

*Modernité musicale au XX<sup>e</sup> siècle et musicologie critique.  
Hommage à Célestin Deliège*

Autour de la *Set Theory* et de l'analyse de  
la musique atonale : démarche structurale  
et approche phénoménologique à partir des  
écrits de Célestin Deliège

Bruxelles, 21-23 mars 2013

Moreno Andreatta

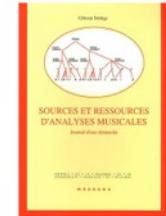
Equipe Représentations Musicales  
IRCAM / CNRS / UPMC

# La démarche « set-théorique » dans le Journal de Céléstin Deliège

- INTRODUCTION : De l'œuvre musicale comme discours et comme texte (1989)

- **Première partie : Structuralisme, Syntaxe et sémantique**

- I. 1987 Arnold Schoenberg, maître pédagogue en Occident
- II. 1973/2005 Théorie et pratique de l'analyse musicale syntaxique de niveau élémentaire
- III. 1975 Webern, op. 10 n° 4 : un thème d'analyse et de réflexion
- **IV 1966 Approche d'une sémantique de la musique**
- V. 1985/1987 Pour une sémantique selon Rameau



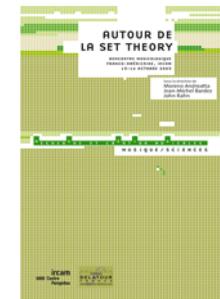
- **Deuxième partie : Générativisme et théorie des ensembles**

- VI. 1989/1991 L'analyse de la syntaxe tonale par la réécriture
- VII. 1979/2005 Théories récentes de la tonalité
- VIII. 1982 (en anglais) La théorie schenkérienne et ses problèmes
- IX. 1986 L'analyse post-schenkérienne, quand et pourquoi ?
- X. 1983 À propos de l'ouvrage de Lerdahl et Jackendoff : « *A generative theory of tonal music* »
- XI. 1986 Pertinence du mètre musical
- XII. 1992 Du cognitivisme à la formalisation grammaticale : un parcours non flêché
- **XIII. 1989 La Set Theory ou les enjeux du pléonasme**



- **Troisième partie : Systèmes harmoniques**

- XIV. 1982 Le legs de 1912
- **XV. 1995-96 Nature <--> culture : choix de parcours...**
- 1995/2000/2003/2005 De la théorie de Hindemith aux fondements présumés de l'harmonie atonale**
- XVI. 1989 Périodicité – Écriture – Forme
- XVII. 1995 Universaux et composition. Sources et ressources du compositeur ?
- XVIII. 2000 De l'incidence du contexte dans un système pentatonique anhistorique
- **XIX 2001/2005 L'harmonie atonale : de l'ensemble à l'échelle**

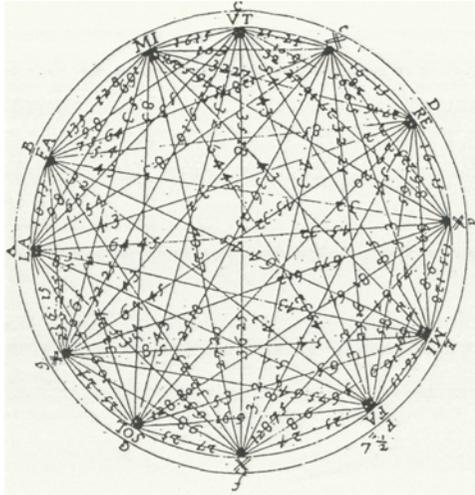


- BIBLIOGRAPHIE

# La Set Theory et la naissance de la combinatoire musicale

*Tabella pulcherrima & utilissima Combinationis duodecim Cantilenarum.*

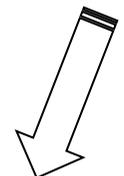
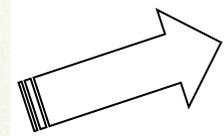
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	6	10	15	21	28	36	45	55	66	78	91	105
4	10	20	35	56	84	120	165	220	286	364	455	560
5	15	35	70	126	210	330	495	715	1001	1365	1820	2380
6	21	56	126	252	462	792	1287	2002	3003	4368	6188	8568
7	28	84	210	462	924	1716	3003	5005	8008	12376	18564	26460
8	36	120	330	792	1716	3432	6435	11440	19448	31824	50388	75288
9	45	165	495	1287	3003	6435	12870	24310	43758	77582	125970	196845
10	55	220	715	2002	5005	11440	24310	48620	92378	167960	293930	469760
11	66	286	1001	3003	8008	19448	43758	92378	184756	352716	646646	1159760
12	78	364	1365	4368	12376	31824	75582	167960	352716	705432	1352078	2500300
13	91	455	1820	6188	18564	50388	125970	293930	646646	1352078	2704156	5200300
14	105	560	2380	8568	27132	77582	204490	497410	1144066	2496144	5200300	10400600
15	120	680	3060	11568	38760	116280	319770	817190	1961256	4457400	9657700	17383860
16	136	816	3876	15504	54264	170544	490314	1307504	3268760	7726660	17383860	30421755
17	153	969	4845	20349	74613	243157	731471	2042975	5311735	13037895	30421755	51895935
18	171	1140	5985	26324	100947	346104	1081575	3124550	8436285	21474180	51895935	86493225
19	190	1330	7315	33649	154596	480700	1562275	4686825	13123110	34597290	86493225	141120525
20	210	1540	8855	43504	177100	617800	2220075	6906900	20030010	54617300	141120525	225792840
21	231	1771	10626	53130	230230	888030	3108105	10015005	30045015	84672115	225792840	354817320
22	253	2024	12650	63130	296010	1184041	4292145	14307150	44352165	129024480	354817320	548354040
23	276	2300	14950	80730	376740	1560780	5852925	20160075	64512290	193566720	548354040	834451800
24	300	2600	17550	118280	470020	2035800	7888725	28048800	92561040	286097760	834451800	1251677700
25	325	2925	20470	157850	629575	2629575	10518300	38567100	131128140	417215900	1251677700	1854914000



Marin Mersenne, *Harmonicorum Libri XII*, 1648



Josef-Mathias Hauer



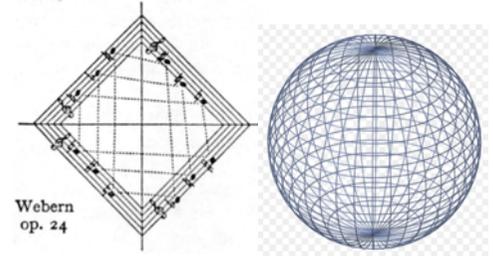
## Combinatoire

## Axiomatique

*Physicists and mathematicians are far in advance of musicians in realizing that their respective sciences do not serve to establish a concept of the universe conforming to an objectively existent nature*

*As the study of **axioms** eliminates the idea that axioms are something absolute, conceiving them instead as **free propositions of the human mind**, just so would this musical theory free us from the concept of major/minor tonality [...] as an **irrevocable law of nature**.*

Ernst Krenek : *Über Neue Musik*, 1937 (Engl. Transl. *Music here and now*, 1939)



Ernst Krenek



David Hilbert

# La Set Theory au sein de la musicologie systématique

## II. Systematisch.

Aufstellung der in den einzelnen Zweigen der Tonkunst zuhöchst stehenden Gesetze.

### A. Erforschung und Begründung derselben in der

1. *Harmo-  
nik*  
(tonal od.  
tonlich).
2. *Rhyth-  
mik*  
(temporär  
oder  
zeitlich).
3. *Melik*  
(Cohärenz  
von tonal  
und tem-  
porär).

### B. Aesthetik der Tonkunst.

1. Vergleichung und Werthschätzung der Gesetze und deren Relation mit den apperzipirenden Subjecten behufs Feststellung der *Kriterien des musikalisch Schönen*.
2. Complex unmittelbar und mittelbar damit zusammenhängender Fragen.

### C. Musikalische Pädagogik und Didaktik

- (Zusammenstellung der Gesetze mit Rücksicht auf den Lehrzweck)
1. Tonlehre,
  2. Harmonielehre,
  3. Kontrapunkt,
  4. Compositionslehre,
  5. Instrumentationslehre,
  6. Methoden des Unterrichtes im Gesang und Instrumentalspiel.

### D. Musikologie (Untersuchung und Vergleichung zu ethnographischen Zwecken).

Hilfswissenschaften: Akustik und Mathematik.

Physiologie (Tonempfindungen).

Psychologie (Tonvorstellungen, Tonurtheile und Tongefühle).

Logik (das musikalische Denken).

Grammatik, Metrik und Poetik.

Pädagogik

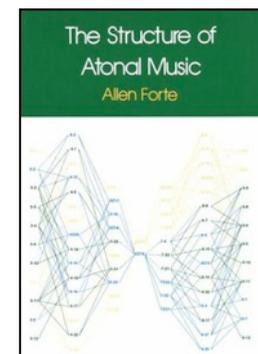
Ästhetik etc.



G. Adler (1855-1941)



A. Forte (1926-)

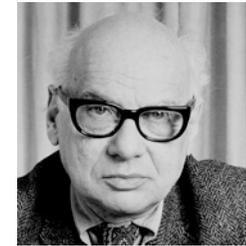


« La deuxième grande partie de la musicologie est la partie systématique; cette partie se base sur la partie historique. (...) L'accent de l'observation réside dans l'analogie de la méthode musicologique avec la méthode scientifique ».

Guido Adler : « Umfang, Methode und Ziel der Musikwissenschaft » (1885)

# Fonction et structure d'une théorie ensembliste de la musique

« ...rendre possible d'un côté l'étude de la **structure** des systèmes musicaux [...] et la formulation des contraintes de ces systèmes dans une perspective compositionnelle [...] mais aussi, comme étape préalable, une terminologie adéquate [...] pour rendre possible et établir un **modèle** qui autorise des énoncés bien déterminés et vérifiables sur les œuvres musicales »

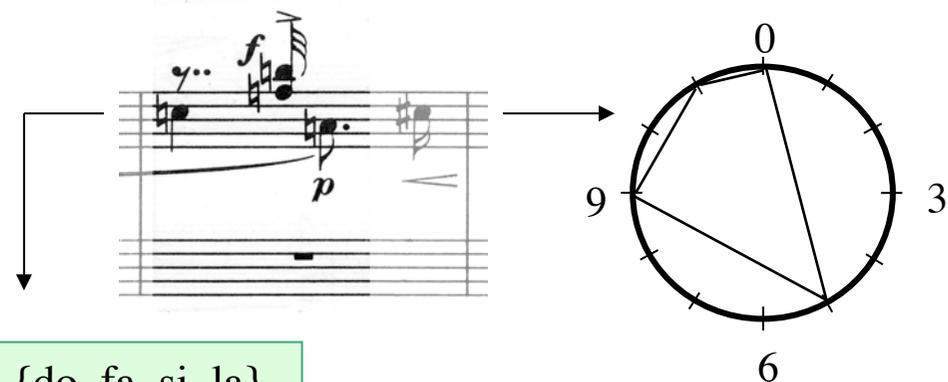


Milton Babbitt

M. Babbitt : « The Structure and Function of Music Theory », 1965

## Autour de la *Set Theory*...

- A. Forte : *The Structure of Atonal Music*, 1973.
- D. Lewin : *Generalized Musical Intervals and Transformation*, 1987
- A. Vieru : *The Book of modes*, 1993 (orig. 1980)
- A. Riotte, M. Mesnage : l'analyse formalisée
- E. Carter : *Harmony Book*, 2002



{do, fa, si, la}

{0, 5, 9, 11}

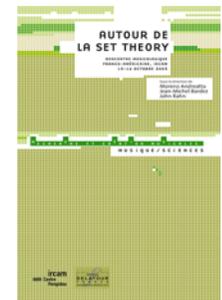
[1, 1, 1, 1, 1, 1]

4-Z29

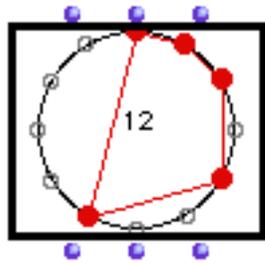
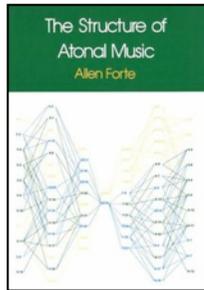
(5 4 2 1)

0-(5 4 2 1)

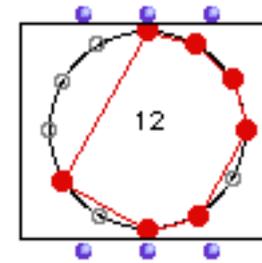
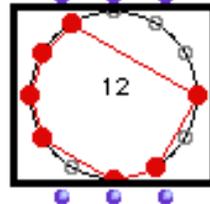
23



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



complémentation



A. Forte (1926-)

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

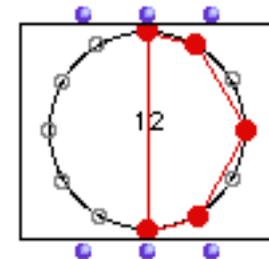
7-30	0,1,2,4,6,8,9	343542
7-31	0,1,3,4,6,7,9	336333
7-32	0,1,3,4,6,8,9	335442
7-33	0,1,2,4,6,8,10	262623
7-34	0,1,3,4,6,8,10	254442
7-35	0,1,3,5,6,8,10	254361
7-Z36	0,1,2,3,5,6,8	444342
7-Z37	0,1,3,4,5,7,8	434541
7-Z38	0,1,2,4,5,7,8	434442

<b>5-Z36</b>	<b>0,1,2,4,7</b>	<b>222121</b>
--------------	------------------	---------------

<b>7-Z36</b>	<b>0,1,2,3,5,6,8</b>	<b>444342</b>
--------------	----------------------	---------------

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

# La set theory ou les enjeux du pléonasme (I)

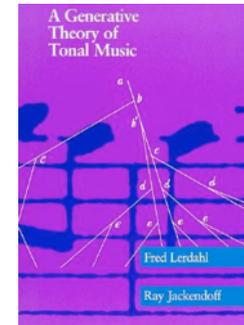
Ch. XIII - *Analyse Musicale* 17, 1989

- Premières objections d'ordre théorique

- Segmentation
- Absence prise en considération hauteurs concrètes
- Inconnue sur les équivalences entre les ensembles
- Lien problématique avec la perception
- Absence de description hiérarchique



Fred Lerdahl



« [...] Dans la présentation qu'en donne Allen Forte, nous sommes mis en présence d'une **taxinomie** visant l'exhaustivité – et peut-être même non loin de la réaliser – du vocabulaire morphologique que peut produire **toute structure modulo 12 entre trois et neuf sons**, ce qui, n'en doutons pas, peut avoir des **implications énormes pour l'analyse** » (p. 255)

« [...] la lecture de la ST, très puissante au niveau morphologique, ne peut informer au plan syntaxique que si l'œuvre appréhendée ne relève que d'une **conduite strictement combinatoire de l'organisation**. [...] Pour appréhender vraiment la syntaxe d'une œuvre musicale, il faut que l'instrument analytique pénètre le **sens des relations temporelles** par la production d'un métalangage approprié, mais il faut que conjointement ce métalangage couvre les **relations spatiales** » (p. 257)

# La set theory ou les enjeux du pléonasme (II)

Ch. XIII - *Analyse Musicale* 17, 1989

- **Objections d'ordre épistémologique :**
  - Théorie logico-formelle vs théorie musicale
  - Caractère tautologique



« S'il devait s'avérer que quelque contradicteur tente de me persuader de la nature théorique du projet, il devrait alors reconnaître cette théorie comme étant de **caractère tautologique**. Acceptant ce caractère, pour ma part, dans la mesure où je reconnais une *efficacité* dans les opérations permises, je dirai en fin de compte que la ST me met en présence d'une **technique opératoire d'origine purement instrumentale**. [...] La ST constate, mais ne peut rien prédire. Ses arguments sont ceux du pléonasme, ses valeurs, celles de la redondance » (p. 259).

- **Quelques conclusions quand à la pratique future de la ST**
  - ST comme théorie de la « pensée intervallique »
  - La ST et l'analyse assistée par ordinateur

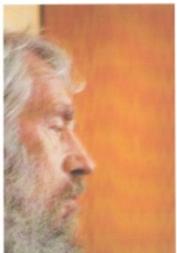
« La ST est donc, en fin de compte, appelée à l'avenir de son présent. Elle ne paraît pas susceptible de développements, mais il convient de ne pas ignorer son apport pratique pour des opérations relativement simples sur des œuvres primordialement fondées sur la capacité d'engendrement des morphologies par l'**intervalle** en quelque paramètre où celui-ci impose un certain taux de périodicité » (p. 280).



# La Set Theory et l'analyse musicale assistée par ordinateur

André Riotte et Marcel Mesnage

A. Schoenberg : *Klavierstück Op. 33a*, 1929

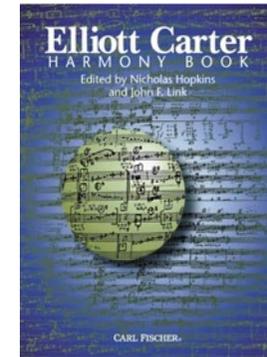


0-5511 (1 2 5 6)    9-4233 (2 3 4 5 6)    8-6231 (1 2 3 4 5 6)    11-6132 (1 2 3 4 5 6)    0-4332 (2 3 4 5 6)    3-5511 (1 2 5 6)

$T_1I$      $T_1I$      $T_1I$

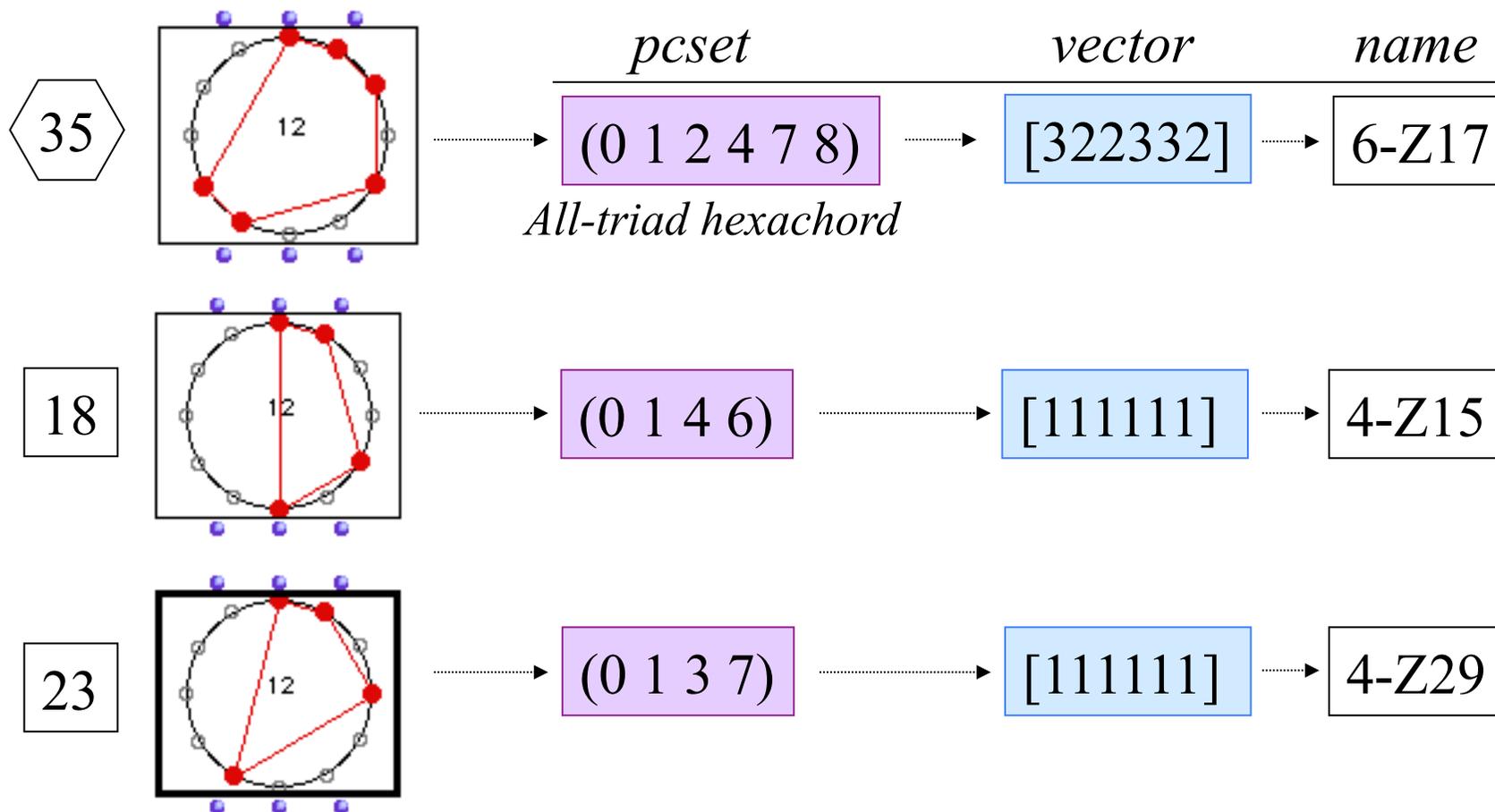
# La Set Theory comme démarche compositionnelle

## *Elliott Carter et les fondements combinatoires de l'harmonie*



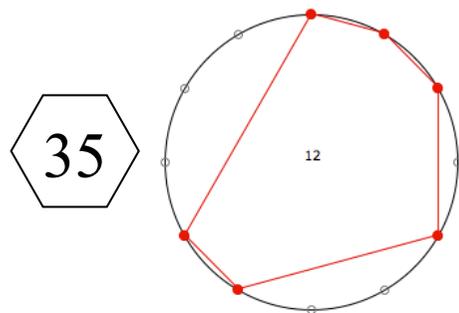
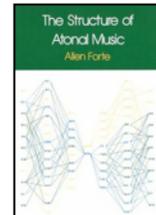
Elliott Carter

« From about 1990, I have reduced my vocabulary of chords more and more to the **six note chord n° 35** and the **four note chords n° 18 and 23**, which encompass all the intervals »  
 (Harmony Book, 2002, p. ix)



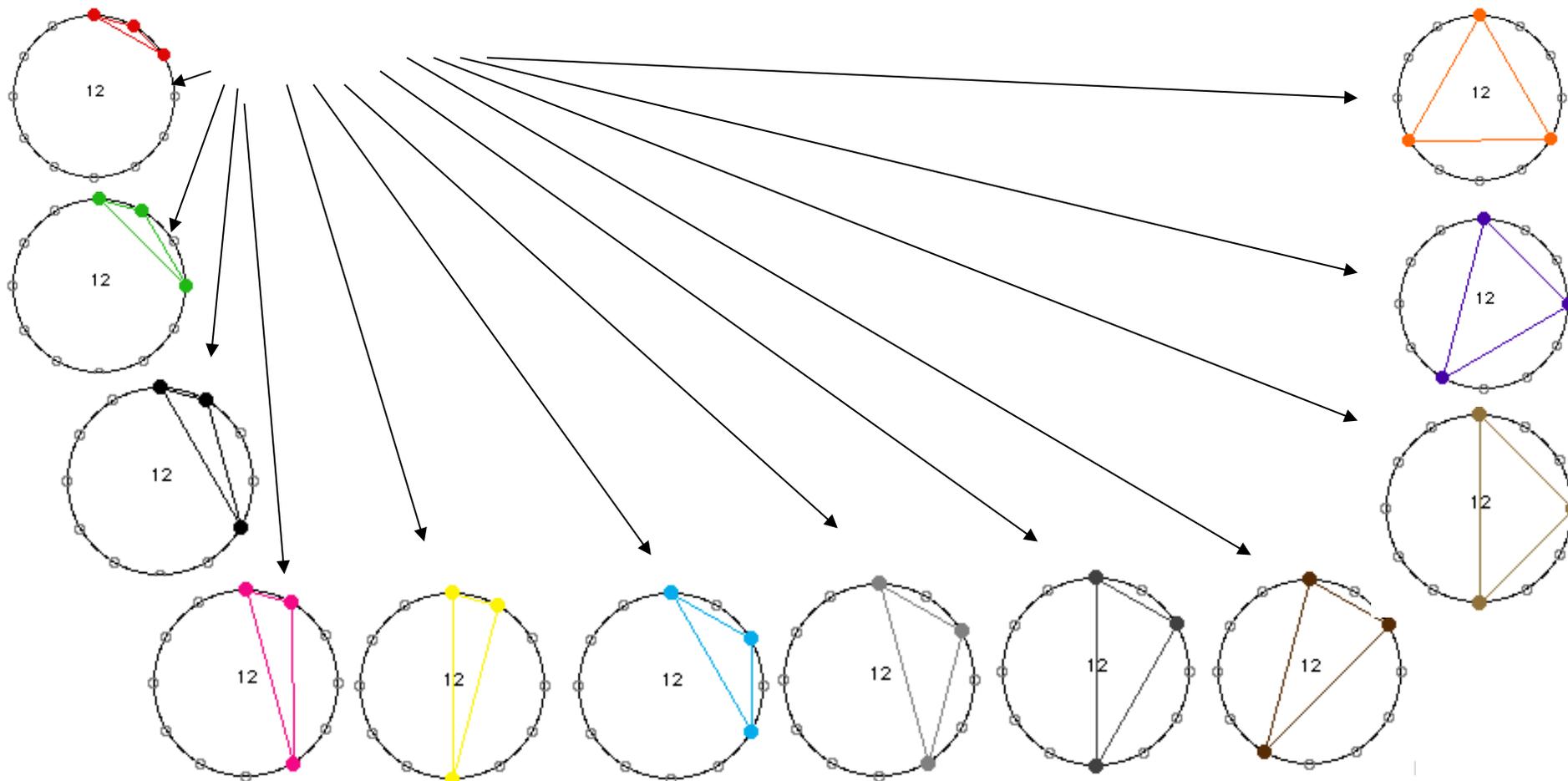
# Combinatoire d'hexacordes

$G \setminus k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C_{12}$	1	6	19	43	66	80	66	43	19	6	1	1
$D_{12}$	1	6	12	29	38	50	38	29	12	6	1	1
$Aff_1(Z_{12})$	1	5	9	21	25	34	25	21	9	5	1	1



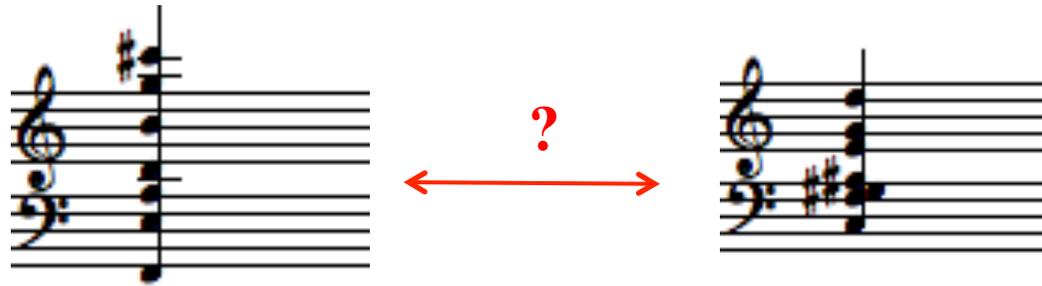
*pcset*  
**(0 1 2 4 7 8)**  
*All-triad hexachord*

*vector*  
**[322332]**  
*name*  
**6-Z17**

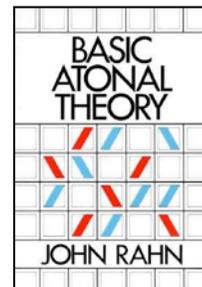
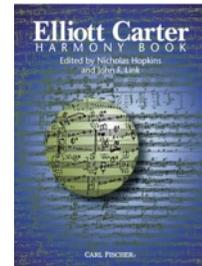
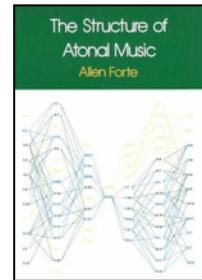




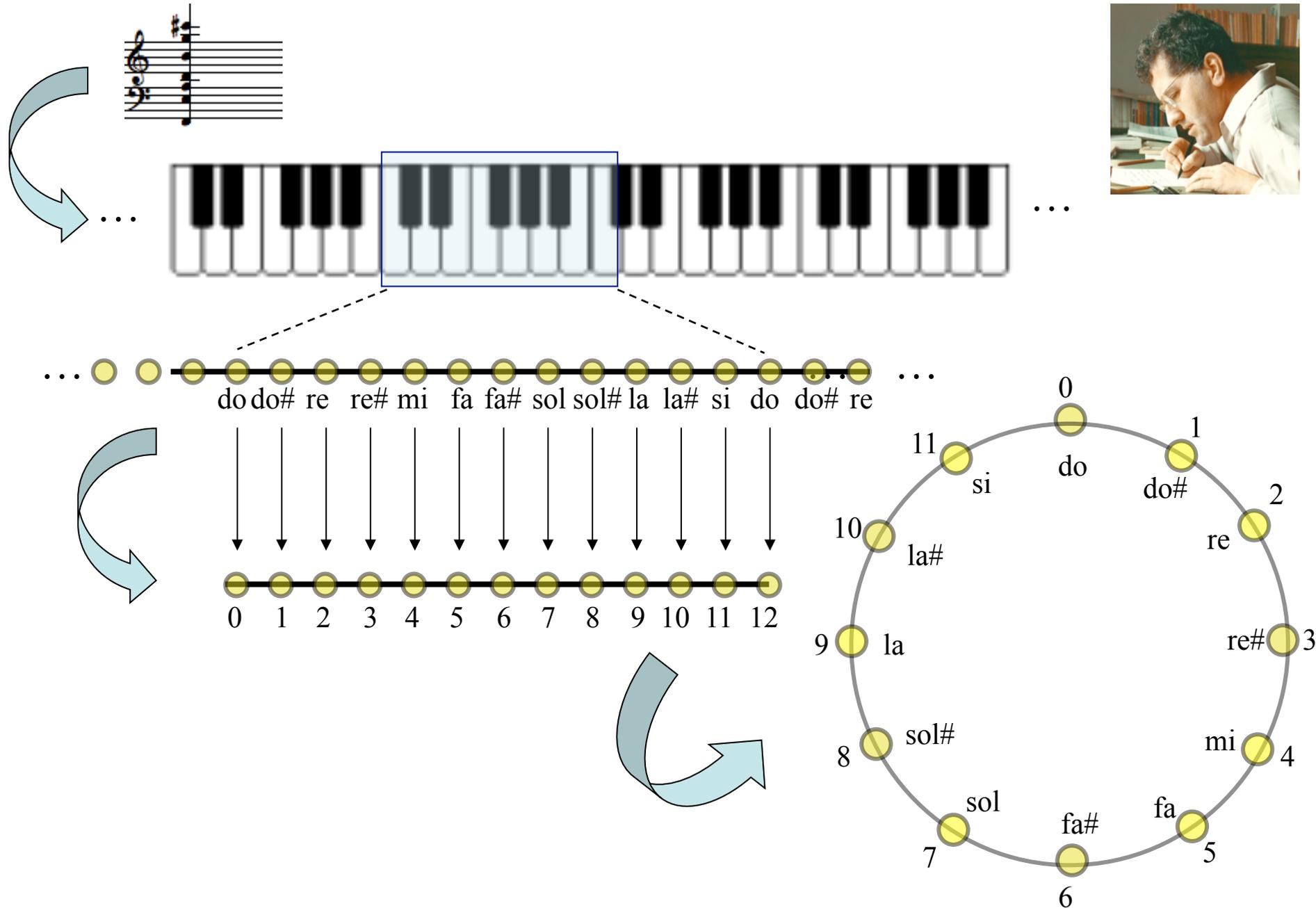
# Un exercice set-théorique



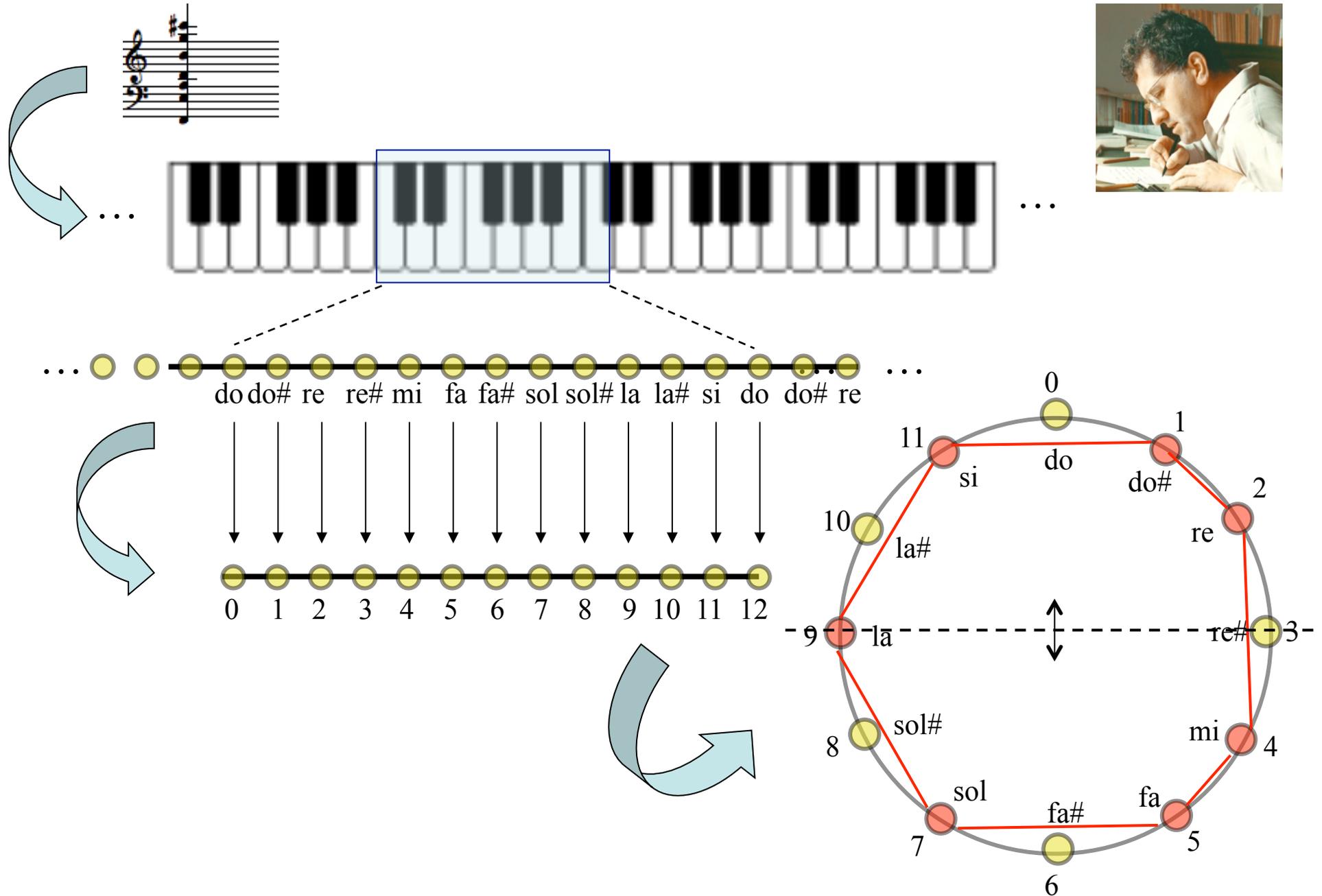
5-30	0,1,4,6,8	121321	7-30	0,1,2,4,6,8,9	343542
5-31	0,1,3,6,9	114112	7-31	0,1,3,4,6,7,9	336333
5-32	0,1,4,6,9	113221	7-32	0,1,3,4,6,8,9	335442
5-33(12)	0,2,4,6,8	040402	7-33	0,1,2,4,6,8,10	262623
5-34(12)	0,2,4,6,9	032221	7-34	0,1,3,4,6,8,10	254442
5-35(12)	0,2,4,7,9	032140	7-35	0,1,3,5,6,8,10	254361
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	



# Un exercice set-théorique



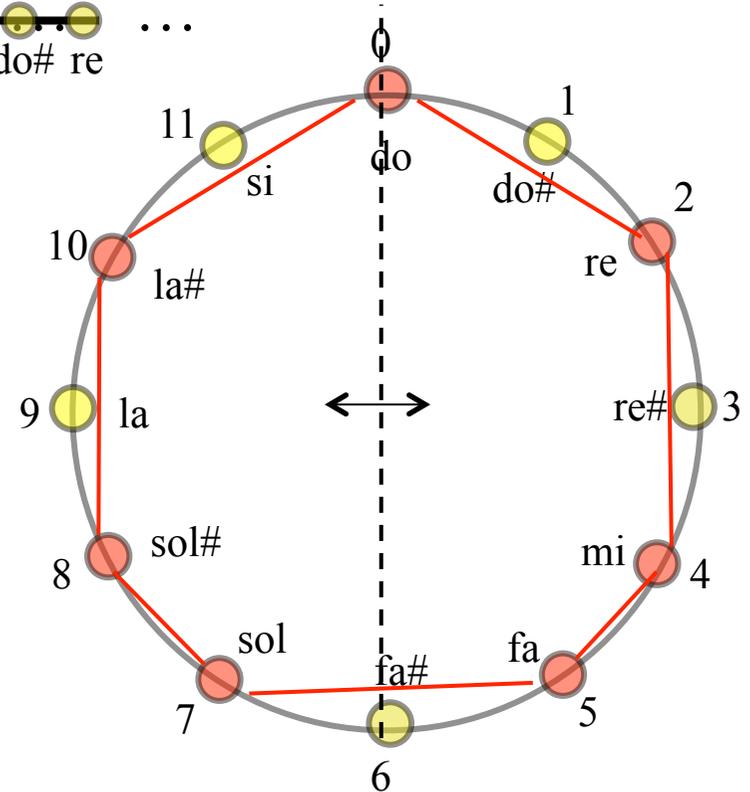
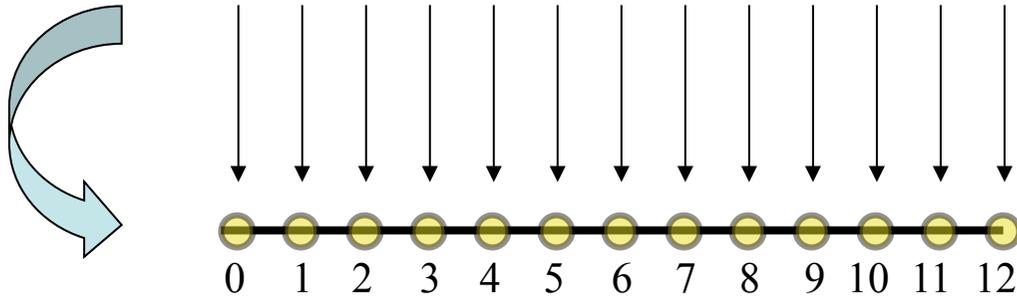
# Un exercice set-théorique



# Un exercice set-théorique



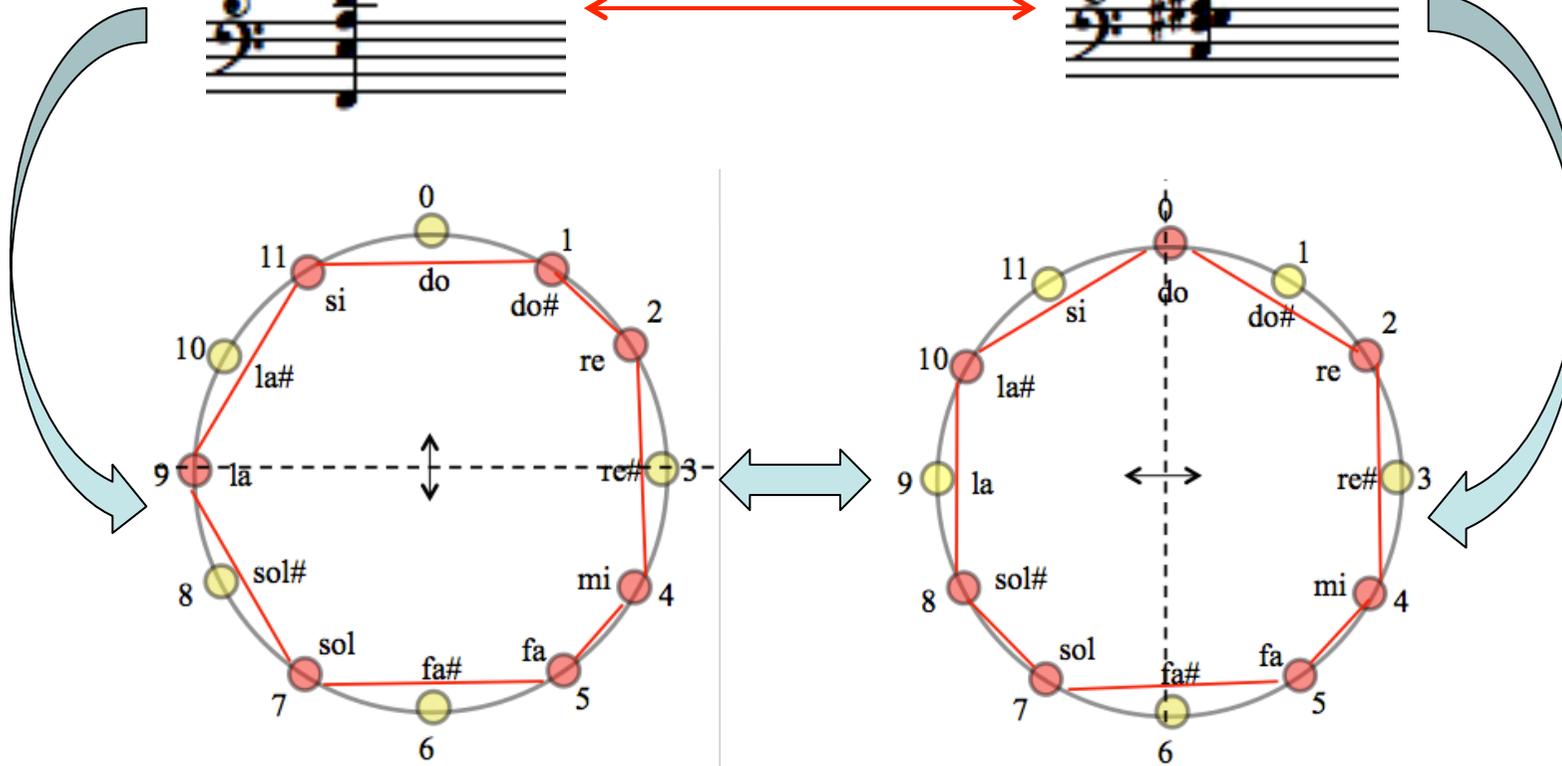
... ● ● ● do do# re re# mi fa fa# sol sol# la la# si do do# re ...



# Un exercice set-théorique



**transposition**



*pcset*

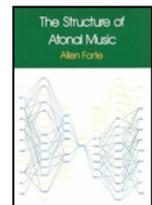
*Contenu intervallique*

*name*

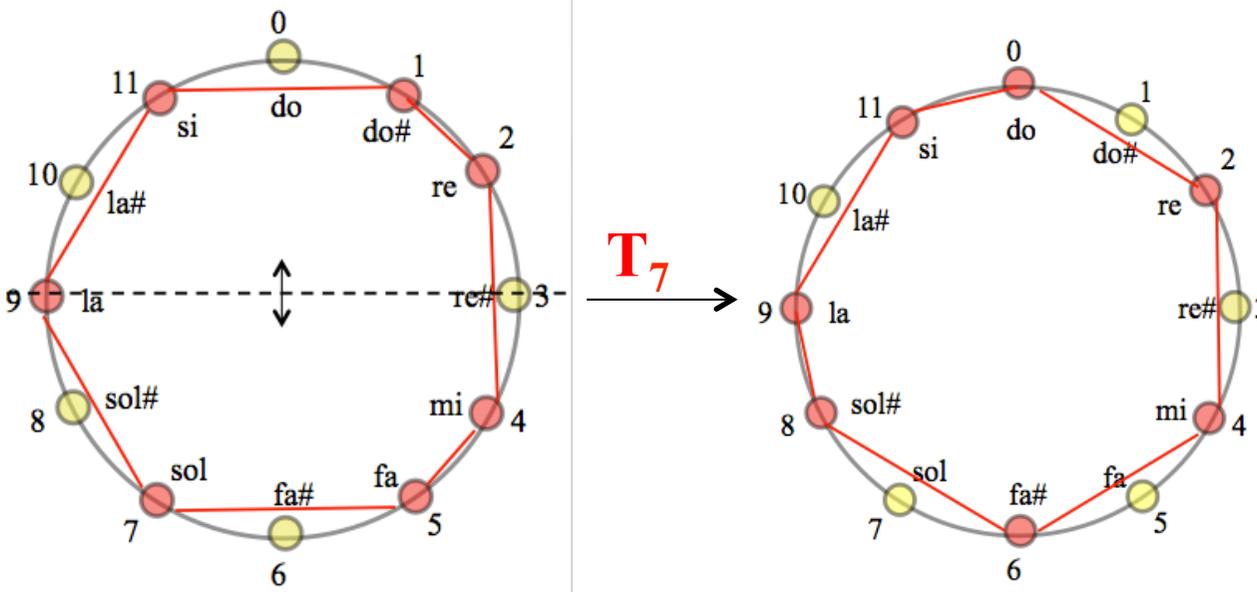
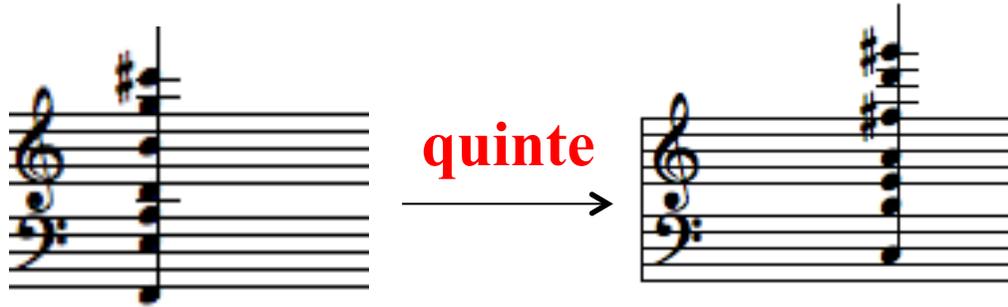
(0 1 3 4 6 8 10)

[7 2 5 4 4 4 4 4 4 5 2]

7-34



# Un exercice set-théorique



*pcset*

*Contenu intervallique*

*name*

(0 1 3 4 6 8 10)

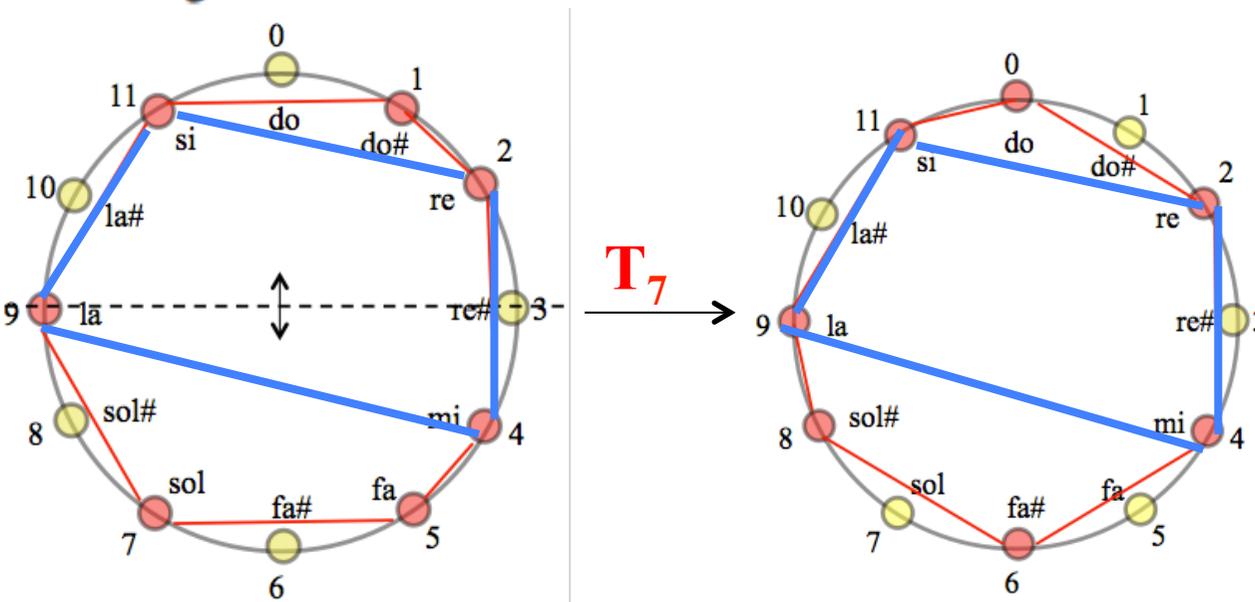
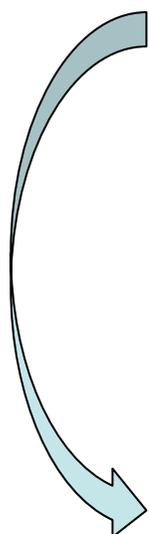
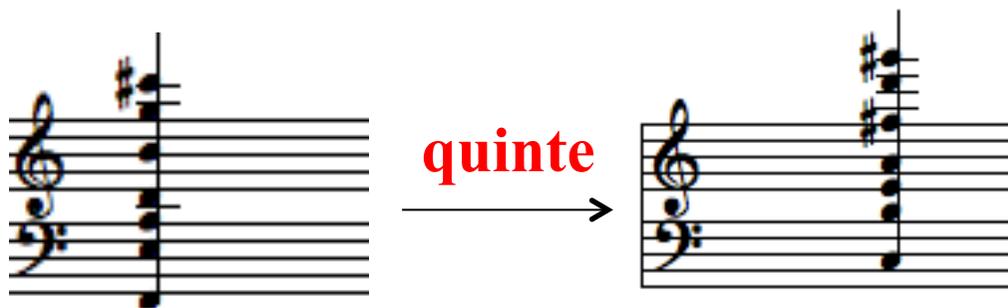
[7 2 5 4 4 4 4 4 4 4 5 2]

7-34

$T_0$

...  $T_7$

# Un exercice set-théorique



*pcset*

*Vector d'intervalles*

*name*

(0 1 3 4 6 8 10)

[7 2 5 4 4 4 4 4 4 4 5 2]

7-34

$T_0$

...  $T_7$

« Here the basic hierarchical scope of the (twelve-tone) system is contained essentially in the simple theorem that:

**Given a collection of pitches (pitch classes), the multiplicity of occurrence of any interval (...) determines the number of common pitches between the original collection and the transposition by the interval »**

(Milton Babbitt, *Past and Present Concepts*, 1961)

$H = \{0, 1, 2, 5, 6, 8\}$      $H' = \{3, 4, 7, 9, 10, 11\}$      $H'' = T_4(H) = \{2, 3, 4, 8, 10, 11\}$

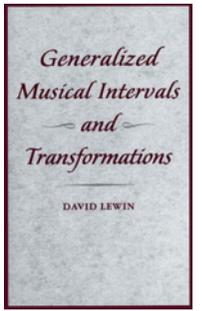
$INJ(H, H')(T_0) = 0$   
 $INJ(H', H'')(T_4) = 0$   
 $INJ(H, H'')(T_2) = 4$

**H**

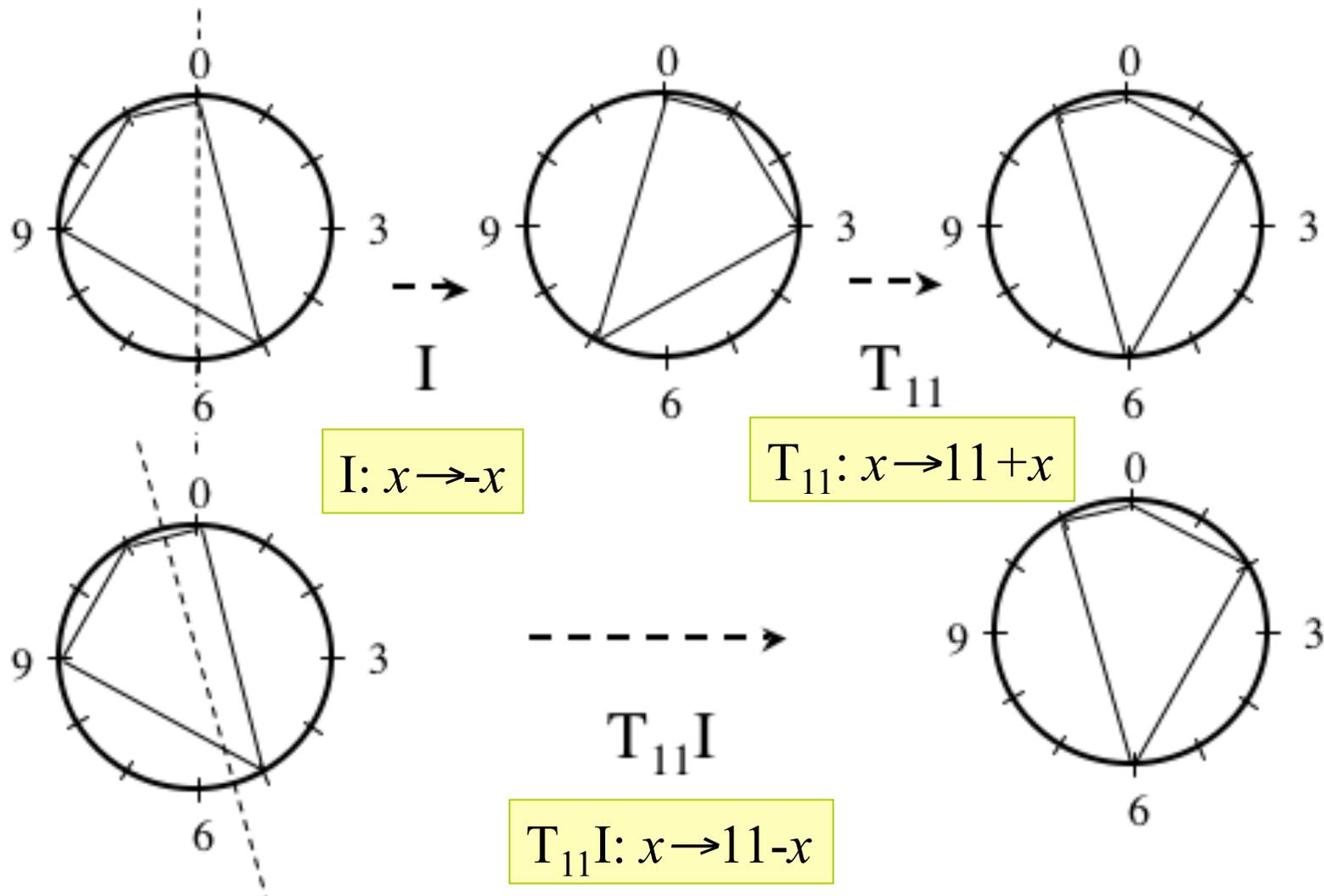
**H'**

David Lewin (1987) →

$$INJ(H, H')(T_i) = IFUNC(H, H')(i)$$

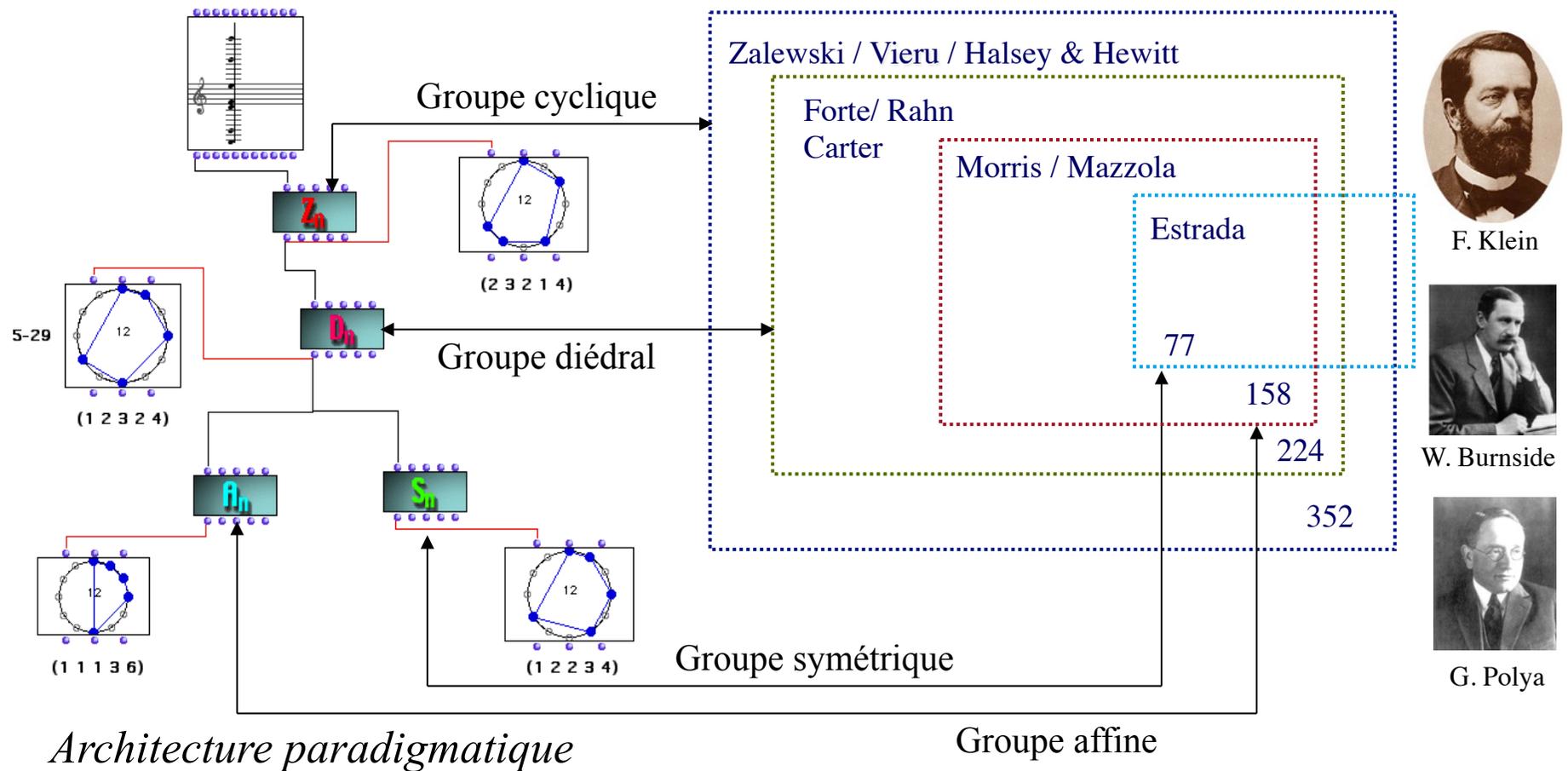


# La Set Theory : équivalence modulo transposition/inversion



$$\{0, 5, 9, 11\} \longrightarrow \{11, 6, 3, 0\}$$

# Classification paradigmatique des structures musicales



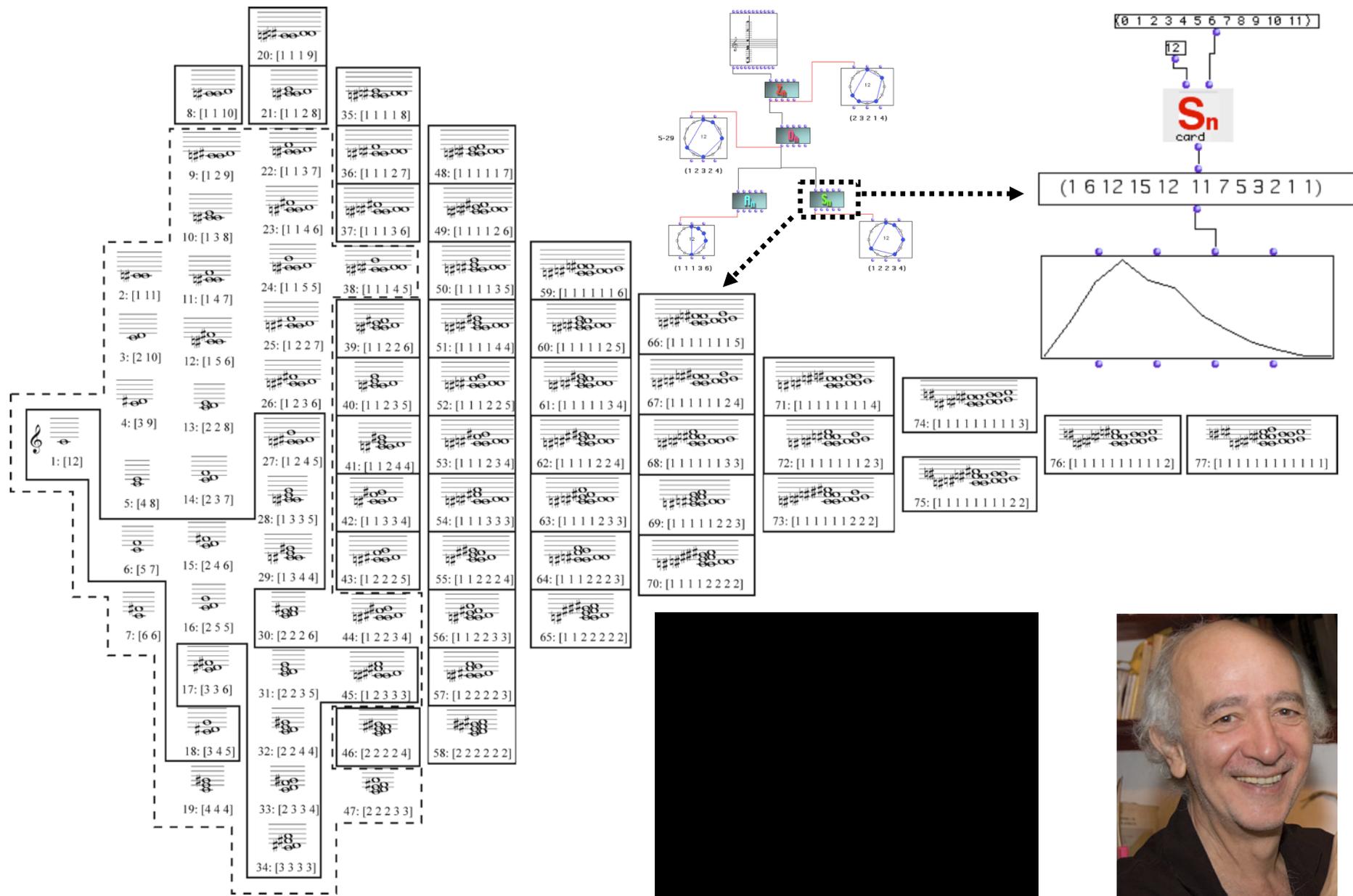
« [C'est la notion de **groupe** qui] donne un sens précis à l'idée de structure d'un ensemble [et] permet de déterminer les éléments efficaces des transformations en réduisant en quelque sorte à son **schéma opératoire** le domaine envisagé. [...] L'objet véritable de la science est le **système des relations et non pas les termes supposés qu'il relie**. [...] Intégrer les résultats - symbolisés - d'une expérience nouvelle revient [...] à créer un canevas nouveau, un groupe de transformations plus complexe et plus compréhensif »



G.-G. Granger

G.-G. Granger : « Pygmalion. Réflexions sur la pensée formelle », 1947

# Le permutadoèdre des 77 textures de Julio Estrada



F. Chopin, Prélude en mi mineur

<http://dmitri.tymoczko.com/>



Julio Estrada

# Analyse musicale et conquête de l'espace

The image displays two musical staves with numbered measures and their corresponding pitch classes in brackets. The left staff (Bartok) has measures 1-70, and the right staff (Schoenberg) has measures 1-73. Some measures are enclosed in boxes or dashed lines to highlight specific patterns.

**Left Staff (Bartok):**

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

**Right Staff (Schoenberg):**

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

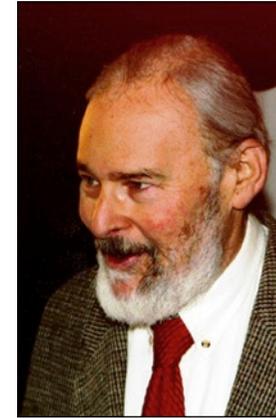
B. Bartok, Quatuor n° 4  
(3<sup>e</sup> mouvement)



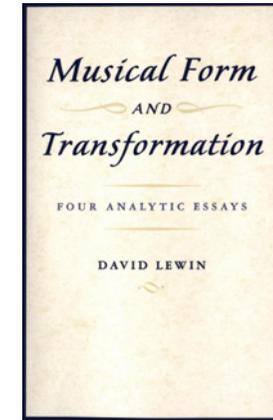
A. Schoenberg,  
*Six pièces* op. 19



# Extensions transformationnelles de la *Set Theory*



David Lewin



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



Trois interprétations :



Henck



Kontarsky

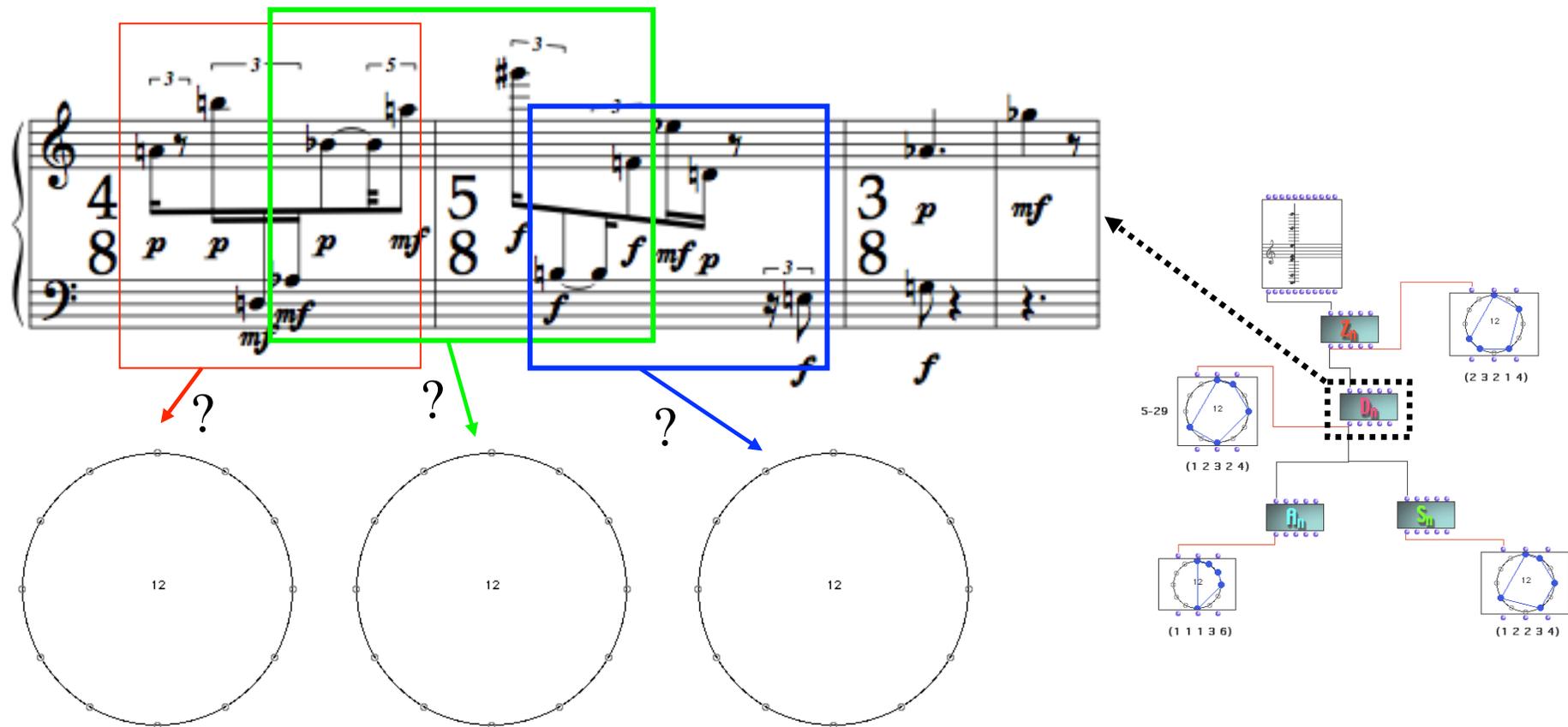


Tudor



K. Stockhausen

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

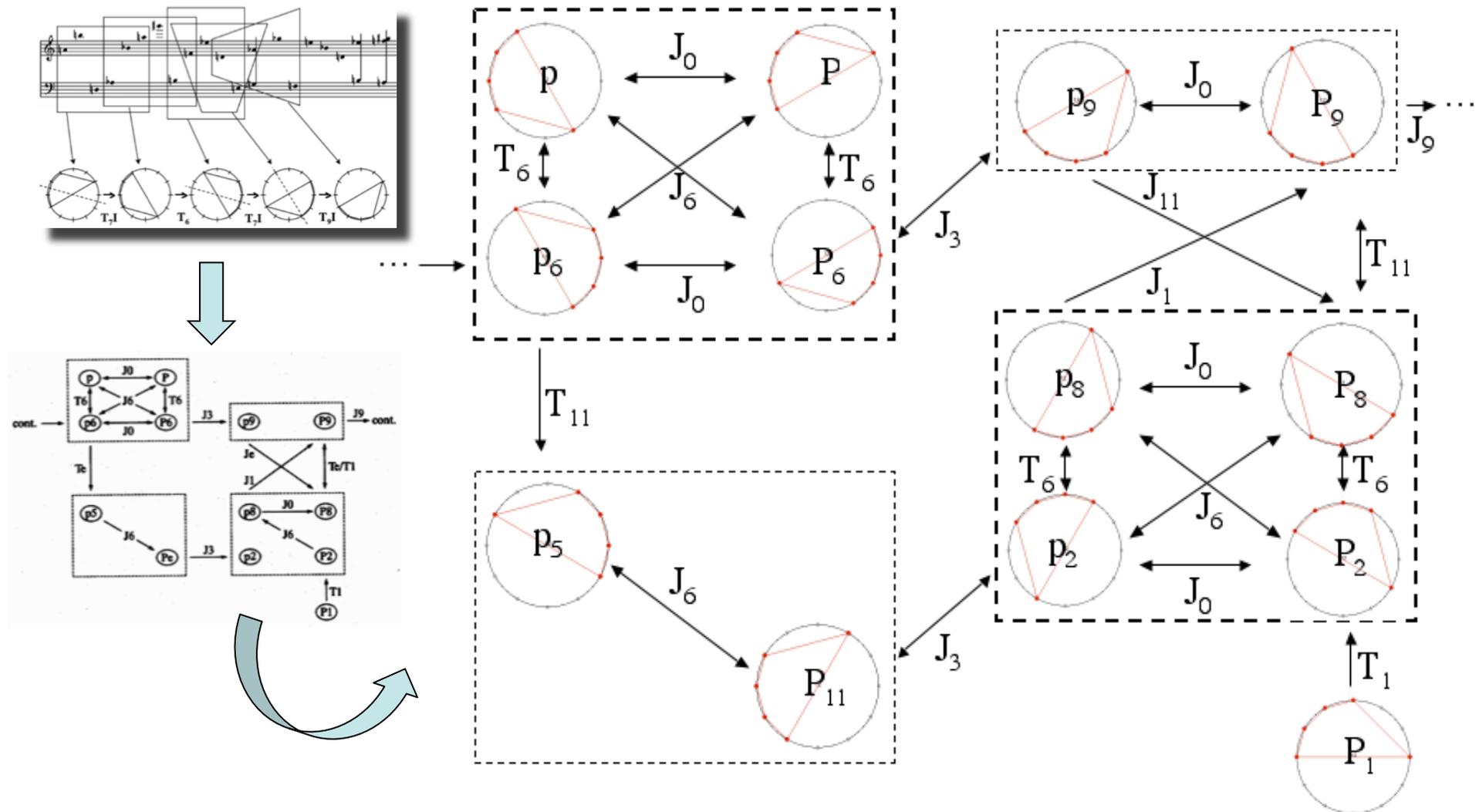


« The most ‘theoretical’ of the four essays, it focuses on the forms of **one pentachord reasonably ubiquitous in the piece**. A special group of transformations is developed, one suggested by the musical interrelations of the pentachord forms. Using that group, the essay arranges all pentachord forms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

# Segmentation par imbrication et progression « chrono-logique »

The image displays a musical score with two staves (treble and bass clef) and a series of transformation diagrams below. The score is divided into three measures with time signatures 4/8, 5/8, and 3/8. The first measure (4/8) contains dynamics *p*, *p*, *p*, and *mf*. The second measure (5/8) contains dynamics *f*, *f*, *mf*, and *p*. The third measure (3/8) contains dynamics *p* and *mf*. Three overlapping boxes highlight segments: a red box covers the first two measures, a green box covers the first and second measures, and a blue box covers the second and third measures. Below the score, a series of five transformation diagrams are shown, each a circle with a vertical line and a diagonal line. The diagrams are labeled  $T_7I$ ,  $T_6$ ,  $T_7I$ , and  $T_{10}I$  from left to right. Arrows connect the boxes in the score to the corresponding transformation diagrams, illustrating the progression of transformations.

# Réseau transformationnel comme « espace conceptuel » de la pièce

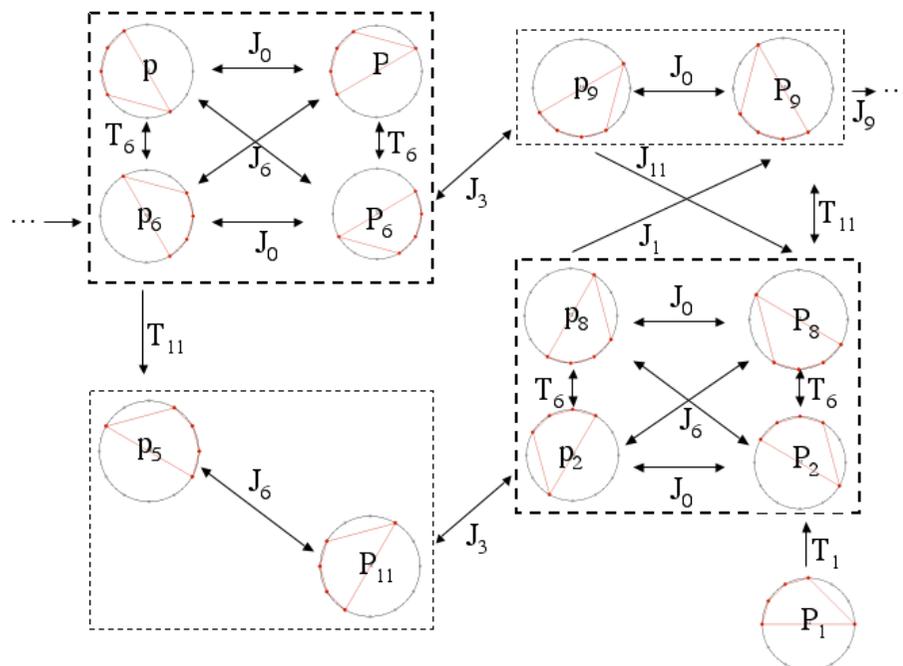
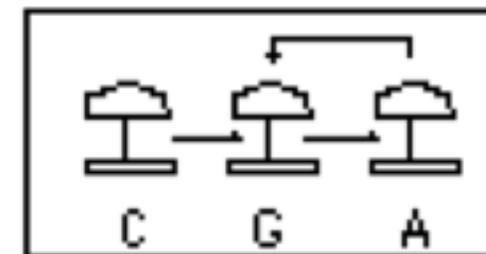
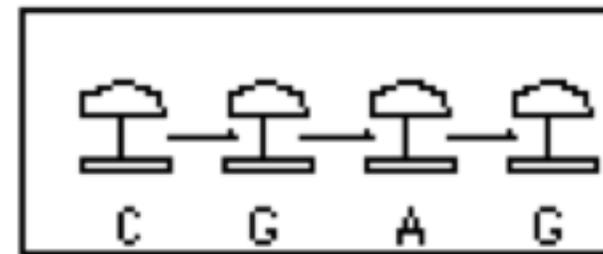
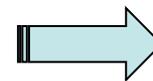
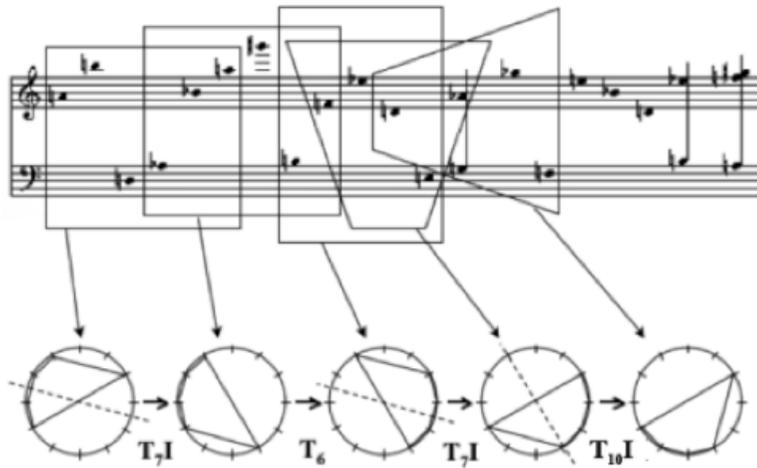


« Rather than asserting a network that follows pentachord relations one at a time, according to the **chronology of the piece**, I shall assert instead a **network** that displays all the pentachord forms used and all their potentially functional interrelationships, in a **very compactly organized little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

# 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

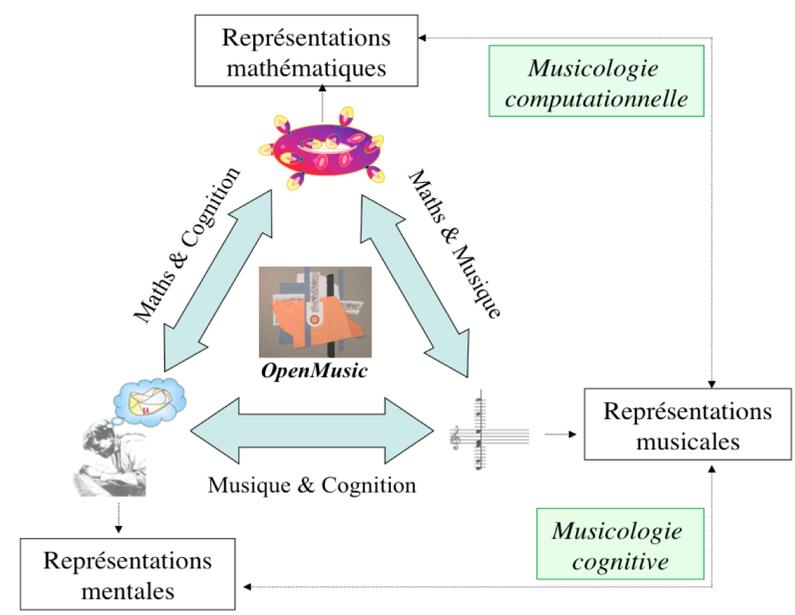
m. 5-7 5-7 5-7 5-7 8-10 8-10 8-10

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

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

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

« 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 ».**



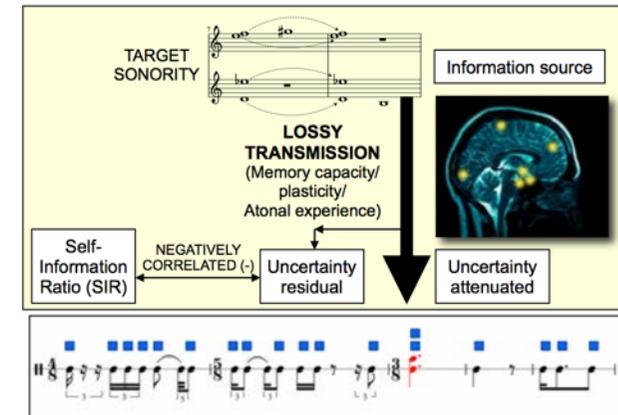
# « Yes, we can! »

**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), Montreal, 2012.

# Vers une objectivation de l'harmonie atonale

Ch. XV - Colloque « Autour de la *Set Theory* », octobre 2003

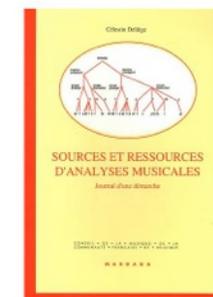


Notre point de départ sera ici l'essai analytique de David Lewin (1993), un très élégant travail mené à l'aide de la *set theory*, et, remarquons-le, l'un des très rares à tenter de cerner, par cette méthode, une œuvre postérieure à l'école de Vienne.



Stockhausen, *Klavierstück III*

## De la théorie des ensembles à l'harmonie atonale



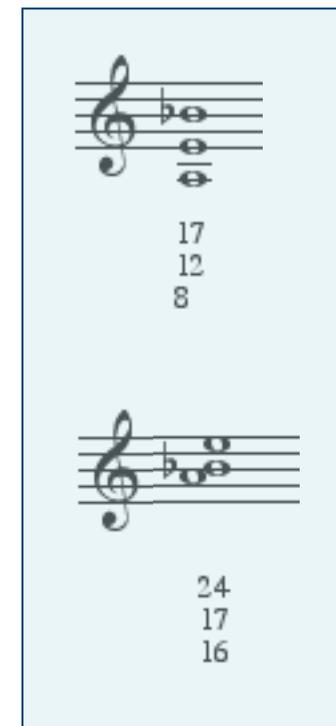
« Ayant élevé la voix assez haut contre la *set theory*, je me sentis obligé de travailler à une espèce d'antidote qu'après bien de tâtonnements [ch. XV] et une hypothèse quelque peu audacieuse prise sur l'échelle pentatonique [ch. XVIII]... j'arrivai finalement à une proposition plus solide basée sur la **résonance des sons harmoniques** permettant un **chiffage de l'harmonie atonale** [ch. XIX]. Le point délicat de cette proposition est qu'elle implique la sélection d'une fondamentale. Or, on sait que l'image spectrale ne peut généralement la spécifier. On verra que je n'ai pas abandonné le problème à l'arbitraire. Ma proposition a l'avantage de **permettre un *continuo* atonal par un chiffage de l'agregat et du registre de chaque son**. Je l'ai finalement jumelé à la numérisation de la *set theory*, fixant cette numérisation au chiffage de l'harmonie [ch. XV]. La marge d'incertitude qui peut subsister, est laissé à l'appréciation de mes successeurs »

*Avant-propos*

# L'harmonie atonale : de l'ensemble à l'échelle

ch. XIX - *Musique contemporaine : Perspectives théoriques et philosophiques*, 2001

*Postulat* : l'harmonie atonale est héritière de toute la polyphonie occidentale antérieure. Ses morphologies harmoniques répondent en conséquence aux **lois universelle de la résonance contrôlées par la physique acoustique** [...]. Ce retour au monde de la physique est bien le seul qui nous permette une **récupération rationnelle de l'harmonie dans l'univers atonal** (p. 390).

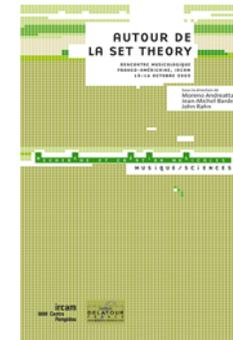


Exemple XIX.1

*Sons harmoniques de 1 à 32 répertoriés par octaves*

# Vers une objectivation de l'harmonie atonale

Ch. XV - Colloque « Autour de la *Set Theory* », octobre 2003



SI: (1, 1, 1, 3, 6) (6, 3, 1, 1, 1) (6, 3, 1, 1, 1)

IFUNC: [5 3 2 2 1 1 1 1 1 2 2 3] [5 3 2 2 1 1 1 1 1 2 2 3] [5 3 2 2 1 1 1 1 1 2 2 3]

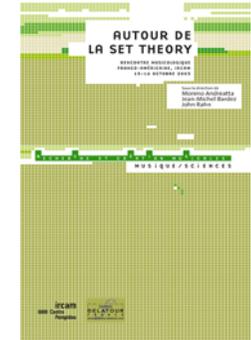
VI: [3 2 2 1 1 1] [3 2 2 1 1 1] [3 2 2 1 1 1]

p. →		8	9	10	11	2
i. ←	5	8	9	10	11	

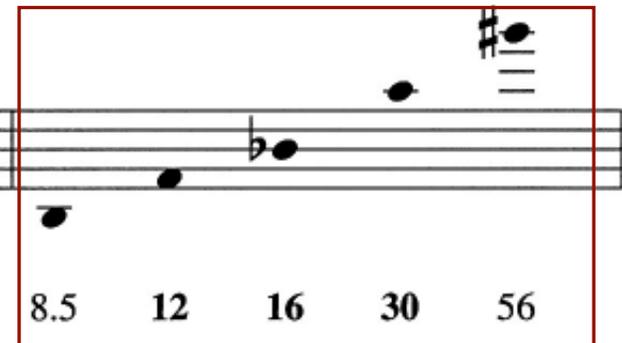
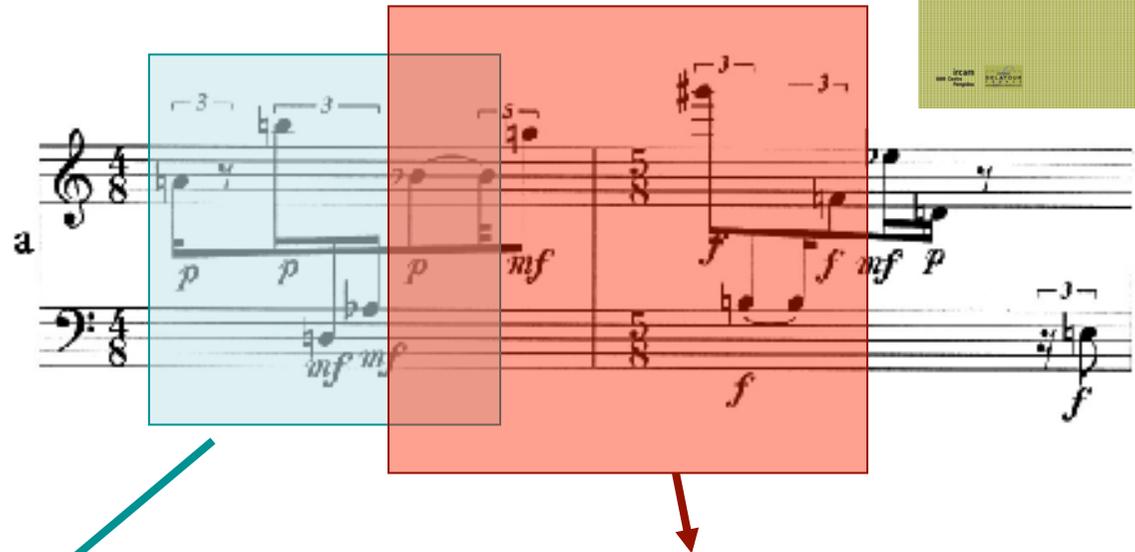
Chiffre des deux premiers pentacordes de la pièce (le pentacorde p. et son inversion i.) dans la réduction ensembliste modulo 12

# Vers une objectivation de l'harmonie atonale

Ch. XV - Colloque « Autour de la *Set Theory* », octobre 2003



Stockhausen, *Klavierstück III*



Chiffrage des deux premiers pentacordes de la pièce où chaque son est noté selon son registre en relation à la fondamentale

# Premières implications philosophiques d'une démarche set-théorique

SI: (1, 1, 1, 3, 6) (6, 3, 1, 1, 1) (6, 3, 1, 1, 1)

IFUNC: [5 3 2 2 1 1 1 1 1 2 2 3] [5 3 2 2 1 1 1 1 1 2 2 3] [5 3 2 2 1 1 1 1 1 2 2 3]

VI: [3 2 2 1 1 1] [3 2 2 1 1 1] [3 2 2 1 1 1]

a (3 2 2 1 1 1 1 1 2 2 3)

b (4 5.5 12 13 27)

(8.5 12 16 30 56)

La *set theory* « trouverait, dans un projet de **chiffage acoustique**, l'occasion de se soucier d'une **hiérarchie** qu'elle a jusqu'ici remplacée par des **formalisations qui échappent à la perception musicale de l'harmonie atonale** »

« Alors que des compositeurs avisés se soucient de **repolariser l'harmonie atonale**, je quitte aujourd'hui cette recherche, soutenu par une pensée qui se porte vers Schoenberg. Il avait pleinement conscience de la portée de son geste quand il refusait d'admettre une rupture entre le monde tonal et celui qu'il avait créé, prétendument atonal. Près d'un demi-siècle d'exploitation de son apport a été nécessaire pour rejoindre son intuition. **Quel rôle le positivisme d'une logique centrée sur elle-même et sur les jeux prestigieux de la combinatoire, a-t-il pu jouer dans ce retard ?** »

# Le transfert des idées du positivisme logique en musique

« There is no field of experience which cannot, in principle, be brought under some form of scientific law, and no type of speculative knowledge about the world which is, in principle, beyond the power of science to give. [...] The **propositions of philosophy** are not factual, but **linguistic in character** – that is, they do not describe the behavior of physical, or even mental, objects ; they express definitions, or the formal consequences of definitions. Accordingly, we may say that **philosophy is a department of logic.** »

Alfred J. Ayer : *Language, Truth & Logic*, Penguin Modern Classics, 1952

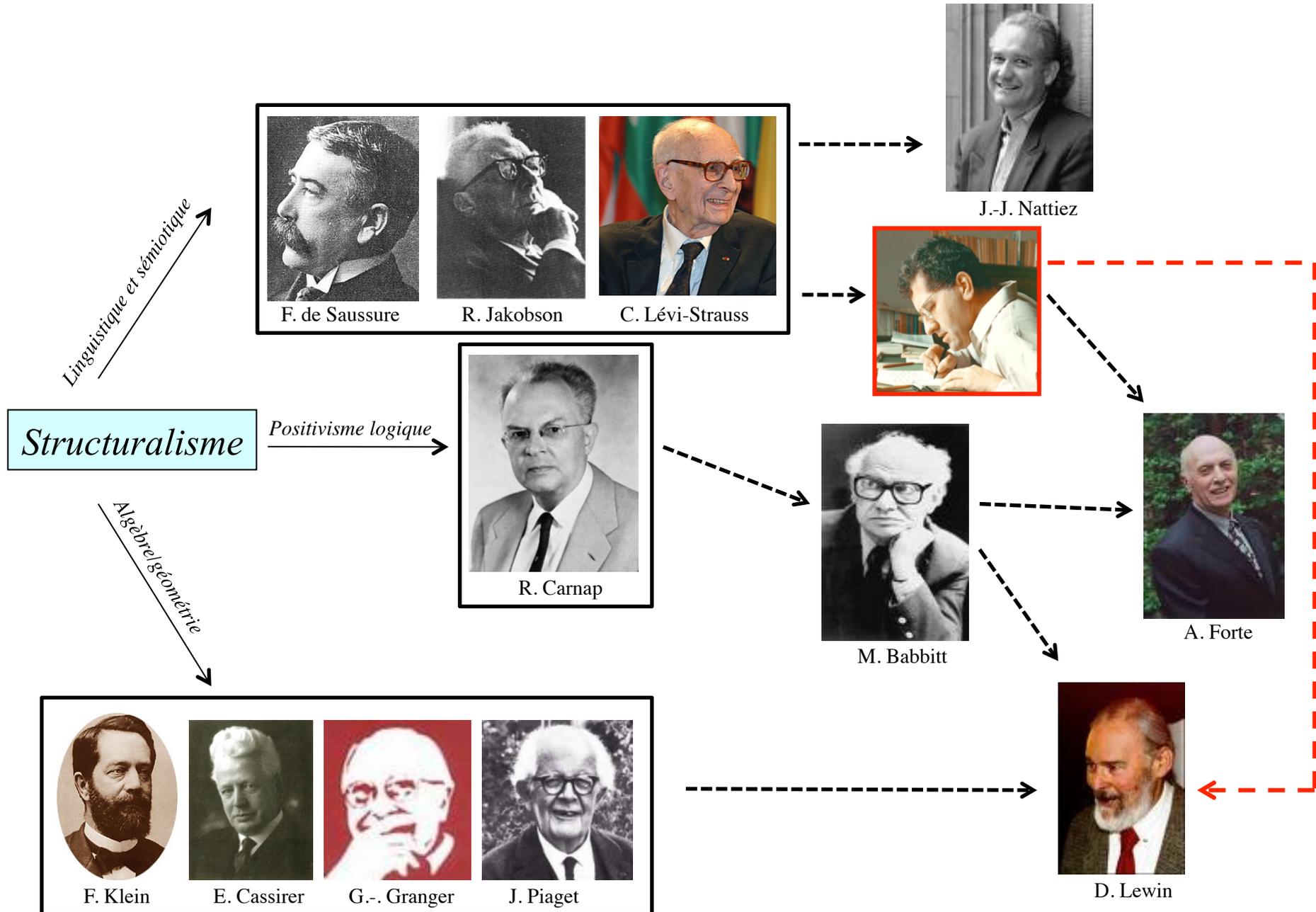
« For the essential elements of the above characterizations, involving the correlations of the syntactic and semantic domains, the notion of analysis, and – perhaps most significantly – the requirements of linguistic formulation and the differentiation among predicate types, beyond strongly suggesting that the proper object of our assigned investigation may be – in the light of these criteria – a vacuous class, and strongly reminding us of the systematic obligations attending our own necessarily verbal presentation and discussion of the presumed subject, provide the important reminder that **there is but one kind of language, one kind of method for the verbal formulation of ‘concepts’ and the verbal analysis of such formulations : ‘scientific’ language and ‘scientific’ method** »

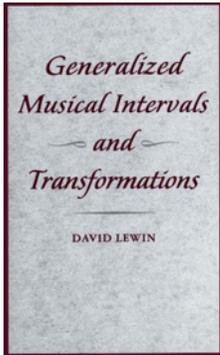
M. Babbitt : « Past and Present Concepts of the Nature and Limits of Music », Congress Report of the International Musicological Society, 1961.



→ M. Andreatta, « Mathématiques, Musique et Philosophie dans la tradition américaine: la filiation Babbitt/Lewin », in M. Andreatta, F. Nicolas, Ch. Alunni (dir.), *A la lumière des mathématiques et à l'ombre de la philosophie, Dix ans de séminaire mamuphi*, Collection "Musique/Sciences", Ircam-Delatour France, 2012.

# Généalogies possibles d'une démarche structurale en musique





# Des Systèmes d'Intervalles Généralisés aux catégories

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

$S$  = ensemble

$(G, \bullet)$  = groupe d'intervalles

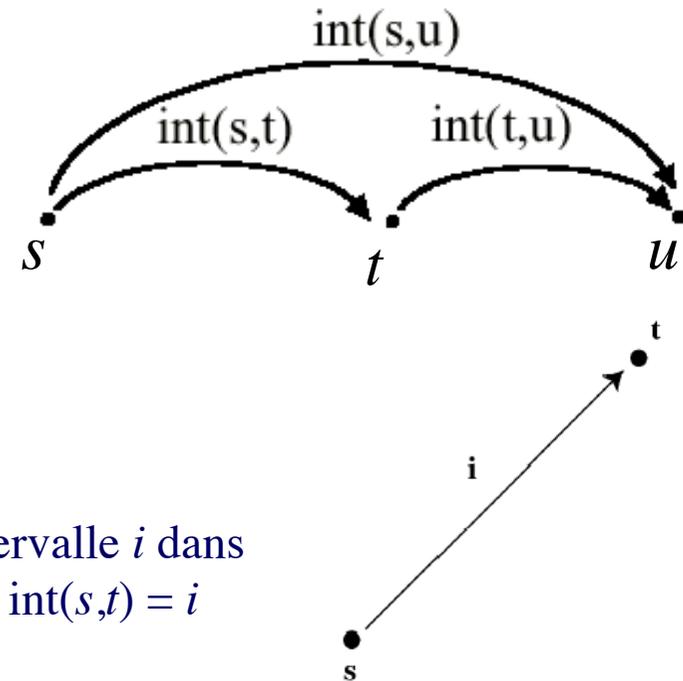
$\text{int}$  = fonction intervallique

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

1. Pour tout objets  $s, t, u$  dans  $S$  :

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

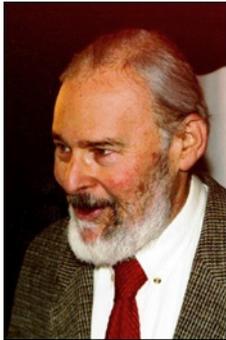
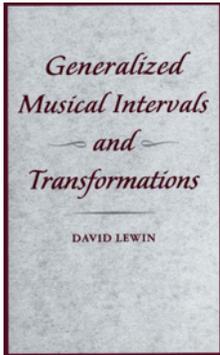
2. Pour tout objet  $s$  dans  $S$  et tout intervalle  $i$  dans  $G$  il y a un seul objet  $t$  dans  $S$  tel que  $\text{int}(s,t) = i$



« **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



# Vers un structuralisme phénoménologique en musique

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

$S$  = ensemble

$(G, \bullet)$  = groupe d'intervalles

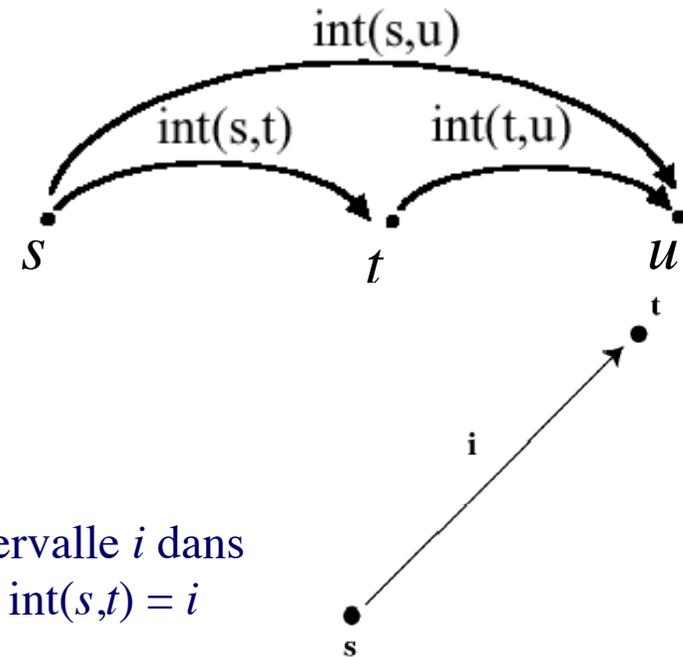
int = fonction intervallique

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

1. Pour tout 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  $\text{int}(s,t) = i$



« [...] La **pensée catégoriale** n'est pas du tout étrangère, dans ses fondements, au type de « structuralisme » qui est celui de la phénoménologie, simplement en en faisant, avec des moyens que la phénoménologie ne pouvait pas soupçonner pour des raisons tenant à l'avancement du savoir mathématique autour de 1900, un **structuralisme dynamique** qui, par certains cotés, est beaucoup plus phénoménologique [...] que celui-là même que la phénoménologie pouvait proposer. En un certain sens, la pointe du structuralisme, ce n'est pas la structure, mais **ce qu'on fait de la structure** »



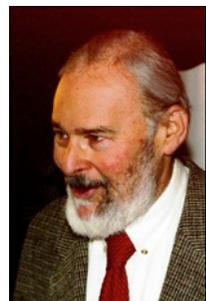
E. Husserl

J. Benoist, « Mettre les structures en mouvement: la phénoménologie et la dynamique de l'intuition conceptuelle. Sur la pertinence phénoménologie de la théorie des catégories », dans L. Boi, P. Kerszberg, F. Patras (éd.), *Rediscovering Phenomenology*. Springer, 2007

# Pensée intervallique et analyse spectrale

« La physique acoustique à l'âge de la quête d'universaux, nous propose l'universal le plus incontestable – la **résonance spectrale**. [...] Les propositions ici émises n'ont eu d'autre ambition que de montrer l'intérêt qu'il y a à **compléter par un retour à une perspective scalaire les acquis logiques de la théorie des ensembles** [...]. »

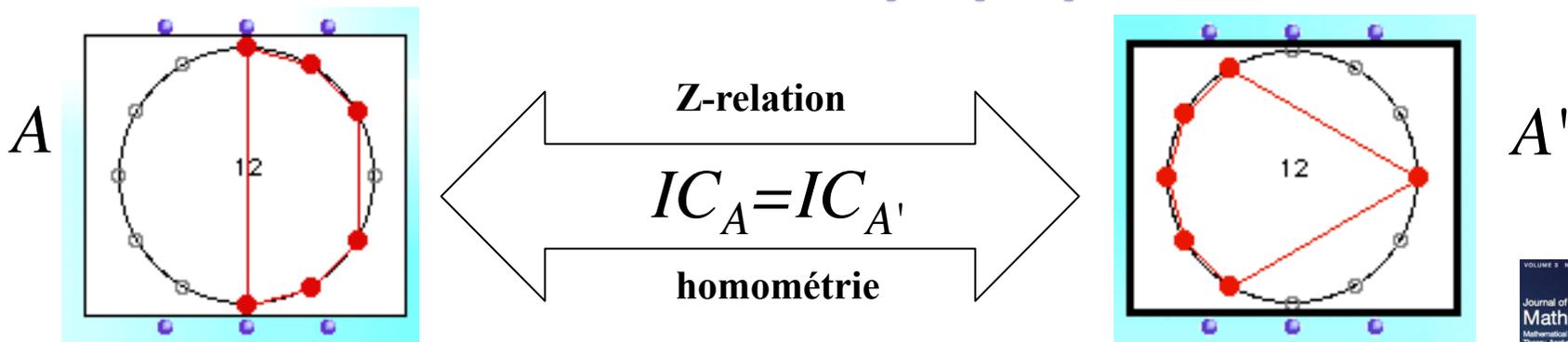
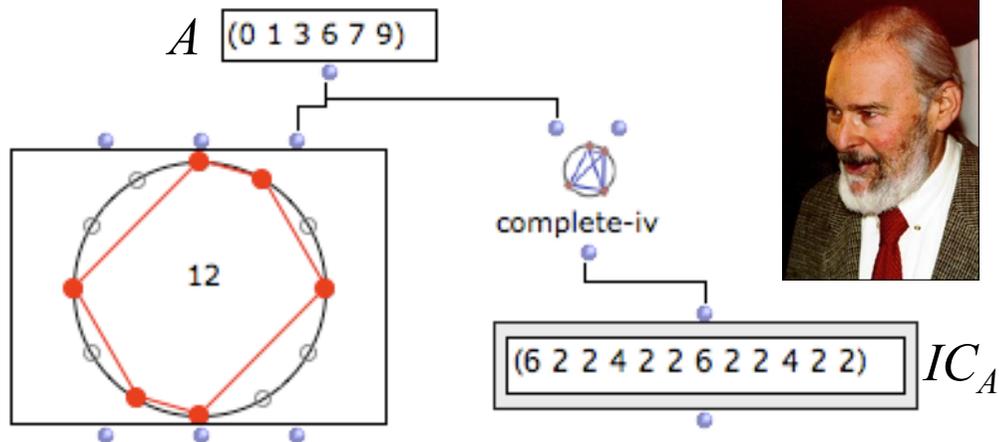
C. Delègue, « L'harmonie atonale : de l'ensemble à l'échelle », 2001/2005.



$$IC_A(k) = (1_A \star 1_{-A})(k)$$

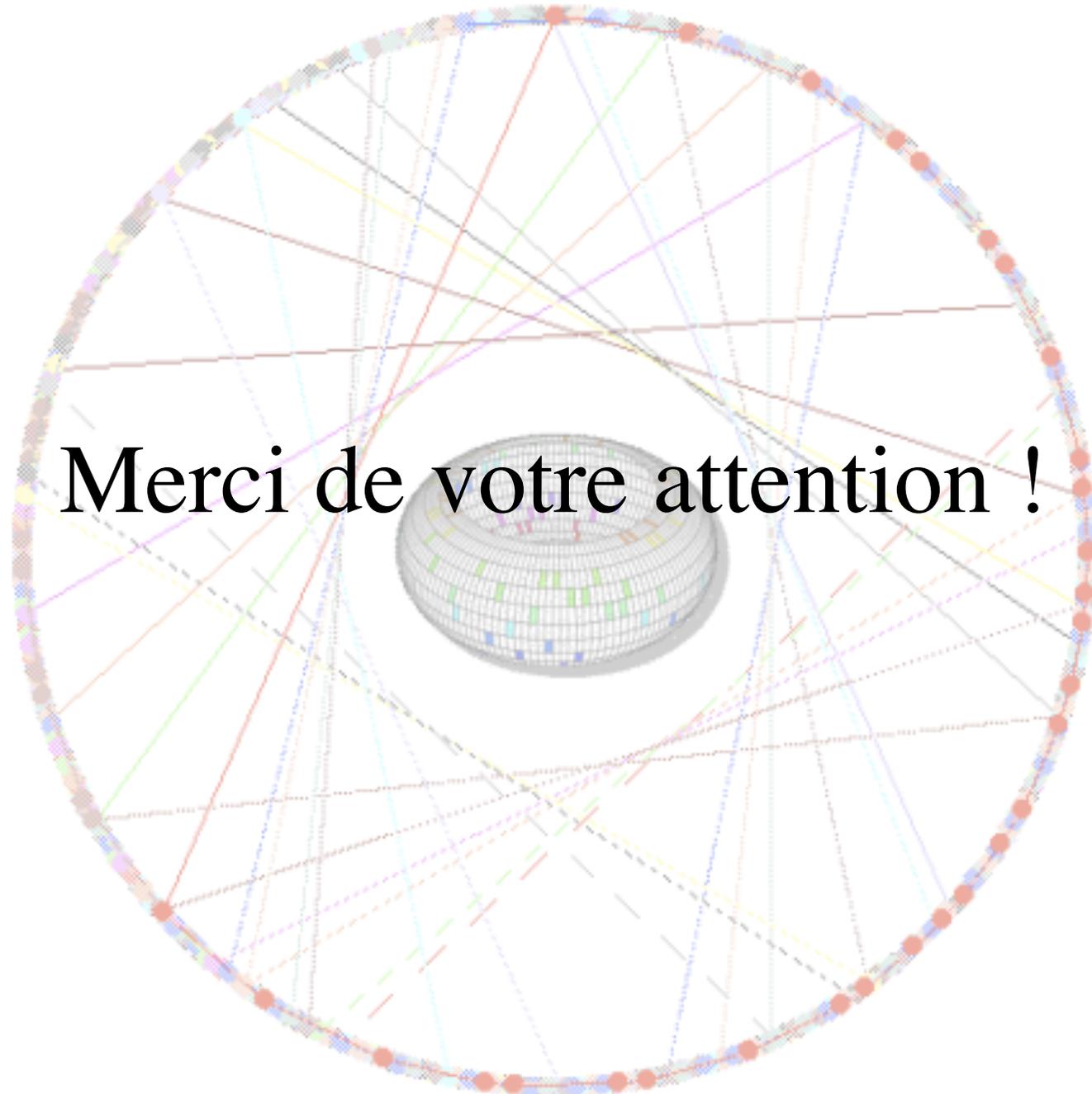
$$\mathcal{F}_A : t \mapsto \sum_{k \in A} e^{-2i\pi kt/c}$$

$$\mathcal{F}(IC_A) = \mathcal{F}_A \times \mathcal{F}_{-A} = |\mathcal{F}_A|^2$$



Mandereau J., D. Ghisi, E. Amiot, M. Andreatta, C. Agon, (2011), « Z-relation and homometry in musical distributions », *Journal of Mathematics and Music*, 5(2), 83-98.





**Merci de votre attention !**