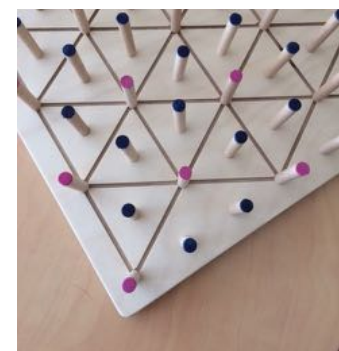




Représentations géométriques en musique savante et dans la chanson

Lycée Saint-Louis de Gonzague

15 septembre 2017

Moreno Andreatta

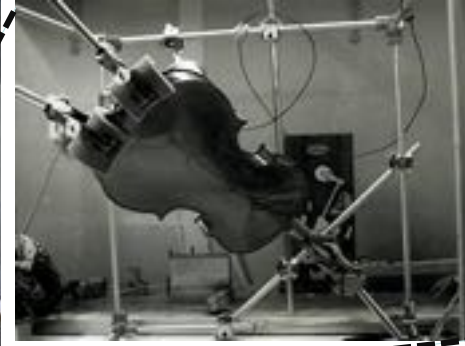
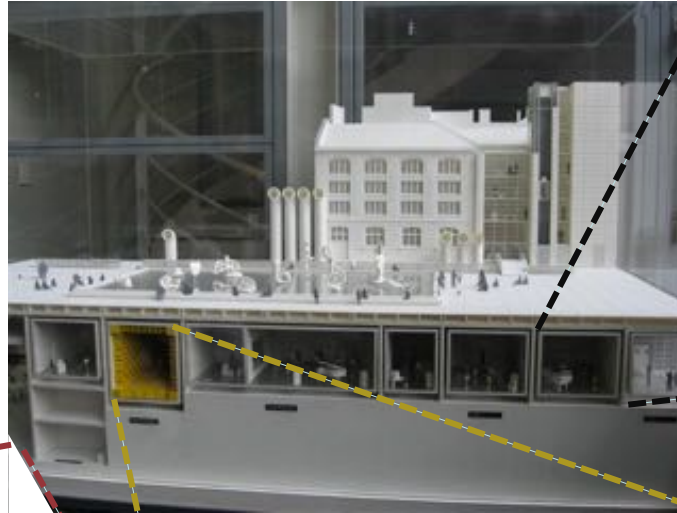
Music Representations Team

IRCAM / CNRS UMR 9912 / UPMC, Paris

IRMA & GREAM, University of Strasbourg

<http://repmus.ircam.fr/moreno>

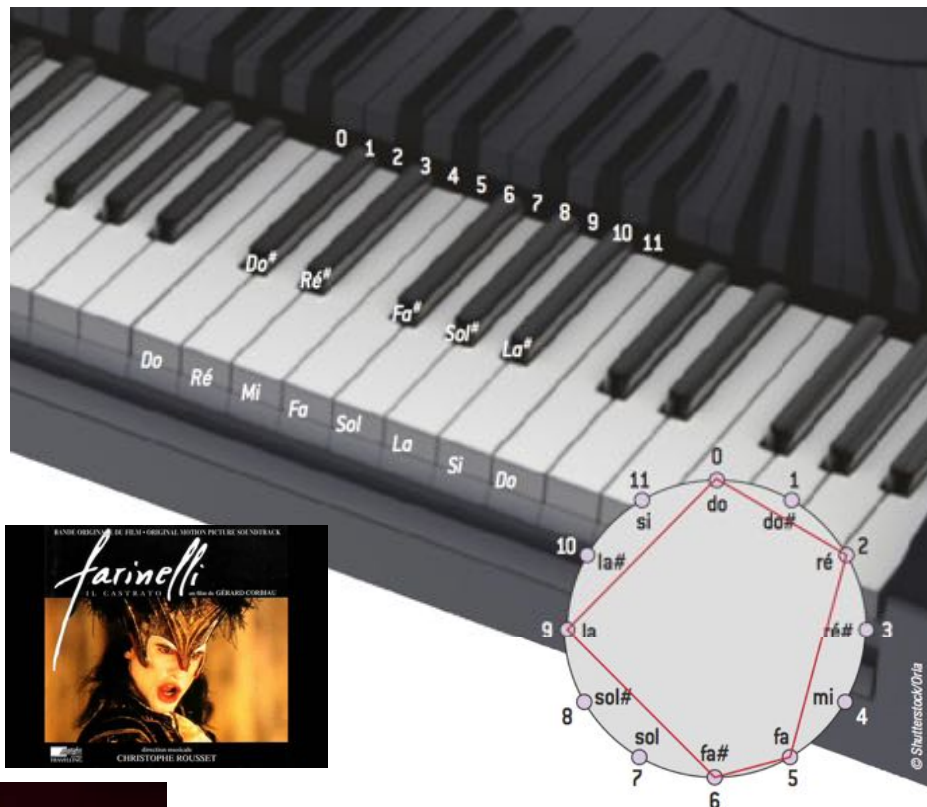
La recherche musicale et scientifique à l'IRCAM...



... entre musique savante et *popular music*



MusiqueLab 2

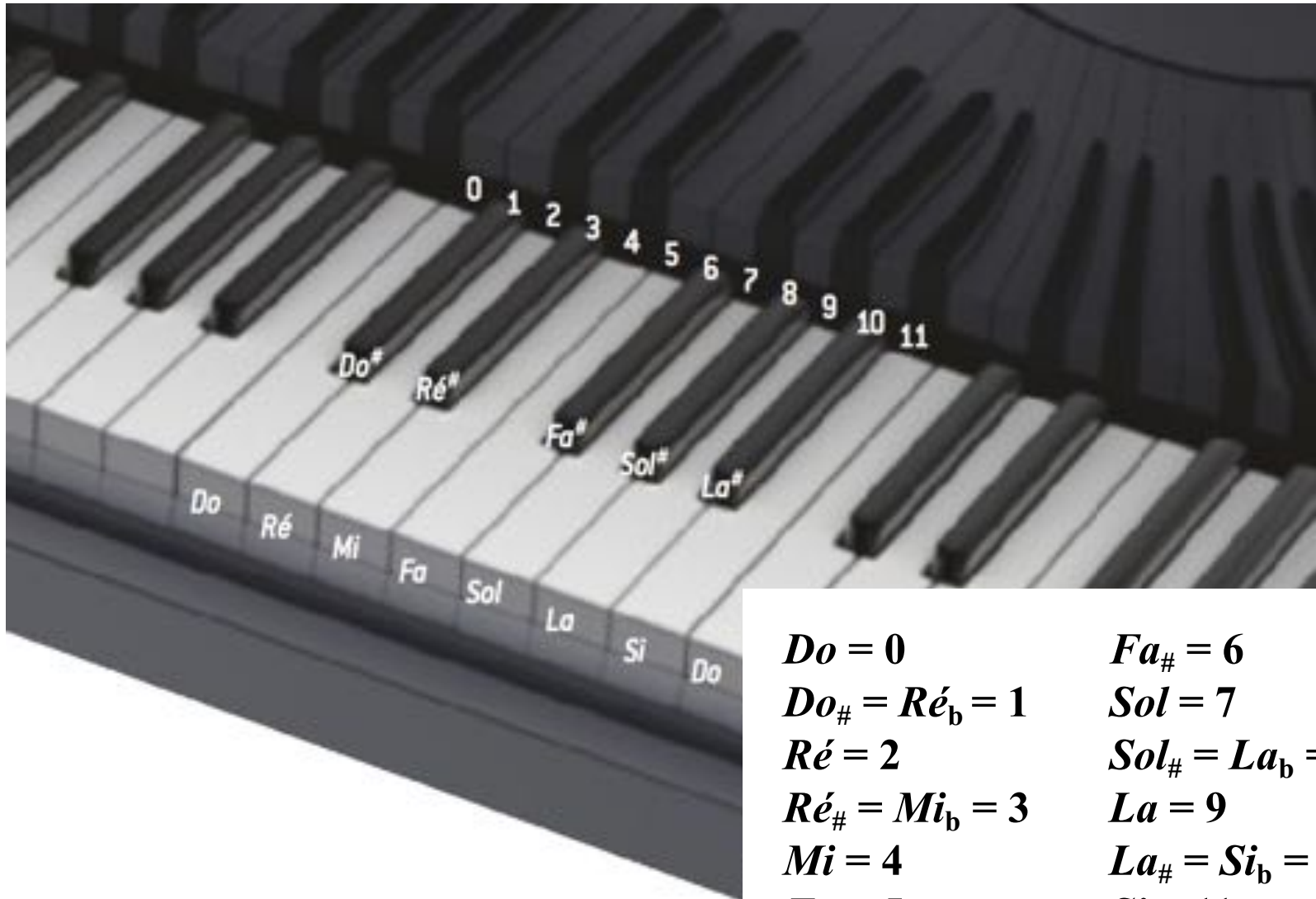


OMAX (logiciel d'improvisation)

Le piano : douze notes = douze nombres



Le piano : douze notes = douze nombres



Do = 0

Do_# = Ré_b = 1

Ré = 2

Ré_# = Mi_b = 3

Mi = 4

Fa = 5

Fa_# = 6

Sol = 7

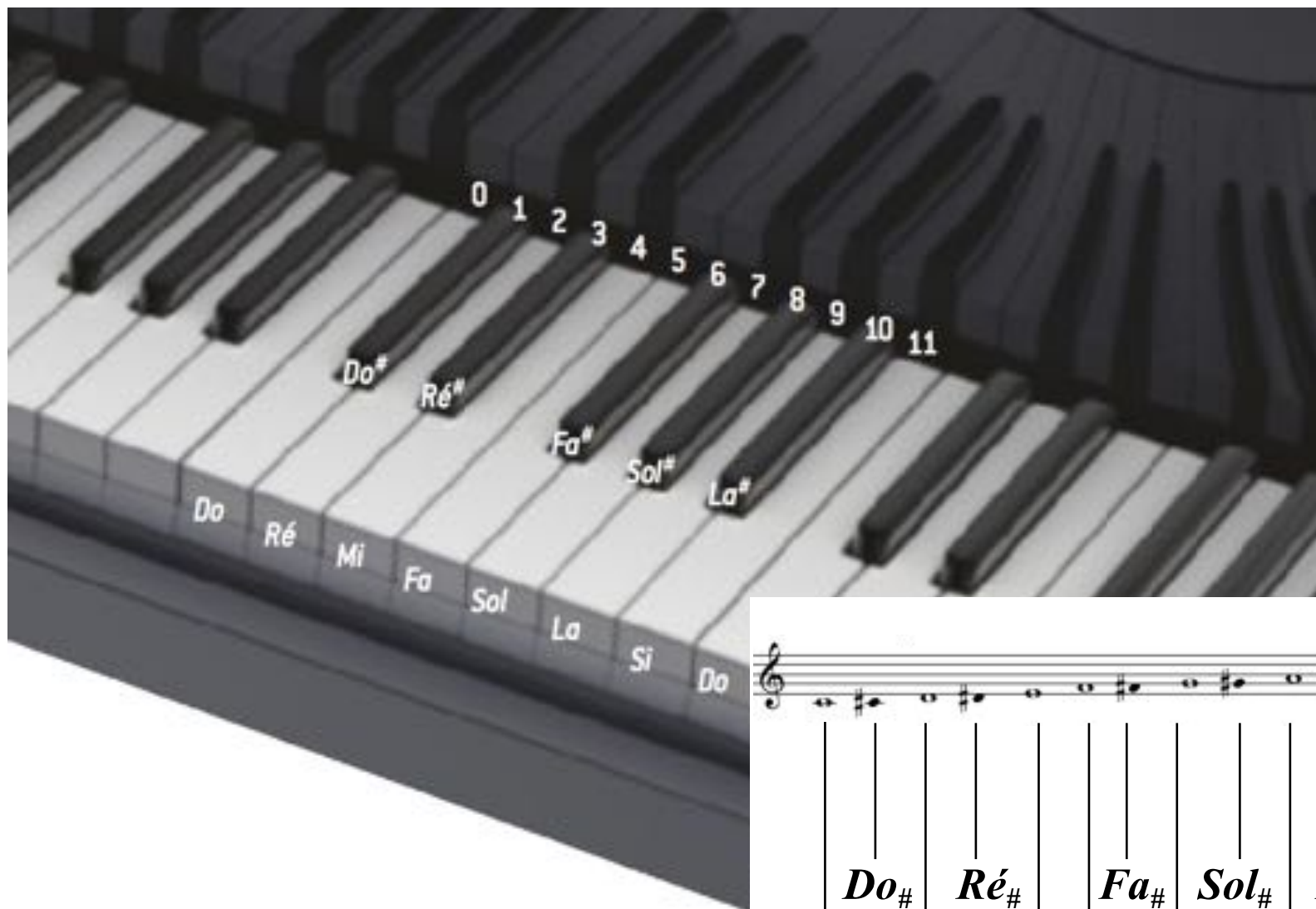
Sol_# = La_b = 8

La = 9

La_# = Si_b = 10

Si = 11

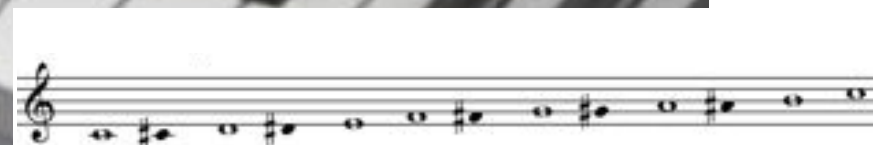
Le piano : douze notes = douze nombres

A musical staff in treble clef showing the twelve notes of the chromatic scale. The notes are: Do# (sharp), Ré# (sharp), Fa# (sharp), Sol# (sharp), La# (sharp), Si (natural), and Do (natural). Below the staff, vertical lines connect the notes to their French names and enharmonic equivalents.

Do#	Ré#	Fa#	Sol#	La#	Si	Do
<i>Do#</i>	<i>Ré#</i>	<i>Fa#</i>	<i>Sol#</i>	<i>La#</i>	<i>Si</i>	<i>Do</i>
<i>Ré_b</i>	<i>Mi_b</i>	<i>Sol_b</i>	<i>La_b</i>	<i>Si_b</i>		

Do Ré Mi Fa Sol La Si Do

Le piano : douze notes = douze nombres



					
<i>Do_#</i>	<i>Ré_#</i>	<i>Fa_#</i>	<i>Sol_#</i>	<i>La_#</i>	
<i>Ré_b</i>	<i>Mi_b</i>	<i>Sol_b</i>	<i>La_b</i>	<i>Si_b</i>	

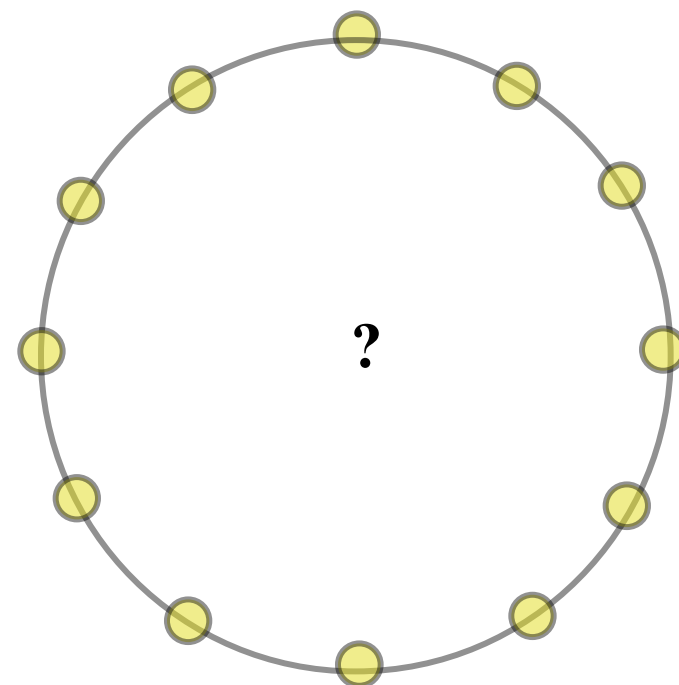
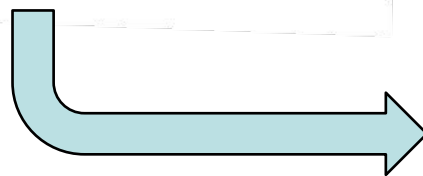
Do Ré Mi Fa Sol La Si do

Du piano à l'horloge musicale

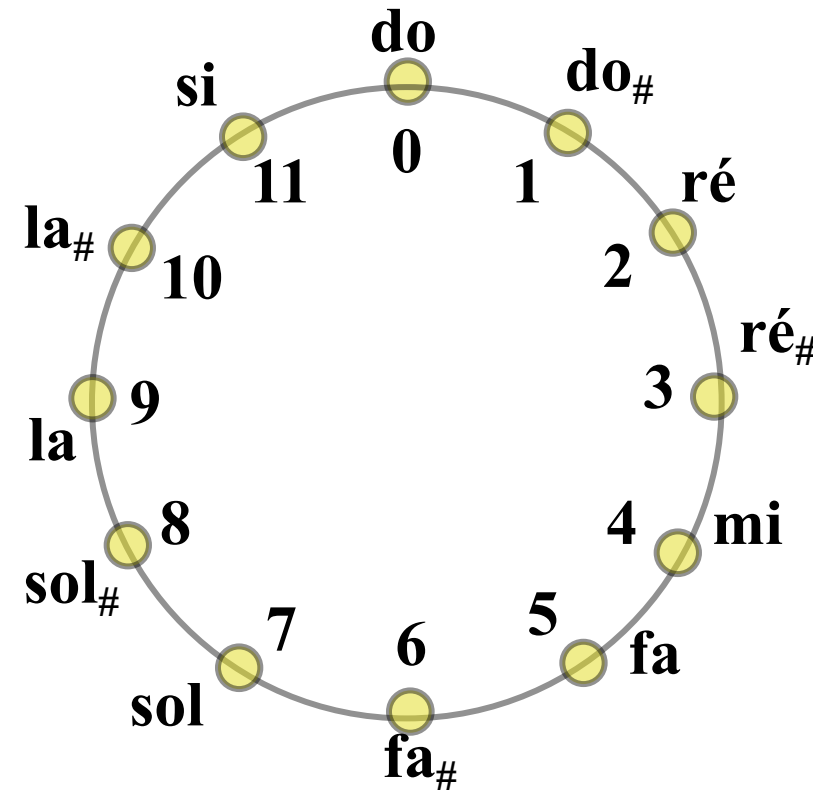


***Do** = 0*
***Do**_# = Ré_b = 1*
***Ré** = 2*
***Ré**_# = Mi_b = 3*
***Mi** = 4*
***Fa** = 5*

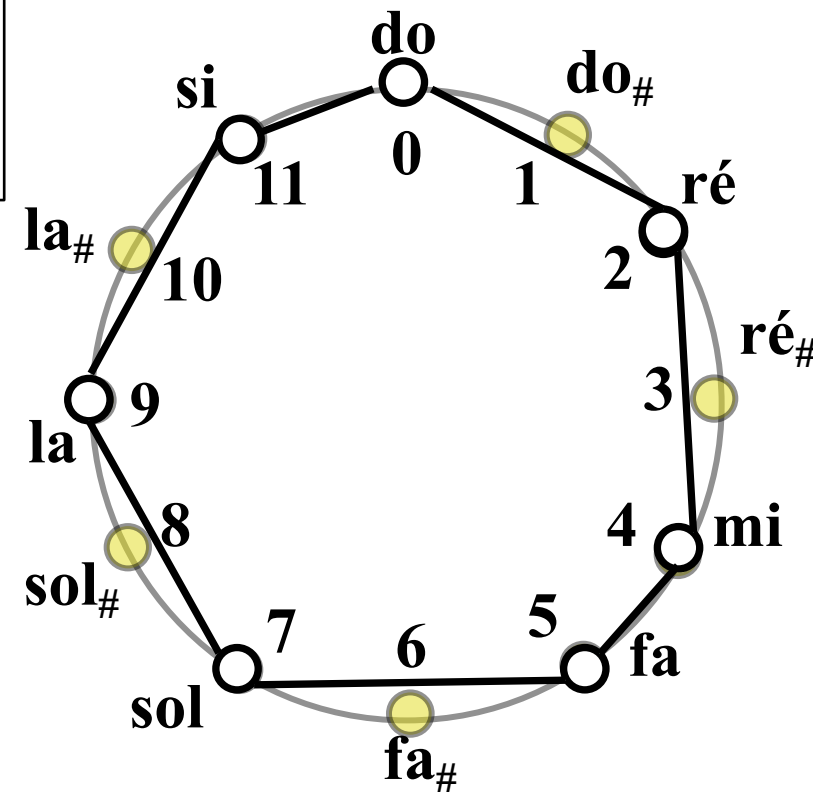
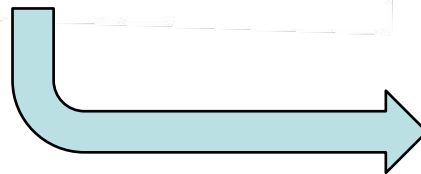
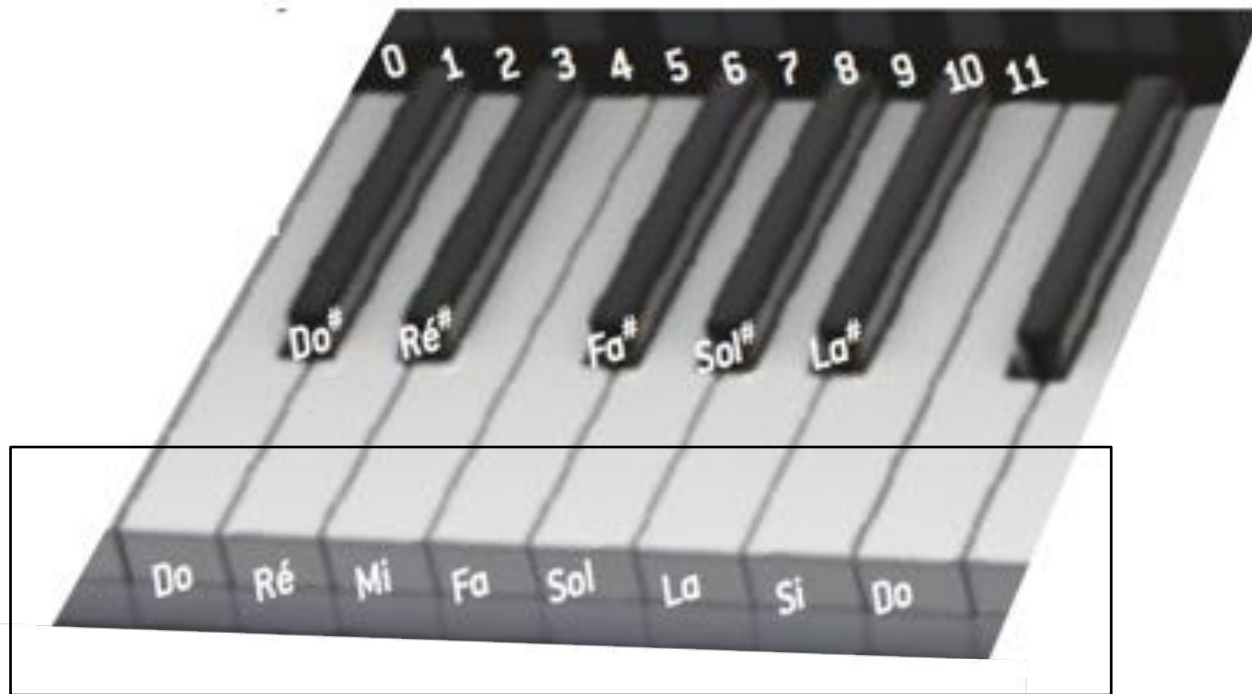
***Fa**_# = 6*
***Sol** = 7*
***Sol**_# = La_b = 8*
***La** = 9*
***La**_# = Si_b = 10*
***Si** = 11*

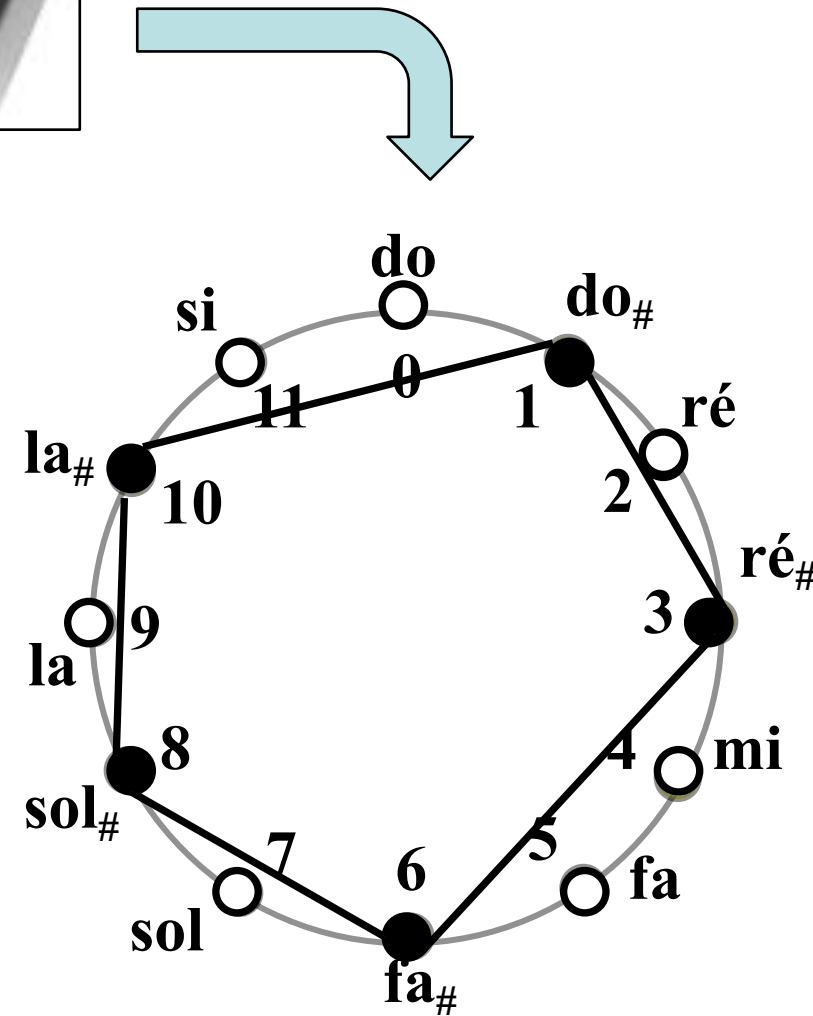


Du piano à l'horloge musicale

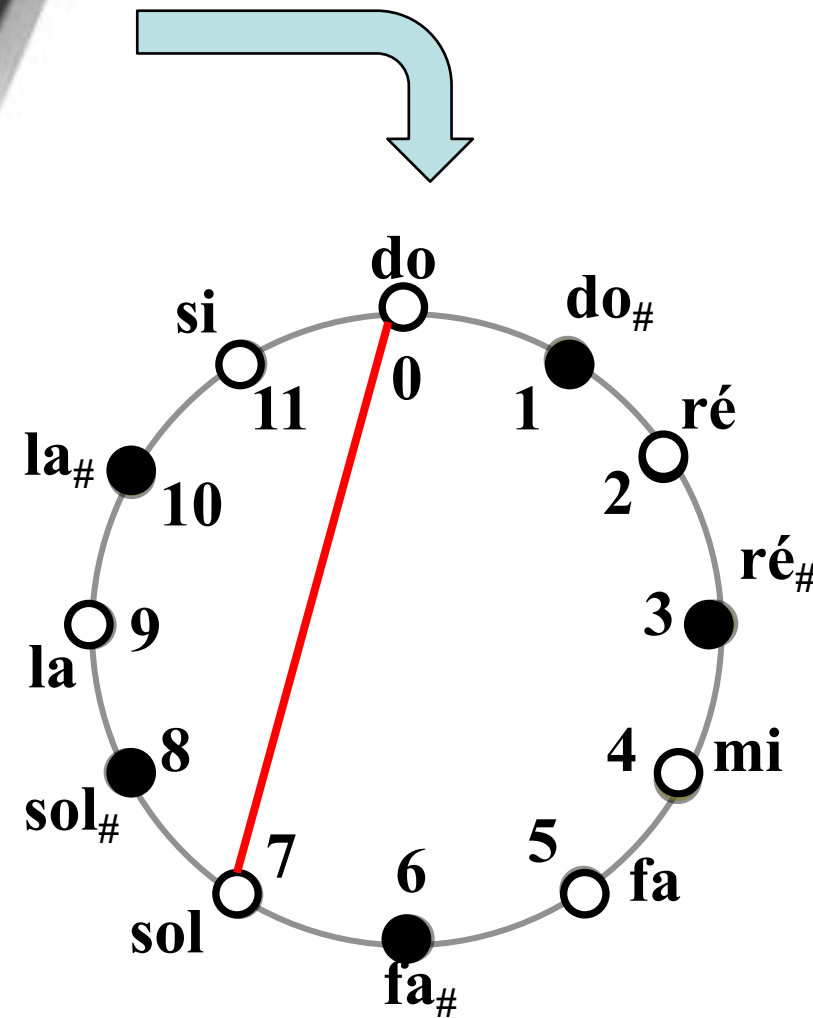
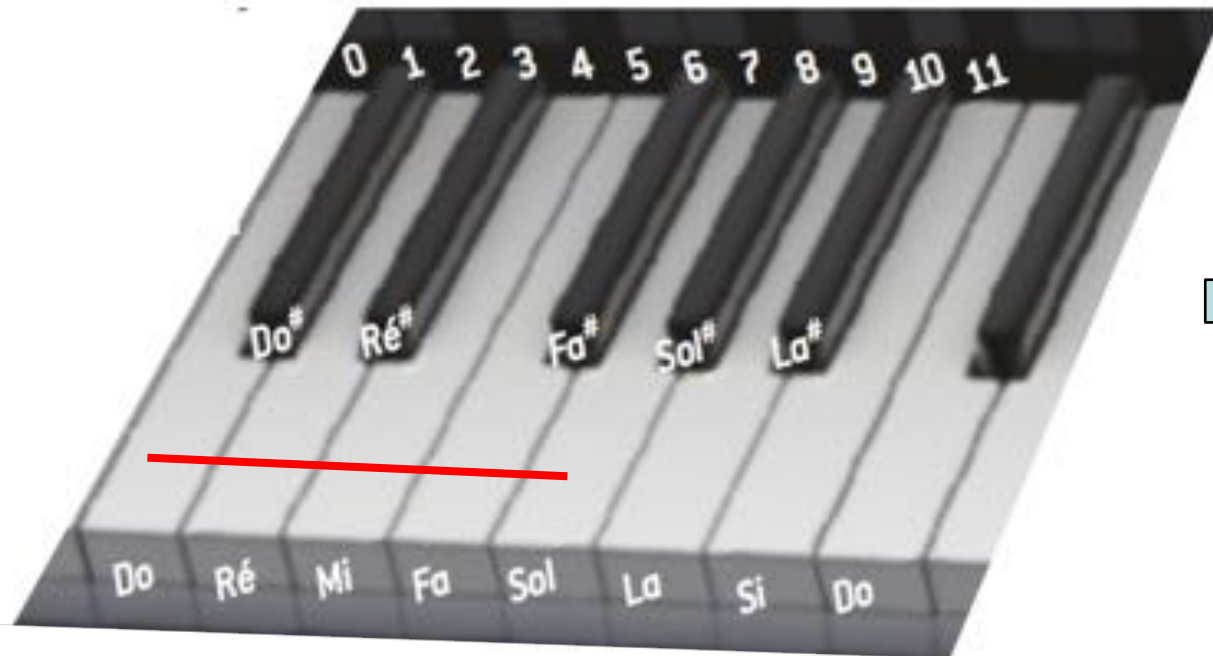


Du piano à l'horloge musicale : les touches blanches

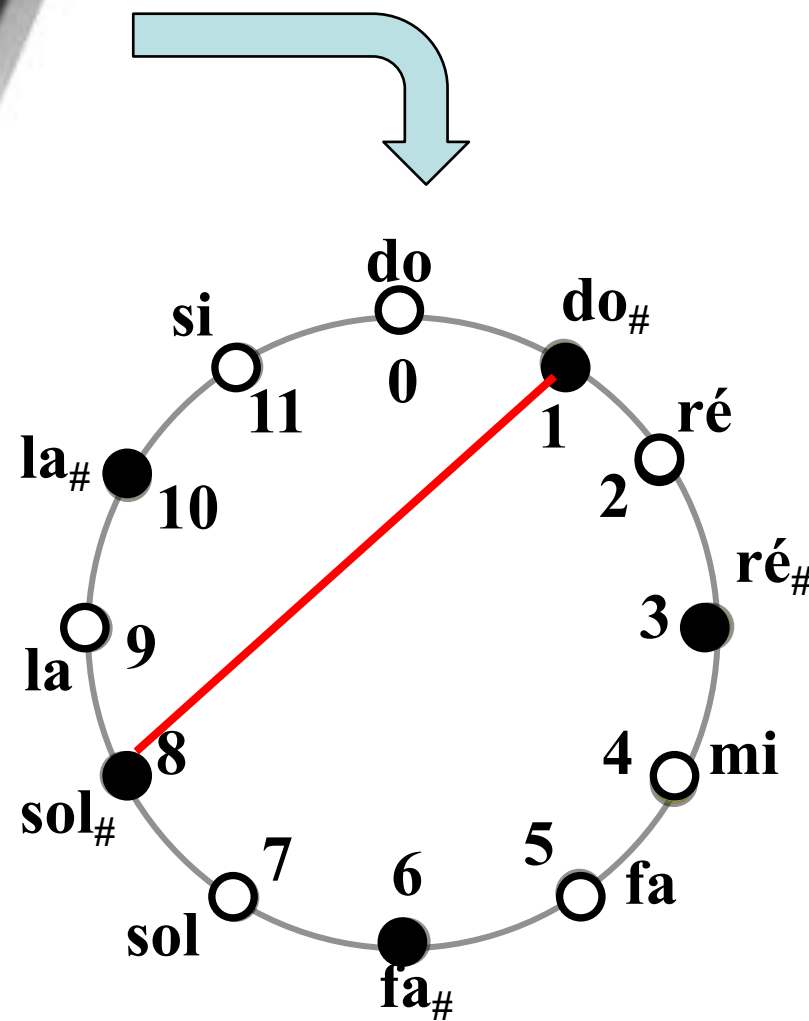
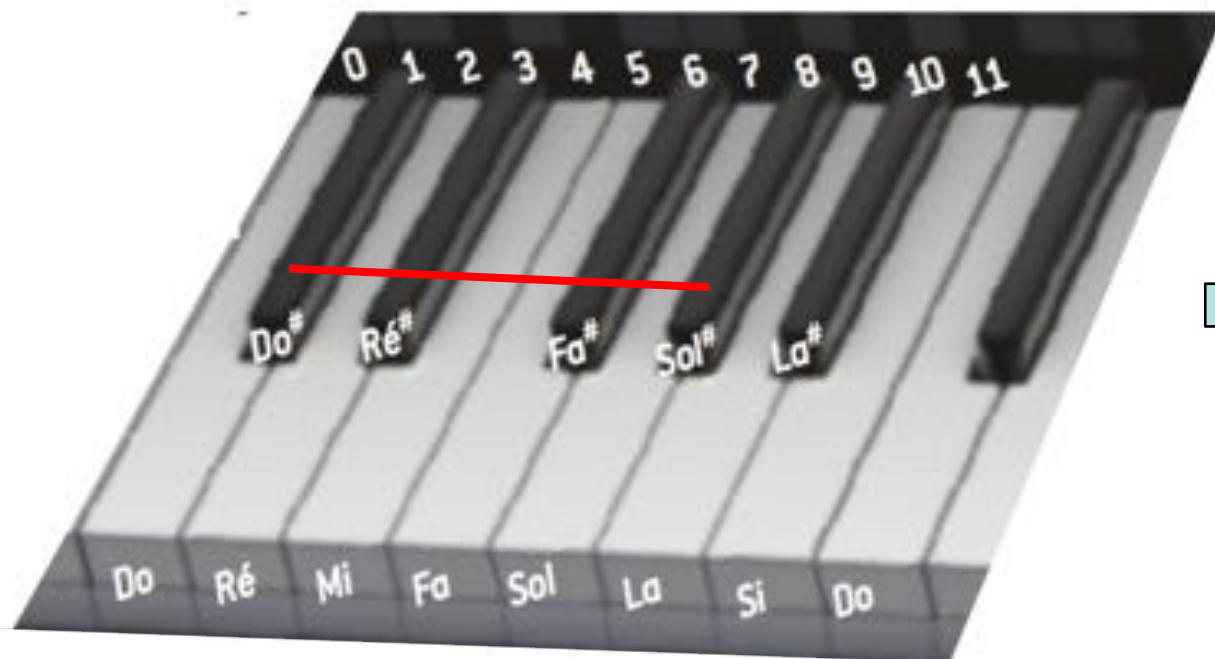




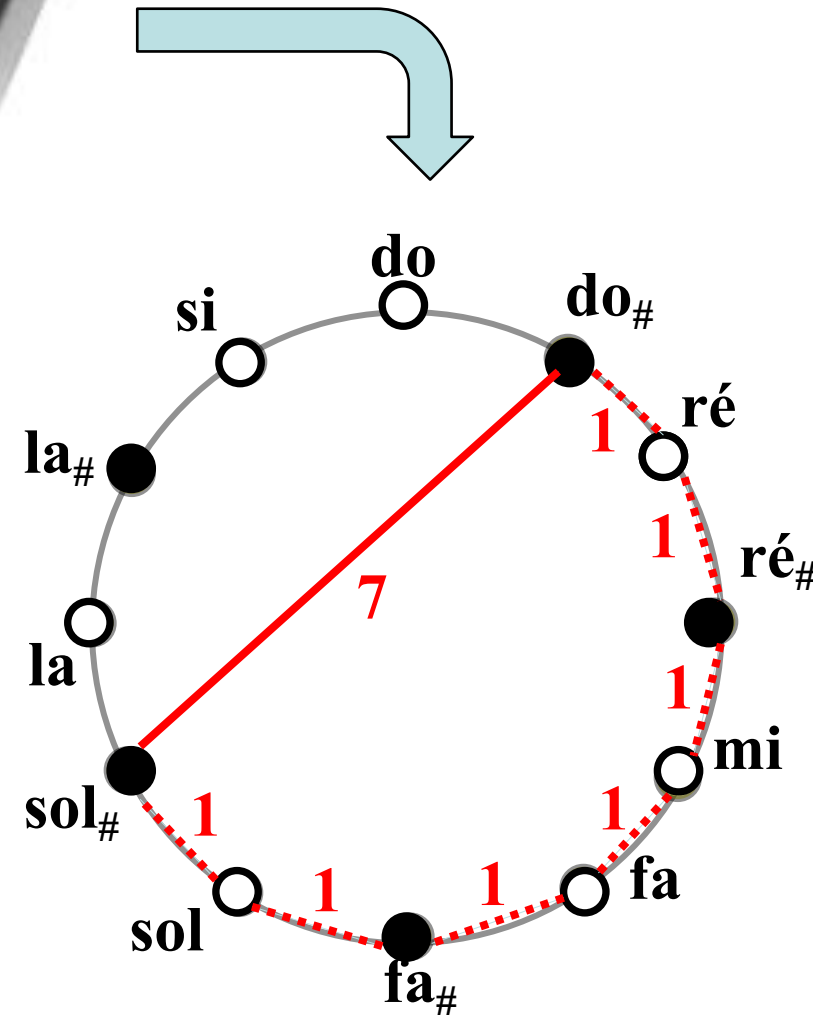
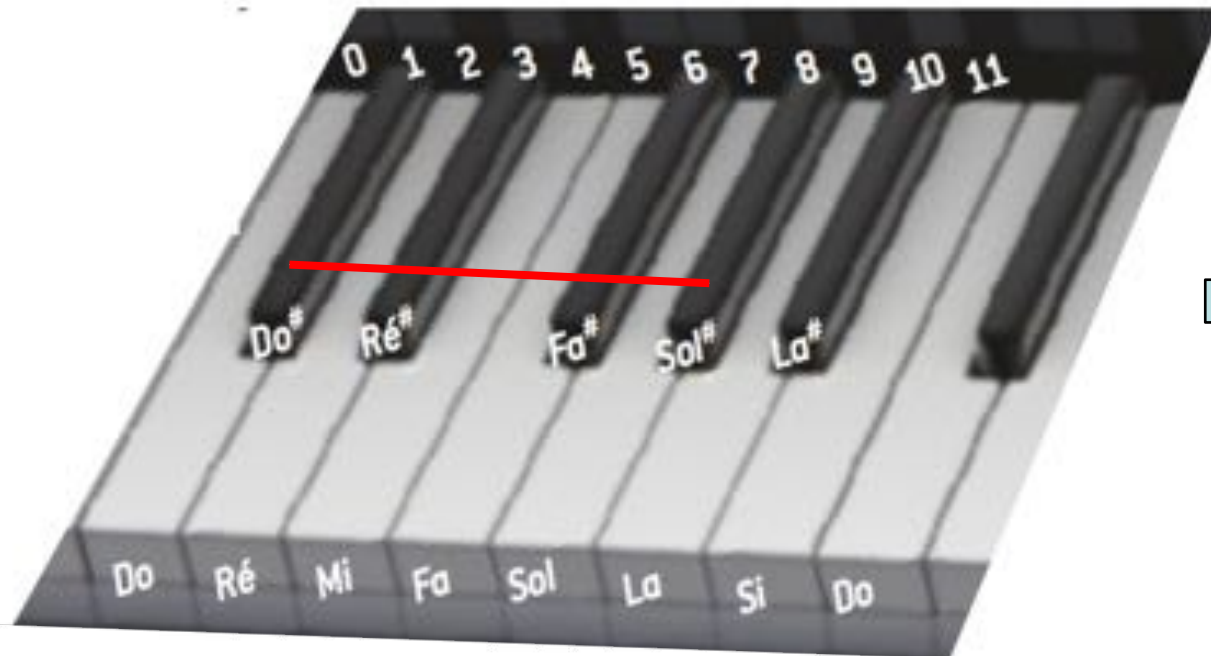
Les intervalles : la QUINTE = 5 touches (blanches)



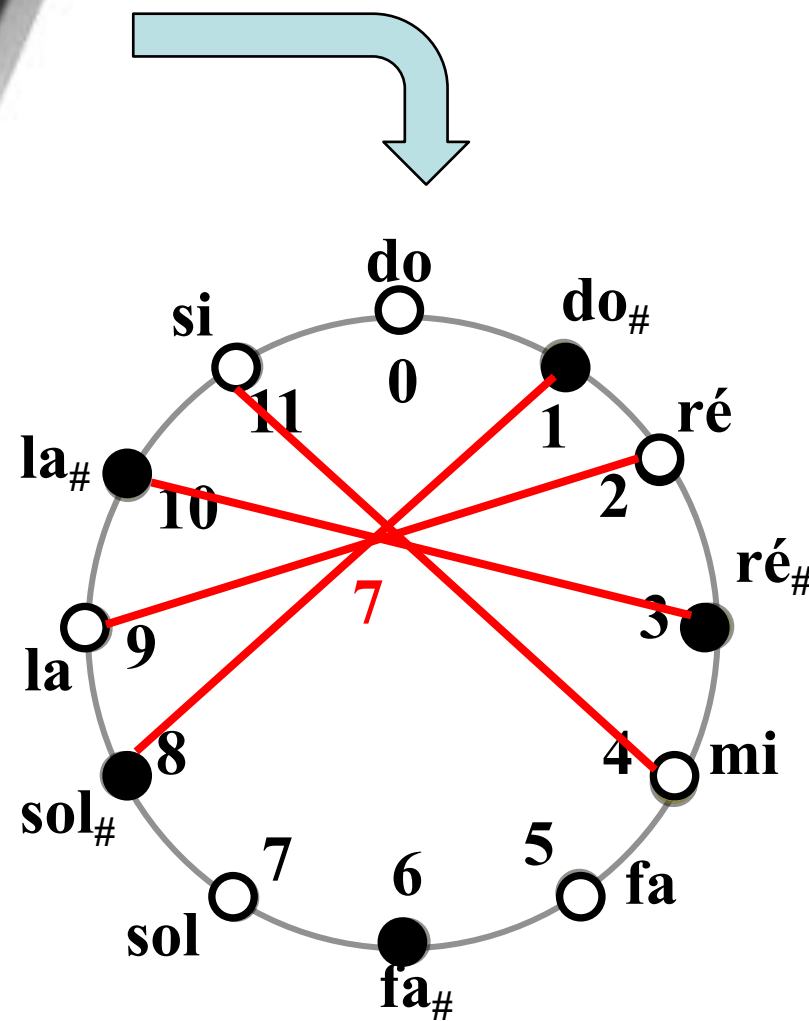
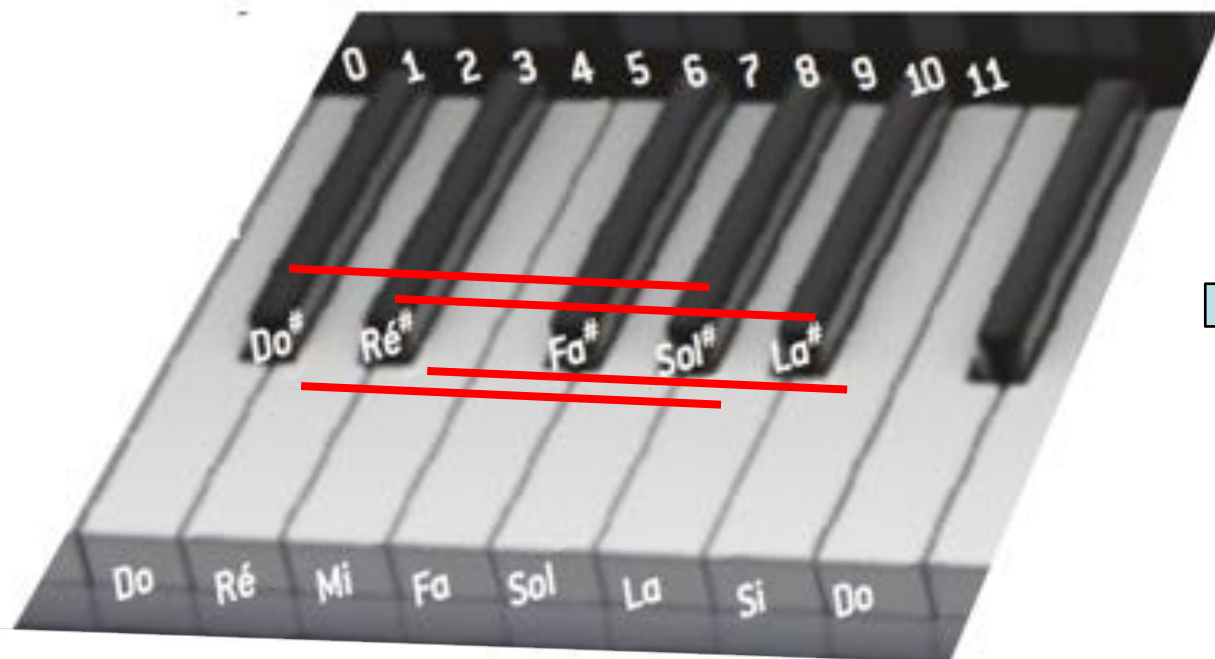
Et les touches noires ?



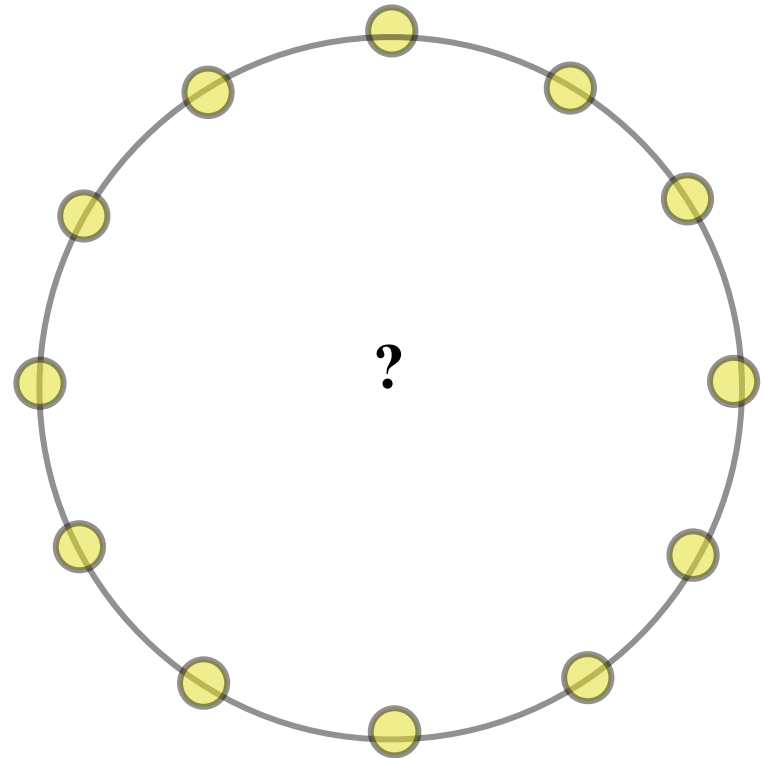
L'intervalle de **QUINTE** = 7 demi-tons



L'intervalle de **QUINTE** = 7 demi-tons

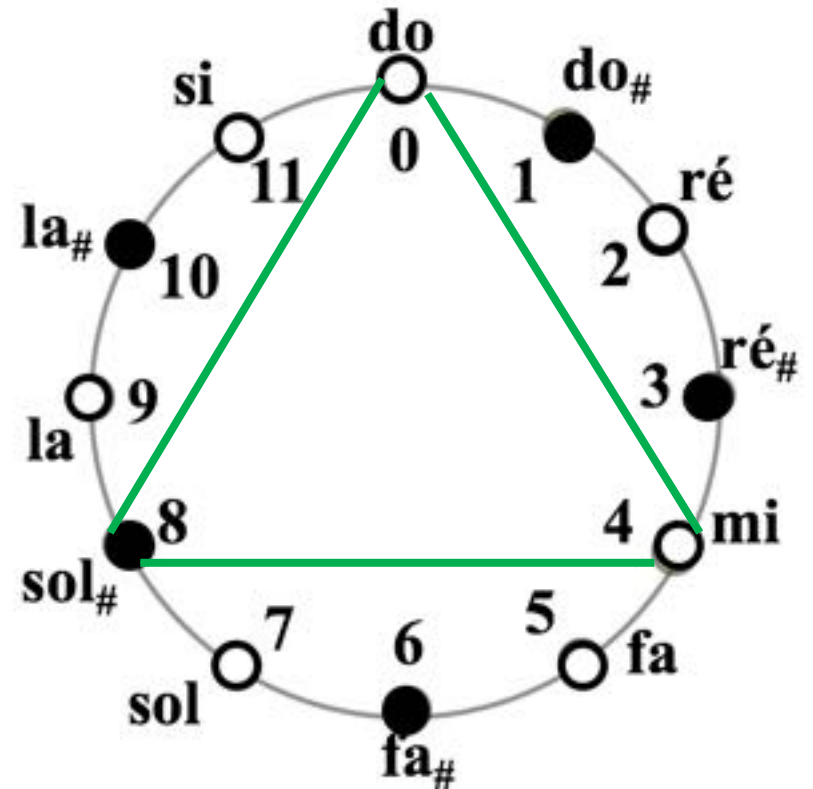
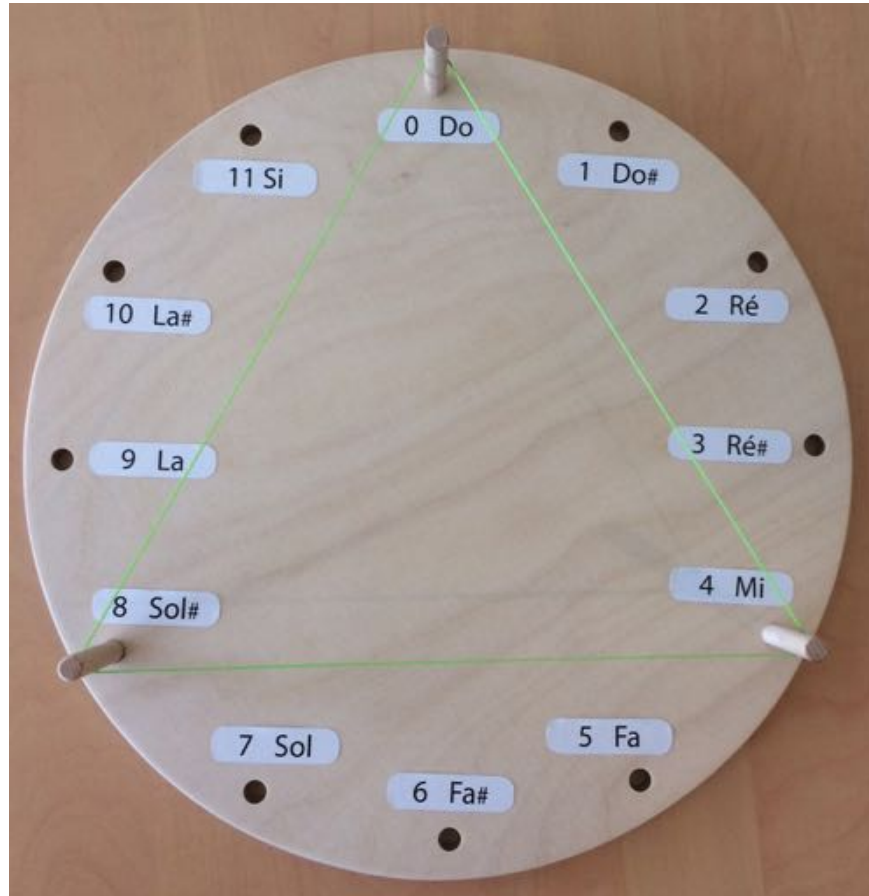


A vous de jouer...

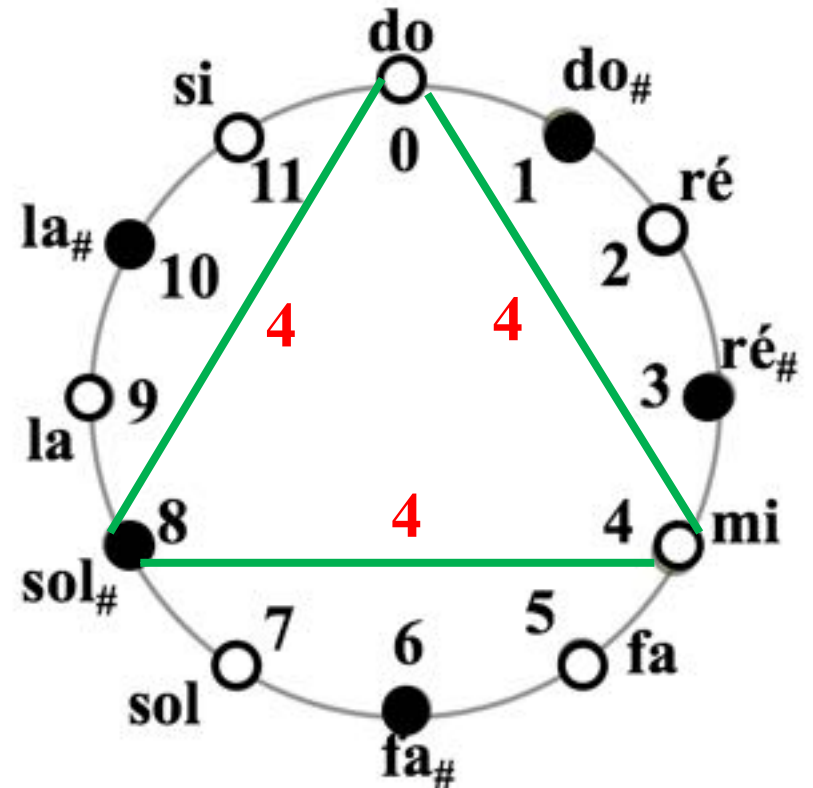
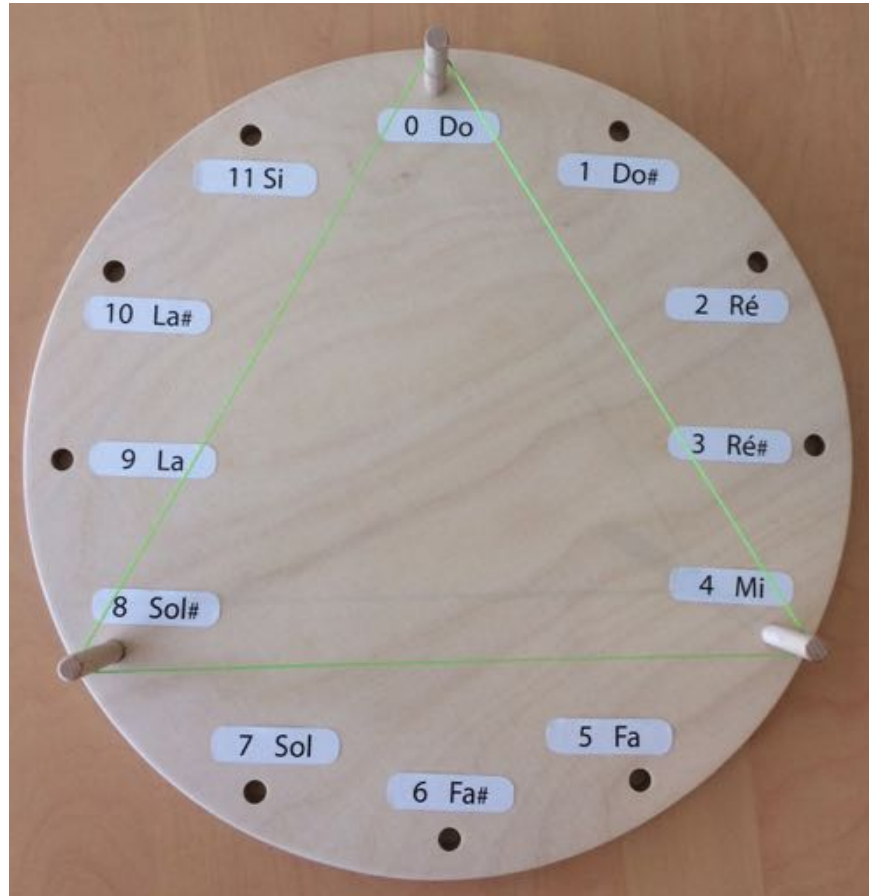


Quelle est la musique d'un triangle équilatéral ?

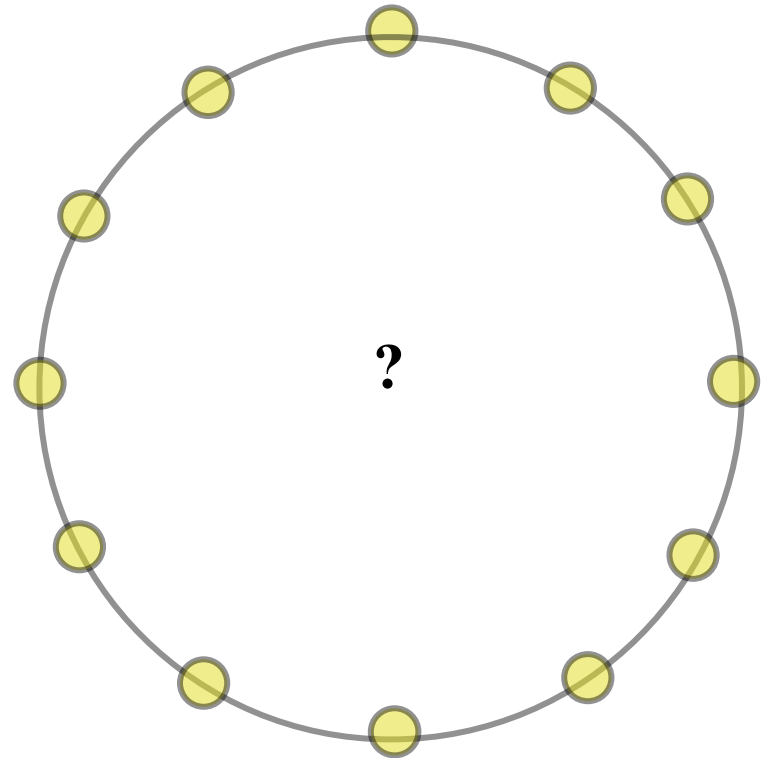
Le triangle équilatéral = l'accord augmenté



Le triangle équilatéral = l'accord augmenté ou (4, 4, 4)

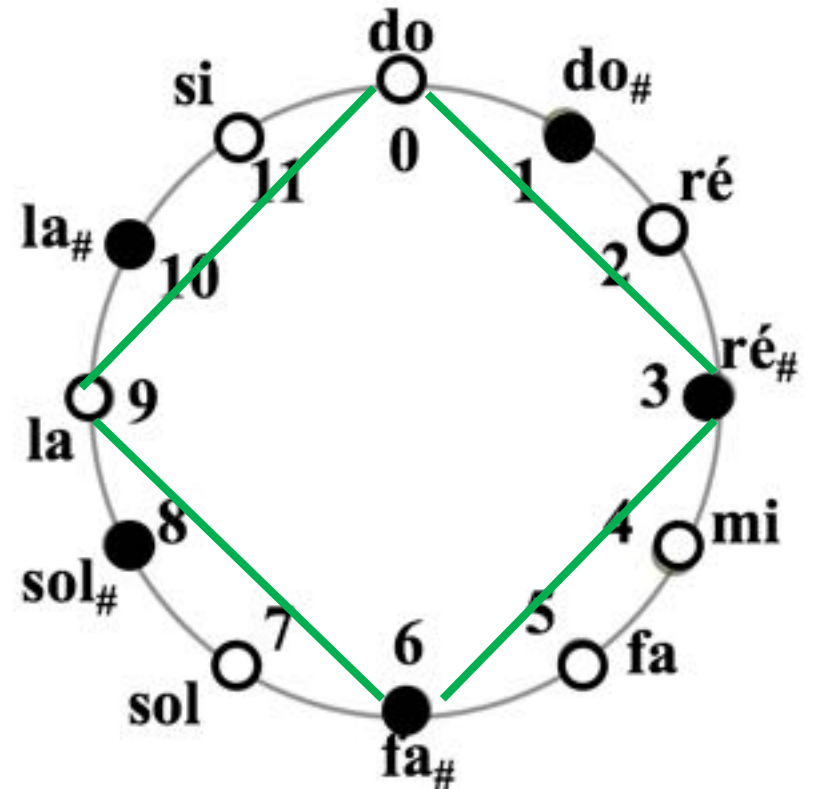
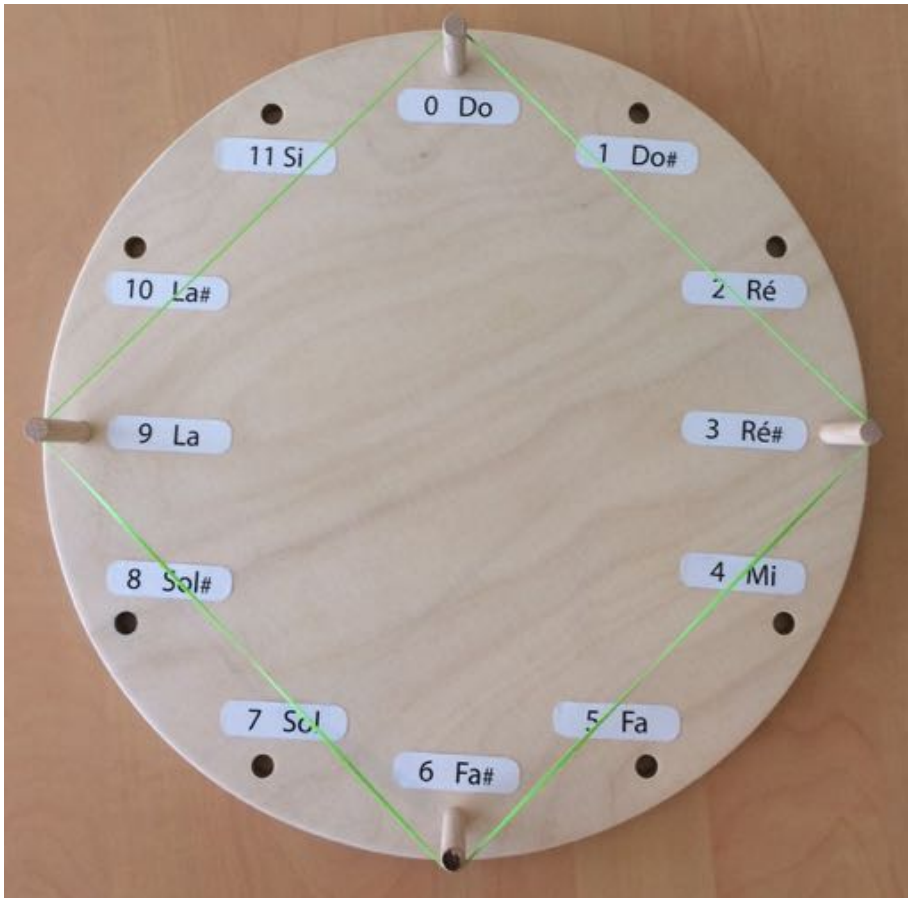


A vous de jouer...

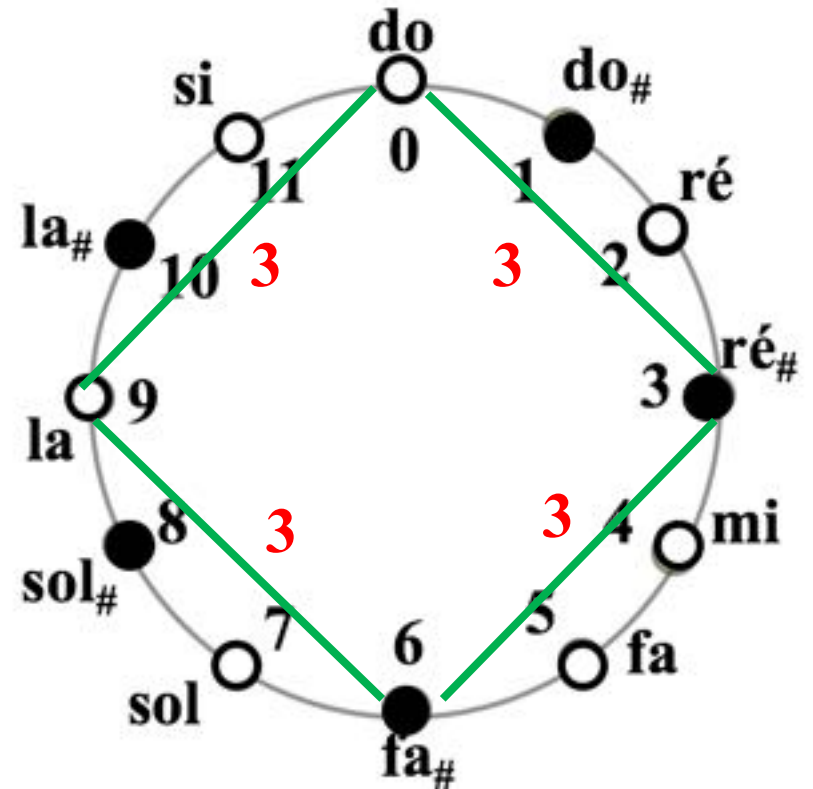
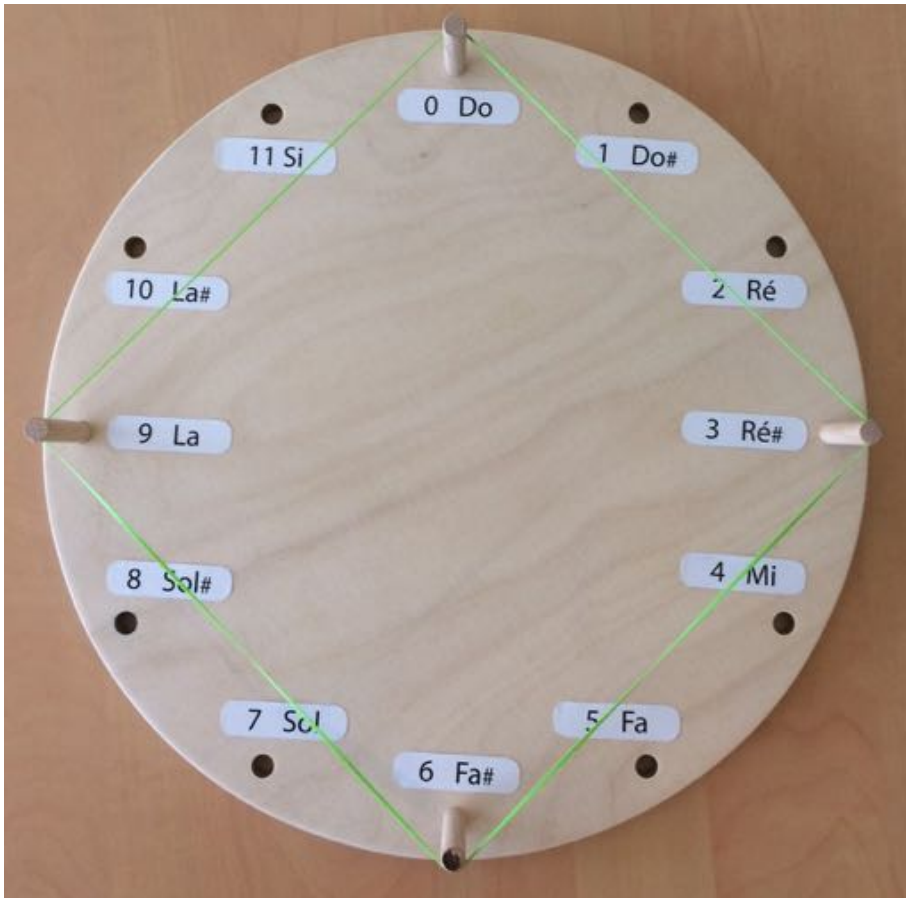


Quelle est la musique d'un carré ?

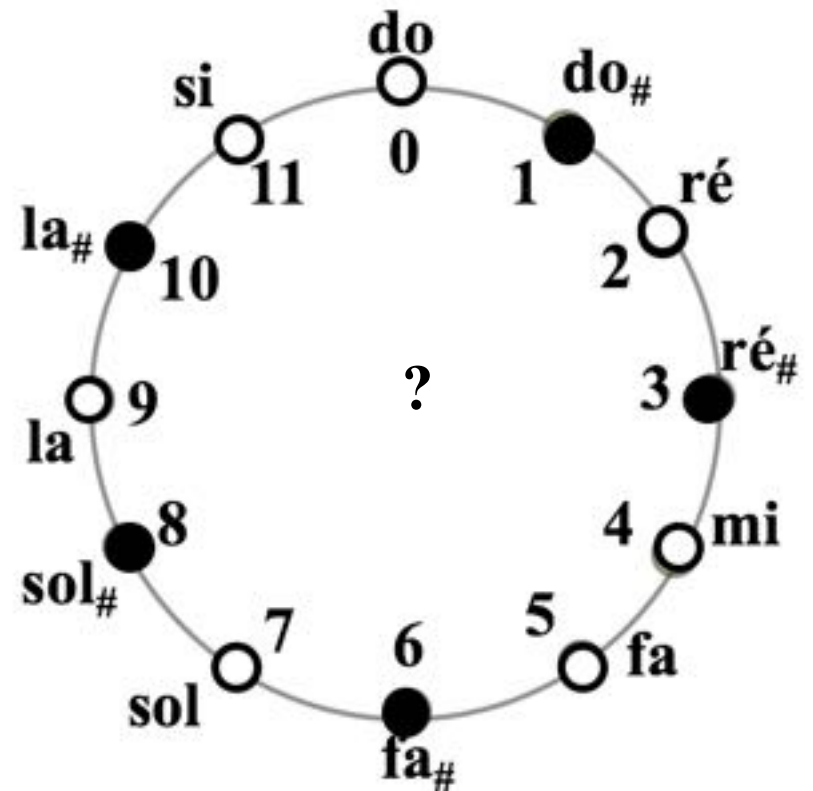
Le carré = l'accord diminué



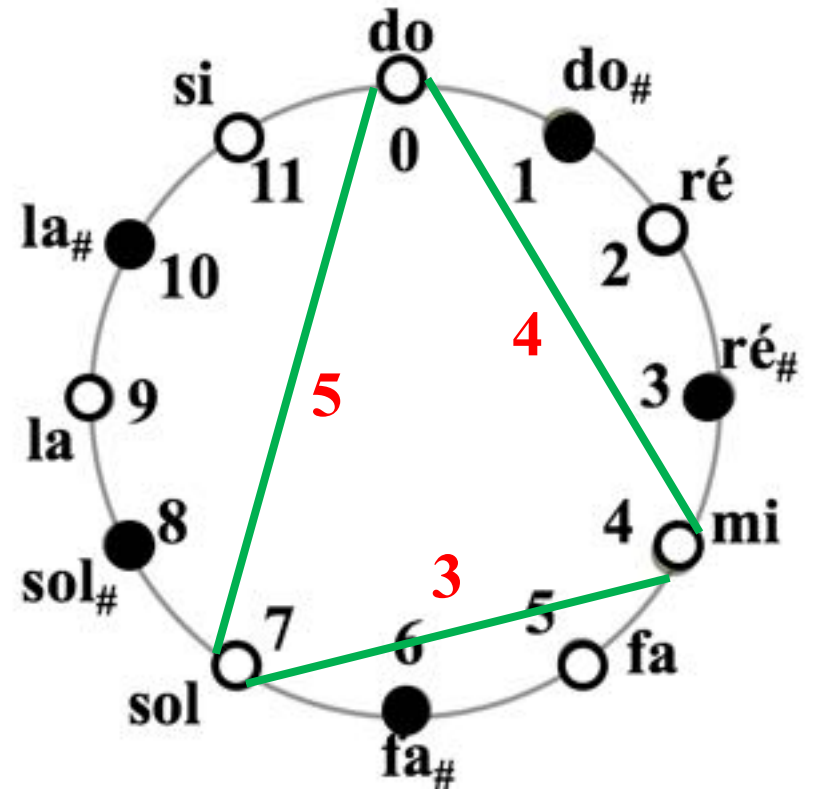
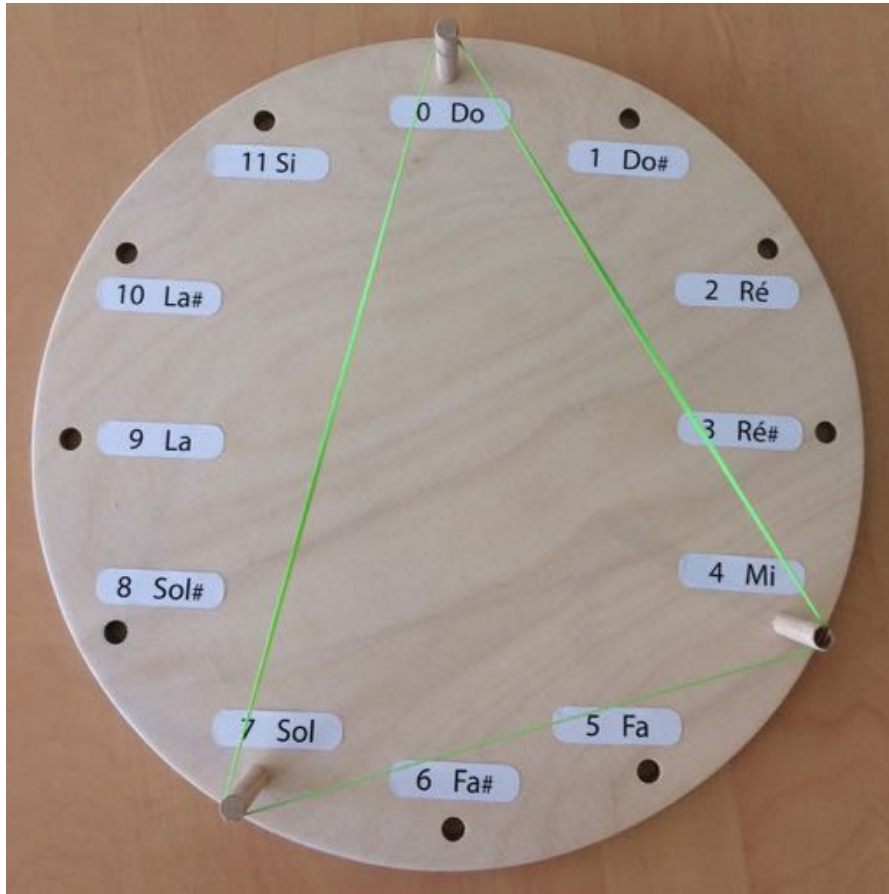
Le carré = l'accord diminué ou (3, 3, 3, 3)



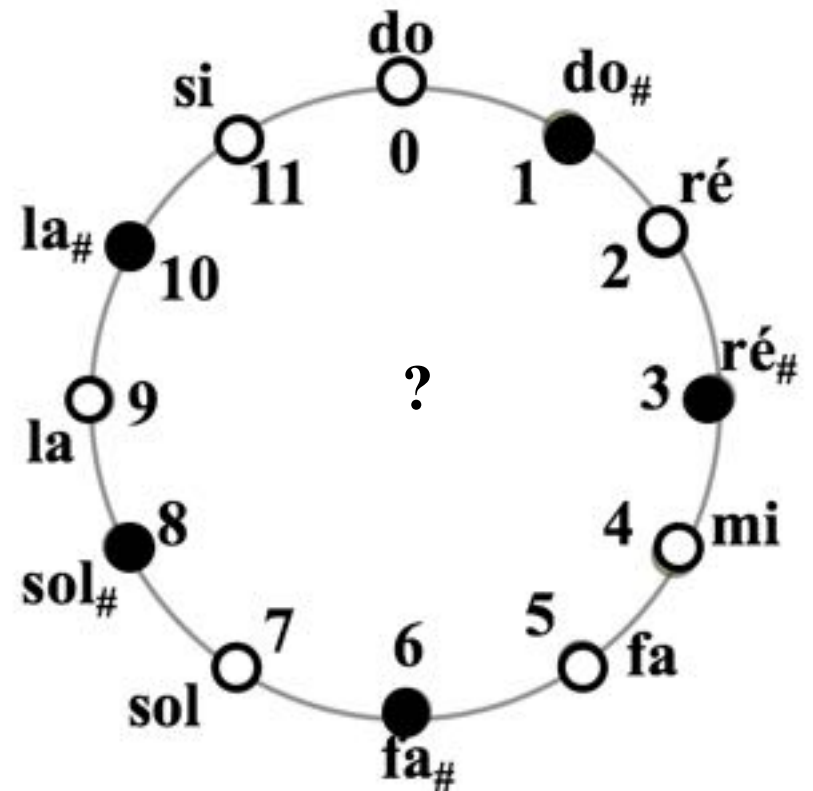
Dessine-moi l'accord majeur ou (4, 3, 5)



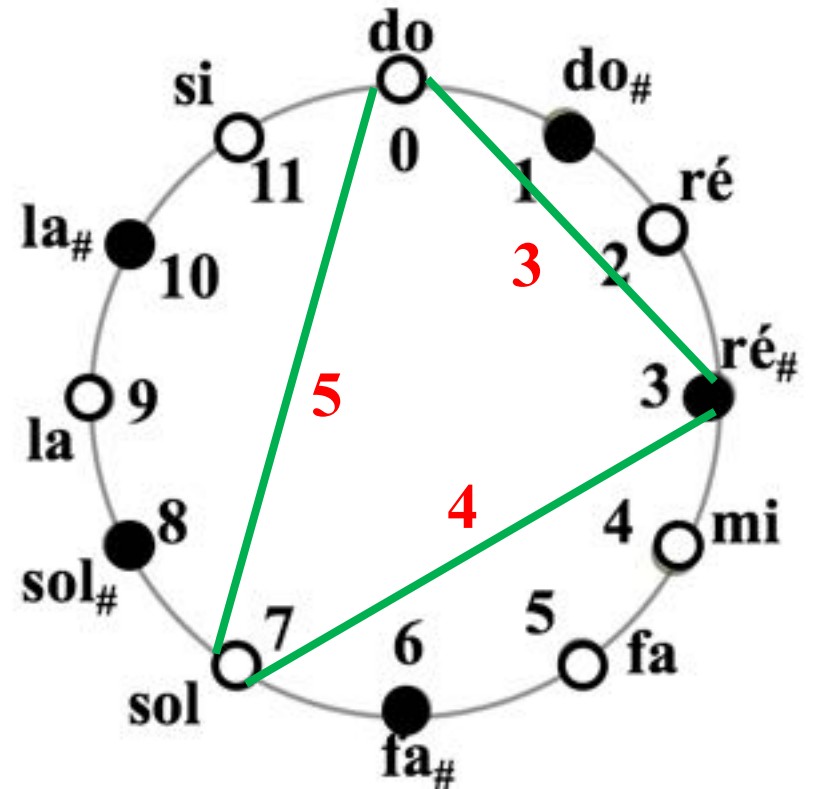
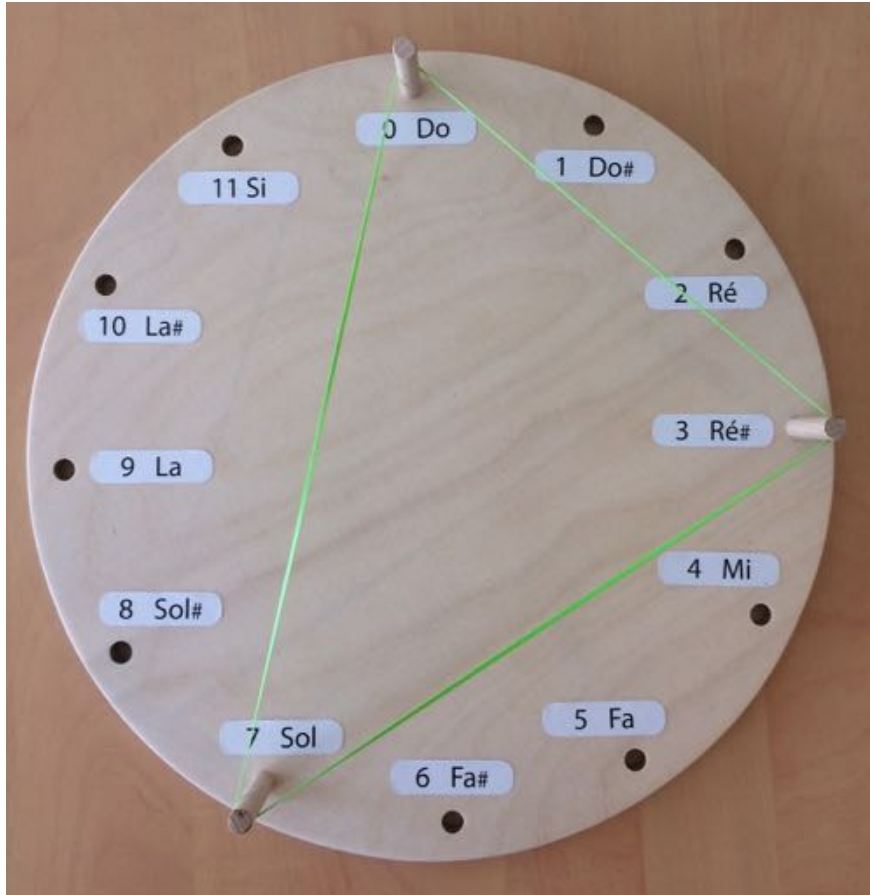
Dessine-moi l'accord majeur ou (4, 3, 5)



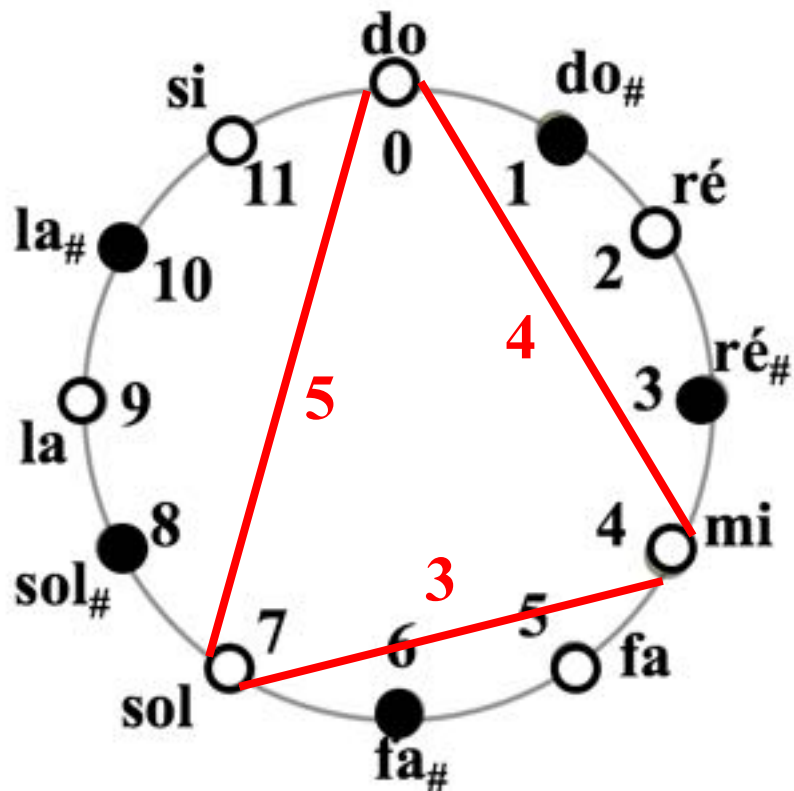
Dessine-moi l'accord mineur ou (3, 4, 5)



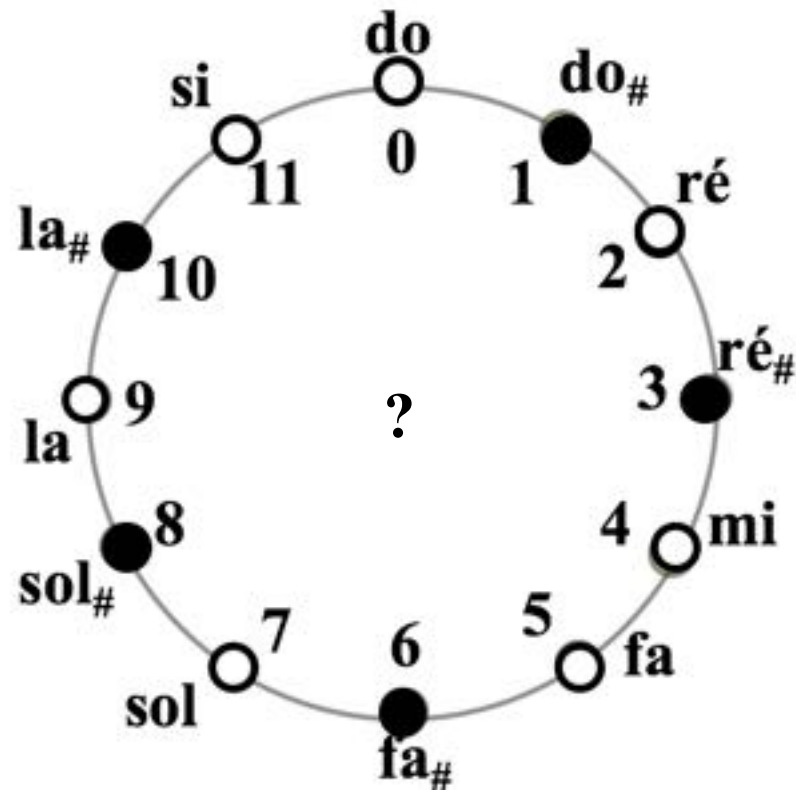
Dessine-moi l'accord mineur ou (3, 4, 5)



Dessine-moi deux accords majeurs

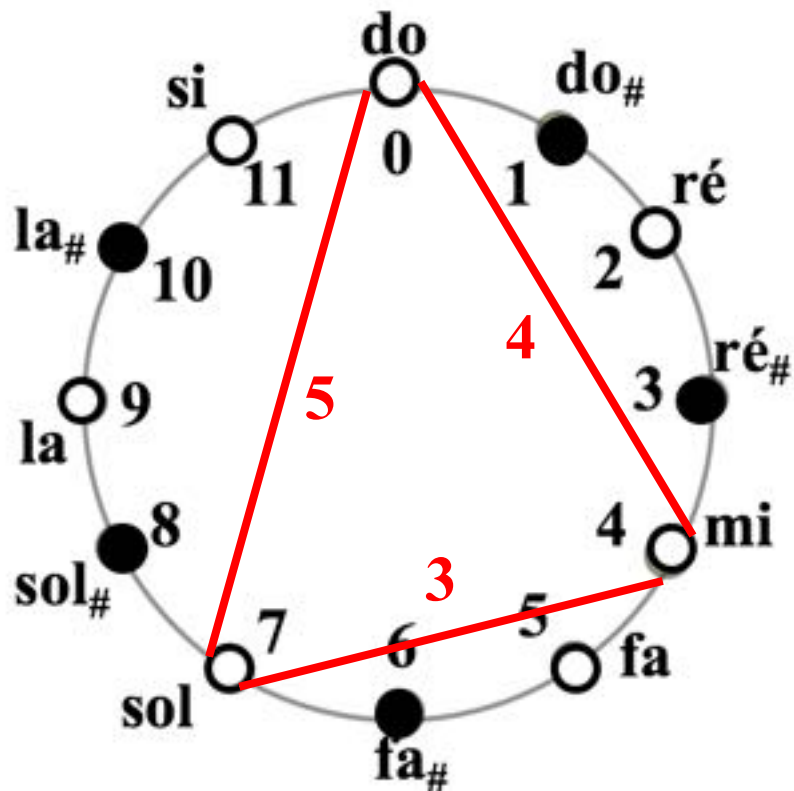


Do majeur

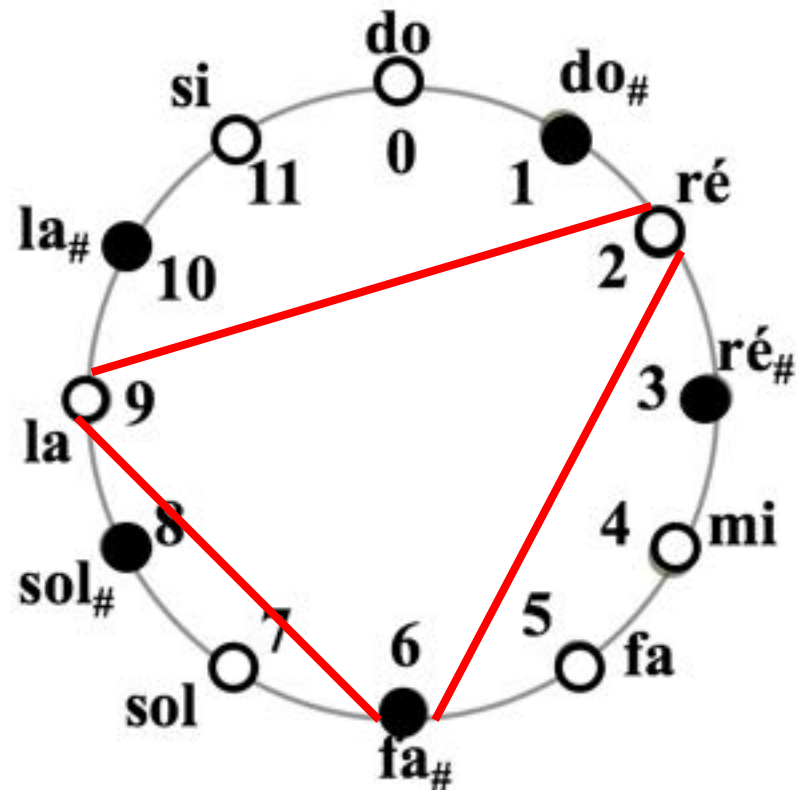


Ré majeur

Dessine-moi deux accords majeurs

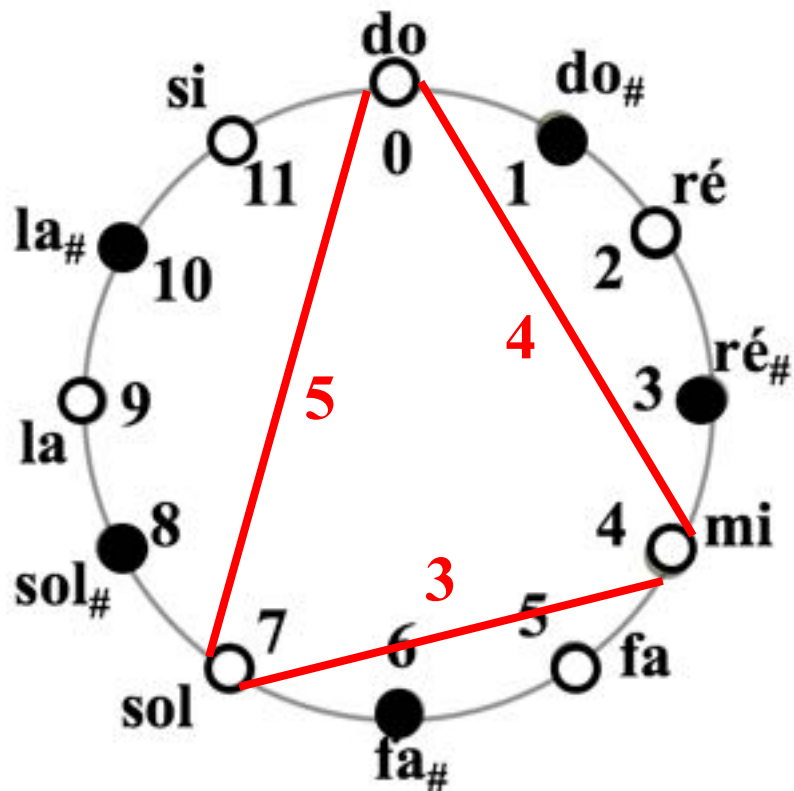


Do majeur

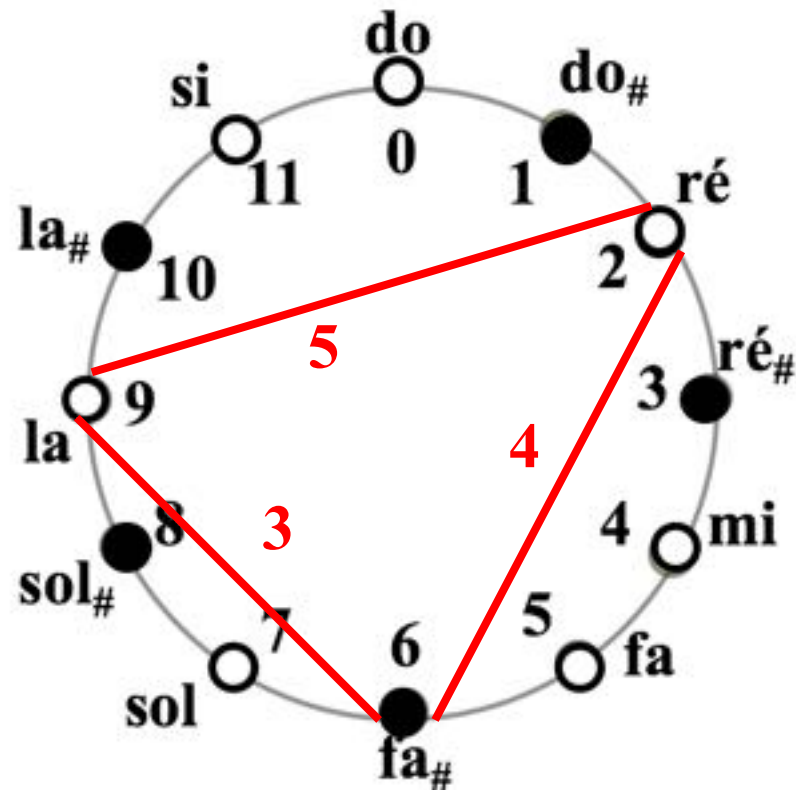


Ré majeur

Dessine-moi deux accords majeurs

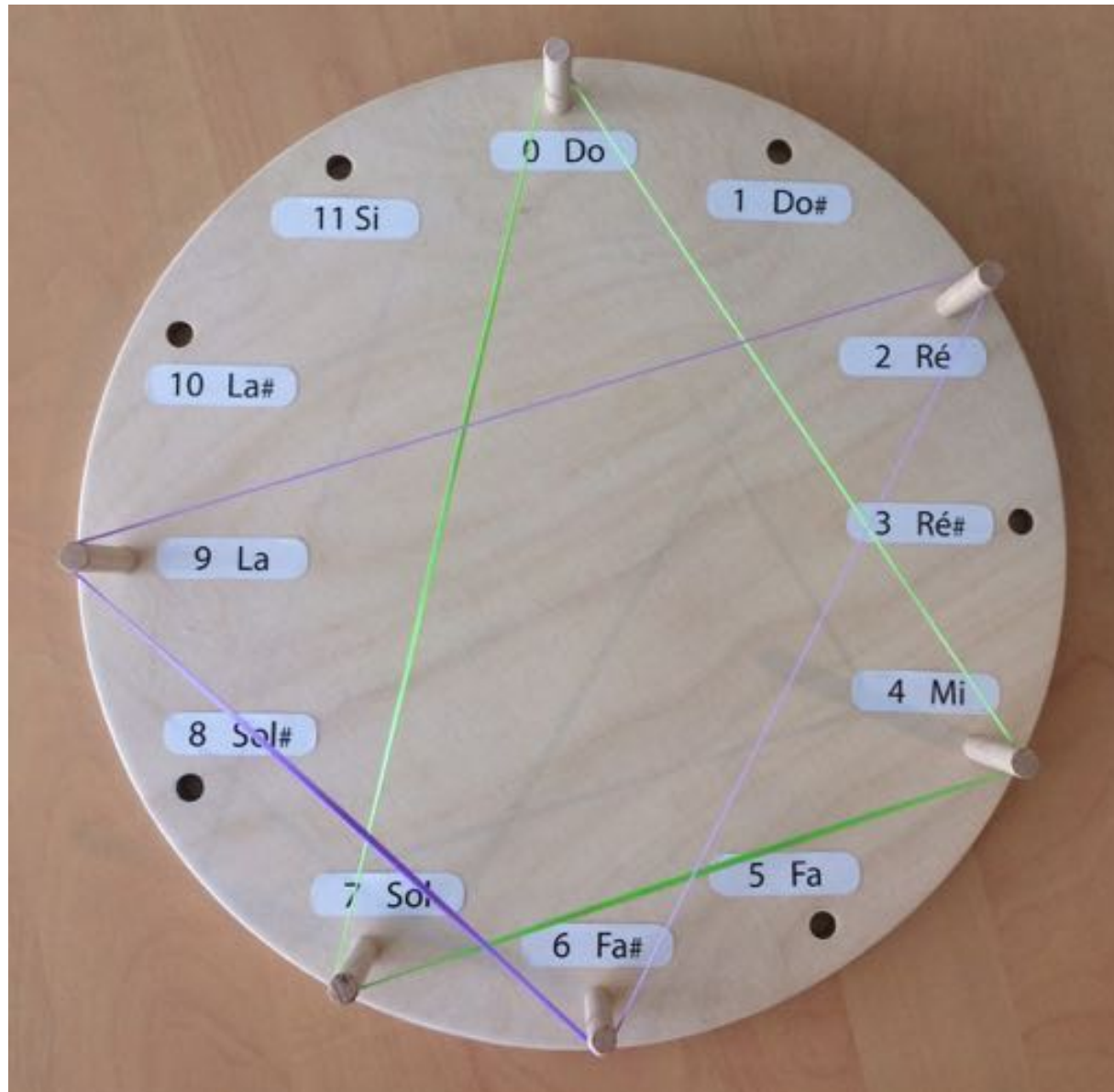


Do majeur

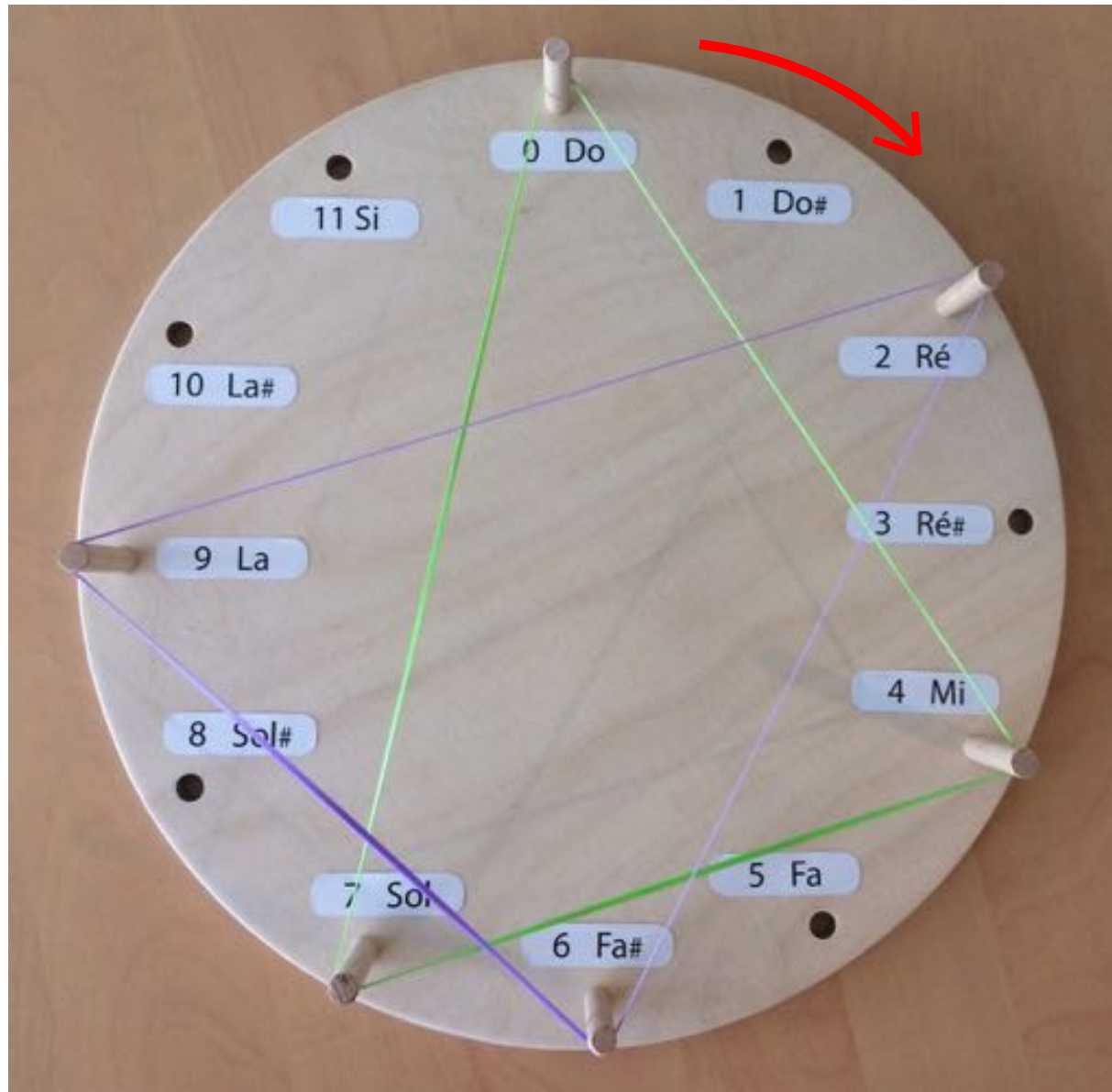


Ré majeur

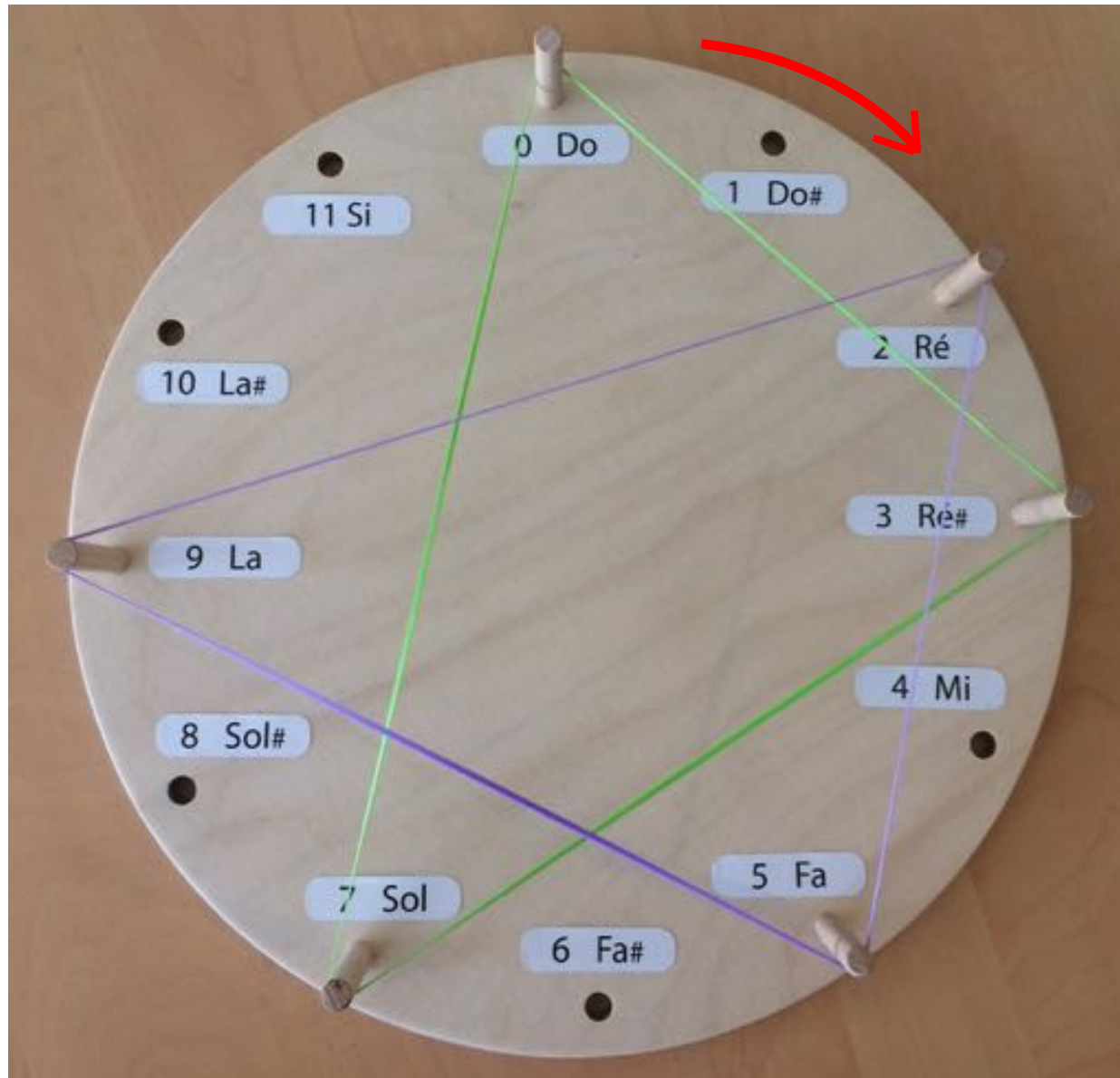
Quel est le rapport entre deux accords majeurs ?
On passe de l'un à l'autre via une ...



Quel est le rapport entre deux accords majeurs ?
On passe de l'un à l'autre via une **ROTATION**



Quel est le rapport entre deux accords mineurs ?
On passe de l'un à l'autre via une **ROTATION**





ACCORDS MAJEURS

ACCORDS MINEURS

MAGIC IN THE AIR

Sol

Ré

La

Si-

Feel the magic in the air. Allez, allez, allez

Levez les mains en l'air Allez, allez, allez
(x2)

(x4 avec toutes les voix)

Ré

Comme d'habitude on est calés

La **Si-**

Comme toujours ça va aller

Sol **Ré**

On sème l'ambiance à gogo

La **Si-**

Tous ensemble on fait le show

Sol **Ré**

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La **Si-**

Oublie tes soucis Viens faire la folie

Sol **Ré**

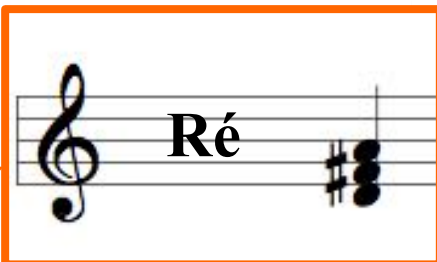
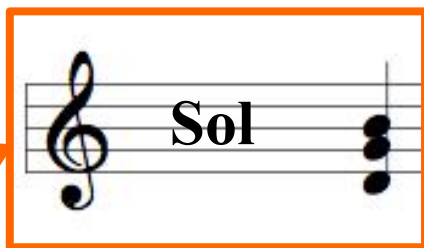
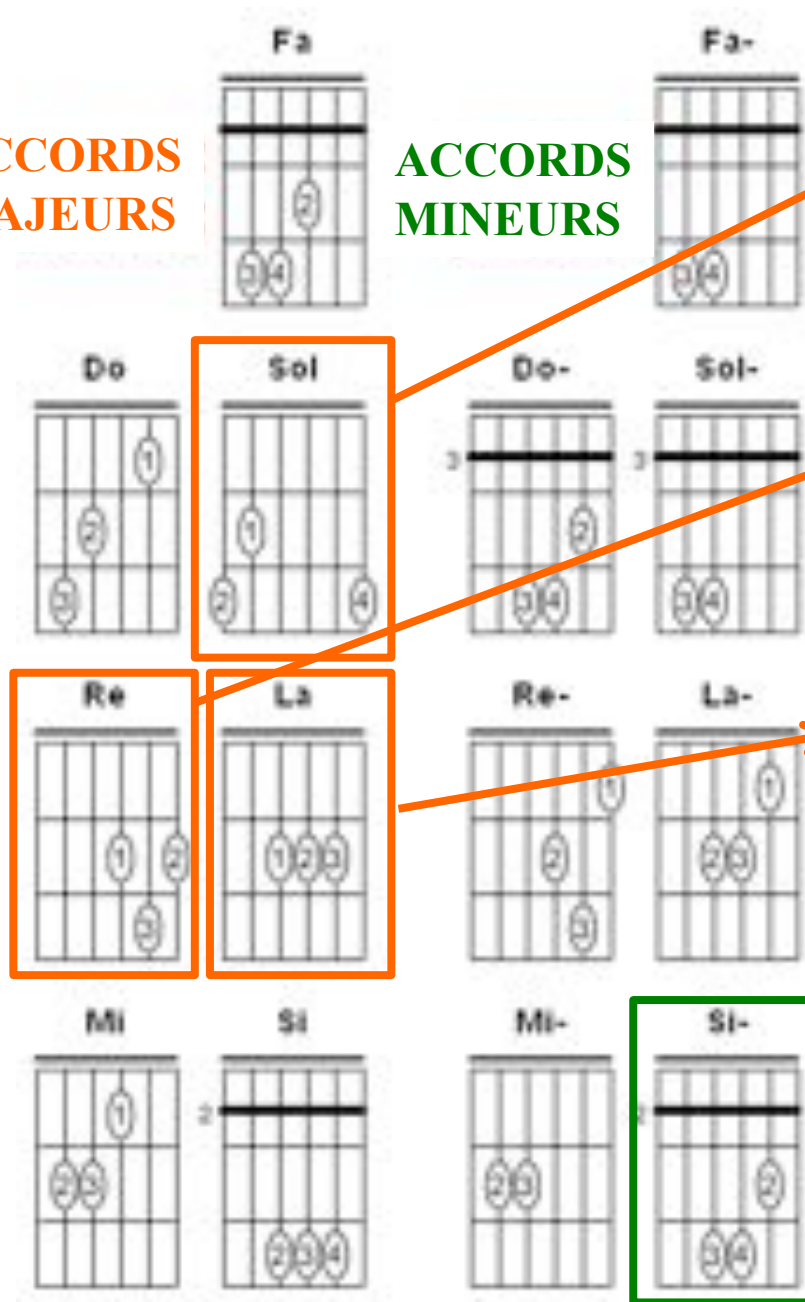
On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La **Si-**

Oublie tes soucis Oh oh oh oh oh oh

Sol

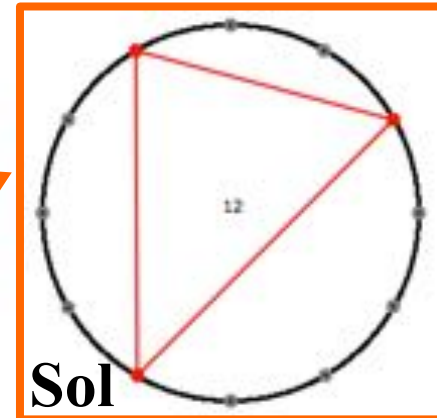
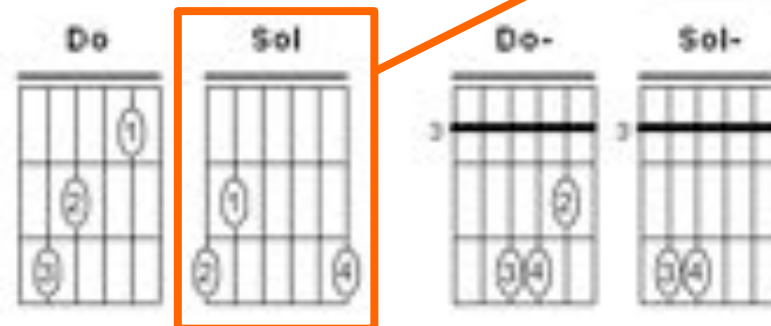
Feel the magic in the air ...





**ACCORDS
MAJEURS**

**ACCORDS
MINEURS**



MAGIC IN THE AIR

Sol

Ré

Feel the magic in the air, Allez, allez, allez

La

Si-

Levez les mains en l'air Allez, allez, allez
(x2)

(x4 avec toutes les voix)

Ré

Comme d'habitude on est calés

La **Si-**

Comme toujours ça va aller

Sol **Ré**

On sème l'ambiance à gogo

La **Si-**

Tous ensemble on fait le show

Sol

Ré

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La

Si-

Oublie tes soucis Viens faire la folie

Sol

Ré

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La

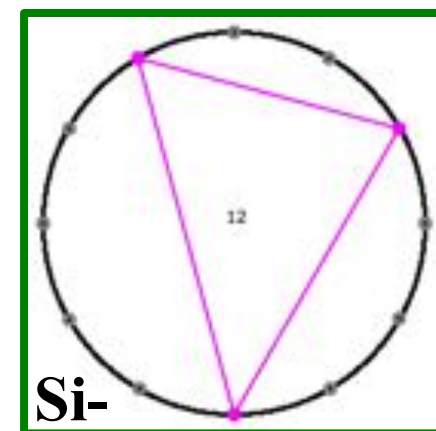
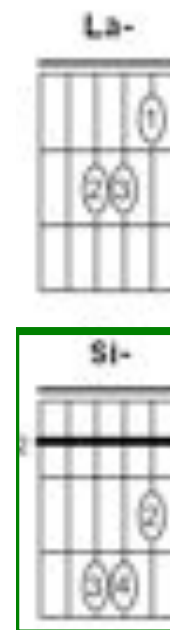
Si-

Oublie tes soucis Oh oh oh oh oh oh

Sol

Feel the magic in the air ...

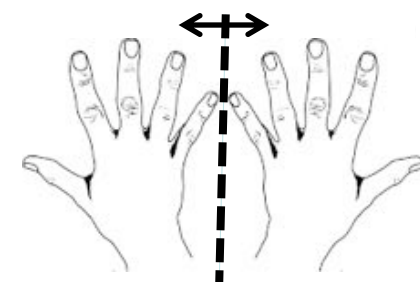
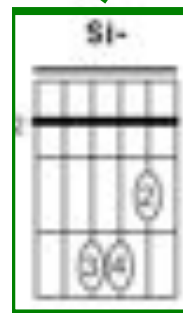
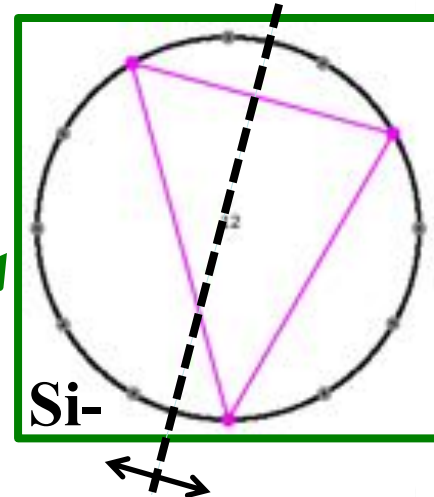
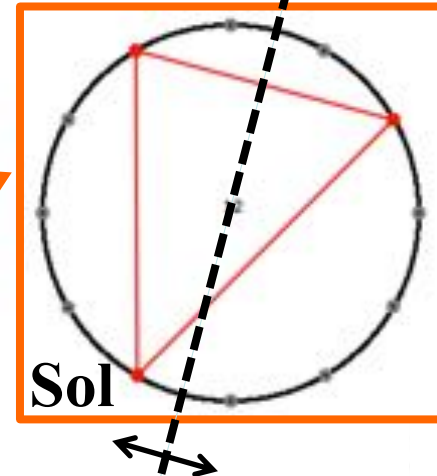
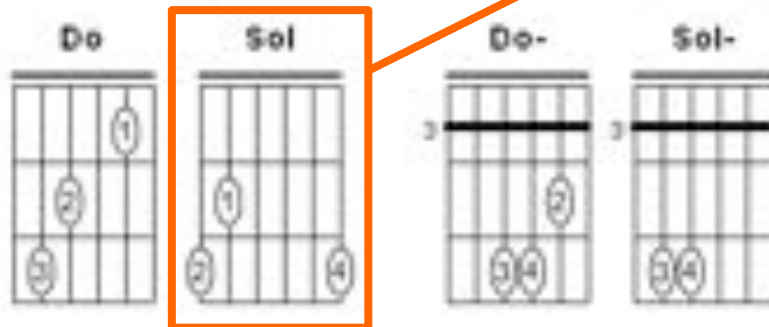
**Comment
passe-t-on
d'un accord
majeur à un
accord
mineur ?**





**ACCORDS
MAJEURS**

**ACCORDS
MINEURS**



MAGIC IN THE AIR

Sol Ré

Feel the magic in the air, Allez, allez, allez

La Si-

Levez les mains en l'air Allez, allez, allez
(x2)

(x4 avec toutes les voix)

Ré

Comme d'habitude on est calés

La Si-

Comme toujours ça va aller

Sol Ré

On sème l'ambiance à gogo

La Si-

Tous ensemble on fait le show

Sol Ré

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La Si-

Oublie tes soucis Viens faire la folie

Sol Ré

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La Si-

Oublie tes soucis Oh oh oh oh oh oh

Sol

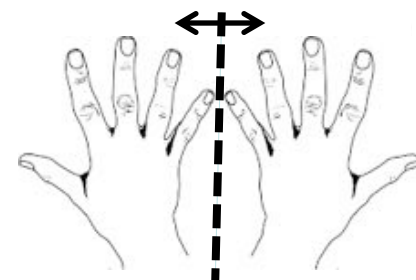
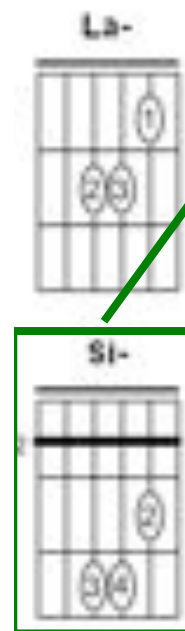
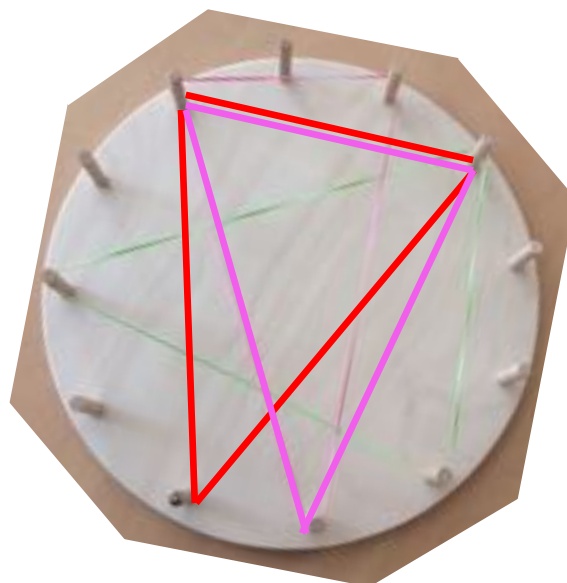
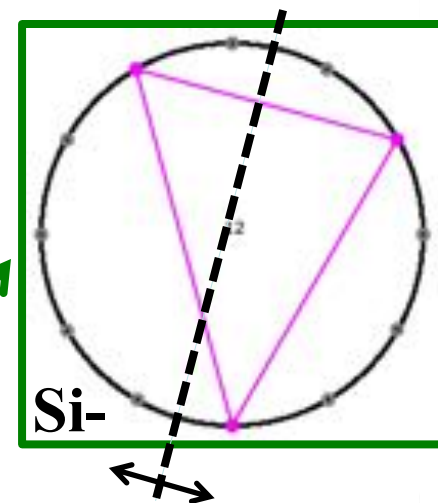
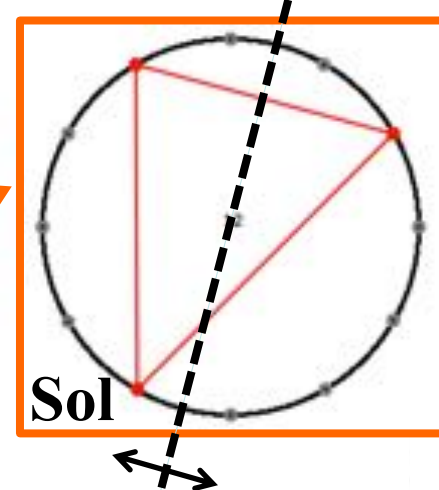
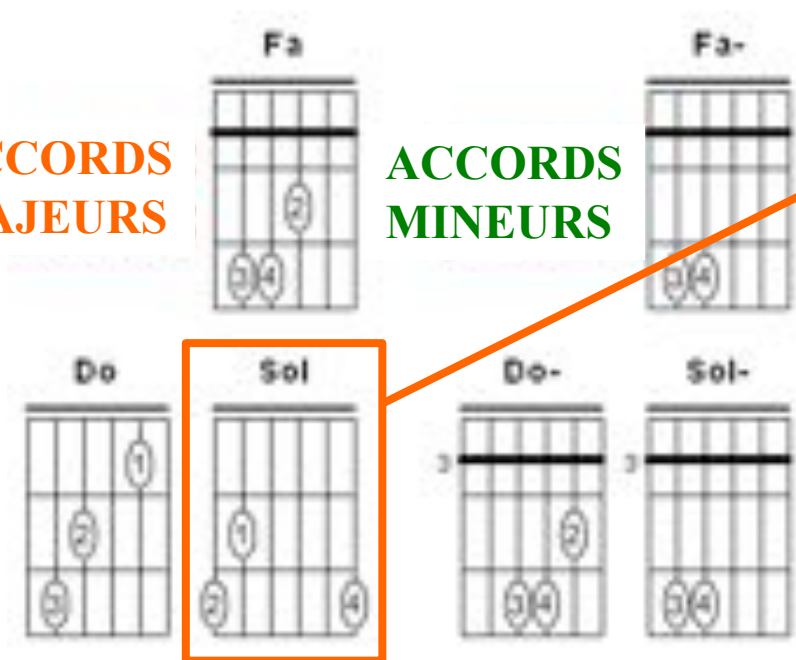
Feel the magic in the air ...

**On passe d'un
accord majeur
à un accord
mineur à
travers une
symétrie !**



ACCORDS MAJEURS

ACCORDS MINEURS



MAGIC IN THE AIR

Sol Ré

Feel the magic in the air, Allez, allez, allez

La Si-

Levez les mains en l'air Allez, allez, allez
(x2)

(x4 avec toutes les voix)

Ré

Comme d'habitude on est calés

La Si-

Comme toujours ça va aller

Sol Ré

On sème l'ambiance à gogo

La Si-

Tous ensemble on fait le show

Sol Ré

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La Si-

Oublie tes soucis Viens faire la folie

Sol Ré

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La Si-

Oublie tes soucis Oh oh oh oh oh oh

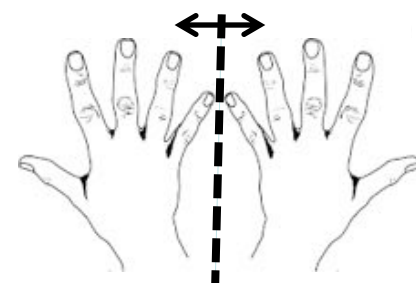
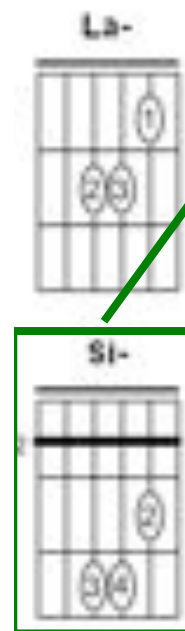
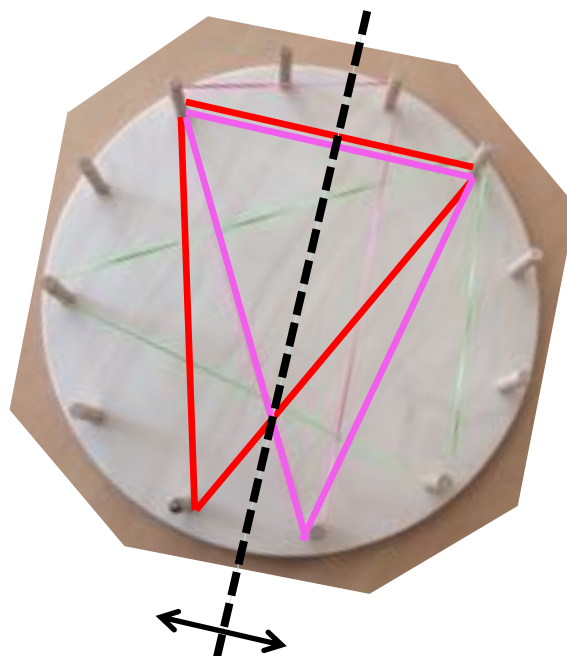
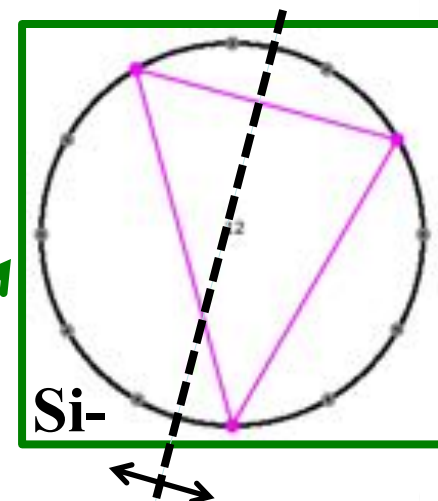
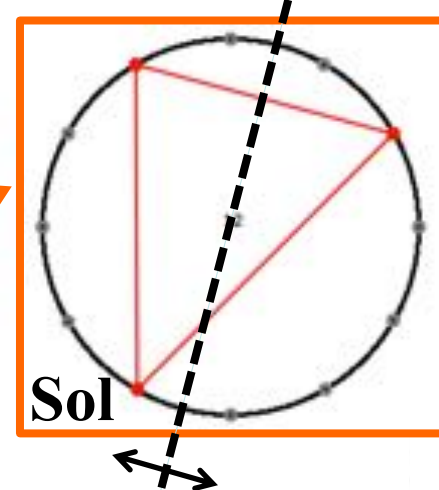
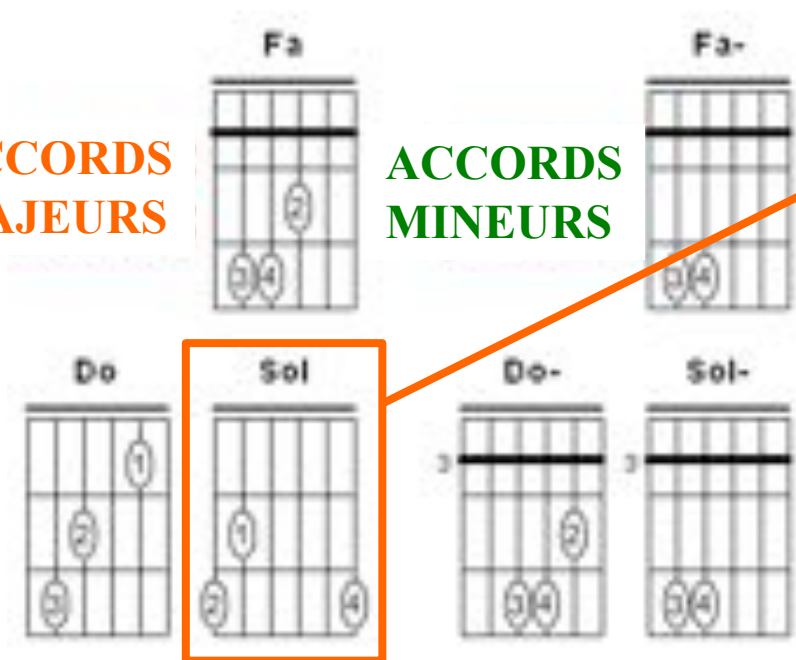
Sol

Feel the magic in the air ...



ACCORDS MAJEURS

ACCORDS MINEURS



MAGIC IN THE AIR

Sol Ré

Feel the magic in the air, Allez, allez, allez

La Si-

Levez les mains en l'air Allez, allez, allez
(x2)

(x4 avec toutes les voix)

Ré

Comme d'habitude on est calés

La Si-

Comme toujours ça va aller

Sol Ré

On sème l'ambiance à gogo

La Si-

Tous ensemble on fait le show

Sol Ré

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La Si-

Oublie tes soucis Viens faire la folie

Sol Ré

On t'invite à la magie Y'a pas de raccourci

La Si-

Oublie tes soucis Oh oh oh oh oh oh

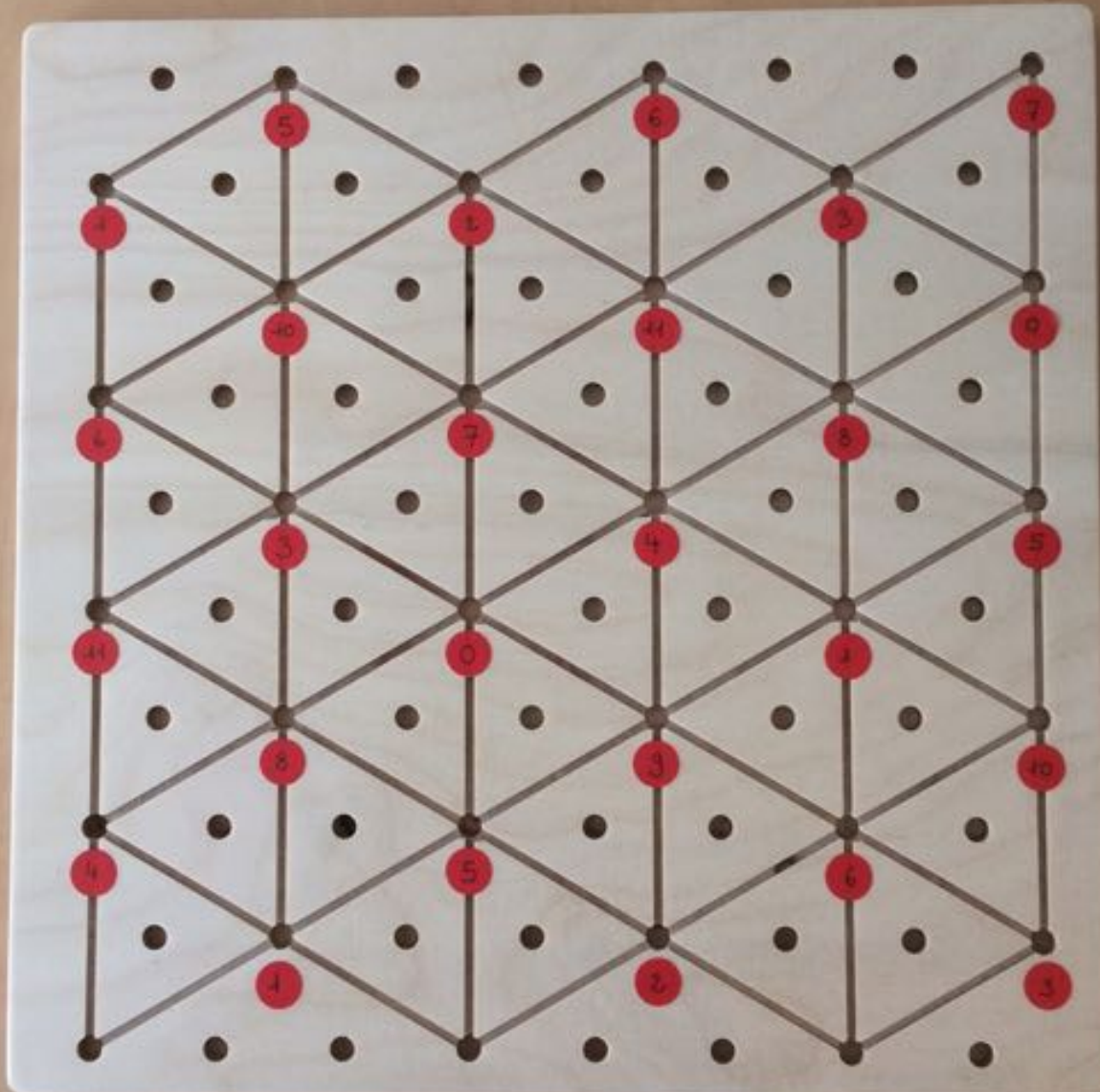
Sol

Feel the magic in the air ...

Le *Tonnetz* ou nid d'abeilles musical



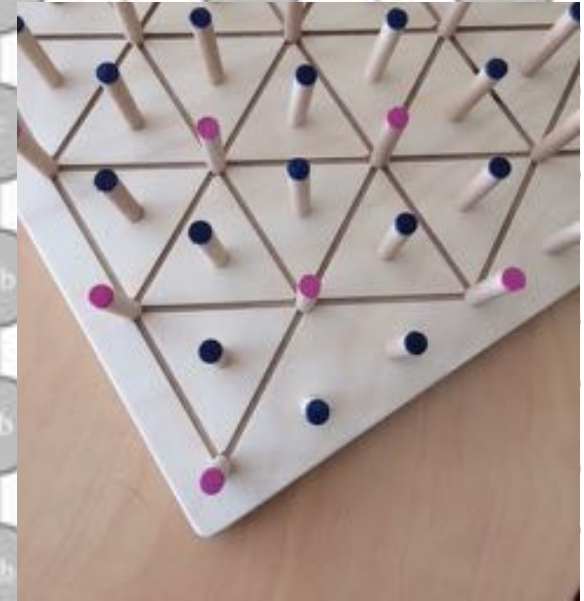
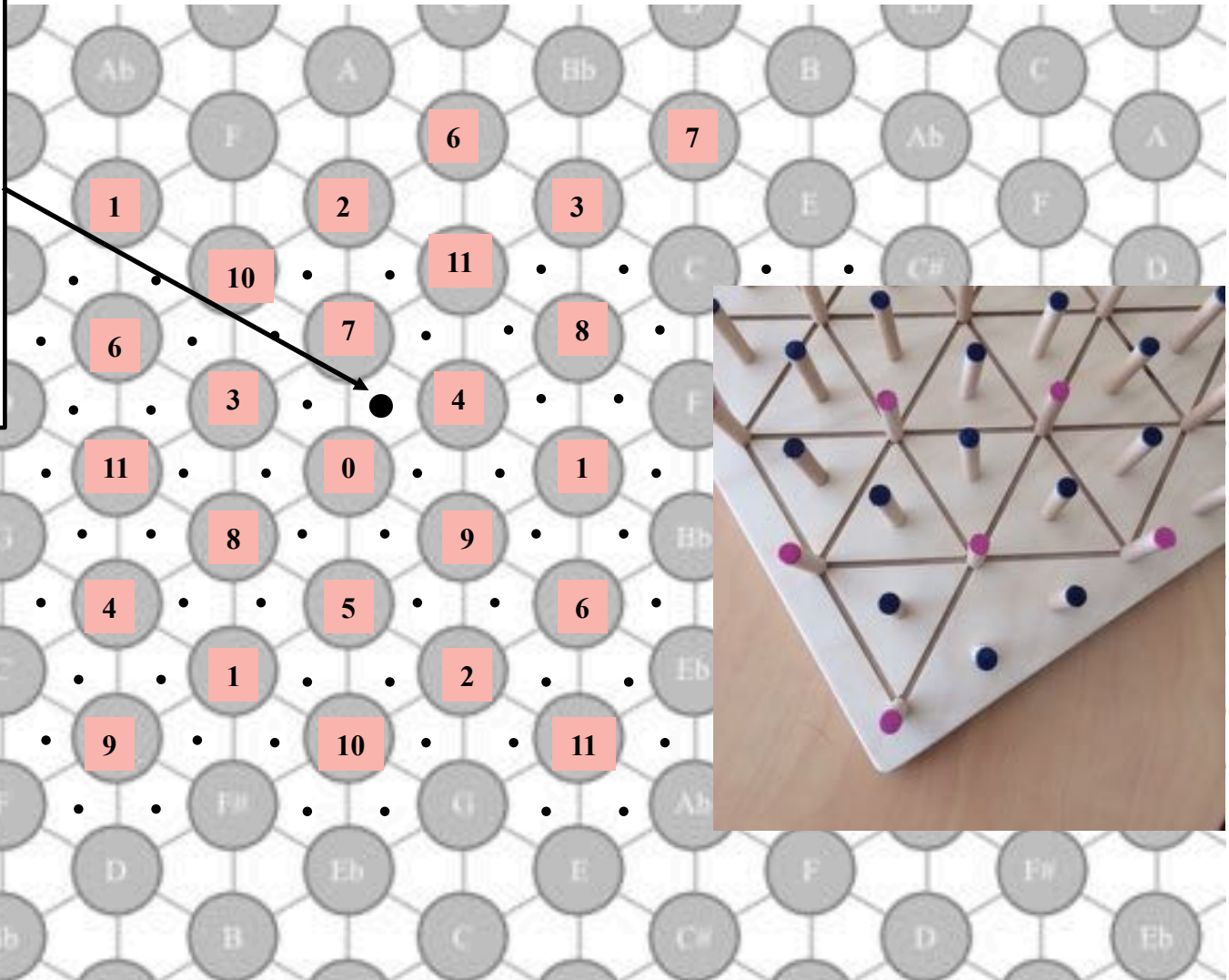
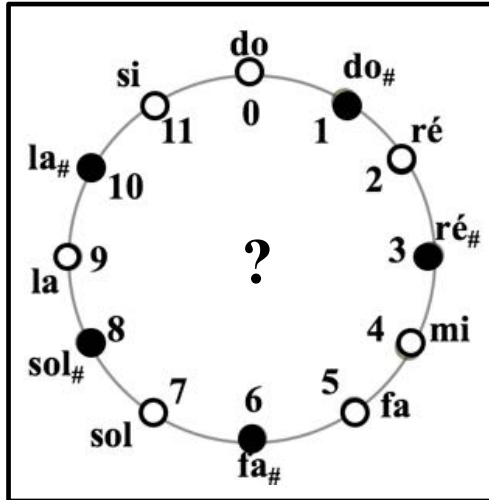
Euler



➔ Demo avec *Hexachord*

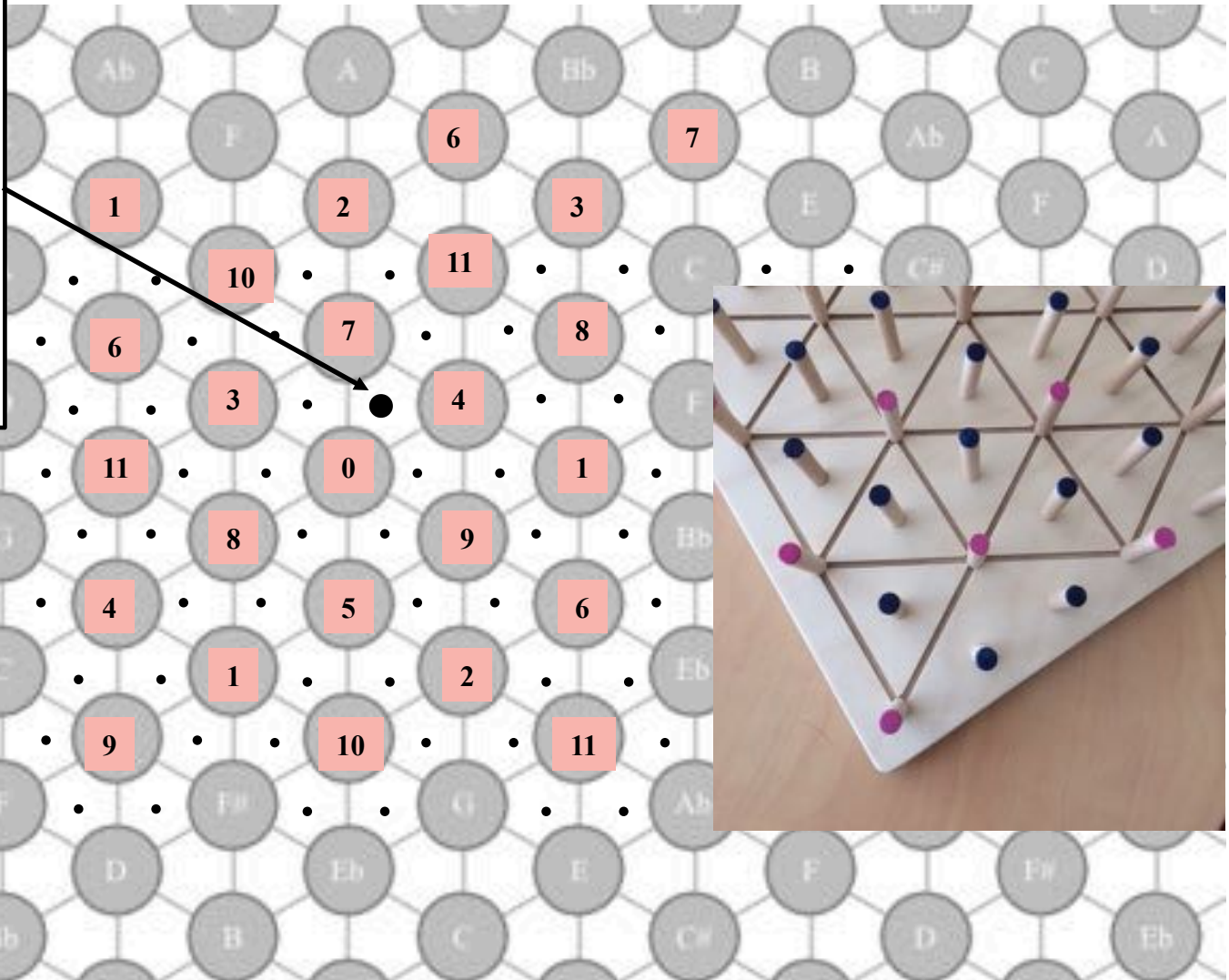
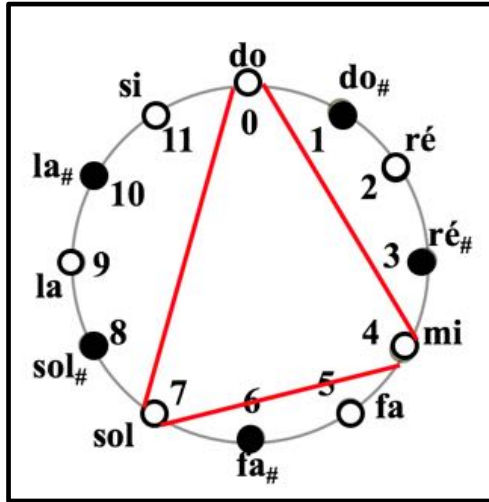
A vous de jouer...

Si les bâtons roses sont les notes, à quoi correspondent les bâtons noirs ?



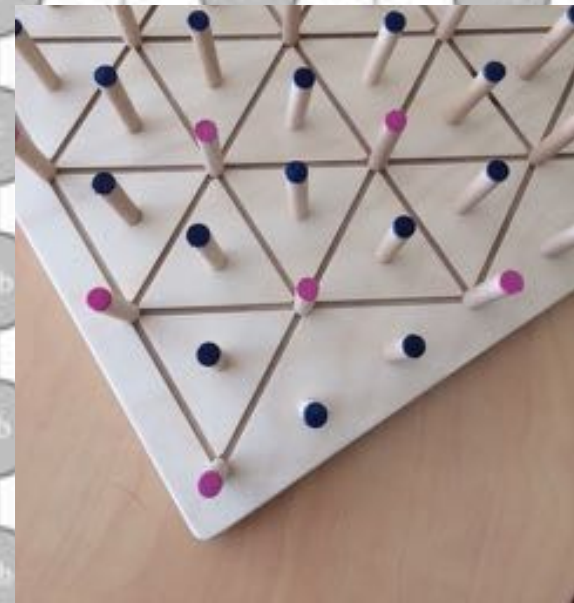
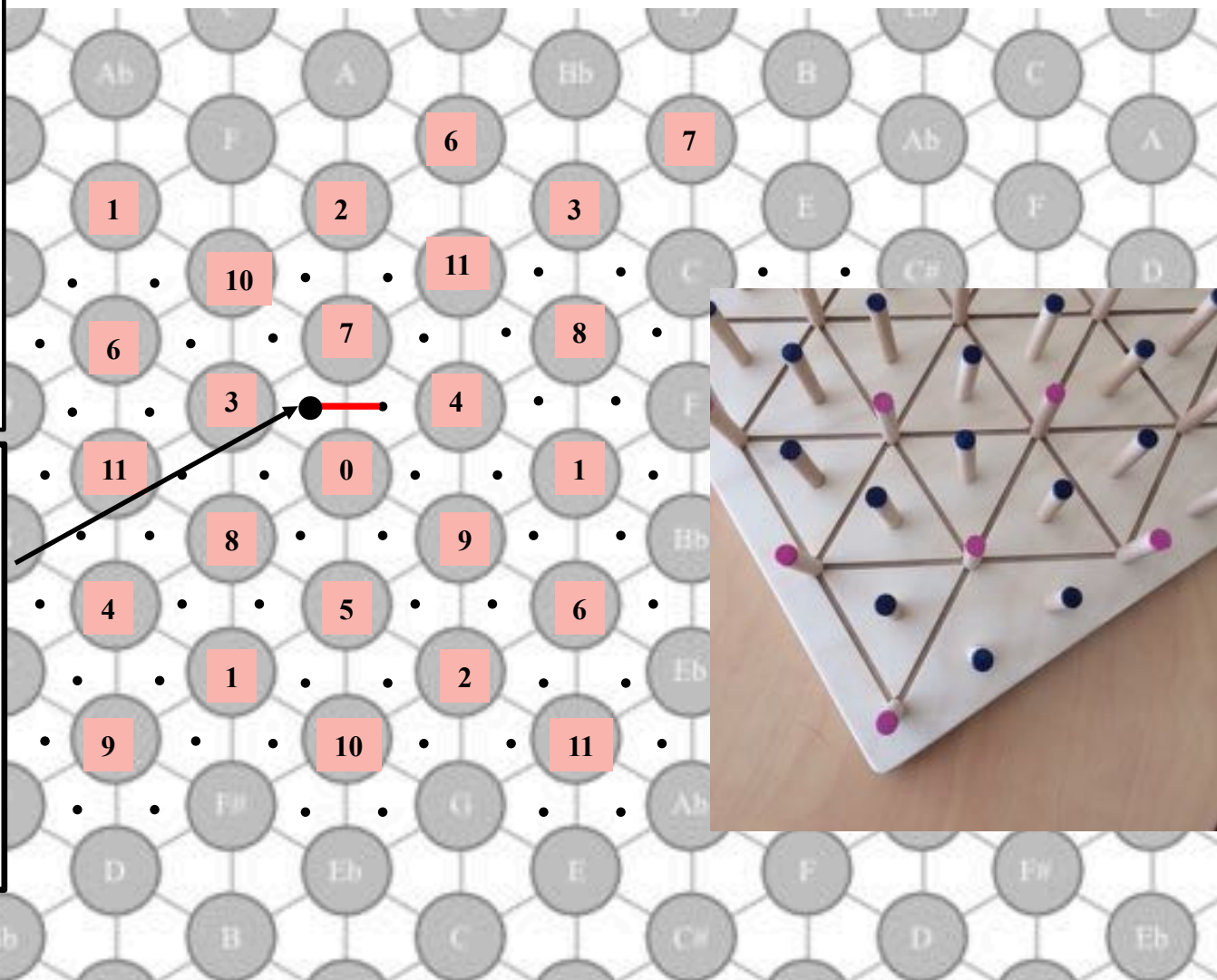
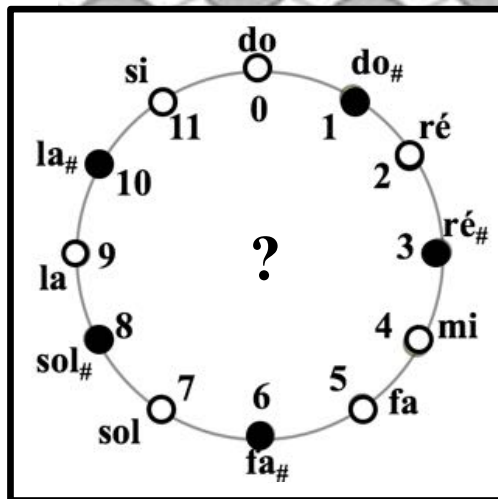
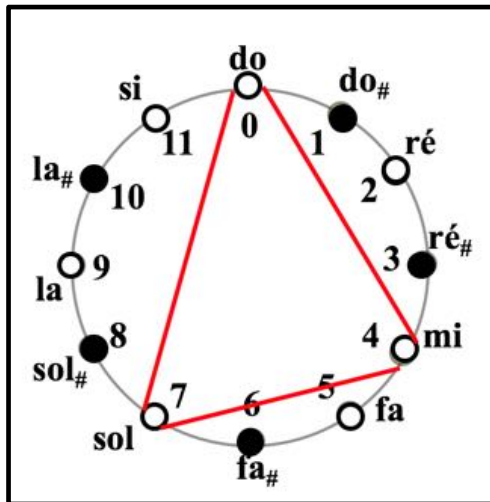
A vous de jouer...

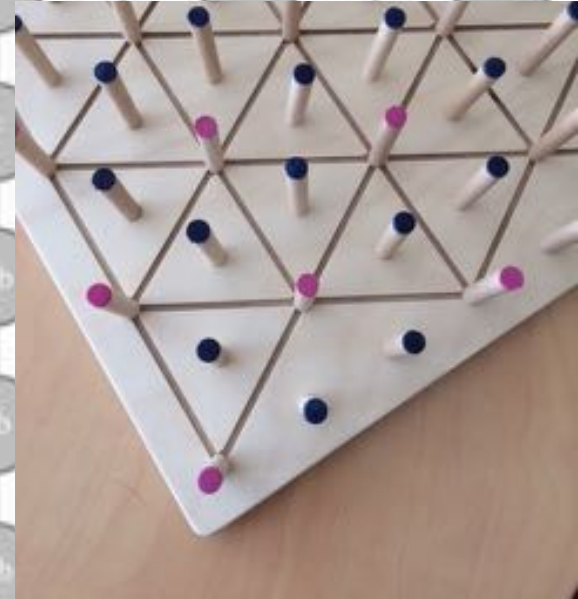
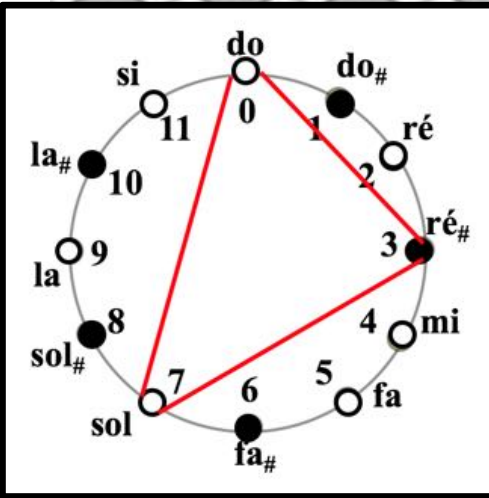
Si les bâtons roses sont les notes, à quoi correspondent les bâtons noirs ?



A vous de jouer...

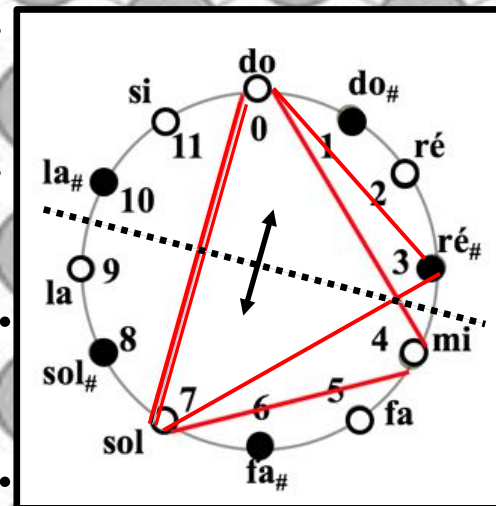
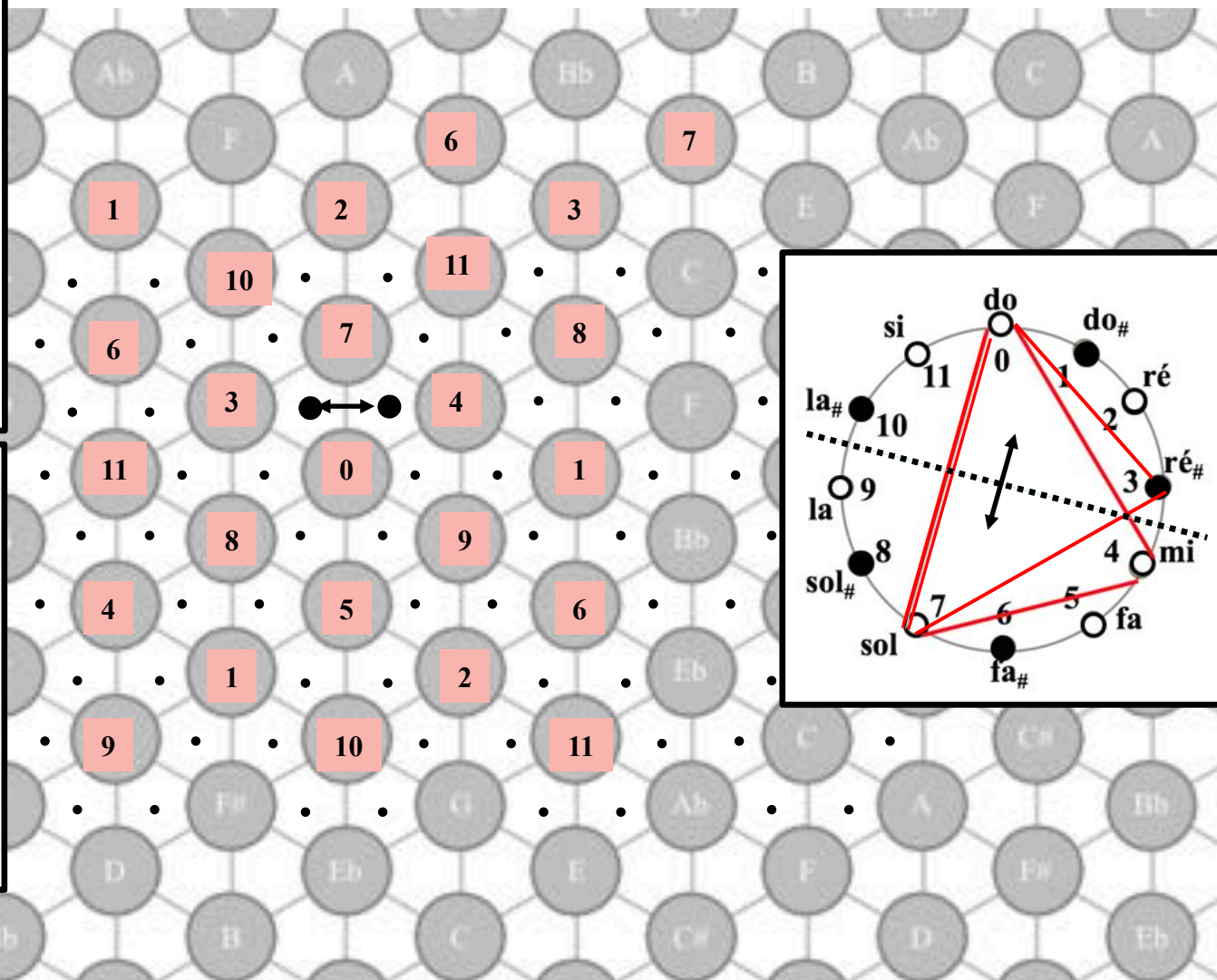
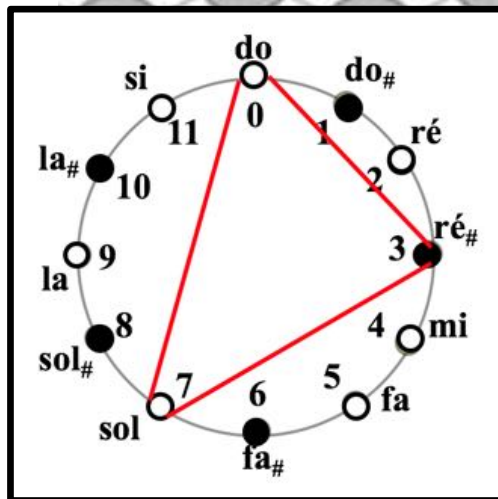
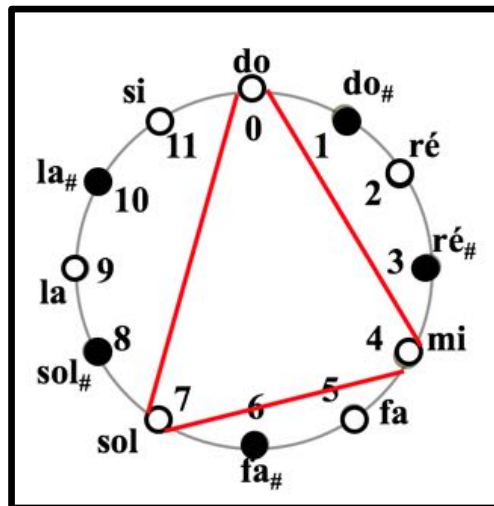
Et le point noir symétrique au précédent ?





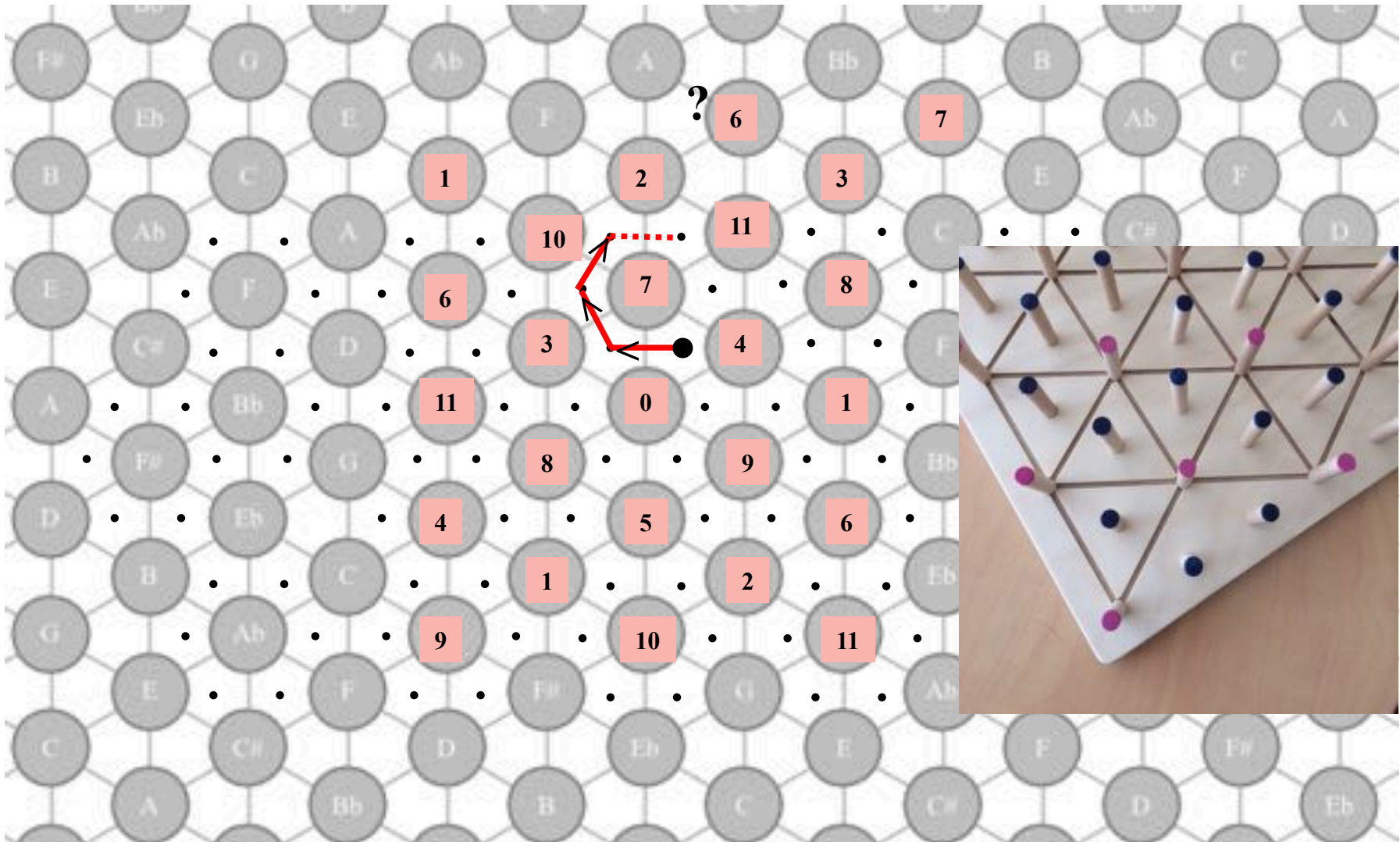
A vous de jouer...

On retrouve la symétrie majeur/mineur



Dessine-moi hexagone

Do maj → Do min → La_b maj → Fa min → Fa maj → La min → Do maj





Two Dimensions

Traditional Chordal Space

© Gilles Baroin 2011

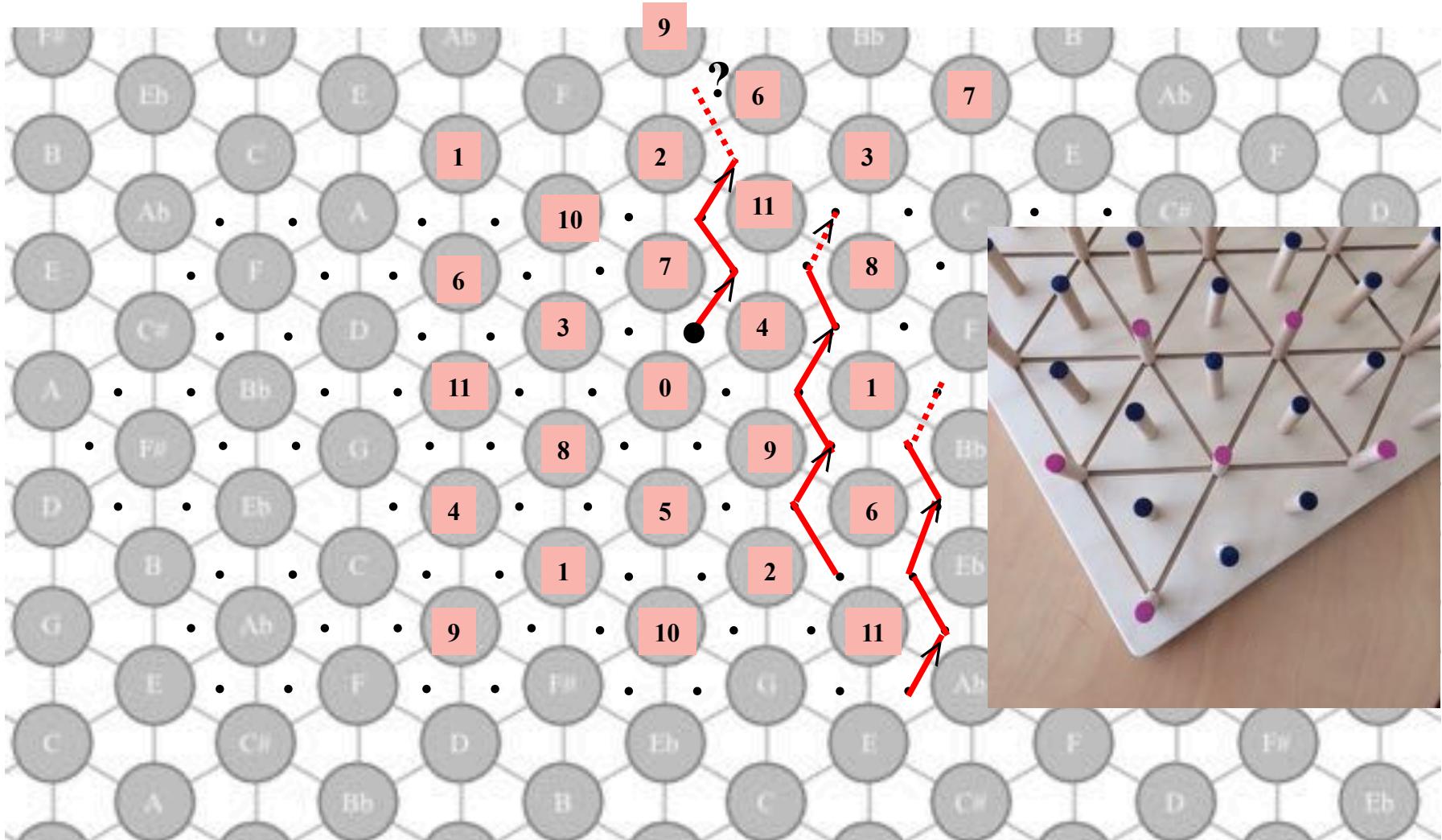


Gilles Baroin

➔ <http://www.mathemusic4d.net/>

Dessine-moi un zig-zag...

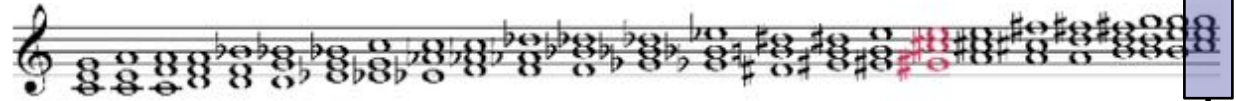
**Do maj → Mi - → Sol maj → Si - → Ré maj → Fa_# - → La maj → Do_# - →
→ Mi maj → Sol_# - → Si maj → Ré_# - → Fa_# maj → Si_b - → Ré_b maj → Fa - →
→ La_b maj → Do - → Mi_b maj → Sol - → Si_b maj → Ré - → Fa maj → La - → Do maj**



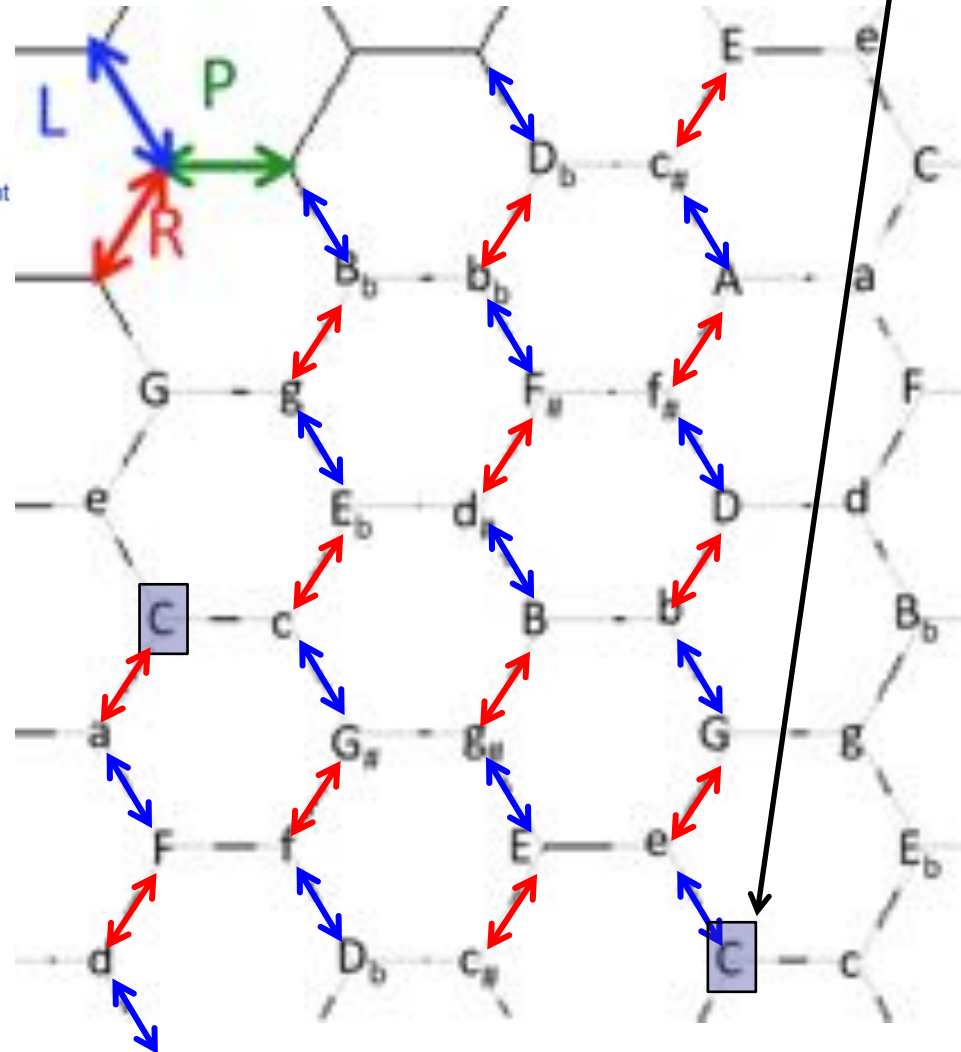
Beethoven de droite à gauche...

Le Blé en Herbe

(Polo/Moreno/Dieu)



← time



Plonger comme un enfant, cheveux au vent

Croiser matin dans l'herbe folle

Sous l'océan du blé en herbe

Deux tourterelles qui s'envolent

Marée d'épis couleur d'amande

Suivre les jeux des hirondelles

Qui tendent à caresser le ciel

Sur le paysage éternel

Nager comme un enfant, cheveux au vent

Algues tendres de mille plages

Sous l'océan

Frôlant le ventre des nuages

Du blé en herbe

Cheveux de pluie, dos de poissons

Marée de fruits au goût amer

Qui frissonnent à l'unisson

Acide et salée comme la mer

Suivre le bord des continents

Vers l'îlot d'un petit village

Dans l'océan du blé en herbe

Vers un château d'eau sur la plage

Pêcher le corail du pavot

Quand tout s'éteint avant l'orage

Dans le sang des coquelicots

Quand se lève le vent du large

Sur le blé vert

CABARET HAMILTONIEN

FABRICE QUÉDY

Formalises dans la musique savante

MORENO ANDREATTA

Mentoratise appliqué à la musique

POLO PIERRE LAMY

Éditeur appliqué aux formes musicales

Alexis - Voix, guitare, écriture

Audrey - Voix, claviers, écriture

Clara - Voix, guitare, écriture

Emilie - Voix, mandoline, écriture

Sofie - Voix, flûte, écriture

Thomas - Voix, claviers, écriture

Écrire sous la contrainte...

TACHER DU PAPIER SOUS

L'OBLIGATION DE FAIRE

QUELQUE CHOSE...

SALIR DU BOIS CONDITIONNÉ
AVEC LE DEVOIR MORAL DE
TRANSFORMER UN OBJET
INDEFINI...

SAMEDI 27 FÉVRIER 2016 À 11H

AMPHI PARIS SCIENCE ET LETTRES

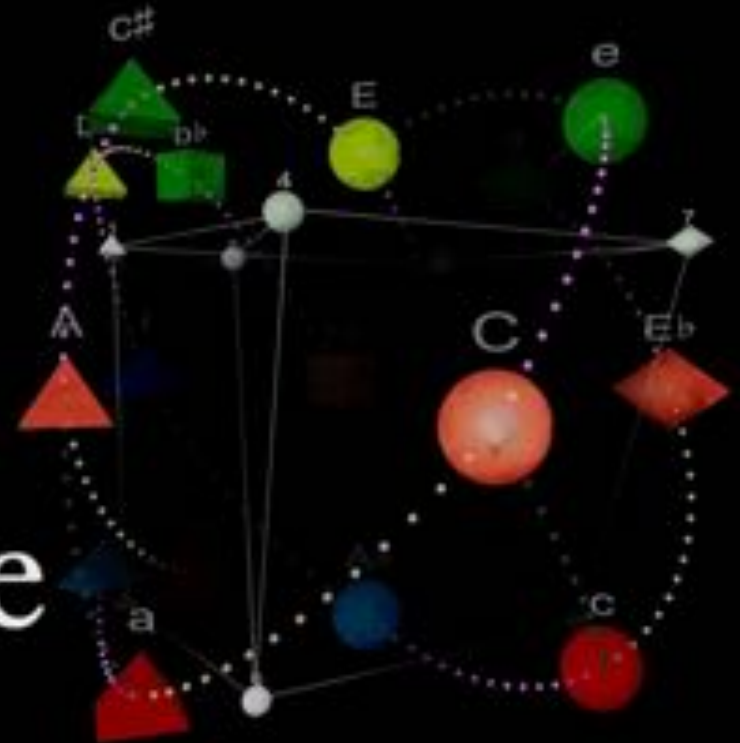
22 bis rue du Louvre

75005 Paris

ENTRÉE LIBRE



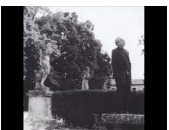
Beethoven and the Hypersphere (and the Tonnetz)



Gilles Baroin

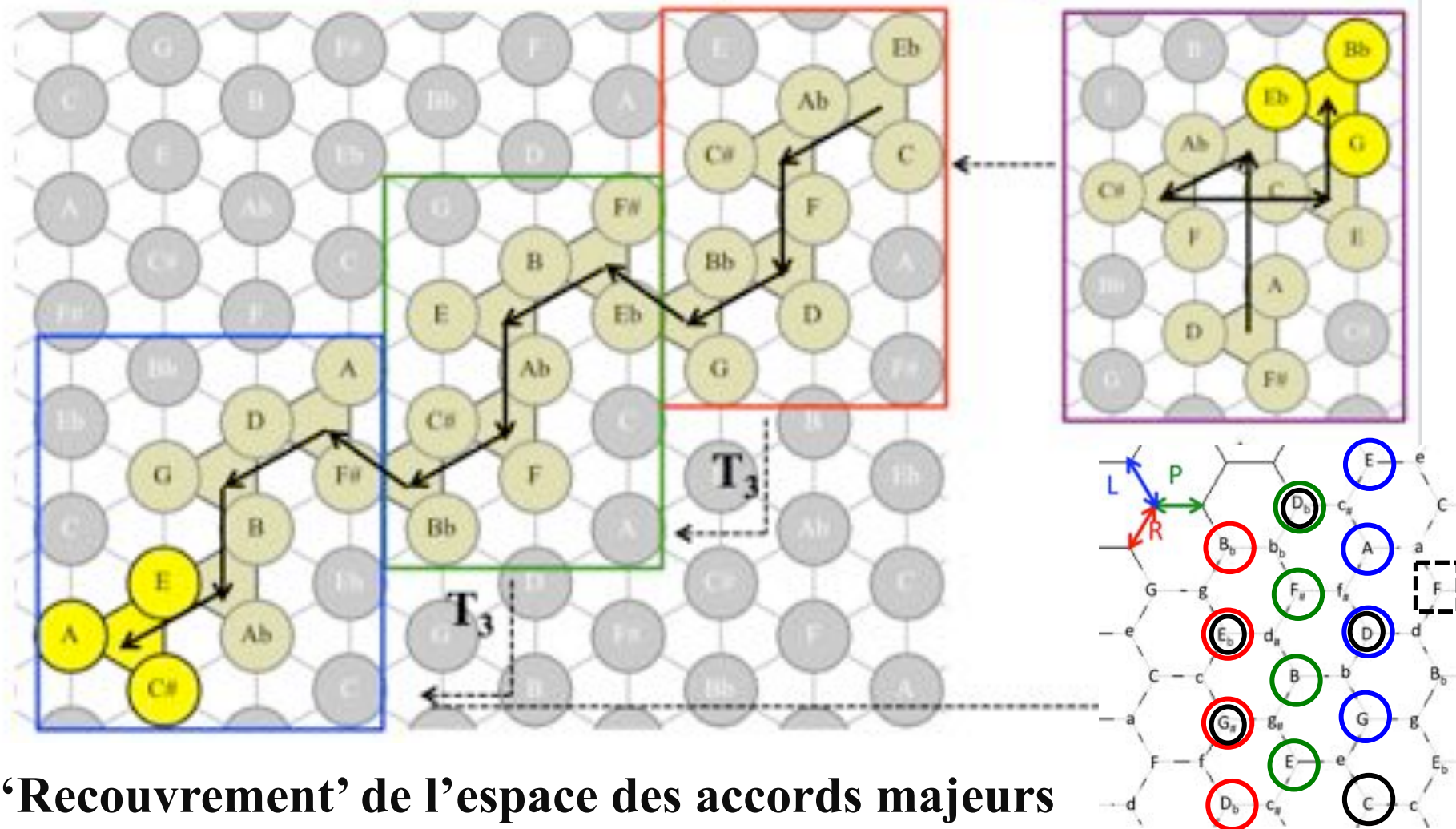
Gilles Baroin 2016
www.MatheMusic.net

➔ <http://www.mathemusic4d.net/>



Symétries dans *Madeleine* de Paolo Conte

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

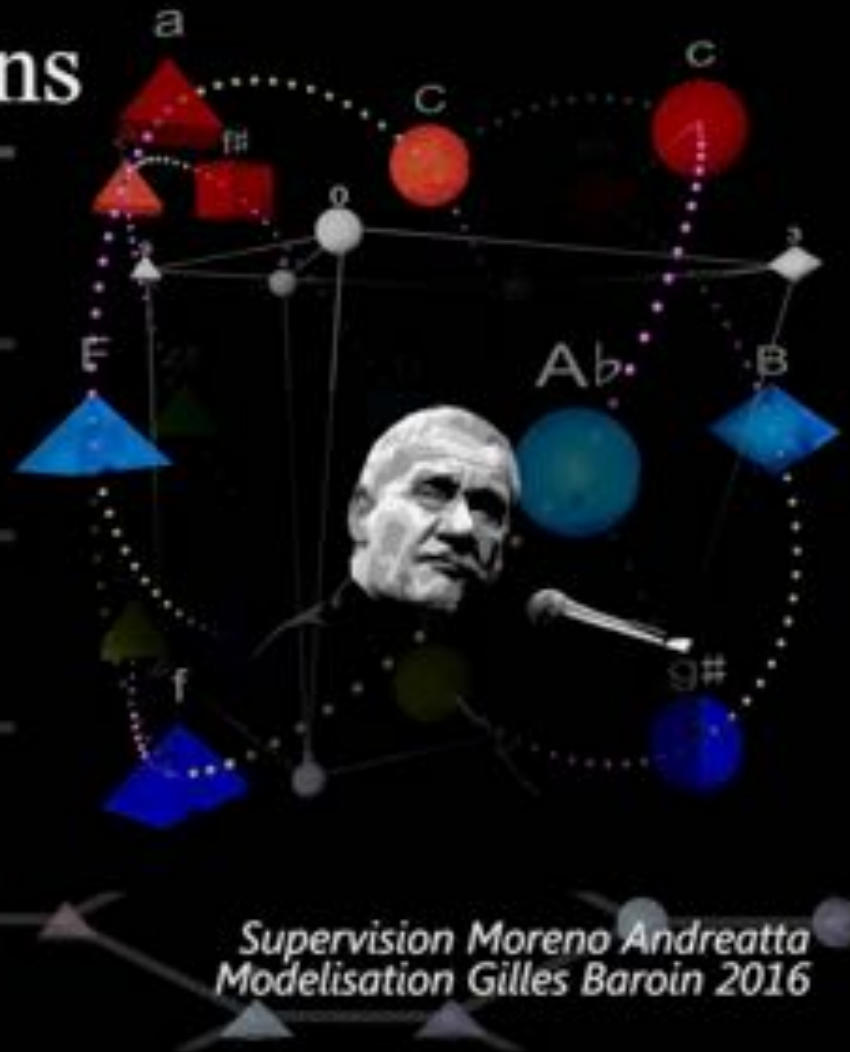


‘Recouvrement’ de l’espace des accords majeurs

Harmonic Progressions In Paolo Conte *Madeleine*



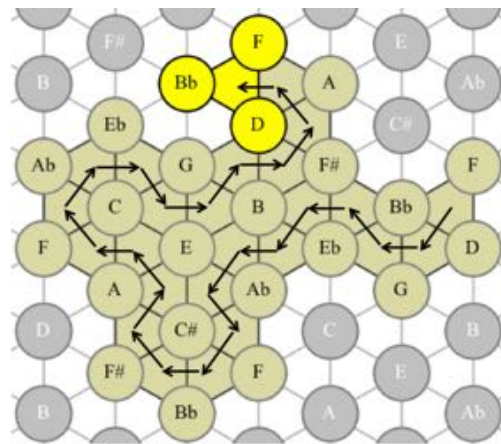
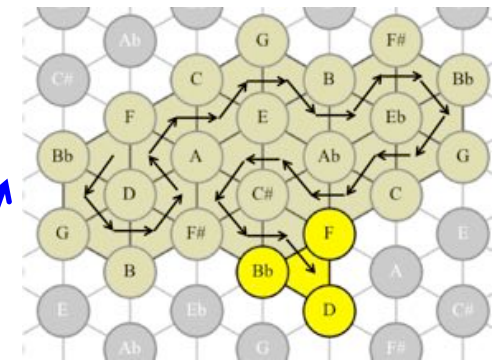
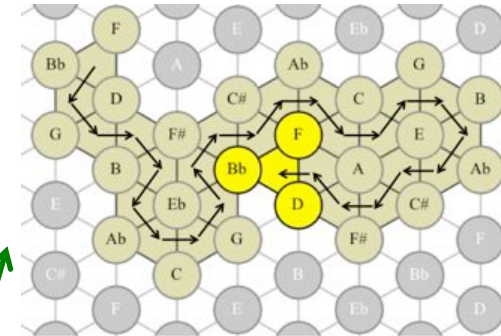
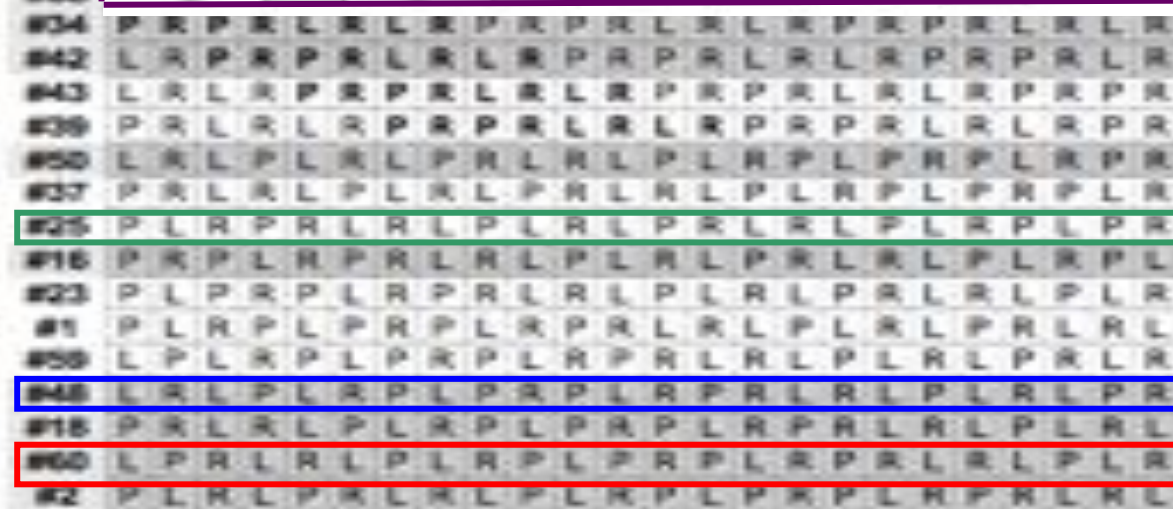
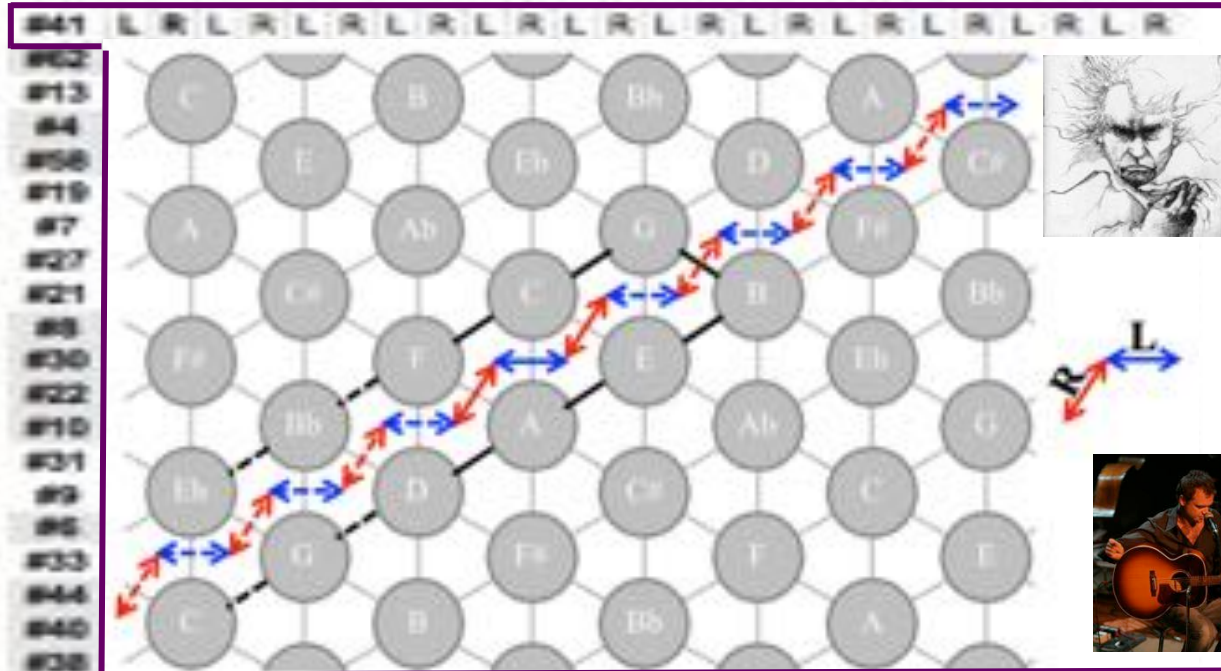
Gilles Baroin



Supervision Moreno Andreatta
Modelisation Gilles Baroin 2016

➔ <http://www.mathemusic4d.net/>

Cycles hamiltoniens sans périodicité interne



 Tangente pour mieux comprendre le monde
L'aventure mathématique

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

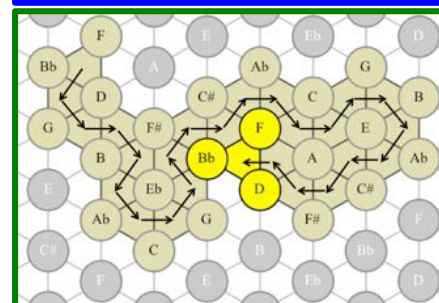
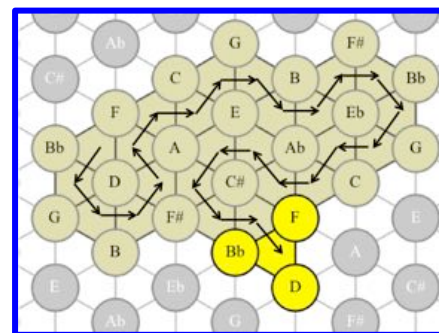
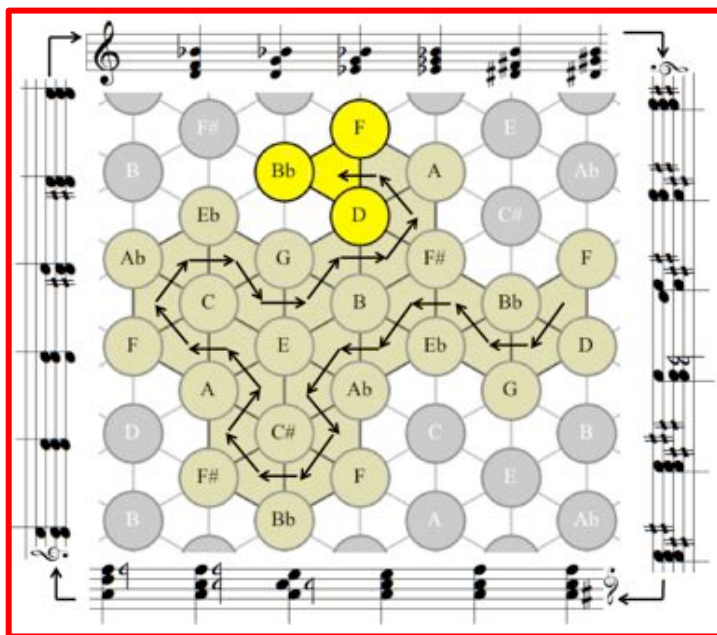
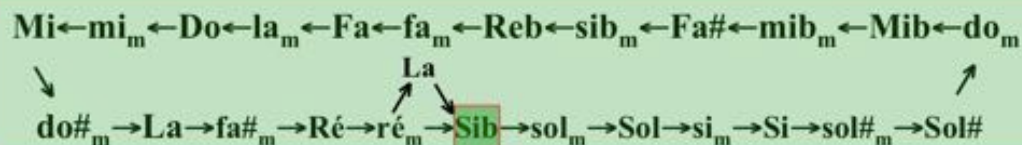
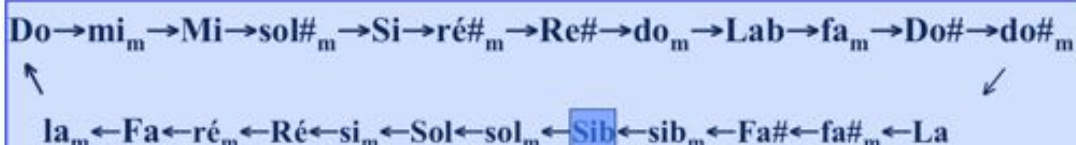
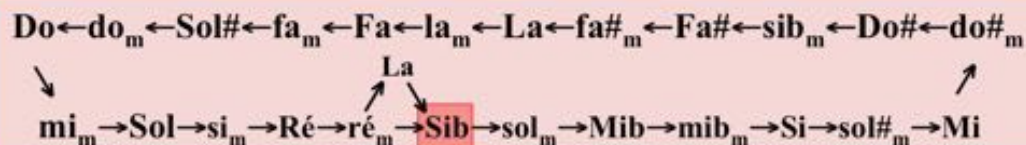
Music and Vocals: Moreno Andreatta

Hypersphere and Ideogramms: Gilles Baroin

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

<http://www.mathemusic.net>

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

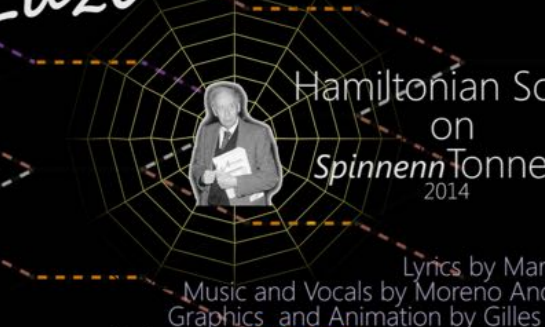


Mathemusical 2D & 4D Visualizations



➔ <http://www.mathemusic4d.net/>

M. Luzzi (1914-2005)



Luzi

Hamiltonian Song
on
Spinnenn Tonnetz
2014

Lyrics by Mario Luzi
Music and Vocals by Moreno Andreatta
Graphics and Animation by Gilles Baroin
SpinnenTonnetz by Gilles Baroin, Hugò Seress
Original "Chicken Wire" graph by J.Douthett, P.Steinbach



min. 1'19"

Luzi



Hamiltonian Song
on
Spinnennetz
2014

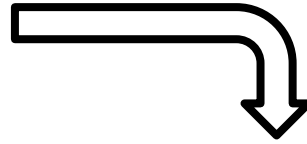
Lyrics by Mario Luzi
Music and Vocals by Moreno Andreatta
Graphics and Animation by Gilles Baroin
SpinnenTonnetz by Gilles Baroin, Hugò Seress
Original "Chicken Wire" graph by J.Douthett, P.Steinbach



Gilles Baroin

➔ <http://www.mathemusic4d.net/>

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



Valentin Villenave



Mike Solomon



Jean-François
Piette



Martin
Granger



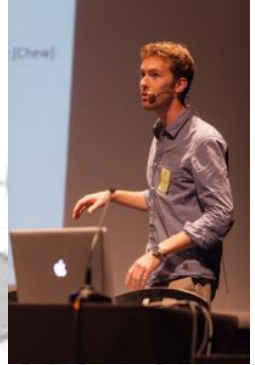
Joseph Boisseau



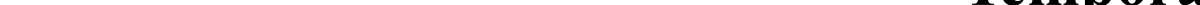
Moreno Andreatta



Tom Johnson

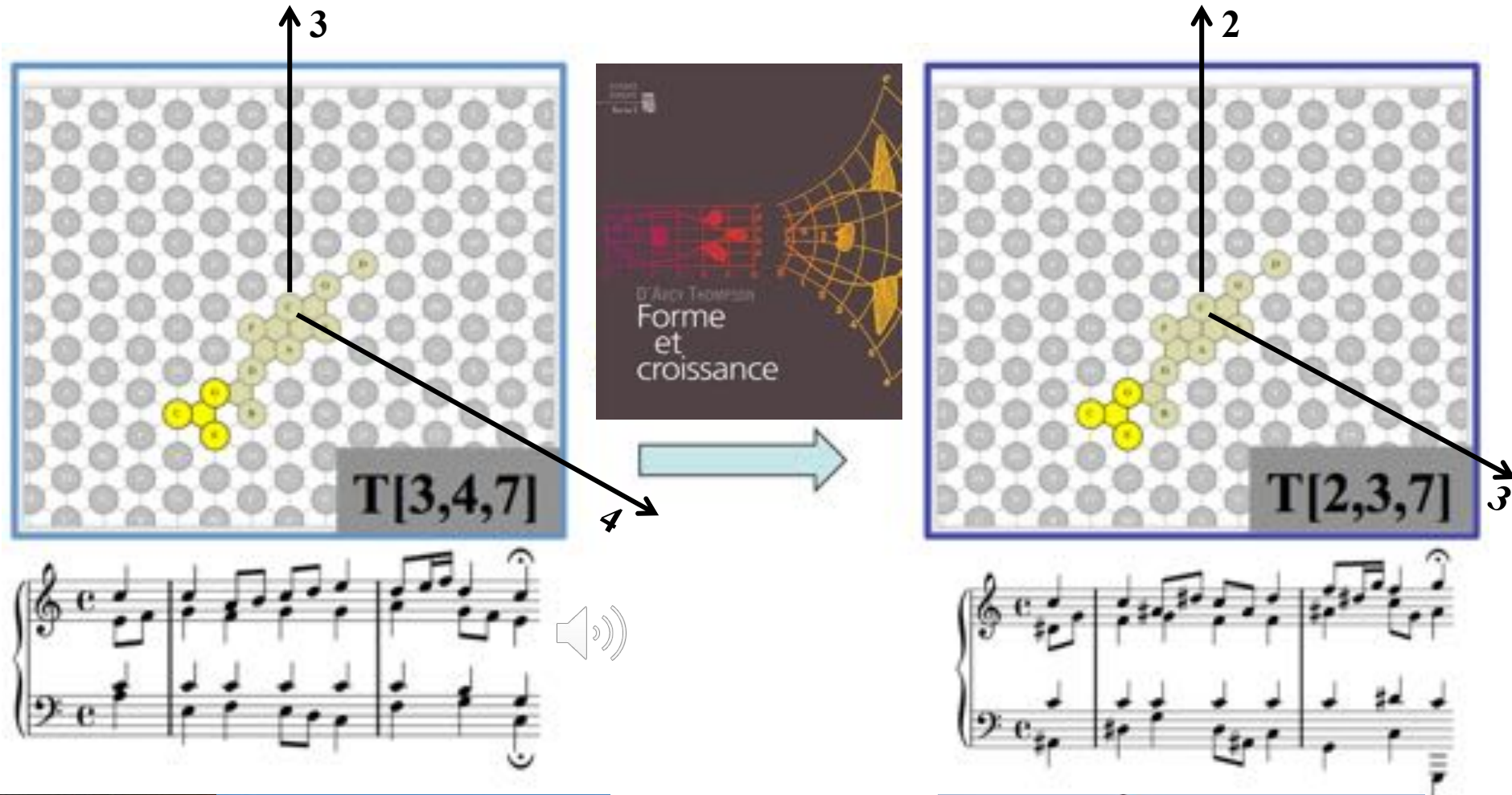


Hexachord (Louis Bigo, 2013)

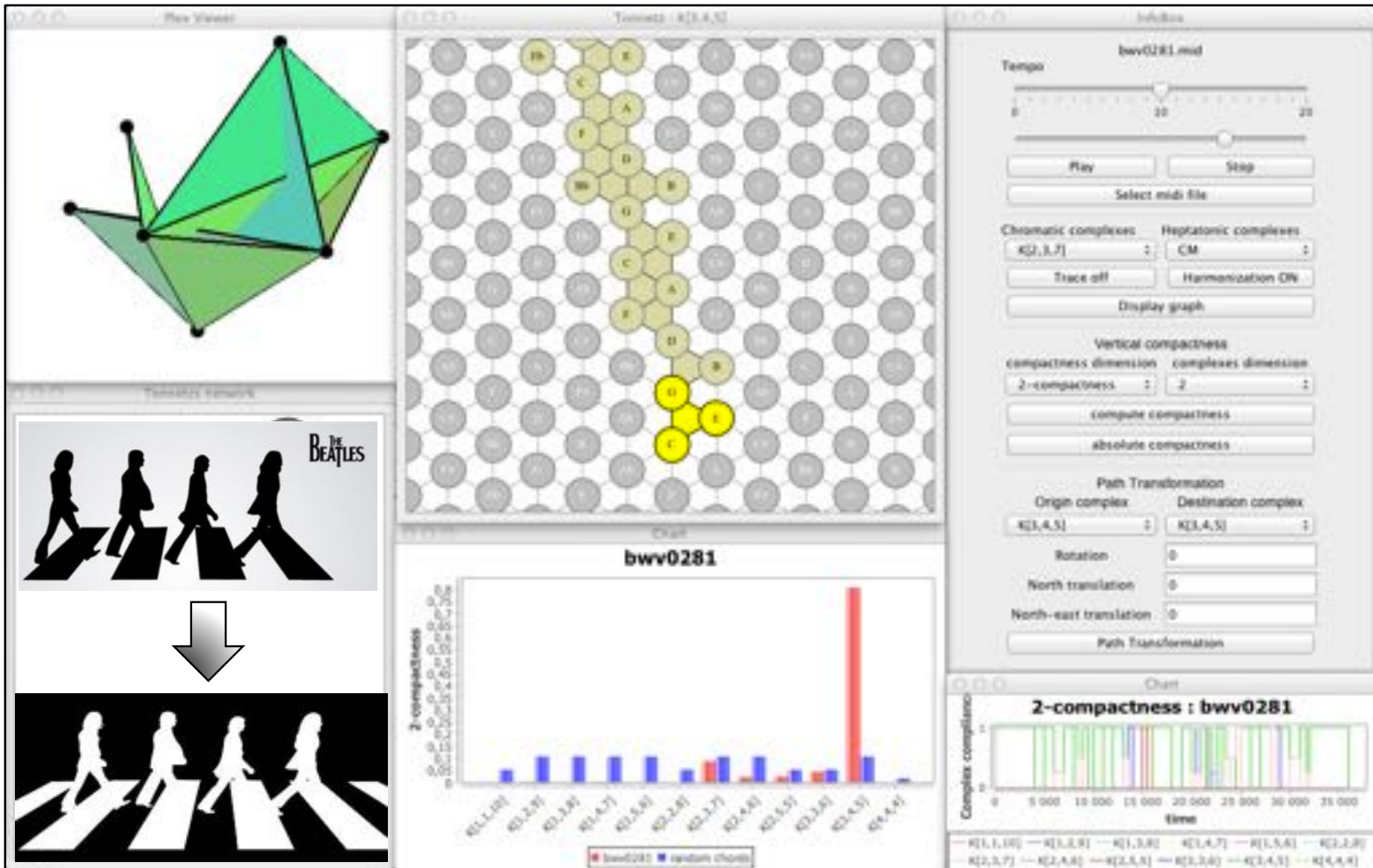


Temporal axis

Que-ce que le style en musique ?



A vous de jouer...avec *Hexachord*



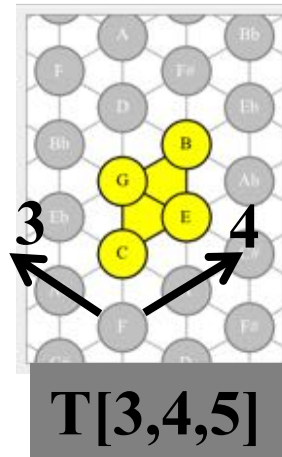
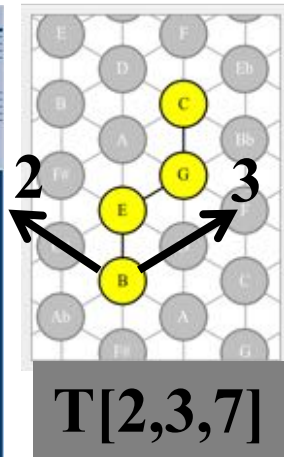
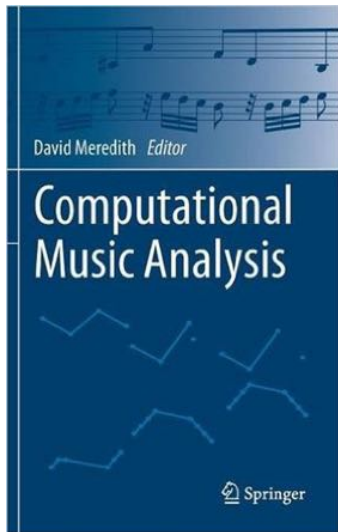
→ <http://www.lacl.fr/~lbigo/hexachord>

Le caractère spatial de la « logique musicale »

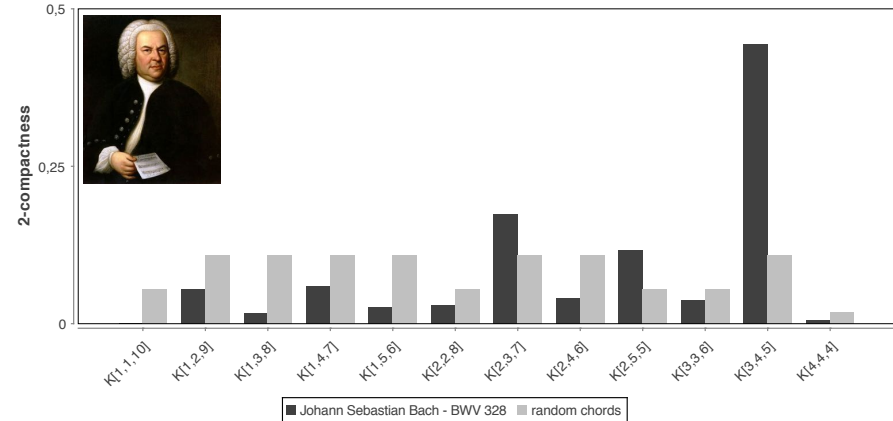
Bigo L., M. Andreatta, « Musical analysis with simplicial chord spaces », in D. Meredith (ed.), *Computational Music Analysis*, Springer, 2015



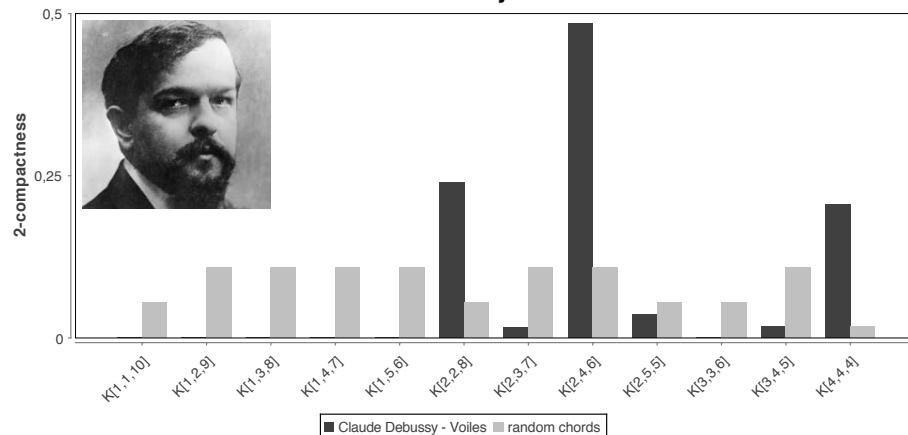
Louis Bigo



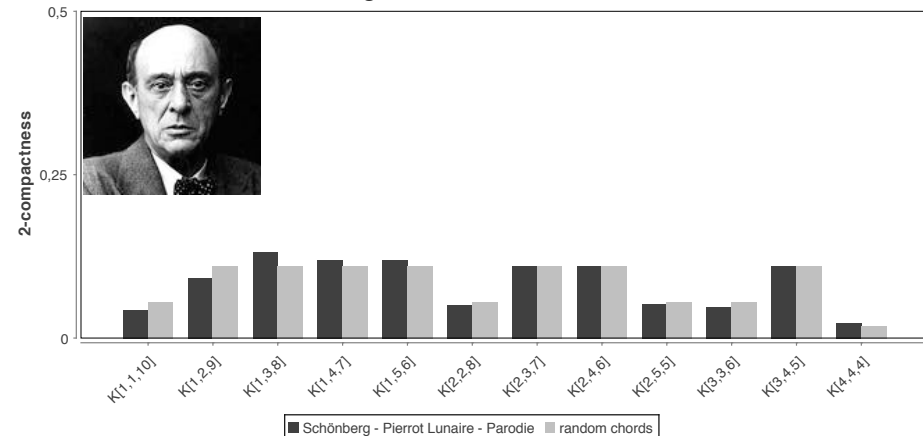
Johann Sebastian Bach - BWV 328



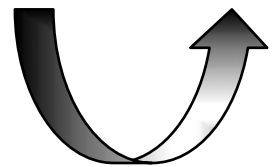
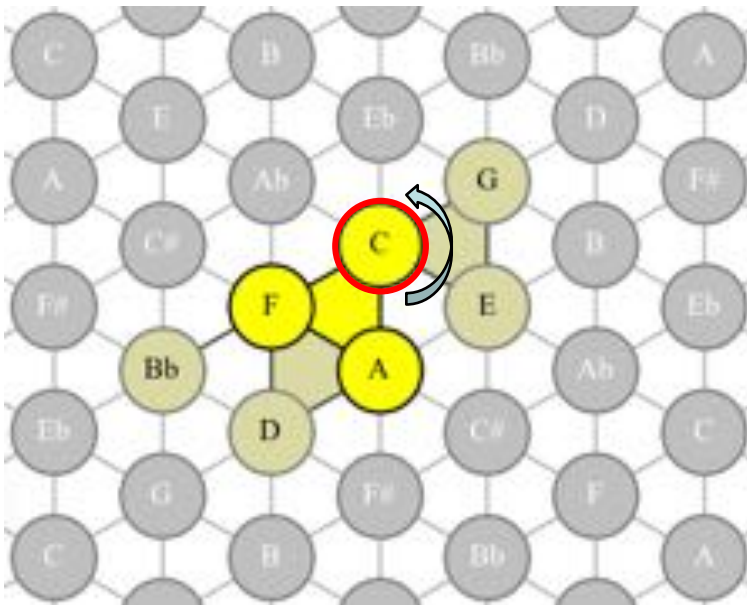
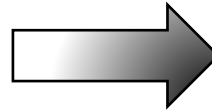
Claude Debussy - Voiles



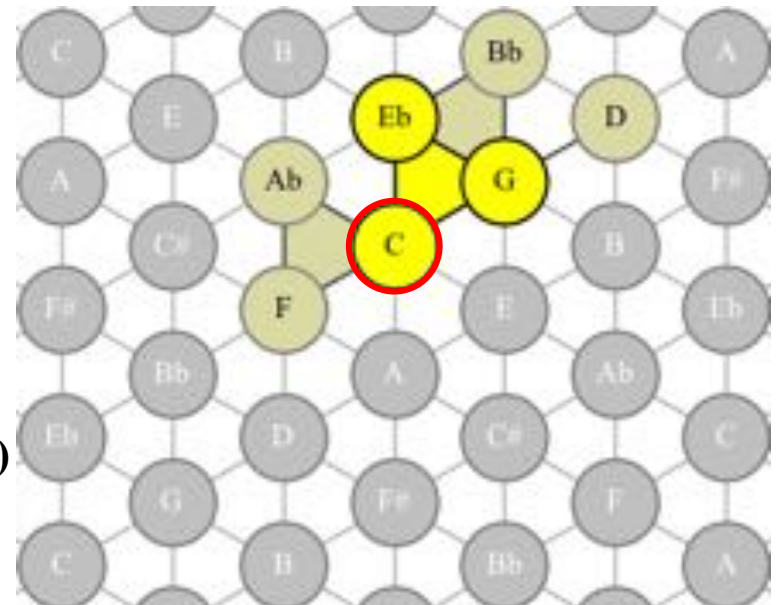
Schönberg - Pierrot Lunaire - Parodie



Dessine-moi le « négatif » d'une chanson



Rotation
(autour du do)



Pour aller plus loin

- **Comment formaliser le tempérament égal avec la structure de groupe cyclique ?** [suggestion : associer aux douze notes de la gamme chromatique les douze intervalles 0=unisson, 1=seconde mineure, ..., 11=septieme majeure et vérifier que les ensembles des residus vérifient les axiomes de groupe avec loi de composition interne l'addition modulo 12. En particulier trouver les générateurs du groupe cyclique d'ordre 12 et les interpréter d'un point de vue musical. Comment peut-on trouver les générateurs dans une division de l'octave en n parties égales à la place de 12, comme dans le piano traditionnel ?]
- **Comment les deux opérations de transposition (=rotation) et d'inversion (=symétrie axiale) s'expriment-elles dans ce formalisme algébrique ?**
- **Comment énumérer les accords invariants par transposition ?** [suggestion : utiliser la *structure intervallique* SI associée à un accord $A=\{0, x_1, \dots, x_k\}$ de k notes donnée par l'ensemble ordonné des intervalles consécutifs, à savoir $SI(A)=(x_1, x_2-x_1, x_3-x_2, \dots, -x_k)$. Voir les transparents pour des exemples d'accords invariants par transposition, tels l'accord augmenté, l'accord diminué etc. Attention, un accord invariant par transposition ne correspond pas nécessairement à un polygone regulier inscrit dans le cercle !]



Merci de votre attention!