

Sur la modélisation informatique de partitions musicales

The image shows a musical score for piano with two systems. The first system is titled "Bien modéré (♩=50)" and includes dynamic markings like *pp* and *ppp*. The second system includes *cresc.* and *cresc. (simile)*. Annotations include:

- Red dashed boxes around specific notes and groups of notes.
- Green dashed boxes around other notes and groups.
- Blue dashed boxes around the first few notes of each system.
- Arrows pointing from the first system to the second, labeled "Stationnaire", "Ascendant d'un 1/2 ton", and "Descendant d'un 1/2 ton".
- A note "(agrandissement asymétrique)" with an arrow pointing to a specific note in the first system.
- Small asterisks at the end of each system.

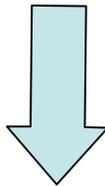
© 1947 Editions Durand & Cie.

- ◆ La modélisation de partitions
- ◆ Modélisation et analyse
« formalisée »
- ◆ Analyse assistée par ordinateur

Les principes de la modélisation de partitions musicales

Partition

Optimise la communication à des fins d'exécution

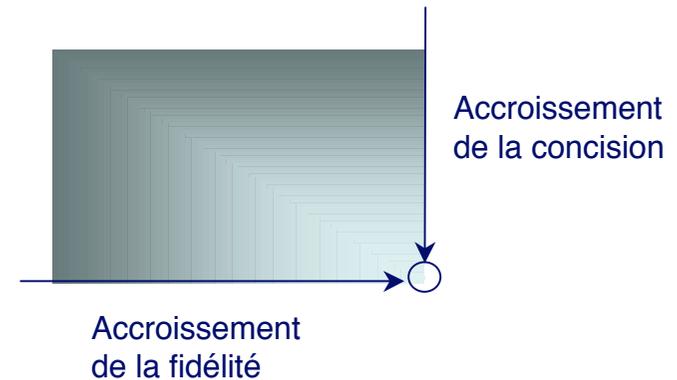


« Métalangage »

Optimise la « lecture » de structures cachées

Les critères

- Fidélité
- Analyticité
- (- Complétude)



Les moyens

- Structures mathématiques, cribles, etc...
- Savoir faire, intuition

La place de l'informatique

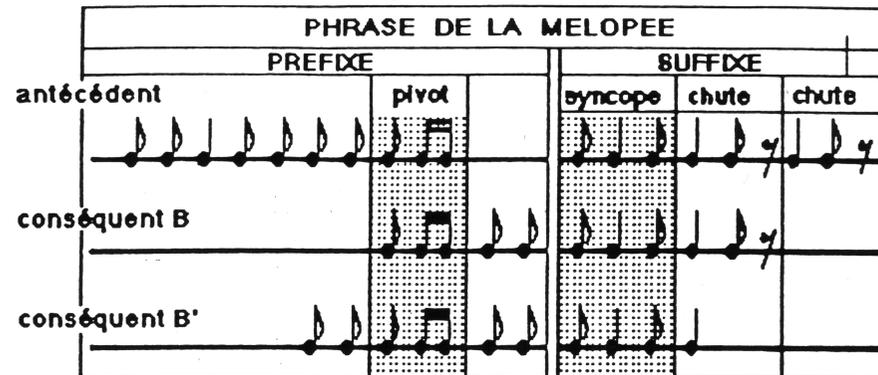
- Vérification du modèle et de sa fidélité
- Contrainte méthodologique

Exemple 1 : 1ère pièce pour quatuor à cordes (1914) d'I. Stravinsky (A. Riotte, 1988)

Inventaire des événements

Répétition de plusieurs phrases de périodes différentes

Segmentation « rythmique » de la mélodie



1. violon

11 + 6 + 6 = 23

2. violon

21

Alto

7

Violoncelle

7



Exemple 1 : 1ère pièce pour quatuor à cordes (1914) d'I. Stravinsky

Reconstruction de la structure rythmique de la mélodie à partir de deux « générateurs »

PHRASE DE LA MELOPEE				
PREFIXE		SUFFIXE		
antécédent	pivot	syncope	chute	chute
conséquent B				
conséquent B'				

Générateur D0: ccnccccddcc

Préfixe A

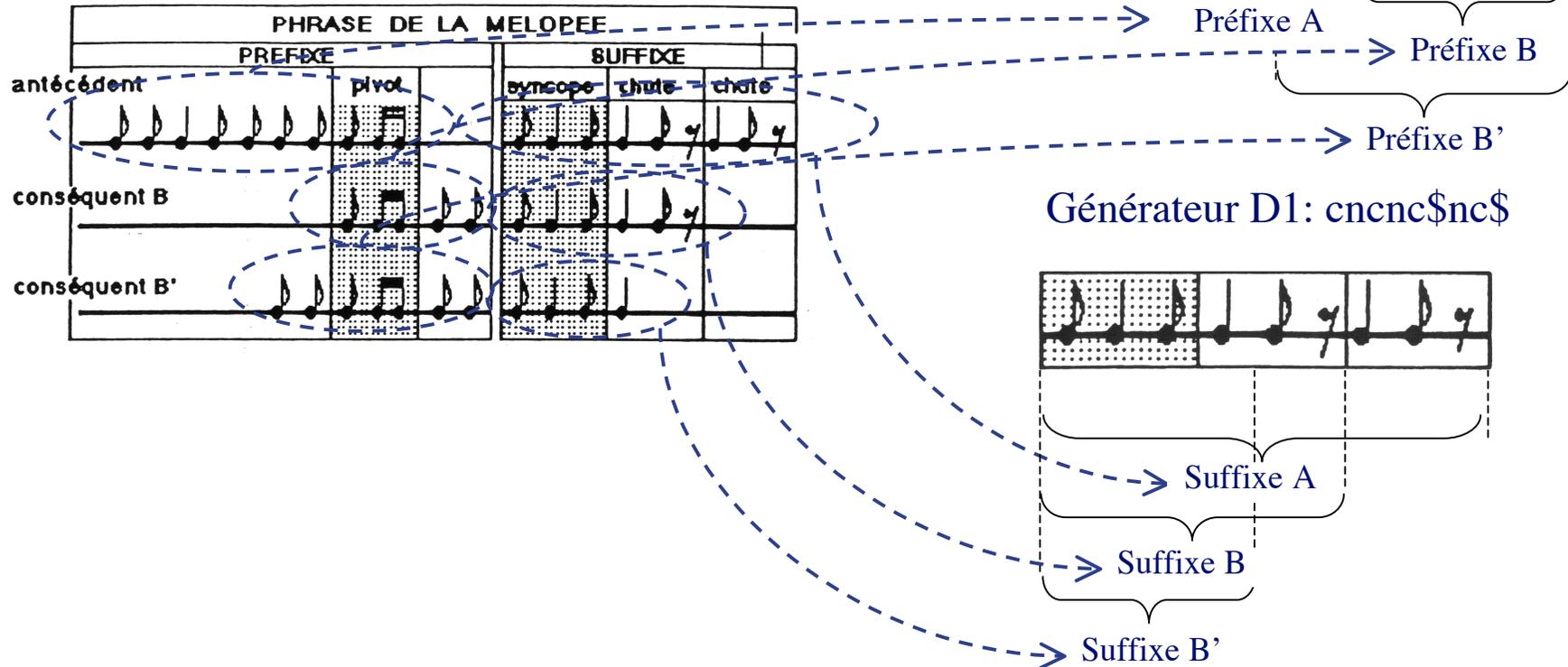
Préfixe B

Générateur D1: cncnc\$nc\$

Suffixe A

Suffixe B

Suffixe B'



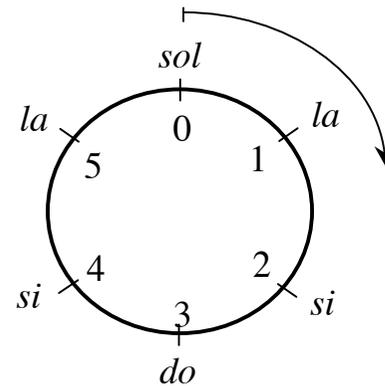
Exemple 1 : 1ère pièce pour quatuor à cordes (1914) d'I. Stravinsky



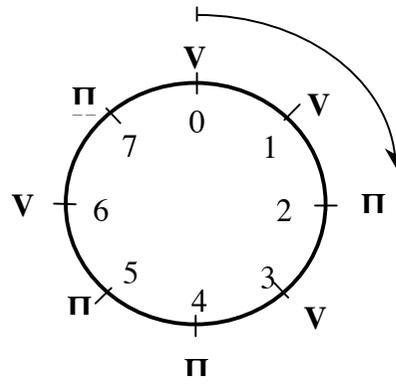
Les hauteurs de la mélodie sont restituées à partir de deux « noyaux générateurs »

H0: sol la si do si la
0 1 2 3 4 5

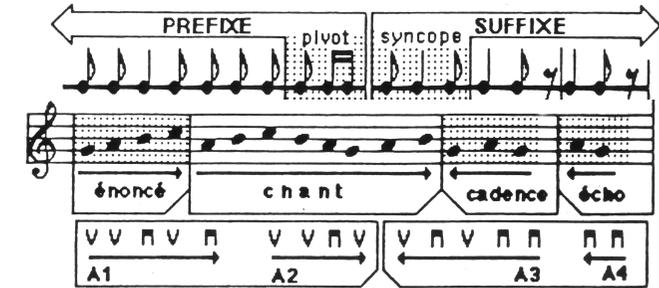
H1: sol la
0 1



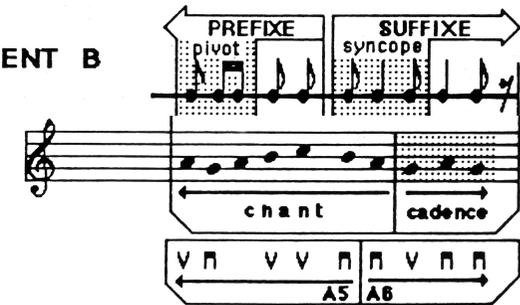
Les coups d'archet sont également déduit d'un « noyau générateur »



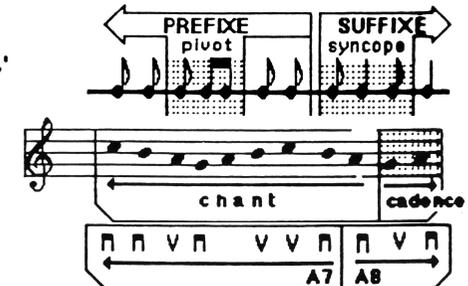
ANTECEDENT



CONSEQUENT B



CONSEQUENT B'



Exemple 1 : 1ère pièce pour quatuor à cordes (1914) d'I. Stravinsky

Générateurs

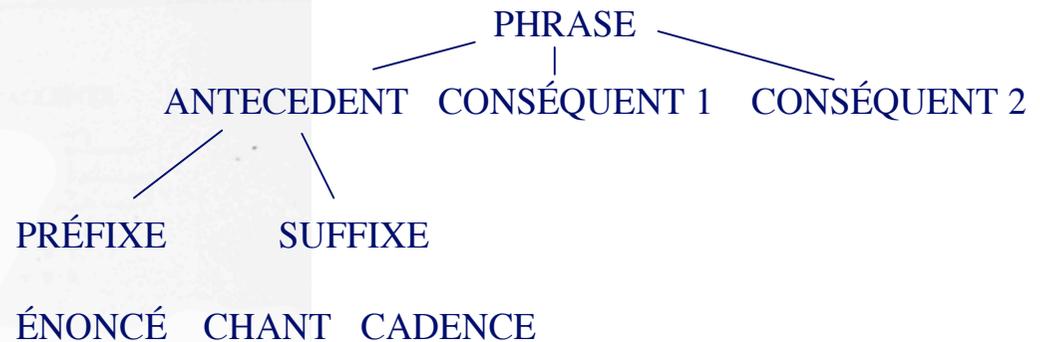
Hauteurs : H0 gabcba H1 ga
 (g pour sol, a pour la, etc.)
 Durées : D0 cccccccdd'cc, D1 cncnc\$nc\$
 (c pour croche, n pour noire, etc.)
 Archet : AR v v n v n n v n

Syntaxe :

MÉLOPÉE → SILENCE: 7 PHRASE PHRASE PHRASE PHRASE
 PHRASE_FIN SILENCE: 4
 PHRASE → ANTÉCÉDENT 1 CONSÉQUENT 2 CONSÉQUENT 3
 PHRASE_FIN → ÉNONCÉ FINALE
 ANTÉCÉDENT 1 → ÉNONCÉ: H0: 0 >: D0: 0 CHANT 1: H0: 1 > CADENCE 1: H1: 0 <
 CHANT 1 → fin-A1 A2: AR: 0 > début-A3: D1: 0 >: AR: 0 <
 CONSÉQUENT 2 → CHANT 2: H0: 1 < CADENCE 2: H1: 0 >
 CONSÉQUENT 3 → CHANT 3: H0: 3 < CADENCE 3: H1: 0 <
 ÉNONCÉ → début-A1: AR: 0 >
 CADENCE 1 → fin-A3 A4: AR: 5 <
 CHANT 2 → début-A5: D0: 7 <: AR: 3 < fin-A5: D1: 0 début-A6: AR: 2 >
 CADENCE 2 → fin-A6
 CHANT 3 → début-A7: D0: 5: AR: 5 < fin-A7: D1: 0 début-A8: AR: 2 >
 CADENCE 3 → fin-A8
 FINALE → CHANT 4: H0: 1 > CADENCE 4: H0: 3 <
 CHANT 4 → fin-A1 début-A2: AR: 0 >
 CADENCE 4 → fin-PRÉFIXE 4 SUFFIXE 4

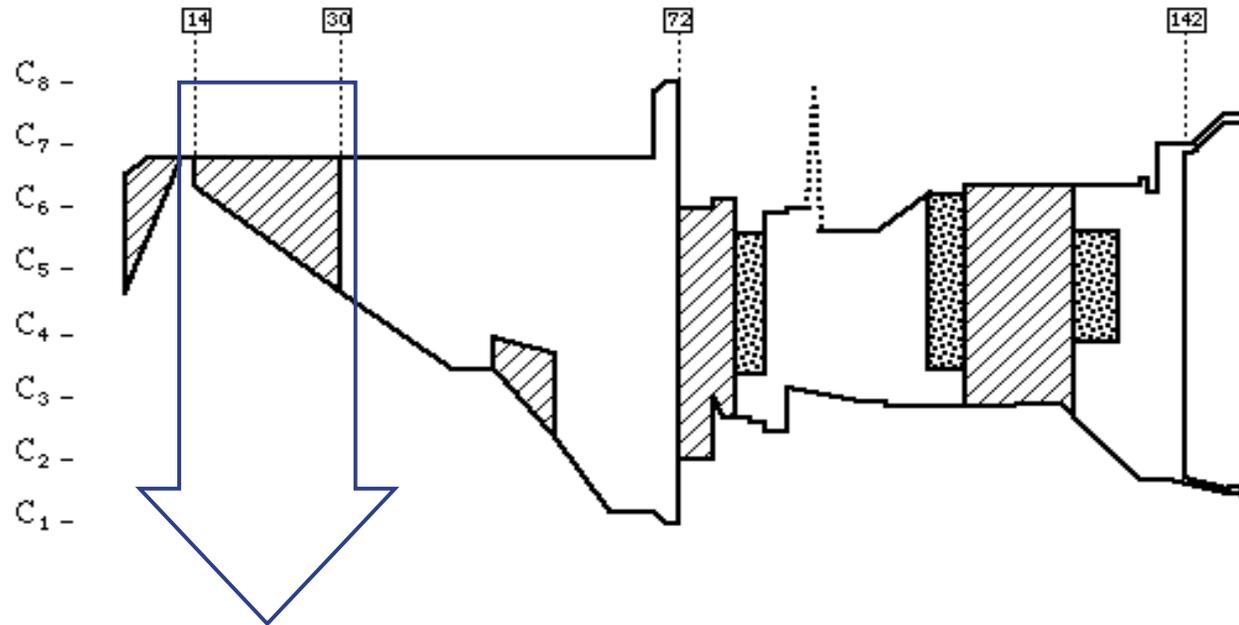
début-A1 → ST: 4
 fin-A1 → ST: 1
 A2 → ST: 5
 début-A3 → ST: 2
 fin-A3 → ST: 4
 A4 → ST: 3
 début-A5 → ST: 5
 fin-A5 → ST: 1
 début-A6 → ST: 1
 fin-A6 → ST: 4
 fin-A7 → ST: 1
 début-A8 → ST: 1
 début-A7 → ST: 7
 fin-A8 → ST: 2
 début-A2 → ST: 3
 fin-PRÉFIXE 4 → ST: 3
 SUFFIXE 4 → (g. croche + 3 noires .n)

	ANTECEDENT		
	énoncé	chant	cadence
HAUTEURS	g a b c	a b c b a g a b	g a g a g
	préfixe		suffixe
DUREES	pivot		syncope
ARCHET	v v n v n	v v n v v n	v n n n n
LIAISONS	A1	A2	A3 A4



Exemple 2 : Texture extraite de *Melodien* (1971) de G. Ligeti

(M. Chemillier)



Enrichissement progressif de l'harmonie jusqu'à la mesure 22

puis

Élargissement de l'ambitus vers le grave

Notes tenues

Fragments mélodiques

Texture

Exemple : Texture extraite de *Melodien* (1971) de G. Ligeti

Flûte piccolo:
(quintolets, ascendant)

Xylophone:
(sextolets, ascendant)

Célesta:
(septolets, descendant)

Violon B:
(croches, descendant)

The musical score for 'Melodien' by György Ligeti is a complex texture. It features several instruments with intricate rhythmic patterns and dynamic markings. The instruments and their parts are:

- Flute piccolo:** (quintolets, ascendant) - Part 1
- Oboe:** - Part 2
- Clarinet:** - Part 3
- Percussion:** (Xylophone) - Part 4
- Celesta:** - Part 5
- Violin A:** - Part 6
- Violin B:** - Part 7

Handwritten annotations in the score include:

- dim...ppp...morendo*
- enter imperceptibly each time*
- steps unmerklich einzeln*
- steps unmerklich einzeln*
- enter imperceptibly each time*
- ppp < pp da/cim.*
- steps mit Marimbaschlegel (siehe Vorwort) / with the Marimbastick (see Introduction)*
- [XYLOPHONE] (klingt 1 Oktave höher) (sounds 1 octave higher)*
- dim poco a poco pppp... da... morendo*
- ppp tenuto*
- SOLO 8*
- (*** ppp)*

Remarque: le nombre de notes détermine entièrement la durée totale du motif.

Exemple : Texture extraite de *Melodien* (1971) de G. Ligeti

Motif « générateur »

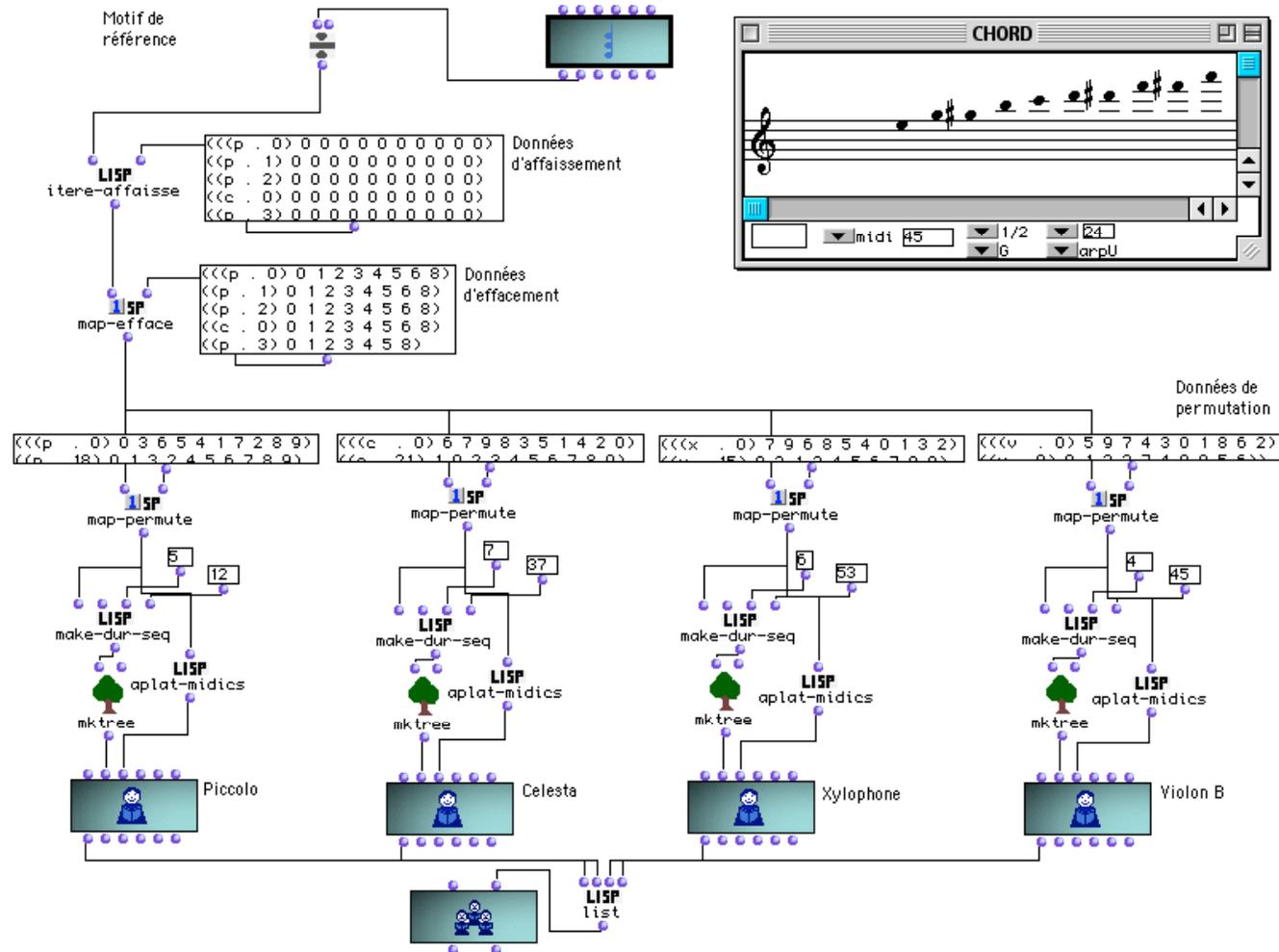
Génération de motifs dérivés (squelette harmonique)

Effacements de certaines notes des motifs

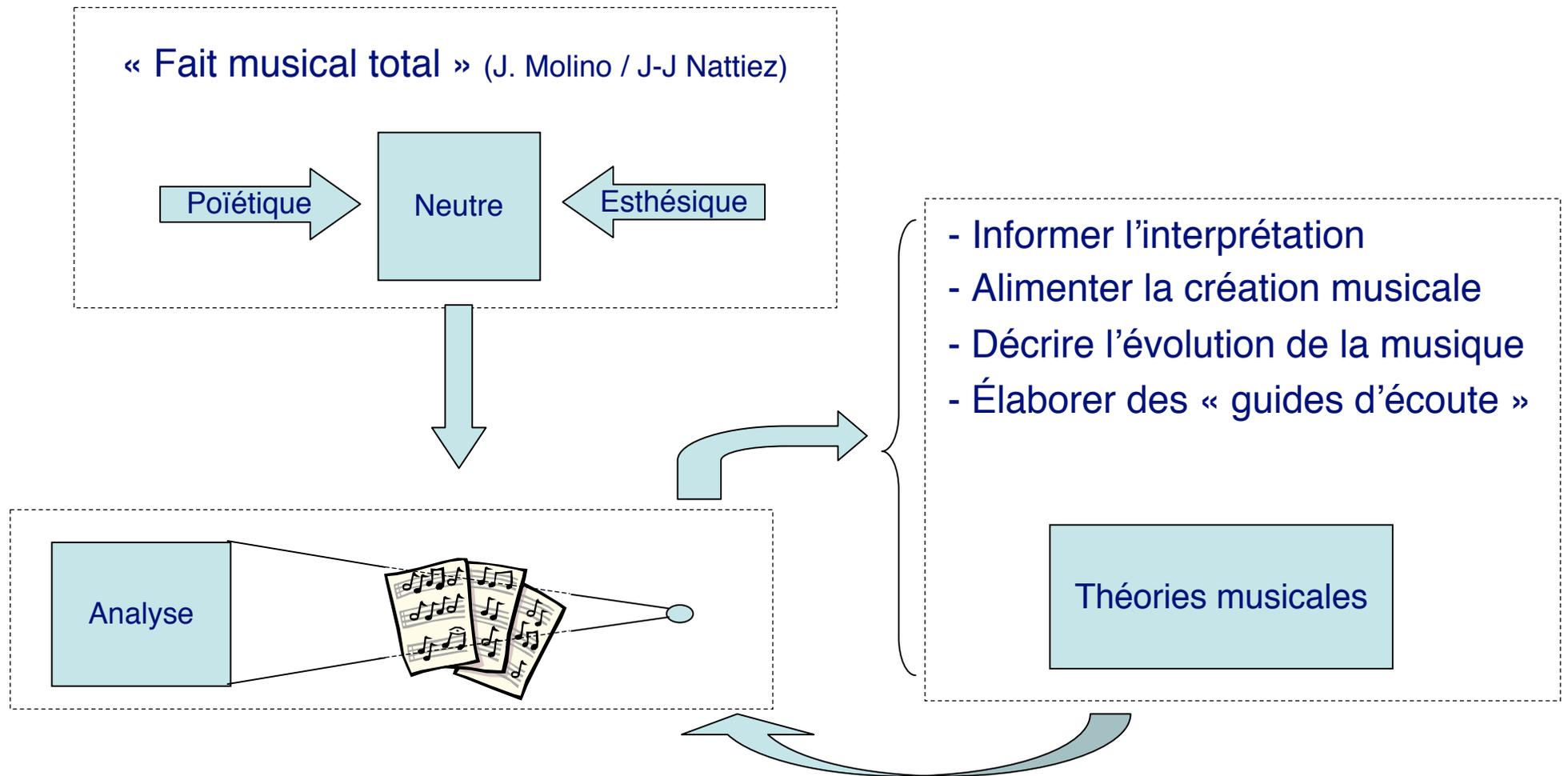
Instrumentation et permutation des notes

Affectation des durées

Synchronisation finale



Que vise l'analyse?

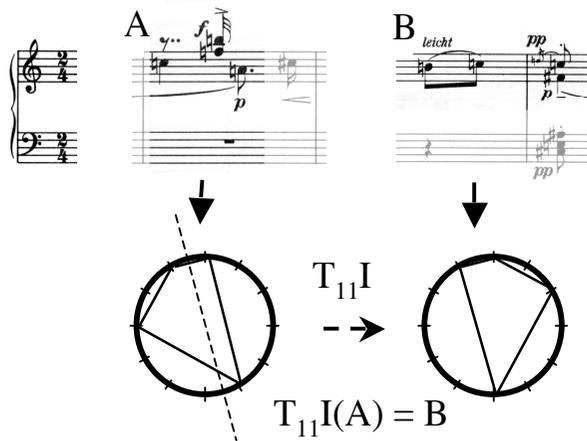


L'exemple de la set-theory (Forte)

- Série de relations d'équivalence sur le champ de hauteurs (octave et invariance des intervalles).
- Classification de tous les ensembles possibles de hauteurs.
- Série de relations entre ces ensembles (inclusion, complémentaire, etc).

L'analyse:

- segmentation
- classification
- établissement de relations entre ECH



- établissement du ou des « Nexus » de l'œuvre.

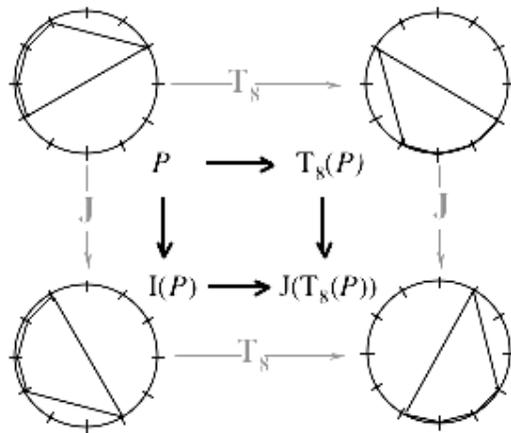
- La part formelle de la théorie est donnée. Il n'y a pas de rétrocession allant de l'analyse vers la théorie.
- La théorie ambitionne de capturer la structure de la musique atonale, d'où un certain penchant « ontologique » (« LA structure de la musique atonale »).
- L'analyse est strictement limitée au champ des hauteurs.
- La set theory vise un répertoire particulier, et ambitionne de l'atteindre de façon exhaustive.

L'exemple des « réseaux transformationnels » (Lewin)

- Postule une série d'axiomes « capturant » la notion d'intervalle et en explore les conséquences.
- Généralisation des notions d'inclusion, de complémentaire, de transformation...

L'analyse:

- segmentation
- établissement de transformations entre les éléments de la segmentation



- établissement d'un réseau de transformations dont l'œuvre constitue un parcours singulier.

- La part formelle de la théorie est donnée. Il est cependant possible d'ajouter des transformations « en chemin ».
- La théorie est « fixe » mais ne semble pas inclure de présupposé « ontologique ».
- L'analyse n'est plus strictement limitée au champ des hauteurs.
- L'analyse transformationnelle ne vise pas un répertoire particulier.
- L'analyse est une « interprétation » concrète de la théorie.

La Modélisation de partitions musicale

La modélisation de partition n'établit pas de liens immuable entre formalisme et analyse.

L'élaboration du modèle n'est aucunement liée à une méthode particulière.

Elle constitue une démonstration « locale », que l'on peut, par rapport à une théorie plus générale, considérer comme :

- rien d'autre qu'une « démonstration locale »,
- en attente d'une « interprétation théorique »,
- en attente d'une « confirmation » par une « mise en série ».

**Traduisible en
termes formels!**

-> AAO

Vers une analyse assistée par ordinateur

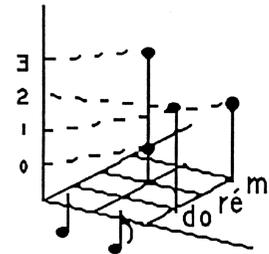
Outils heuristiques

Outils de « mise en série »

Partition



Représentation



Corpus



« Modèle »

Visualisation /
algorithmes de
recherche etc.

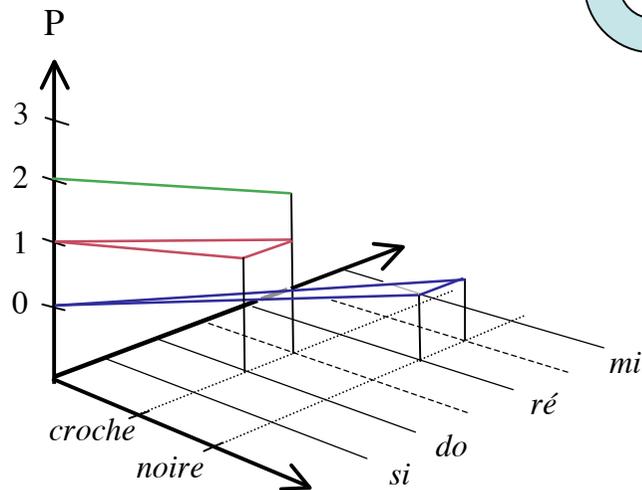
« Modèle
Théorique »

Un outil d'exploration des régularités : Le *Morphoscope*

Représentation des données d'une partition dans un espace vectoriel P.D.H.I.A

Chaque note correspond à un point p.d.h.i.a de l'espace vectoriel.

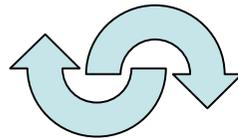
Plusieurs points constituent un « muage » de points



Transcription selon diverses « coupes » (flux, champs, cribles...)

P.D.H.(0.noire.ré 0.croche.mib 1.croche.do 1.croche.réb 2 .noire.réb)

P.(D.H) (0.(noire.ré croche.mib) 1.(croche.do croche.réb) 2.(noire.réb)



Transcription graphique selon diverses « coupes » (graphe de déploiement)

	0	1	2		0	1	2
do	.	x	.	croche	x	x	.
ré ^b	.	x	x	noire	x	.	x
ré	x	.	.				
mi ^b	x	.	.				

Application à L'« échange » d'Olivier Messiaen

Mesures 1-2 : Segmentation

A **C** **E**

Bien modéré (♩ = 50)

B **D**

(agrandissement asymétrique)

© 1947 Editions Durand & Cie.

Application à L'« échange » d'Olivier Messiaen

Relation entre champs de hauteurs des 12 occurrences du premier segment.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
102	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	65	.	.	.	x	x	.	x	x	.	.	x	
101	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	64	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
100	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	63	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
99	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	62	x	x	.	x	x	x	.	.	x	x	x	.
98	.	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	61	x	.	x	x	x	.	.	x	x	x	.	x
97	.	.	x	.	x	.	.	.	.	.	.	x	60	.	x	x	x	.	.	x	x	x	.	x	.
96	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	59	x	x	x	.	.	x	x	x	.	x	.	x	
95	.	.	.	.	x	.	.	x	.	x	.	.	58	x	x	.	.	x	x	x	.	x	.	x	.
94	.	.	.	.	.	x	.	.	x	.	.	x	57	x	.	.	x	x	x	.	x	.	x	.	x
93	.	.	.	.	.	.	x	x	.	x	x	.	56	x	.	x	x	x	.	x	.	x	.	x	.
92	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	55	x	x	x	x	.	x	.	x	.	x	.	.	
91	.	.	.	.	x	.	.	x	.	x	.	.	54	x	x	x	.	x	.	x	.	x	.	.	.
90	.	.	.	x	.	.	x	.	x	.	.	.	53	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
89	.	.	x	.	.	x	.	.	x	x	.	.	52	x	.	x	x	x	.	x	.	.	.	.	x
88	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	51	x	x	.	x	x	x	.	.	.	.	x	x
87	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.	.	.	50	x	x	x	.	x	x	x	.	.	x	x	.
86	x	.	.	x	.	.	x	.	.	.	.	x	49	.	x	x	x	.	.	x	x	x	.	.	.
85	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	48	x	.	x	x	.	.	x	x	.	.	.	.
84	.	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	47	.	x	.	.	x	.	x	x	x	.	.	.
83	x	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.	x	46	x	.	.	.	x	x	.	.	x	x	.	.	
82	.	.	x	.	.	.	.	x	.	.	.	.	45	.	.	.	x	x	x	.	.	.	.	x	x
81	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	44	.	.	.	x	x	.	.	x	.	.	.	x	
80	x	.	.	.	.	x	.	.	x	.	.	.	43	.	.	x	x	.	.	.	x	.	.	.	.
79	.	.	.	.	x	.	.	x	.	.	.	.	42	.	x	x	.	.	.	.	.	.	x	.	.
78	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.	.	41	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
77	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	40	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
76	.	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	39	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
75	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	38	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
74	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	37	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.
73	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	36	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.
72	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	35	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
71	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	34	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.
70	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	33	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.
69	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.	32	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.
68	x	x	.	x	x	31	x	.	.
67	x	x	.	x	x	.	30	x	.
66	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
													28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x

Ascendant

Stationnaire

Descendant

« Descente en gerbe, montée en spirale; terrible commerce humano-divin. Dieu se fait homme pour nous rendre dieux »

Application à L'« échange » d'Olivier Messiaen

L'échange: mesures 1-4
Transformations

A: (0 0) (0 0) (0 0) (0 0) (0 0)

B: (1 1) (-1 -1) (1 1)

C: (0 0 0) (0 0 0) ... (0 0 0)

D: (1) (1) (1) (1) (1) (1) (-1) (1) (-1)

E: (-1 1) (0 1) (-1 1) (1 1) (1 1)

Bien modéré (♩=50)

(agrandissement asymétrique)

Stationnaire

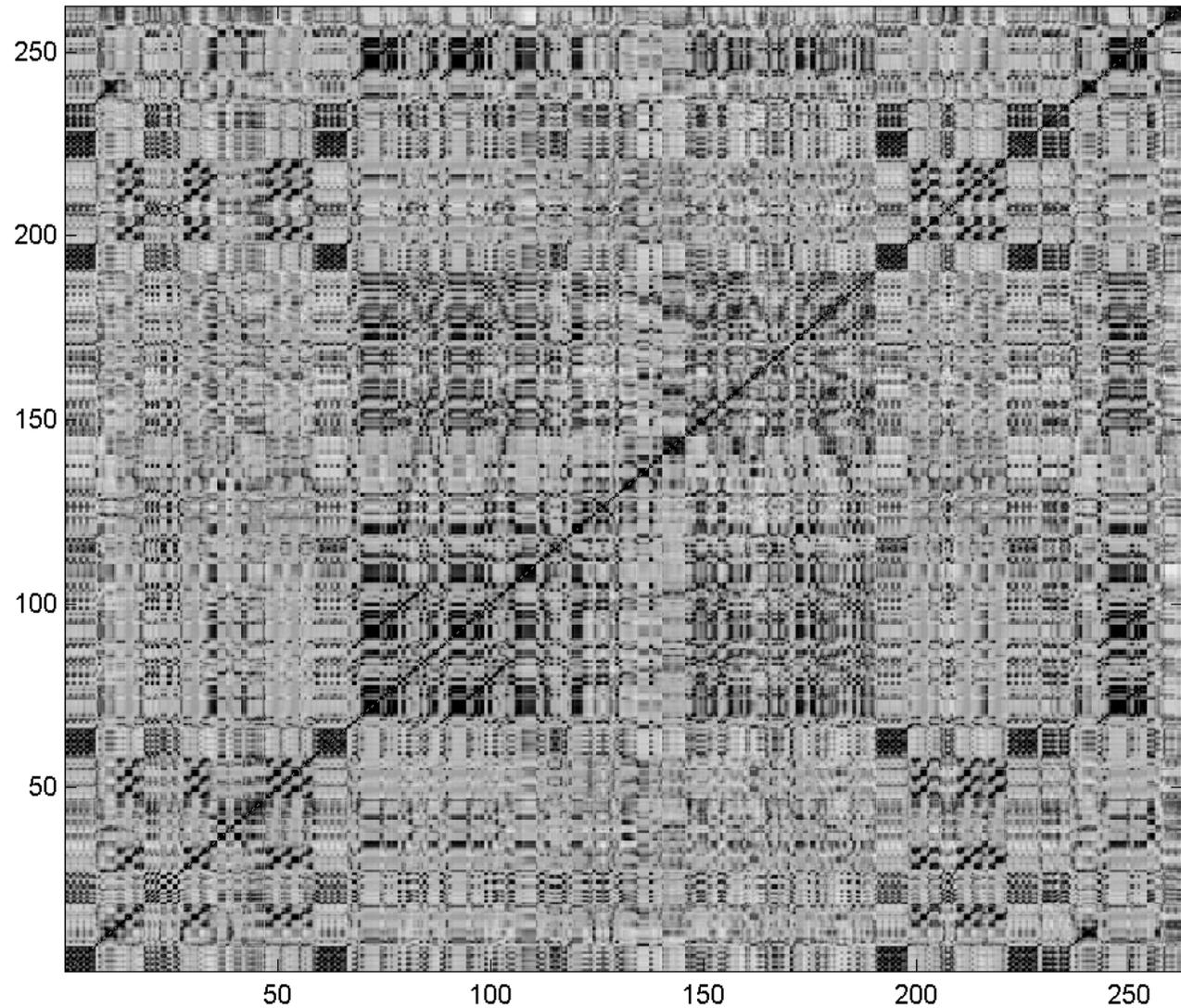
Ascendant d'un 1/2 ton

Descendant d'un 1/2 ton

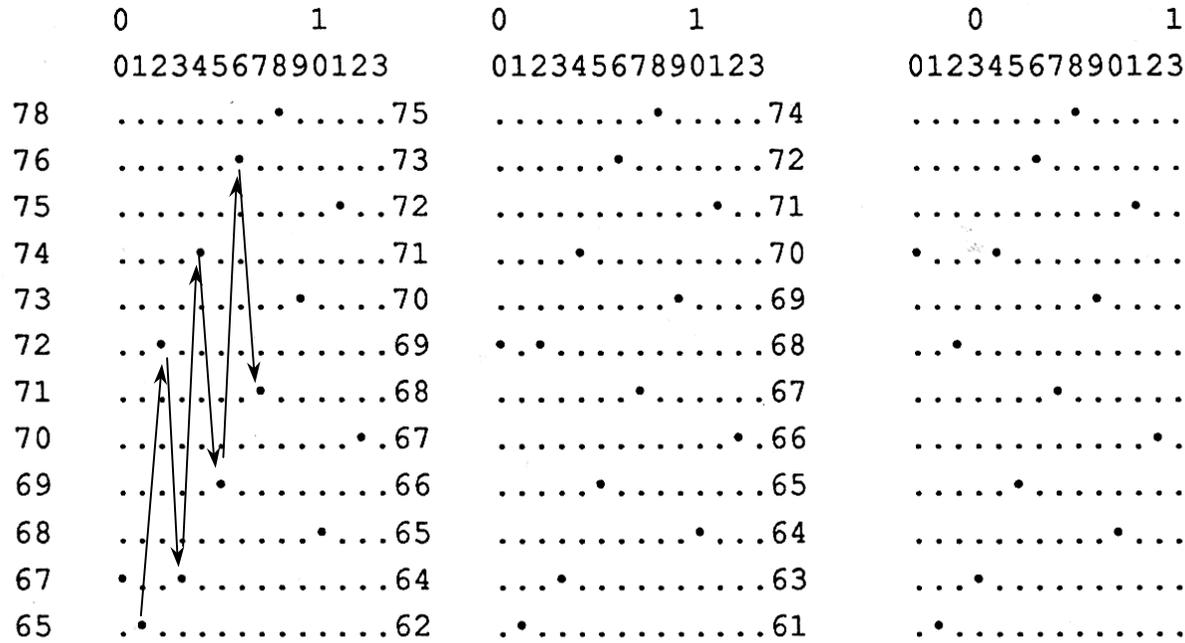
© 1947 Editions Durand & Cie.

Une approche différente : la matrice de similarité

F:\data\Summary\wav_database\Messian_VREJ_CD2_02.wav



Morphoscope et « mise en série »

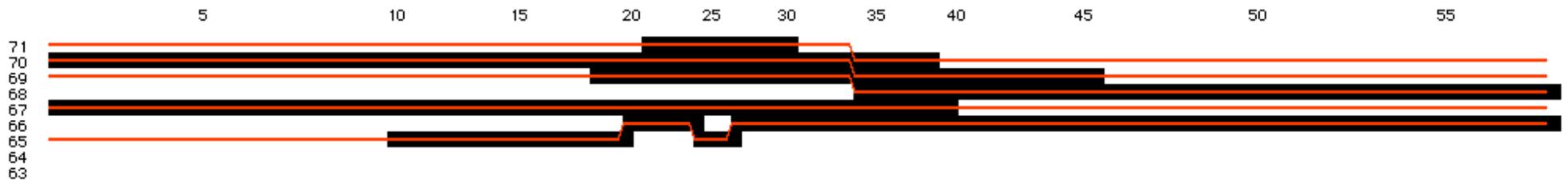


(7 -5 7 -5 7 -5 7 -5 -5 7 -5)

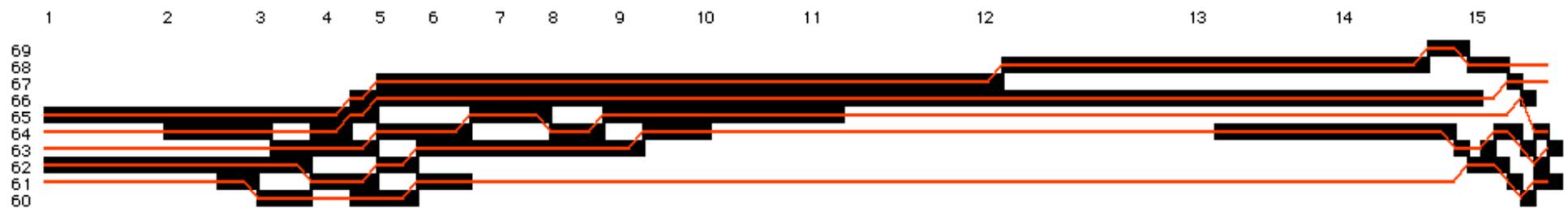
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-6	-6	0	3
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	3
74	0	0	0	0	-12	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	3
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-6	0	9
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-9	-6	0	9	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-15	0	0	0	3
78	0	0	0	0	0	0	0	-12	0	0	0	0	0	6	9
79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-6	-6	0	3

Un autre exemple de « mise en série »

Logique des textures chez G. Ligeti / pattern meccanico



Continuum pour clavecin, 1968 (main droite, divisions 1 à 57)



Huitième des *Dix pièces pour quintette à vent*, 1969 (flûte, mesures 1 à 15)

Sur la modélisation informatique de partitions musicales

The image displays two staves of musical notation, likely piano, with various annotations and color-coded boxes. The top staff is marked "Bien modéré (♩=50)" and "pp". The bottom staff is marked "cresc." and "cresc. (simile)".

Annotations include:

- "(agrandissement asymétrique)" pointing to the first measure of the top staff.
- Color-coded boxes: blue dashed boxes around the first measure, red dashed boxes around the second and third measures, and green dashed boxes around the fourth measure.
- Arrows pointing from the top staff to the bottom staff, indicating pitch movement classification:

 - Red arrow: "Stationnaire" (Stationary)
 - Red arrow: "Ascendant d'un 1/2 ton" (Ascending by a half tone)
 - Green arrow: "Descendant d'un 1/2 ton" (Descending by a half tone)

© 1947 Editions Durand & Cie.