

De l'arbre rythmique à l'Unité Temporelle pour une possible mathématique du rythme

Karim Haddad

STMS Représentations Musicales - IRCAM

12 octobre 2024



Introduction

Introduction



RT : (3/4 (((3 4) (1 1 1))))



UT : $\left(\frac{3}{4}\right)_{(1\ 1\ 1)}$

Les arbres rythmiques

Les arbres rythmiques

Les arbres rythmiques

- Protocole implémenté dans l'environnement OpenMusic
- Syntaxe indépendante de la représentation graphique
- Permet l'expression de rythmes des plus complexes
- Validation : tout arbre correct représente un rythme valable
- Permet des opérations rythmiques inédites

Représentation des RT

La représentation des RT

Représentation des RT

La Syntaxe :

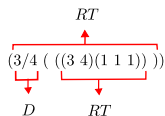
- $RT ::= (DS)$
- $\langle RhythmTree \rangle \Rightarrow (\langle Duration \rangle \langle Subdivision \rangle)$
- $D ::= \text{unefraction} > 0$
- $S ::= (e1, \dots, en)$
- $e ::= \text{entier} | RT$
- $(1 (1 1 1 1))$
- $(2 ((1 (1 1 1 1 1)) (1 (1 1 1 1 1))))$

Représentation des RT

La Sémantique

Une voix: $(D (< measure > < measure >, ...))$

$(D (RT RT, ...))$



Représentation des RT

Les Groups

Diagram illustrating the representation of rhythmic trees (RT) for a musical phrase. The diagram shows two musical staves with a 9/4 time signature. The top staff has a 5-measure phrase, and the bottom staff has a 5-measure phrase. Between them is a hierarchical tree structure with red arrows indicating the mapping from the musical notes to the tree nodes. The tree structure is: $((3\ 4)\ (1\ (1\ (1\ 1\ 1\ 1\ 1))\ 1))$ with a red arrow pointing to *RT* above the first group, and another red arrow pointing to *RT* above the second group. Below the tree, there are labels *D* and *S* with red arrows pointing to the first and second groups respectively. At the bottom, there are labels *e*, *RT*, and *e* with red arrows pointing to the first, second, and third groups respectively.

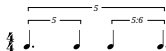
Propriétés et opérations

Propriétés et opérations

Autoréférence



(? (((4 4) (2 3))))



(? (((4 4) ((2 (3 2)) (3 (2 3)))))

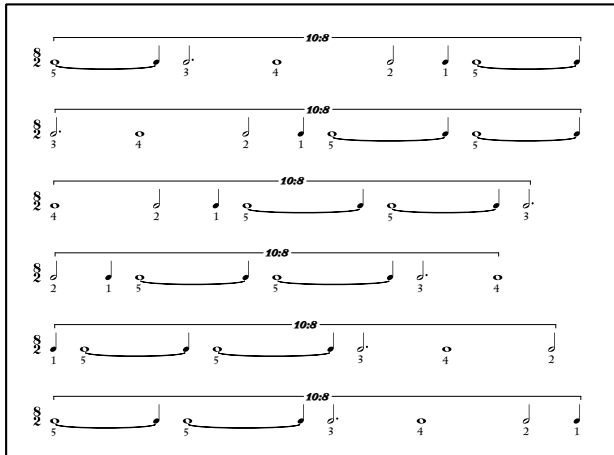


(? (((4 4) ((2 ((3 (2 3)) (2 (3 2)))) (3 ((2 (3 2)) (3 (2 3)))))



(? (((4 4) ((2 ((3 ((2 (3 2)) (3 (2 3))))) (2 ((3 (2 3)) (2 (3 2))))) (3 ((2 ((3 (2 3)) (2 (3 2))))) (3 ((2 (3 2)) (3 (2 3)))))

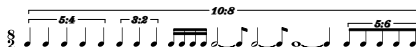
Rotation circulaire

$$(? (((8\ 2)\ (5\ 3\ 4\ 2\ 1\ 5))))$$


De l'arbre rythmique à l'Unité Temporelle

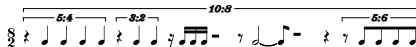
Filtrage

Filtrage à partir de la subdivision :



(? (((8 2) ((1 ((8 ((4 (1 1 1 1)) (2 (1 1 1)) (1 (1 1 1 1)) (5 (1 1)) (5 (1)) (3 (1 1 1 1))))))))))

subdivision par (5 3 4 2 1 5) :



(? (((8 2) ((8 ((4 (-1 1 1 1 1)) (2 (-1 1 1)) (1 (-1 1 1 1)) (5 (-1 1)) (5 (-5)) (3 (-1 1 1 1 1))))))))))

Rythme « évidé »

Rythme « évidé » à partir du filtrage :

The diagram illustrates the process of creating a 'Rythme évidé' (emptied rhythm) from a filtered rhythm through concatenation. It consists of three musical staves, each with a 2/8 time signature and a 10:8 measure duration. The first staff shows a complex rhythmic pattern with various note values and rests. The second staff shows a simplified version of the first, with some notes replaced by rests. The third staff shows the result of concatenating the first and second staves, resulting in a longer rhythmic sequence. A curved arrow points from the first staff to the third staff, indicating the concatenation process.

Staff 1 (Original):
 Musical notation: 2/8, 10:8, notes and rests.
 Numerical representation: (? (((8 2) ((8 ((4 (-1 1 1 1)) (2 (-1 1 1)) (1 (-1 1 1)) (5 (-1 1)) (5 (-5)) (3 (-1 1 1 1))))))))))

Staff 2 (Filtered):
 Musical notation: 2/8, 10:8, notes and rests.
 Numerical representation: (? (((8 2) ((8 ((4 (1 -4)) (2 (1 -2)) (1 (1 -3)) (5 (5 -5)) 5 (3 (1.0 -4))))))))

Staff 3 (Concatenated):
 Musical notation: 2/8, 10:8, notes and rests.
 Numerical representation: (? (((8 2) ((8 ((4 (-1 4)) (2 (-1 2)) (1 (-1 3)) (5 (-5 5)) -5 (3 (-1 4))))))))

concatenation

« And I have tried to keep them from falling »

« And I have tried to keep them from falling » pour trio à cordes

« And I have tried to keep them from falling »

- Composé en 2001, créé en août de la même année lors des *Rencontres Musicales de Lorraine* (Nancy) par le trio *ProArte* à qui il est dédié, ce premier trio à cordes s'inscrit dans un cycle d'œuvres intitulé *Das Werden im Vergehen* (*le devenir dans le périssable*, titre d'un essai philosophique de F.Hölderlin).
- L'idée maîtresse de ce trio serait de se rapprocher autant que possible d'un certain « *regard négatif du discours musical, épuisement littéral, une "fatigue" (ontologique) acheminant vers un hypothétique horizon d'une écoute renouvelée. Le matériau mélodique se déploie dans sa négativité jusqu'à son extrême annulation. . .* ».
- Composé à partir de six voix, l'écriture de cette pièce utilise des techniques apparentées au contrepoint de l'Ars Nova comme la prolotion rythmique et le monnayage en permutation circulaire. Les voix sont distribuées aux trois instruments figurants un matériau canonique éclairé par les différents timbres et modes de jeux des cordes (les voix canoniques n'étant pas supposées se reveler à l'écoute, mais cependant présentes, elles accompagnent l'intime perception de l'écoulement temporel).

« And I have tried to keep them from falling »

Le titre de la pièce est une citation de la dernière strophe du Cantos XIII d'Ezra Pound :

*And Kung said : « Without character you will
be unable to play on that instrument
Or to execute the music fit for the Odes.
The blossoms of the apricot
blow from the east to the west,
And I have tried to keep them from falling. »*

(Cantos XIII - Ezra Pound)

*Et Kung dit : « Sans caractère vous ne
serez jouer de cet instrument
Ou exécuter la musique qui convient aux Odes.
Les fleurs de l'abricotier
S'inclinent d'est en ouest,
Et j'ai tenté d'empêcher leur chute. »*

(Cantos XIII - Ezra Pound)

La structure rythmique

À partir de l'arbre rythmique suivant utilisant les proportions issues de la suite de Fibonacci :

(? (((60 4) ((21 (8 5 -3 2 1)) (5 (-3 2 1)) (34 (-8 5 3 -2 1))))))



une double permutation circulaire de groupe de proportions et de proportions de ces groupes est appliquée :

((60 4) ((21 (8 5 -3 2 1)) (5 (-3 2 1)) (34 (-8 5 3 -2 1)))))
((60 4) ((5 (2 1 -3)) (34 (5 3 -2 1 -8)) (21 (5 -3 2 1 8)))))
((60 4) ((34 (3 -2 1 -8 5)) (21 (-3 2 1 8 5)) (5 (1 -3 2)))))
((60 4) ((21 (2 1 8 5 -3)) (5 (-3 2 1)) (34 (-2 1 -8 5 3)))))
((60 4) ((5 (2 1 -3)) (34 (1 -8 5 3 -2)) (21 (1 8 5 -3 2)))))
((60 4) ((34 (-8 5 3 -2 1)) (21 (8 5 -3 2 1)) (5 (1 -3 2)))))
((60 4) ((21 (5 -3 2 1 8)) (5 (-3 2 1)) (34 (5 3 -2 1 -8)))))
etc.

La structure rythmique

Ces permutations sont réalisés pour six voix, la quatrième commençant par le rythme initial :

Il ne sera retenu que les deux premières mesures de ces permutations.

La structure harmonique

Le matériau des hauteurs est construit à partir de la série déféctive suivante :



La réalisation

Une fois les deux mesures quantifiées à 40 à la noire, le matériau de hauteur sera distribué aux six voix en hétérophonies, à savoir les voix 1, 2 et 3, la suite 1 sera jouée respectivement à partir de la première note, la deuxième et la troisième. La même chose sera effectué pour les voix 4, 5 et 6. On remarquera aussi que la quantification a été réajustée de point de vue métrique impliquant deux quantifications (pre-quantification et post-quantification).



La réalisation

L'écriture finale pour les trois instruments à cordes sera réalisée « à la main », en utilisant une instrumentation appropriée et dégageant le contexte expressif du matériau.

And I have tried to keep them from falling

For string trio
(Dedicated to Pro Anna Yano)

Karin Haidan
(June 2001)

The musical score is for a string trio (Violin I, Violin II, and Viola) and is dedicated to Pro Anna Yano. It is composed by Karin Haidan in June 2001. The tempo is marked 'And' and the mood is 'For string trio'. The score is written for three staves: Violin I (top), Violin II (middle), and Viola (bottom). The key signature is one flat (B-flat major or D minor). The time signature is 4/4. The score begins with a tempo marking of 'And' and a dynamic marking of 'ppp' (pianissimo). The first system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The second system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The third system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The fourth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The fifth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The sixth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The seventh system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The eighth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The ninth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The tenth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The eleventh system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The twelfth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The thirteenth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The fourteenth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The fifteenth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The sixteenth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The seventeenth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The eighteenth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The nineteenth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The twentieth system includes a tempo change to 'Andante' and a dynamic marking of 'ppp'. The score ends with a final dynamic marking of 'ppp'.

« And I have tried to keep them from falling »

« And I have tried to keep them from falling » pour trio à cordes
<https://www.youtube.com/watch?v=M2YKXoDDDDI>

L'Unité Temporelle

Qu'est-ce qu'une Unité Temporelle ?

L'Unité Temporelle

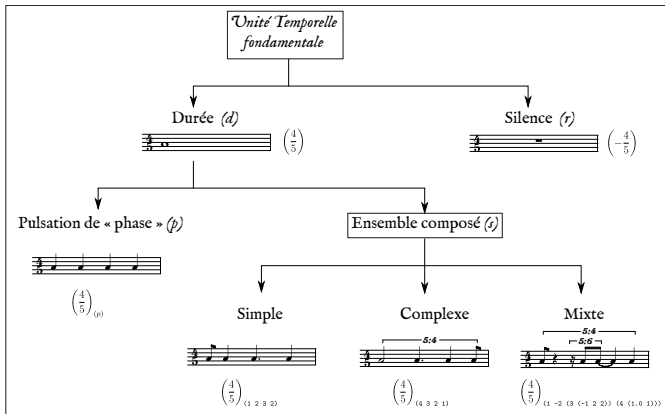
- C'est une proportion représentant une temporalité sans durée fixe
- Un rapport de durée
- Anatomie :

$(Tempus)_{(prolatio)}$

$\left(\frac{4}{5}\right)_{(d, r, p \text{ ou } s)}$

L'Unité Temporelle

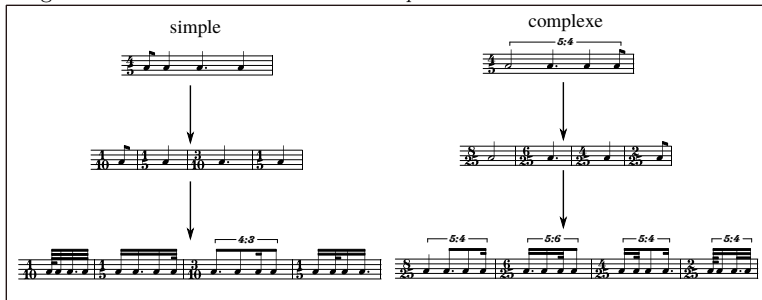
- C'est une proportion représentant une temporalité sans durée fixe
- Un rapport de durée
- Anatomie :
- Classification :



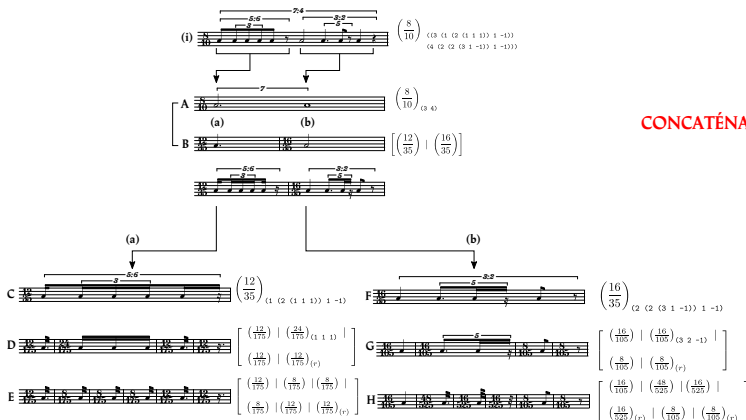
Propriétés

L'autogénéritivité

À partir d'*Unités Temporelles* composés, la « décomposition » permet l'engendrement de nouvelles *Unités Temporelles* fondamentales :



CONCATÉNATION



DÉCOMPOSITION

Du temps symbolique au temps relatif

2- Du temps symbolique au temps relatif

Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »

Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »

Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\bullet = 40$



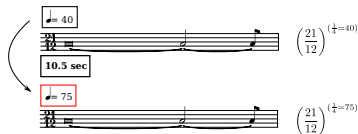
Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\bullet = 40$



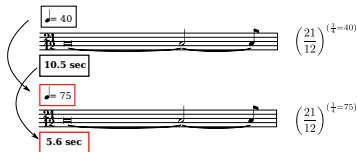
Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo ♩ = 40
- Même *Unité Temporelle* ♩ = 75



Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo ♩ = 40
- Même *Unité Temporelle* ♩ = 75

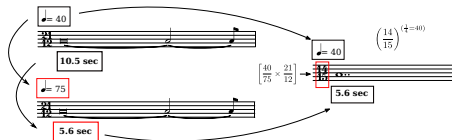


Du temps symbolique au temps relatif

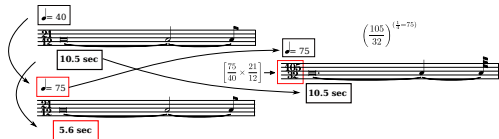
- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\text{♩} = 40$
- Même *Unité Temporelle* $\text{♩} = 75$
- Par la corrélation durée/tempo il est possible d'engendrer de nouvelles *Unités Temporelles*

Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo ♩ = 40
- Même *Unité Temporelle* ♩ = 75
- Par la corrélation durée/tempo il est possible d'engendrer de nouvelles *Unités Temporelles*
- Même durée à 5,6 sec. ♩ = 40 (modulation tempique)



- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\text{♩} = 40$
- Même *Unité Temporelle* $\text{♩} = 75$
- Par la corrélation durée/tempo il est possible d'engendrer de nouvelles *Unités Temporelles*
- Même durée à 5,6 sec. $\text{♩} = 40$ (modulation tempique)
- Même durée à 10,5 sec. $\text{♩} = 75$ (modulation tempique)



Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\text{♩} = 40$
- Même *Unité Temporelle* $\text{♩} = 75$
- Par la corrélation durée/tempo il est possible d'engendrer de nouvelles *Unités Temporelles*
- Même durée à 5,6 sec. $\text{♩} = 40$
(modulation tempique)
- Même durée à 10,5 sec. $\text{♩} = 75$
(modulation tempique)
- On conclut :

Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\text{♩} = 40$
- Même *Unité Temporelle* $\text{♩} = 75$
- Par la corrélation durée/tempo il est possible d'engendrer de nouvelles *Unités Temporelles*
- Même durée à 5,6 sec. $\text{♩} = 40$
(modulation tempique)
- Même durée à 10,5 sec. $\text{♩} = 75$
(modulation tempique)
- On conclut :



La durée détermine le tempo mais pas la proportion symbolique.

Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\text{♩} = 40$
- Même *Unité Temporelle* $\text{♩} = 75$
- Par la corrélation durée/tempo il est possible d'engendrer de nouvelles *Unités Temporelles*
- Même durée à 5,6 sec. $\text{♩} = 40$
(modulation tempique)
- Même durée à 10,5 sec. $\text{♩} = 75$
(modulation tempique)
- On conclut :

 La durée détermine le tempo mais pas la proportion symbolique.

 Le tempo détermine la durée mais pas la proportion symbolique.

Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\text{♩} = 40$
- Même *Unité Temporelle* $\text{♩} = 75$
- Par la corrélation durée/tempo il est possible d'engendrer de nouvelles *Unités Temporelles*
- Même durée à 5,6 sec. $\text{♩} = 40$
(modulation tempique)
- Même durée à 10,5 sec. $\text{♩} = 75$
(modulation tempique)
- On conclut :

- ☞ La durée détermine le tempo mais pas la proportion symbolique.
- ☞ Le tempo détermine la durée mais pas la proportion symbolique.
- ☞ La proportion symbolique ne détermine ni la durée ni le tempo.

Du temps symbolique au temps relatif

- Une *Unité Temporelle* n'a pas de durée fixe. On la dit « absolue »
- Sa durée dépend du tempo que l'on peut lui attribuer. On la dit alors « relative »
- Pour une *Unité Temporelle* de *Tempus* 21/12^e, tempo $\text{♩} = 40$
- Même *Unité Temporelle* $\text{♩} = 75$
- Par la corrélation durée/tempo il est possible d'engendrer de nouvelles *Unités Temporelles*
- Même durée à 5,6 sec. $\text{♩} = 40$
(modulation tempique)
- Même durée à 10,5 sec. $\text{♩} = 75$
(modulation tempique)
- On conclut :
- Seule la corrélation durée/tempo détermine la proportion symbolique, à savoir, le *Tempus*.

- ☞ La durée détermine le tempo mais pas la proportion symbolique.
- ☞ Le tempo détermine la durée mais pas la proportion symbolique.
- ☞ La proportion symbolique ne détermine ni la durée ni le tempo.

Opérations et transformations

Opérations et transformations

Opérations et transformations

1- Opérations algébriques :

 $\left(\frac{12}{5}\right) + \left(\frac{5}{12}\right) \Rightarrow \left(\frac{169}{60}\right)$

 $\left(\frac{23}{10}\right) - \left(\frac{11}{12}\right) \Rightarrow \left(\frac{83}{60}\right)$

 $\left(\frac{12}{5}\right)_{((4 \ 1 \ -1 \ 1)) \ 5 \ -3 \ 1 \ 2)} \times \left\{2, \frac{1}{5}, \frac{3}{2}, \frac{2}{3}\right\}$



Opérations et transformations

• 2- Transformations prolotionnelles :

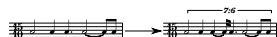
👉 L'augmentation ($\boxplus$)

$$\left(\frac{15}{10}\right)_{(4\ 2\ 3\ 5\ 1)} \boxplus \left(\frac{1}{4}, 2\right) \Rightarrow \left(\frac{7}{4}\right)_{(8\ 4\ 5\ 6\ 10\ 2)}$$



👉 L'insertion ($\oplus$)

$$\left(\frac{15}{10}\right)_{(4\ 2\ 3\ 5\ 1)} \oplus \left(\frac{1}{4}, 2\right) \Rightarrow \left(\frac{15}{10}\right)_{(8\ 4\ 5\ 6\ 10\ 2)}$$



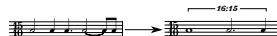
👉 La diminution ($\boxminus$)

$$\left(\frac{15}{10}\right)_{(4\ 2\ 3\ 5\ 1)} \boxminus (1\ 3) \Rightarrow \left(\frac{4}{5}\right)_{(4\ 3\ 1)}$$



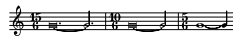
👉 L'extraction ($\ominus$)

$$\left(\frac{15}{10}\right)_{(4\ 2\ 3\ 5\ 1)} \ominus (1\ 3) \Rightarrow \left(\frac{15}{10}\right)_{(4\ 3\ 1)}$$



Opérations et transformations

$$\frac{\left(\frac{5}{1}\right)}{(d)/(3 \ 2 \ 1)} \Rightarrow \left[\left(\frac{15}{6}\right) \mid \left(\frac{10}{6}\right) \mid \left(\frac{5}{6}\right) \right]$$



$$\left(\frac{5}{1}\right) + \left(\frac{15}{6}\right) \Rightarrow \left(\frac{15}{2}\right)$$



$$\frac{\left(\frac{15}{2}\right)}{(d)/(3 \ 2 \ 1 \ 4)} \Rightarrow \left[\left(\frac{9}{4}\right) \mid \left(\frac{6}{4}\right) \mid \left(\frac{3}{4}\right) \mid \left(\frac{12}{4}\right) \right]$$



$$\downarrow$$

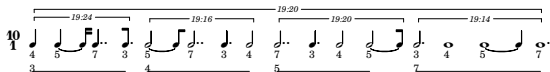
$$\left(\frac{15}{2}\right) + \left(\frac{6}{4}\right) \Rightarrow \left(\frac{9}{1}\right)$$



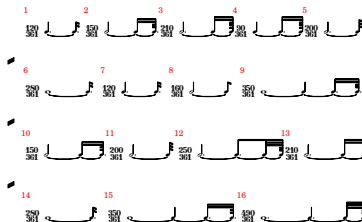
« ars combinatoria »

« ars combinatoria »

- Pour ces exemples nous partirons d'une transformation intermédiaire de l'Unité Temporelle subdivisé par autoréférence en rotation circulaire des proportions (3 4 5 7).



- On transforme ce bloc complexe en 16 Unités Temporelles simples



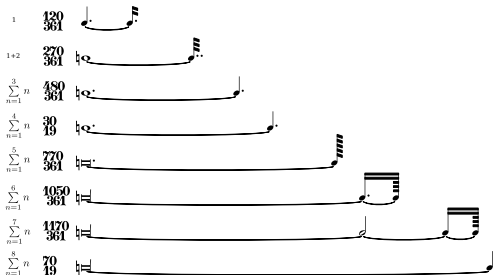
Canon régulier

- Pour créer un canon :
- Subdivision en Unités Temporelles



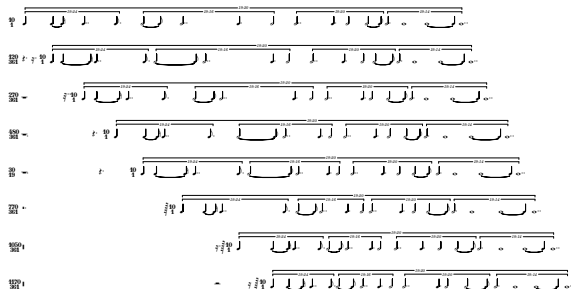
Canon régulier

- Pour créer un canon :
- Subdivision en Unités Temporelles
- Calcul des départs des différentes voix par concaténations successives de tous les Unités Temporelles par une opération d'addition.



Canon régulier

- Pour créer un canon :
- Subdivision en Unités Temporelles
- Calcul des départs des différentes voix par concaténations successives de tous les Unités Temporelles par une opération d'addition.
- Chacune de ces voix est alors convertie en silence, lui succédant le bloc original.



Wir sind die Treibenden

Wir sind die Treibenden pour mezzo-soprano et ensemble de flûtes
<https://www.youtube.com/watch?v=nJ2DzLXQE3I>

De l'arbre rythmique à l'Unité Temporelle

First Attempted Escape From Silence : Tunnels

First Attempted Escape From Silence : Tunnels

First Attempted Escape From Silence : Tunnels

- Une Unité Temporelle de 15'



- Décomposé en 4 subdivisions (3 4 5 7) et génération autoréférentielle par rotation à la seconde génération



First Attempted Escape From Silence : Tunnels

À partir de cette Unité Temporelle composée, nous construirons trois autres voix par rotation de chaque sous-groupe de la seconde génération :

((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)))
((3 (5 7 3 4)) (4 (7 3 4 5)) (5 (3 4 5 7)) (7 (4 5 7 3)))
((3 (7 3 4 5)) (4 (3 4 5 7)) (5 (4 5 7 3)) (7 (5 7 3 4)))
((3 (3 4 5 7)) (4 (4 5 7 3)) (5 (5 7 3 4)) (7 (7 3 4 5)))

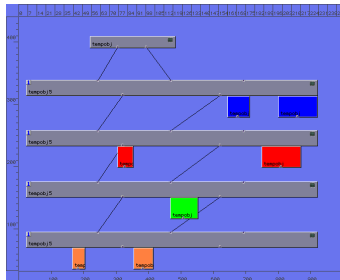
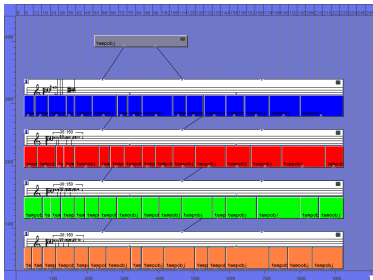
First Attempted Escape From Silence : Tunnels

Les proportions de durées obtenues seront de plus en plus grandes et cela d'une manière non linéaire.

The image shows a handwritten musical score on four staves, each with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The score is heavily annotated with red, green, and blue ink. At the top left, a red circle contains the text "Par de Celine Jouda" and "14.1.1.". Above the staves, there are large numbers: 183.5, 236.8, and 331.6. The score is divided into sections by vertical lines and includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings. Annotations include "Solo", "Tener", "Solo 2", "Solo 3", "Solo 4", "Solo 5", "Solo 6", "Solo 7", "Solo 8", "Solo 9", "Solo 10", "Solo 11", "Solo 12", "Solo 13", "Solo 14", "Solo 15", "Solo 16", "Solo 17", "Solo 18", "Solo 19", "Solo 20", "Solo 21", "Solo 22", "Solo 23", "Solo 24", "Solo 25", "Solo 26", "Solo 27", "Solo 28", "Solo 29", "Solo 30", "Solo 31", "Solo 32", "Solo 33", "Solo 34", "Solo 35", "Solo 36", "Solo 37", "Solo 38", "Solo 39", "Solo 40", "Solo 41", "Solo 42", "Solo 43", "Solo 44", "Solo 45", "Solo 46", "Solo 47", "Solo 48", "Solo 49", "Solo 50", "Solo 51", "Solo 52", "Solo 53", "Solo 54", "Solo 55", "Solo 56", "Solo 57", "Solo 58", "Solo 59", "Solo 60", "Solo 61", "Solo 62", "Solo 63", "Solo 64", "Solo 65", "Solo 66", "Solo 67", "Solo 68", "Solo 69", "Solo 70", "Solo 71", "Solo 72", "Solo 73", "Solo 74", "Solo 75", "Solo 76", "Solo 77", "Solo 78", "Solo 79", "Solo 80", "Solo 81", "Solo 82", "Solo 83", "Solo 84", "Solo 85", "Solo 86", "Solo 87", "Solo 88", "Solo 89", "Solo 90", "Solo 91", "Solo 92", "Solo 93", "Solo 94", "Solo 95", "Solo 96", "Solo 97", "Solo 98", "Solo 99", "Solo 100".

First Attempted Escape From Silence : Tunnels

Filtrage des Unités Temporelles des interventions des parties vocales à l'aide de la maquette d'*Openmusic*



First Attempted Escape From Silence : Tunnels

- Exemple d'homotéthie sur la 11ème Unité Temporelle de la 3ème voix.

Third voice:

The image displays two musical staves. The top staff, labeled 'Third voice:', is in treble and bass clef with a key signature of one sharp (F#). It features a series of notes with various durations, some marked with '150' and '150'. Above the staff, there are bracketed time intervals: 1924, 19, 38-150, 19-20, and 1914. A red vertical line is drawn at the end of the first measure. The bottom staff, labeled 'Vocal quartet:', is in treble and bass clef with a key signature of one sharp. It shows a more complex rhythmic pattern with many beamed notes. Above this staff, there are bracketed time intervals: 3250-300 and 722-2015. A red arrow points from the red vertical line in the 'Third voice' staff to the beginning of the 'Vocal quartet' staff, indicating a homothetic relationship between the two musical segments.

Vocal quartet:

First Attempted Escape From Silence : Tunnels

First Attempted Escape from Silence : Tunnels

1er acte de l'opera " Seven Attempted Escapes from Silence"

Livret : Jonathan Safran Foer

Soprano : Anna Prohaska, Ksenija Lukic

Ténor : Noriyuki Sawabu

Baryton : Nicholas Isherwood

Récitante : Kate Strong

Orchesterakademie de la Staatskapelle de Berlin

Direction : Max Renne

Mise-en-scène : Eszter Salamon

Création : Septembre 2005, Berlin

Lieu : Staatsoper Berlin, 2005

Introduction
Les arbres rythmiques
L'Unité Temporelle
La quantification
La « machine compositionnelle »
Références

Propriétés
Opérations et transformations
« ars combinatoria »

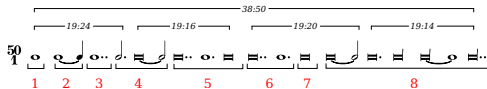
First Attempted Escape From Silence : Tunnels

Monnayages

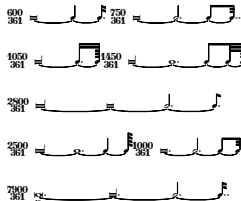
Monnayages

Procédé qui consiste à monnayer (à substituer) une figure (ou un groupe de figures) par un autre groupe de figure

- On commence par choisir la ou les figures à substituer :



- Concaténation par addition :

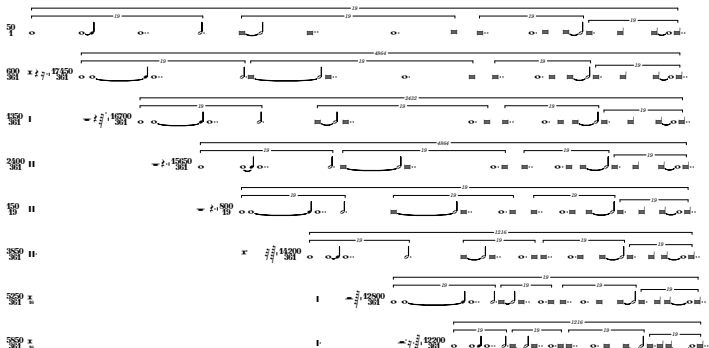


Monnayages

The image displays a musical score for a piece titled 'Monnayages'. It consists of three systems of staves, each with a treble and bass staff. The notation includes various rhythmic values and numerical sequences. The first system (measures 1-8) has a total duration of 19:24. The second system (measures 5-13) has a total duration of 19:20. The third system (measures 8-16) has a total duration of 19:14. The numerical values are: 64:75, 32:25, 208:175, 136:145, 222:175, 784:625, 132:125, and 1444:1975. The measures are numbered 1 through 16 in red.

Canon prolational

À partir du principe d'homothétie, on peut réaliser un canon similaire au régulier à la seule différence ici toutes les voix se terminent ensemble. Pour se faire, on "comprime" au fur et à mesure les voix de telle façon qu'à chaque itération canonique, les lignes rythmiques deviennent de plus en plus rapides.



Autres canons

- Canon convolutionnel
- Canon translationnel
- Canon différentiel
- ...

La quantification

Introduction

Une définition de la quantification rythmique pourrait être formulée ainsi :

- *La quantification est la transformation de données continues à des données discrètes.*

ou plus spécifiquement :

- « *Une conversion d'un flux de durées exprimées par des valeurs réelles en une structure rythmique, hiérarchique et discrète, qui puisse être exprimée de façon significative dans le système habituel de notation musicale.* » [[4]].
- Cette définition s'applique exclusivement à la quantification de flux de durées issues d'une source sonore (interprétation, audio, MIDI ou autres signaux).

Introduction

- La technique la plus commune de quantification utilise la *distance euclidienne* pour le calcul du résultat de ce type de flux de données.
- La mesure d'erreur de la quantification se définit comme suit [[5]] :

$$L_r = d(x, y) = \sum_{i=1}^p |x_i - y_i|^r$$

- La quantification non-optimale (celle qui comporte des erreurs de quantification), créant une différence entre l'entrée (input) et la sortie (output), donne :

$$L_r = d(x, y) \neq 0$$

- La quantification optimale (celle identique à la source) donne :

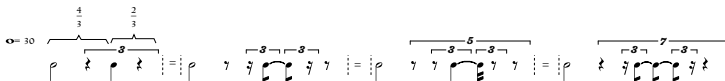
$$L_r = d(x, y) = 0$$

La quantification comme retranscription

La quantification comme retranscription

La quantification comme retranscription

« Plus récemment, certaines partitions ont présenté une notation extrêmement différenciée des rapports de durée. La complexité croissante de la notation métrico-rythmique eut pour conséquence une baisse en proportion égale du degré de précision dans le jeu. Autrement dit : la complexité croissante dans la désignation d'une valeur de temps augmente chez l'exécutant l'incertitude quant au début et la fin de cette valeur de temps. » [6].



« (...) Nous retiendrons tout d'abord de cet exemple qu'une seule et même proportion de temps fluctue de manière plus ou moins forte et par ailleurs que les facteurs d'incertitude dépendent graduellement de la notation.»

Il y a donc une relation fondamentale entre notation et transcription.

La quantification comme retranscription

Définition

La quantification comme retranscription

La quantification comme retranscription, nous l'appellerons quantification «symbolique» par opposition à la quantification computationnelle.

Il ne s'agit pas à proprement parler de quantification, mais plutôt de «transcritpion » à partir de notation pré-existante, et non pas d'un flux.

Plusieurs contraintes s'imposent :

- l'intégrité rythmique
- l'efficacité interprétative
- la cohérence formelle
- la fidélité expressive

Elle repose sur la relation triadique : durée -tempo -valeurs rythmiques.

- Les durées déterminent le tempo mais pas les valeurs rythmiques (figures de notes comme proportions)
- Le tempo détermine les durées mais pas les valeurs rythmiques (figures de notes)
- Les valeurs rythmiques (figures de notes) ne déterminent ni le tempo, ni les durées

La quantification comme retranscription

Nous aborderons les opérations élémentaires de la quantification symbolique à travers cet exemple composé de ces trois mesures suivantes :

The diagram illustrates the process of rhythmic quantification through four steps, showing how three initial measures are transformed into a single, complex measure.

Initial Measures: Three measures are shown at the top, each with a tempo marking of 40. The first measure is in 3/4 time, the second in 11/12, and the third in 5/6. They are connected by a bracket indicating they are to be combined.

Step 1: Concaténation et transposition par dénominateur
 The three measures are concatenated and transposed to a common denominator of 12. The first measure becomes 3/4, the second remains 11/12, and the third becomes 5/6. The tempo marking is 40.

Step 2: Concaténation par irrationnel (réduction à une mesure)
 The measures are concatenated and reduced to a single measure with a denominator of 12. The tempo marking is 40.

Step 3: Modulation "tempique" <=> réduction d'irrationnel
 The measures are modulated to a common tempo of 60. The first measure becomes 7/8, the second 11/8, and the third 5/4. The tempo marking is 60.

Step 4: Réduction par ppu
 The measures are reduced to a single measure with a denominator of 12. The tempo marking is 40.

Final Measure: The final measure is a complex 80/56 measure, which is the result of the quantification process. It is shown with a tempo marking of 40.

La quantification comme retranscription

La quantification symbolique utilisera différentes stratégies pour la retranscription selon la configuration du contenu polyphonique du matériau.

S'agissant d'une :

- homorythmie
- polyphonie «harmonique»
- polyphonie «complexe»

L'homorythmie

L'homorythmie

L'homorythmie

À partir d'un choral de dix périodes :

The image displays a musical score for 'L'homorythmie', illustrating rhythmic quantification and a choral excerpt.

Top Section: Rhythmic Quantification

This section shows three staves of music, each with a tempo marking of $\text{♩} = 40$. The music is written in 4/4 time. Above the staves, rhythmic intervals are indicated by brackets and labeled with numbers: 3:2, 15:16, 5:6, 11:10, 7:8, 9:8, 23:20, 7:5, 19:20, 11:10, and 5:6. Below the staves, measures are numbered from 0 to 59, with some measures containing additional numbers (e.g., 19, 33, 44, 48).

Bottom Section: Choral Excerpt

This section shows a choral excerpt with three staves. The tempo markings are $\text{♩} = 68$, $\text{♩} = 85$, $\text{♩} = 75$, $\text{♩} = 50$, and $\text{♩} = 79$. The lyrics are: Fi cus_ Vi tis vi - ni - fe - ra_ Pru nus_ O le a. The music is written in 4/4 time.

Introduction
Les arbres rythmiques
L'Unité Temporelle
La quantification
La « machine compositionnelle »
Références

La quantification comme retranscription
L'homorythmie
Polyphonie de phases «harmoniques»
Polyphonie de phases «complexes»

Ficus Vitis

Ficus Vitis

<https://www.youtube.com/watch?v=SPnfcuGEBw0>

Polyphonie de phases «harmoniques»

Polyphonie de phases « harmoniques »

On entend par polyphonie de phases « harmoniques », une structure polyphonique, où les phases qui la constitue se rapportent à une « phase fondamentale » (*Grundphase*) qui permet la réduction des formants à celle-ci. Alors on parle de polyphonie « réductible ».

Polyphonie de phases « harmoniques »

On entend par polyphonie de phases « harmoniques », une structure polyphonique, où les phases qui la constitue se rapportent à une « phase fondamentale » (*Grundphase*) qui permet la réduction des formants à celle-ci. Alors on parle de polyphonie « réductible ».

En partant d'une *Unité Temporelle* suivante : $\left(\frac{12}{1}\right)^{(\frac{1}{4}=40)}$

♩ = 40

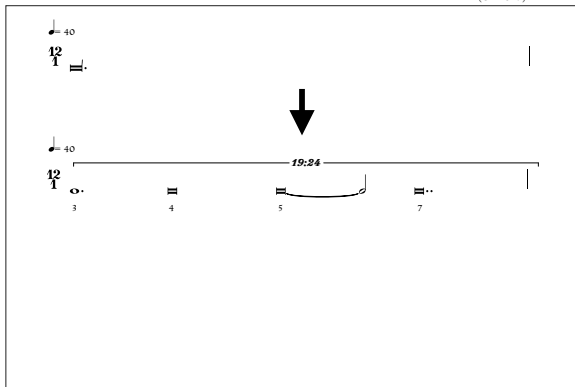
$\frac{12}{1}$ =.

|

Polyphonie de phases « harmoniques »

On entend par polyphonie de phases « harmoniques », une structure polyphonique, où les phases qui la constitue se rapportent à une « phase fondamentale » (*Grundphase*) qui permet la réduction des formants à celle-ci. Alors on parle de polyphonie « réductible ».

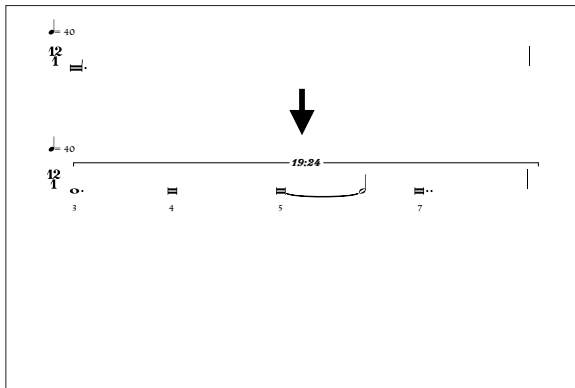
On la subdivise par les proportions $(3\ 4\ 5\ 7) \Rightarrow \left(\frac{12}{1}\right)^{\left(\frac{1}{4}=40\right)}_{(3\ 4\ 5\ 7)}$



Polyphonie de phases « harmoniques »

On entend par polyphonie de phases « harmoniques », une structure polyphonique, où les phases qui la constitue se rapportent à une « phase fondamentale » (*Grundphase*) qui permet la réduction des formants à celle-ci. Alors on parle de polyphonie « réductible ».

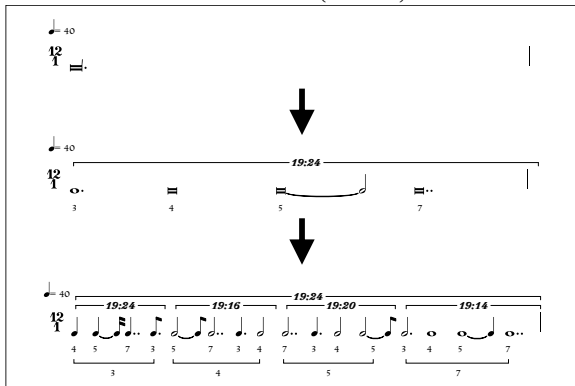
Nous lui appliquerons l'opération itérative de permutation circulaire suivante : $\sigma = \begin{pmatrix} a & b & c & d \\ b & c & d & a \end{pmatrix}$



Polyphonie de phases « harmoniques »

On entend par polyphonie de phases « harmoniques », une structure polyphonique, où les phases qui la constitue se rapportent à une « phase fondamentale » (*Grundphase*) qui permet la réduction des formants à celle-ci. Alors on parle de polyphonie « réductible ».

donnant cette expression : $\left(\frac{10}{1} \right) \begin{matrix} (3 \ 4 \ 5 \ 7) \\ i:=1, \ 4 \\ j \text{ in } s \\ s:= (j \ (\sigma^i)) \parallel \end{matrix} \Rightarrow \left(\frac{10}{1} \right) \begin{matrix} ((3 \ (4 \ 5 \ 7 \ 3)) \\ (4 \ (5 \ 7 \ 3 \ 4)) \\ (5 \ (7 \ 3 \ 4 \ 5)) \\ (7 \ (3 \ 4 \ 5 \ 7)) \end{matrix}$



Polyphonie de phases « harmoniques »

The image shows a musical score for a piece with 12 measures, marked with a tempo of 40 (♩ = 40). The notation is in 12/1 time. The melody consists of eighth and sixteenth notes, with some measures containing rests. Above the staff, four brackets indicate phase durations: 19:24, 19:16, 19:24, and 19:20. Below the staff, four brackets indicate the number of notes in each measure: 3, 4, 5, and 7. The notes are numbered 1 through 12, corresponding to the measures.

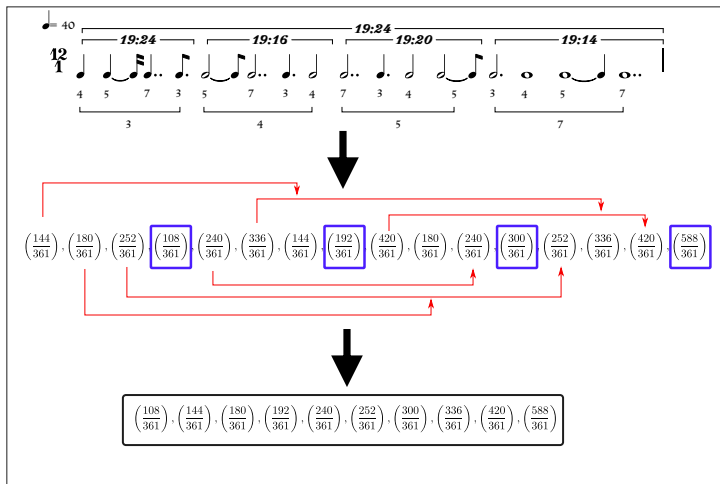
Polyphonie de phases « harmoniques »

The diagram illustrates the process of quantifying a rhythmic phrase into a polyphonic structure. It is divided into two main sections by a large downward arrow.

Top Section: A musical staff with a tempo marking of $\text{♩} = 40$ and a time signature of $\frac{12}{4}$. The staff contains a sequence of notes and rests. Above the staff, four brackets indicate phase durations: $19:24$, $19:16$, $19:24$, and $19:20$. Below the staff, four groups of numbers (4, 5, 7, 3; 5, 7, 3, 4; 7, 3, 4, 5; 3, 4, 5, 7) are grouped by brackets with numbers 3, 4, 5, and 7 respectively, indicating the quantification of the rhythmic values.

Bottom Section: Two staves of music, each with a tempo marking of $\text{♩} = 40$. The first staff shows a sequence of notes with numerical values (e.g., 144, 180, 360, 108) written above them, representing the quantified rhythmic values. The second staff shows a similar sequence of notes with numerical values (e.g., 360, 360, 360, 360) written above them, representing the quantified rhythmic values.

Polyphonie de phases « harmoniques »



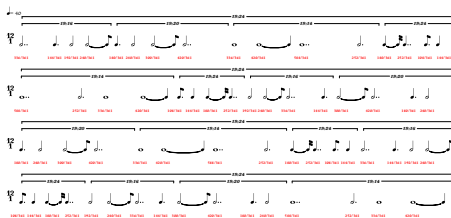
Polyphonie de phases « harmoniques »

On construit une matrice de 4 fois 4 (16) voix avec toutes les permutations circulaires possibles des durées :

The image displays a musical score for 16 voices, numbered 0 to 15. Each voice part is written on a five-line staff. The notation consists of rhythmic stems and beams, representing durations. The score is organized into four groups of four voices each, with each group starting on a new system. The rhythmic patterns are complex and vary across the voices, illustrating the concept of polyphonic phases.

Polyphonie de phases «harmoniques»

Après sélection de 4 rotations (ici rotations 3 4 5 7) :



On obtient 64 durées en tout (4 x 16) dont plusieurs se trouvent être répétées. Au total, on obtient uniquement 10 durées différentes utilisées dans toutes ces voix dont les rapports sont :

108/361 144/361 180/361 192/361 240/361 252/361 300/361 336/361 420/361 588/361

On remarque que :

- la somme des valeurs des proportions génératrices initiales (3 4 5 7) est = 19
- toutes les valeurs ont un dénominateur commun de 361 = au carré de la somme de (3 4 5 7)

$$\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2$$

Polyphonie de phases «harmoniques»

On retranscrit par modulation métrico / tempique («*Grundtakt/ Grundphase*») de 12/1 à 19/1 de noire = 40 à noire = 63 .

Cette opération est obtenue par :

- modulation tempique (réduction du premier niveau d'irrationnel)
- transposition par dénominateur commun

On obtient une première retranscription :



Étant donné que :

- la subdivision par 19 se trouve être la plus petite unité de phase
- Il est fort improbable dans la pratique instrumentale d'interpréter cette subdivision dans l'état.

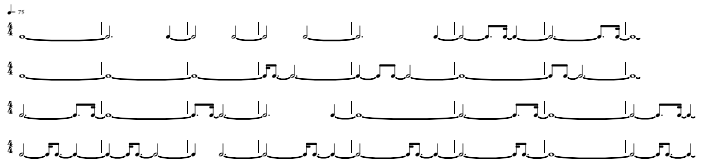
Polyphonie de phases «harmoniques»

On utilisera à nouveau la modulation tempique afin de trouver la phase idéale pour l'interprétation, ainsi que le sens expressif (lent/rapide) qui devrait caractériser cette séquence :

Réduction au triolet - MM noire = 50 :



Réduction binaire (sans «irrationnel») MM noire = 75 :



(Ces réductions sont strictements identiques au rythme initial.)

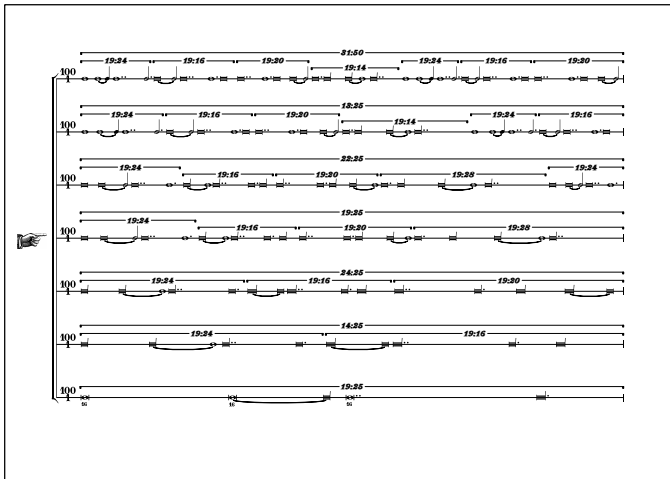
Studie XI - Analyse

- Partant d'une *Unité Temporelle* de **100**¹
- et des proportions (3 4 5 7)
- nous appliquons une rotation itérative de n-1 éléments (7 6 5 4 3 2 1)
- de sorte à produire un « spectre auto-référent » :

(? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5))))))
 (? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5))))))
 (? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5))))))
 (? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5))))))
 (? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5))))))
 (? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5))))))
 (? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5))))))
 (? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7)) (3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5))))))

Studie XI - Analyse

Spectre « auto-référent »



Studie XI - Analyse

- À partir de la 4^e voix
- nous effectuons une double rotation des prolations :

```
(100 (((100 1) ((100 ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7))))))))
(100 (((100 1) ((100 ((4 (7 3 4 5)) (5 (3 4 5 7)) (7 (4 5 7 3)) (3 (5 7 3 4))))))))
(100 (((100 1) ((100 ((5 (4 5 7 3)) (7 (5 7 3 4)) (3 (7 3 4 5)) (4 (3 4 5 7))))))))
(100 (((100 1) ((100 ((7 (7 3 4 5)) (3 (3 4 5 7)) (4 (4 5 7 3)) (5 (5 7 3 4))))))))
```

Studie XI - Analyse

The image displays a musical score for 'Studie XI - Analyse', consisting of four staves. Each staff begins with a '100' and a vertical line, indicating a starting point or a specific tempo. The notation is complex, featuring various rhythmic values and phrasing. Above each staff, there are horizontal lines with time signatures indicating the duration of specific rhythmic segments:

- Staff 1:** 19:24, 19:16, 19:25, 19:20, 19:28
- Staff 2:** 19:16, 19:20, 19:25, 19:28, 19:24
- Staff 3:** 19:20, 19:28, 19:25, 19:24, 19:16
- Staff 4:** 19:28, 19:24, 19:25, 19:16, 19:20

The notation includes various rhythmic symbols, such as eighth notes, sixteenth notes, and rests, often grouped together. The overall structure suggests a complex rhythmic analysis or composition.

Studie XI - Analyse

- ces quatre voix seront filtrées par des silences une note sur deux
- l'opération sera renouvelée inversement
- les deux *Unités Temporelles* seront intercalées par une mesure de 1/1

Introduction
Les arbres rythmiques
L'Unité Temporelle
La quantification
La « machine compositionnelle »
Références

La quantification comme retranscription
L'homorythmie
Polyphonie de phases «harmoniques»
Polyphonie de phases «complexes»

Studie XI - Analyse

The first system of the musical score for Studie XI consists of four staves. Each staff begins with a tempo marking of 100. Above the staves, horizontal lines indicate time intervals: 19:24, 19:16, 19:20, 19:25, and 19:28. The notation includes various rhythmic values such as eighth and sixteenth notes, rests, and beams.

The second system of the musical score for Studie XI also consists of four staves, each starting with a tempo marking of 100. Similar to the first system, horizontal lines above the staves indicate time intervals: 19:24, 19:16, 19:20, 19:25, and 19:28. The rhythmic notation continues with various note values and rests.

Studie XI - Analyse

- À partir de 3 séries

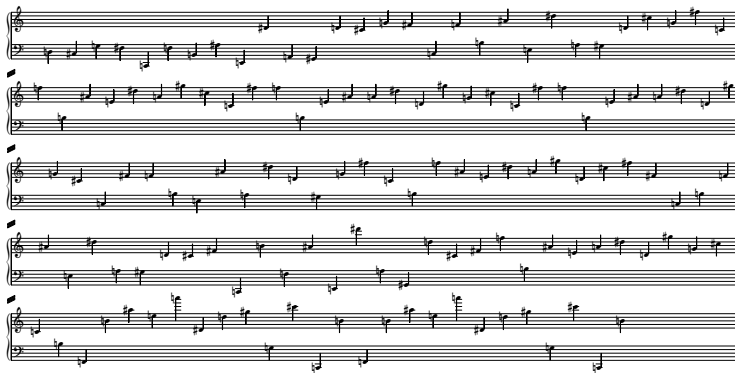
Studie XI - Analyse



Studie XI - Analyse

- À partir de 3 séries
- nous effectuons des multiplications récursives

Studie XI - Analyse



Studie XI - Analyse

- À partir de 3 séries
- nous effectuons des multiplications récursives
- le résultat sera utilisé comme base harmonique par distribution verticale

Introduction
Les arbres rythmiques
L'Unité Temporelle
La quantification
La « machine compositionnelle »
Références

La quantification comme retranscription
L'homorythmie
Polyphonie de phases «harmoniques»
Polyphonie de phases «complexes»

Studie XI - Analyse

The image displays a musical score for 'Studie XI - Analyse', consisting of two systems of four staves each. The notation is complex, featuring various rhythmic values and time signatures. The first system includes time signatures of 19:24, 19:16, 19:30, 19:28, 19:16, 19:20, 19:28, 19:24, 19:16, 19:28, 19:24, 19:16, and 19:20. The second system includes time signatures of 19:24, 19:16, 19:30, 19:28, 19:24, 19:16, 19:20, 19:28, 19:24, 19:16, 19:28, 19:24, 19:16, and 19:20. The notation is dense and intricate, with many notes and rests, and is set against a background of a grid of dots.

Polyphonie de phases «complexes»

Polyphonie de phases «complexes»

On entend par polyphonie de phases «complexes», une structure polyphonique, où les phases qui la constitue se rapportent à plusieurs «phases fondamentales» («Grundphase») non-synchrones.

Stockhausen utilise ce principe pour ses pièces *Zeitmaße*, *Gruppen*, et *Klavierstücke V-XI*

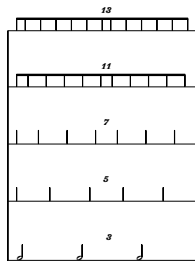
Dans "... wie die Zeit vergeht...", Stockhausen définit à partir d'un spectre harmonique de hauteur (*Mikrophasen*) un continuum qui le précèderait : le spectre de durées (*Makrophasen*) :

Durée de phases												
	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{12}$



Polyphonie de phases «complexes»

À partir des «macrophases» on obtient un continuum de *spectre de phases* («*harmonisches Phasenspektrum*») :



Quand tous les harmoniques ne sont pas présents dans le spectre on obtient alors un *spectre de formants* («*FormantSpektrum*»)

Polyphonie de phases «complexes»

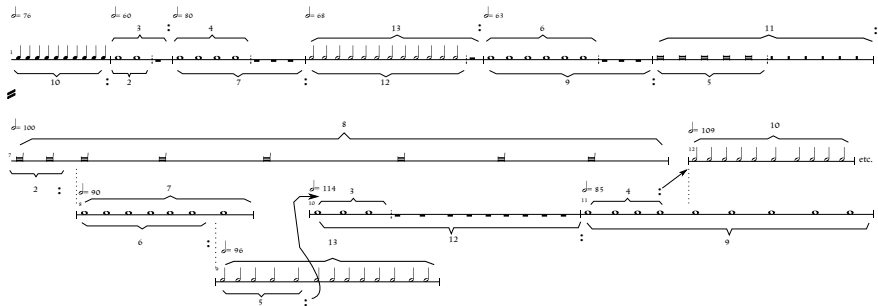
À partir d'une série de hauteurs, de rapports d'intervalles, et de tempi :

The image shows a musical score on a grand staff (treble and bass clefs) with a key signature of one sharp (F#). The notes are placed on the staff lines, and below them are the interval ratios: 2/10, 4/3, 12/7, 6/13, 5/9, 8/11, 7/2, 13/6, 3/5, 9/12, and 10/4. Below the staff, a table provides the tempo in beats per minute (M.M.) and the corresponding rhythmic unit for each interval.

M.M. $\text{♩} =$	75.6	60	80.1	67.4	63.6	71.4	100.9	89.9	95.2	113.3	84.9	106.9
Unité :	♩	♩	♩	♩	♩	♩	♩	♩	♩	♩	♩	♩

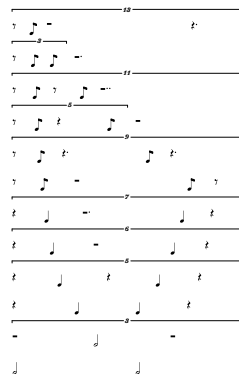
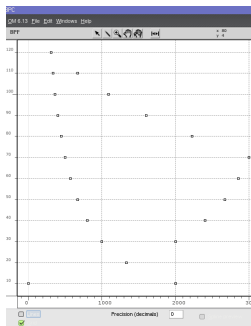
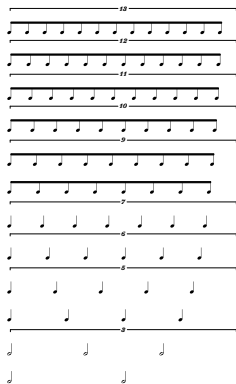
Stockhausen définit un registre temporel (*Zeitzlage*), à partir duquel il établit un rapport de phase en utilisant les proportions intervalliques (*Intervallproportionen*) dérivé de la série d'intervalles des hauteurs :

Polyphonie de phases «complexes»



Polyphonie de phases «complexes»

Les possibilités combinatoires sont multiples à partir cette structure. On peut alors greffer un *spectre de groupe* (*Gruppenspektrum*) en prenant tout ou partie des segments de cette structure comme phase originelle (fondementale locale) pour y intégrer (par monnayage) des spectres de formant :



Polyphonie de phases «complexes»

Partant du même principe, on peut très bien dériver des *Intervallproportionen* à partir de bloc-temporels. On aura trois catégories :

- Bloc-temporel de durée unique
- Bloc-temporel de pulsation (formant)
- Bloc-temporel de silence

Polyphonie de phases «complexes»

La quantification symbolique ne peut hélas réduire ce type de polyphonie à une notation interprétable pour un ensemble instrumental unique.

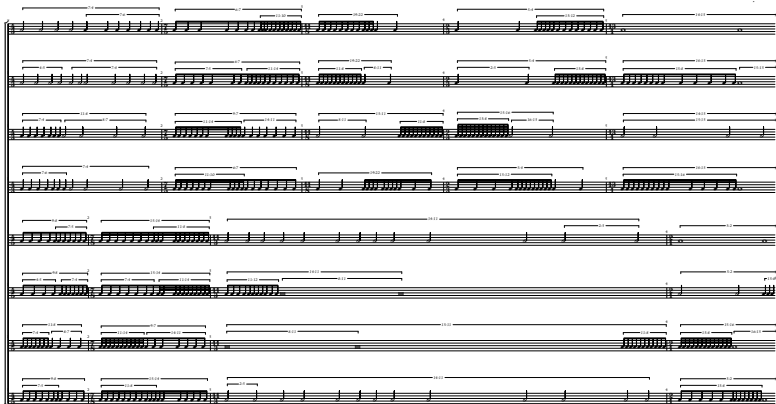
On la qualifie d'«irréductible».

Reste deux alternatives :

- Diviser l'ensemble en une polyphonie d'ensembles selon la réduction possible de la notation.
«...pour réaliser notre exemple, on aurait besoin de trois instruments polyphoniques (*Akkordinstrumente*) ou, mieux, de trois orchestres qui, de temps en temps joueraient indépendamment les uns les autres au moment des entrées.»
- Dans l'impossibilité d'avoir ce dispositif exceptionnel, le recours à la quantification par distance euclidienne s'impose.

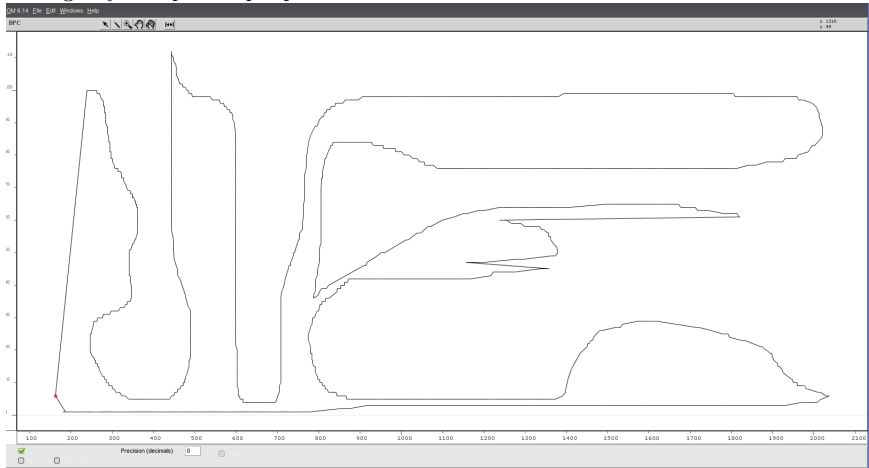
La quantification par grille et distance euclidienne

Soit deux groupes de « spectres de formants » (*FormantSpektrums*), dont les subdivisions sont relatives par rapport à la *Grundphase* (l'*Unité Temporelle* même), ainsi que la proportion précédente et/ou consécutive :



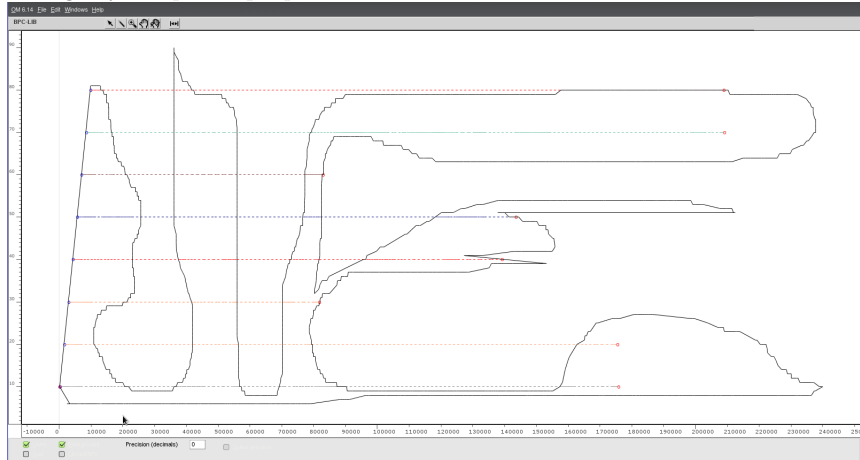
La quantification par grille et distance euclidienne

Filtrage Rythmique Graphique :



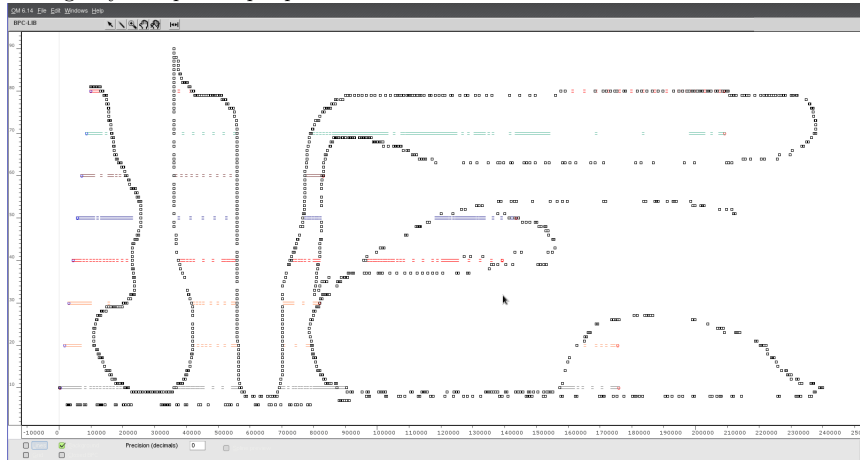
La quantification par grille et distance euclidienne

Filtrage Rythmique Graphique :



La quantification par grille et distance euclidienne

Filtrage Rythmique Graphique :



Première page de la partition « non-filtrée »

La quantification par grille et distance euclidienne

Première page de la partition « filtrée » avec hauteurs :

The musical score is presented on 10 staves, arranged in two systems of five staves each. The tempo is indicated as $\text{♩} = 40$. The notation includes various rhythmic values and durations, with some measures highlighted in black. The score is a 'filtered' version of a composition, showing the quantified rhythmic structure.

La quantification par grille et distance euclidienne

Quantification par grille et distance euclidienne [tempo = 60, métrique = 4/4, subdivision maximale = $\frac{1}{16}$] :

The musical score is presented in two systems of six staves each. The tempo is marked as 60 and the meter as 4/4. The notation includes various rhythmic patterns, rests, and dynamic markings. A specific section of the score is highlighted with a blue bracket and a red bracket, indicating a quantified segment. Below the staves, a timeline shows the duration of this segment as 11.0 and 11.14.

Introduction
Les arbres rythmiques
L'Unité Temporelle
La quantification
La « machine compositionnelle »
Références

La quantification comme retranscription
L'homorythmie
Polyphonie de phases «harmoniques»
Polyphonie de phases «complexes»

La quantification «symbolique»

L'esquisse :

The image displays a musical score for a piece titled 'L'esquisse'. It consists of eight staves, each with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The tempo is marked as '♩ = 40'. The score is written in a rhythmic notation style, with notes and rests grouped by beams. Above the staves, there are various time signatures and rhythmic markings, including '6:7', '11:10', '11:14', '9:7', '14:11', '11:10', '11:14', '11:8', '14:11', '9:11', '7:4', '11:14', '11:14', '11:12', '14:11', '8:11', '11:8', '8:7', '11:14', '14:11', '11:11', '8:11', '7:8', '2:8', '11:14', '11:8', '14:11', and '2:8'. The notation is complex, with many beamed notes and rests, suggesting a highly rhythmic and possibly improvisatory piece.

Tempus « irrationnels »

The figure displays a musical score for a piano piece, consisting of two systems of staves. The first system includes four staves, and the second system includes five staves. Red circles and rectangles are used to highlight specific measures and sections of the score, indicating areas of interest for the analysis. The first system shows a key signature change to one sharp (F#) and a time signature change to 3/4. The second system shows a key signature change to two sharps (F# and C#) and a time signature change to 2/4. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings.

La quantification «symbolique»

«Normalisation» des *Tempus* par modulation métrique (chiffres de mesures $\Rightarrow$ puissance de deux)

The musical score consists of three systems, each with three staves. The notation includes various time signatures and numerical annotations indicating measure counts and powers of two. Blue circles and vertical lines highlight specific points of modulation.

System 1:

- Staff 1: Time signature 3/4. Annotation: $\bullet = 60.0$ (circled in blue). Later, $\bullet = 50.0$ (circled in blue).
- Staff 2: Time signature 6/8. Annotations: 6:7, 11:10, 11:16.
- Staff 3: Time signature 3/4. Annotations: 11:14, 9:7, 14:11.

System 2:

- Staff 1: Time signature 3/4. Annotations: 11:14, 11:8, 14:11.
- Staff 2: Time signature 6/8. Annotations: 2:8, 7:4, 11:14, 11:16, 11:12, 14:11, 8:11.
- Staff 3: Time signature 3/4. Annotations: 11:8, 9:7, 11:14, 14:11, 11:11, 14:11.

System 3:

- Staff 1: Time signature 3/4. Annotations: 7:5, 9:8, 11:14, 11:8, 14:11.
- Staff 2: Time signature 6/8. Annotations: 11:14, 11:16, 14:11, 11:12, 14:11.
- Staff 3: Time signature 3/4. Annotations: 11:14, 11:8, 14:11.

La quantification «symbolique»

Deux niveaux d'« irrationnels » :

The image displays two systems of musical notation, each consisting of four staves. The notation is complex, featuring various rhythmic values and time signatures. Key features include:

- Top System:** The first staff has a tempo marking of $\text{♩} = 60.0$ circled in blue. The second staff has a tempo marking of $\text{♩} = 50.0$ circled in blue. The third and fourth staves show various rhythmic patterns with time signatures like 11:10, 11:14, 14:11, and 15:10. Some values are circled in green.
- Bottom System:** The first staff has a tempo marking of $\text{♩} = 50.0$ circled in blue. The second staff has a tempo marking of $\text{♩} = 40.0$ circled in blue. The third and fourth staves show various rhythmic patterns with time signatures like 11:14, 11:10, 14:11, and 15:14. Some values are circled in green.

The notation includes various rhythmic symbols, such as eighth notes, sixteenth notes, and rests, along with complex time signatures and tempo markings. The overall structure suggests a detailed exploration of rhythmic quantification in music.

La quantification «symbolique»

Différentiels d'« irrationnels » (voix 3 des deux groupes) :

The image displays a musical score for three voices (soprano, alto, and bass) across two systems. The notation includes various rhythmic values and time signatures. Key annotations include:

- Blue circles and vertical lines:** Marking specific time points or durations, such as $\bullet = 60.0$ and $\bullet = 50.0$.
- Green circles:** Marking other time points or durations, such as 6.7 , 11.14 , 15.14 , 18.11 , 21.14 , 24.11 , 27.14 , 30.8 , 33.8 , 36.11 , 39.11 , 42.11 , 45.11 , 48.11 , 51.14 , 54.11 , 57.14 , 60.11 , 63.11 , 66.11 , 69.11 , 72.11 , 75.14 , 78.14 , 81.14 , 84.11 , 87.14 , 90.11 , 93.14 , 96.11 , 99.14 , 102.11 , 105.14 , 108.11 , 111.14 , 114.11 , 117.14 , 120.11 , 123.14 , 126.11 , 129.14 , 132.11 , 135.14 , 138.11 , 141.14 , 144.11 , 147.14 , 150.11 , 153.14 , 156.11 , 159.14 , 162.11 , 165.14 , 168.11 , 171.14 , 174.11 , 177.14 , 180.11 , 183.14 , 186.11 , 189.14 , 192.11 , 195.14 , 198.11 , 201.14 , 204.11 , 207.14 , 210.11 , 213.14 , 216.11 , 219.14 , 222.11 , 225.14 , 228.11 , 231.14 , 234.11 , 237.14 , 240.11 , 243.14 , 246.11 , 249.14 , 252.11 , 255.14 , 258.11 , 261.14 , 264.11 , 267.14 , 270.11 , 273.14 , 276.11 , 279.14 , 282.11 , 285.14 , 288.11 , 291.14 , 294.11 , 297.14 , 300.11 , 303.14 , 306.11 , 309.14 , 312.11 , 315.14 , 318.11 , 321.14 , 324.11 , 327.14 , 330.11 , 333.14 , 336.11 , 339.14 , 342.11 , 345.14 , 348.11 , 351.14 , 354.11 , 357.14 , 360.11 .
- Red circles:** Marking other time points or durations, such as 11.14 , 14.11 , 17.14 , 20.11 , 23.14 , 26.11 , 29.14 , 32.11 , 35.14 , 38.11 , 41.14 , 44.11 , 47.14 , 50.11 , 53.14 , 56.11 , 59.14 , 62.11 , 65.14 , 68.11 , 71.14 , 74.11 , 77.14 , 80.11 , 83.14 , 86.11 , 89.14 , 92.11 , 95.14 , 98.11 , 101.14 , 104.11 , 107.14 , 110.11 , 113.14 , 116.11 , 119.14 , 122.11 , 125.14 , 128.11 , 131.14 , 134.11 , 137.14 , 140.11 , 143.14 , 146.11 , 149.14 , 152.11 , 155.14 , 158.11 , 161.14 , 164.11 , 167.14 , 170.11 , 173.14 , 176.11 , 179.14 , 182.11 , 185.14 , 188.11 , 191.14 , 194.11 , 197.14 , 200.11 , 203.14 , 206.11 , 209.14 , 212.11 , 215.14 , 218.11 , 221.14 , 224.11 , 227.14 , 230.11 , 233.14 , 236.11 , 239.14 , 242.11 , 245.14 , 248.11 , 251.14 , 254.11 , 257.14 , 260.11 , 263.14 , 266.11 , 269.14 , 272.11 , 275.14 , 278.11 , 281.14 , 284.11 , 287.14 , 290.11 , 293.14 , 296.11 , 299.14 , 302.11 , 305.14 , 308.11 , 311.14 , 314.11 , 317.14 , 320.11 , 323.14 , 326.11 , 329.14 , 332.11 , 335.14 , 338.11 , 341.14 , 344.11 , 347.14 , 350.11 , 353.14 , 356.11 , 359.14 , 362.11 , 365.14 , 368.11 , 371.14 , 374.11 , 377.14 , 380.11 , 383.14 , 386.11 , 389.14 , 392.11 , 395.14 , 398.11 , 401.14 , 404.11 , 407.14 , 410.11 , 413.14 , 416.11 , 419.14 , 422.11 , 425.14 , 428.11 , 431.14 , 434.11 , 437.14 , 440.11 , 443.14 , 446.11 , 449.14 , 452.11 , 455.14 , 458.11 , 461.14 , 464.11 , 467.14 , 470.11 , 473.14 , 476.11 , 479.14 , 482.11 , 485.14 , 488.11 , 491.14 , 494.11 , 497.14 , 500.11 , 503.14 , 506.11 , 509.14 , 512.11 , 515.14 , 518.11 , 521.14 , 524.11 , 527.14 , 530.11 , 533.14 , 536.11 , 539.14 , 542.11 , 545.14 , 548.11 , 551.14 , 554.11 , 557.14 , 560.11 , 563.14 , 566.11 , 569.14 , 572.11 , 575.14 , 578.11 , 581.14 , 584.11 , 587.14 , 590.11 , 593.14 , 596.11 , 599.14 , 602.11 , 605.14 , 608.11 , 611.14 , 614.11 , 617.14 , 620.11 , 623.14 , 626.11 , 629.14 , 632.11 , 635.14 , 638.11 , 641.14 , 644.11 , 647.14 , 650.11 , 653.14 , 656.11 , 659.14 , 662.11 , 665.14 , 668.11 , 671.14 , 674.11 , 677.14 , 680.11 , 683.14 , 686.11 , 689.14 , 692.11 , 695.14 , 698.11 , 701.14 , 704.11 , 707.14 , 710.11 , 713.14 , 716.11 , 719.14 , 722.11 , 725.14 , 728.11 , 731.14 , 734.11 , 737.14 , 740.11 , 743.14 , 746.11 , 749.14 , 752.11 , 755.14 , 758.11 , 761.14 , 764.11 , 767.14 , 770.11 , 773.14 , 776.11 , 779.14 , 782.11 , 785.14 , 788.11 , 791.14 , 794.11 , 797.14 , 800.11 , 803.14 , 806.11 , 809.14 , 812.11 , 815.14 , 818.11 , 821.14 , 824.11 , 827.14 , 830.11 , 833.14 , 836.11 , 839.14 , 842.11 , 845.14 , 848.11 , 851.14 , 854.11 , 857.14 , 860.11 , 863.14 , 866.11 , 869.14 , 872.11 , 875.14 , 878.11 , 881.14 , 884.11 , 887.14 , 890.11 , 893.14 , 896.11 , 899.14 , 902.11 , 905.14 , 908.11 , 911.14 , 914.11 , 917.14 , 920.11 , 923.14 , 926.11 , 929.14 , 932.11 , 935.14 , 938.11 , 941.14 , 944.11 , 947.14 , 950.11 , 953.14 , 956.11 , 959.14 , 962.11 , 965.14 , 968.11 , 971.14 , 974.11 , 977.14 , 980.11 , 983.14 , 986.11 , 989.14 , 992.11 , 995.14 , 998.11 , 1001.14 , 1004.11 , 1007.14 , 1010.11 , 1013.14 , 1016.11 , 1019.14 , 1022.11 , 1025.14 , 1028.11 , 1031.14 , 1034.11 , 1037.14 , 1040.11 , 1043.14 , 1046.11 , 1049.14 , 1052.11 , 1055.14 , 1058.11 , 1061.14 , 1064.11 , 1067.14 , 1070.11 , 1073.14 , 1076.11 , 1079.14 , 1082.11 , 1085.14 , 1088.11 , 1091.14 , 1094.11 , 1097.14 , 1100.11 , 1103.14 , 1106.11 , 1109.14 , 1112.11 , 1115.14 , 1118.11 , 1121.14 , 1124.11 , 1127.14 , 1130.11 , 1133.14 , 1136.11 , 1139.14 , 1142.11 , 1145.14 , 1148.11 , 1151.14 , 1154.11 , 1157.14 , 1160.11 , 1163.14 , 1166.11 , 1169.14 , 1172.11 , 1175.14 , 1178.11 , 1181.14 , 1184.11 , 1187.14 , 1190.11 , 1193.14 , 1196.11 , 1199.14 , 1202.11 , 1205.14 , 1208.11 , 1211.14 , 1214.11 , 1217.14 , 1220.11 , 1223.14 , 1226.11 , 1229.14 , 1232.11 , 1235.14 , 1238.11 , 1241.14 , 1244.11 , 1247.14 , 1250.11 , 1253.14 , 1256.11 , 1259.14 , 1262.11 , 1265.14 , 1268.11 , 1271.14 , 1274.11 , 1277.14 , 1280.11 , 1283.14 , 1286.11 , 1289.14 , 1292.11 , 1295.14 , 1298.11 , 1301.14 , 1304.11 , 1307.14 , 1310.11 , 1313.14 , 1316.11 , 1319.14 , 1322.11 , 1325.14 , 1328.11 , 1331.14 , 1334.11 , 1337.14 , 1340.11 , 1343.14 , 1346.11 , 1349.14 , 1352.11 , 1355.14 , 1358.11 , 1361.14 , 1364.11 , 1367.14 , 1370.11 , 1373.14 , 1376.11 , 1379.14 , 1382.11 , 1385.14 , 1388.11 , 1391.14 , 1394.11 , 1397.14 , 1400.11 , 1403.14 , 1406.11 , 1409.14 , 1412.11 , 1415.14 , 1418.11 , 1421.14 , 1424.11 , 1427.14 , 1430.11 , 1433.14 , 1436.11 , 1439.14 , 1442.11 , 1445.14 , 1448.11 , 1451.14 , 1454.11 , 1457.14 , 1460.11 , 1463.14 , 1466.11 , 1469.14 , 1472.11 , 1475.14 , 1478.11 , 1481.14 , 1484.11 , 1487.14 , 1490.11 , 1493.14 , 1496.11 , 1499.14 , 1502.11 , 1505.14 , 1508.11 , 1511.14 , 1514.11 , 1517.14 , 1520.11 , 1523.14 , 1526.11 , 1529.14 , 1532.11 , 1535.14 , 1538.11 , 1541.14 , 1544.11 , 1547.14 , 1550.11 , 1553.14 , 1556.11 , 1559.14 , 1562.11 , 1565.14 , 1568.11 , 1571.14 , 1574.11 , 1577.14 , 1580.11 , 1583.14 , 1586.11 , 1589.14 , 1592.11 , 1595.14 , 1598.11 , 1601.14 , 1604.11 , 1607.14 , 1610.11 , 1613.14 , 1616.11 , 1619.14 , 1622.11 , 1625.14 , 1628.11 , 1631.14 , 1634.11 , 1637.14 , 1640.11 , 1643.14 , 1646.11 , 1649.14 , 1652.11 , 1655.14 , 1658.11 , 1661.14 , 1664.11 , 1667.14 , 1670.11 , 1673.14 , 1676.11 , 1679.14 , 1682.11 , 1685.14 , 1688.11 , 1691.14 , 1694.11 , 1697.14 , 1700.11 , 1703.14 , 1706.11 , 1709.14 , 1712.11 , 1715.14 , 1718.11 , 1721.14 , 1724.11 , 1727.14 , 1730.11 , 1733.14 , 1736.11 , 1739.14 , 1742.11 , 1745.14 , 1748.11 , 1751.14 , 1754.11 , 1757.14 , 1760.11 , 1763.14 , 1766.11 , 1769.14 , 1772.11 , 1775.14 , 1778.11 , 1781.14 , 1784.11 , 1787.14 , 1790.11 , 1793.14 , 1796.11 , 1799.14 , 1802.11 , 1805.14 , 1808.11 , 1811.14 , 1814.11 , 1817.14 , 1820.11 , 1823.14 , 1826.11 , 1829.14 , 1832.11 , 1835.14 , 1838.11 , 1841.14 , 1844.11 , 1847.14 , 1850.11 , 1853.14 , 1856.11 , 1859.14 , 1862.11 , 1865.14 , 1868.11 , 1871.14 , 1874.11 , 1877.14 , 1880.11 , 1883.14 , 1886.11 , 1889.14 , 1892.11 , 1895.14 , 1898.11 , 1901.14 , 1904.11 , 1907.14 , 1910.11 , 1913.14 , 1916.11 , 1919.14 , 1922.11 , 1925.14 , 1928.11 , 1931.14 , 1934.11 , 1937.14 , 1940.11 , 1943.14 , 1946.11 , 1949.14 , 1952.11 , 1955.14 , 1958.11 , 1961.14 , 1964.11 , 1967.14 , 1970.11 , 1973.14 , 1976.11 , 1979.14 , 1982.11 , 1985.14 , 1988.11 , 1991.14 , 1994.11 , 1997.14 , 2000.11 , 2003.14 , 2006.11 , 2009.14 , 2012.11 , 2015.14 , 2018.11 , 2021.14 , 2024.11 , 2027.14 , 2030.11 , 2033.14 , 2036.11 , 2039.14 , 2042.11 , 2045.14 , 2048.11 , 2051.14 , 2054.11 , 2057.14 , 2060.11 , 2063.14 , 2066.11 , 2069.14 , 2072.11 , 2075.14 , 2078.11 , 2081.14 , 2084.11 , 2087.14 , 2090.11 , 2093.14 , 2096.11 , 2099.14 , 2102.11 , 2105.14 , 2108.11 , 2111.14 , 2114.11 , 2117.14 , 2120.11 , 2123.14 , 2126.11 , 2129.14 , 2132.11 , 2135.14 , 2138.11 , 2141.14 , 2144.11 , 2147.14 , 2150.11 , 2153.14 , 2156.11 , 2159.14 , 2162.11 , 2165.14 , 2168.11 , 2171.14 , 2174.11 , 2177.14 , 2180.11 , 2183.14 , 2186.11 , 2189.14 , 2192.11 , 2195.14 , 2198.11 , 2201.14 , 2204.11 , 2207.14 , 2210.11 , 2213.14 , 2216.11 , 2219.14 , 2222.11 , 2225.14 , 2228.11 , 2231.14 , 2234.11 , 2237.14 , 2240.11 , 2243.14 , 2246.11 , 2249.14 , 2252.11 , 2255.14 , 2258.11 , 2261.14 , 2264.11 , 2267.14 , 2270.11 , 2273.14 , 2276.11 , 2279.14 , 2282.11 , 2285.14 , 2288.11 , 2291.14 , 2294.11 , 2297.14 , 2300.11 , 2303.14 , 2306.11 , 2309.14 , 2312.11 , 2315.14 , 2318.11 , 2321.14 , 2324.11 , 2327.14 , 2330.11 , 2333.14 , 2336.11 , 2339.14 , 2342.11 , 2345.14 , 2348.11 , 2351.14 , 2354.11 , 2357.14 , 2360.11 , 2363.14 , 2366.11 , 2369.14 , 2372.11 , 2375.14 , 2378.11 , 2381.14 , 2384.11 , 2387.14 , 2390.11 , 2393.14 , 2396.11 , 2399.14 , 2402.11 , 2405.14 , 2408.11 , 2411.14 , 2414.11 , 2417.14 , 2420.11 , 2423.14 , 2426.11 , 2429.14 , 2432.11 , 2435.14 , 2438.11 , 2441.14 , 2444.11 , 2447.14 , 2450.11 , 2453.14 , 2456.11 , 2459.14 , 2462.11 , 2465.14 , 2468.11 , 2471.14 , 2474.11 , 2477.14 , 2480.11 , 2483.14 , 2486.11 , 2489.14 , 2492.11 , 2495.14 , 2498.11 , 2501.14 , 2504.11 , 2507.14 , 2510.11 , 2513.14 , 2516.11 , 2519.14 , 2522.11 , 2525.14 , 2528.11 , 25

Réduction d'un niveau d'« irrationnels » par modulation tempique :

Introduction
 Les arbres rythmiques
 L'Unité Temporelle
La quantification
 La « machine compositionnelle »
 Références

La quantification comme retranscription
 L'homorythmie
 Polyphonie de phases «harmoniques»
 Polyphonie de phases «complexes»

La quantification «symbolique»

Transposition par dénominateur à $\frac{1}{4}$ (ici deuxième groupe) :

The musical score is presented on multiple staves, each corresponding to a different instrument or group of instruments. The staves are labeled on the left: English Horn, Horn, Flute, Bassoon, Clarinet, Trumpet, Trombone, Tuba, Group B, Vibraphone, Tubular bells, Cymbals, and Kettles. The score is divided into two main sections, each marked with a box containing a number: 4.8 and 10.05. These numbers represent the denominator of the fraction used for the transposition. The notation includes various rhythmic values, such as eighth and sixteenth notes, and rests. Dynamic markings like mf and f are also present. The score illustrates the concept of rhythmic quantification, where complex rhythms are simplified or quantified into a common denominator.

Introduction
Les arbres rythmiques
L'Unité Temporelle
La quantification
La « machine compositionnelle »
Références

La quantification comme retranscription
L'homorythmie
Polyphonie de phases «harmoniques»
Polyphonie de phases «complexes»

La quantification «symbolique»

Réalisation instrumentale pour deux ensembles et bande :



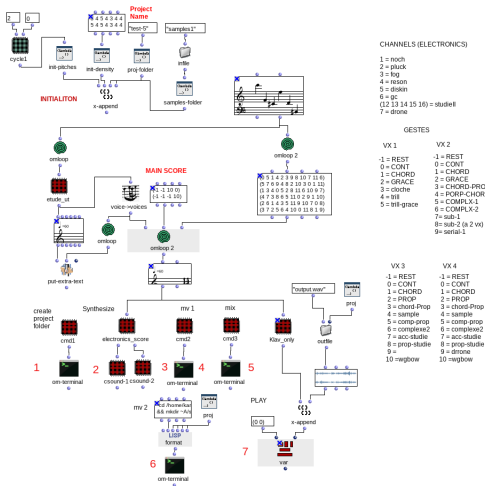
Introduction
Les arbres rythmiques
L'Unité Temporelle
La quantification
La « machine compositionnelle »
Références

La quantification comme retranscription
L'homorythmie
Polyphonie de phases «harmoniques»
Polyphonie de phases «complexes»

Studie Nr.5

Studie Nr.5 pour deux ensembles et live electronics (début)

La « machine compositionnelle »



La « machine compositionnelle »

Si le besoin se fait sentir, le compositeur intervient pour corriger la réponse de la machine, de sorte que s'installe entre elle et lui un dialogue créatif. En cela, les compositeurs travaillent dès lors selon la perspective la plus avancée de la cybernétique [7, 30].

Références

- [1] C. Agon, K. Haddad, and G. Assayag, “Representation and rendering of rhythmic structures,” *WedelMusic*, pp. 109–113, Darmstadt, 2002.
- [2] C. Agon, *OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par ordinateur*. thèse de doctorat, IRCAM-Université Paris VI, 1998.
- [3] K. Haddad, *L'Unité Temporelle : Une approche pour l'écriture de la durée et de sa quantification*. Paris, Éditions Hermann, 2024.
- [4] C. Agon, “Langages de programmation pour la composition musicale,” *Habilitation à Diriger des Recherches*, 2004.
- [5] R. M. Gray and D. L. Neuhoff, “Quantization,” *IEEE transactions on information theory*, vol. 44, no. 6, pp. 2325–2383, 1998.
- [6] K. Stockhausen, ““... comment passe le temps...”,” *L'Âge d'homme (Conrecharts 9 - 1988)*, Paris, pp. 26–65, 1957.
- [7] P. Decroupet, *Karlheinz Stockhausen :Gruppen*. Paris, Contrechamps, 2023.
- [8] K. Haddad, “<https://www.youtube.com/@0karimhaddad0>.”