

The background is a complex collage of mathematical and musical diagrams. It includes a helix structure with red and yellow spheres, a network graph with numbered nodes, a geometric diagram with letters A, B, C, D, E, F, G, H, and a diagram with musical notes and letters. The text is overlaid on this collage.

Formalismes mathématiques et modèles computationnels en recherche « mathémusicale » : algèbre et géométrie au service de la chanson

Mardi 27 janvier 2015 – Diapason
Les Conférences de l'IPR



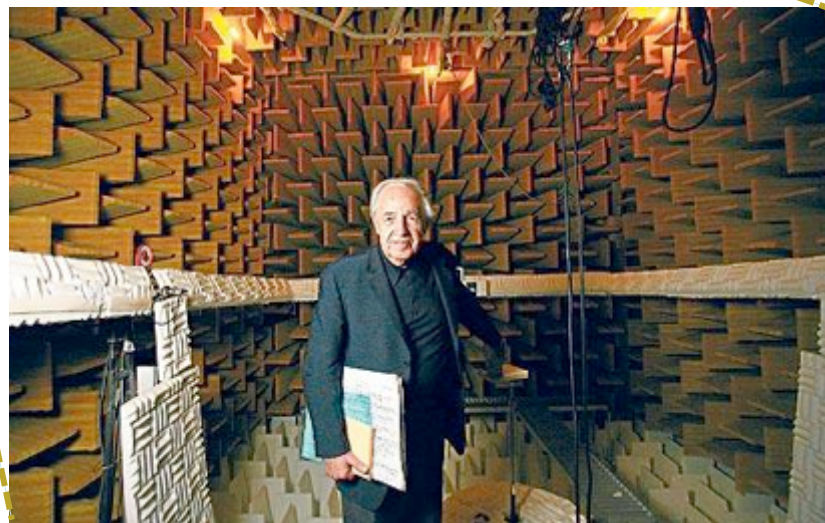
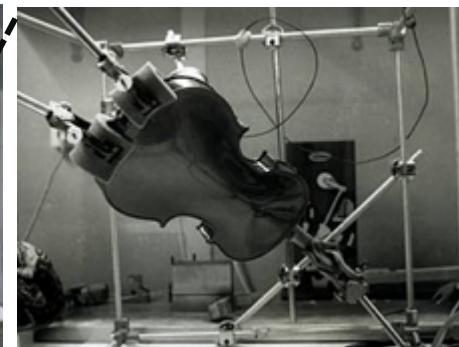
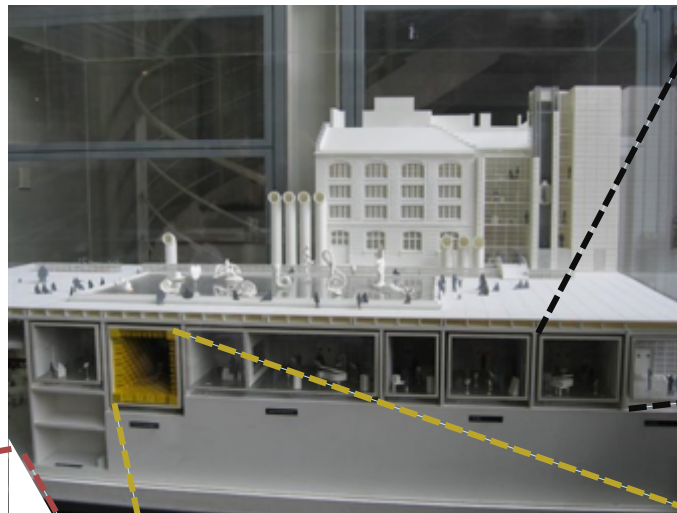
Moreno Andreatta

Equipe Représentations Musicales

IRCAM / CNRS UMR 9912 / UPMC

Moreno.Andreatta@ircam.fr

L'IRCAM : Institut de recherche et coordination acoustique/musique

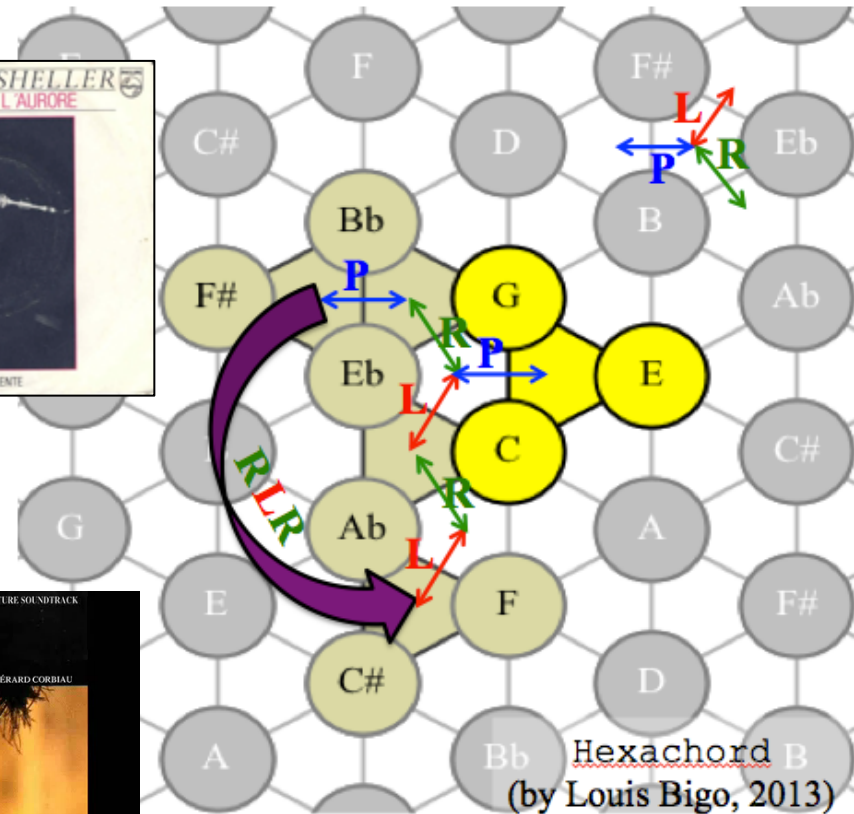
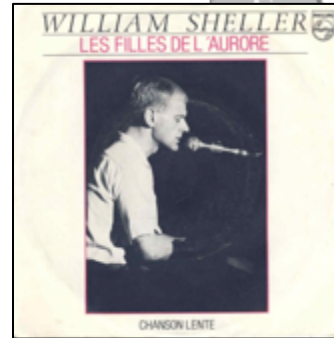


www.ircam.fr

Musique savante et musiques actuelles : articulations



MusiqueLab 2

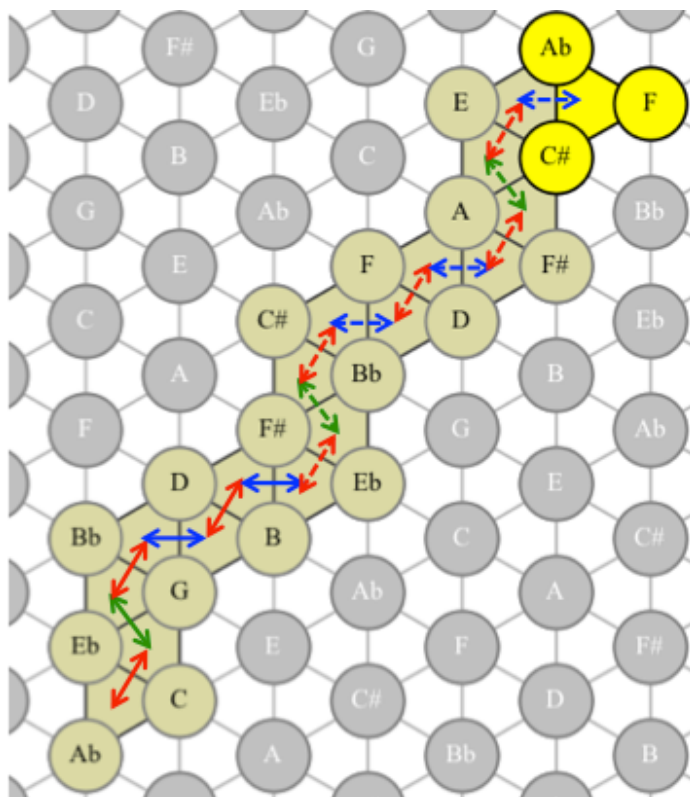


OMAX (logiciel d'improvisation)



www.ircam.fr

« La sera non è più la tua canzone » : chanson hamiltonienne ‘redondante’



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.*

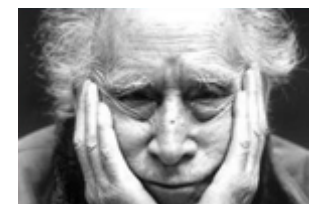
*Tombé est plus qu'un signe de la vie,
tu te reposes, du voyage tu es revenue
à l'intérieur de toi même, tu es
descendue dans cette
pure substance qui est si tienne,
si éloignée
dans le silence de l'être, achevée.*

*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)



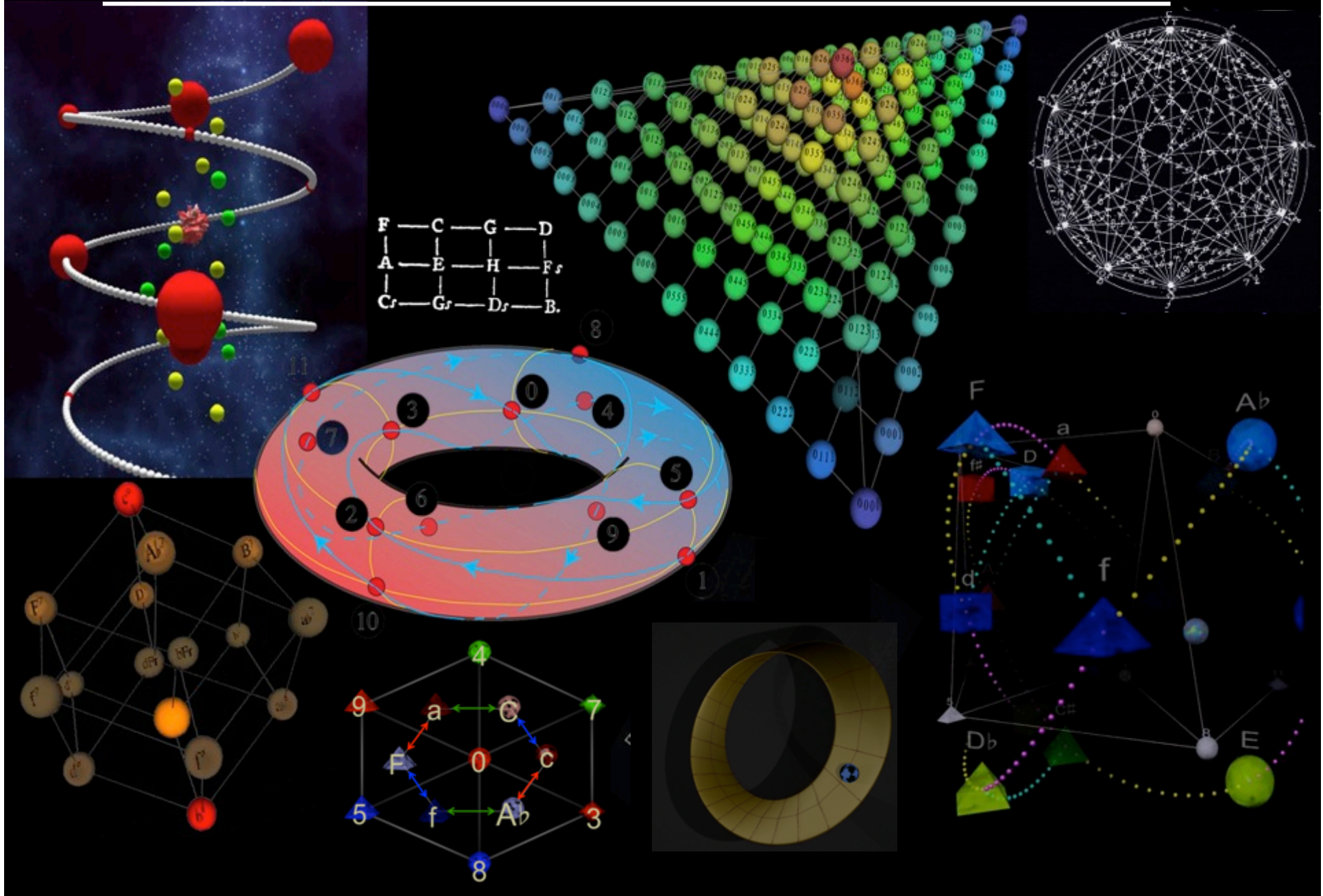
Musique : M. Andreatta
Arrangements et mixage :
M. Bergomi & S. Geravini
(Perfect Music Production)
Mastering : A. Cutolo
(Massive Arts Studio, Milan)



M. Luzi (1914-2005)

<http://www.mathemusic.net>

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?



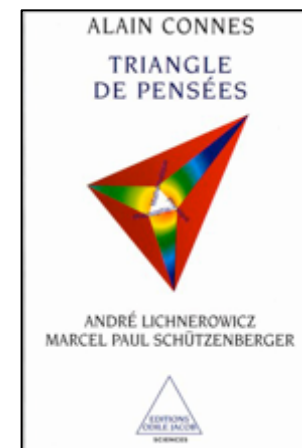
Gérard Assayag, director of the CNRS/IRCAM Laboratory for The Science and Technology of Music and Sound, will lead this dialogue on invention in the two disciplines.

Photo: Pierre Boulez © Jean Radel

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

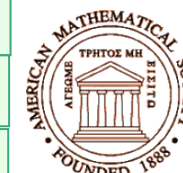
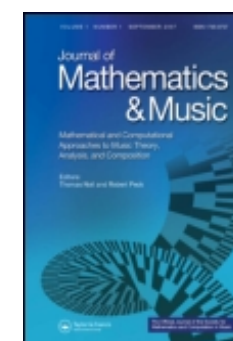
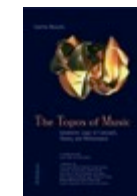
« La **musique** s'inscrit dans le temps exactement comme l'**algèbre** : dans les mathématiques, il y a cette dualité fondamentale entre d'un côté la **géométrie** qui correspond aux arts visuels, aux images mentales ; et de l'autre côté l'**algèbre**, qui inscrit une temporalité. Cela s'inscrit dans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

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

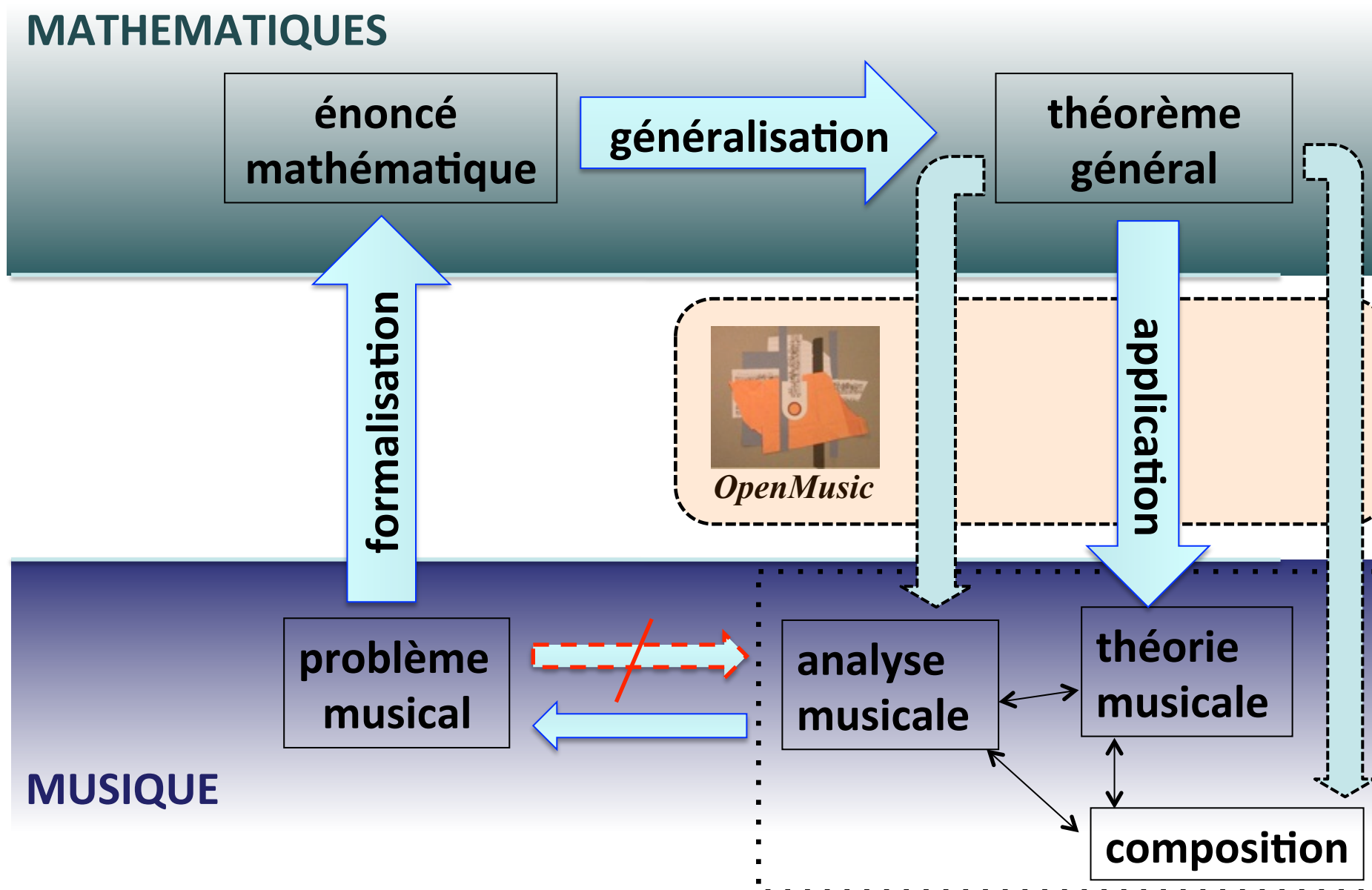


Maths/musique : une histoire récente

- 1999: 4^e Forum Diderot (Paris, Vienne, Lisbonne), *Mathematics and Music* (G. Assayag, H.G. Feichtinger, J.F. Rodrigues, Springer, 2001)
- 2000-2001: *MaMuPhi Seminar, Penser la musique avec les mathématiques ?* (Assayag, Mazzola, Nicolas édés., Coll. 'Musique/Sciences', Ircam/Delatour, 2006)
- 2000-2003: International Seminar on *MaMuTh (Perspectives in Mathematical and Computational Music Theory* (Mazzola, Noll, Luis-Puebla eds, epOs, 2004)
- 2003: *The Topos of Music* (G. Mazzola et al.)
- 2001-....: *MaMuX Seminar* at Ircam
- 2004-....: *mamuphi Seminar* (Ens/Ircam)
- 2006: Collection 'Musique/Sciences' (Ircam/Delatour France)
- 2007: *Journal of Mathematics and Music* (Taylor & Francis) and *SMCM*
- 2007: First *MCM 2007* (Berlin) and *Proceedings* by Springer
- 2007-....: *AMS Special Session on Mathematical Techniques in Musical Analysis*
- 2009: *Computational Music Science* (eds: G. Mazzola, M. Andreatta, Springer)
- 2009: *MCM 2009* (Yale University) and *Proceedings* by Springer
- 2010: **Mathematics Subject Classification : 00A65 Mathematics and music**
- 2011: *MCM 2011* (Ircam, 15-17 June 2011) and *Proceedings LNCS Springer*
- 2013: *MCM 2013* (McGill University, Canada, 12-14 June 2013) - Springer
- 2015: *MCM 2015* (Queen Mary University, Londres, 22-25 June 2013) - Springer



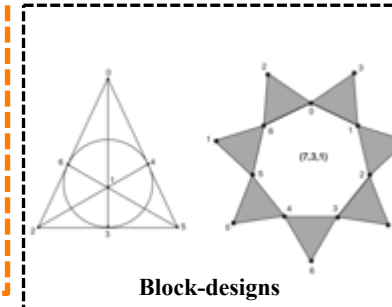
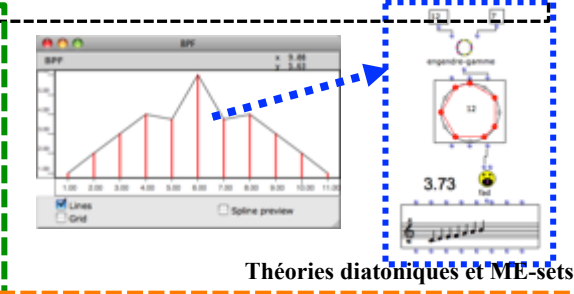
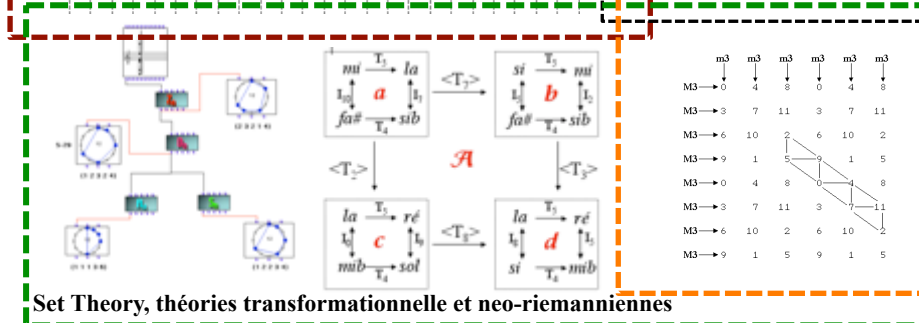
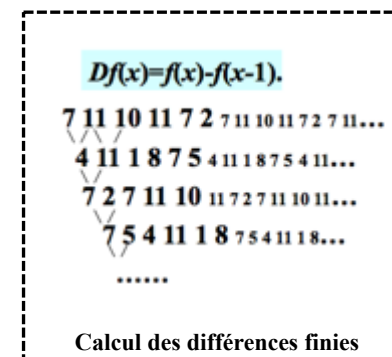
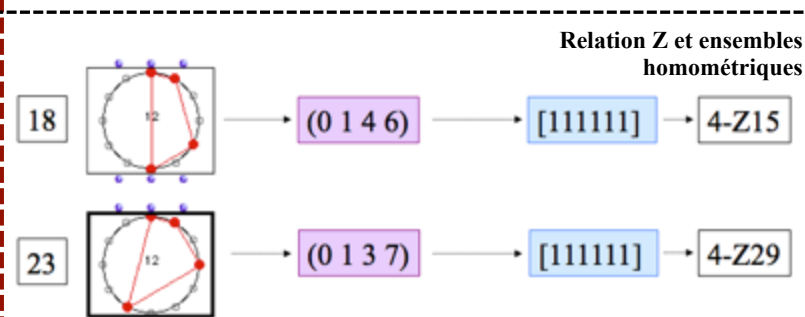
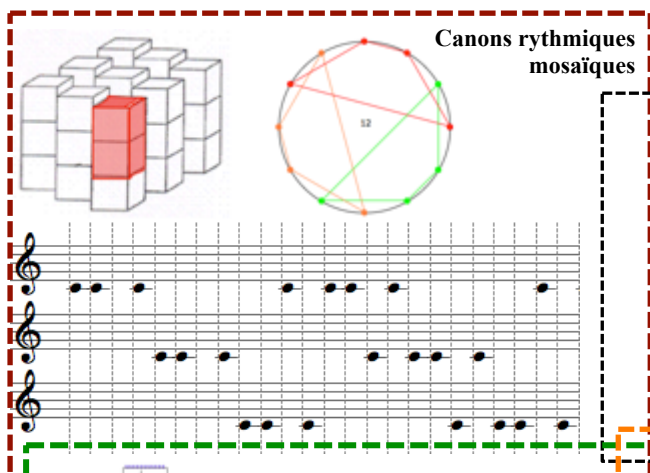
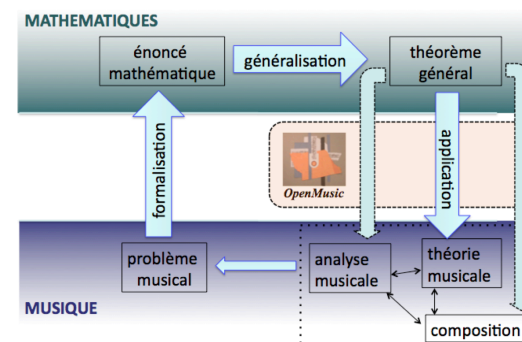
Double mouvement d'une dynamique mathémusicale



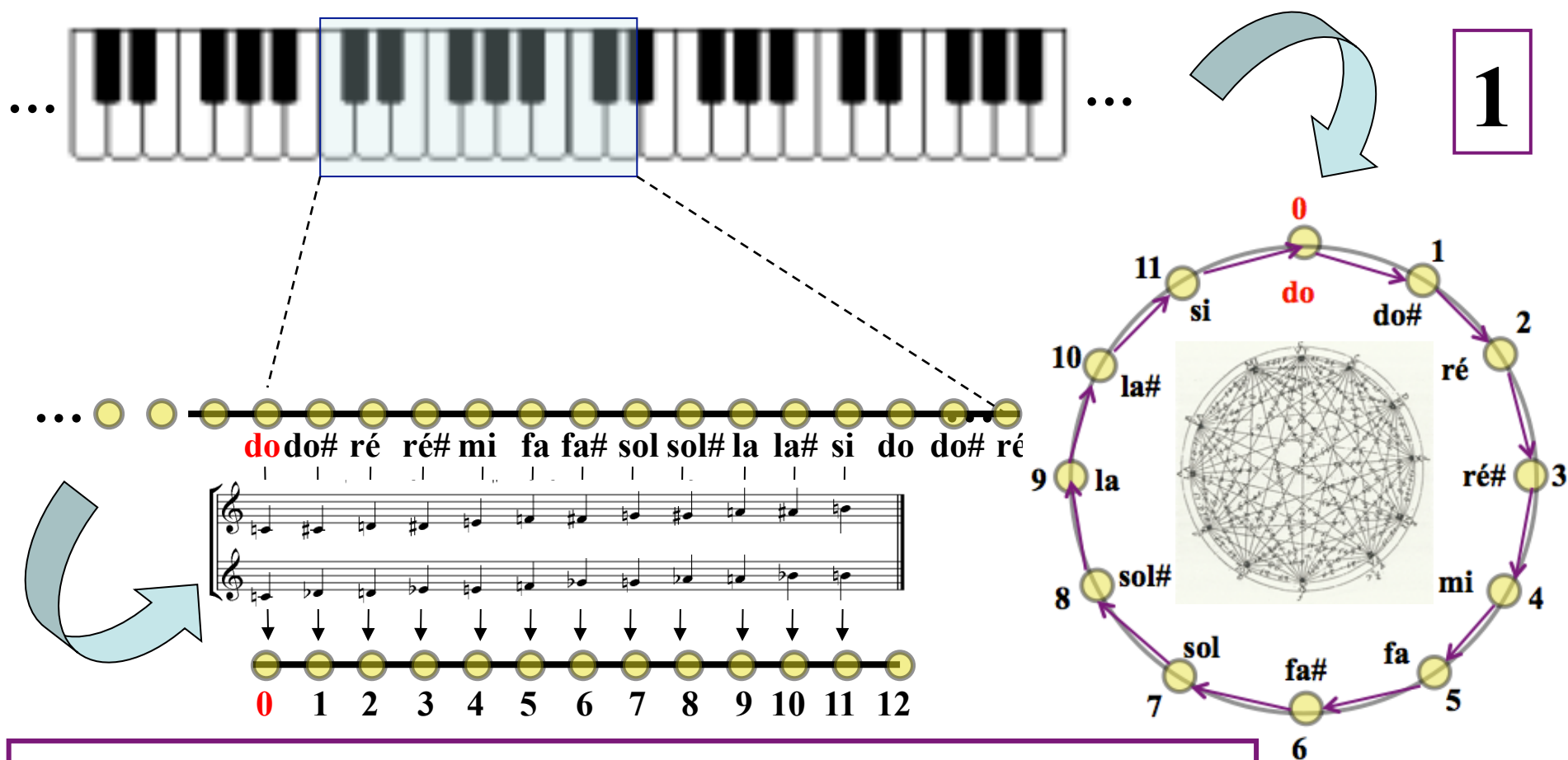
Petit catalogue d'objets mathémusicaux

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

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



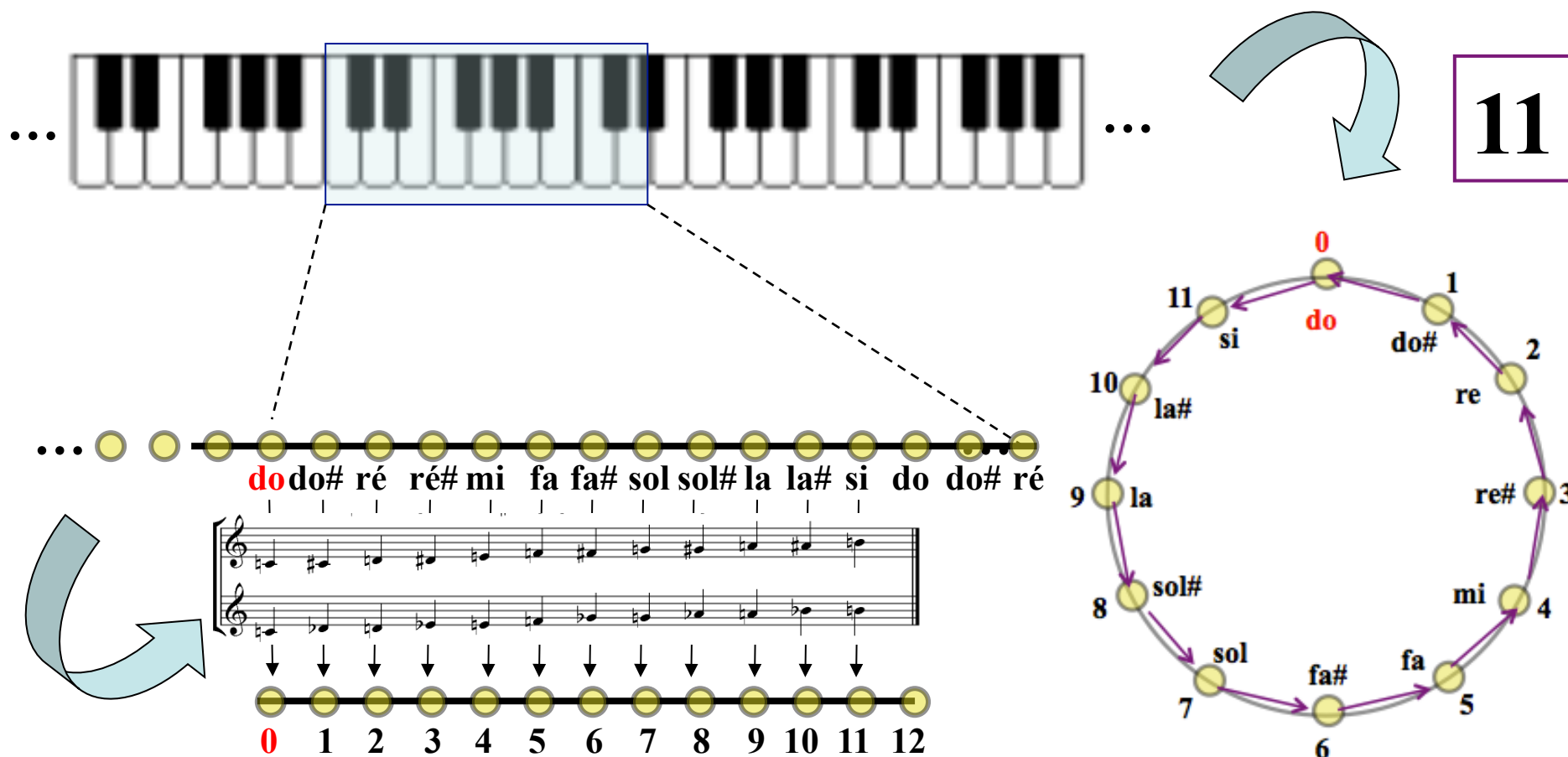
L'espace tempéré égal est un groupe cyclique



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

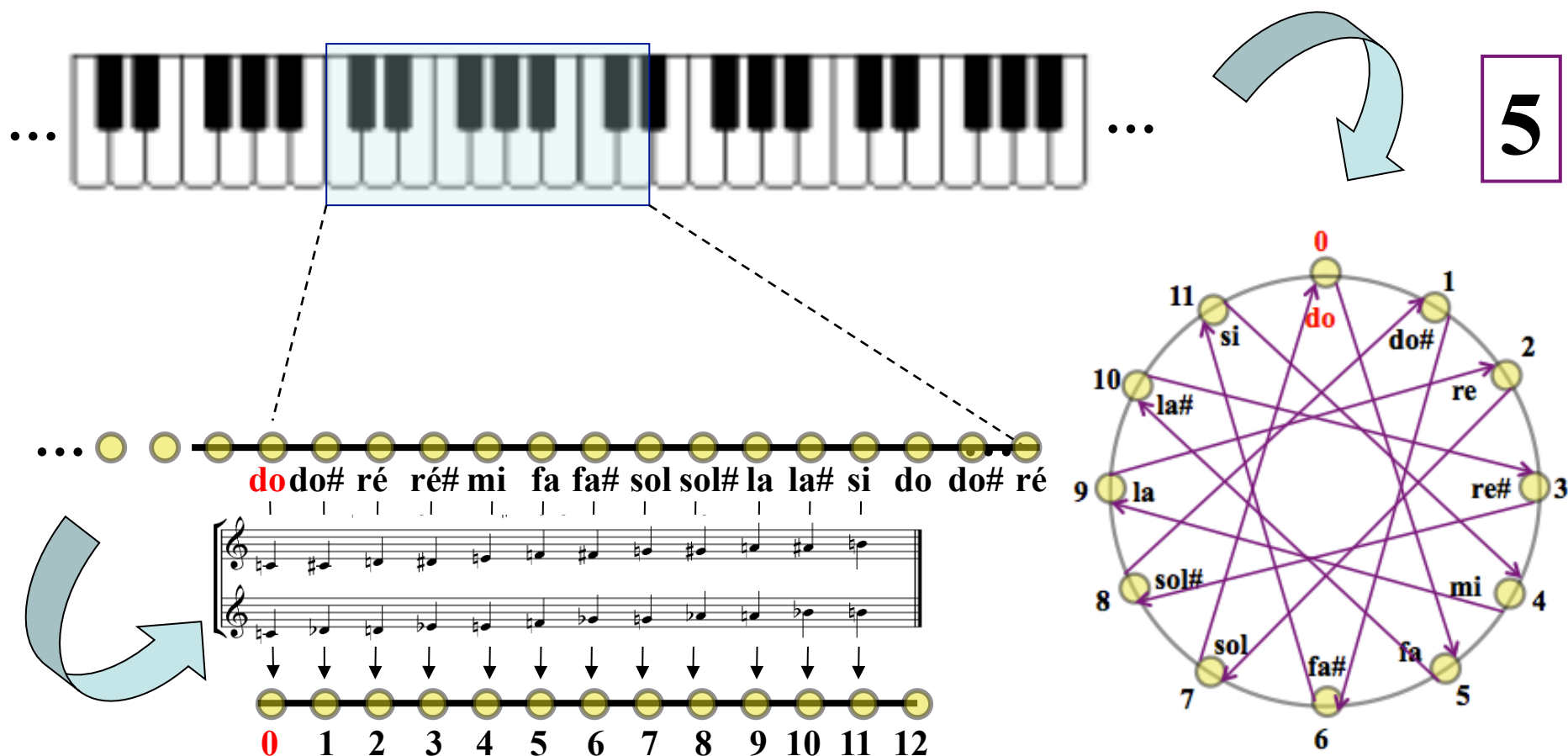


L'espace tempéré égal est un groupe cyclique



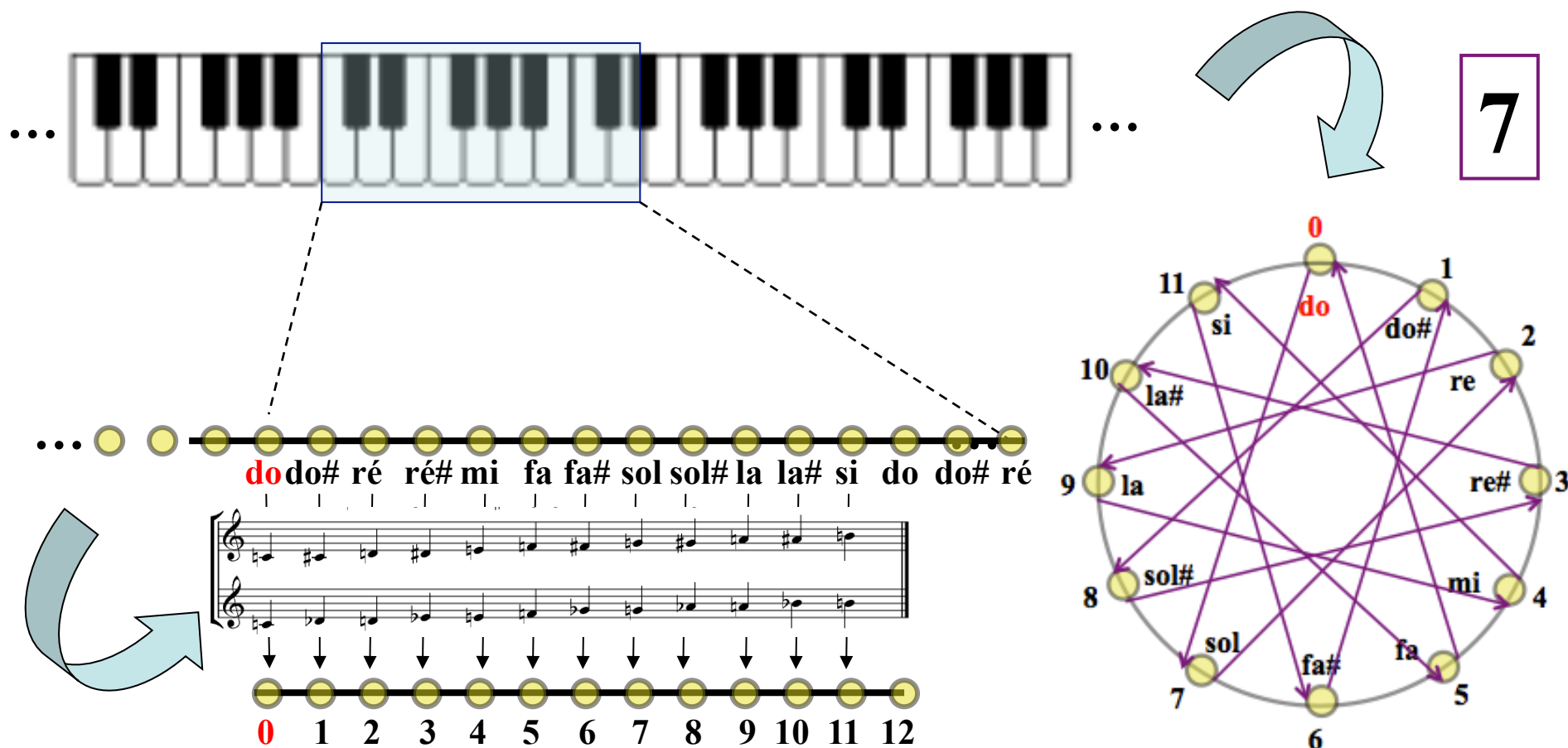
« [...] il faut aller plus profondément dans notre **mental musical**. Et c'est là que l'on découvre les **symétries**, les propriétés des sons ou les opérations qu'effectue l'auditeur ou le musicien sans le savoir. La musique, comme sans doute notre univers, est plongée dans l'idée de récurrence, de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

L'espace tempéré égal est un groupe cyclique



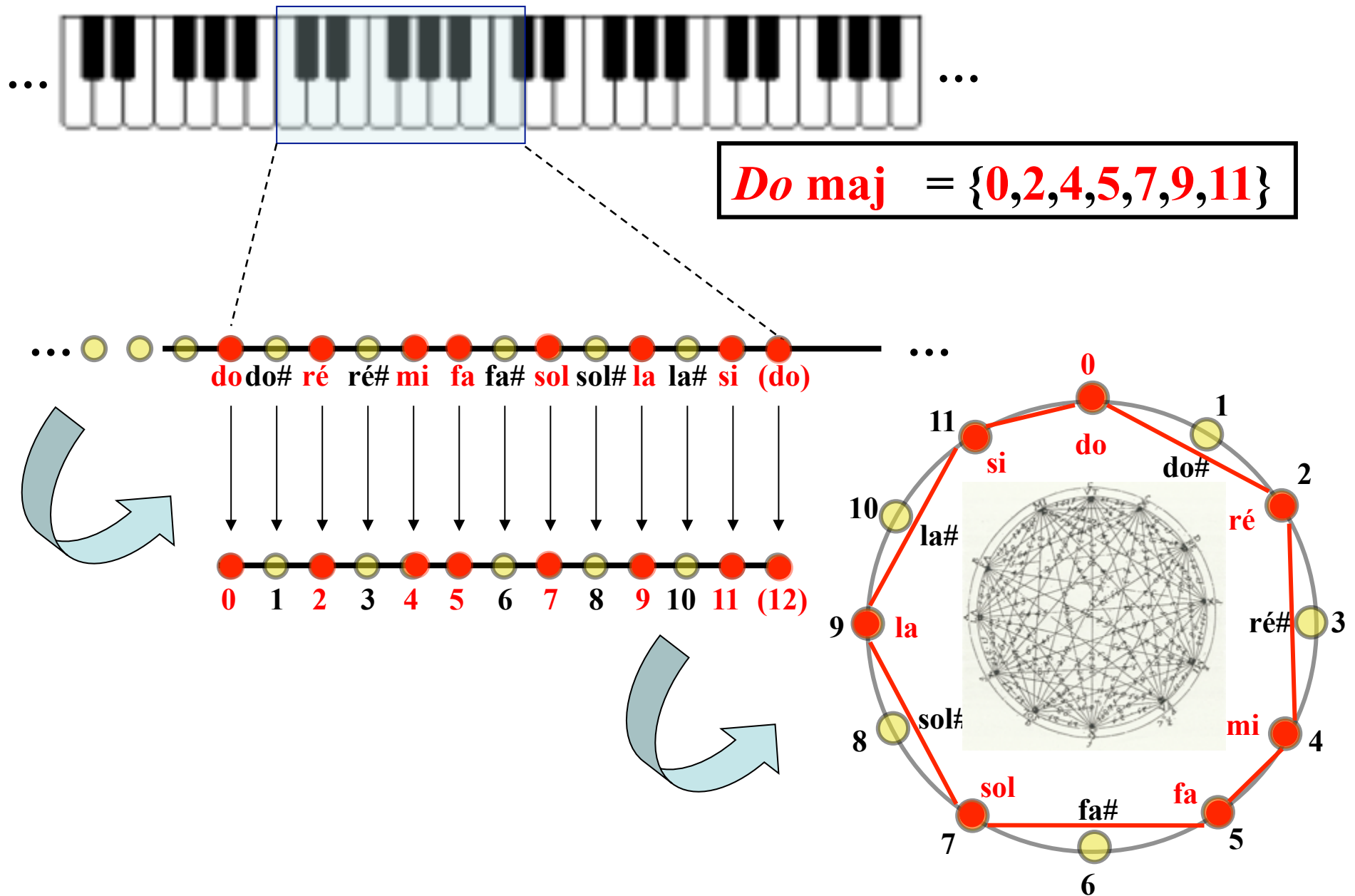
« [...] il faut aller plus profondément dans notre **mental musical**. Et c'est là que l'on découvre les **symétries**, les propriétés des sons ou les opérations qu'effectue l'auditeur ou le musicien sans le savoir. La musique, comme sans doute notre univers, est plongée dans l'idée de récurrence, de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

L'espace tempéré égal est un groupe cyclique

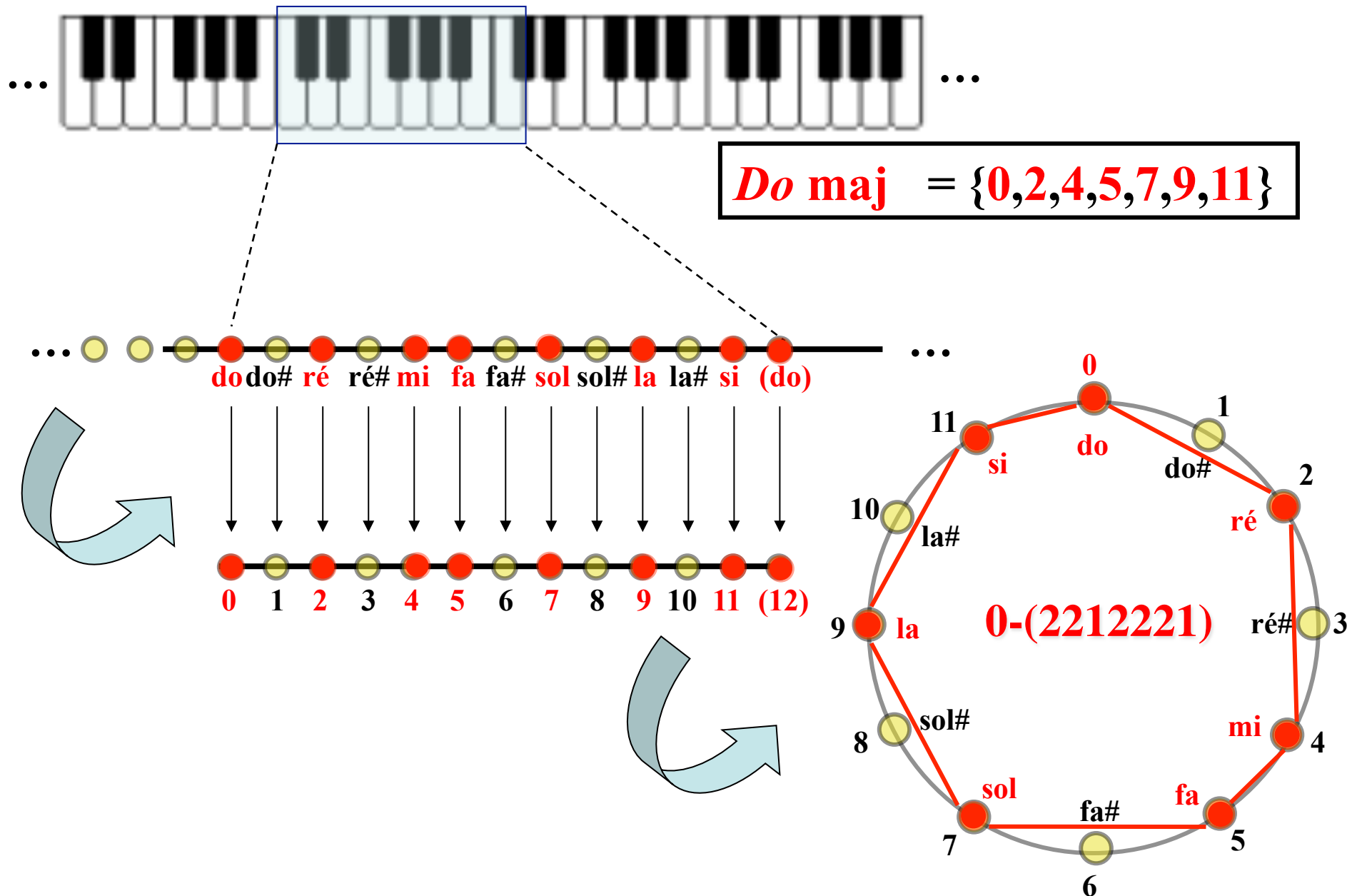


« [...] il faut aller plus profondément dans notre **mental musical**. Et c'est là que l'on découvre les **symétries**, les propriétés des sons ou les opérations qu'effectue l'auditeur ou le musicien sans le savoir. La musique, comme sans doute notre univers, est plongée dans l'idée de récurrence, de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

Une gamme est un polygone inscrit dans le cercle

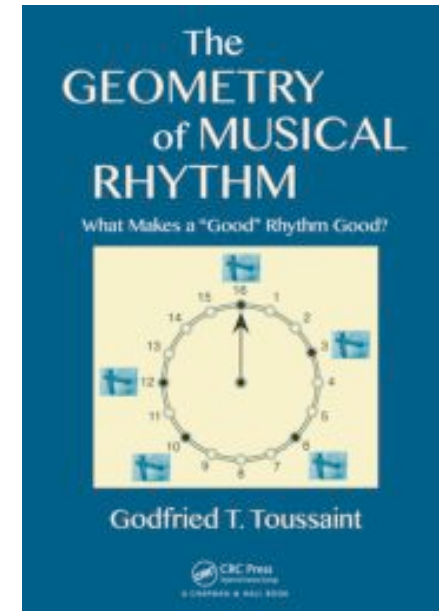


Une gamme est un polygone inscrit dans le cercle



Des hauteurs au rythmes

Godfried T. Toussaint, The Geometry of Musical Rhythm: What Makes a "Good" Rhythm Good?, Chapman and Hall/CRC, 2013



Shiko 

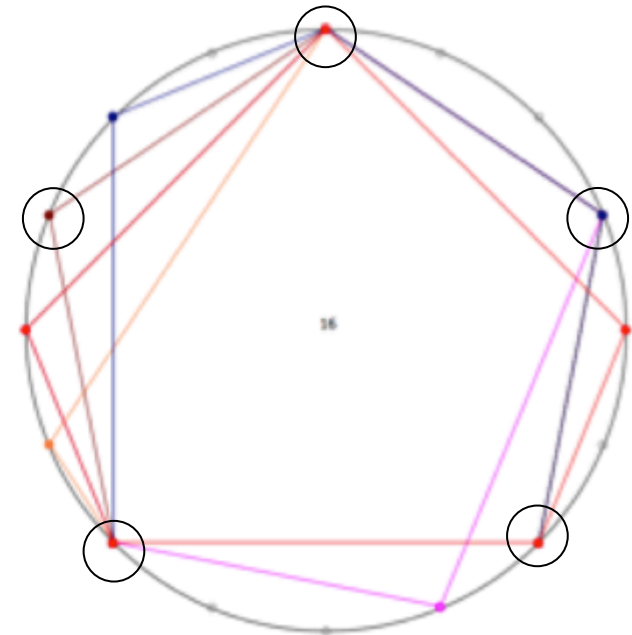
Son 

Soukous 

Rumba 

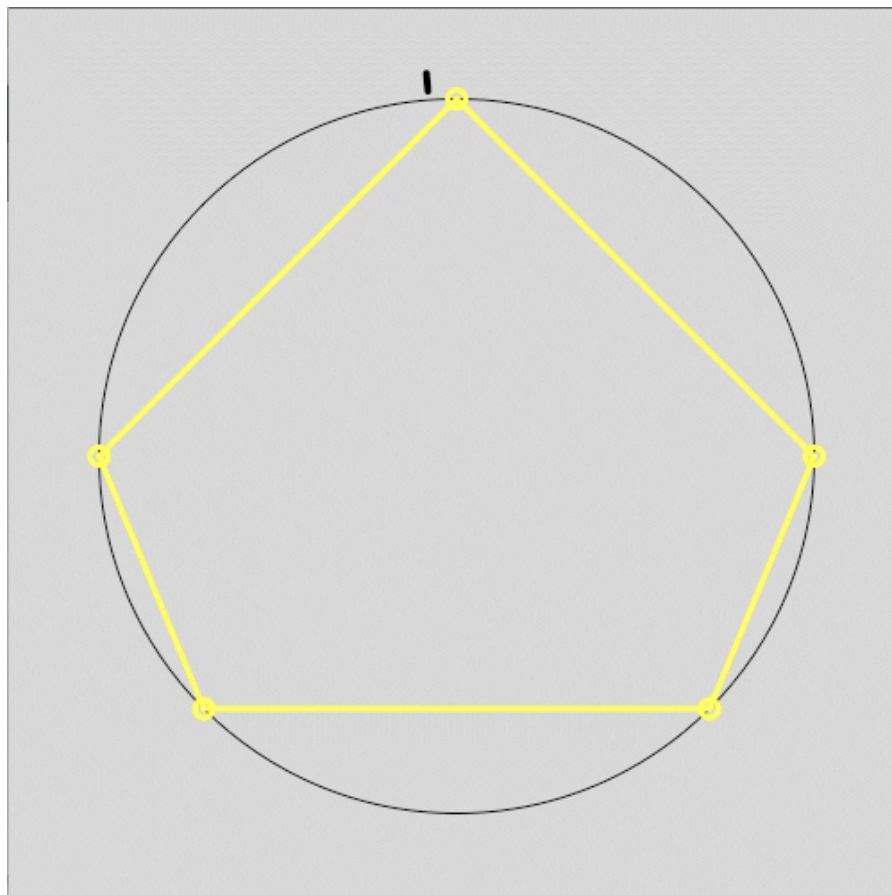
Bossa 

Gahu 

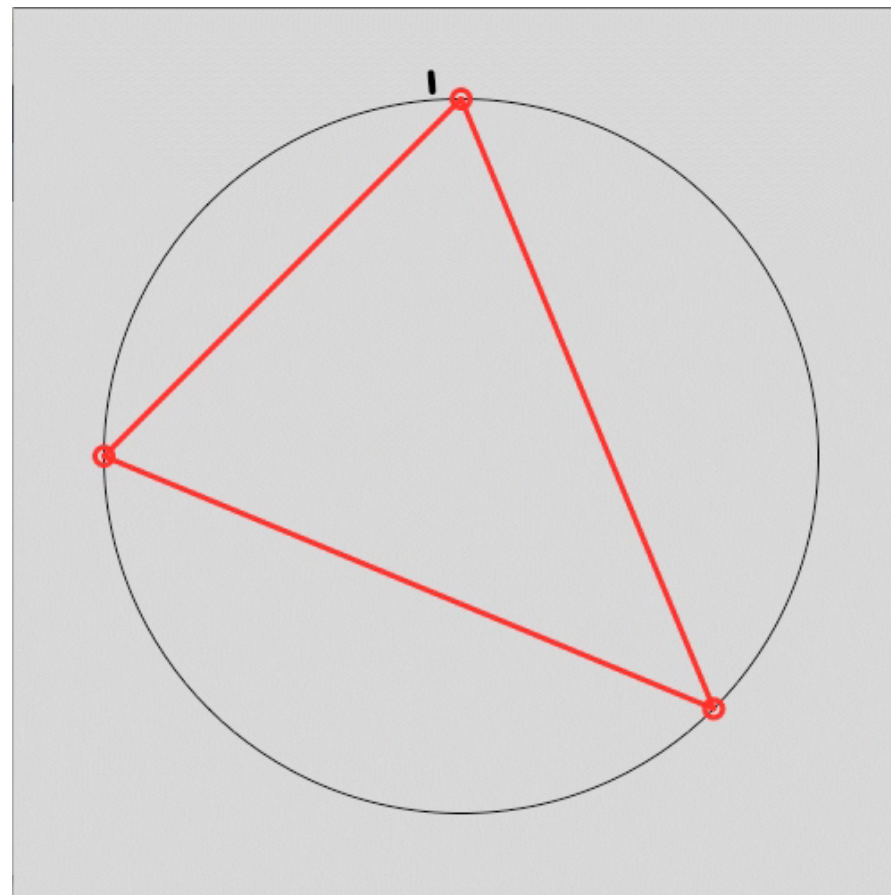


Rythmes afro-cubains

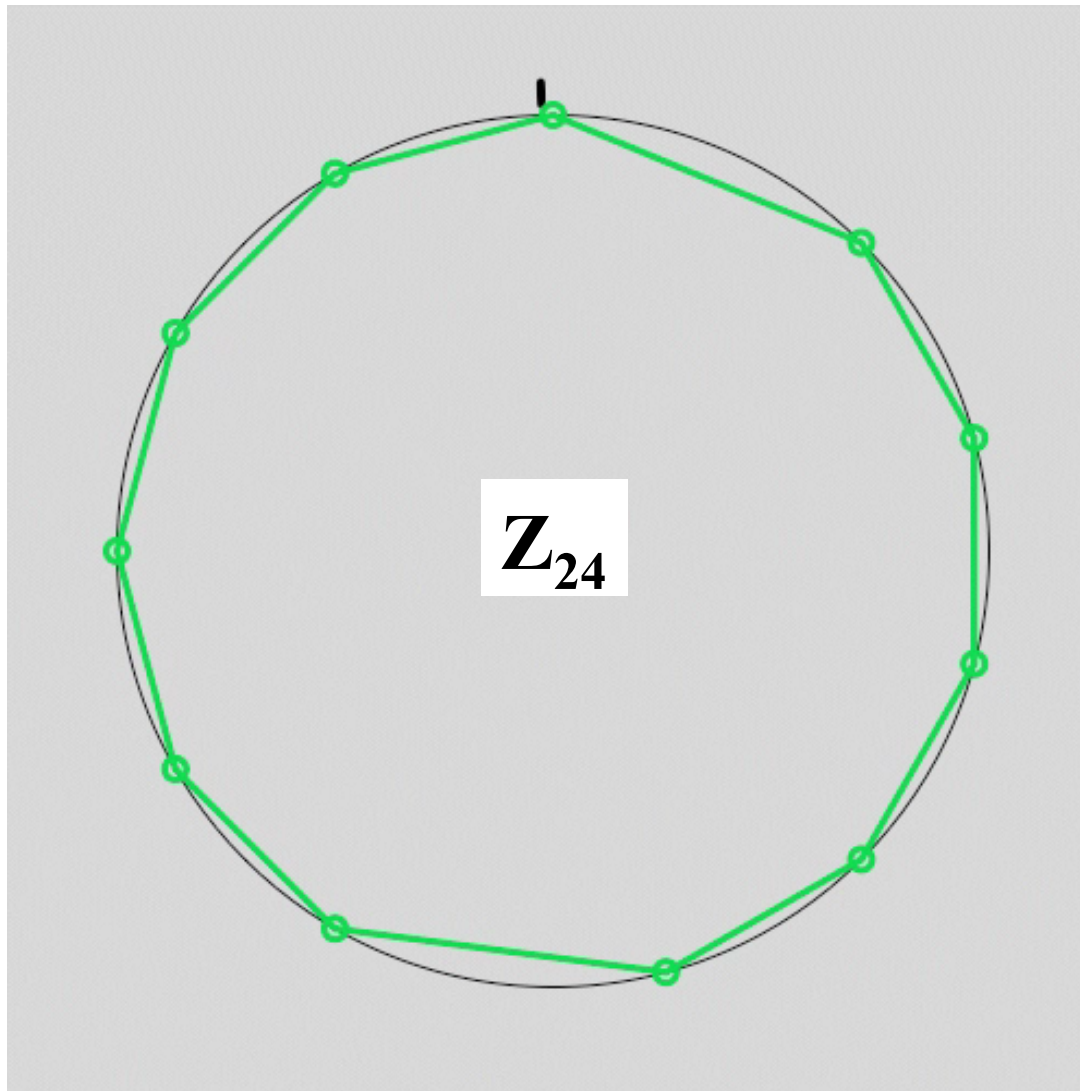
El cinquillo



El trecillo



Imparité rythmique et musiques de tradition orale



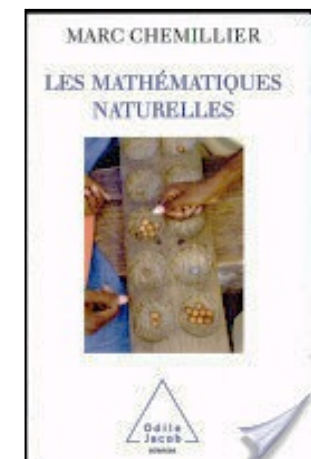
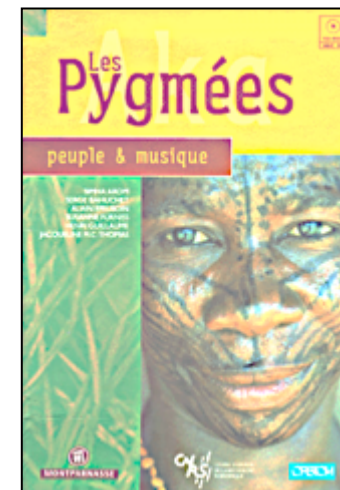
0-(3 2 2 2 2 3 2 2 2 2 2)



Simha Arom



Marc Chemillier

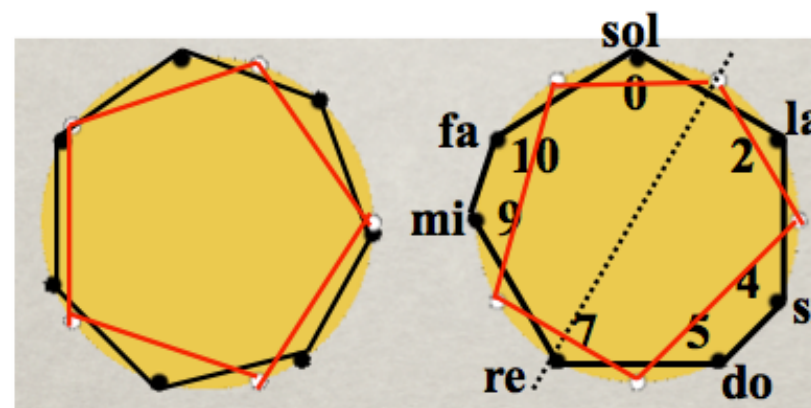
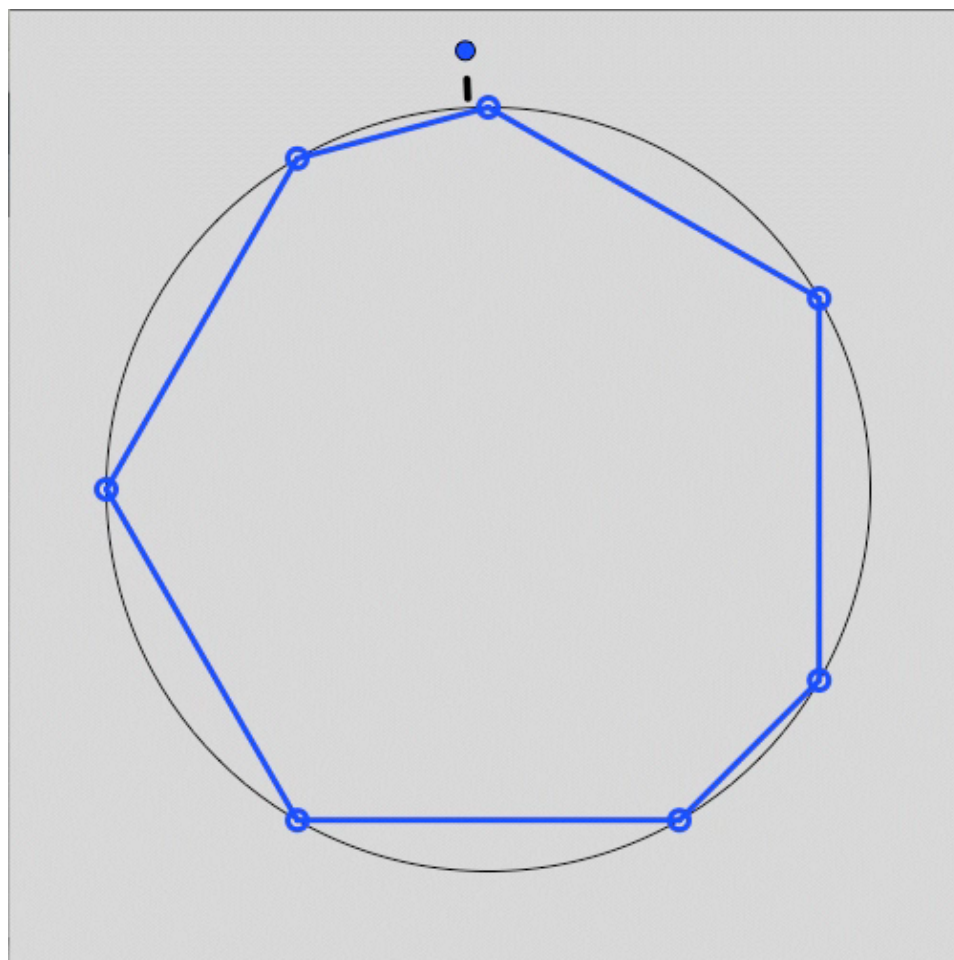


musimédiane

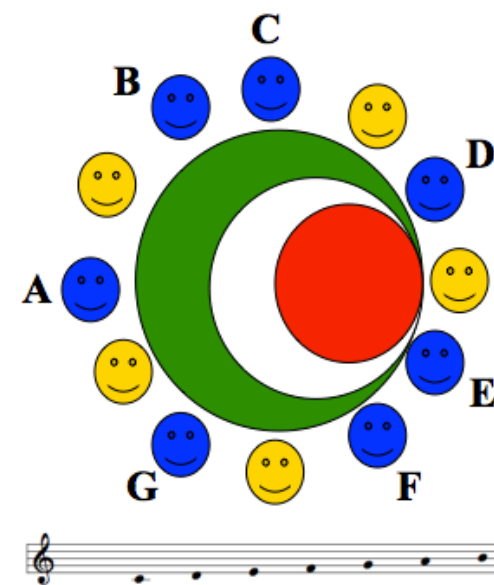
publiée avec le concours de la SFAM

revue audiovisuelle et multimédia d'analyse musicale

Abadja/Bembé ou rythme « diatonique »



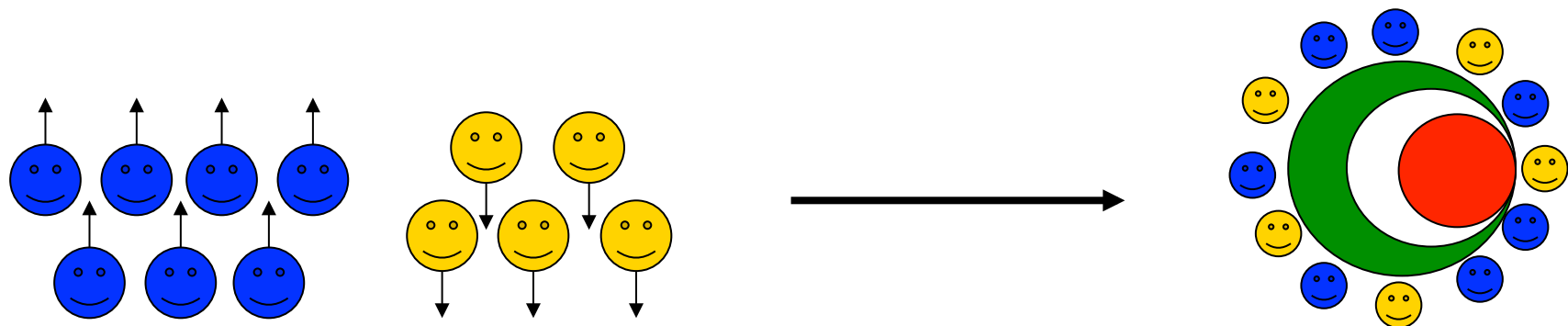
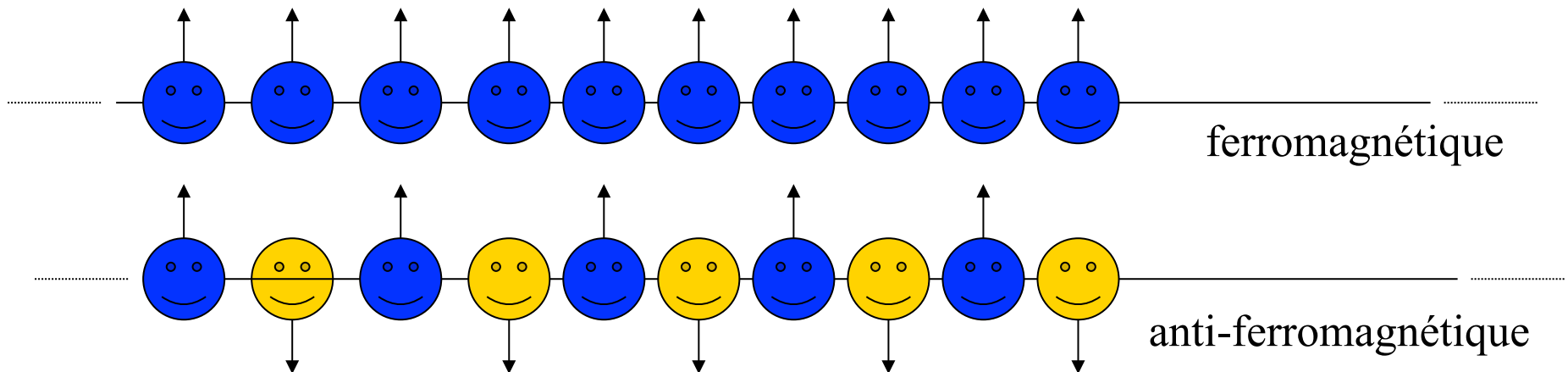
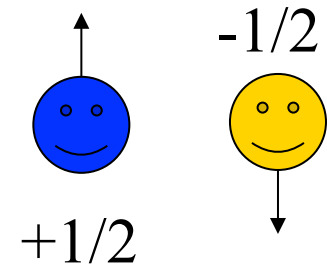
Problème des cercles concentriques



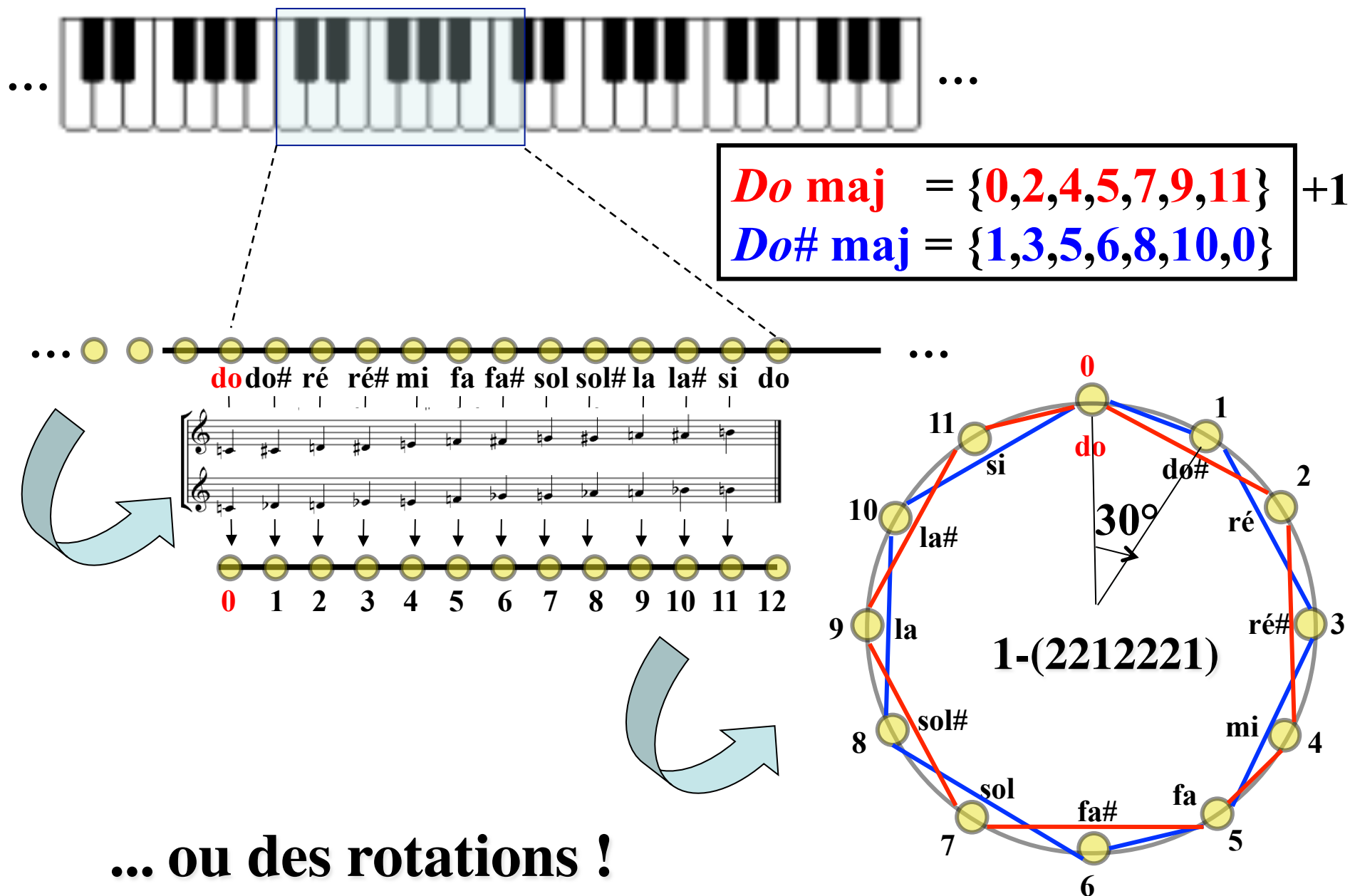
Problème de la table à diner

ME-sets et modèle d'Ising antiferromagnetic spin-1/2

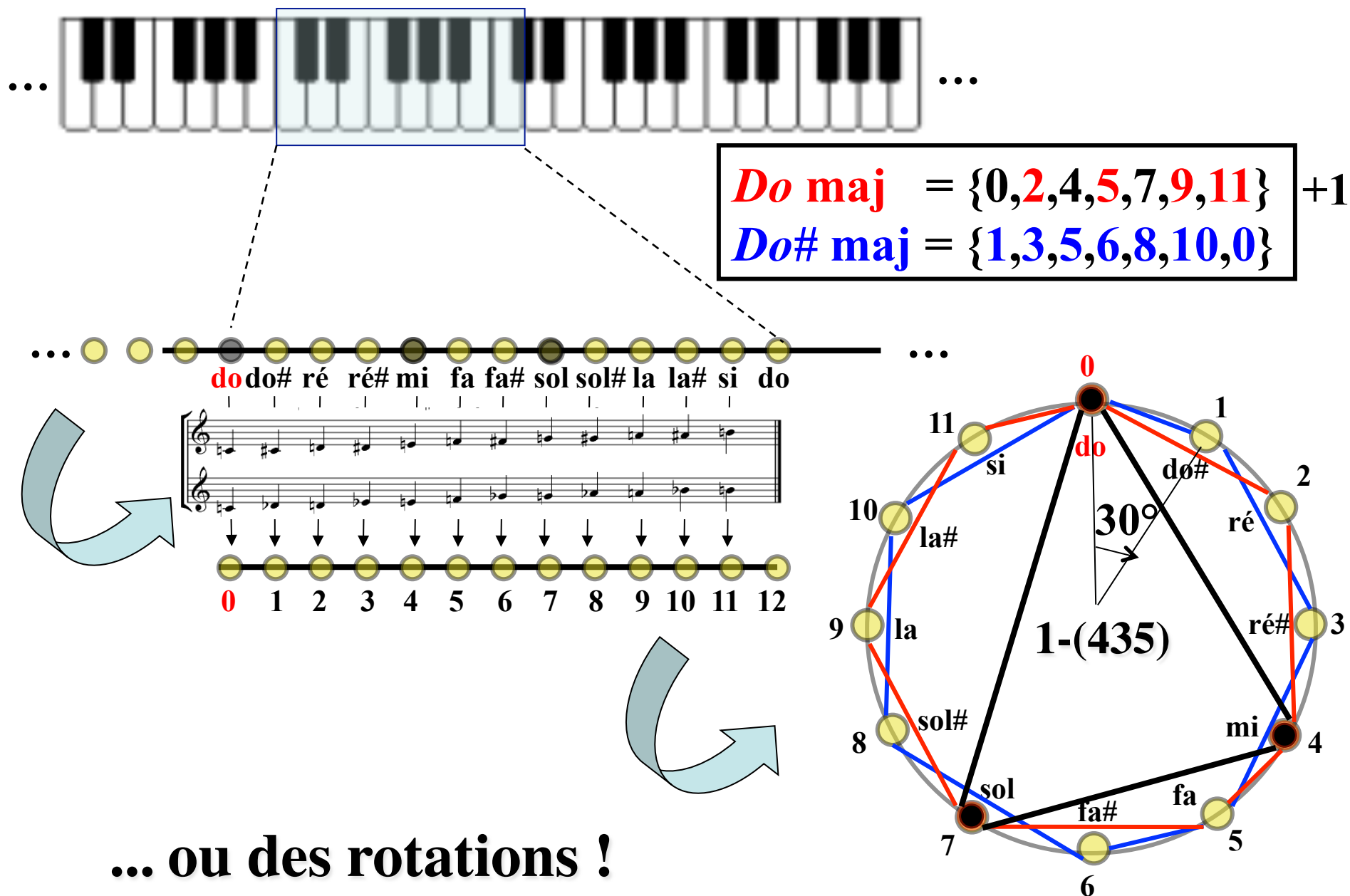
- Jack Douthett & Richard Krantz, “Energy extremes and spin configurations for the one-dimensional antiferromagnetic Ising model with arbitrary-range interaction”, *J. Math. Phys.* 37 (7), July 1996
- Jack Douthett & Richard Krantz, “Maximally even sets and configurations: common threads in mathematics, physics, and music”, *J. Comb. Optim.* 14, 2007



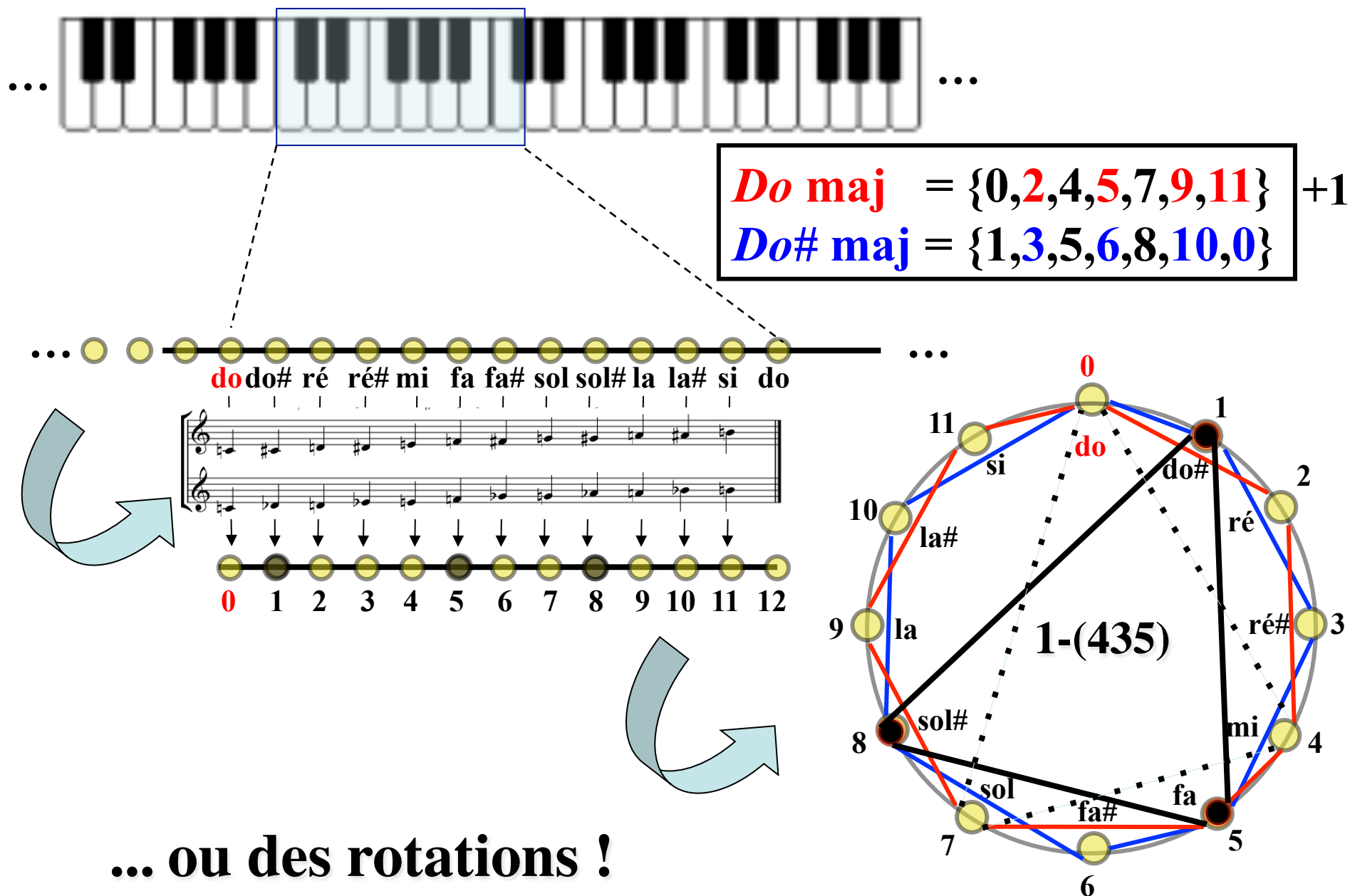
Les transpositions sont des additions...



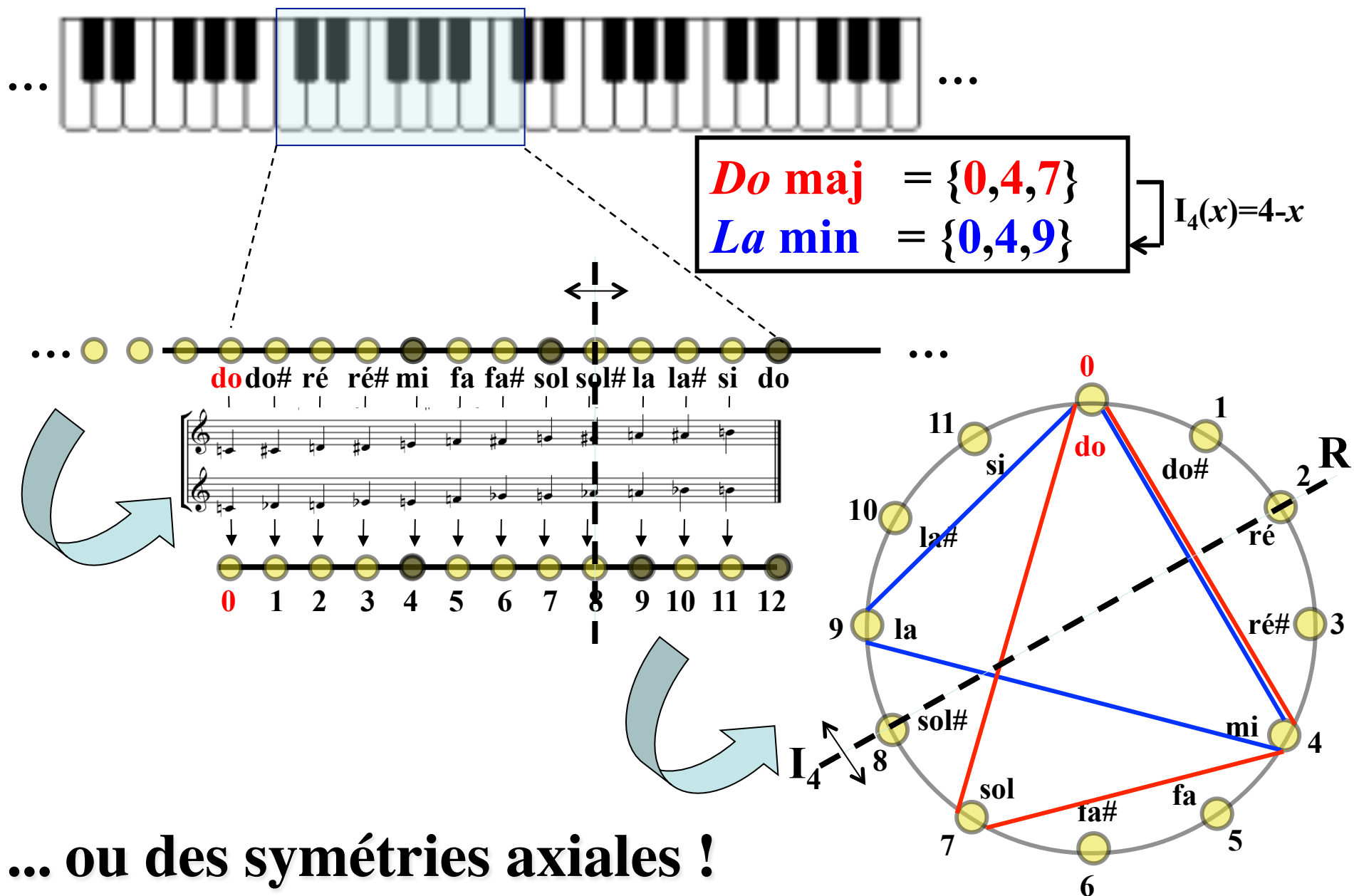
Les transpositions sont des additions...



Les transpositions sont des additions...



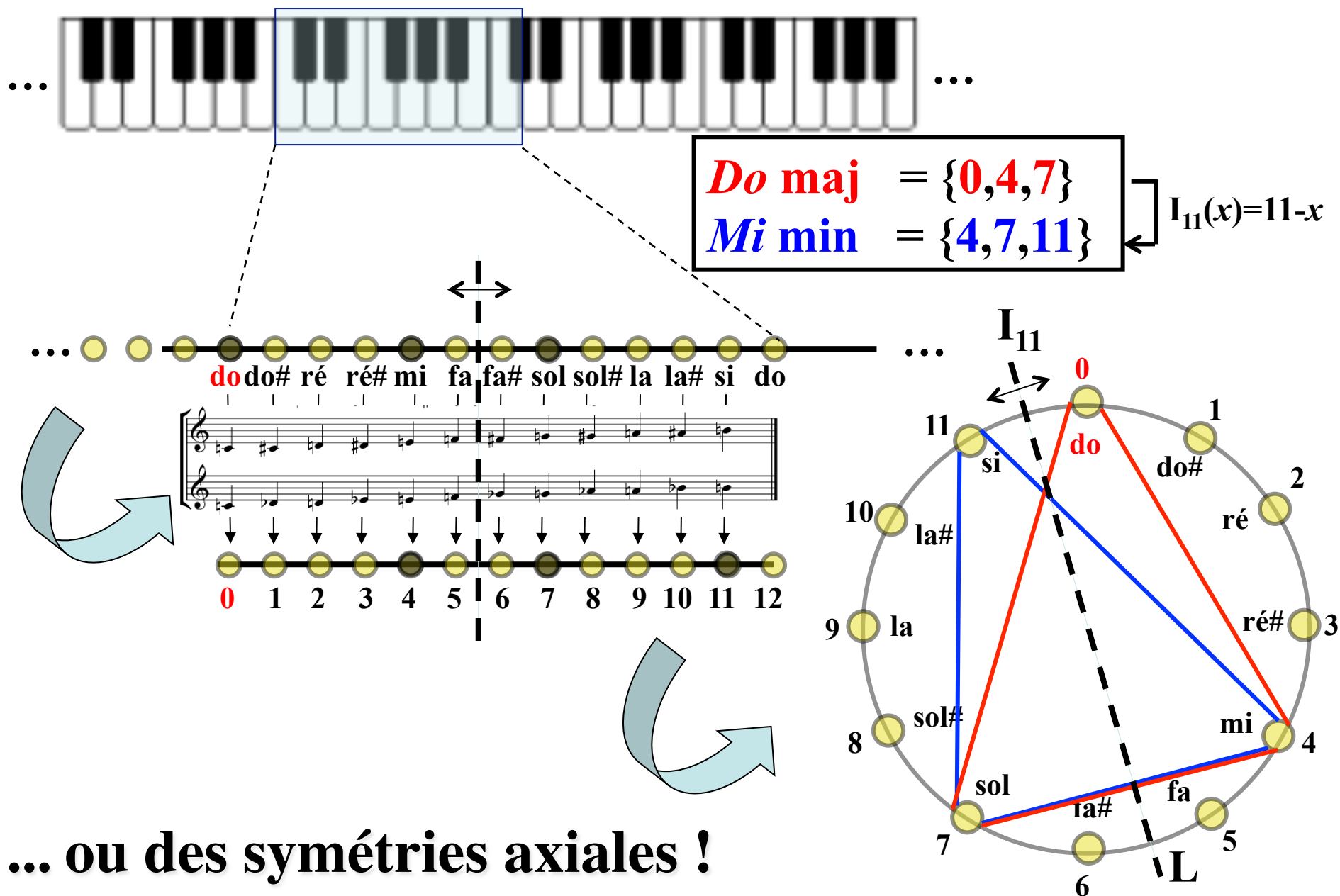
Les inversions sont des soustractions...



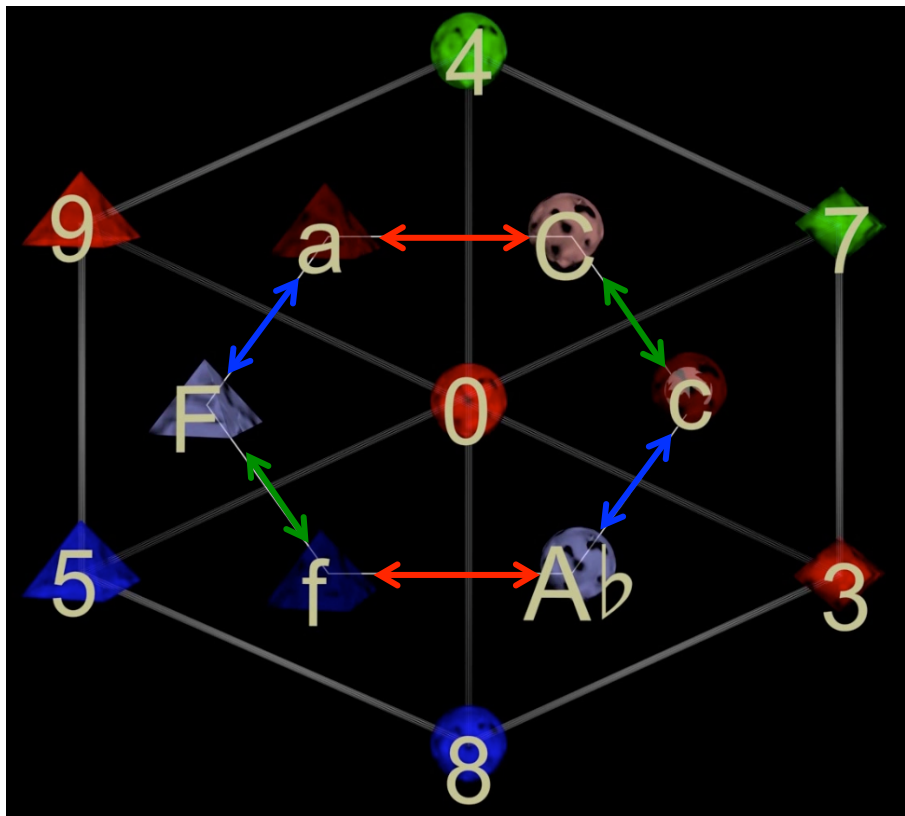
... ou des symétries axiales !



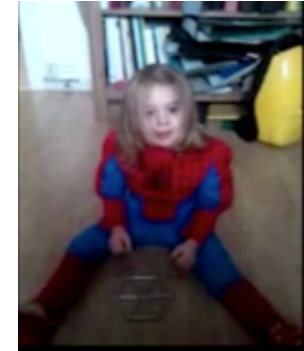
Les inversions sont des soustractions...



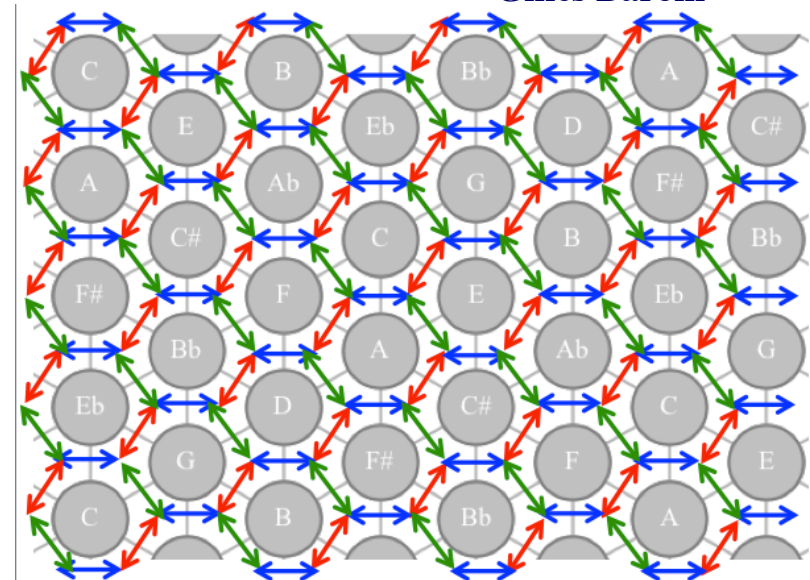
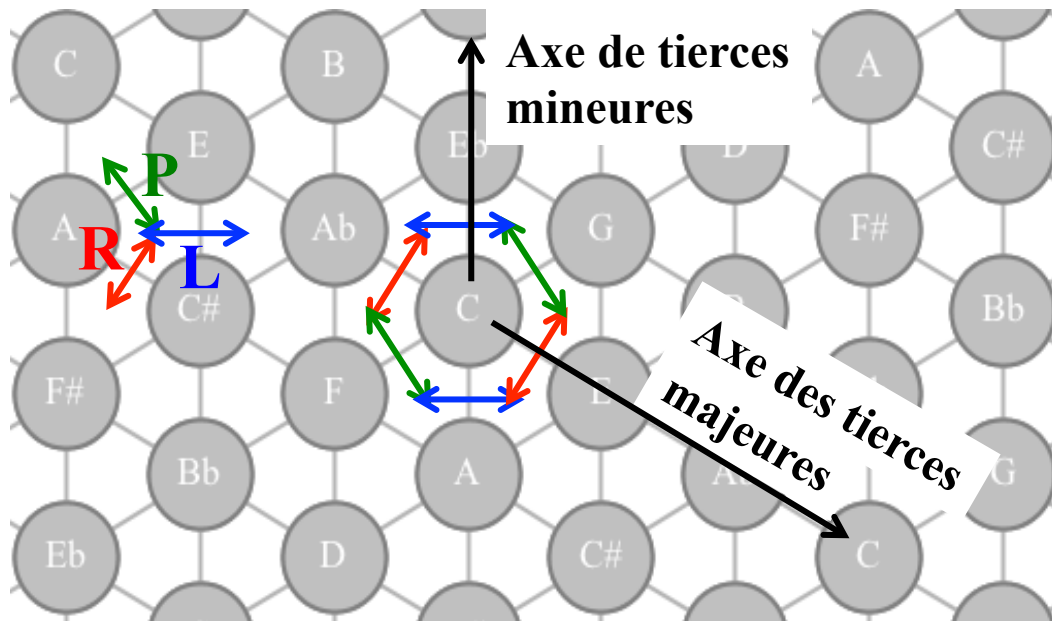
... ou des symétries axiales !



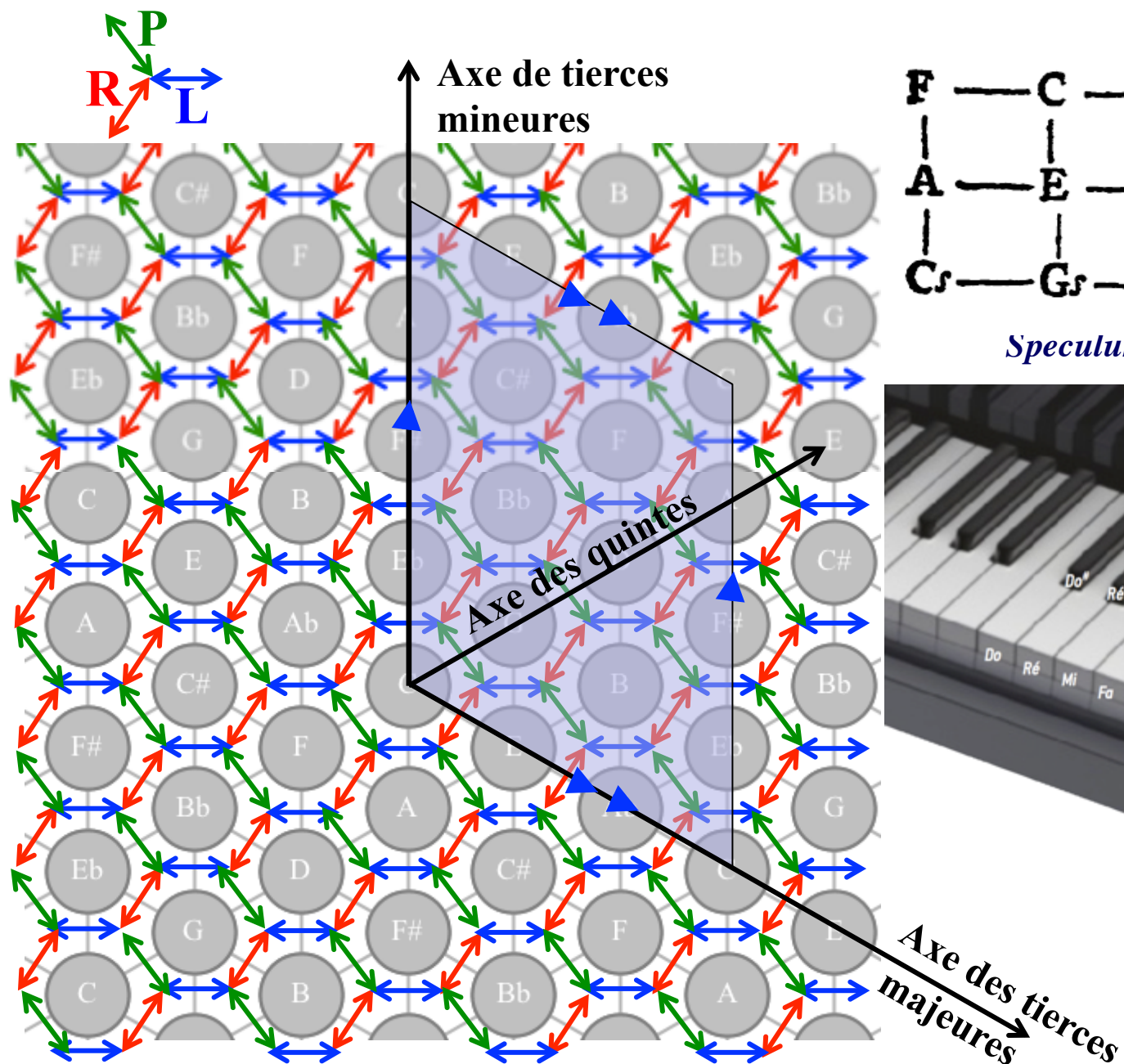
Le Tonnetz (ou nid musical d'abeilles)



Gilles Baroin



Du « speculum musicum » aux différents *Tonnetze*



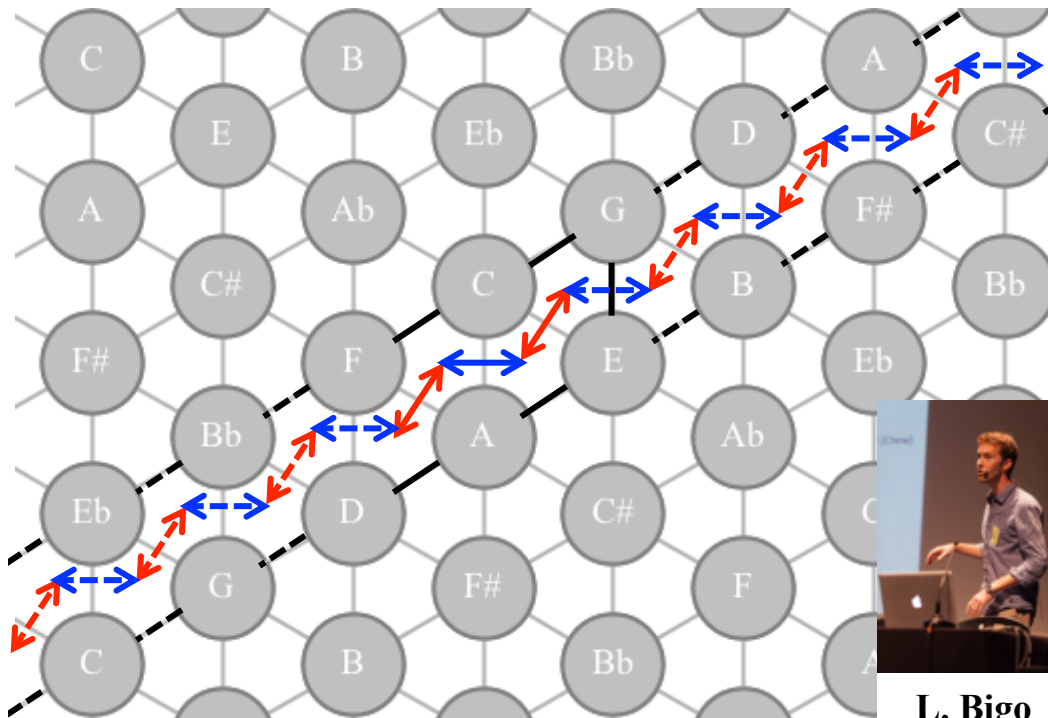
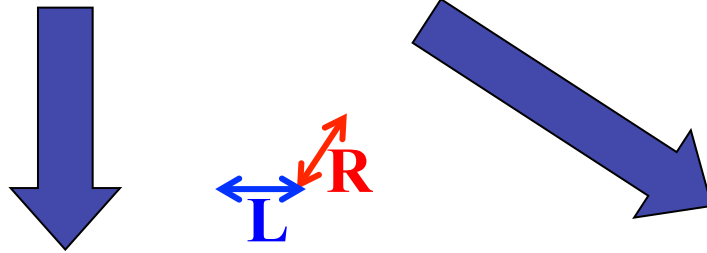
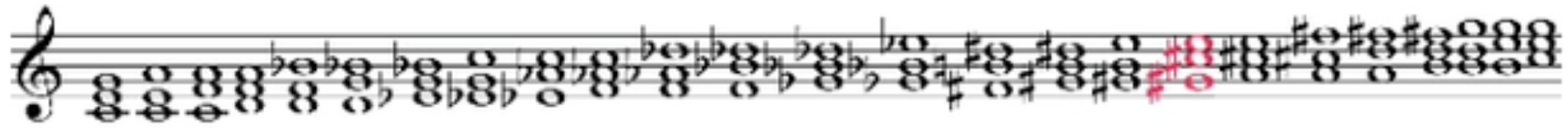
F	—	C	—	G	—	D
A	—	E	—	H	—	F_s
C_s	—	G_s	—	D_s	—	B



Speculum Musicum (Euler, 1773)



Progressions harmoniques comme trajectoires spatiales



L. Bigo

Hexachord (Louis Bigo, 2013)

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

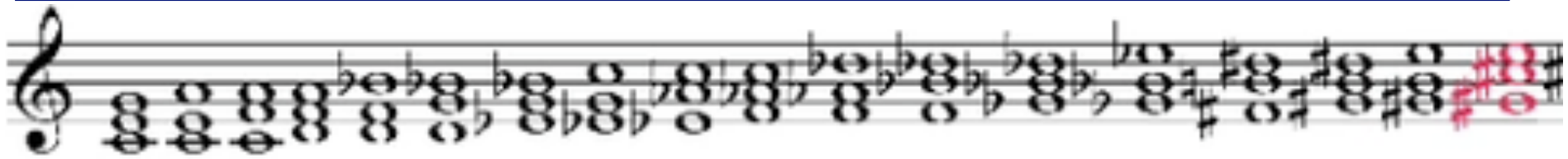
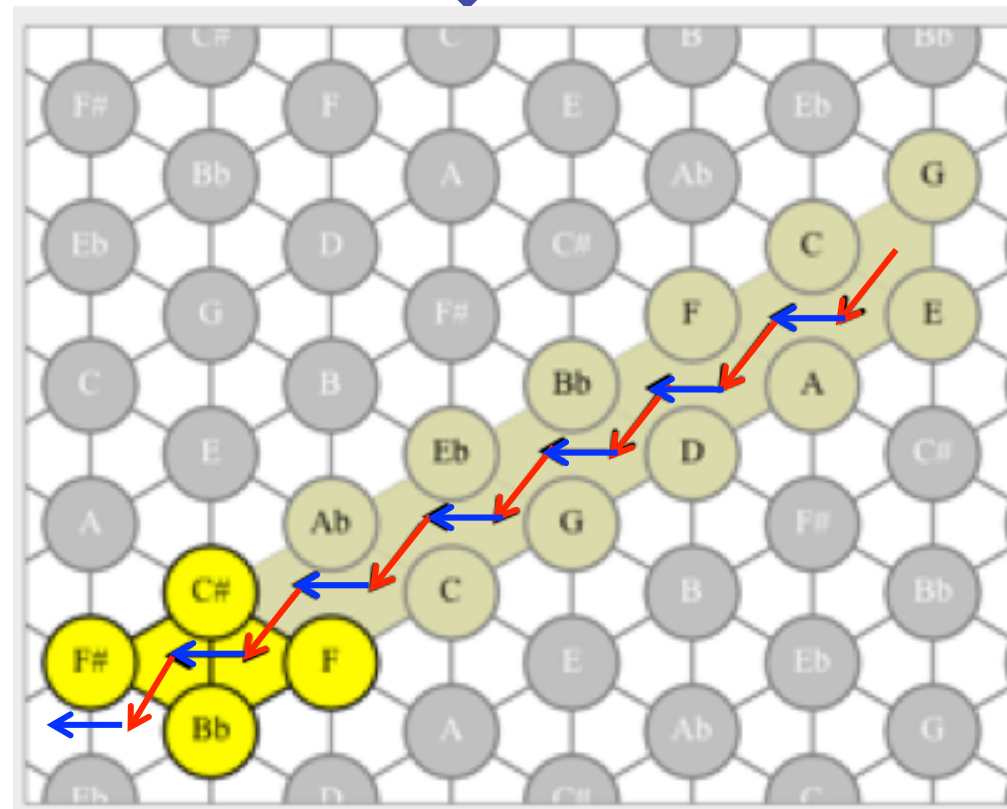
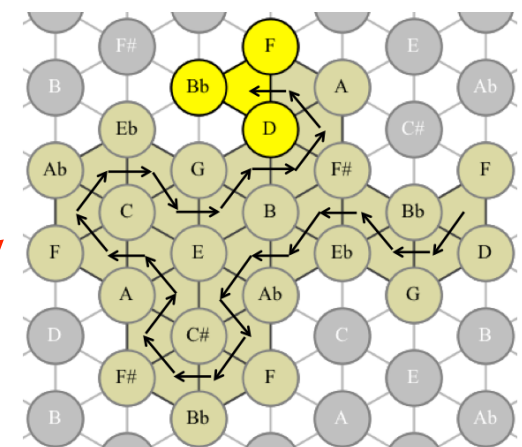
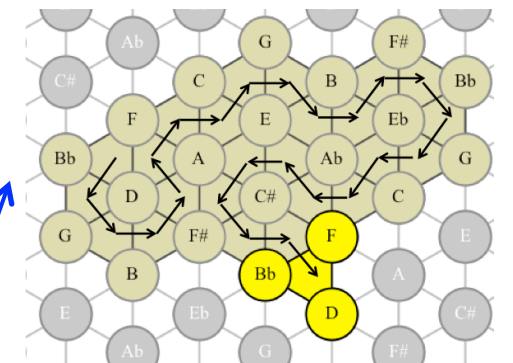
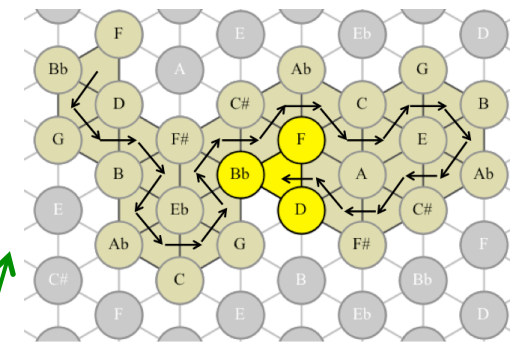
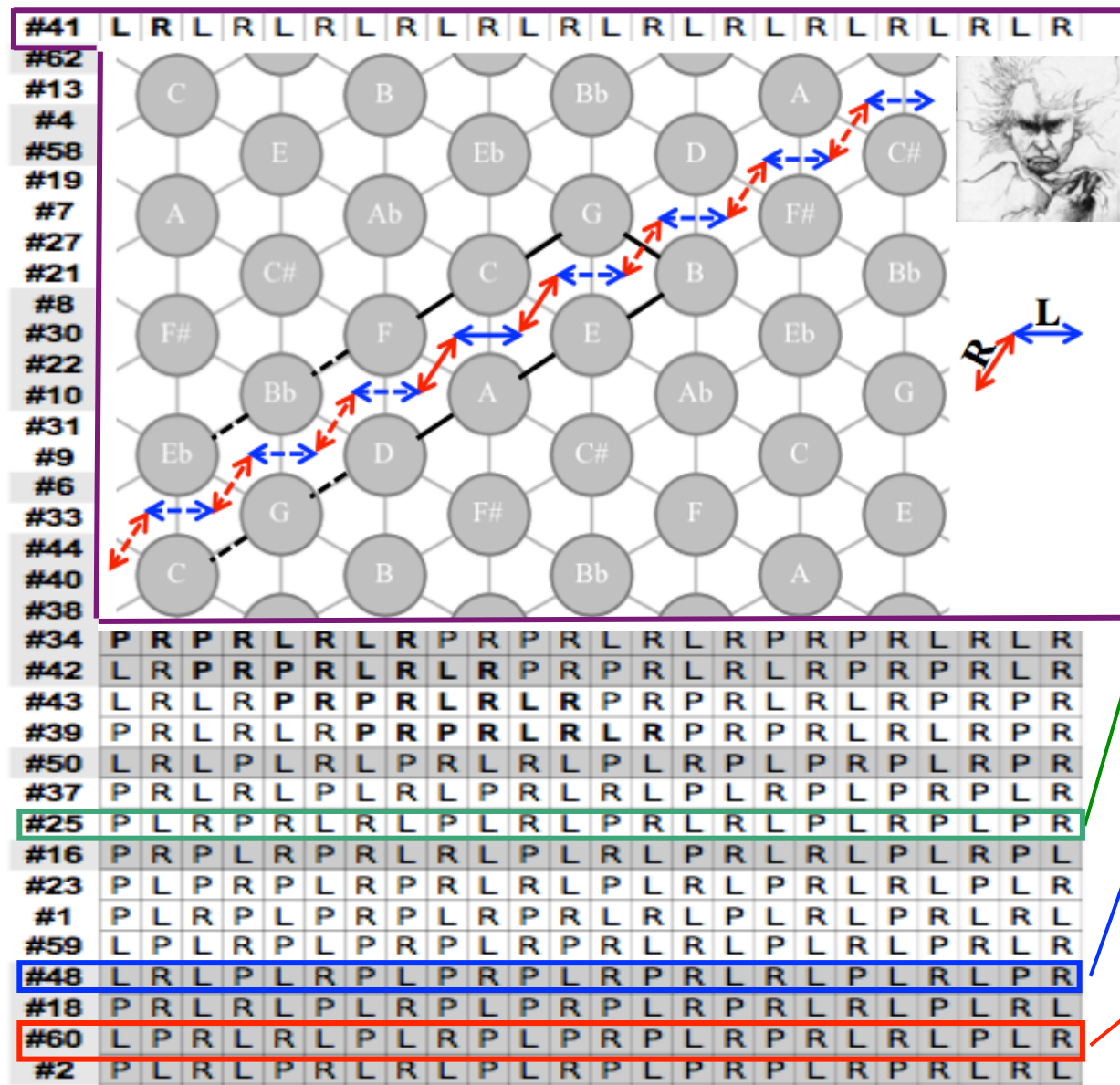


Diagram illustrating a sequence of nodes (R, L, ...) connected by alternating red and blue arrows, representing a sequence of operations or states.



Cycles hamiltoniens sans périodicité interne



ACTIONS

Math'n'pop **M. Andreatta, « Ma**
hamilton

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

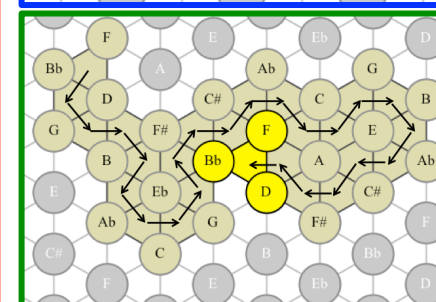
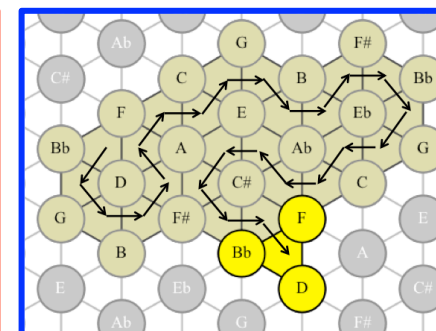
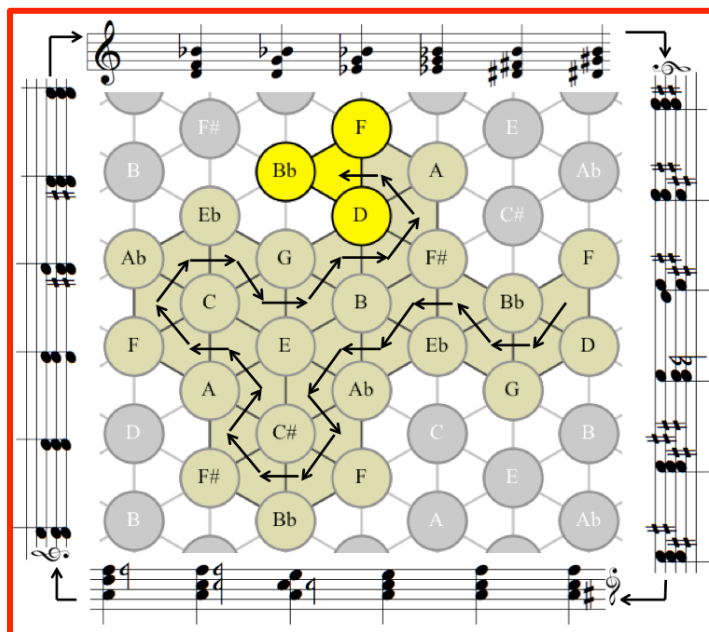
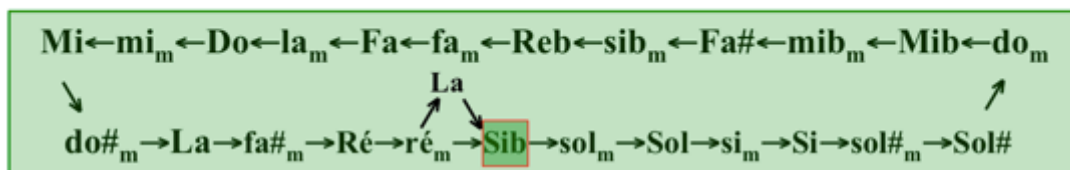
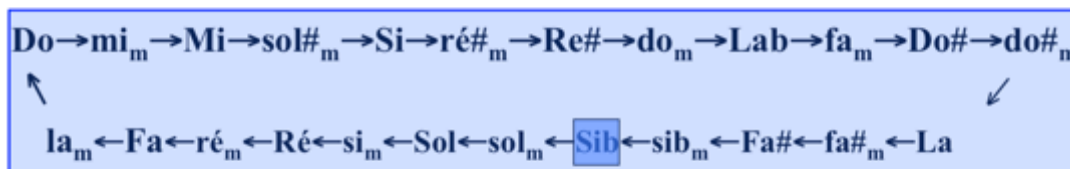
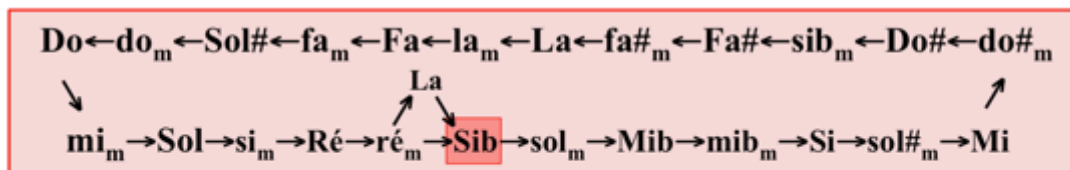
***Aprile* (d'après Gabriele D'Annunzio)**



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.

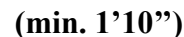
Ce n'est qu'une voix d'eau sur la pierre,
Et combien de fois, combien de fois entendue !
Cet amour et cette heure s'abîment dans cette vie
Comme s'abîment dans l'onde sans fin
Le cadavre et la pierre liés ensemble.

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.

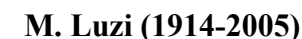




**L'aria tace ed il tempo dietro a te
si leva come un'arida montagna
dove vaga il tuo spirito e si perde,
un vento raro scivola e ristagna.**



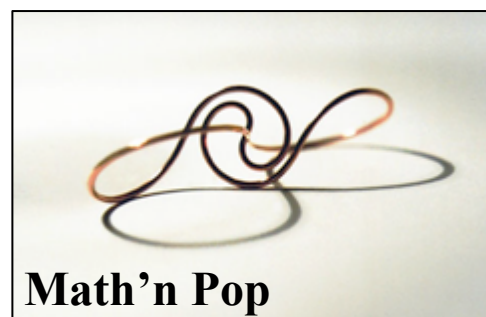
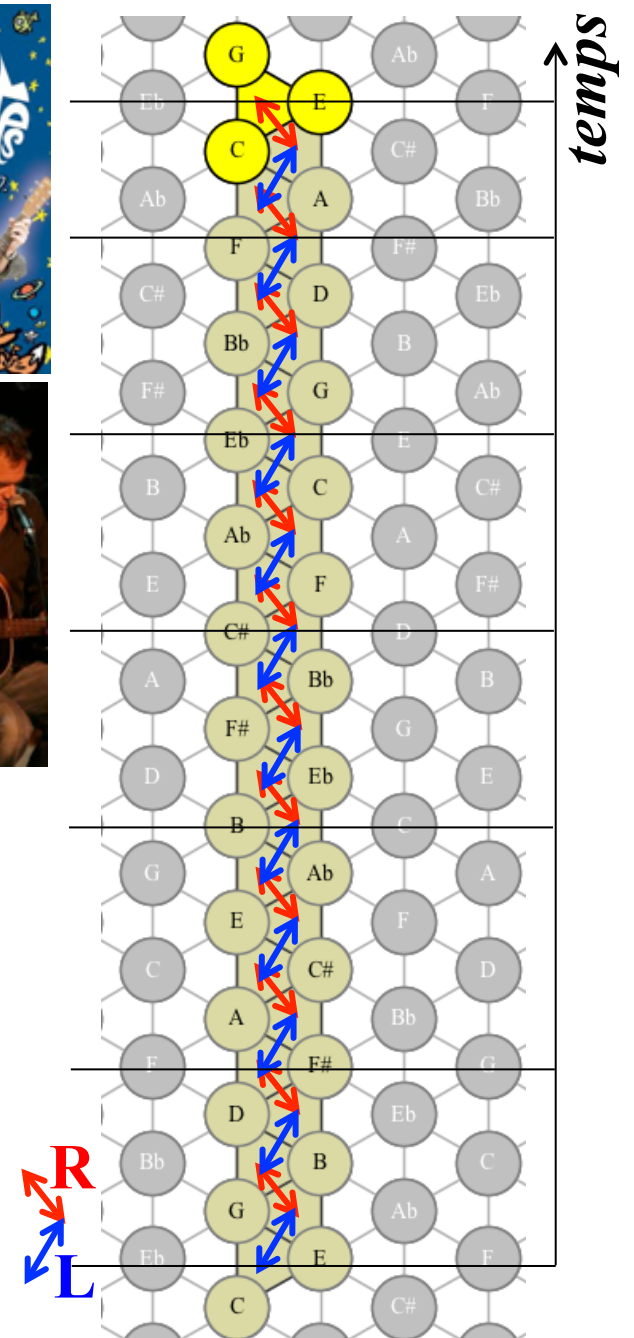
(tr. Antonia Soulez)



(Polo/Moreno/Dieu)

Dans le sang des coquelicots

Sur le blé vert



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



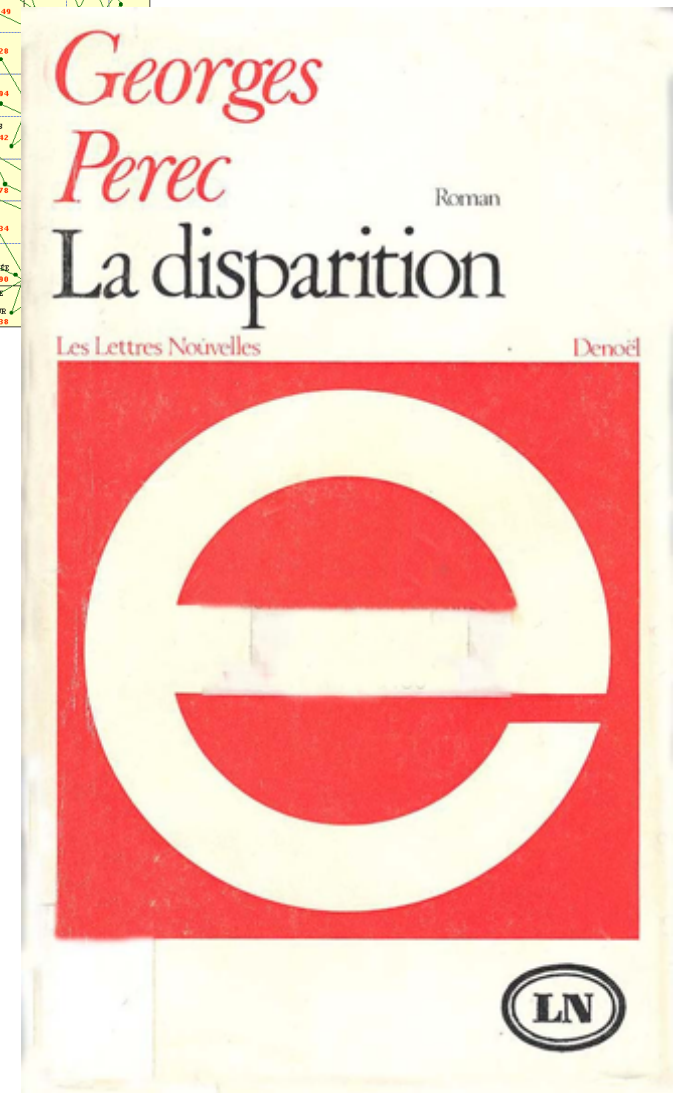
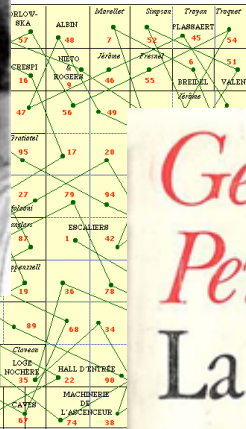
Cent mille milliards de poèmes, 1961



La vie mode d'emploi,



Georges Perec



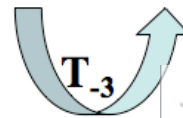
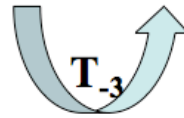
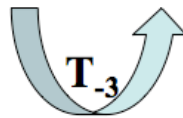
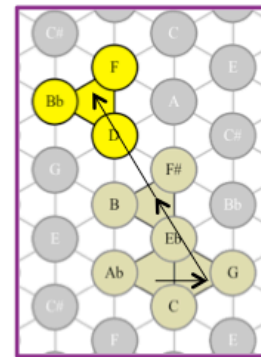
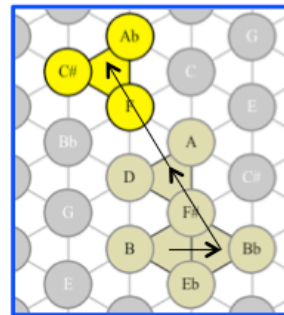
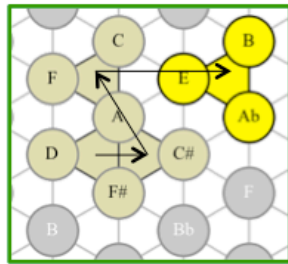
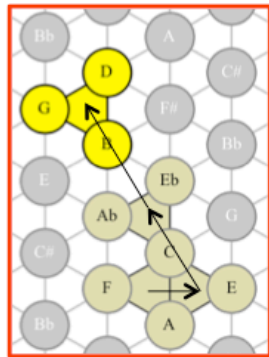
Raymond Queneau



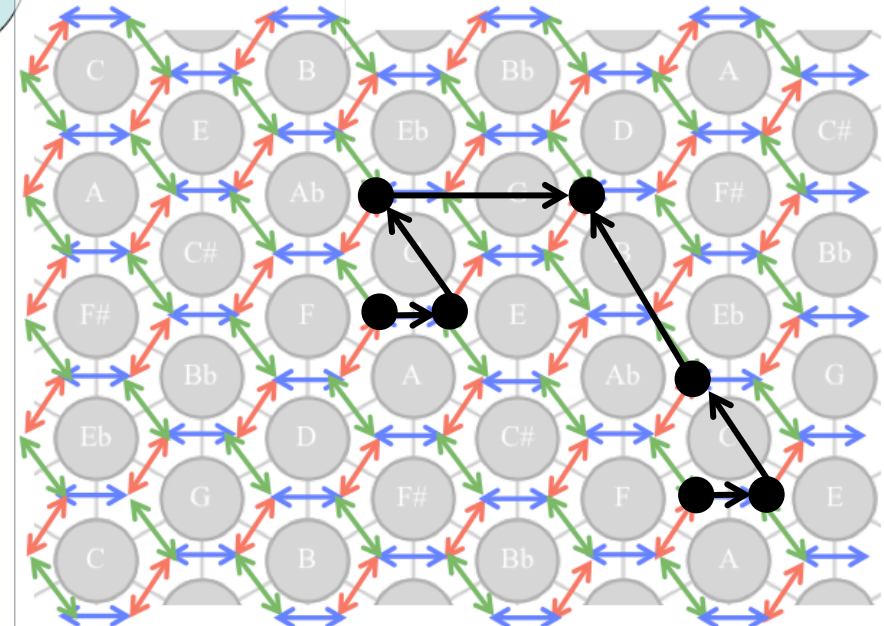
Italo Calvino
Le Château des destins croisés, 1969

Progressions harmoniques et symétries chez Zappa

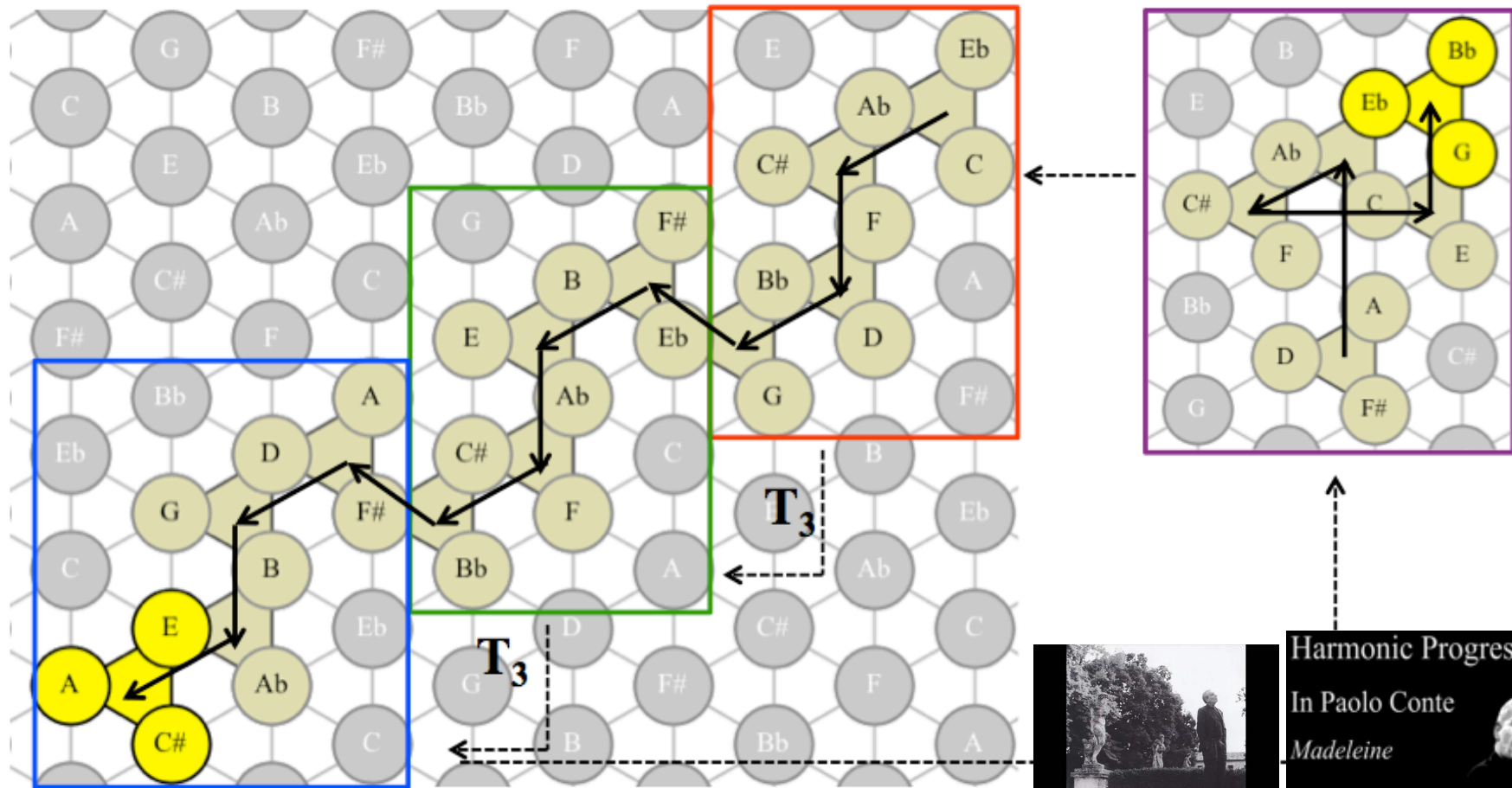
Fa la_m La_b Sol Ré fa_{#m} Fa Mi Si la_{#m} Ré Ré_b La_b do_m Si Si_b



F. Zappa, « Easy Meat » - 1981
min. 1'44" – 2'39"



Progressions harmoniques et symétries chez Paolo Conte



Harmonic Progressions
In Paolo Conte
Madeleine

