

Sur la modélisation informatique de partitions musicales

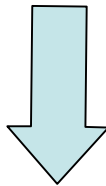
The image shows a musical score for piano, titled "Bien modéré (♩=50)". The score is annotated with various colored boxes and arrows to illustrate computer modeling. A blue dashed box encloses the first measure, labeled "(agrandissement asymétrique)". A red dashed box encloses the second measure, with a red arrow pointing to it from the text "Stationnaire". A green dashed box encloses the third measure, with a green arrow pointing to it from the text "Ascendant d'un 1/2 ton". A blue dashed box encloses the fourth measure, with a blue arrow pointing to it from the text "Descendant d'un 1/2 ton". The score includes dynamic markings such as *pp*, *ppp*, and *cresc.* (crescendo). The copyright notice at the bottom reads "© 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

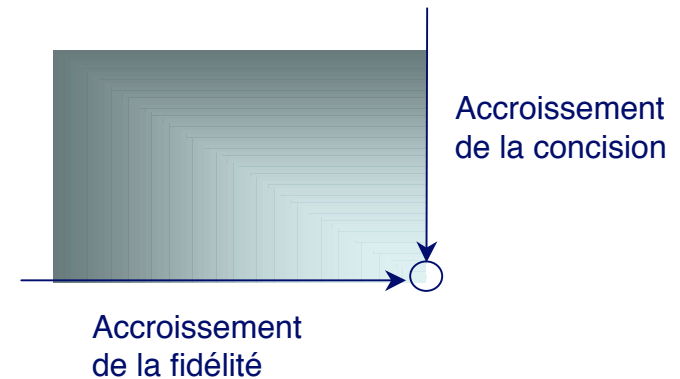


« Métalangage »

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

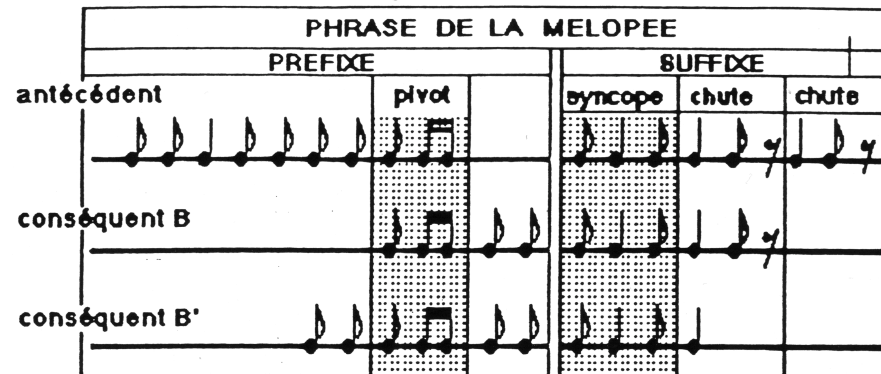
- Vérification du modèle et de sa fidélité
- Contrainte méthodologique

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 »

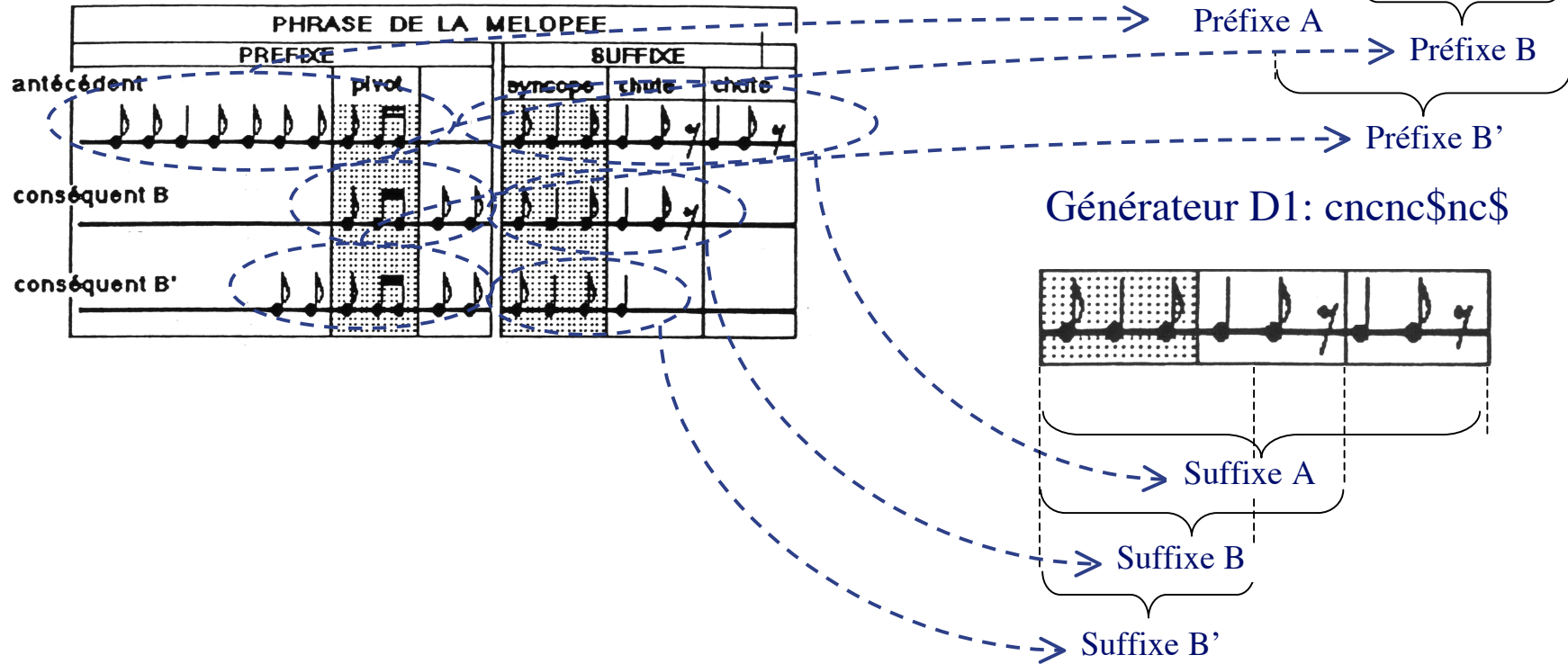
PHRASE DE LA MELOPEE				
PREFIXE		SUFFIXE		
antécédent	pivot	syncope	chute	chute
conséquent B		conséquent B'		
conséquent B'		conséquent B		

Générateur D0: ccnccccddcc

Préfixe B'

Générateur D1: cncnc\$nc\$

Suffixe B'



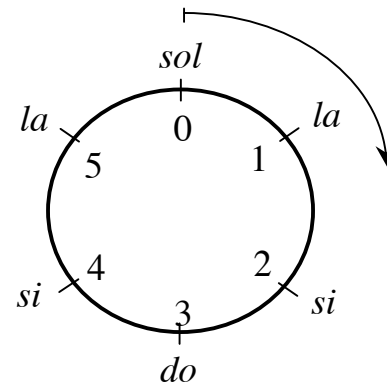
Exemple 1 : 1ère pièce pour quatuor à cordes (1914) d'I. Stravinsky



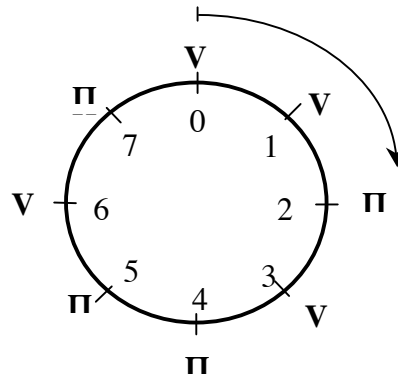
Les hauteurs de la mélodie sont restituées à partir de deux « noyaux générateurs »

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

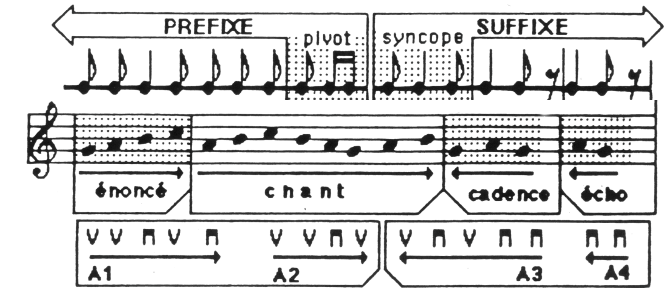
H1: sol la
0 1



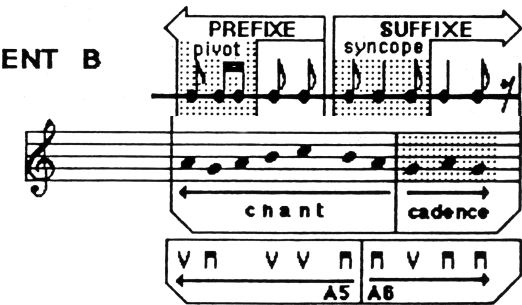
Les coups d'archet sont également déduit d'un « noyau générateur »



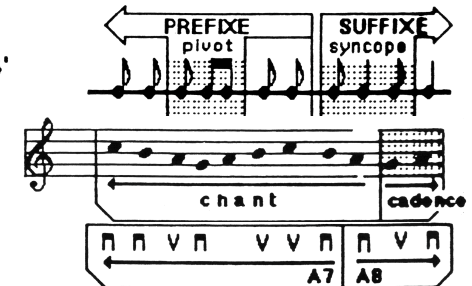
ANTECEDENT



CONSEQUENT B



CONSEQUENT B'



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

Générateurs

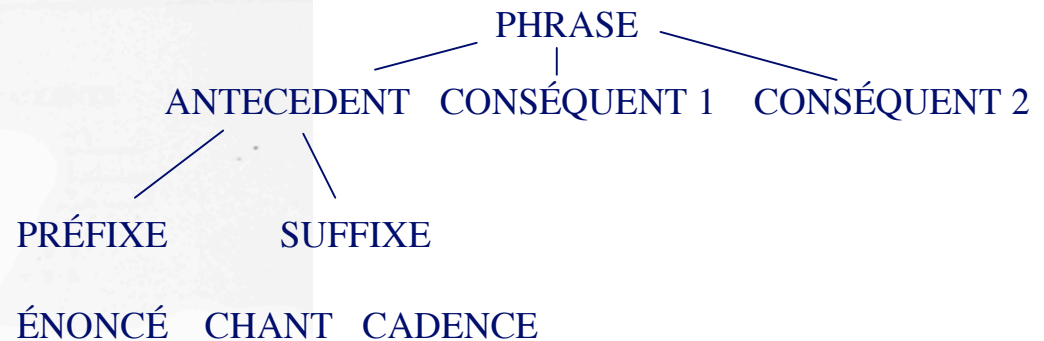
Hauteurs : H0 gabcba H1 ga
 (g pour sol, a pour la, etc.)
 Durées : D0 cccccccdd'cc, D1 cncnc\$nc\$
 (c pour croche, n pour noire, etc.)
 Archet : AR v v n v n n v n

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

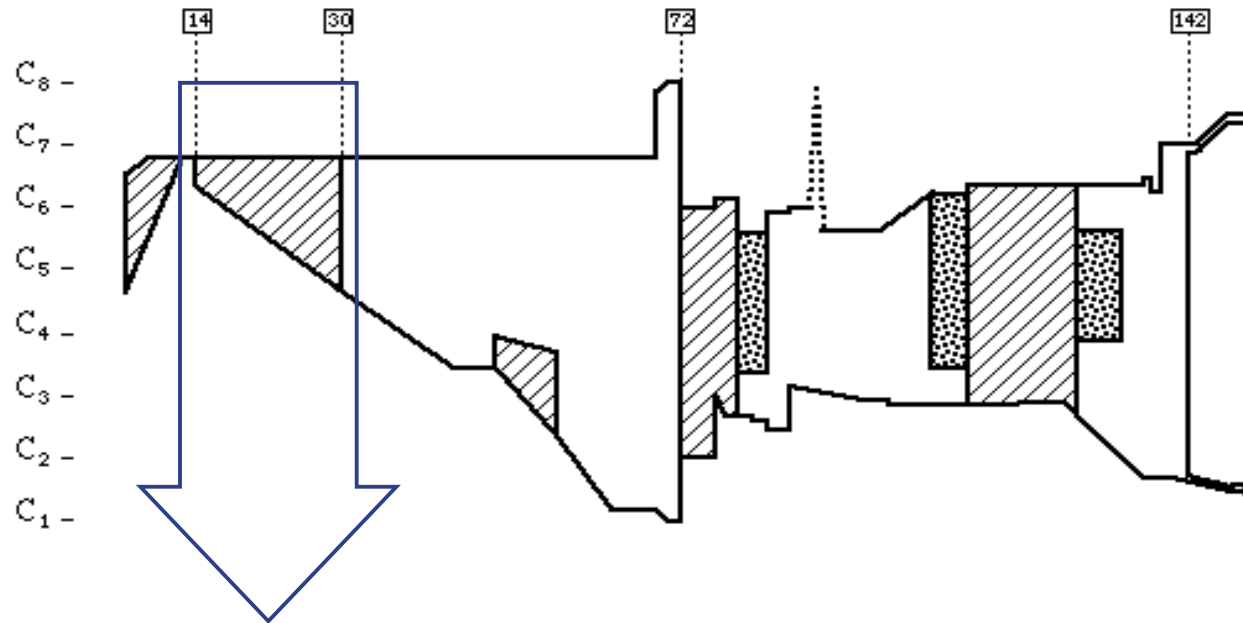
début-A1 → ST: 4
 fin-A1 → ST: 1
 A2 → ST: 5
 début-A3 → ST: 2
 fin-A3 → ST: 4
 A4 → ST: 3
 début-A5 → ST: 5
 fin-A5 → ST: 1
 début-A6 → ST: 1
 fin-A6 → ST: 4
 fin-A7 → ST: 1
 début-A8 → ST: 1
 début-A7 → ST: 7
 fin-A8 → ST: 2
 début-A2 → ST: 3
 fin-PRÉFIXE 4 → ST: 3
 SUFFIXE 4 → (g. croche + 3 noires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

	ANTECEDENT		
HAUTEURS	énoncé g a b c	chant a b c b a g a b	cadence g a g a g
DUREES	préfixe		suffixe
ARCHET	v v n v n v v n v v n	v n v 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 image displays a page of a musical score for György Ligeti's *Melodien* (1971). The score is written for a large ensemble and features a complex, multi-layered texture. The instruments and parts shown are:

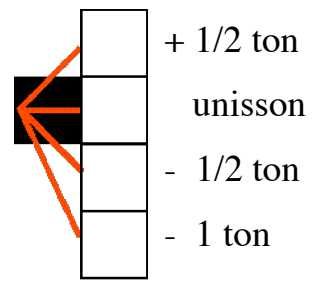
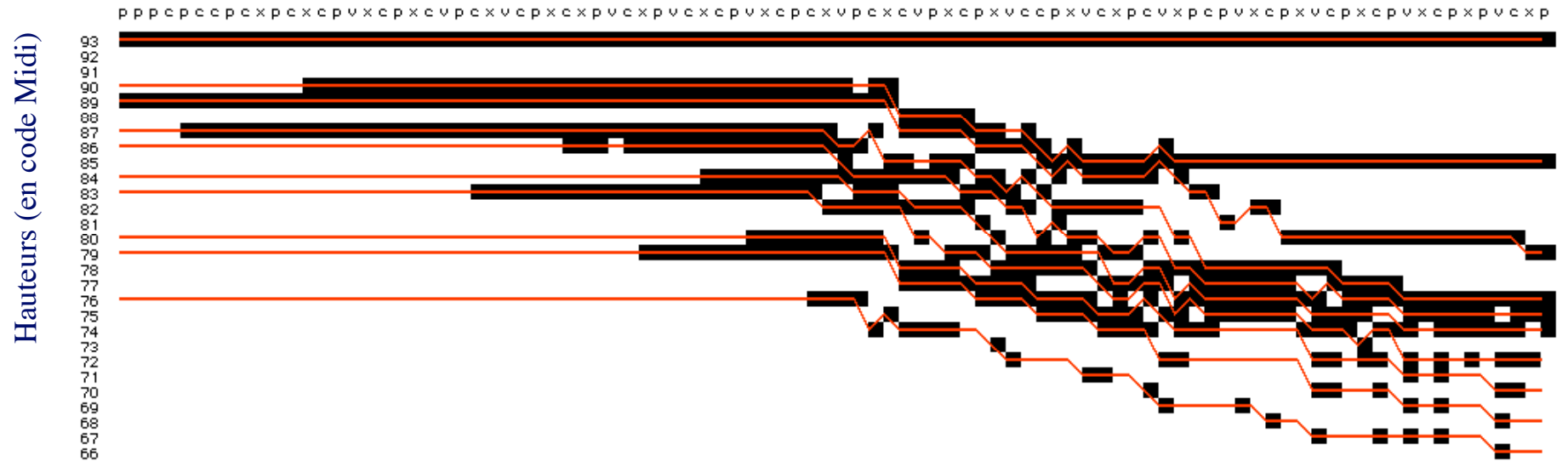
- Fl. piccolo**: Flute piccolo, playing a melodic line with quintuplets (quintolets) that ascend in pitch.
- Oboe**: Oboe, with instructions to "enter imperceptibly each time" and "sets unmerklich einsetzt" (sets unnoticeably).
- Clarinete**: Clarinet, with instructions to "enter imperceptibly each time" and "sets unmerklich einsetzt".
- Xylophon**: Xylophone, playing a melodic line with sextuplets (sextolets) that ascend in pitch. A note indicates it should be played "1 octave higher" (sounds 1 octave higher).
- Célesta**: Celesta, playing a melodic line with septuplets (septolets) that descend in pitch.
- Violino A**: Violin A, playing a melodic line with eighth notes (croches) that descend in pitch.
- Violino B**: Violin B, playing a melodic line with eighth notes (croches) that descend in pitch.

The score includes various performance instructions such as "dim...ppp...morendo", "enter imperceptibly each time", "sets unmerklich einsetzt", "ppp", "ppp da/cim.", "ppp tenuto", and "SOLO 8". The notation is dense, with many notes beamed together to create a shimmering, ethereal effect characteristic of Ligeti's style.

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

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

Ordre d'entrée des motifs (p = piccolo, c = célesta, x = xylophone, v = violon B) →



Effacement

Affaïssement

Permutation

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

Motif « générateur »

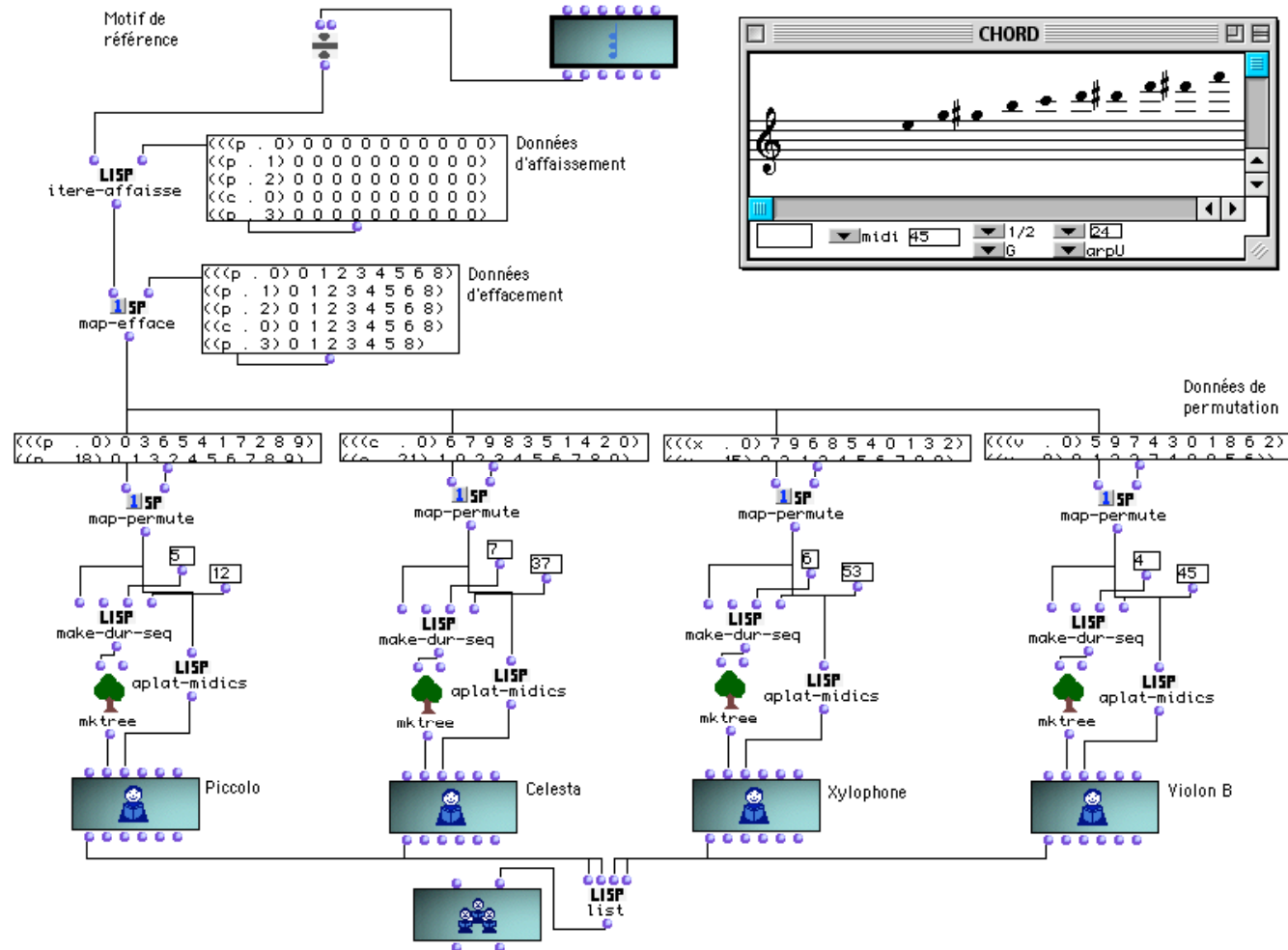
Génération de motifs dérivés (squelette harmonique)

Effacements de certaines notes des motifs

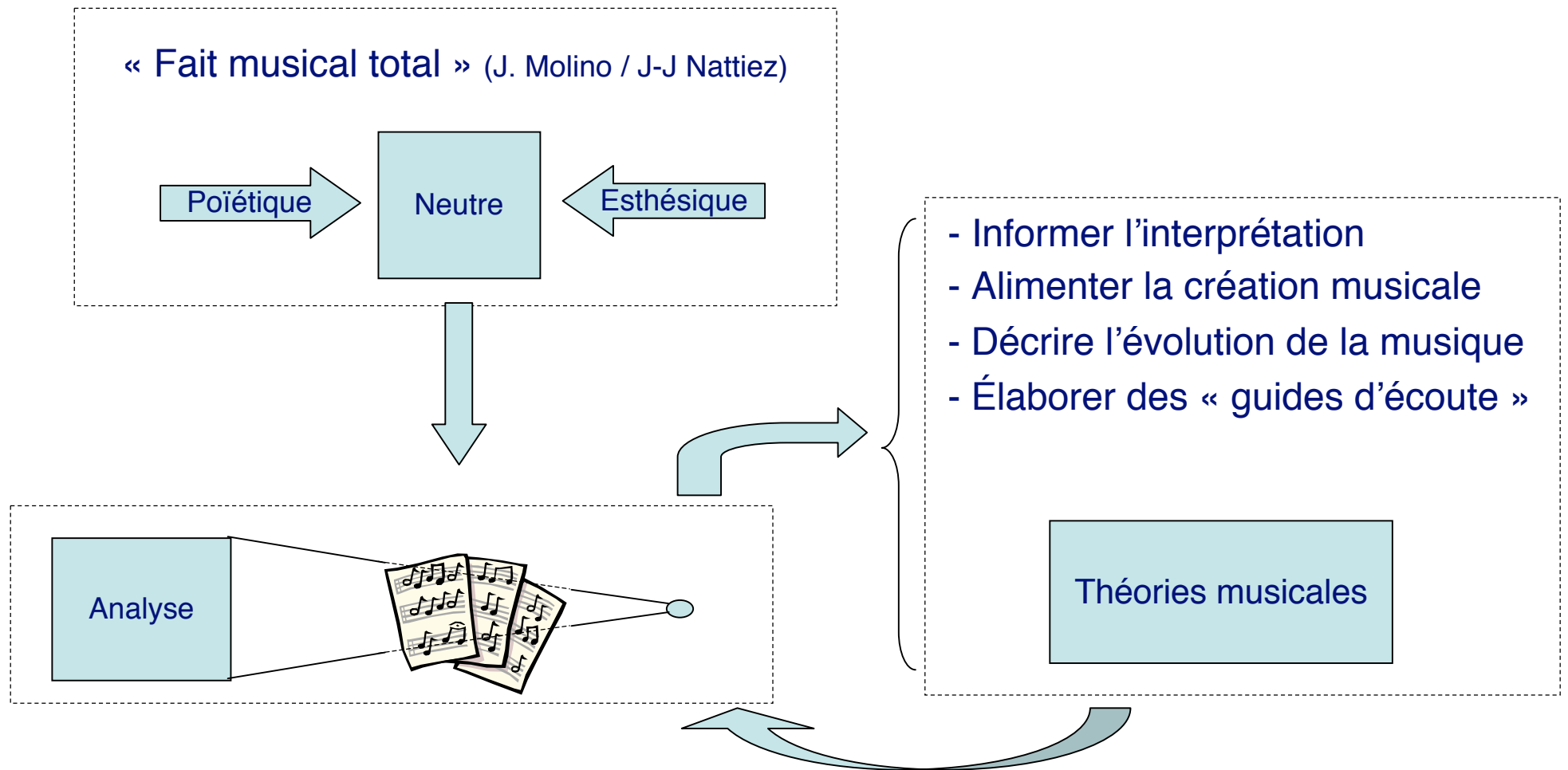
Instrumentation et permutation des notes

Affectation des durées

Synchronisation finale



Que vise l'analyse?

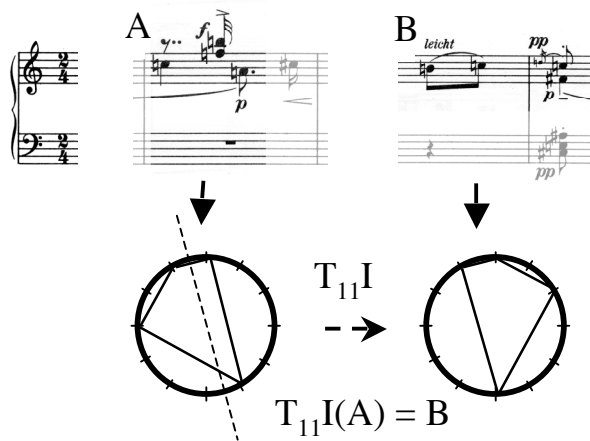


L'exemple de la set-theory (Forte)

- 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.

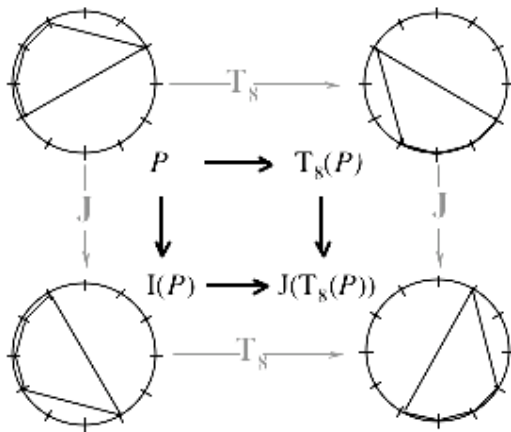
- La part formelle de la théorie est donnée. Il n'y a pas de rétrocession allant de l'analyse vers la théorie.
- La théorie ambitionne de capturer la structure de la musique atonale, d'où un certain penchant « ontologique » (« LA structure de la musique atonale »).
- L'analyse est strictement limitée 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

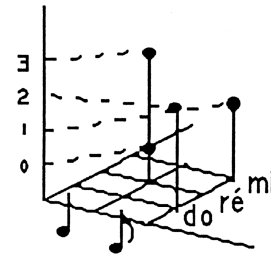
Outils heuristiques

Outils de « mise en série »

Partition



Représentation



Corpus



« Modèle »

Visualisation /
algorithmes de
recherche etc.

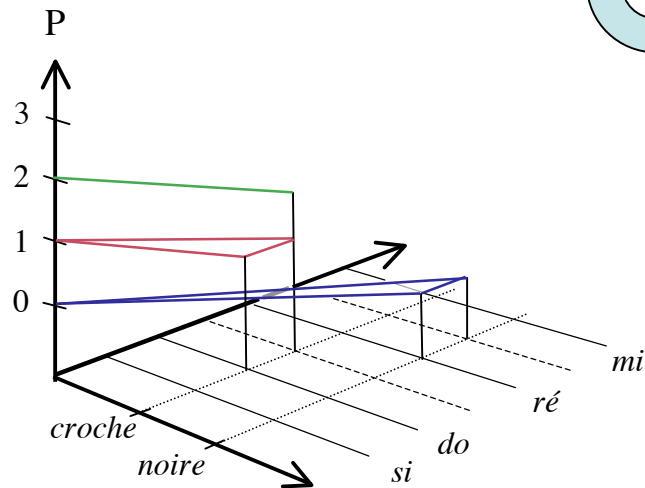
« Modèle
Théorique »

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.

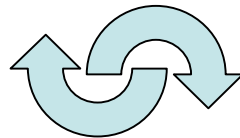
Plusieurs points constituent un « muage » de points



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

The image displays a musical score for the first two measures of 'L'échange' by Olivier Messiaen. The score is written for piano and is divided into five segments labeled A, B, C, D, and E, which are enclosed in dashed blue boxes. The tempo is marked 'Bien modéré' with a quarter note equal to 50 (♩ = 50). The key signature is B-flat major. Segment A (measures 1-2) features a piano (pp) texture with a circled chord in the right hand and a circled chord in the left hand. Segment B (measure 2) is marked 'p' and includes the note '(agrandissement asymétrique)'. Segment C (measures 3-4) is marked 'ppp' and contains three triplet figures. Segment D (measures 5-6) is marked 'pp' and includes a circled chord in the right hand and a circled chord in the left hand. Segment E (measures 7-8) is marked 'pp' and includes a circled chord in the right hand and a circled chord in the left hand. The score also includes dynamic markings like 'pp', 'ppp', and 'p', and articulation marks like '>' and '<'. A copyright notice '© 1947 Editions Durand & Cie.' is located at the bottom right.

Bien modéré (♩ = 50)

pp

ppp

p

pp

pp

(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	.	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

cresc.

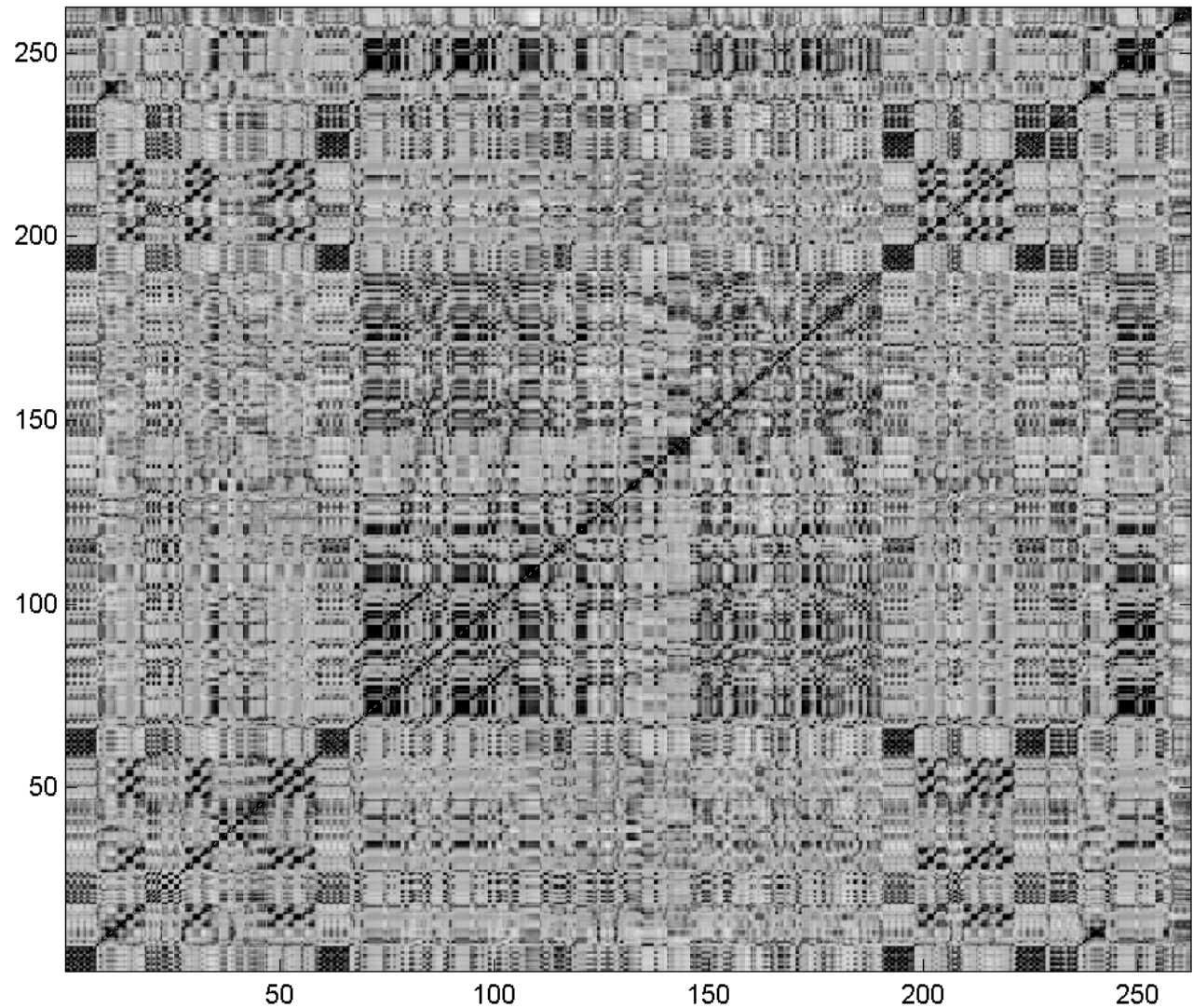
cresc. (simile)

cresc.

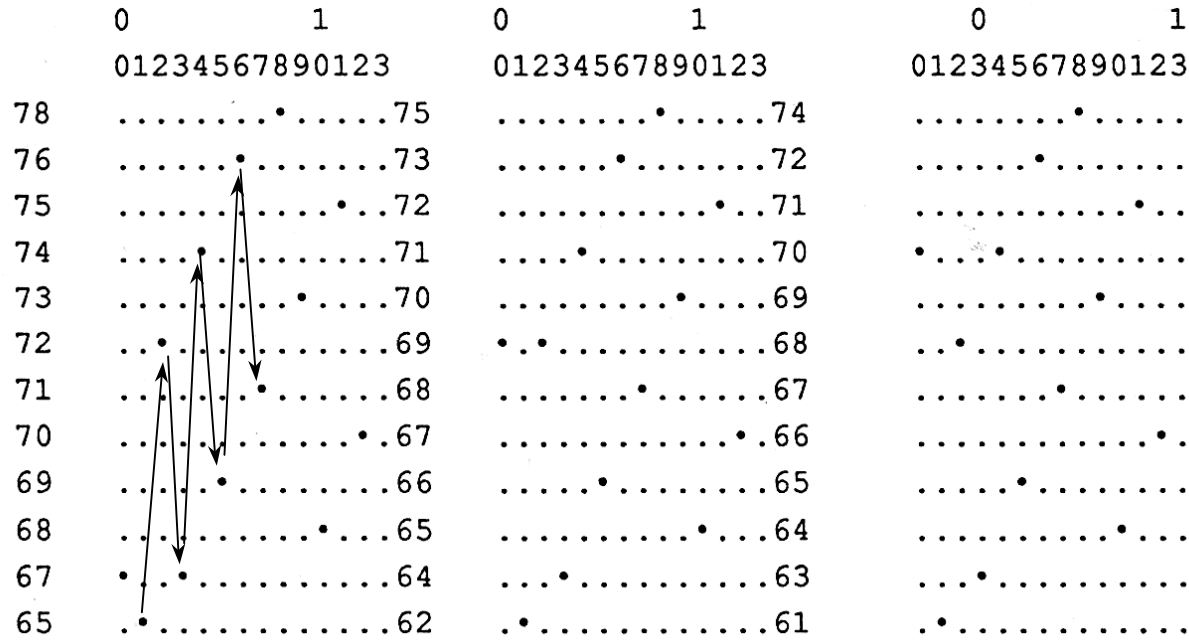
© 1947 Editions Durand & Cie.

Une approche différente : la matrice de similarité

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



Morphoscope et « mise en série »

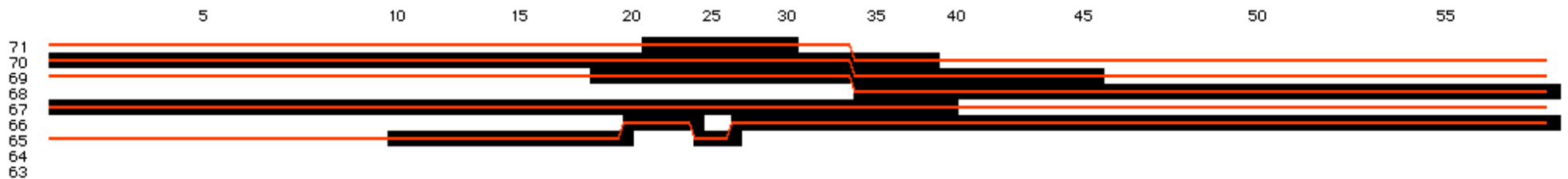


(7 -5 7 -5 7 -5 7 -5 -5 7 -5)

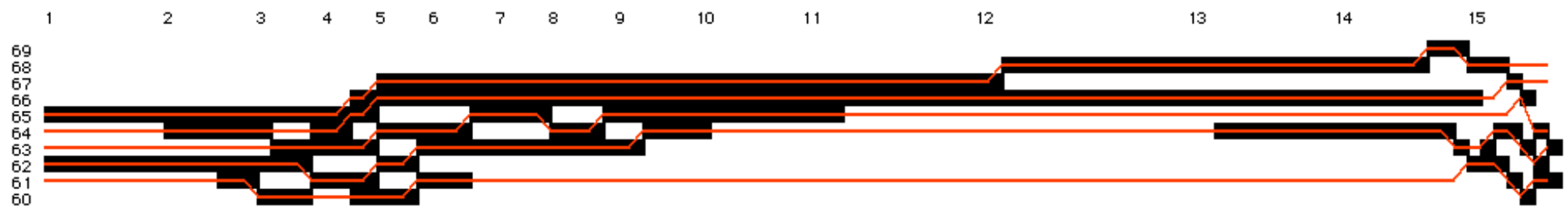
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-6	-6	0	3	3
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	3	3
74	0	0	0	0	-12	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	3	3
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-6	0	9	3
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-9	-6	0	9	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-15	0	0	0	3	0
78	0	0	0	0	0	0	0	-12	0	0	0	0	0	6	9	-3
79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-6	-6	0	3	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. The top staff is marked "Bien modéré (♩=50)" and "pp". The bottom staff is marked "cresc." and "cresc. (simile)". The notation includes treble and bass clefs, a key signature of two flats, and a 4/4 time signature. The music features chords, triplets, and melodic lines. Annotations include:

- Blue dashed boxes around the first two measures of each staff.
- Red dashed boxes around the third and fourth measures of each staff.
- Green dashed boxes around the fifth and sixth measures of each staff.
- Red arrows pointing from the red boxes to the text "Stationnaire" (Stationary).
- Red arrows pointing from the red boxes to the text "Ascendant d'un 1/2 ton" (Ascending by a half tone).
- Green arrows pointing from the green boxes to the text "Descendant d'un 1/2 ton" (Descending by a half tone).
- Blue arrows pointing from the blue boxes to the text "Stationnaire".
- A note "(agrandissement asymétrique)" (asymmetric enlargement) is present below the first staff.
- A copyright notice "© 1947 Editions Durand & Cie." is at the bottom right.