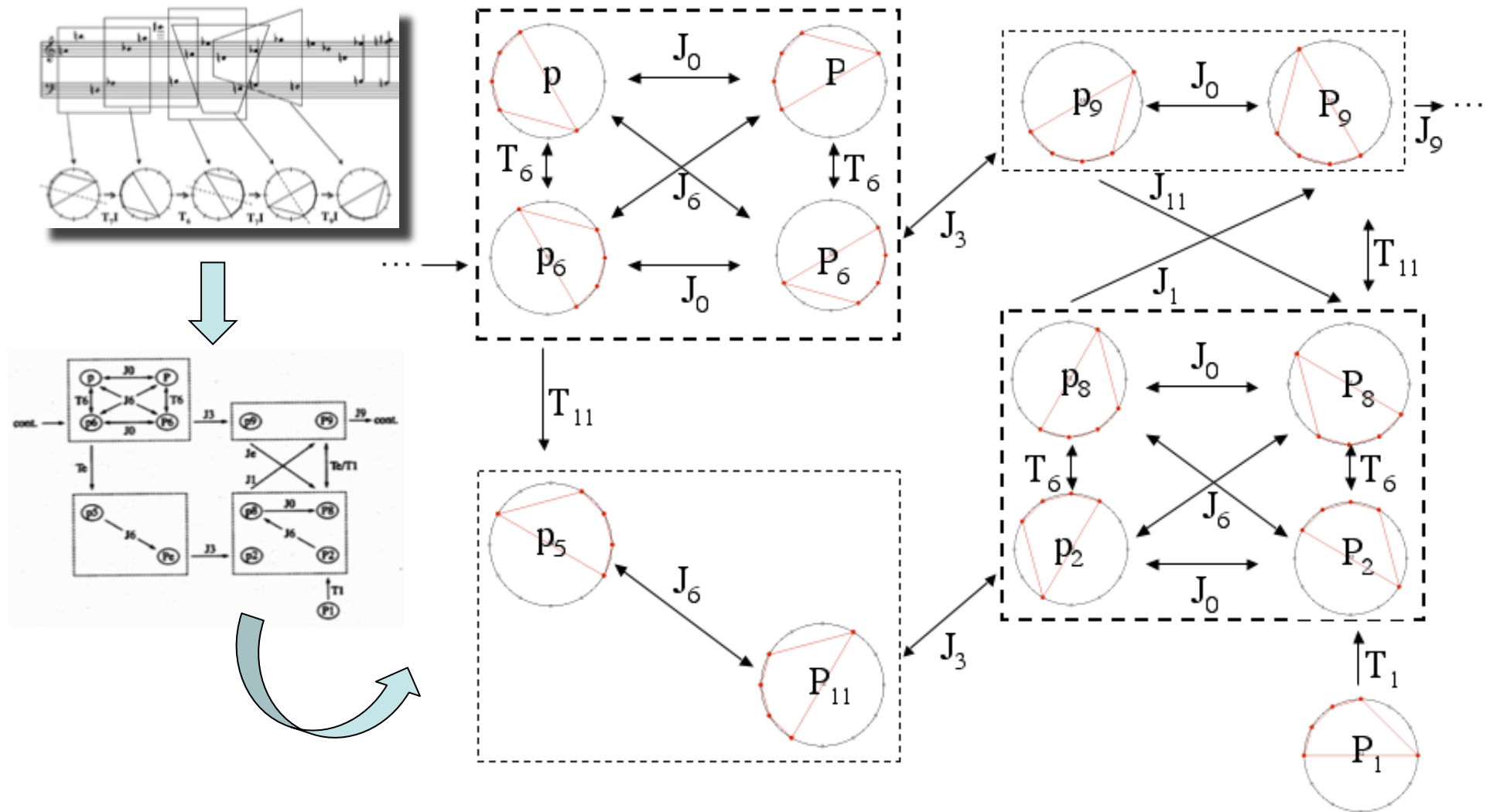
« The most ‘theoretical’ of the four essays, it focuses on the forms of one pentachord reasonably ubiquitous in the piece. A special group of transformations is developed, one suggested by the musical interrelations of the pentachord forms. Using that group, the essay arranges all pentachord forms of the music into a spatial configuration that illustrates network structure, for this particular phenomenon, over

the entire piece »
David Lewin, *Musical Form and Transformation*, YUP 1993

Segmentation par imbrication et progression « chrono-logique »

The image illustrates a musical score and its transformation through a series of diagrams. The top part shows a musical score in 4/8, 5/8, and 3/8 time signatures, with dynamics *p*, *mf*, and *f*. The score is segmented into three overlapping regions: a red box covering the first two measures, a green box covering the last measure of the first system and the first two measures of the second system, and a blue box covering the last measure of the second system and the first two measures of the third system. Below the score, a series of five circular diagrams represent transformations. Each diagram is a circle with a vertical diameter and a horizontal diameter, and a dashed diagonal line. The transformations are labeled T_7I , T_6 , T_7I , and $T_{10}I$. Arrows connect the diagrams in a sequence, and lines connect the boxes in the score to the corresponding diagrams, showing how the overlapping segments in the score correspond to the sequence of transformations.

Réseau transformationnel comme « espace conceptuel » de la pièce



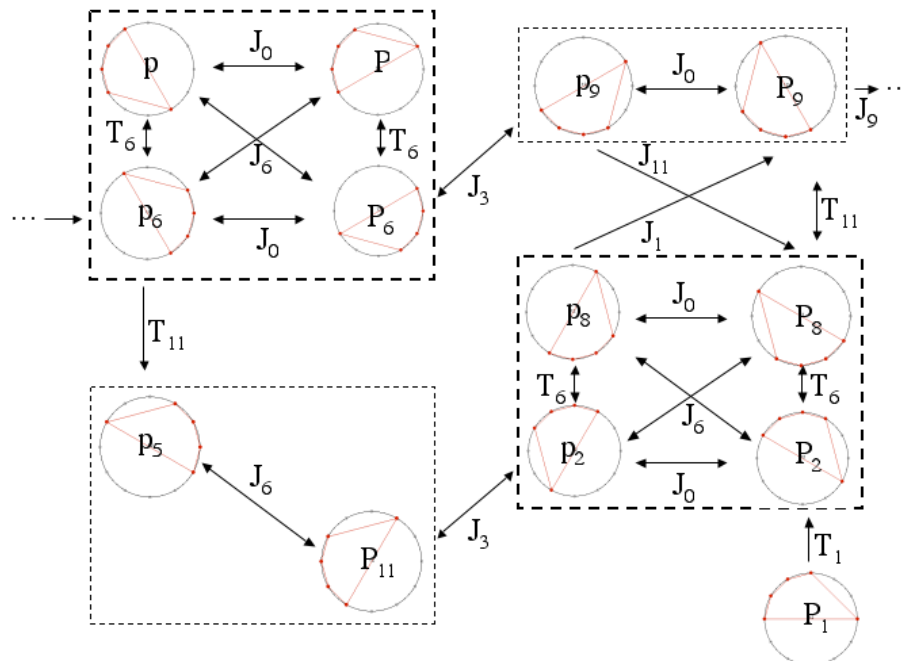
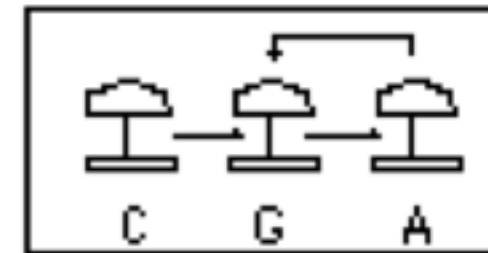
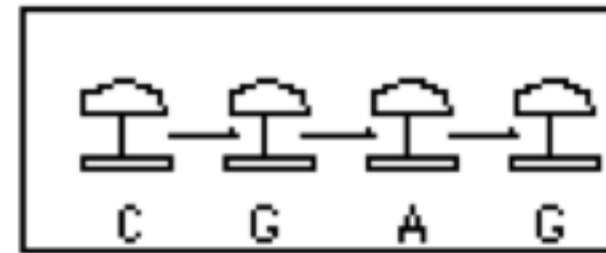
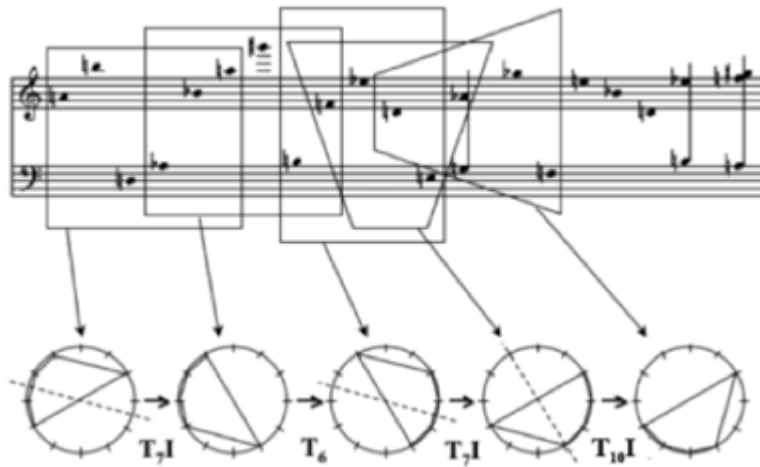
« Rather than asserting a network that follows pentachord relations one at a time, according to the chronology of the piece, I shall assert instead a network that displays all the pentachord forms used and all their potentially functional interrelationships, in a very compactly organized little spatial configuration. »

David Lewin, *Musical Form and Transformation*, YUP 1993

Exercices d'écoute : « do you hear it? » vs « can you hear it? »



Bamberger, J. (1986). Cognitive issues in the development of musically gifted children. In *Conceptions of giftedness* (eds., R. J. Sternberg, & J. E. Davidson), pp. 388-413. Cambridge University Press, Cambridge



Bamberger, J. (2006). "What develops in musical development?" In G. MacPherson (ed.) *The child as musician: Musical development from conception to adolescence*. Oxford, U.K. Oxford University Press.

Exercices d'écoute : « do you hear it? » vs « can you hear it? »

m. 1 1-2 2 2-3 2-5 2-5

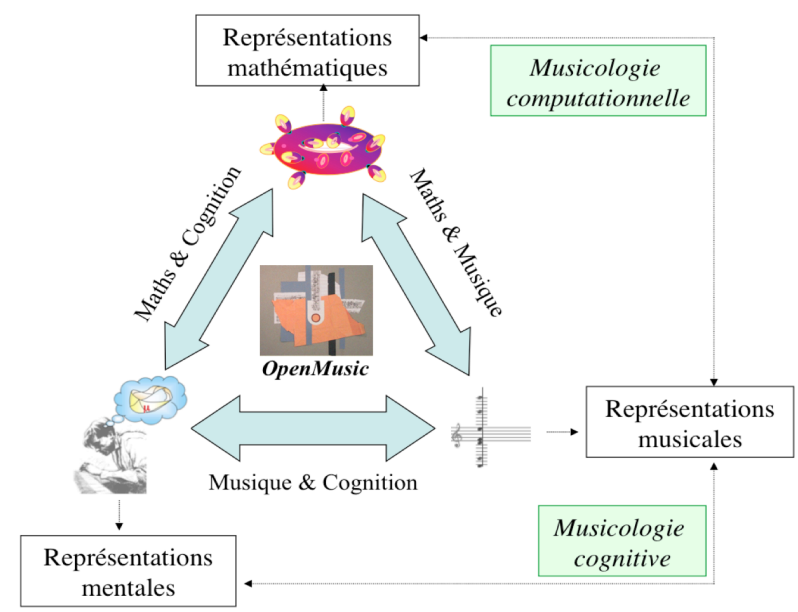
m. 5-7 5-7 5-7 5-7 8-10 8-10 8-10

m. 9-11 10-11 11-12 11-12 11-13 12-13 13-14 13-15

Labels: P0, p0, p6, P6, p9, P8, P6, p6, P0, p0, p8, P8, P9, P1, P2, p8, P9, p6, p5, Pe, p2

Example 2.7. An ear-training aid for listening to P/p forms and their inter-relations.

« I take the question ‘Can you hear it’ to mean something like this: After studying the analysis in examples 2.5 and 2.6, do you find it possible to focus your aural attention upon aspects of the acoustic signal that seem to engage the signifiers of that analysis? [...] It is important to ask those questions about any systematic analysis of any musical composition ».



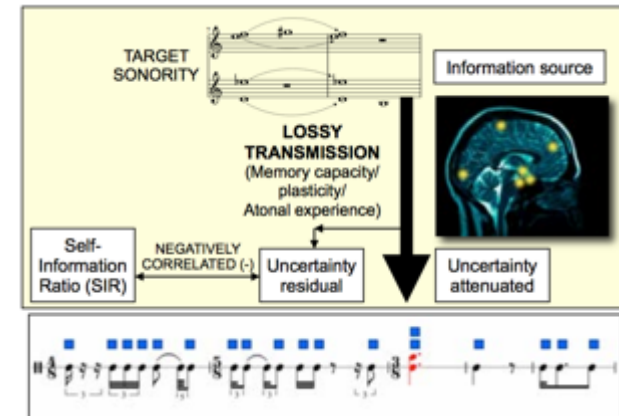
« Yes, we can! »

TARGET SONORITIES

MELODIC EXCERPT I

TARGET SONORITIES

MELODIC EXCERPT V



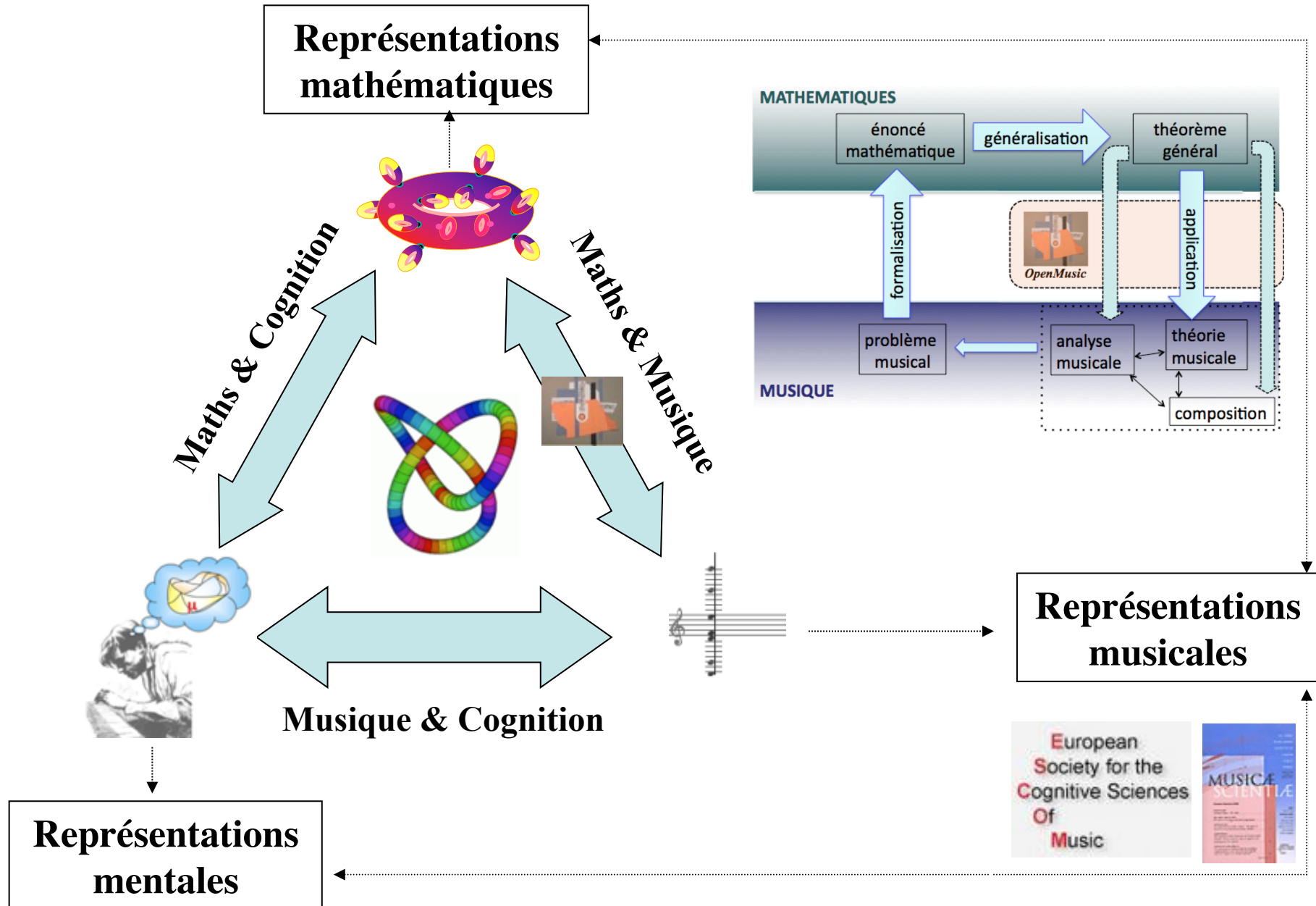
« A cognitive model is derived to show that singleton-tetrachord interaction is salient in facilitating the mental formation of common-tone-preserving percepts, and it serves as perceptual information that determines the acquisition of implicit pitch pattern knowledge for pitch-detection tasks, but only for atonally well-trained musicians. »

FIGURE 5. Six target sonorities used for Phase I pitch-detection tasks (circled in dashed-line boxes): Single Pentachords appeared in form of either 'st' or 'ts' according to Lewin's ear-training aid (*MFT*, Example 2.7, p. 42). Their corresponding melodies are either Excerpt I or V.

Y. Cao, J. Wild, B. Smith, S. McAdams, « The Perception and Learning of Contextually-defined Inversion Operators in Transformational Pitch Patterns », 5th International Conference of Students of Systematic Musicology (SysMus12),

Quelle est la place de la cognition ?

<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/Cognition.html>



De Piaget aux Systèmes évolutifs à mémoire

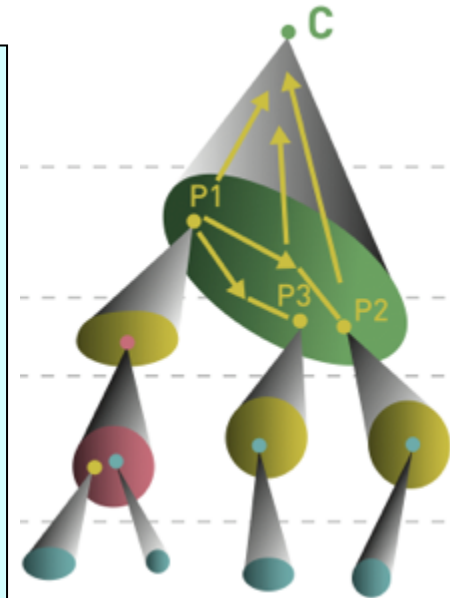
« La théorie des catégories est une théorie des constructions mathématiques, qui est macroscopique, et procède d'étage en étage. Elle est un bel exemple d'abstraction réfléchissante, cette dernière reprenant elle-même un principe constructeur présent dès le stade sensori-moteur. Le style catégoriel qui est ainsi à l'image d'un aspect important de la genèse des facultés cognitives, est un style adéquat à la description de cette genèse »



J. Piaget

Jean Piaget, Gil Henriques et Edgar Ascher, *Morphismes et Catégories. Comparer et transformer*, 1990

« [...]L'émergence d'une œuvre d'art est l'expression d'une dynamique se développant dans un système hiérarchique de complexité croissante à multiples temporalités. Notamment, dans le cadre de notre modèle mathématique « les systèmes évolutifs à mémoire » (SEM), nous analysons l'existence d'objets multiformes émergeant dans le système sociétal d'un « monde artistique »; il pourrait s'agir de courants artistiques, issus de mouvements de pensée, de mouvements sociaux, culturels, scientifiques, technologiques. » (Colloque « Complexité dans les sciences et dans les arts », Ircam, 8-19 juin 2009)



A. Ehresmann et J.-P. Vanbremeersch, « Petite mathématique de la création », *L'étincelle*, n° 6, novembre 2009

Vers une « algèbre des objets mentaux » (Changeux) en musique

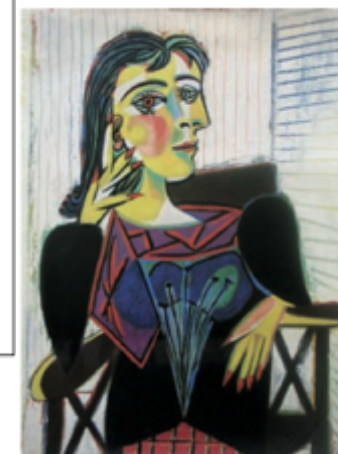
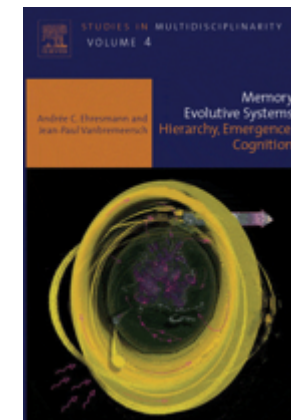
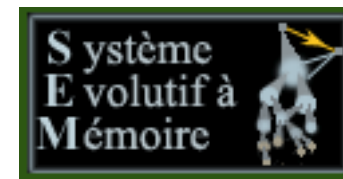
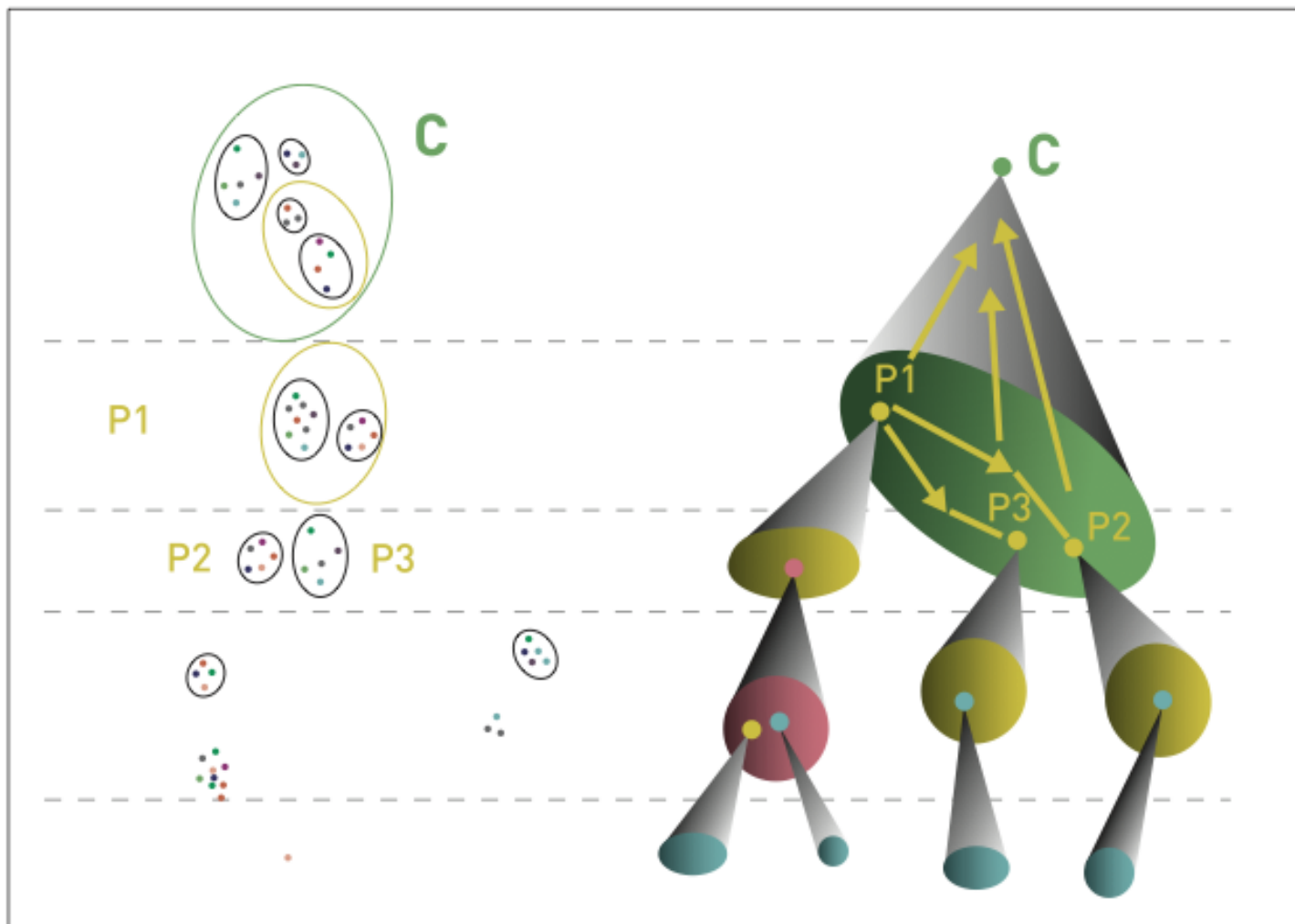
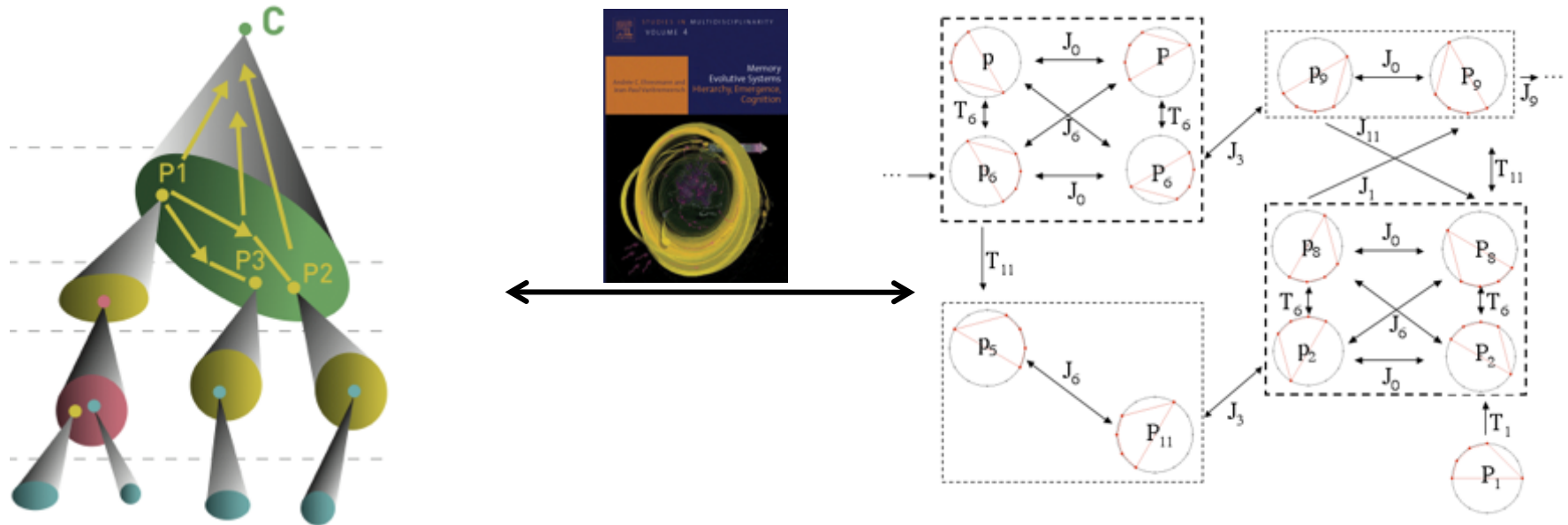


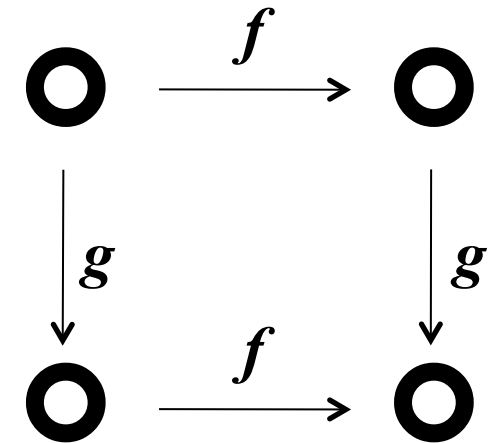
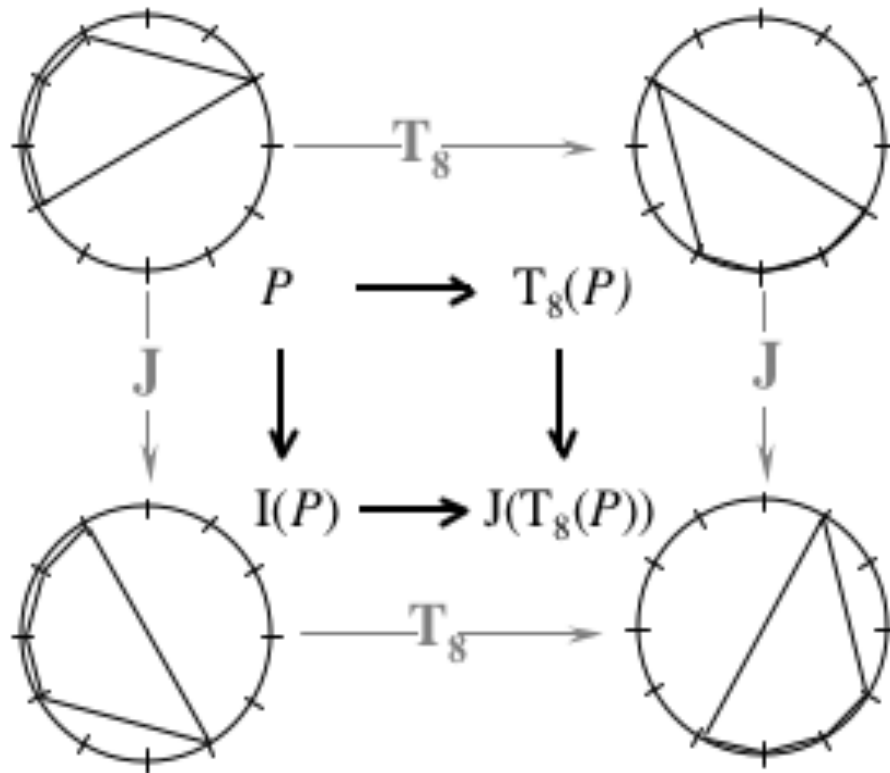
FIGURE 1 : À GAUCHE, FORMATION PROGRESSIVE D'UN OBJET COMPLEXE C PAR RECOLLEMENT D'OBJETS PLUS SIMPLES. À DROITE MODÈLE CATÉGORIQUE DE LA RAMIFICATION DE C, DÉPLOYÉE « DE HAUT EN BAS ».

Vers une explication catégorielle de la perception musicale ?



- G. S. Halford & W. H. Wilson, “A Category Theory Approach to Cognitive Development”, *Cognitive Psychology*, 12, 1980
- J. Macnamara & G. E. Reyes, *The Logical Foundation of Cognition*, OUP, 1994
- A. Ehresmann, J.-P Vanbremerch, *Memory Evolutive Systems, Hierarchy, Emergence, Cognition*, 2007
- ...
- S. Phillips, W. H. Wilson, “Categorical Compositionality: A Category Theory Explanation for the Systematicity of Human Cognition”, *PLoS Comp. Biology*, 6(7), July 2010

Inversions « contextuelles » et commutativité des diagrammes



Tout diagramme commute

$$\forall f, g \in \langle T, J \rangle$$

Le groupe des 24 transformations $\sigma = \{T_0, T_1, \dots, T_{11}, T_0J, T_1J, \dots, T_{11}J\}$ est commutatif et opère de manière simplement transitive sur l'espace S des 24 formes du pentacorde de base (i.e. l'ensemble de ses 12 transpositions et de ses 12 inversions)

$\Rightarrow (S, \sigma, \text{int})$ est un GIS

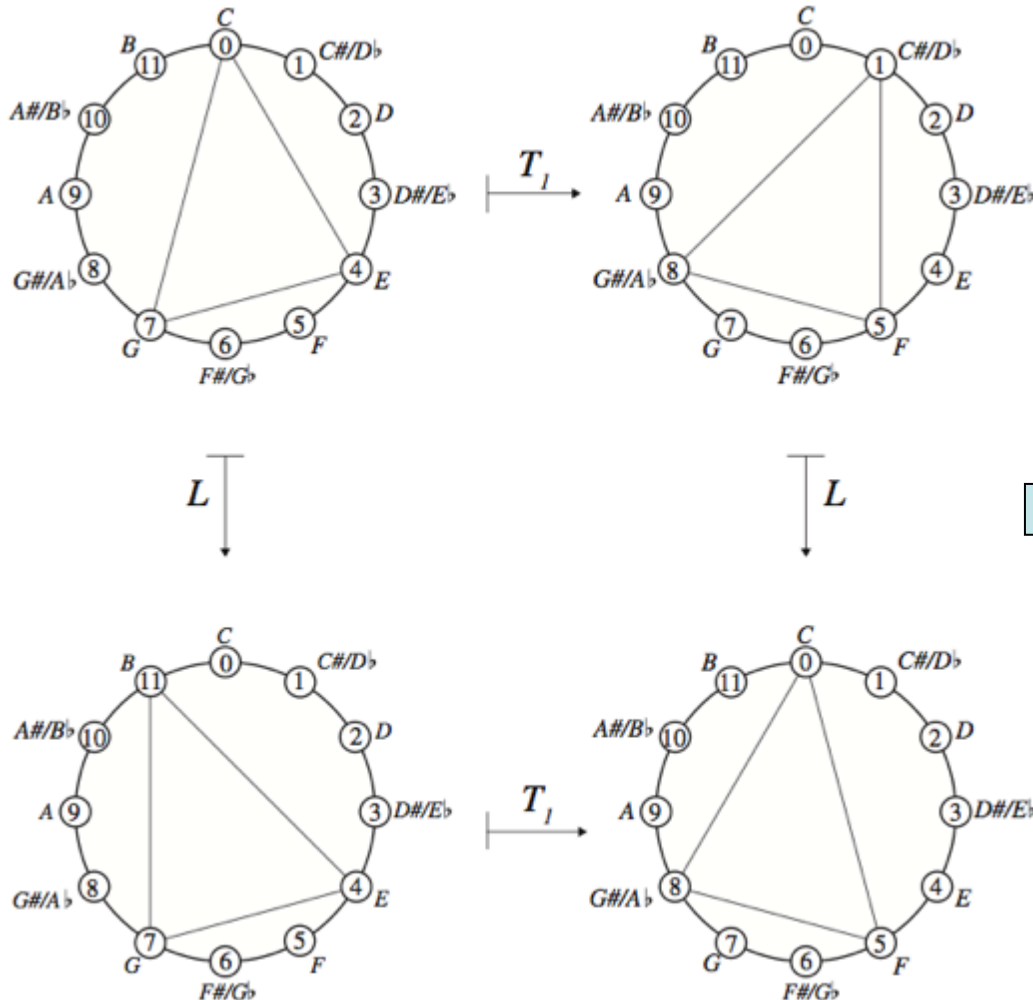
Dualité entre (S, ρ, int) et (S, D_{12}, int)

$$\rho = \langle L, R \mid L^2 = (LR)^{12} = 1 ; LRL = L(LR)^{-1} \rangle$$

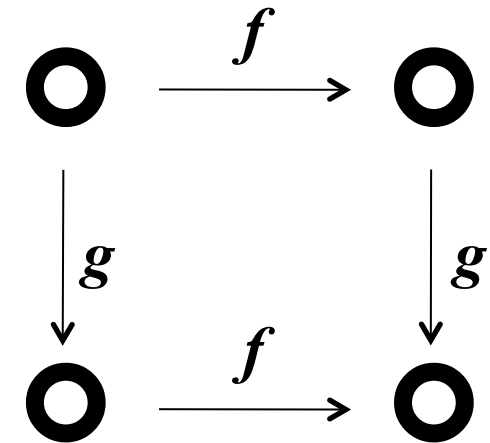
\Leftrightarrow

$$D_{12} = \langle I, T \mid I^2 = T^{12} = 1 ; ITI = I(IT)^{-1} \rangle$$

$\Rightarrow \rho$ et D_{12} sont l'un le *centralisateur* de l'autre (dans le groupe symétrique $Sym(S)$)



$(S, \rho, \text{int}) \neq (S, D_{12}, \text{int})$
 [cf. équivalence entre GIS]

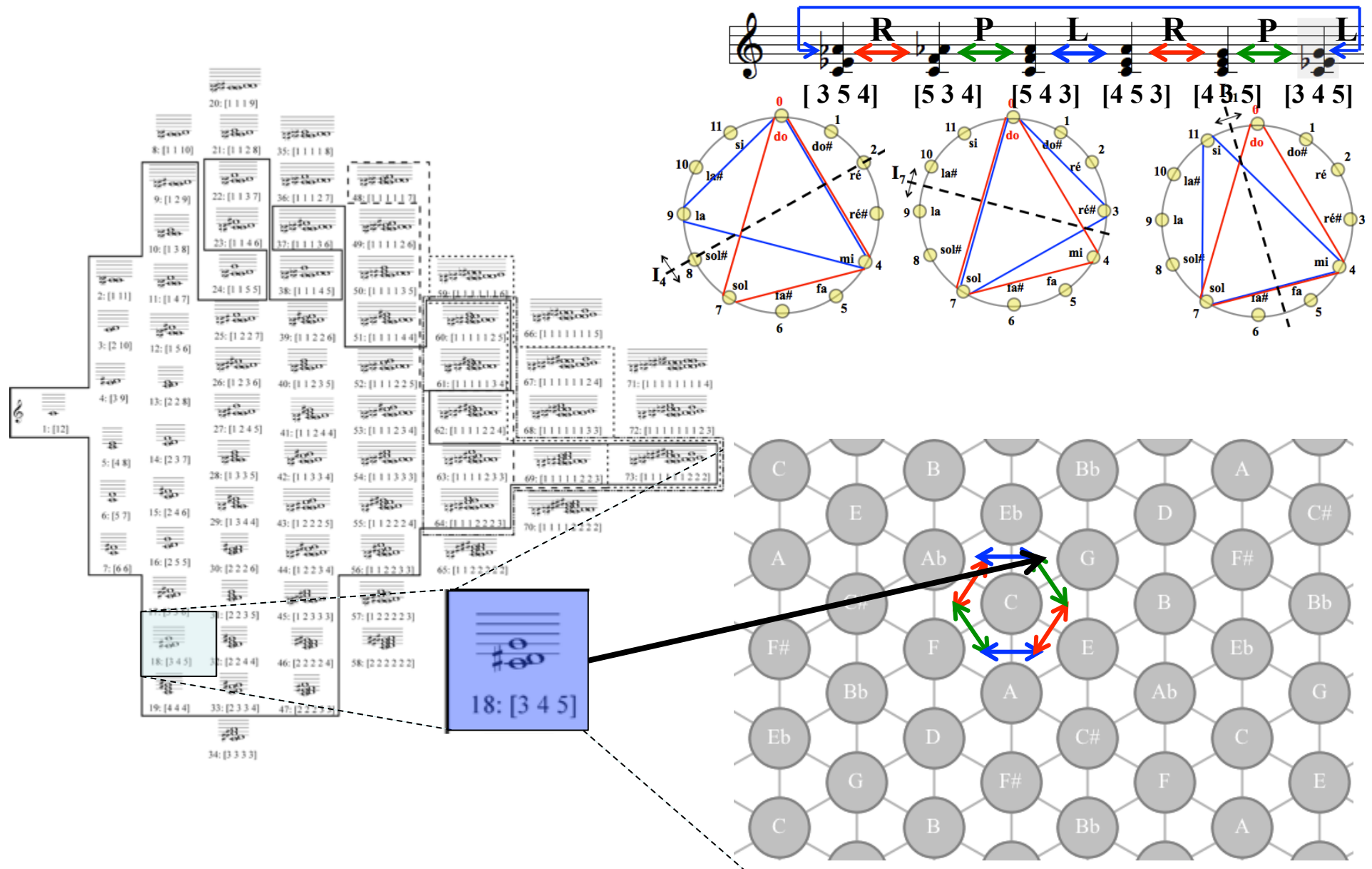


Tout diagramme commute

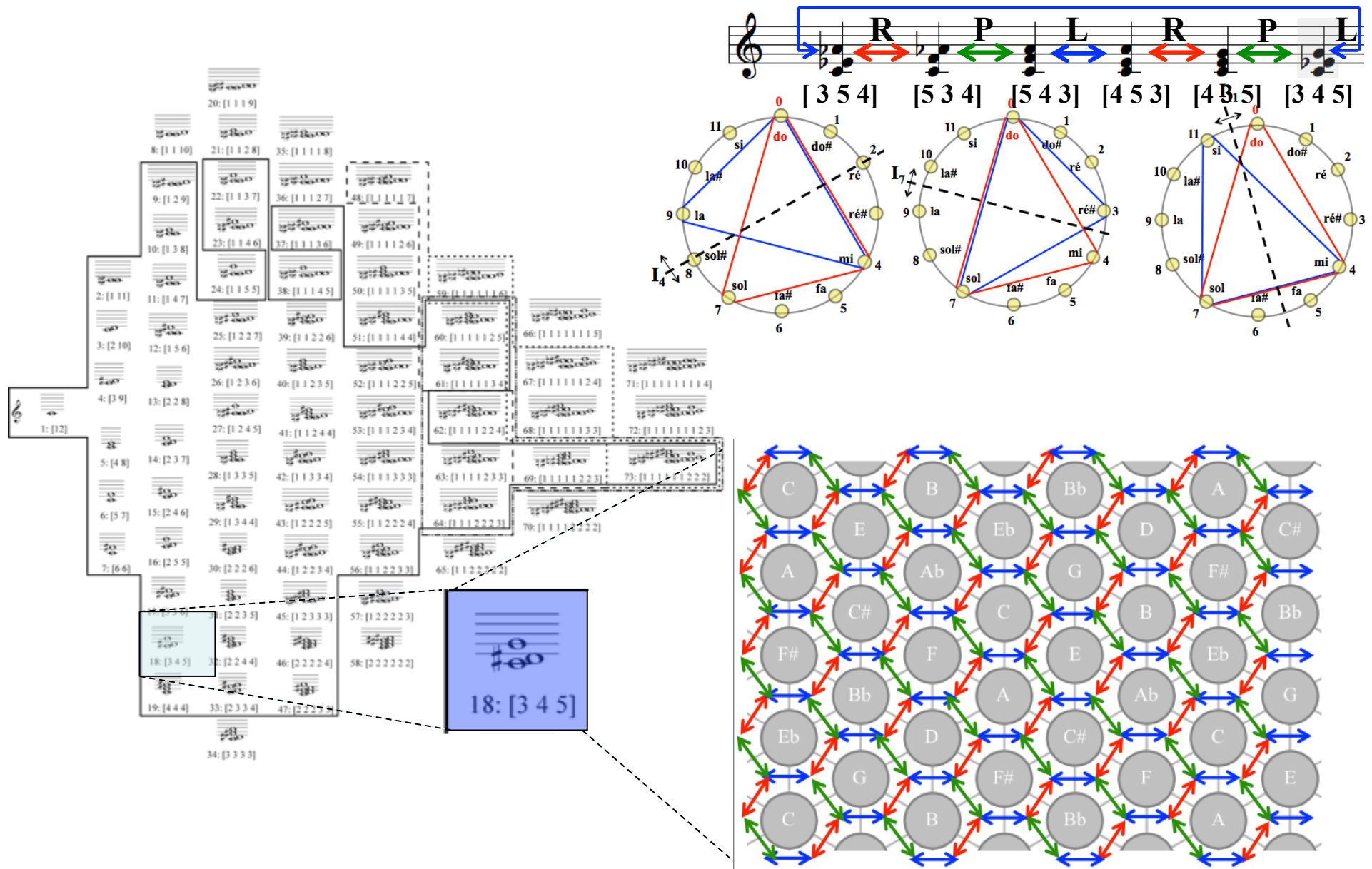
$$\forall f \in D_{12}$$

$$\forall g \in \rho$$

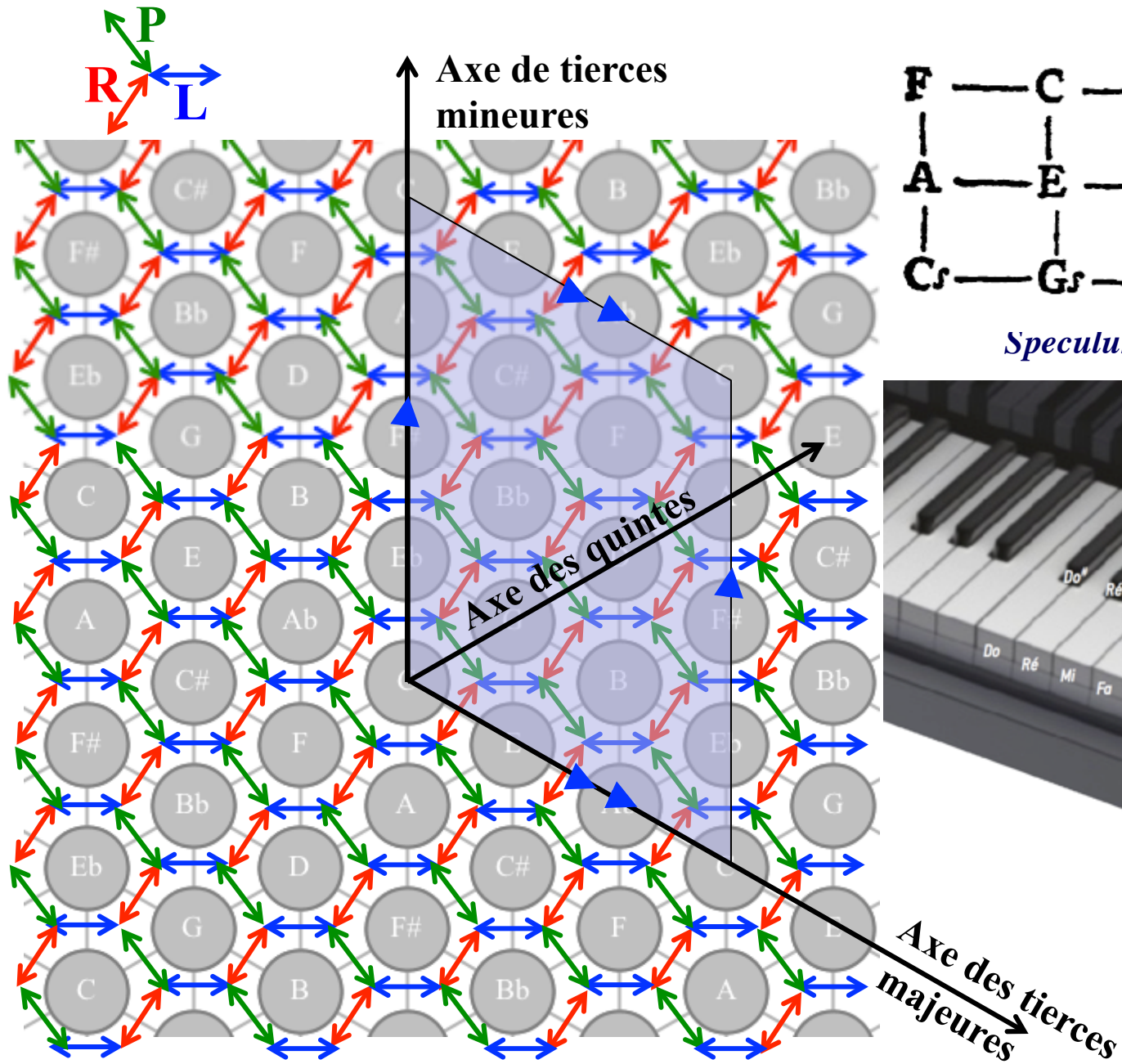
Le permutoèdre comme généralisation du *Tonnetz*



Le permutoèdre comme généralisation du *Tonnetz*



Du « *speculum musicum* » aux différents *Tonnetze*



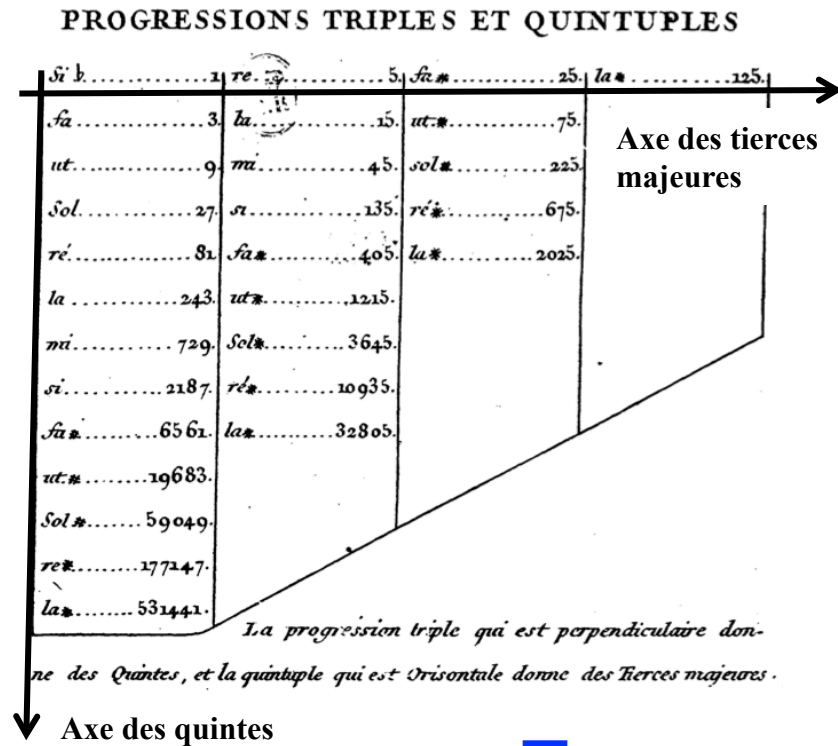
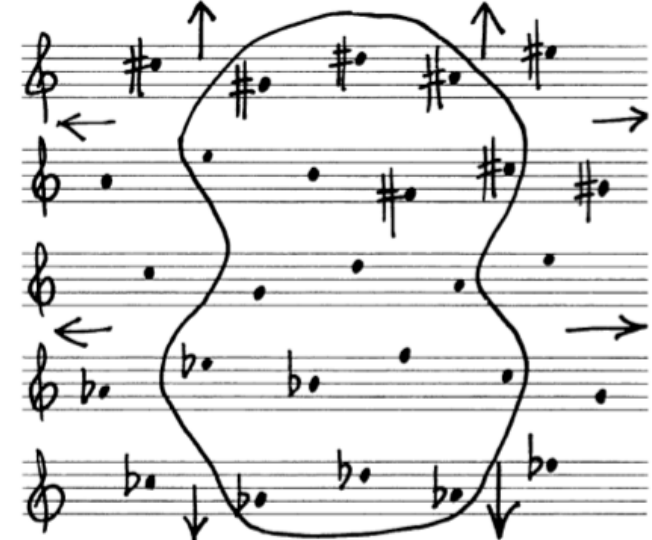
F	C	G	D
A	E	H	F _s
C _s	G _s	D _s	B.



Speculum Musicum (Euler, 1773)



La théorie des réseaux chez Henri Pousseur et ses origines ramistes

« 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

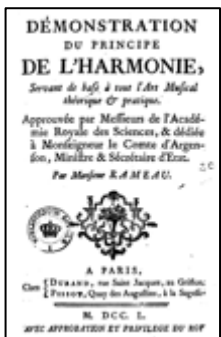
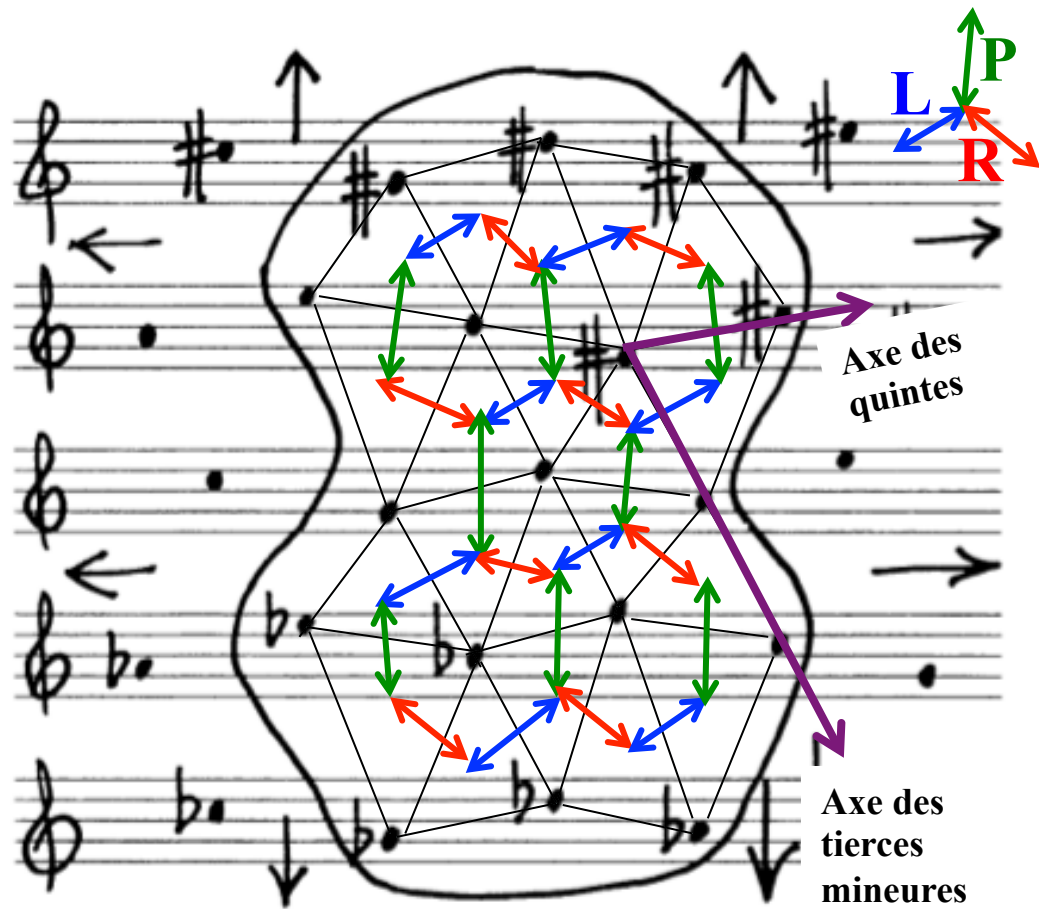
PROGRESSIONS TRIPLES ET QUINTUPLES

Si b.....1	re.....5	fa#.....25	la#.....125
fa.....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			
re#.....177247			
la#.....531441			

Axe des tierces majeures

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

Axe des quintes

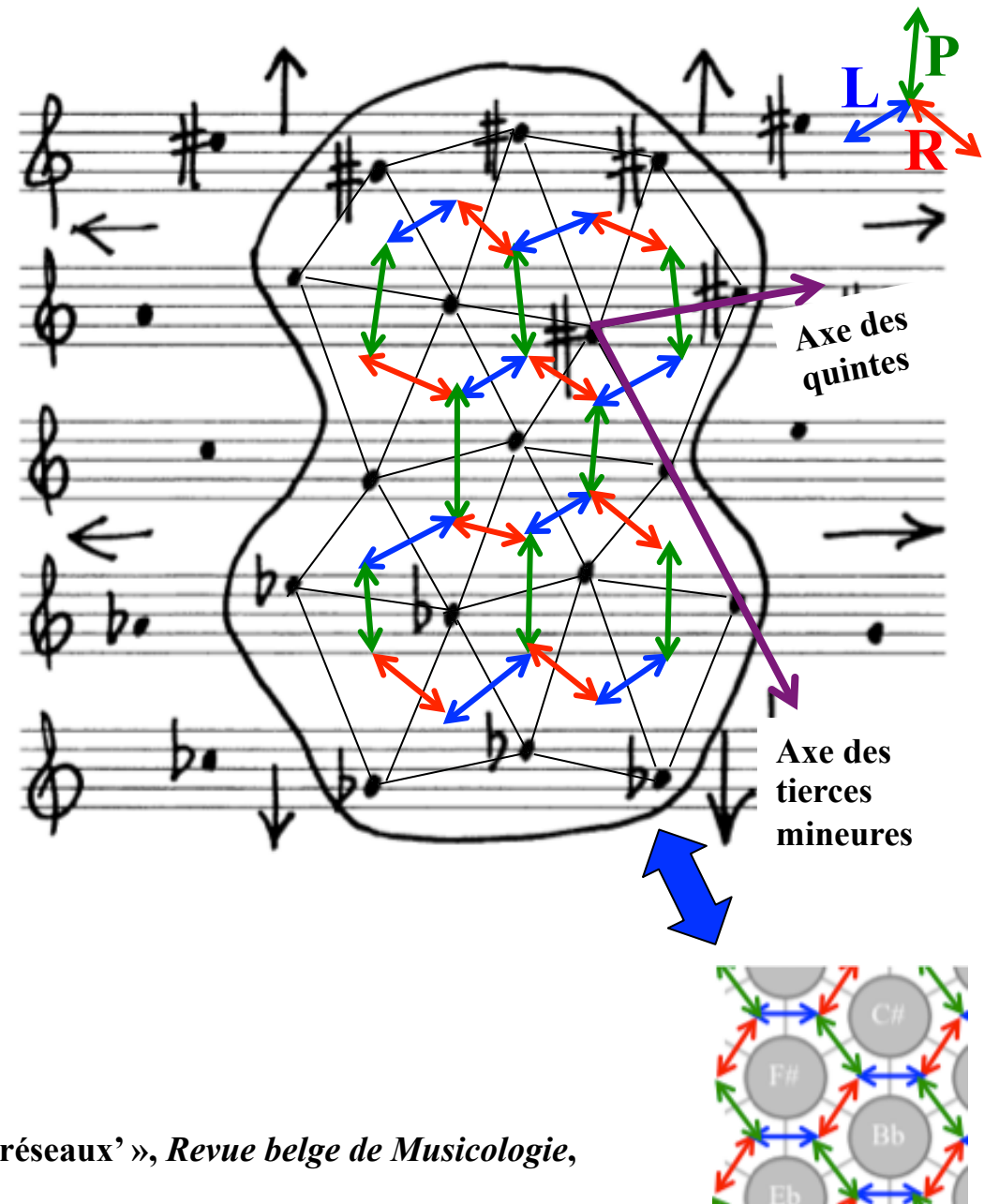


- « L'apothéose de Rameau. Essai sur la question harmonique, *Musiques Nouvelles. Revue d'esthétique*, 21, 105-172, 1968
- « Applications Analytiques de la 'technique des réseaux' », *Revue belge de Musicologie*, Vol. 52, pp. 247-298, 1998

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

La théorie des réseaux et son héritage computationnel

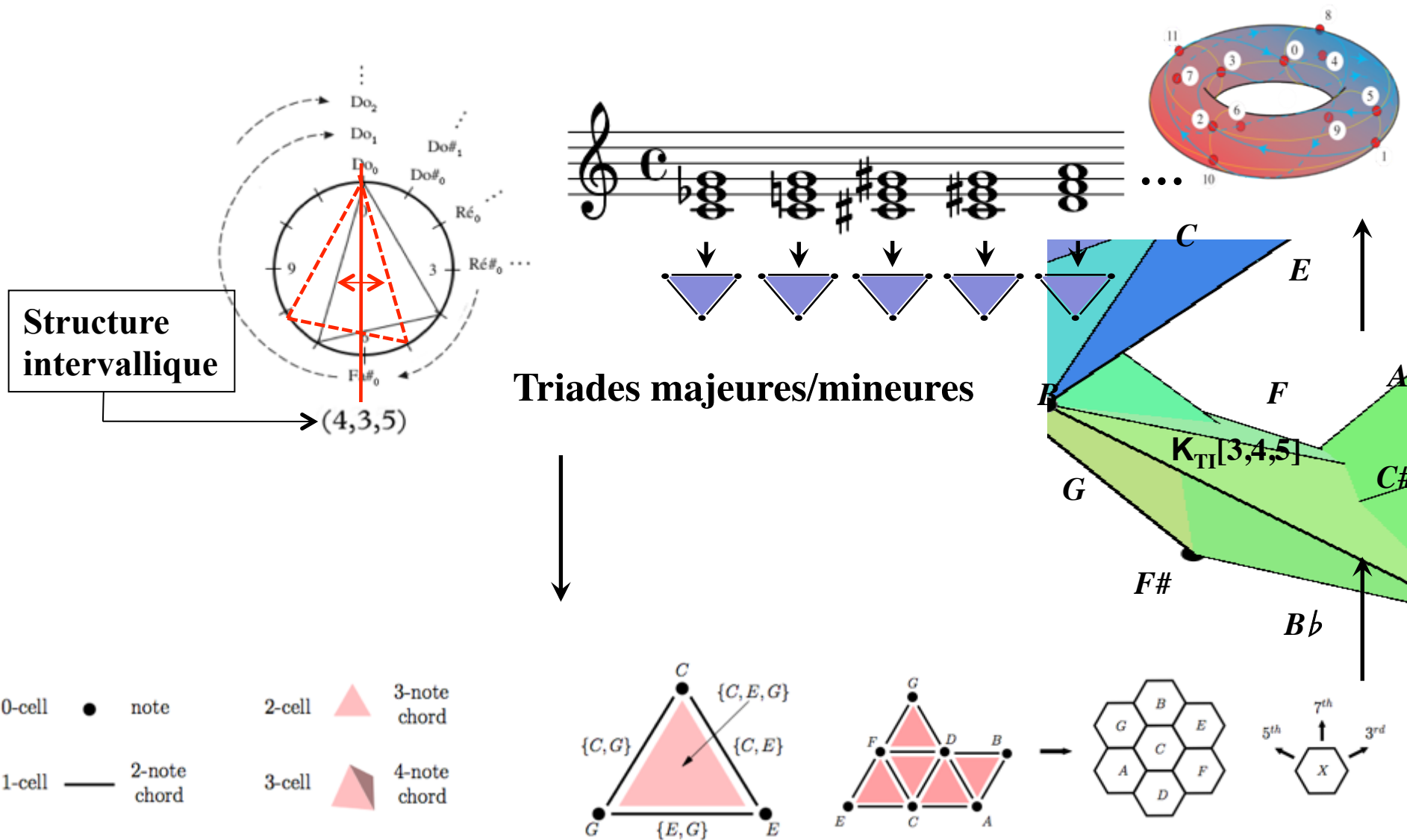
« Il ne faut toutefois pas oublier que le principe même de la méthode réside dans la volonté de construire le lacis de telle sorte que les relations musicales élémentaires effectives, donc ‘en-temps’, (analysées ou composées, mélodiques ou accordiques) soient les plus serrées possibles, s’expriment principalement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

La construction de l'espace par auto-assemblage

L. Bigo, *Représentation symboliques musicales et calcul spatial*, PhD, Ircam / LACL, 2013



Progressions harmoniques chez Zappa: où sont les symétries ?

Synthesizer

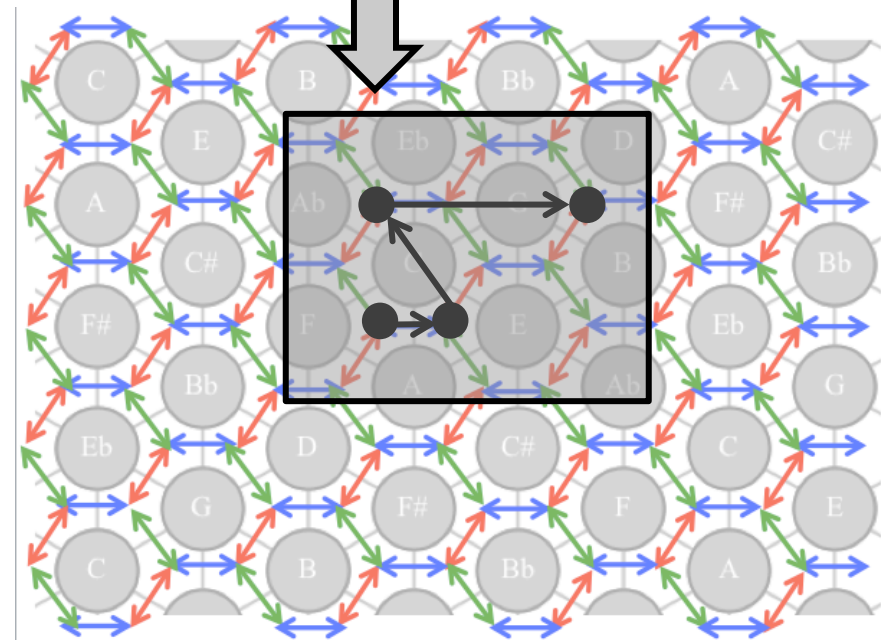
G+ A+ F+ A- Ab+ G+ D+ F#- F+ E+

B+ D#- D+ C#+ Ab+ C- B+ Bb+ E+ B+ F#- C#+ F#+ A+ E+ E-

5/3 6/4 5/3 5/3 6/4 5/3

Fine *D.C. al Fine*

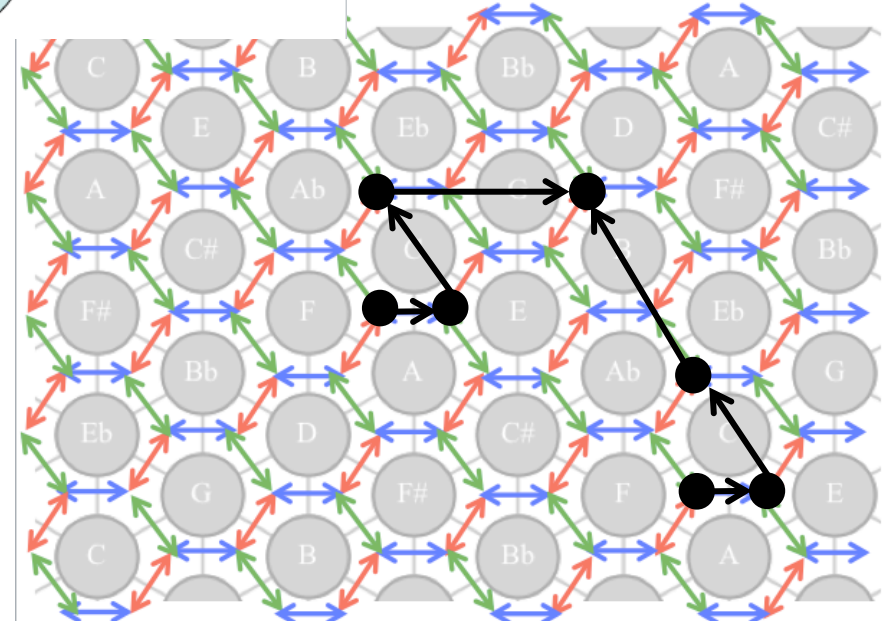
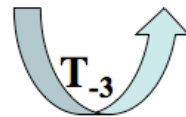
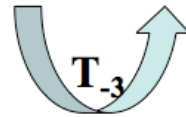
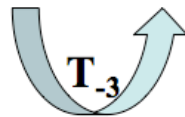
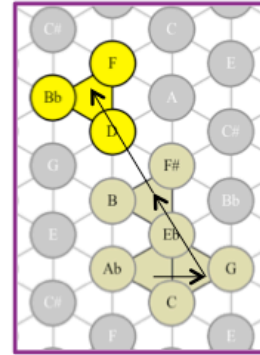
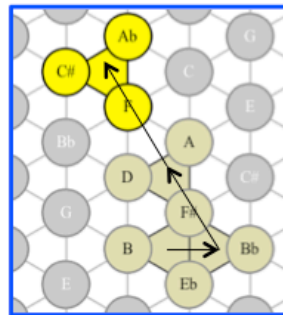
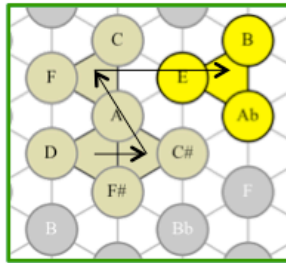
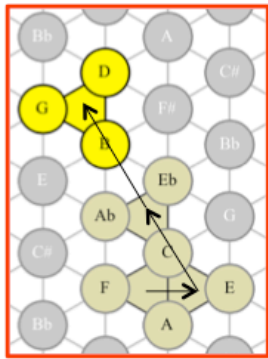
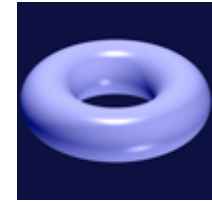
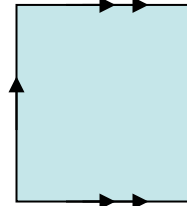
[Guy Capuzzo, *Music Theory Spectrum*, 2004]



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

La trajectoire de la progression harmonique

Fa la_m La_r Sol Ré fa_m Fa Mi Si la_m Ré Ré_b La_b do_m Si Si_b



Progressions harmoniques dans « Madeleine » (Paolo Conte)

Prefudio *Moderato*

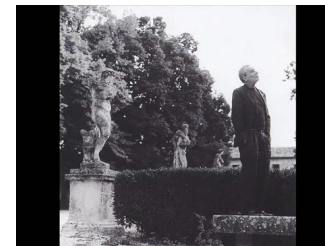
Lab → Réb/Fa → Sib⁷ → Mib⁷/Réb

Chorus

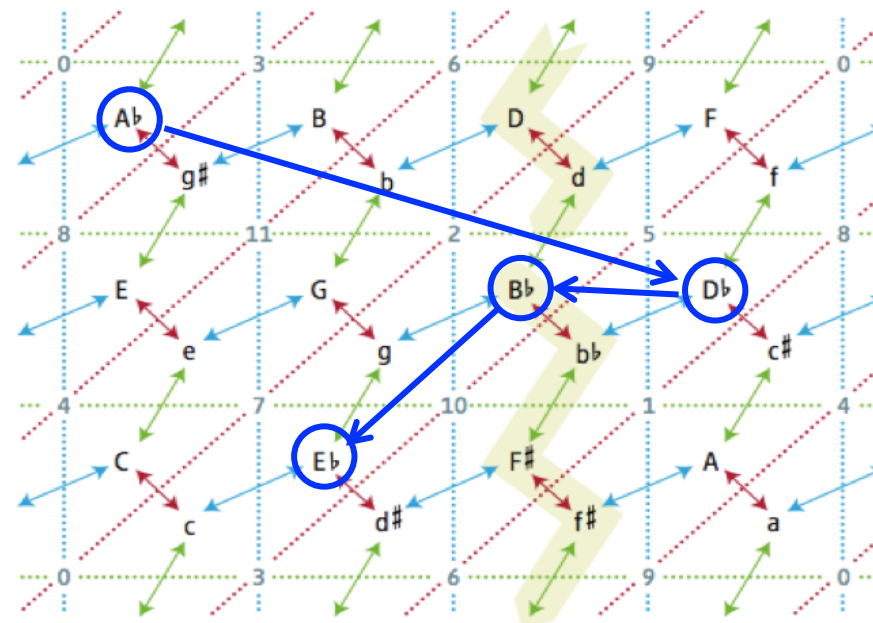
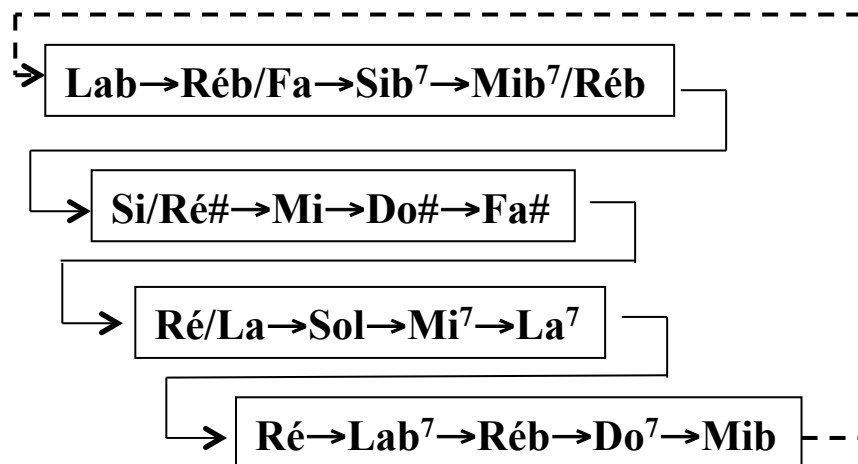
Lab Réb/Fa Sib⁷ Mib⁷/Réb Si/Ré# Mi Do# Fa#

Qui, tut - to, il meglio è già qui, non ci so - no pa
 Tan - to io ca - pi - sco sol - tan to il tut - to del - le tre
 [Ma] qual - che vol - ta, è co - che qual - cu - no è tor

ro - le per spie - ga re ed in - tu - re e ca - pi - re, Ma de - leine, e se mai ri - cor - da - re...
 ma - ni e la can - zo - ne per ca - da - ta e ni - tro - va - ta, come un' al - tra un' al - tra vi - ta...
 na - to sot - to cer - te rez - ze...



S. La Via, *Poesia per musica e musica per poesia*.
 Dai trovatori a Paolo Conte, Carocci, 2006



Progressions harmoniques dans « Madeleine » (Paolo Conte)

Preludio *Moderato*

Lab → Réb/Fa → Sib⁷ → Mib⁷/Réb

Chorus

Lab Réb/Fa Sib⁷ Mib⁷/Réb Si/Ré# Mi Do# Fa#

Qui, tut - to, il meglio è già qui, non ci so - no pa
 Tan - to io ca - pi - sco sol - tan to il tut - to del - le tre
 [Ma] qual - che vol - ta, è co - che qual - cu - no è tor

ro - le per spie - ga - re ed in - tu - re e ca - pi - re, Ma de - leine, e se mai ri - cor - da - re...
 ma - ni e la can - zo - ne per ca - da - ta e ni - tro - va - ta, come un' al - tra un' al - tra vi - ta...
 na - to sot - to cer - te rez - ze...



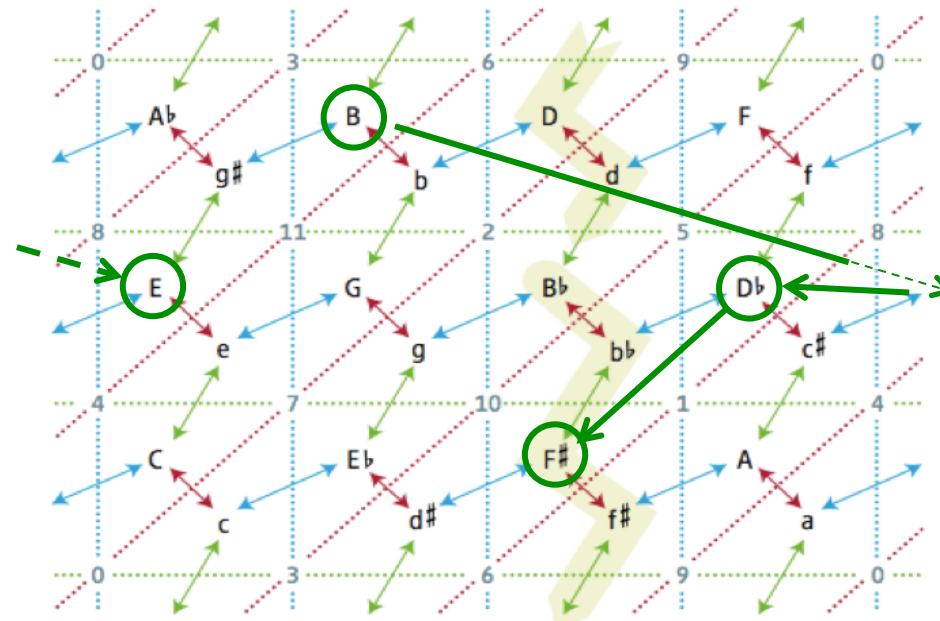
S. La Via, *Poesia per musica e musica per poesia*.
 Dai trovatori a Paolo Conte, Carocci, 2006

→ Lab → Réb/Fa → Sib⁷ → Mib⁷/Réb

→ Si/Ré# → Mi → Do# → Fa#

→ Ré/La → Sol → Mi⁷ → La⁷

→ Ré → Lab⁷ → Réb → Do⁷ → Mib



Progressions harmoniques dans « Madeleine » (Paolo Conte)

Prefudio *Moderato*

Lab → Réb/Fa → Sib⁷ → Mib⁷/Réb

Chorus

Lab Réb/Fa Sib⁷ Mib⁷/Réb Si/Ré# Mi Do# Fa#

Qui, tut - to, il meglio è già qui, non ci so - no pa
 Tan - to io ca - pi - sco sol - tan to il tut - to del - le tre
 [Ma] qual - che vol - ta, è co - che qual - cu - no è tor

ro - le per spie - ga - re ed in - tu - re e ca - pi - re, Ma de - leine, e se mai ri - cor - da - re...
 ma - ni e la can - zo - ne per ca - da - ta e ri - tro - va - ta, come un' al - tra un' al - tra vi - ta...
 na - to sot - to cer - te rez - ze...



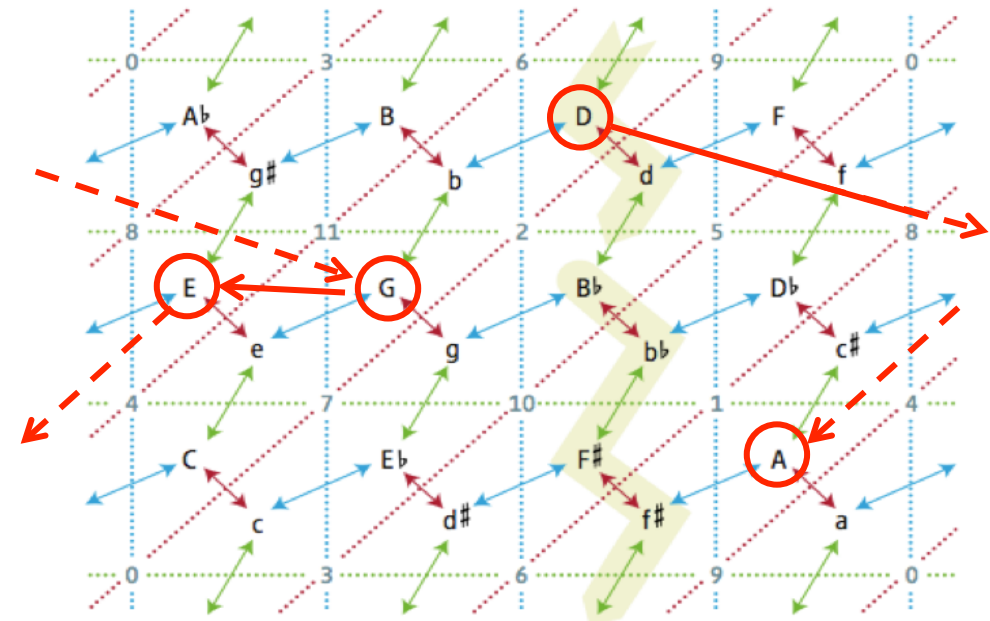
S. La Via, *Poesia per musica e musica per poesia. Dai trovatori a Paolo Conte*, Carocci, 2006

→ Lab → Réb/Fa → Sib⁷ → Mib⁷/Réb

→ Si/Ré# → Mi → Do# → Fa#

→ Ré/La → Sol → Mi⁷ → La⁷

→ Ré → Lab⁷ → Réb → Do⁷ → Mib



Progressions harmoniques dans « Madeleine » (Paolo Conte)

Preludio *Moderato*
Lab → Réb/Fa → Sib⁷ → Mib⁷/Réb

Chorus
Lab Réb/Fa Sib⁷ Mib⁷/Réb Si/Ré# Mi Do# Fa#

Qui, tut - to, il meglio è già qui, non ci so - no pa
Tan - to io ca - pi - sco sol - tan to il tut - to del - le tre
[Ma] qual - che vol - ta, è co - che qual - cu - no, è tor

ro - le per spie - ga - re ed in - ter - e ca - pi - re, Ma de - leine, e se mai ri - cor - da - re...
ma - ni e la can - zo - ne per - da - ta e ri - tro - va - ta, come un' - al - tra un' - al - tra vi - ta...
na - to set - to - ce - te rez - ze...



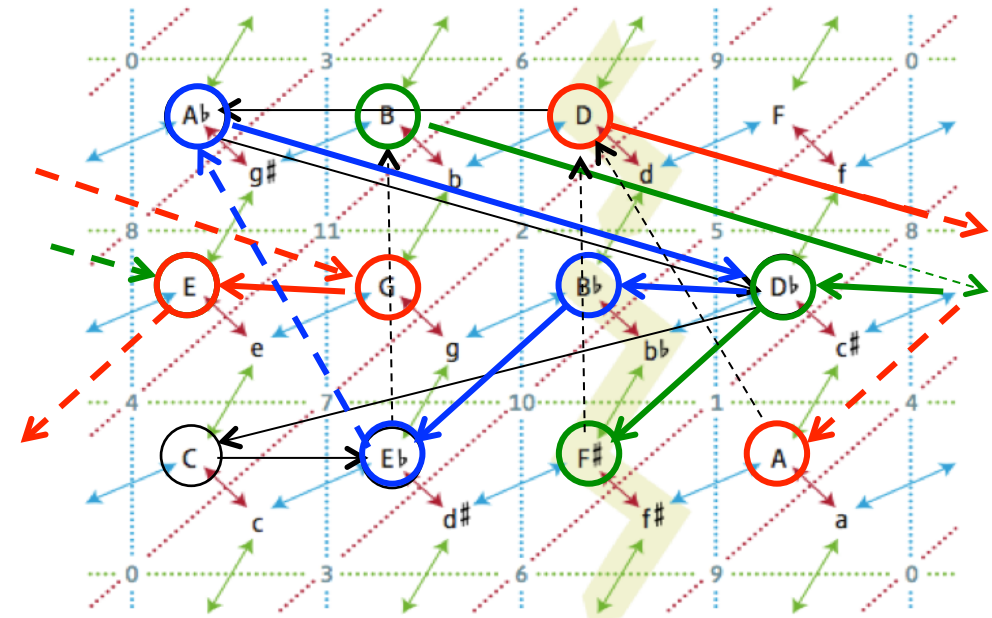
S. La Via, *Poesia per musica e musica per poesia*.
Dai trovatori a Paolo Conte, Carocci, 2006

→ Lab → Réb/Fa → Sib⁷ → Mib⁷/Réb

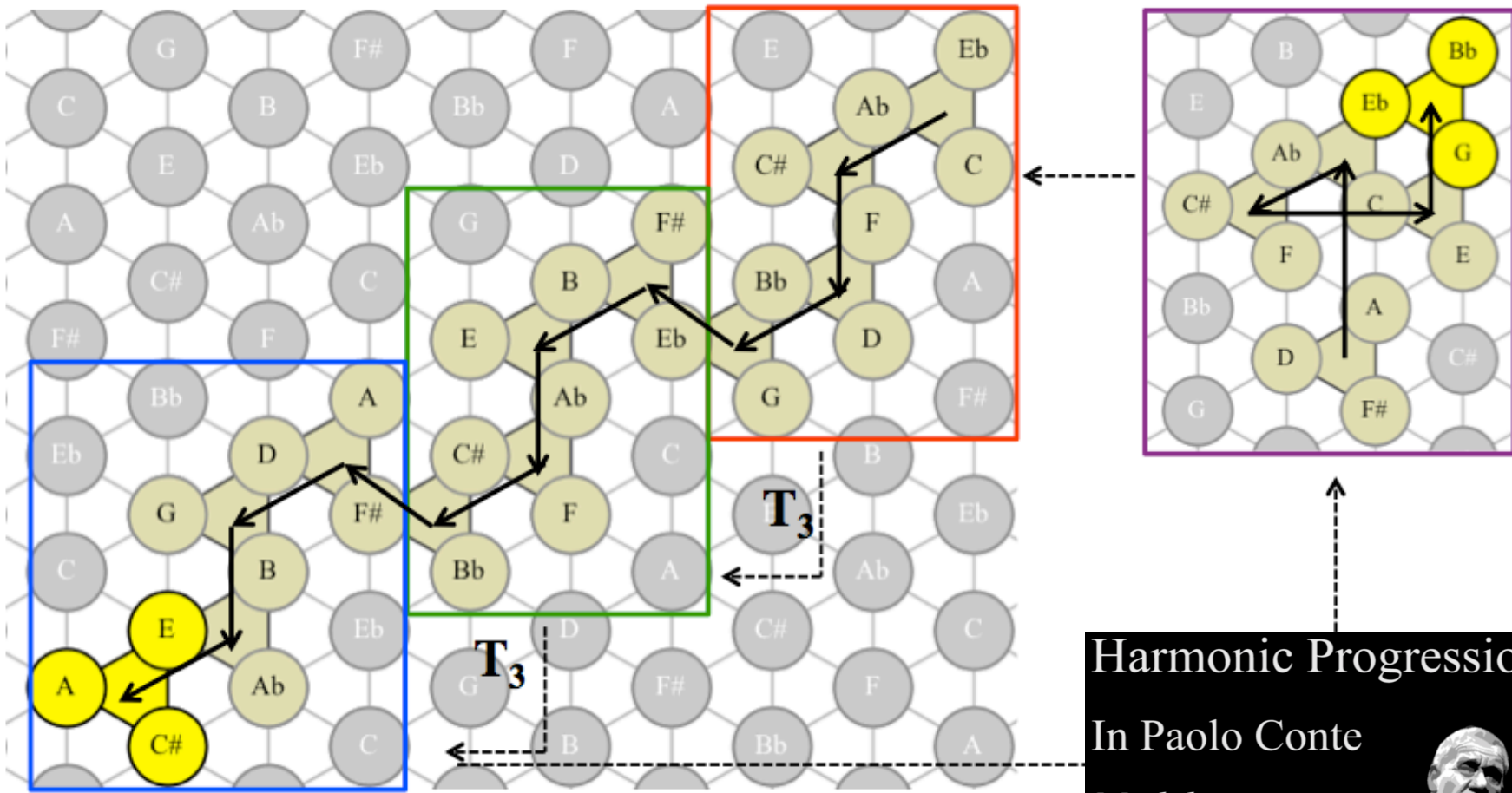
→ Si/Ré# → Mi → Do# → Fa#

→ Ré/La → Sol → Mi⁷ → La⁷

→ Ré → Lab⁷ → Réb → Do⁷ → Mib



La_b Ré_b Si_b Mi_b Si Mi Ré_b Fa_# Ré Sol Mi La Ré La_b Ré_b Do Mi_b

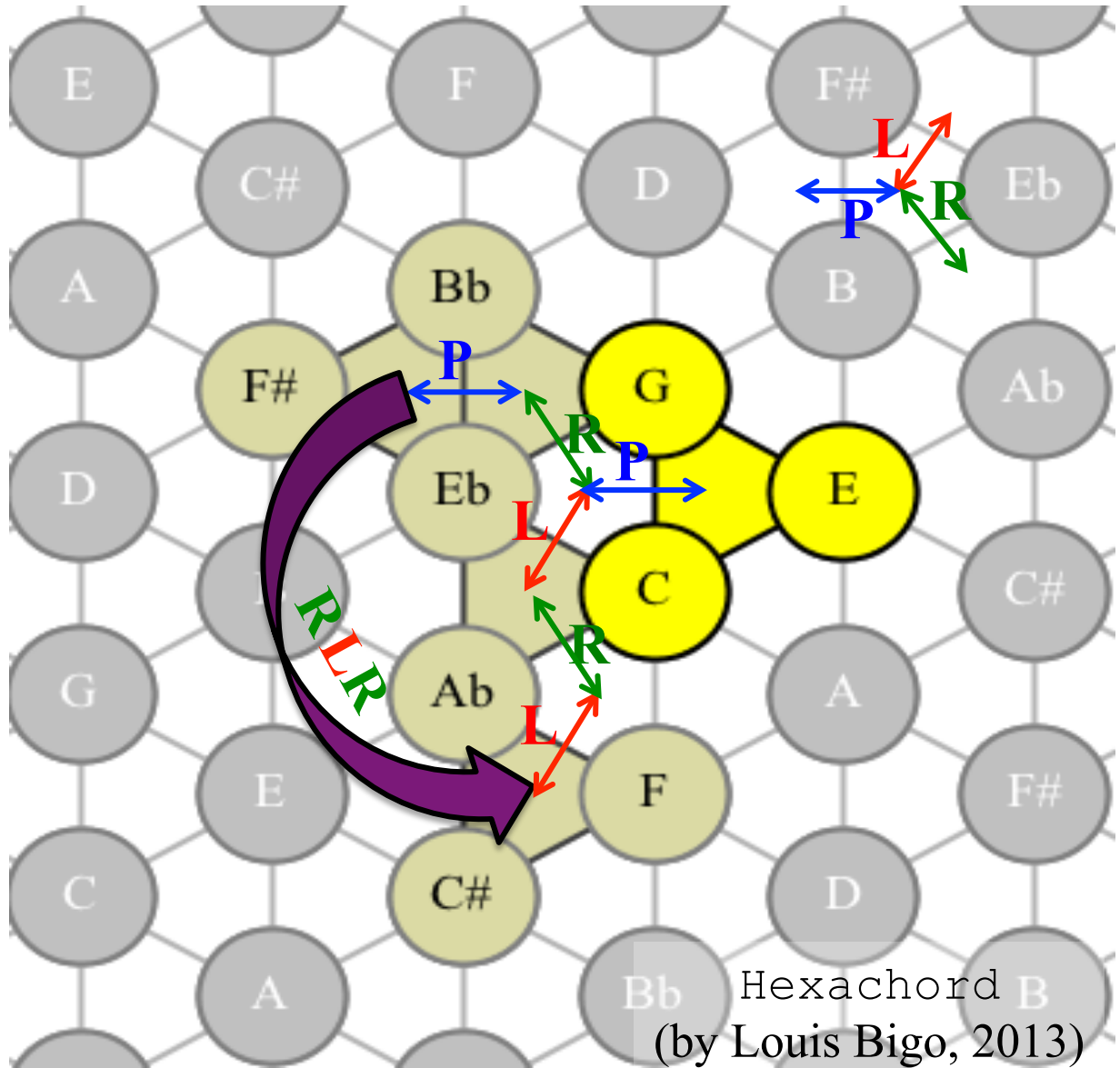


Harmonic Progressions
 In Paolo Conte
Madeleine

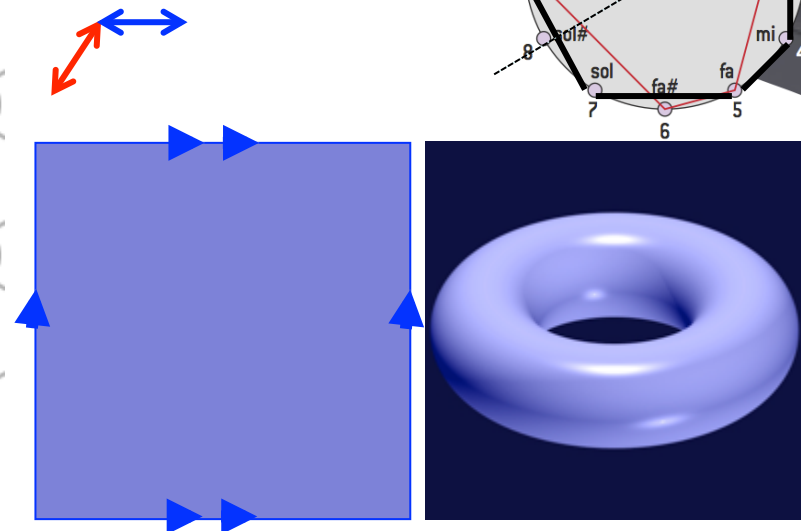
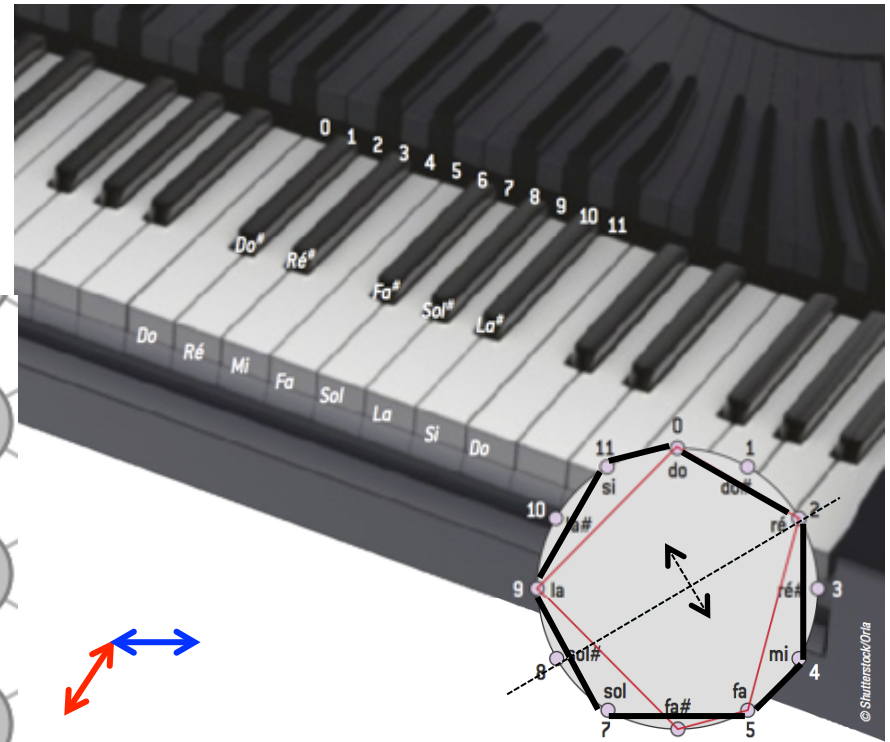
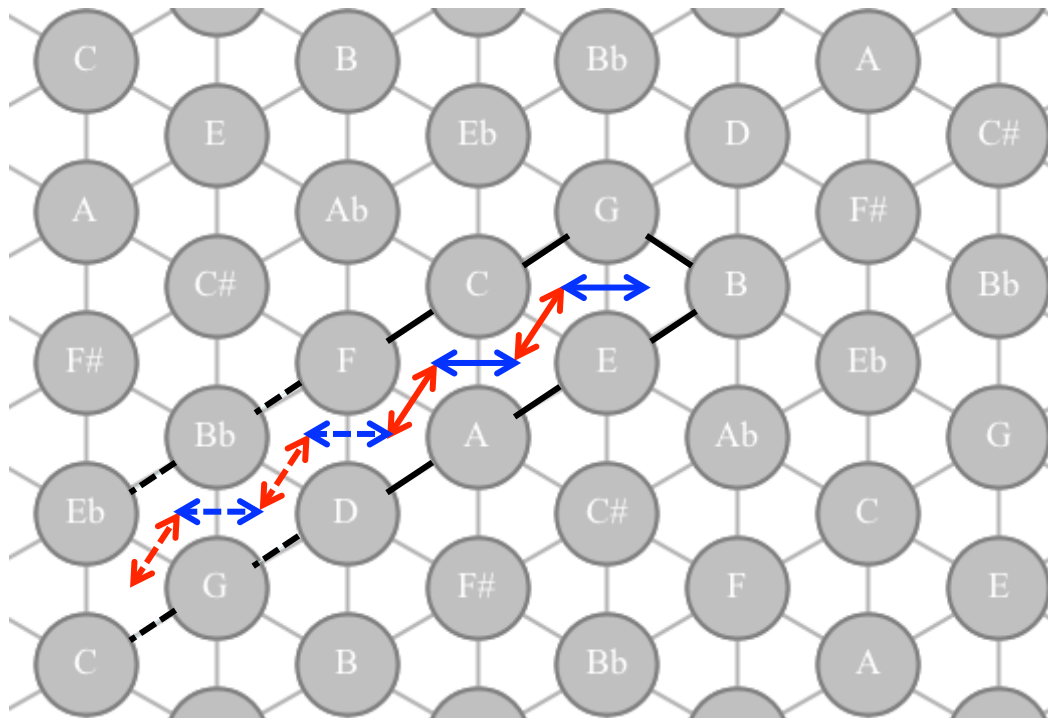
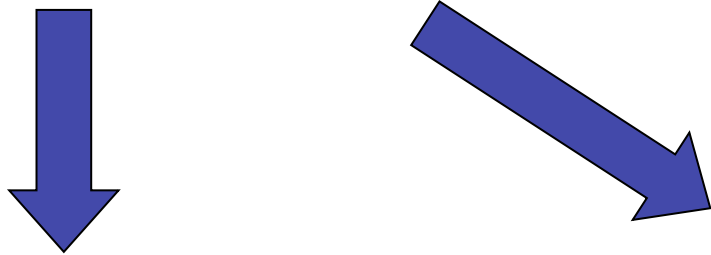
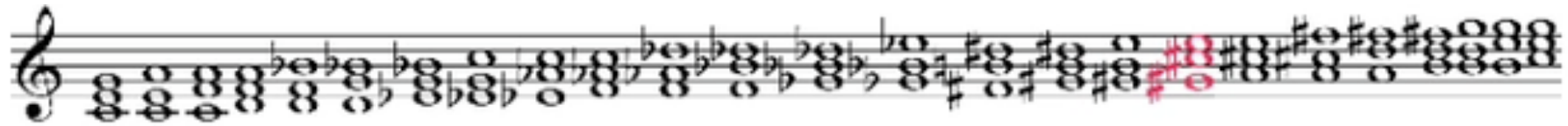




min. 0'33''

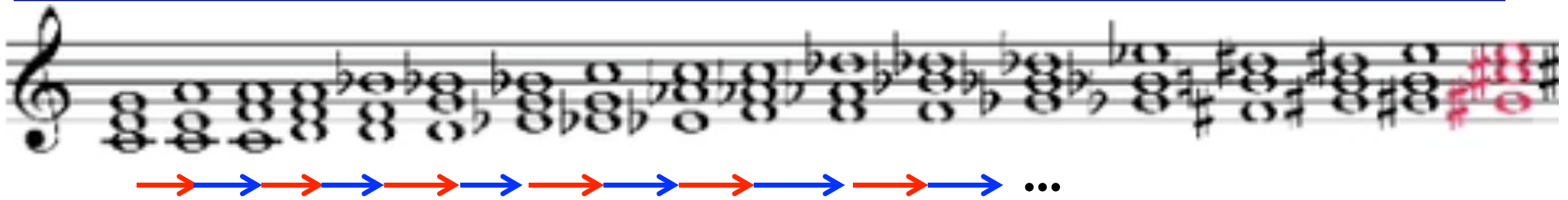


Progressions harmoniques comme trajectoires spatiales

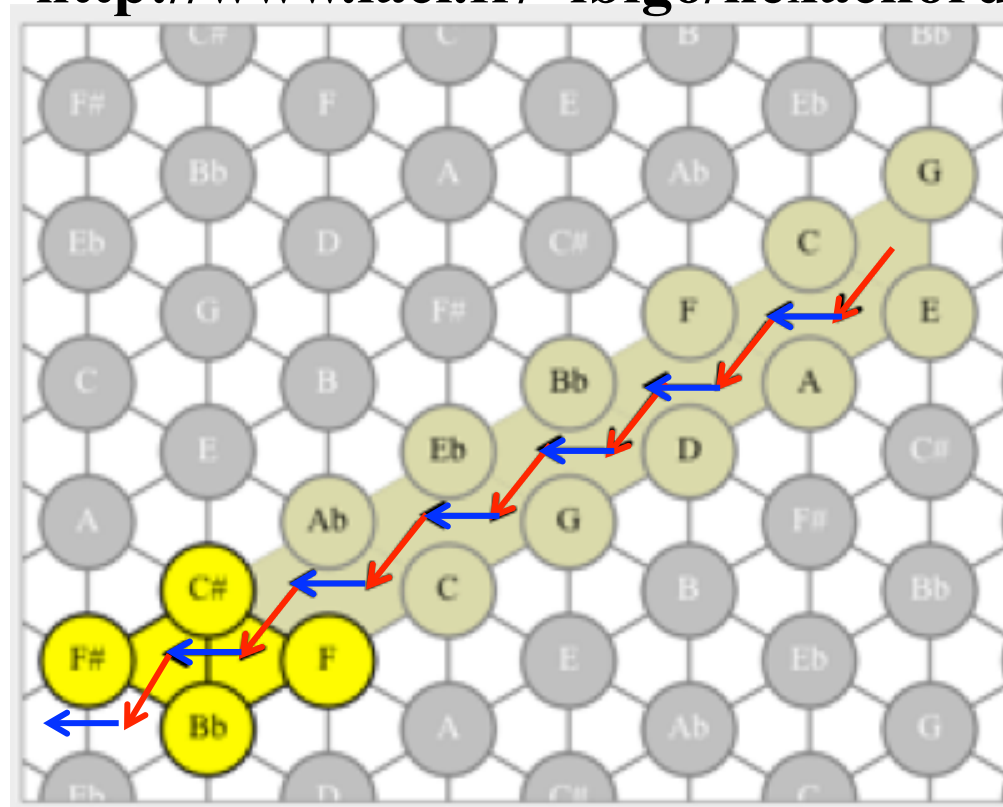


Hexachord (Louis Bigo, 2013)

Extrait du 2^e mouvement de la Symphonie No. 9 (L. van Beethoven)



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



Aprile, chanson hamiltonienne « décadente »

Do ← do_m ← Sol# ← fa_m ← Fa ← la_m ← La ← fa#_m ← Fa# ← sib_m ← Do# ← do#_m

mi_m → Sol → si_m → Ré → ré_m → Sib → sol_m → Mib → mib_m → Si → sol#_m → Mi

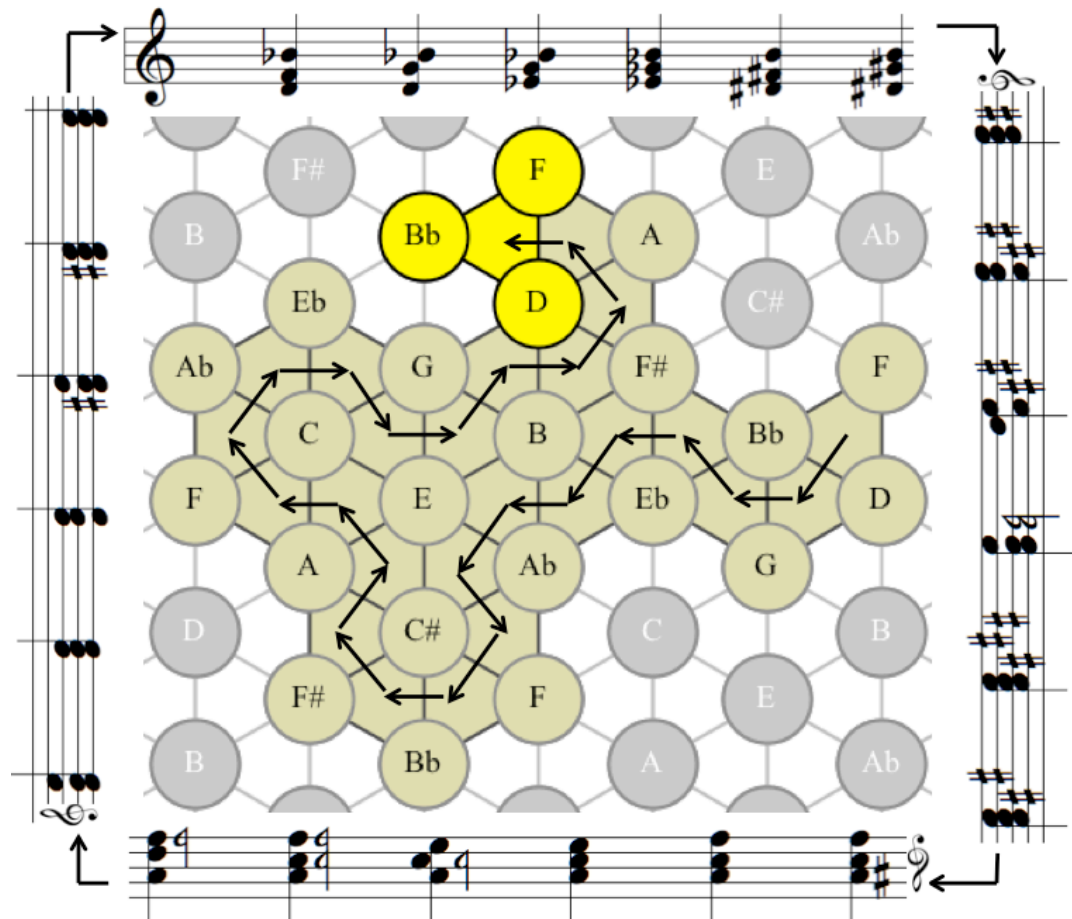
La fenêtre est entr'ouverte, sur le jardin.
 Une heure passe, lente, somnolente.
 Et elle, d'abord attentive, finit par s'endormir.
 À cette voix qui là-bas se lamente,
 Qui se lamente au fond de ce jardin.

Ce n'est qu'une voix d'eau sur la pierre,
 Et combien de fois, combien de fois entendue !
 Cet amour et cette heure s'abîment dans cette vie
 Comme s'abîment dans l'onde sans fin
 Le cadavre et la pierre liés ensemble.

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.



G. D'Annunzio (1863-1938)



Aprile

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

Lyrics: Gabriele d'Annunzio Music and Vocals: Moreno Andreatta Hypersphere and Ideogramms: Gilles Baroin Original "Chicken Wire" graph: J.Douthett, P.Steinbach

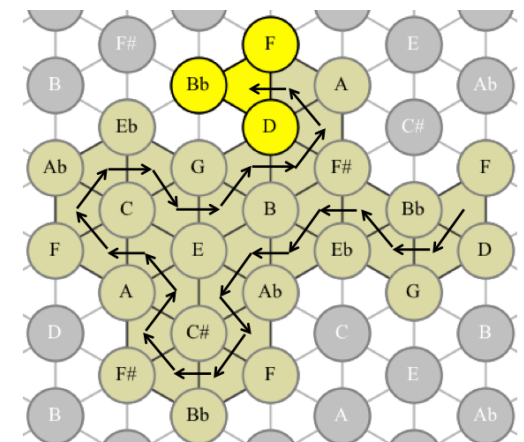
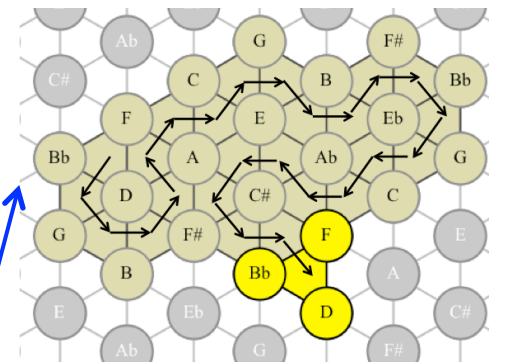
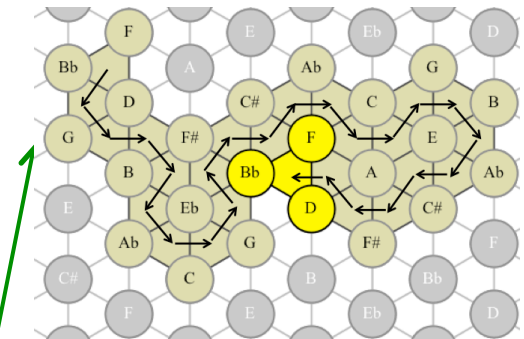


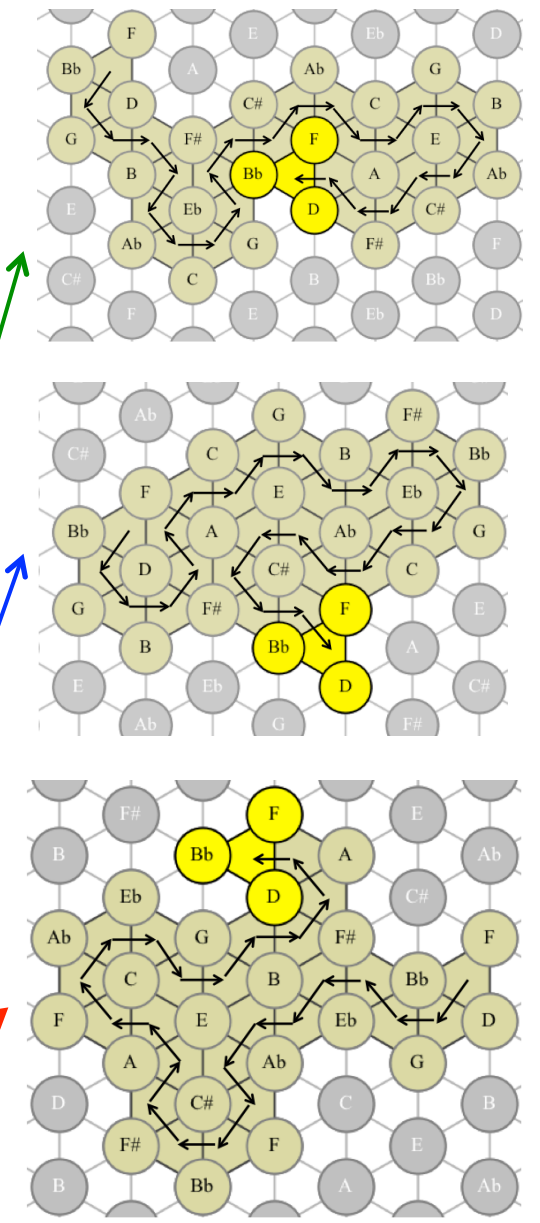
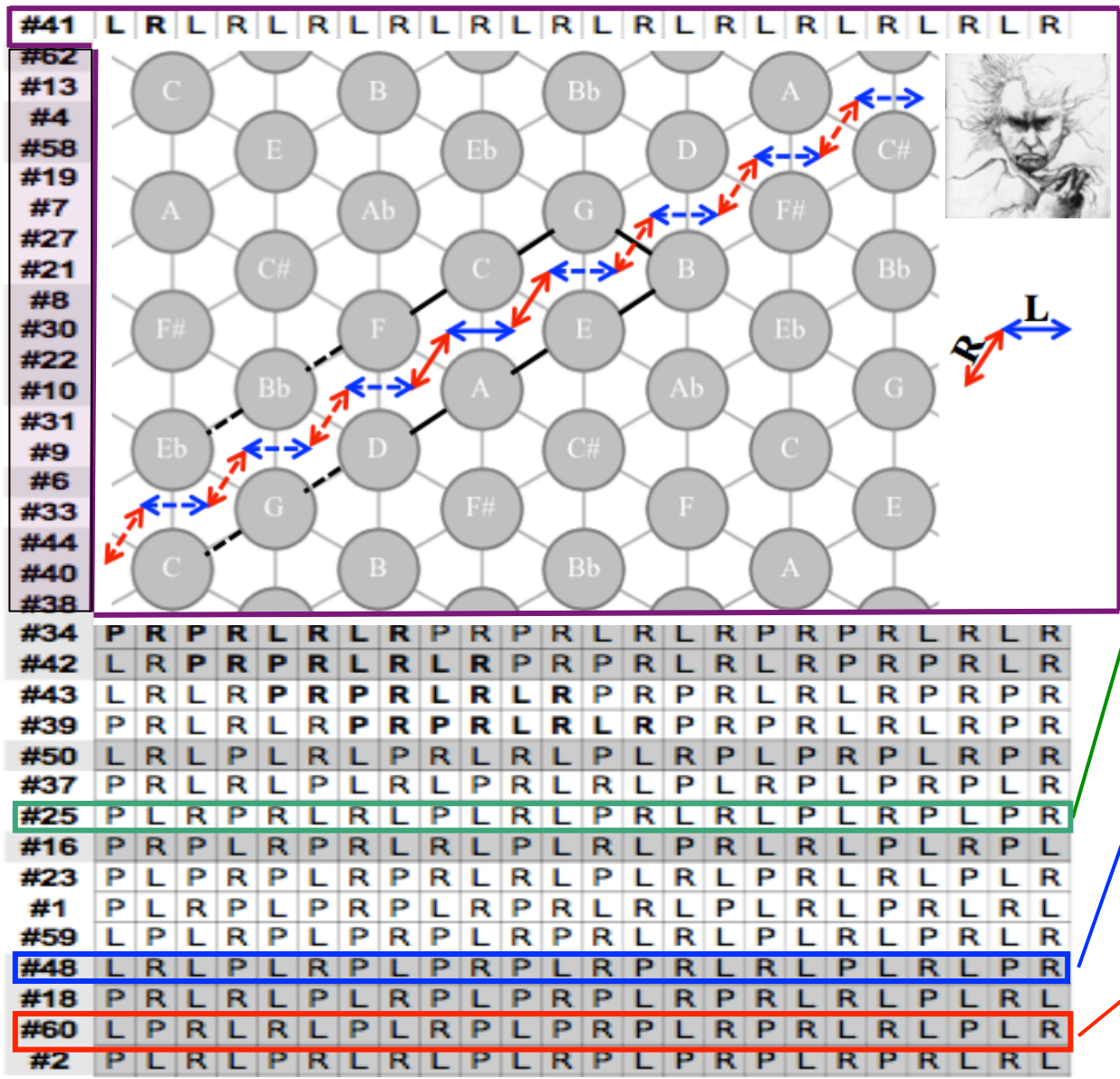
DOMENEDIO SOLUZIONE Musical score and lyrics for the song 'Domenedio' by Moreno Andreatta. Includes a musical notation snippet and a grid of notes.

➔ M. Andreatta, « Math'n pop : symétries et cycles hamiltoniens en chanson », Tangente

Énumération des cycles hamiltoniens dans le Tonnetz

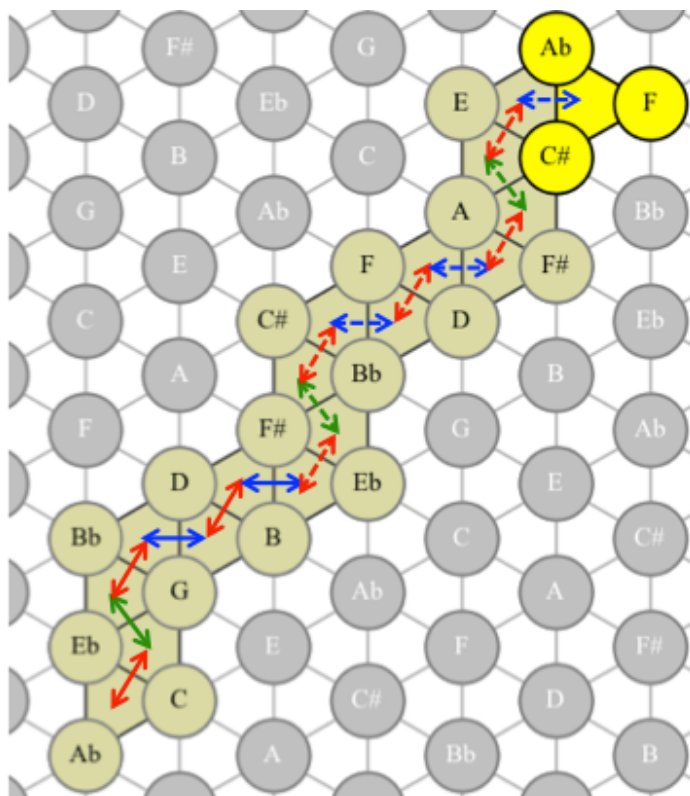
C	e	G	b	D	♯	A	c♯	E	g♯	B	d♯	F♯	a♯	C♯	f	G♯	c	D♯	g	A♯	d	F	a	#41
C	e	E	g♯	G♯	c	D♯	g	G	b	B	d♯	F♯	a♯	A♯	d	D	♯	A	c♯	C♯	f	F	a	#62
C	c	G♯	f	C♯	c♯	A	a	F	d	A♯	a♯	F♯	♯	D	b	G	g	D♯	d♯	B	g♯	E	e	#13
C	c	G♯	g♯	E	c♯	A	a	F	f	C♯	a♯	F♯	♯	D	d	A♯	g	D♯	d♯	B	b	G	e	#4
C	e	E	g♯	G♯	c	D♯	d♯	B	b	G	g	A♯	a♯	F♯	♯	D	d	F	f	C♯	c♯	A	a	#58
C	c	D♯	g	G	b	B	d♯	F♯	♯	D	d	A♯	a♯	C♯	c♯	A	a	F	f	G♯	g♯	E	e	#19
C	c	G♯	g♯	B	d♯	D♯	g	G	b	D	d	A♯	a♯	F♯	♯	A	a	F	f	C♯	c♯	E	e	#7
C	c	G♯	g♯	E	e	G	b	B	d♯	D♯	g	A♯	a♯	F♯	♯	D	d	F	f	C♯	c♯	A	a	#27
C	c	D♯	d♯	B	b	G	g	A♯	d	D	♯	F♯	a♯	C♯	c♯	A	a	F	f	G♯	g♯	E	e	#21
C	c	G♯	g♯	B	b	G	g	D♯	d♯	F♯	a♯	A♯	d	D	♯	A	a	F	f	C♯	c♯	E	e	#8
C	c	G♯	g♯	E	e	G	g	D♯	d♯	B	b	D	♯	F♯	a♯	A♯	d	F	f	C♯	c♯	A	a	#30
C	c	D♯	d♯	B	b	G	g	A♯	a♯	F♯	♯	D	d	F	a	A	c♯	C♯	f	G♯	g♯	E	e	#22
C	c	G♯	g♯	B	b	G	g	D♯	d♯	F♯	♯	D	d	A♯	a♯	C♯	f	F	a	A	c♯	E	e	#10
C	c	G♯	g♯	E	e	G	g	D♯	d♯	B	b	D	d	A♯	a♯	F♯	♯	A	c♯	C♯	f	F	a	#31
C	c	G♯	f	F	a	A	c♯	C♯	a♯	A♯	d	D	♯	F♯	d♯	D♯	g	G	b	B	g♯	E	e	#9
C	c	G♯	g♯	E	c♯	C♯	f	F	a	A	♯	F♯	a♯	A♯	d	D	b	B	d♯	D♯	g	G	e	#6
C	c	D♯	d♯	F♯	♯	A	c♯	E	e	G	g	A♯	a♯	C♯	f	G♯	g♯	B	b	D	d	F	a	#33
C	e	G	g	A♯	a♯	C♯	c♯	E	g♯	B	b	D	d	F	f	G♯	c	D♯	d♯	F♯	♯	A	a	#44
C	c	D♯	g	A♯	a♯	C♯	c♯	E	e	G	b	D	d	F	f	G♯	g♯	B	d♯	F♯	♯	A	a	#40
C	c	D♯	d♯	F♯	a♯	C♯	c♯	E	e	G	g	A♯	d	F	f	G♯	g♯	B	b	D	♯	A	a	#38
C	c	D♯	d♯	F♯	a♯	C♯	f	G♯	g♯	B	b	D	♯	A	c♯	E	e	G	g	A♯	d	F	a	#34
C	e	G	g	A♯	a♯	C♯	f	G♯	c	D♯	d♯	F♯	♯	A	c♯	E	g♯	B	b	D	d	F	a	#42
C	e	G	b	D	d	F	f	G♯	c	D♯	g	A♯	a♯	C♯	c♯	E	g♯	B	d♯	F♯	♯	A	a	#43
C	c	D♯	g	A♯	d	F	f	G♯	g♯	B	d♯	F♯	a♯	C♯	c♯	E	e	G	b	D	♯	A	a	#39
C	e	G	b	B	d♯	F♯	a♯	A♯	g	D♯	c	G♯	g♯	E	c♯	C♯	f	F	d	D	♯	A	a	#50
C	c	D♯	g	A♯	d	D	♯	A	c♯	C♯	a♯	F♯	d♯	B	b	G	e	E	g♯	G♯	f	F	a	#37
C	c	G♯	f	F	d	A♯	g	D♯	d♯	B	g♯	E	e	G	b	D	♯	F♯	a♯	C♯	c♯	A	a	#25
C	c	D♯	d♯	B	g♯	G♯	f	C♯	a♯	F♯	♯	D	b	G	g	A♯	d	F	a	A	c♯	E	e	#16
C	c	G♯	g♯	B	b	G	e	E	c♯	A	♯	D	d	A♯	g	D♯	d♯	F♯	a♯	C♯	f	F	a	#23
C	c	G♯	f	F	a	A	♯	F♯	a♯	C♯	c♯	E	g♯	B	d♯	D♯	g	A♯	d	D	b	G	e	#1
C	e	E	g♯	B	b	G	g	A♯	a♯	F♯	d♯	D♯	c	G♯	f	C♯	c♯	A	♯	D	d	F	a	#59
C	e	G	b	B	d♯	F♯	♯	D	d	F	f	C♯	a♯	A♯	g	D♯	c	G♯	g♯	E	c♯	A	a	#48
C	c	D♯	g	A♯	d	D	♯	A	a	F	f	G♯	g♯	E	c♯	C♯	a♯	F♯	d♯	B	b	G	e	#18
C	e	E	c♯	A	♯	D	d	A♯	g	G	b	B	g♯	G♯	c	D♯	d♯	F♯	a♯	C♯	f	F	a	#60
C	c	G♯	f	C♯	c♯	E	g♯	B	d♯	D♯	g	A♯	a♯	F♯	♯	A	a	F	d	D	b	G	e	#2





G. Albini et S. Antonini, « Hamiltonian Cycles in the Topological Dual of the Tonnetz », MCM 2009, Springer

La sera non è più la tua canzone (testo de Mario Luzi)



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)

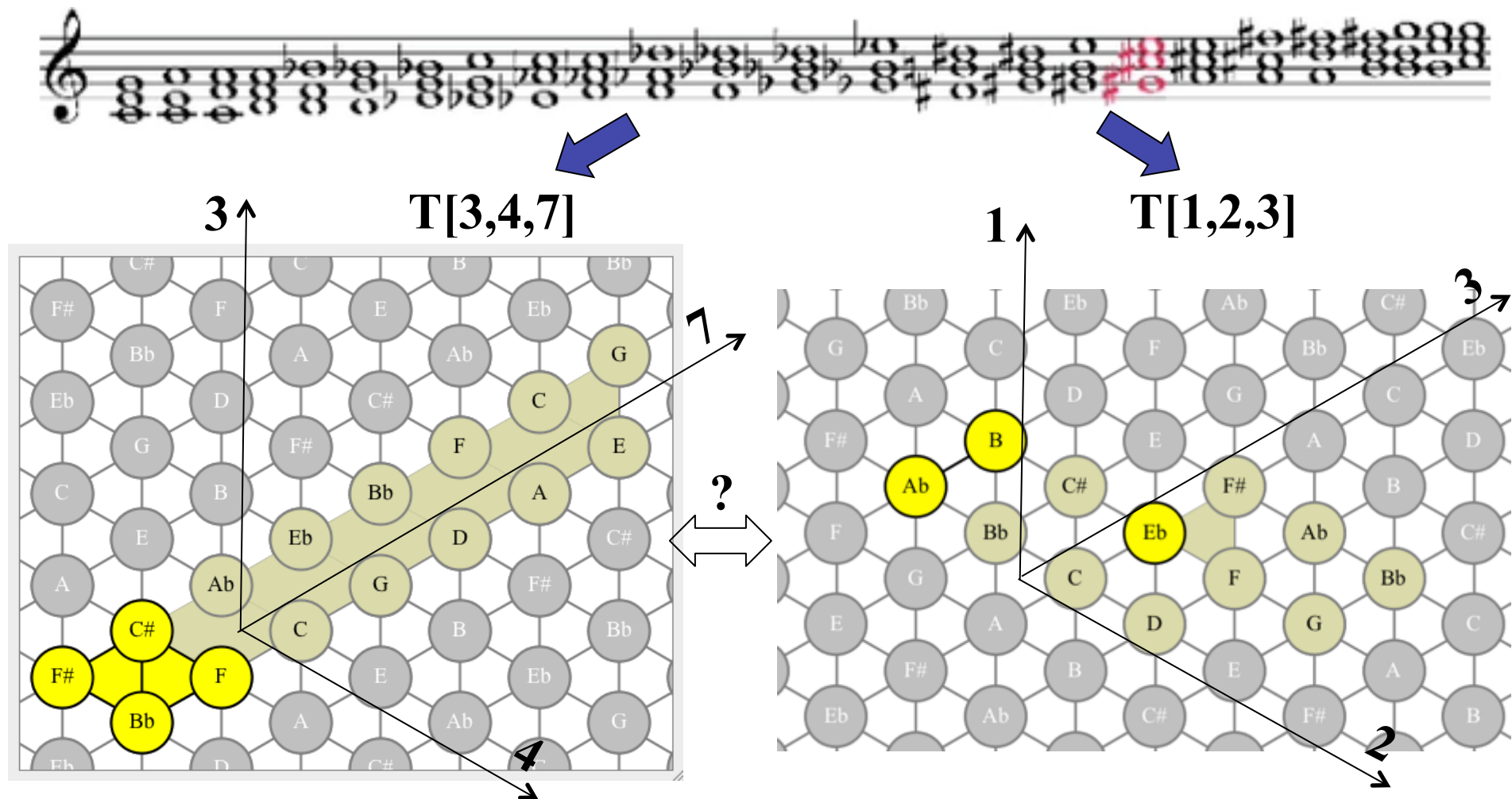


Musique : M. Andreatta
Arrangements et mixage :
M. Bergomi & S. Geravini
(Perfect Music Production)
Mastering : A. Cutolo
(Massive Arts Studio, Milan)



M. Luzi (1914-2005)

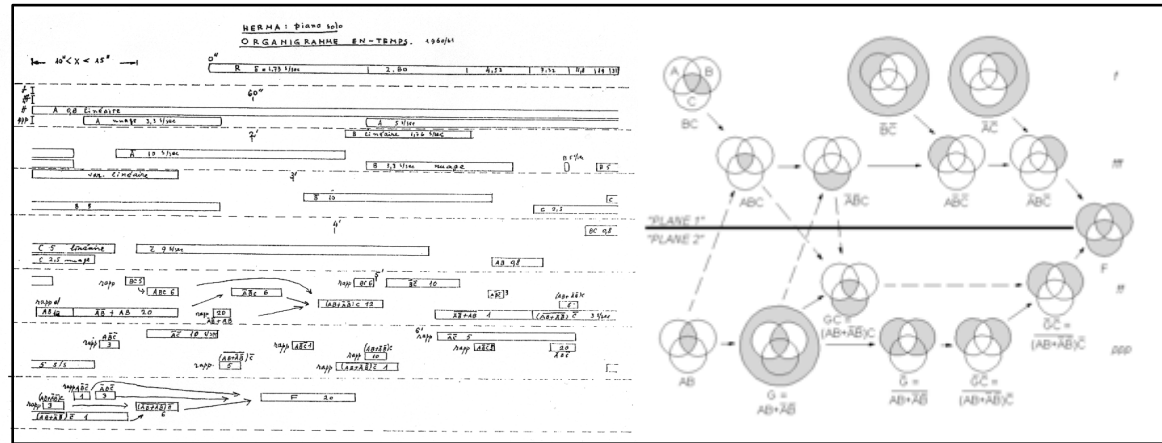
Le caractère spatial de la « logique musicale »



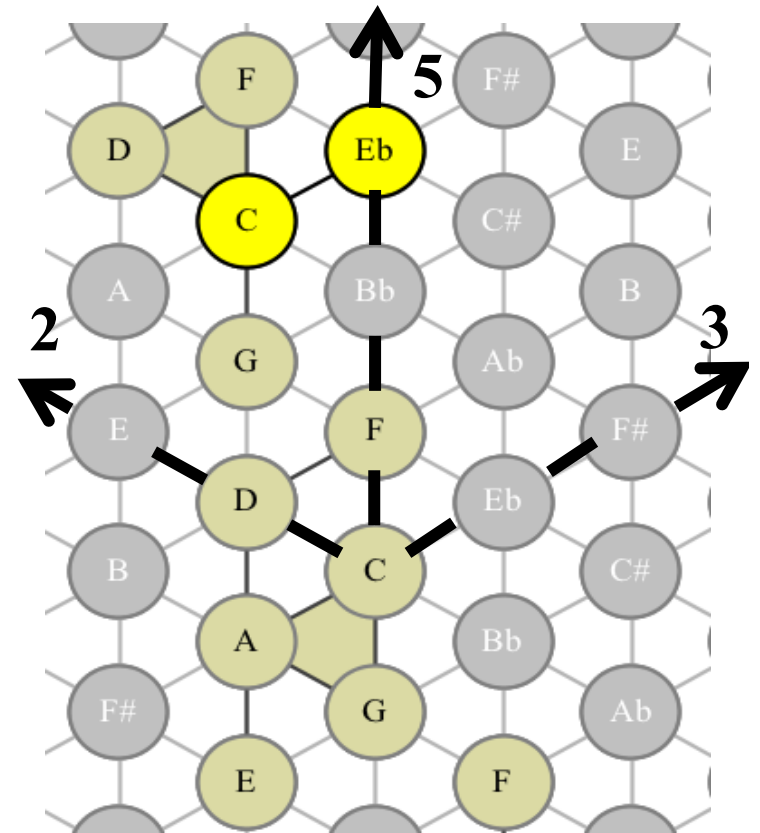
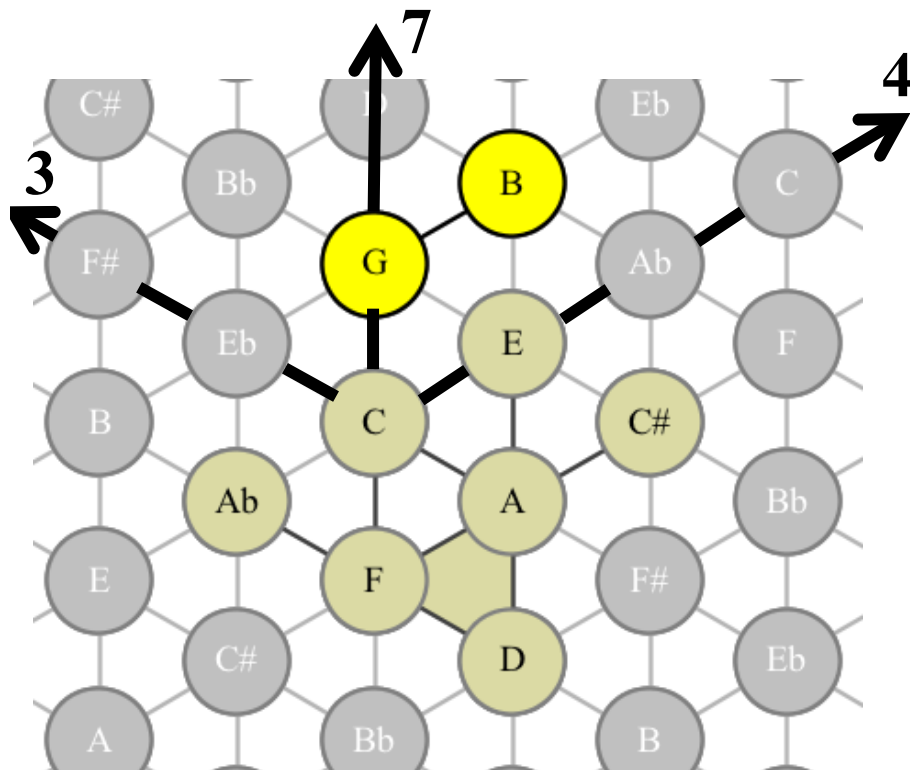
L. Bigo, M. Andreatta, J.-L. Giavitto, O. Michel, et A. Spicher, « Computation and Visualization of Musical Structures in Chord-based Simplicial Complexes », Proceedings Mathematics and Computation in Music Conference 2013 – Montreal, Springer



Une analyse de *Herma* de Xenakis assistée par le *Tonnetz*

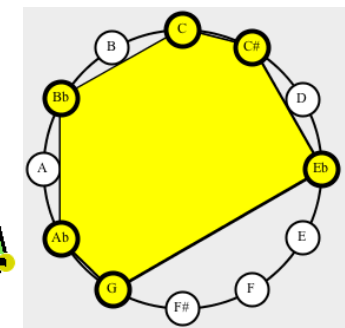
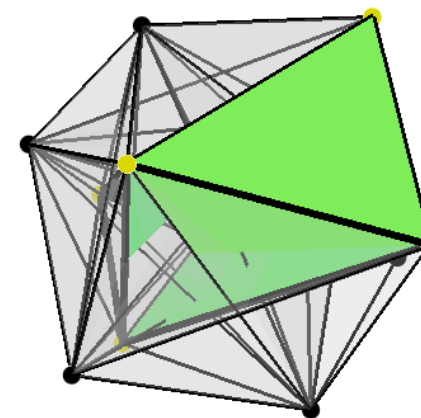
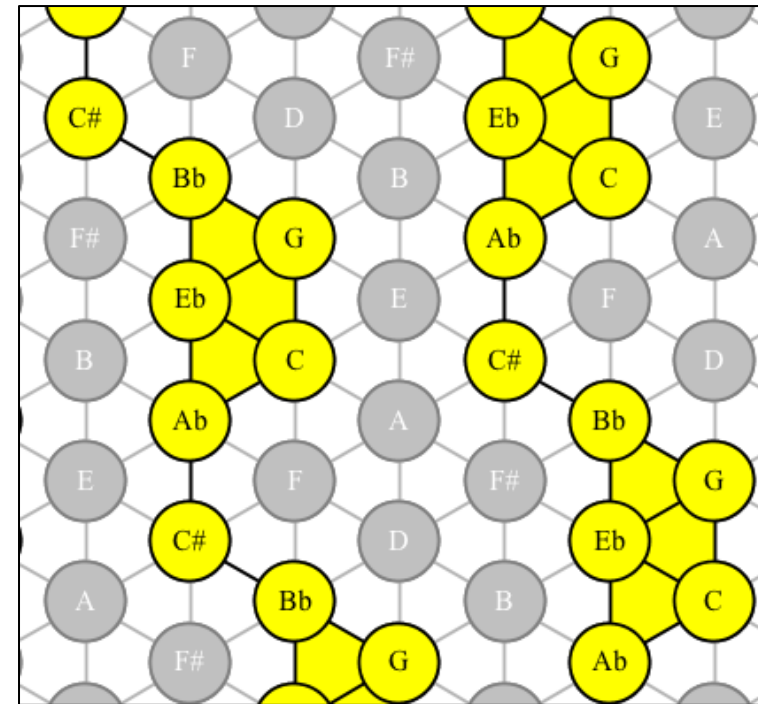


→ démo



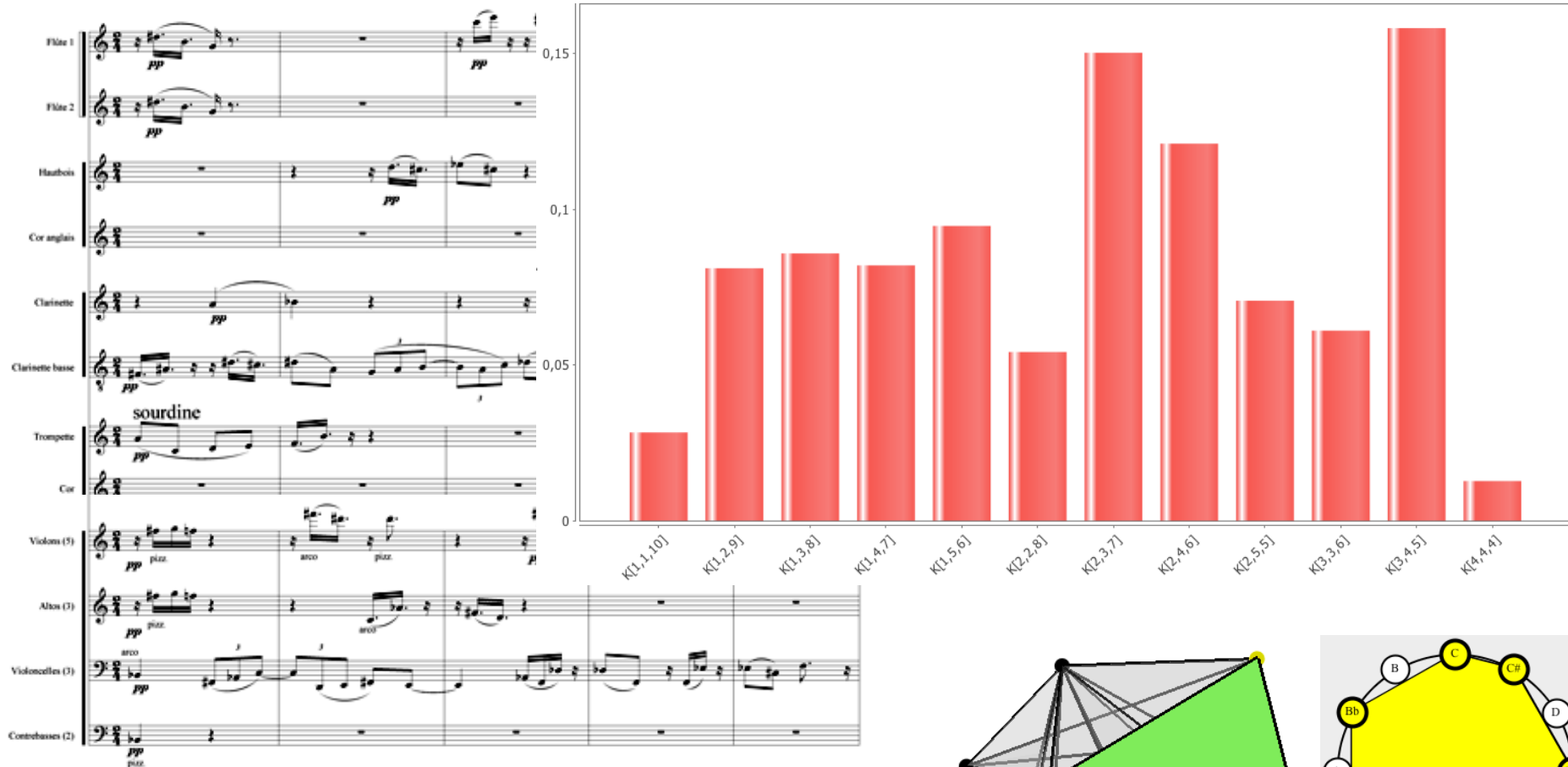
Retour sur Barbaud, la combinatoire...et le *Tonnetz* !

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



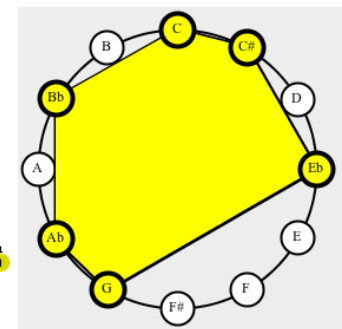
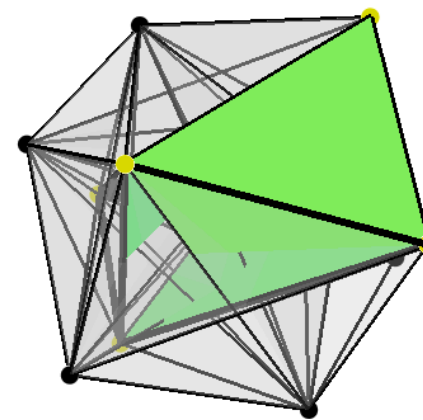
« Nous avons choisi pour notre œuvre le titre un peu littéraire de *Factorielle 7*, bien dans le goût cependant des titres prétentieux en usage dans les milieux de la musique expérimentale. Nous y traitons $7! = 5040$ formes de la série 6, 5, 11, 7, 10, 9, 1, 3, 2, 0, 8, 4, exposées à quatre voix réelles dans une technique sérielle peu conforme aux dogmes en usage au Domaine musical [...] ».

Retour sur Barbaud, la combinatoire...et le *Tonnetz* !



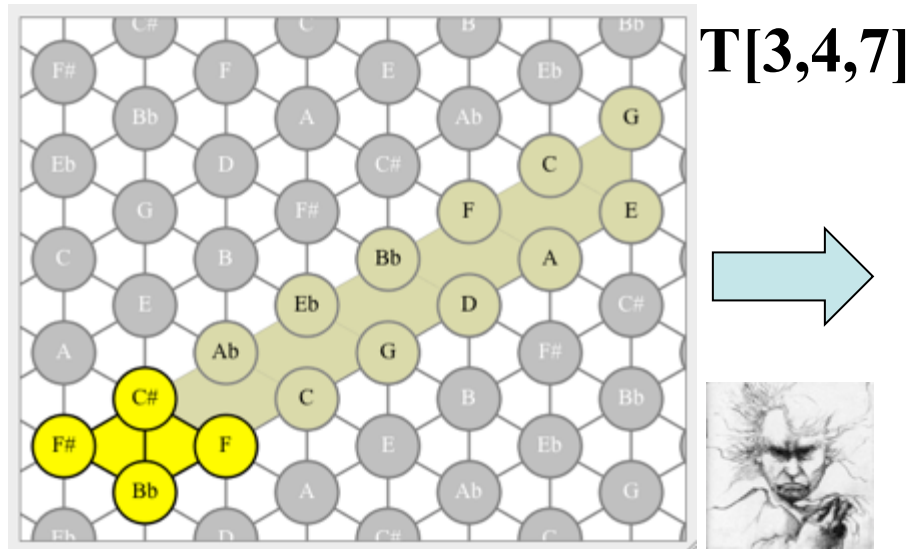
P. Barbaud, *Factorielle 7* (1960), Troisième partie, mm 1 à 5
[extrait de la thèse de Nicolas Viel, p. 436]

« Nous avons choisi pour notre œuvre le titre un peu littéraire de *Factorielle 7*, bien dans le goût cependant des titres prétentieux en usage dans les milieux de la musique expérimentale. Nous y traitons $7! = 5040$ formes de la série 6, 5, 11, 7, 10, 9, 1, 3, 2, 0, 8, 4, exposées à quatre voix réelles dans une technique sérielle peu conforme aux dogmes en usage au Domaine musical [...] ».



→ Hexachord
(by Louis Bigo)

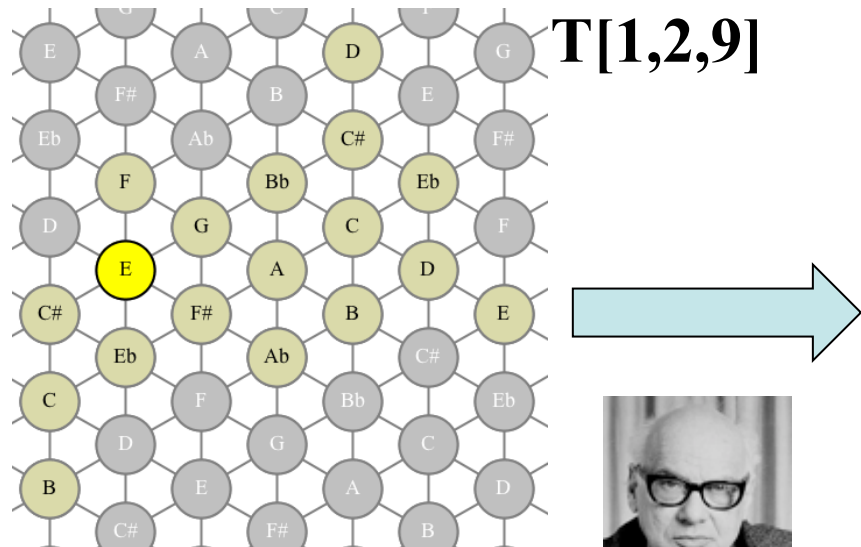
Le caractère spatial du « style musical »



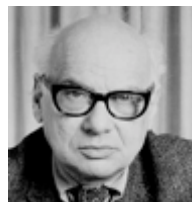
$T[3,4,7]$



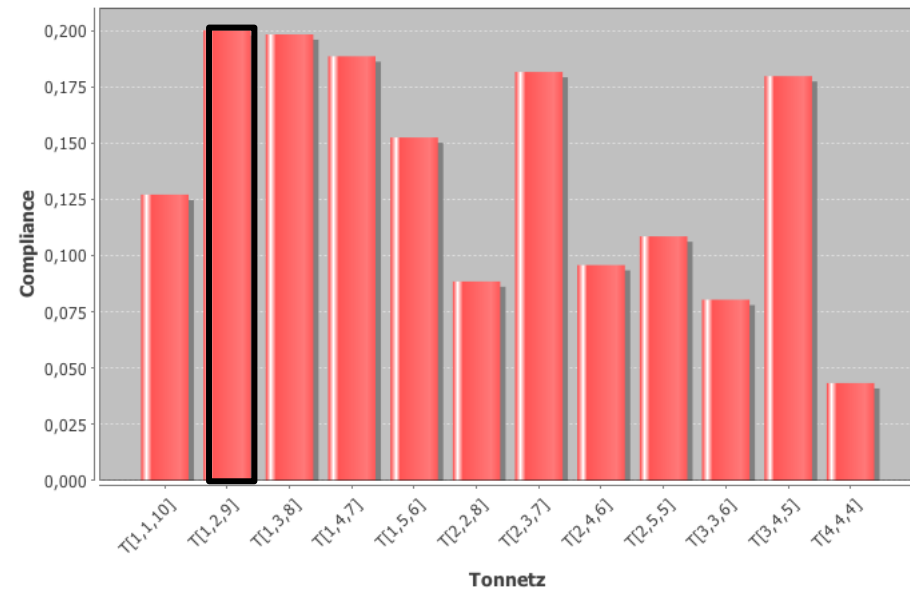
Beethoven, 2^e mouvement de la 9^e Symphonie



$T[1,2,9]$



Babbitt, *Semi-Simple Variations*



L'espace géométrique comme paramètre de style

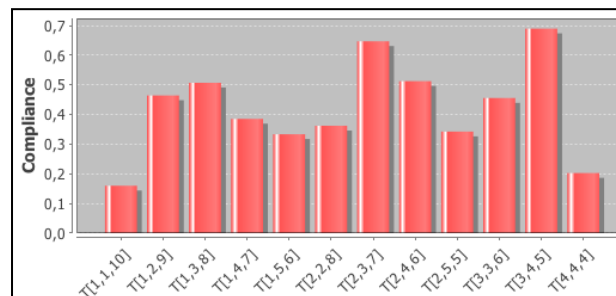
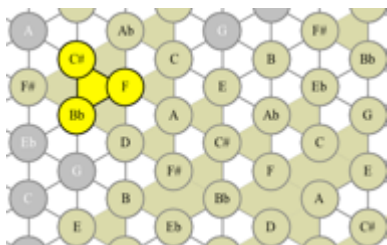
Louis Bigo, *Représentation symboliques musicales et calcul spatial*, PhD, Ircam / LACL, 2013



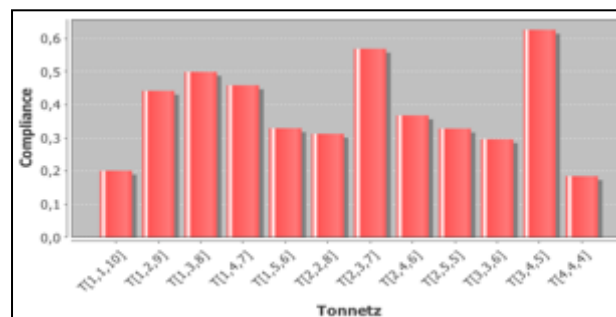
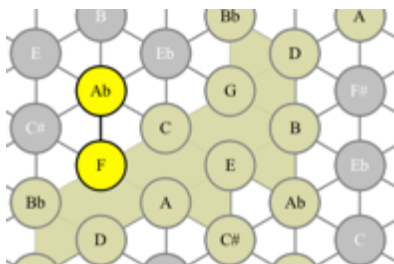
L. Bigo



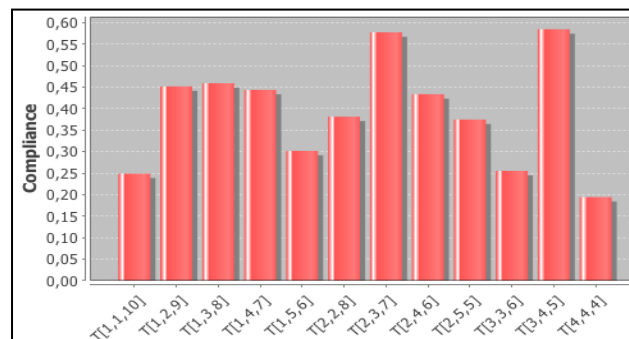
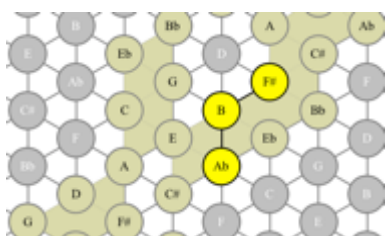
Thelonious Monk,
Brilliant Corners



Chick Corea,
Eternal Child



Bill Evans,
Turn Out the Stars



L'espace géométrique comme paramètre de style

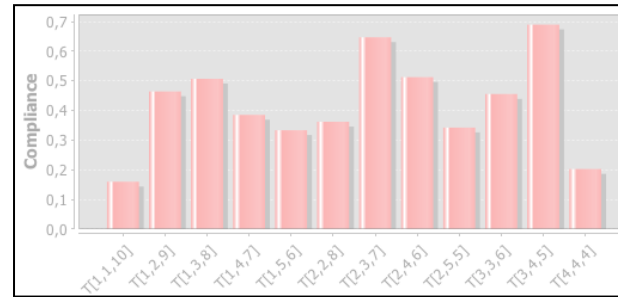
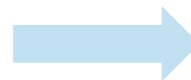
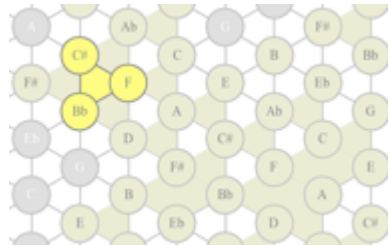
Louis Bigo, *Représentation symboliques musicales et calcul spatial*, PhD, Ircam / LACL, 2013



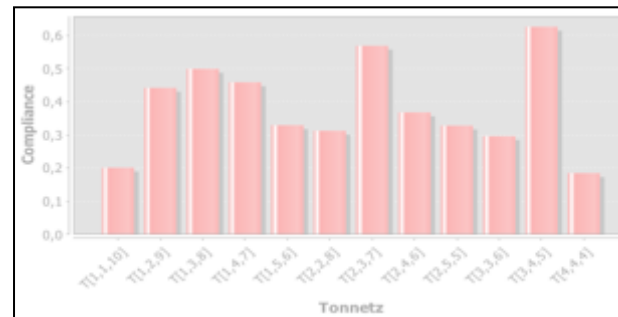
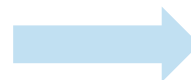
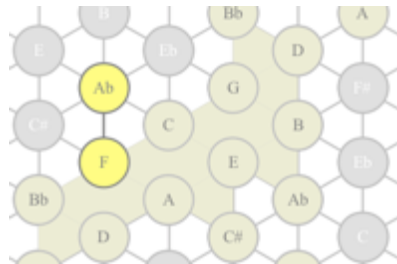
L. Bigo



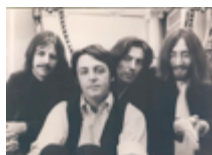
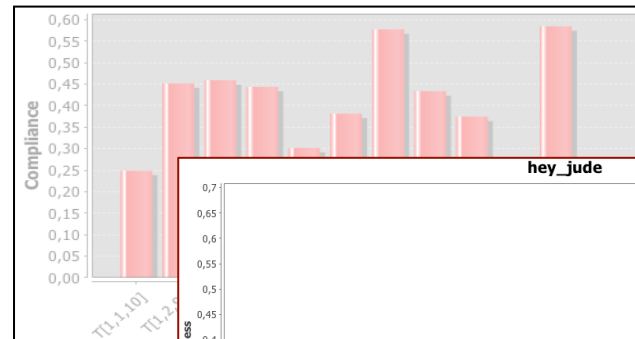
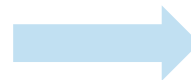
Thelonious Monk,
Brilliant Corners



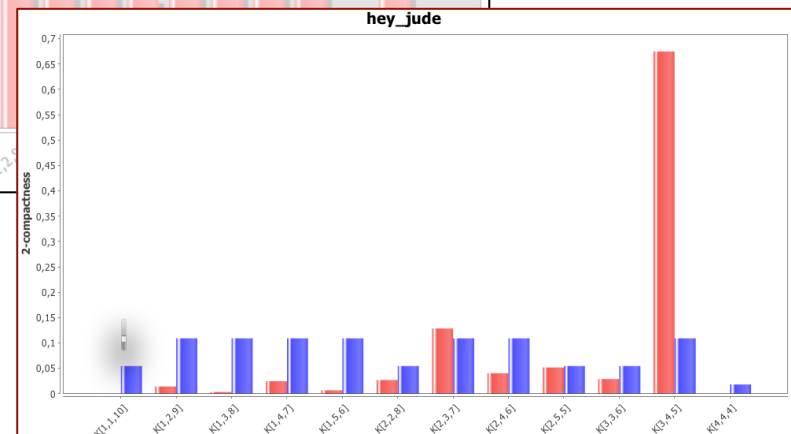
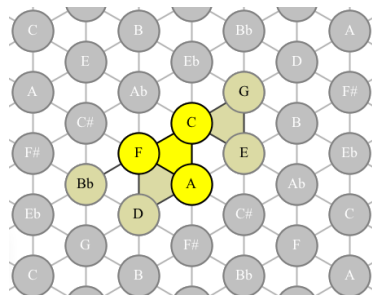
Chick Corea,
Eternal Child



Bill Evans,
Turn Out the Stars



The Beatles,
Hey Jude



L'espace géométrique comme paramètre de style

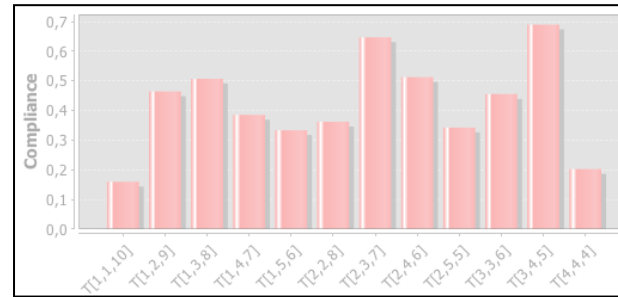
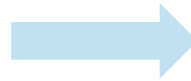
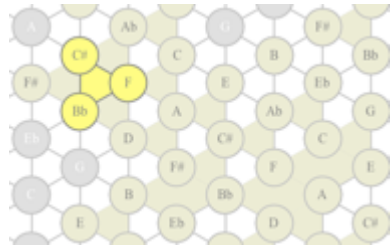
Louis Bigo, *Représentation symboliques musicales et calcul spatial*, PhD, Ircam / LACL, 2013



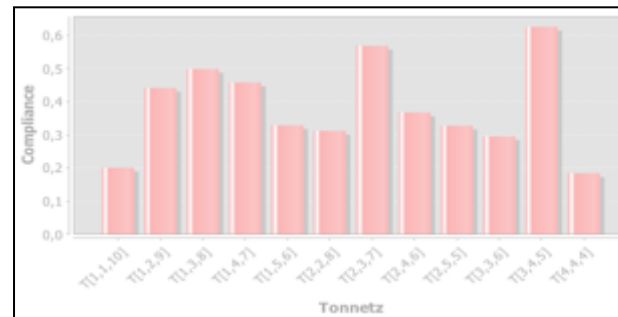
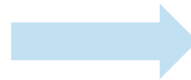
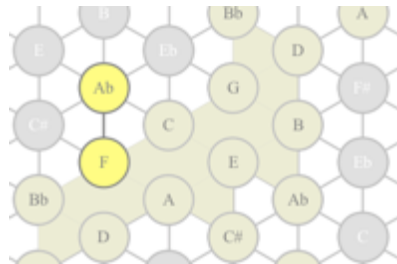
L. Bigo



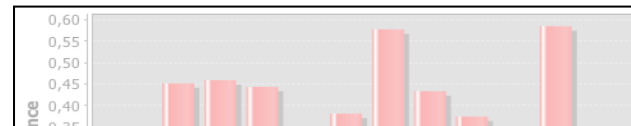
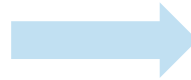
Thelonious Monk,
Brilliant Corners



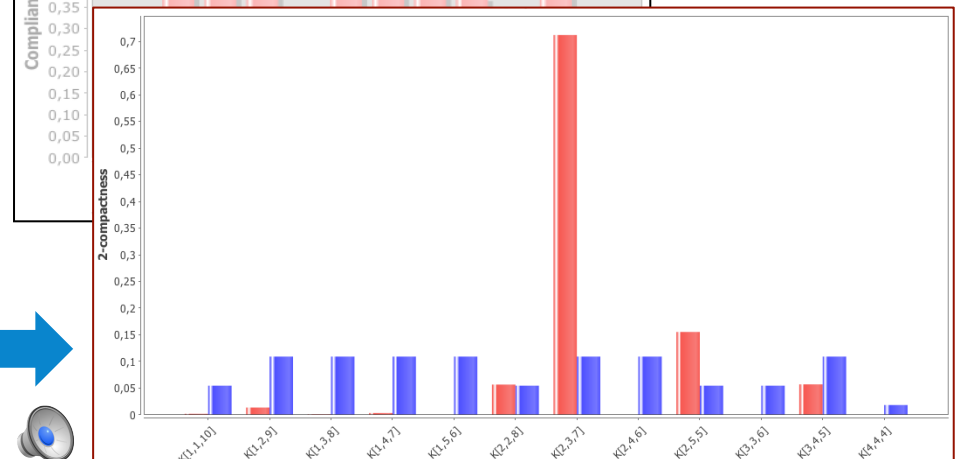
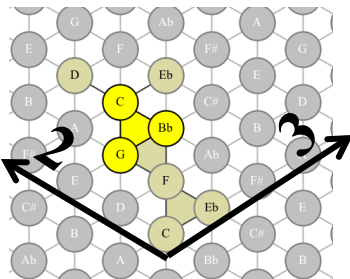
Chick Corea,
Eternal Child



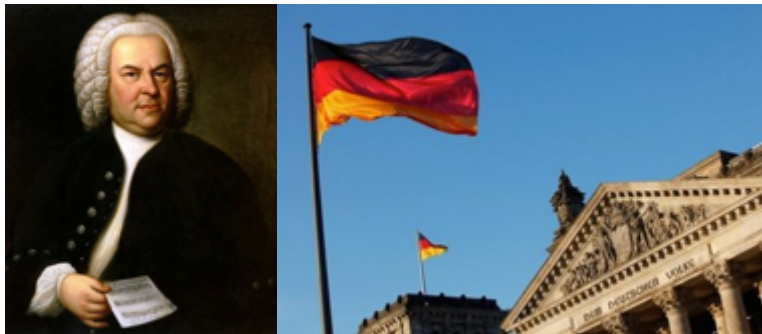
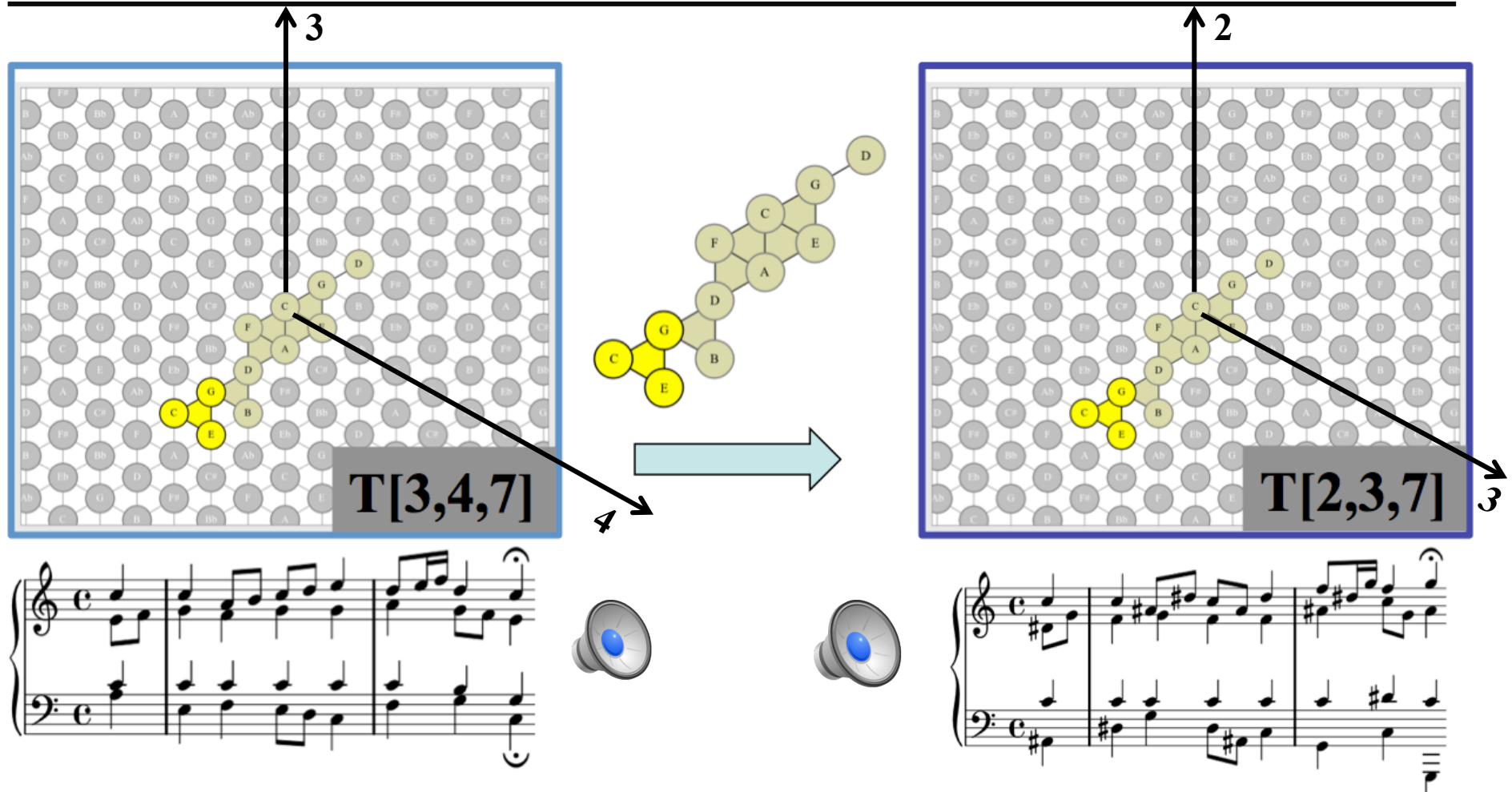
Bill Evans,
Turn Out the Stars



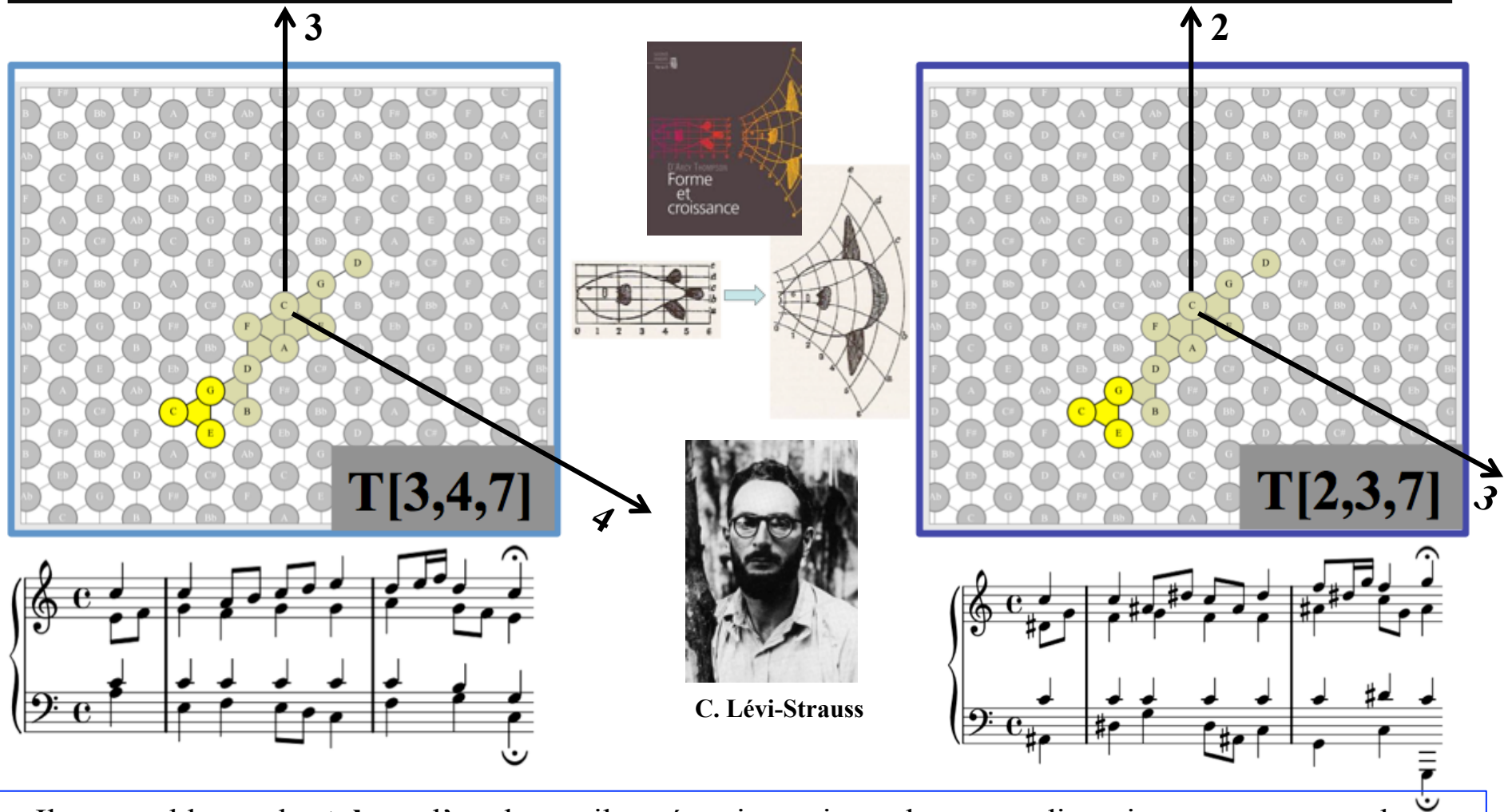
'The Beatles',
Hey Jude



Transformations géométriques de l'espace



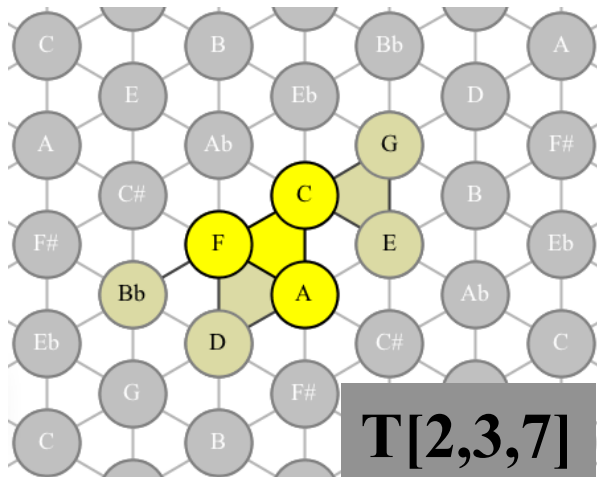
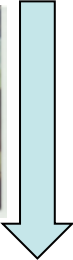
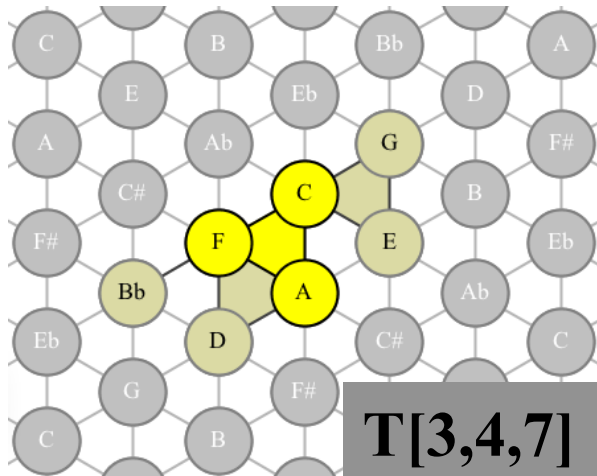
Généalogie morphologique du structuralisme (selon J. Petitot)



« 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).

Musically interesting Trajectory Transformations

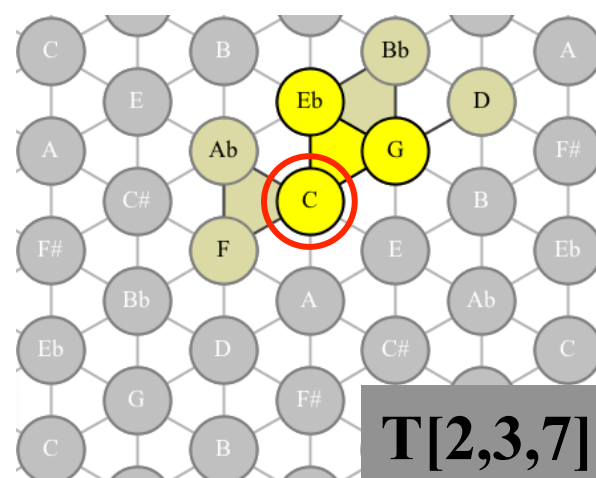
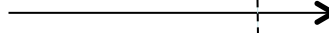
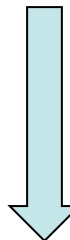
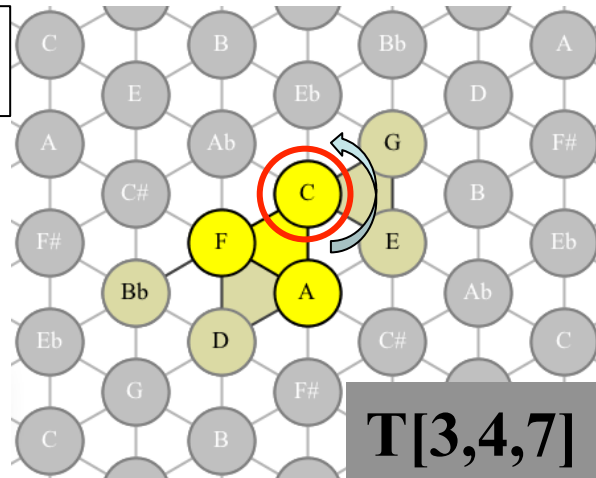
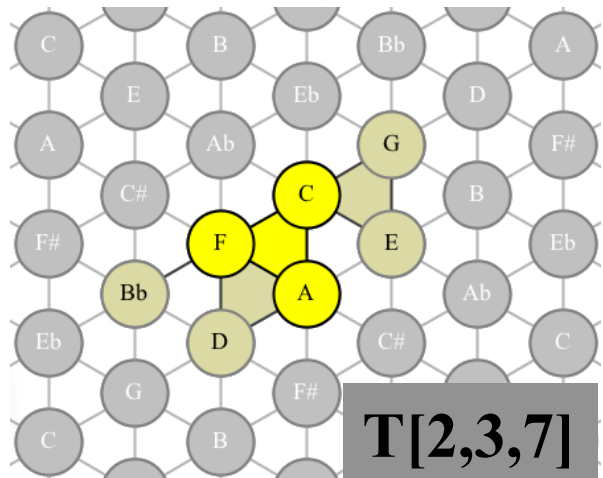
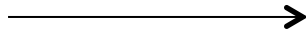
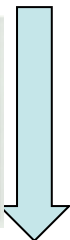
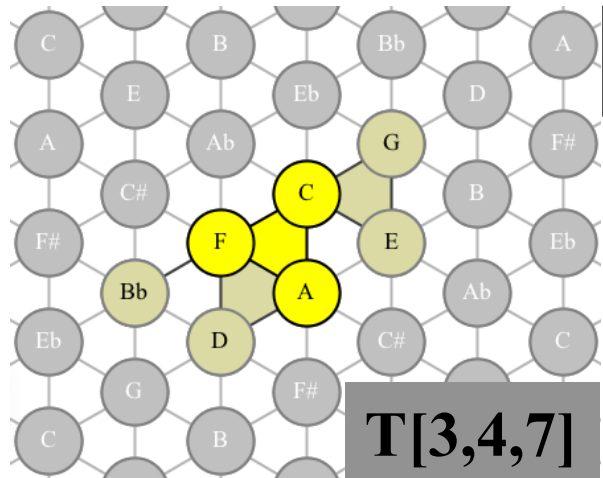
Isomorphism from a support space to a different one



Transformation sur l'espace	Transformation sur la trajectoire	Transformation musicale
$\mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{chro}}] \rightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{chro}}]$	Translation	Transposition chromatique
	Symétrie centrale	Inversion chromatique
	Rotation d'angle $\neq \pi$ Symétrie axiale	?
	Homothétie ($\Leftrightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{chro}}] \rightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X'_{\text{chro}}]$)	?
$\mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{hep}}]_{\mathbb{T}} \rightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{hep}}]_{\mathbb{T}}$	Translation	Transposition modale
	Symétrie centrale	Inversion modale
	Rotation d'angle $\neq \pi$ Symétrie axiale	?
	Homothétie ($\Leftrightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{hep}}]_{\mathbb{T}} \rightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X'_{\text{hep}}]_{\mathbb{T}}$)	?
$\mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{chro}}] \rightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X'_{\text{chro}}]$	Plongement	?
$\mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{hep}}]_{\mathbb{T}} \rightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X'_{\text{hep}}]_{\mathbb{T}}$	Plongement	?
$\mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{hep}}]_{\mathbb{T}} \rightarrow \mathcal{K}^u_{\mathbb{Z}\mathbb{Z}}[X_{\text{hep}}]_{\mathbb{T}'}$	Plongement	Transposition chromatique (+ transposition modale)
Trace \rightarrow Trace	Isométrie	Permutation dans le temps des ensembles de notes
$\mathcal{K} \rightarrow \mathcal{K}$	Isométrie	?
$\mathcal{K} \rightarrow \mathcal{K}'$	Plongement	?

Transformations *de* et *dans* l'espace

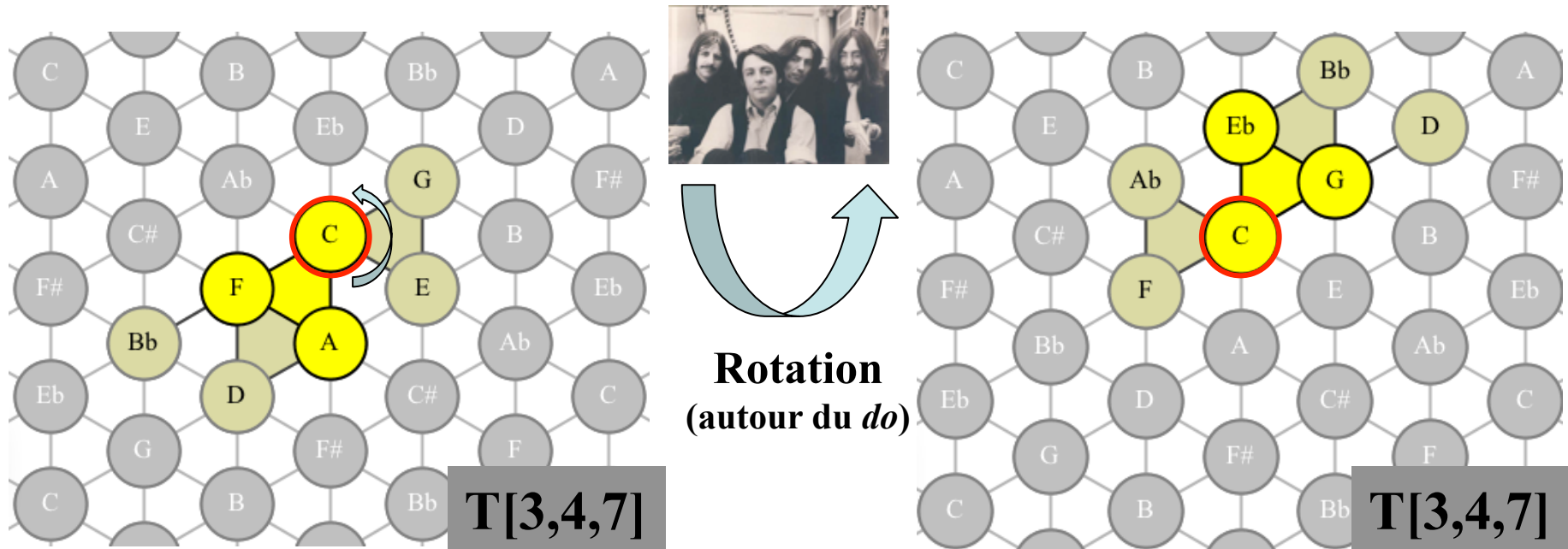
Approches symboliques ety approches orientées signal audio



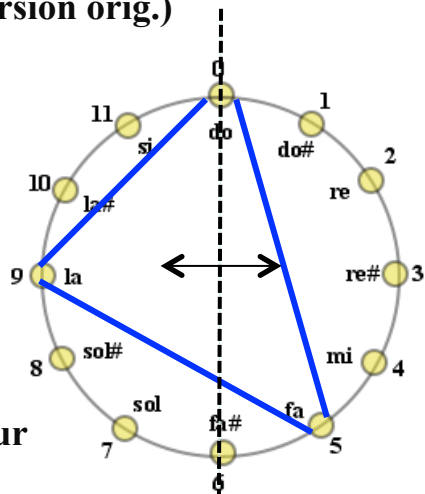
Approches orientées signal audio



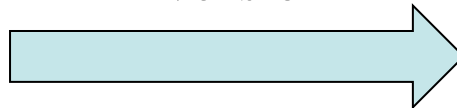
Transformations géométriques *dans l'espace*



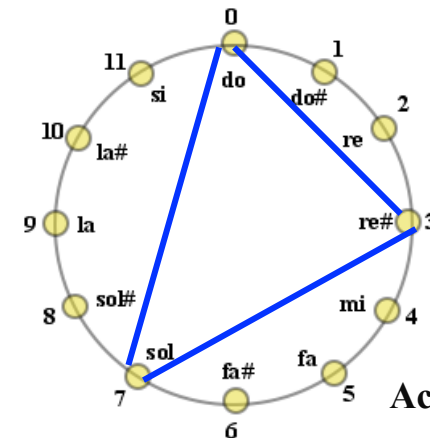
Beatles, Hey Jude
(version orig.)



inversion



Beatles, Hey Jude
(version transformée)



The simplicial complex of a Chopin's *Prelude*

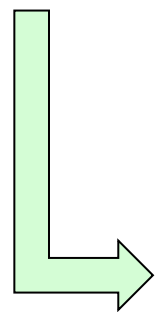
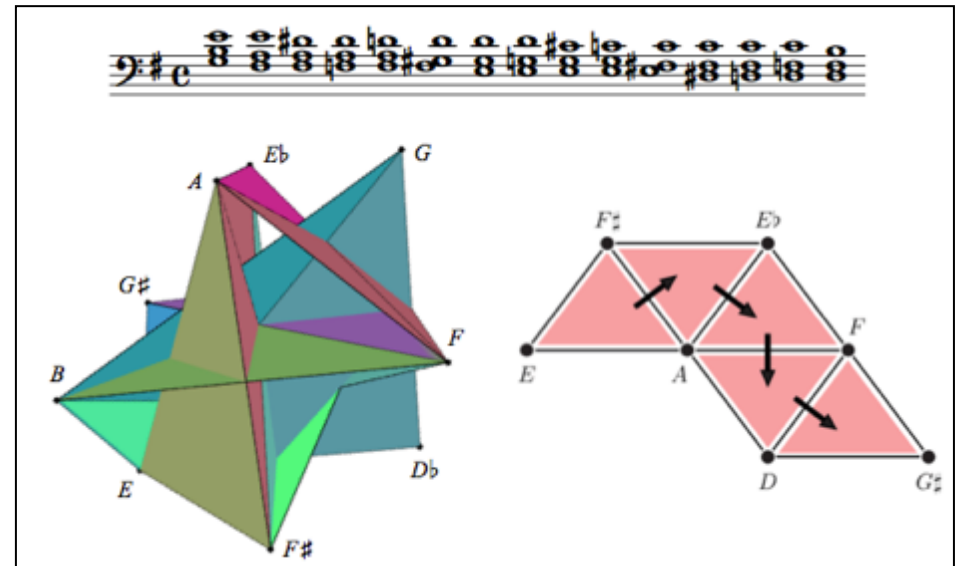
Prelude
'Suffocation'

FREDERIC CHOPIN (1810-1849)
Op. 28, No. 4

→ Hexachord
(by Louis Bigo, 2013)

Largo

The musical score consists of three systems of piano notation. The first system starts with a treble clef, a key signature of one sharp (F#), and a common time signature (C). The tempo is marked 'Largo'. The first system includes a piano (p) dynamic and a 'crescendo' marking. The second system includes a piano (p) dynamic and a 'crescendo' marking. The third system includes a piano (p) dynamic and a 'crescendo' marking. The score is written for piano with a grand staff (treble and bass clefs).



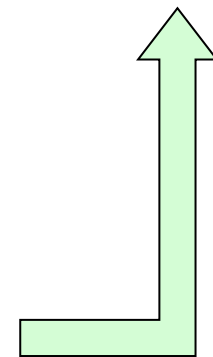
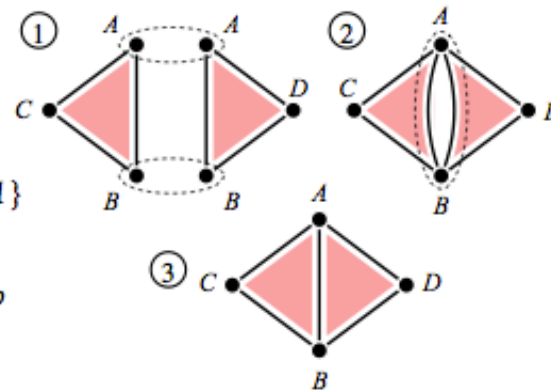
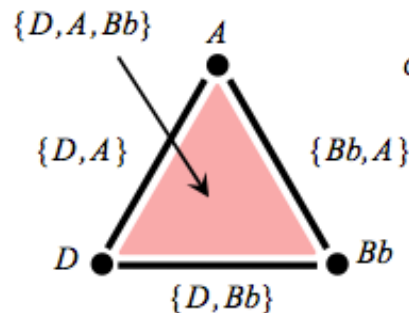
0-simplex



1-simplex



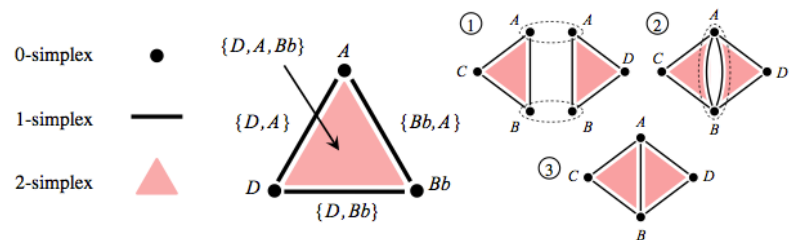
2-simplex



Towards a topological signature of a musical piece

A structural approach in Music Information Retrieval

The simplices and their self-assembly



The score

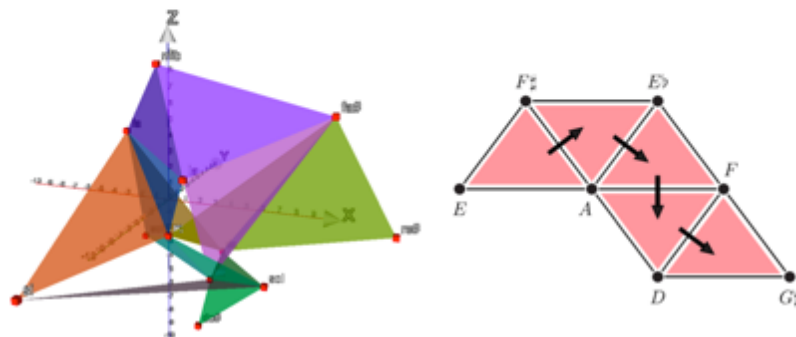
Prelude
'Suffocation'

FREDERIC CHOPIN (1810-1849)
Op. 28, No. 4

Largo

Score reduction

The simplicial complex generated by the piece



Topological signature?

A specific trajectory in the complex