

Composer la musique aujourd'hui

outils, strategies et pratiques

Karim Haddad

STMS Représentations Musicales - IRCAM

13 septembre 2024



Outils

Outils

Karlheinz Stockhausen (1928 - 2007), 2007

La Composition Assistée par Ordinateur

La CAO

- Comme outil pour la composition
- Deux approches :
 - ☞ Agnostique (du grec αγνωστικισμός, agnosticismos, lui-même tiré de agnôstos (ignorant))
 - ☞ Formelle (obéissant à des règles logiques strictes et à une sémantique)

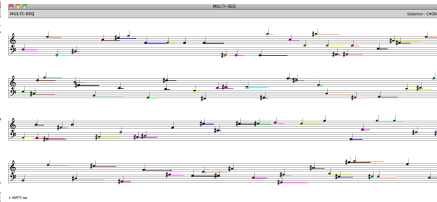
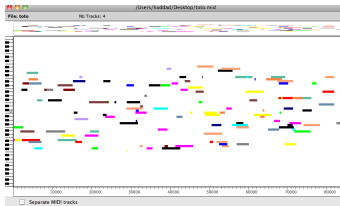
L'approche agnostique

- Caractéristique de l'approche agnostique :



Utilisations d'objets événementiels bruts

- dénués de toute « orientation » formelle
- séquences de « gestes » hors fondement sémantique
- problème de manipulations des données



L'approche agnostique

- Caractéristique de l'approche agnostique :



Esthétique exclusivement construite autour du principe du montage



La forme n'est que le résultat de ce montage

L'approche formelle

- Caractéristique de l'approche formelle :







Elle est construite autour :

- d'une syntaxe obéissant à des règles logiques strictes comme grammaire formelle
- d'une sémantique (poïétique, algébrique, mathématique, etc.)

The image displays a musical score for a piano and string ensemble. The piano part is written on a grand staff (treble and bass clefs). The string parts are written on five staves, labeled 'str. I', 'str. II', 'str. III', 'str. IV', and 'str. V'. The score includes various musical notations such as notes, rests, dynamics (e.g., *ff*, *f*, *mf*, *p*), and articulations (e.g., *acc.*, *stacc.*). The tempo is marked as 'Allegro' and the time signature is 4/4. The score is divided into measures by vertical bar lines, and there are various musical markings and annotations throughout.

L'approche formelle

- Caractéristique de l'approche formelle :

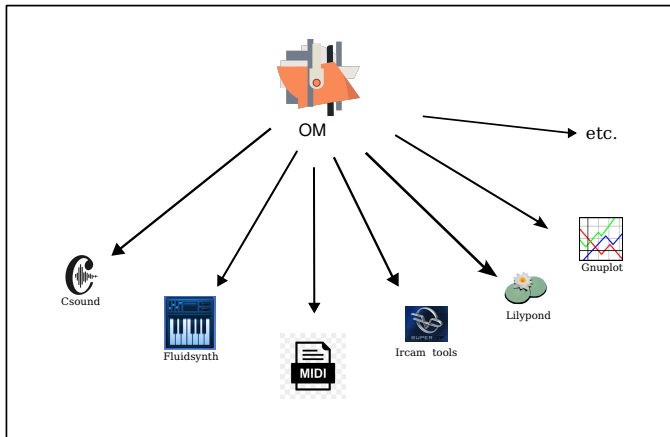
-  Elle se passe dans le domaine symbolique
-  Cohérence formelle
-  Contraintes / déviations
-  Utilisation de la notion d' « erreur » (comme Nouvelle base théorique et/ou formelle)

OpenMusic

OpenMusic

- OpenMusic (OM) est un environnement de Composition Assistée par Ordinateur (CAO)
- C'est un Langage de Programmation Visuelle (VPL)
- Il est élaboré à partir de Common Lisp et CLOS
- La programmation fonctionnelle et orientée objet peuvent être implémenté de manière graphique
- OpenMusic a été conçu par Carlos Agon et Gérard Assayag

Interaction



::: Visite guidée :::

Stratégies

Esthétique et technique

- l'esthétique :
 - ☞ définit la manière de considérer le matériaux sous un certain aspect.
- la technique :
 - ☞ considère la manière d'utiliser le matériaux (le transformer, le manipuler, etc.)

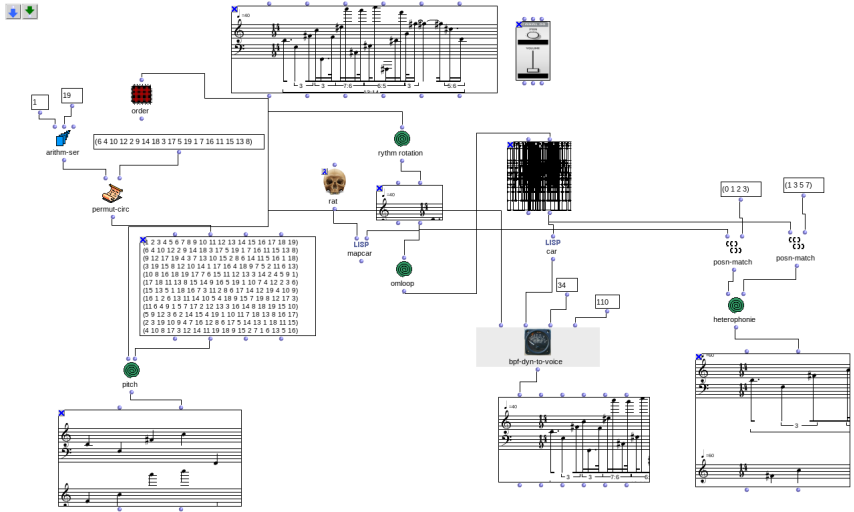
Esthétique et technique

Anton Webern, Symphonie Opus 21, 1er mvt.

Esthétique et technique

...Points, Groupes, Moments, et Formules ...

Esthétique et technique



Esthétique et technique

...*Gruppen* pour trois orchestres (extrait) K. Stockhausen ...

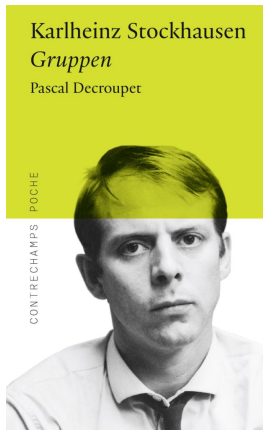
Esthétique et technique

...À propos de *Gruppen* K. Stockhausen

...

Esthétique et technique

...pour une étude plus approfondie :



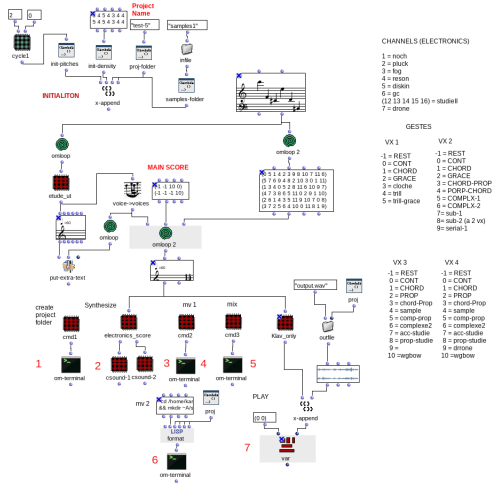
Esthétique et technique

Statistique et musique électronique *Gesang der Jünglinge* (K. Stockhausen) ...

Klavierstück IIIa

...Quatre critères pour la musique électronique (K. Stockhausen) ...

La « machine compositionnelle »



Klavierstück IIIa

Klavierstück IIIa pour piano live-electronics ou bande

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 [9, 30].

Pratiques

L'Unité Temporelle

Qu'est-ce qu'une Unité Temporelle ?

L'Unité Temporelle

- C'est une proportion représentant une temporalité sans durée fixe

L'Unité Temporelle

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

L'Unité Temporelle

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

L'Unité Temporelle

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



(*Tempus*)

L'Unité Temporelle

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

$(Tempus)$

$$\left(\frac{4}{5}\right)$$

L'Unité Temporelle

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

$(Tempus)_{(prolatio)}$

$$\left(\frac{4}{5}\right)$$

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 :

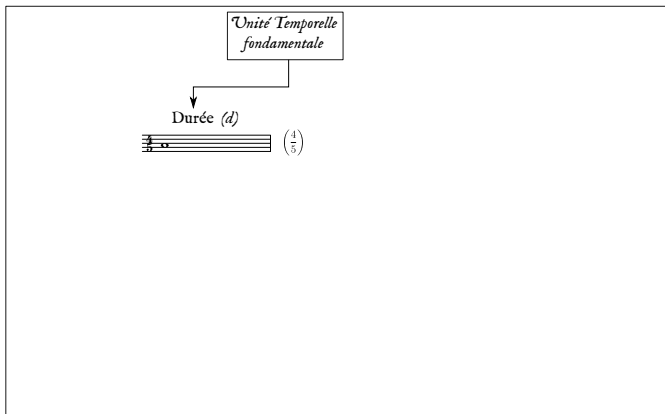
L'Unité Temporelle

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

*Unité Temporelle
fondamentale*

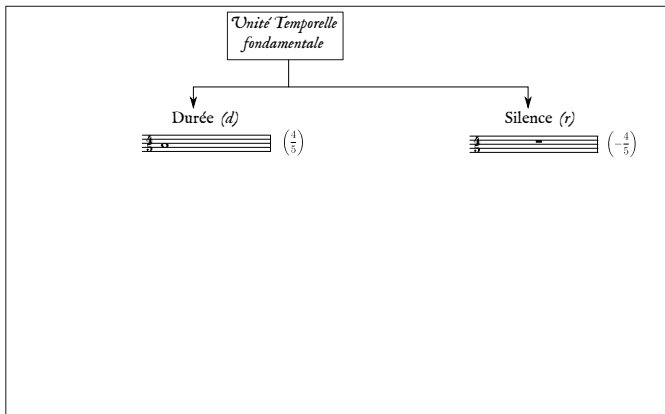
L'Unité Temporelle

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



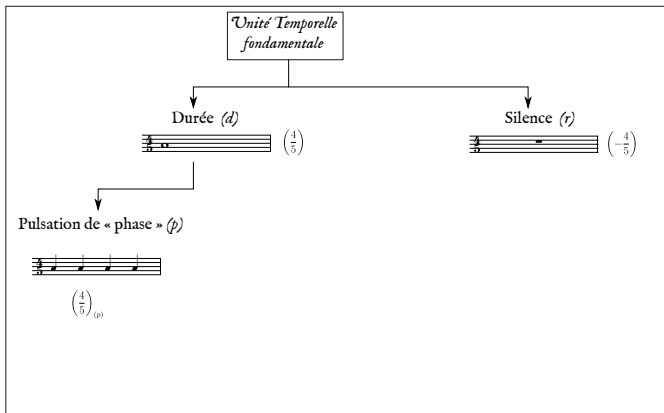
L'Unité Temporelle

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



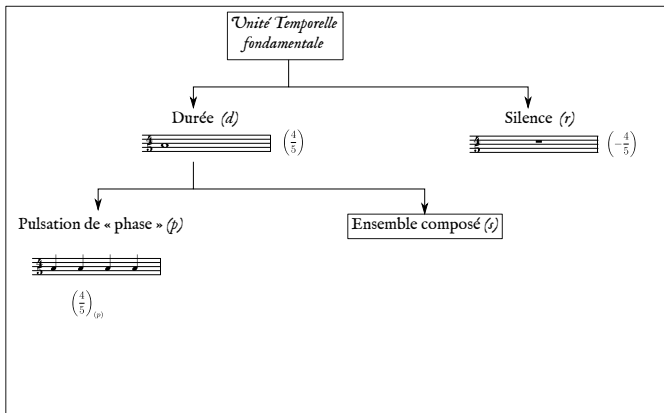
L'Unité Temporelle

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



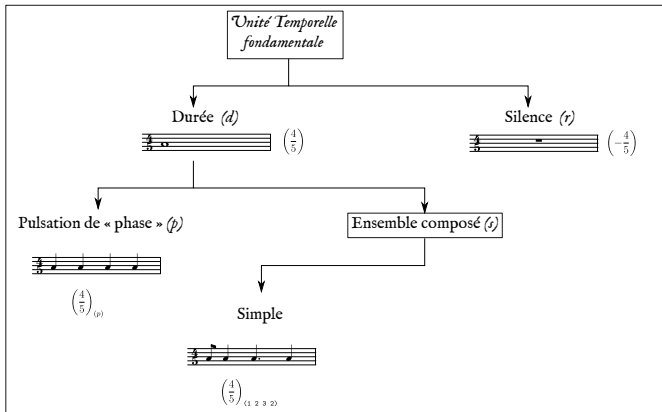
L'Unité Temporelle

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



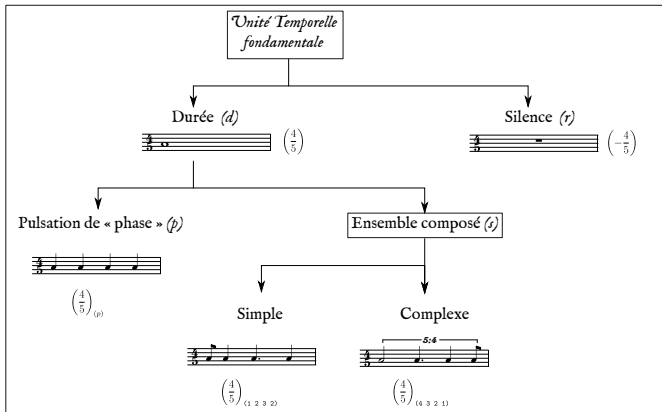
L'Unité Temporelle

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



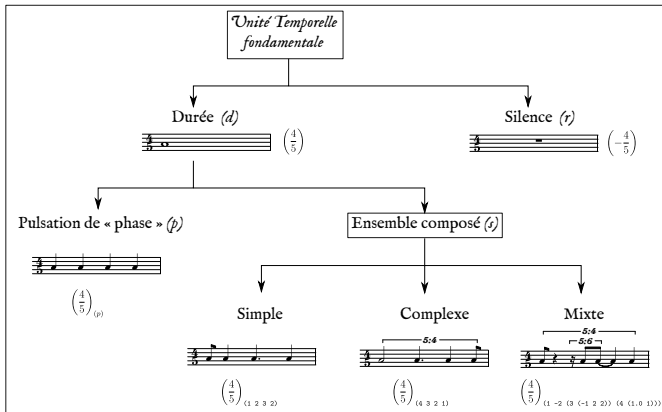
L'Unité Temporelle

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



L'Unité Temporelle

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



Propriétés

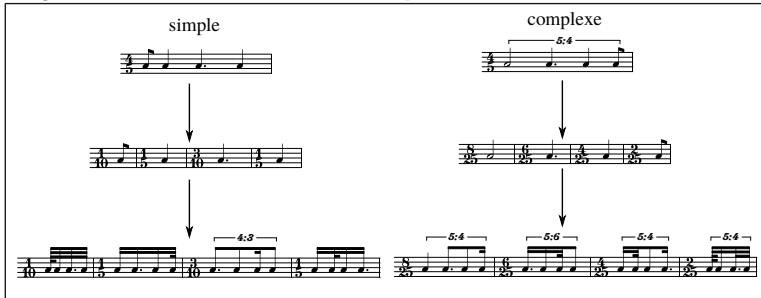
Propriétés

L'autogénération

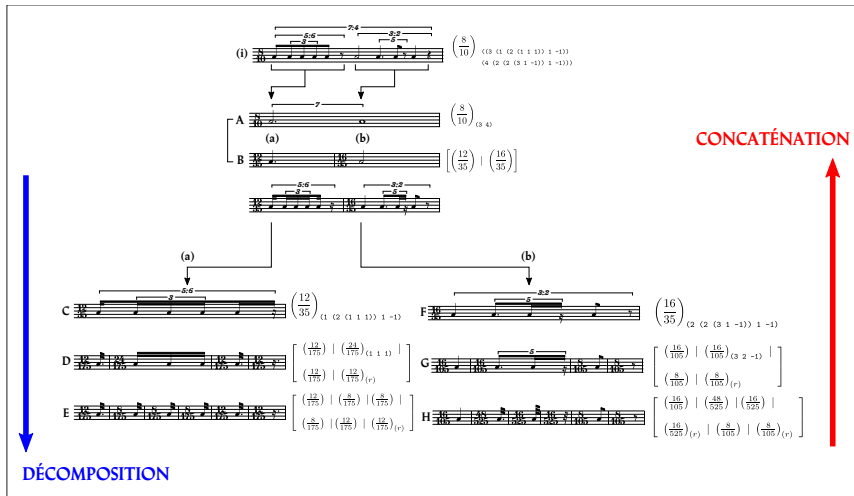
1- L'autogénération

L'autogénération

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



L'autogénération



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 ♩ = 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



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

The diagram shows two musical staves, each with a 21/12 time signature. The top staff is labeled with a tempo of ♩ = 40 and a duration of 10.5 sec. The bottom staff is labeled with a tempo of ♩ = 75. A curved arrow points from the top staff to the bottom staff, indicating a change in tempo. To the right of each staff is a mathematical expression: $\left(\frac{21}{12}\right)^{(\frac{1}{4}=40)}$ for the top staff and $\left(\frac{21}{12}\right)^{(\frac{1}{4}=75)}$ for the bottom staff.

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

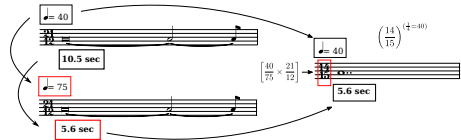
The diagram shows two musical staves, each with a 21/12 time signature. The top staff is marked with a tempo of ♩ = 40 and a duration of 10.5 sec. The bottom staff is marked with a tempo of ♩ = 75 and a duration of 5.6 sec. A curved arrow points from the 10.5 sec box to the 5.6 sec box, indicating a reduction in duration as the tempo increases. To the right of each staff is the time signature $\left(\frac{21}{12}\right)$ with a tempo indicator: $\left(\frac{21}{12}\right)^{(\frac{1}{4}=40)}$ for the top staff and $\left(\frac{21}{12}\right)^{(\frac{1}{4}=75)}$ for the bottom staff.

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*

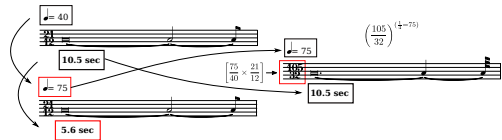
Du temps symbolique au temps relatif

- 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)



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)
- Même durée à 10,5 sec. ♩ = 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 ♩ = 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)
- Même durée à 10,5 sec. ♩ = 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 ♩ = 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)
- Même durée à 10,5 sec. ♩ = 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 ♩ = 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)
- Même durée à 10,5 sec. ♩ = 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 ♩ = 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)
- Même durée à 10,5 sec. ♩ = 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 ♩ = 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)
- Même durée à 10,5 sec. ♩ = 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

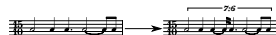
• 2- Transformations prolotionnelles :

👉 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)

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



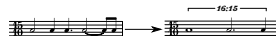
👉 La diminution (\boxminus)

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



👉 L'extraction (\ominus)

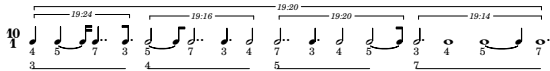
$$\left(\frac{15}{10}\right)_{(4\ 2\ 3\ 5\ 1)} \ominus (1\ 3) \Rightarrow \left(\frac{15}{10}\right)_{(4\ 3\ 1)}$$



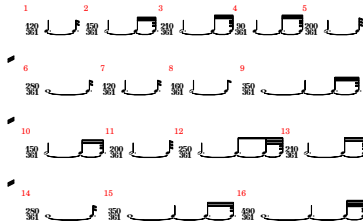
« ars combinatoria »

« 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 :

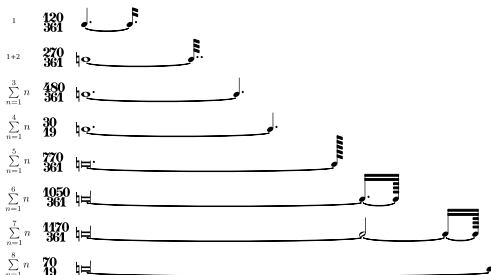
Canon régulier

- Pour créer un canon :
- Subdivision en Unités Temporelles



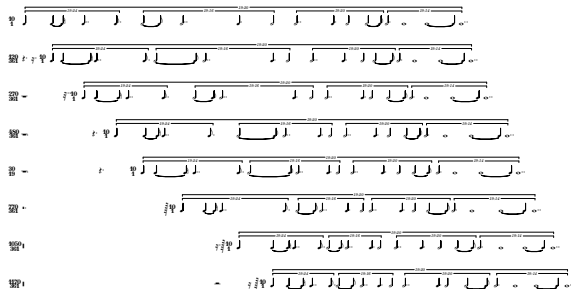
Canon régulier

- 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.



Translations homothétiques

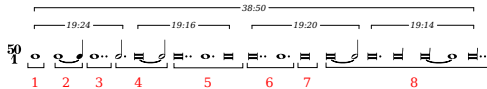
Même principe en utilisant le principe de multiplication pour chaque voix de façon à les resserrer au fur et à mesure de part et d'autre afin d'établir un rapport homothétique entre elles.



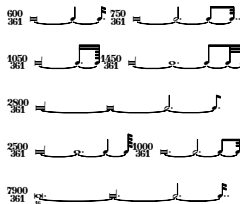
Monnayages

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 musical score is divided into three systems, each consisting of two staves. The notation includes rhythmic values and numerical sequences.

System 1:

- Staff 1: Rhythmic notation with durations 19:24, 19:25, and 19:16.
- Staff 2: Rhythmic notation with durations 64:75, 32:25, 208:175, and 136:145. Below the staff are the numbers 1, 2, 3, 2, 3, 4, 3, 4, 5, 6, 4, 5, 6, 7, 8.

System 2:

- Staff 1: Rhythmic notation with durations 19:16, 19:25, and 19:20.
- Staff 2: Rhythmic notation with durations 222:175, 784:625, and 132:125. Below the staff are the numbers 5, 6, 7, 8, 9, 7, 8, 9, 10, 11, 8, 9, 10, 11, 12, 13.

System 3:

- Staff 1: Rhythmic notation with durations 19:20, 19:25, and 19:14.
- Staff 2: Rhythmic notation with duration 1444:1975. Below the staff are the numbers 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

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.

The diagram illustrates a Canon prolational with 8 voices, showing the progression of rhythmic complexity and compression across iterations. Each voice is represented by a horizontal line with rhythmic notation (circles and squares) and a final measure. The voices are labeled on the left: 50 I, 900 x 2 7/8 17350 361, 1350 I, 2100 II, 150 II, 350 II, 550 x, and 550 x. The diagram shows the progression of the canon through iterations, with each voice becoming progressively more complex and compressed. The final measure of each voice is marked with a vertical line and a final note. The diagram is divided into sections by horizontal lines, with each section representing a different iteration of the canon. The voices are arranged in a way that shows the progression of the canon from top to bottom, with the first voice at the top and the last voice at the bottom. The diagram is a complex representation of a musical canon, showing the relationship between the different voices and the overall structure of the piece.

Autres canons

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

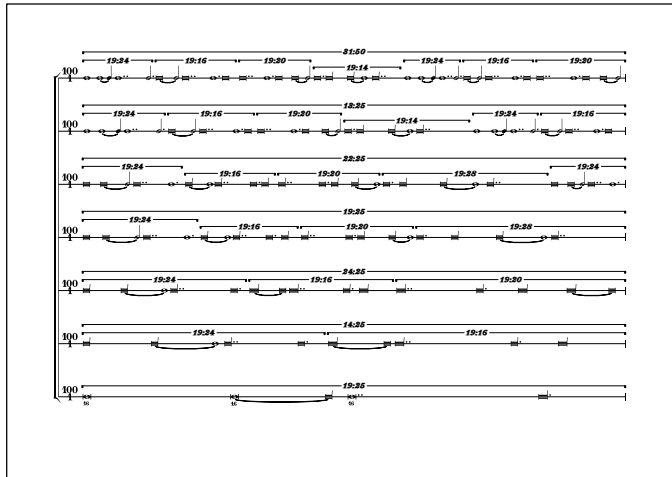
Studie XI - Analyse

- Partant d'une mesure 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))))))
(? (((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))))))
(? (((100 1) ((3 (4 5 7 3)) (4 (5 7 3 4)) (5 (7 3 4 5)) (7 (3 4 5 7))))))
(? (((100 1) ((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))))))
(? (((100 1) ((3 (4 5 7 3))))))

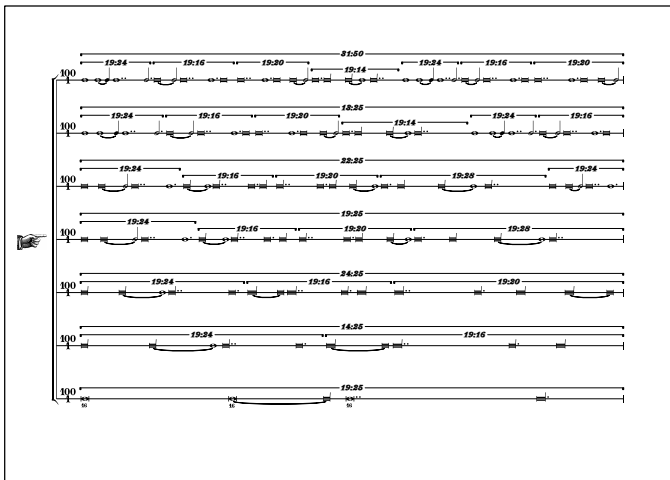
Studie XI - Analyse

Spectre « auto-référent »



Studie XI - Analyse

Spectre « auto-référent »

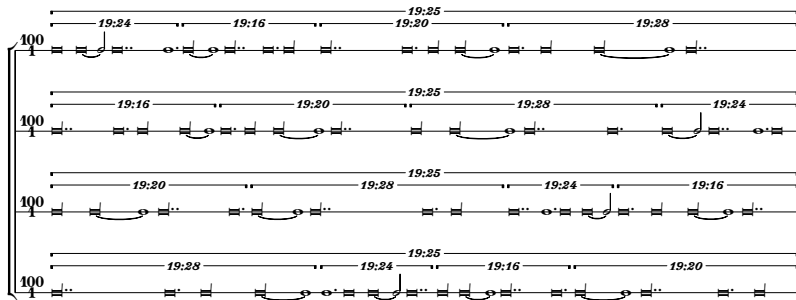


Studie XI - Analyse

- 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



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

Studie XI - Analyse

First system of the musical score for Studie XI. It consists of five staves, each with a tempo marking of 100. Above the staves, horizontal lines with arrows indicate time intervals: 19:24, 19:16, 19:30, 19:35, and 19:28. The musical notation includes various note values, rests, and dynamic markings.

Second system of the musical score for Studie XI. It consists of five staves, each with a tempo marking of 100. Above the staves, horizontal lines with arrows indicate time intervals: 19:24, 19:16, 19:30, 19:35, and 19:28. The musical notation includes various note values, rests, and dynamic markings.

Studie XI - Analyse

- À partir de 3 séries

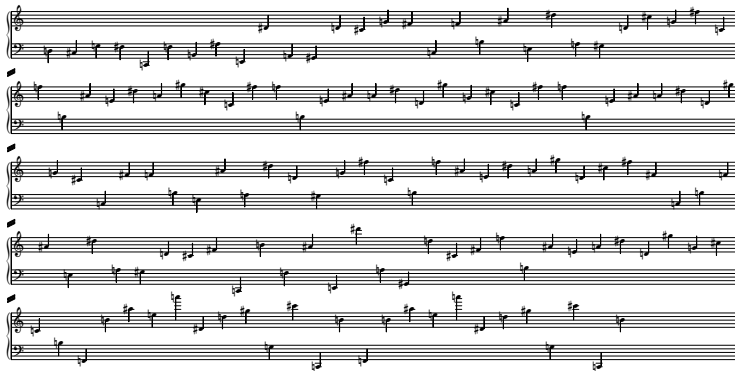
Studie XI - Analyse



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

Studie XI - Analyse

The image displays two systems of musical notation for 'Studie XI'. Each system consists of four staves, likely representing different instruments or voices. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and beams. Above the staves, horizontal lines with time stamps (e.g., 19:24, 19:16, 19:35, 19:20, 19:38) indicate specific temporal points or durations within the piece. The time signatures are 10/8 and 12/8. The first system is marked with a 10/8 time signature, and the second system is marked with a 12/8 time signature. The time stamps are placed above the staves, indicating the temporal structure of the music.

Studie XI Im Arm der Götter wuchs ich groß

Studie XI Im Arm der Götter wuchs ich groß

Références

- [1] C. Agon, *OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par ordinateur*. thèse de doctorat, IRCAM-Université Paris VI, 1998.
- [2] G. Steele, *Common Lisp the Language*, 2nd edition. Digital Press, 1990.
- [3] M. Solomos, “Le premier mouvement de la symphonie op. 21 de webern,” *Les cahiers du CIREM. Centre international de recherches en Esthétique musicale*, vol. 21, pp. 42–43, 1998.
- [4] K. Stockhausen and R. Maconie, *Stockhausen on music : lectures and interviews*. New York, Marion Boyars Publishers Ltd., 1989.
- [5] K. Stockhausen, “British lectures.” https://www.ubu.com/film/stockhausen_lectures.html, 1972-1973.
- [6] K. Stockhausen, “... wie die zeit vergeht...,” *Die Reihe*, vol. 3, pp. 13–42, 1957.
- [7] P. Decroupet and E. Ungeheuer, “Through the sensory looking-glass : The aesthetic and serial foundations of gesang der junglinge,” *Contributions to the study of music and dance*, vol. 63, pp. 1–40, 2002.
- [8] K. Stockhausen, “Four criteria of electronic music,” *Stockhausen on Music : Lectures and Interviews*, pp. 88–111, 1989.
- [9] P. Decroupet, *Karlheinz Stockhausen :Gruppen*. Paris, Contrechamps, 2023.
- [10] K. Haddad, *L’Unité Temporelle : Une approche pour l’écriture de la durée et de sa quantification*. Paris, Éditions Hermann, 2024.