

## Systèmes d'intervalles généralisés et théorie de l'homométrie

Vendredi 10 décembre 2010

de 14h30 à 18h

Ircam, Salle I. Stravinsky  
1, place I. Stravinsky 75004 Paris  
(Entrée libre dans la mesure des places disponibles)

Cette deuxième séance de la dixième saison du Séminaire MaMuX est consacrée à quelques aspects mathématiques et compositionnels de l'homométrie. La théorie des ensembles homométriques apparaît dans les années 30 en cristallographie avec la question de retrouver la structure d'un cristal à partir de sa figure de diffraction, un problème dans lequel une ambiguïté peut exister dans l'étude des distances entre les atomes, deux structures non-équivalentes pouvant avoir le même multi-ensemble de différences [1]. Plus récemment, on retrouve les ensembles homométriques en bioinformatique, liés à des algorithmes de reconstruction de longues séquences [2]. Dans la *Set Theory*, la Z-relation est liée à la notion de vecteur intervallique d'un ensemble de notes qui correspond à l'ensemble des intervalles qui le composent comptés avec multiplicité [3]. Cette construction a été ensuite généralisée par David Lewin à l'aide du concept de Système d'Intervalles Généralisés [4]. L'interprétation de l'homométrie dans le contexte de la théorie transformationnelle ouvre des questions nouvelles susceptibles d'intéresser à la fois le musicologue, le compositeur et le *working mathematician* [5, 6, 7, 8].

### Programme :

- 14h30 - 14h45 **Moreno Andreatta** - L'homométrie, entre cristallographie, bioinformatique et théorie de la musique
- 14h45 - 15h30 **Daniele Ghisi** - De la Z-relation à l'homométrie : une introduction et quelques exemples musicaux mathématiques et modélisations computationnelles
- 15h30 - 16h15 **Guillaume Lachaussée** - Homométrie : formalismes algébriques et méthodes
- 
- 16h45 - 17h30 **John Mandereau** - Homométrie dans les systèmes d'intervalles généralisés : théorie et exemples
- Discussion finale

### Résumés :

**Daniele Ghisi** (compositeur) - De la Z-relation à l'homométrie : une introduction et quelques exemples musicaux

On donne une introduction générale à la théorie de l'homométrie, en prenant comme point de départ son rapport avec la théorie de la Z-relation d'Allen Forte [1]. On montre les propriétés fondamentales avec des exemples d'application aux paramètres musicaux et une application musicale du passage au cas non-commutatif. On élargit le champ en introduisant la  $k$ -homométrie et la  $Z^k$ -relation.

**Guillaume Lachaussée** (Ecole des mines) - Homométrie : formalismes algébriques et méthodes

La Z-relation qui apparaît en *Set Theory* correspond mathématiquement à la notion d'homométrie. On peut généraliser doublement cette notion, à la fois en considérant des motifs non plus de taille 2 (intervalle) mais de taille  $k$  ( $k$ -deck) ; et en considérant les questions de reconstructibilité pour un groupe quelconque agissant sur un ensemble.

Il faut alors veiller à la bonne description des objets mathématiques manipulés. En re-spécifiant le cas d'un groupe fini agissant sur lui-même par translation ou par translation/inversion (ce qui nous fait retomber dans la *Set Theory* avec  $G=Z/12Z$ ), on peut alors définir les indices de reconstructibilité pour tous les groupes finis. On fait de plus apparaître une heuristique qui doit permettre de montrer le cas des ensembles (et non multi-ensembles) de  $Z/12Z$  qui sont 4-reconstructibles (et pas seulement 6-reconstructibles).

**John Mandereau** (Université de Pisa / Université Paris VI) - Homométrie dans les systèmes d'intervalles généralisés : théorie et exemples

Les systèmes d'intervalles généralisés de Lewin [2] donnent un cadre unifié utilisant la théorie des groupes pour étudier des motifs musicaux comme sous-ensemble d'un espace d'un paramètre musical – la hauteur, le rythme. En particulier, le contenu intervallique, également appelé covariogramme ou autocovariance, et la notion d'homométrie – Z-relation dans la set theory musicale – qui est l'égalité du contenu intervallique, se définissent naturellement dans le cadre des systèmes

d'intervalles généralisés munis d'une topologie localement compacte et la mesure de Haar associée. On présentera les propriétés théoriques du contenu intervallique et de l'homométrie, et des exemples avec leurs méthodes de calcul, en particulier dans le cas de groupes non commutatifs et dans le cas continu.

### Références :

- [1] Joseph *Rosenblatt*, Paul D. Seymour. The Structure of Homometric Sets, *SIAM. J. on Algebraic and Discrete Methods* Vol. 3, n° 3, pp. 343-350, Septembre 1982.
- [2] Alessandra Carbone, « Algorithmes de reconstruction de longues séquences », Master en informatique, UPMC [[http://www.ihes.fr/~carbone/L2\\_AAGB\\_sequence\\_reconstruction.pdf](http://www.ihes.fr/~carbone/L2_AAGB_sequence_reconstruction.pdf)]
- [3] Allen Forte, *The Structure of Atonal Theory*, Yale University Press, 1973.
- [4] David Lewin, *Generalized Musical Intervals and Transformations*, Yale University Press, 1987 (new edition: Oxford University Press, 2006)
- [5] Daniele Ghisi, Set omometrici e Z-correlazione, Workshop MMI (Mathématiques/Musique et Informatique), Université de Pisa, 24-25 octobre 2008 [<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/documents/WorkshopMMI08.html>]
- [6] John Mandereau, *Étude des ensembles homométriques et leur application en théorie mathématique de la musique et en composition assistée par ordinateur*, Mémoire de Master ATIAM, Ircam/Université Paris-6, juin 2009 [<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/moreno/MasterMandereau.pdf>]

- [7] Guillaume Lachaussee, *Théorie des ensembles homométriques*, Stage de troisième année de l'Ecole Polytechnique, Master 1 de Mathématiques, juin 2010 [<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/moreno/MasterLachaussee.pdf>]
- [8] E. Amiot, « On the group of rational spectral units with finite order », preprint, <http://arxiv4.library.cornell.edu/abs/0907.0857v1>, 2009.
- [9] John Mandereau, Daniele Ghisi, Emmanuel Amiot, Moreno Andreatta, Carlos Agon, « Phase retrieval in musical structures », submitted to the *Journal of Mathematics and Music*.

#### Planning du séminaire :

- Vendredi 8 octobre 2010 : modèles formels de la pensée contrapuntique. Avec la participation de Julien Junod, Karim Haddad et Moreno Andreatta
- Vendredi 10 décembre 2010 : systèmes d'intervalles généralisés et théorie de l'homométrie. Avec la participation de Daniele Ghisi, John Mandereau et Guillaume Lachaussee.
- Samedi 11 décembre 2010 : école mathématique pour musiciens et autres non-mathématiciens animée par Pierre Cartier
- Vendredi 14 janvier 2011 : music and mathematics as seen by composers. Tom Johnson with four young composers (Christopher Adler, Steve Gisby, Brian Parks, Samuel Vriezen, Michael Winter)
- Vendredi 4 février 2011 : mathesis et subjectivité. Autour de la logique musicale. Avec la participation de Hugues Dufourt.
- Samedi 5 février 2011 : école mathématique pour musiciens et autres non-mathématiciens animée par Pierre Cartier
- Vendredi 11 mars 2011 : hommage à Marcel Mesnage (journée organisée en collaboration avec la Société Française d'Analyse Musicale).
- Vendredi 1er avril 2011 : block designs en composition. Avec la participation de Franck Jedrzejewski, Tom Johnson, ...
- Samedi 2 avril 2011 : école mathématique pour musiciens et autres non-mathématiciens animée par Pierre Cartier
- Vendredi 20 mai 2011 : séance à définir

#### Contacts :

Le Séminaire est organisé par L'Equipe Représentations Musicales de l'IRCAM, en collaboration avec Guerino Mazzola (MultiMediaLab de Université de Zürich / School of Music, University of Minnesota), Franck Jedrzejewski (CEA Saclay - INSTN/UESMS), Thomas Noll (Escola Superior de Musica de Catalunya) et avec le soutien du CNRS (UMR STMS - Sciences et technologies de la musique et du son). Pour tout renseignement, contacts et propositions :

Moreno Andreatta ([andreatta@ircam.fr](mailto:andreatta@ircam.fr))  
 Carlos Agon Amado ([agonc@ircam.fr](mailto:agonc@ircam.fr))



MATHEMATICS AND COMPUTATION IN MUSIC 2011 /  
<http://mcm2011.ircam.fr>

#### \*\*\* Important Dates \*\*\*

January 21, 2011 Submission of papers, tutorials and panels.  
 March 4, 2011 Notification of acceptance.  
 March 19, 2011 Camera-ready submissions  
 June 15-17, 2011 MCM 2011

#### \*\*\* Second Call for Participation \*\*\*

The 3rd International Conference on Mathematics and Computation in Music (MCM 2011) will take place on June 15-17, 2011 at [IRCAM](http://ircam.fr), the *Institute for Research and Coordination of Acoustics and Music* in Paris, France. MCM 2011 will be integrated into IRCAM's most important artistic event of the season, the *Agora Music Festival*, which is running from June 8 to 18, 2011. As in the case of the first two conferences (which took place in 2007 in Berlin and in 2009 at Yale University), the third *Mathematics and Computation in Music Conference* aims to provide a multi-disciplinary platform dedicated to the communication and exchange of ideas amongst researchers involved in mathematics, computer science, music theory, composition, musicology, or other related disciplines. The two Keynote speakers will be the renowned composer and conductor Pierre Boulez, founder and honorary director of IRCAM, and Fields medalist Alain Connes. The conference will be accompanied by a series of conference-related artistic events (concerts, exhibitions, workshops, ...) organized in collaboration with some of the most important cultural and educational centers of France, such as the *Centre Pompidou* and *Universcience*. MCM2011 is organized under the auspices of the [SMF](http://smf.fr) (French Mathematical Society), [CIE](http://cie.eu) (Computability in Europe), [ESMA](http://esma.eu) (European Society for Mathematics and Arts) and with the financial support of [CNRS](http://cnrs.fr) (French National Center for Scientific Research).

We welcome original and high quality contributions – including research papers, invited sessions or panels and tutorials – in all areas related to the mission of the society. The list of topics includes (but is not limited to):

*Mathematical models of the pitch space*  
*Mathematical models of rhythm*  
*Mathematical theory of musical gestures*  
*Logical aspects of music theory, analysis and composition*  
*Computer-aided models of music theory, analysis, composition, performance and improvisation*  
*Perceptive and cognitive approaches in mathematics and music*  
*Philosophy of mathematics and music.*

To promote objectivity and fairness in judging research paper contributions, the peer review process will be double-blind. The Proceedings of the conference will be published by the Springer Series on Communications in Computer and Information Science. See the Submissions page for more details on submission formats and guidelines:  
<http://mcm2011.ircam.fr/drupal/?q=node/5>

