

RAIM 2013
<http://raim2013.lip6.fr>
Séance Arithmétique et Musique
Institut Henri Poincaré, 18 Novembre 2013
(14h - 18h30)

Programme :

- 14h00-14h30 – **Moreno Andreatta** – Introduction générale sur la recherche mathémusicale
- 14h30-14h45 – **Jean-Paul Allouche** – Quelques compléments sur la théorie des mots, les automates, les pavages et l'inconstance
- 14h45-15h15 – **Emmanuel Amiot** – Le mot Lambda
- 15h30-16h00 – **Thomas Noll** – Sturmian Involution, Lattice-Path-Transformations and their Application to the Investigation of Diatonicity

- 16h30-17h00 – **Hélianthe Caure** – Pavages rythmiques : aspects algébriques et algorithmiques
- 17h15-17h45 – **Philippe Esling** et **Carlos Agon**, Séries temporelles et orchestration
- 18h00-18h30 Discussion générale sur arithmétique, musique et informatique

Résumés :

Introduction générale sur la recherche mathémusicale et quelques compléments sur la théorie des mots, les automates, les pavages et l'inconstance (Moreno Andreatta, CNRS/ircam/UPMC et Jean-Paul Allouche, CNRS/UPMC)

Dans la première partie, nous donnerons un aperçu de la richesse des rapports entre mathématiques et musique en décrivant quelques problèmes théoriques posés par la musique ayant permis d'obtenir de nouveaux résultats en mathématiques (ou, le cas échéant, des nouvelles interprétations, à partir de la musique, de résultats connus en mathématique). Une discussion sur la dynamique "mathémusicale" sous-jacente à ces problèmes permettra de mieux saisir les différences entre ce type de recherche et une simple application d'outils mathématiques en musique. Dans la deuxième partie de cette introduction on donnera quelques compléments sur les principaux concepts théoriques abordés dans les différentes présentations, en insistant, en particulier, sur leur composante maths/info.

Le mot Lambda (Emmanuel Amiot, CPGE, Perpignan)

Le monoïde des produits de puissances de 2 et de 3, connu depuis l'antiquité et utilisé au Moyen-âge pour organiser l'univers des notes musicales, recèle des propriétés remarquables en théorie des mots et notamment une densité maximale en palindromes.

Sturmian Involution, Lattice-Path-Transformations and their Application to the Investigation of Diatonicity (Thomas Noll, ESMuC, Barcelona)

By some means or other music theorists account for the fact that diatonic tone relations have a double articulation, namely by major and minor steps on the one hand and by fifths and fourths on the other. The conceptualization of diatonic modes in the middle ages and in the Renaissance involves the classification of the species of the fifth and the fourth, where these intervals are filled by major and minor steps in different ways. In each mode the species of the fourth is a prefix or suffix of the corresponding species of the fifth.

The discipline of algebraic combinatorics on words offers promising possibilities to accomplish the music-theoretical conceptualisation mathematically. Christoffel Words and their conjugates are well suited to represent the modal species and special Sturmian morphisms offer an elegant transformational account to their further investigation. A joint paper by Valérie Berthé, Aldo de Luca and Christophe Reutenauer, entitled "On an involution of Christoffel Words and Sturmian Morphisms" (European Journal of Combinatorics, 29(2), 2008) offers findings which are particularly interesting for the music-theoretical interpretation of this double articulation. In my talk I will focuss on the discussion of the linear lattice path transformations, which are induced by special Sturmian morphisms as well as on their duals.

For a preparatory reading I recommend the comented slides from a public lecture, which I delivered in July at the Max Planck Institute for Mathematics in Bonn:
<http://www.mpim-bonn.mpg.de/de/node/4822>

Pavages rythmiques : aspects algébriques et algorithmiques (Hélianthe Caure, doctorante ENS/UPMC/Ircam)

Les pavages rythmiques, abstraction de la notion musicale de canon, touchent à des problèmes subtils de combinatoire, d'algèbre, et d'algorithmique. On utilise la notion de pavage dans les corps finis, simple, pour tenter de comprendre le pavage des entiers.

Séries temporelles et orchestration (Philippe Esling, UPMC/Ircam et Carlos Agon, UPMC/Ircam)

L'orchestration est l'art de l'écriture pour orchestre, mêlant les spécificités acoustiques de chaque instrument. Nous abordons ce problème comme l'évaluation des caractéristiques de combinaisons instrumentales s'approchant au plus d'une cible, par des critères de similarité flexibles et multidimensionnels. Malgré la combinatoire explosive, notre méthode permet de proposer un ensemble de solutions approchées où certaines zones de l'espace sont favorisées au détriment d'autres. Ainsi, les solutions définissent le front de Pareto d'un problème d'optimisation multicritères. Nos récentes avancées permettent l'utilisation structures temporelles, grâce à des techniques d'analyse des séries temporelles et des mesures de similarité non-linéaires. En s'inspirant de la perception musicale, nous introduisons un classificateur novateur basé sur les hypervolumes dominés de solutions multi-objectives (HV-MOTS), qui surpasse les méthodes existantes sur un large éventail de problèmes tels que la climatologie, le diagnostic médical et la robotique. Cette approche nous permet de construire un système d'identification biométrique basée sur les sons produit par les battements de cœur. Nous ouvrons sur des problématiques globales de l'analyse temporelle, le rapport entre différentes échelles du macro-temps (phrases musicales) au micro-temps (propriétés acoustique), la granularité temporelle, les interactions signal-symbolique et le continuum des échelles temporelles.

Quelques repères bibliographiques :

- Sur la problématique générale du rapport mathématique/musique :
 - M. Andreatta, *Mathematica est exercitium musicae. La recherche 'mathémusicale' et ses interactions avec les autres disciplines*, Habilitation à Diriger des Recherches en mathématiques, IRMA, Université de Strasbourg, 22 octobre 2010
<http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/moreno/TexteHDR.pdf>
 - E. Amiot, *Modèles et algorithmes algébriques pour la formalisation mathématique de structures et processus musicaux*, thèse, UPMC/Ircam, 2010
<http://canonsrythmiques.free.fr/pdf/monPhd.pdf>
 - Th. Noll, « Mathematical Perspectives on Music-theoretical Knowledge », Public Lecture, Max-Planck Institut für Mathematik, Bonn, juillet 2013
<http://www.mpim-bonn.mpg.de/de/node/4822>
 - J.-P. Allouche et L. Maillard-Teyssier, « Mathématiques, musique et émotion », *Mathématiques et sciences humaines*, 178 | Été 2007
<http://msh.revues.org/4292>
- Sur le mot Lambda :
 - N. Carey, « Lambda Words : A Class of Rich Words Defined Over an Infinite Alphabet »
<http://arxiv.org/abs/1303.0888>
- Sur les arbres de Stern Brocot et les mots de Christoffel en musique :
 - Th. Noll, « Sturmian Sequences and Morphisms. A Music-Theoretical Application », Journée annuelle de la SMF, 2008, p. 79 – 102
http://ehess.modelisationsavoirs.fr/atiam/biblio/Noll-SMF_2008.pdf
 - V. Berthé, A. de Luca et Ch. Reutenauer, « On an involution of Christoffel words and Sturmian morphisms » *European Journal of Combinatorics* 29(2), 535–553 (2008)
- Sur les pavages rythmiques, les aspects algorithmiques et les automates :
 - E. Amiot, « À propos des canons rythmiques », *Gazette des mathématiciens*, 106, Octobre 2005. Disponible à l'adresse :
http://smf4.emath.fr/Publications/Gazette/2005/106/smf_gazette_106_43-67.pdf
 - H. Caure, *Canons rythmiques mosaïques et pavages modulo p*, mémoire de Master ATIAM, 2013. Disponible à l'adresse :
http://www.atiam.ircam.fr/Archives/Stages1213/CAURE_Helianthe.pdf
- Sur les séries temporelles et orchestration :
 - Ph. Esling, et C. Agon, « Time series data mining and analysis », ACM Computing Surveys 2012