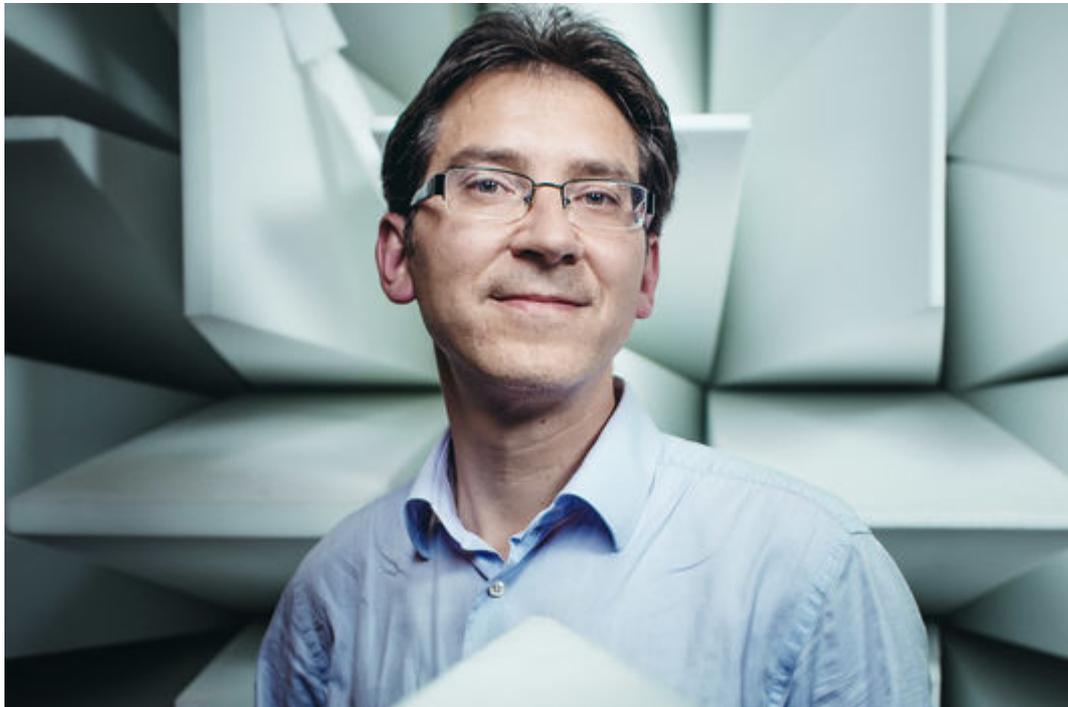


Moreno Andreatta fait chanter les maths

LE MONDE SCIENCE ET TECHNO | 20.06.2016 à 15h54 • Mis à jour le 20.06.2016 à 16h11



Moreno Andreatta, chercheur (CNRS) au sein de l'équipe Représentations musicales de l'Ircam, à Paris le 15 juin.
AUDOIN DESFORGES POUR "LE MONDE"

Moreno Andreatta est-il un mathématicien qui joue du piano ? Ou un musicien qui fait des maths ? Difficile de trancher, tant ces deux activités sont imbriquées chez ce chercheur de l'équipe Représentations musicales de l'Institut de recherche et coordination acoustique/musique ([Ircam \(http://www.ircam.fr/\)](http://www.ircam.fr/)), à Paris.

Un « mathémusicien »

Qu'on en juge : il est à la fois titulaire d'un Premier Prix de piano au conservatoire de Novare, en Italie, et d'une habilitation à diriger des recherches à l'Institut de recherche mathématique avancée de Strasbourg, et il a financé sa thèse en musicologie computationnelle en improvisant au piano-bar, chaque samedi, à bord du *Bretagne*, de la compagnie des Bateaux parisiens.

« C'EST LA PREMIÈRE FOIS QU'UN PROJET SUR LES RAPPORTS ENTRE MATHÉMATIQUES, INFORMATIQUE ET MUSIQUE FAIT L'OBJET D'UN TEL POSTE AU CNRS », MORENO ANDREATTA

« *J'ai grandi dans la musique* », se souvient-il. Son père est pianiste, lui-même commence le piano dès 3 ans. Mais les mathématiques aussi le ravissent. Aujourd'hui, à 45 ans, il réussit enfin à combiner ses deux passions. Avec succès, puisqu'il vient d'être promu directeur de recherche au CNRS. « *C'est la première fois qu'un projet sur les rapports entre mathématiques, informatique et musique fait l'objet d'un tel poste au CNRS*, se réjouit-il. *Je serai chercheur invité à l'université de Strasbourg l'an prochain, et mes nouvelles recherches seront centrées sur l'articulation entre musique savante et musiques actuelles : pop, rock, chanson et jazz.* »

C'est lors de son master 2 de mathématiques, en Italie, qu'il a découvert *Musique formalisée*, du compositeur grec Iannis Xenakis, pionnier de l'utilisation des mathématiques en musique savante. Dans ce livre, Xenakis explique comment il compose à partir de fonctions mathématiques. Une révélation pour Moreno Andreatta : il n'est pas obligé de choisir entre la musique et les maths.

Un « désordre organisé »

« Je me suis alors intéressé à la construction de “canons rythmiques mosaïques”, pour mon mémoire de master : il s’agit de faire jouer à plusieurs percussionnistes des motifs rythmiques conçus de manière qu’aucun ne joue en même temps, mais qu’il n’y ait pas non plus de silence, explique le chercheur. C’est un “désordre organisé”, pour reprendre une belle expression du compositeur Olivier Messiaen. Bien sûr, il y a des solutions très simples, par exemple, quand les rythmes sont réguliers. Mais, lorsqu’on cherche toutes les manières de remplir ces contraintes, cela devient un problème mathématique complexe, qui reste ouvert. Aujourd’hui, je codirige une thèse sur ce sujet. »

Direction la France, pour un autre master, cette fois en musique et musicologie du XX^e siècle à l’Ircam, « le seul master alliant recherche musicologique et modèle mathématique », note-t-il. Il s’attaque, notamment, au problème des hexacordes (accords de six notes) : prenons six notes au hasard dans une gamme (qui en comporte douze). Les six notes qui ne sont pas jouées forment à leur tour un accord qui correspond au complémentaire de l’accord choisi. En effet, il existe la même répartition d’intervalles dans les deux accords. « C’est un théorème [appelé aussi théorème de Babbitt, du nom du théoricien et compositeur américain Milton Babbitt] qui est connu depuis les années 1960, et dont on peut trouver au moins cinq démonstrations mathématiques différentes ! », souligne Moreno Andreatta. Ces hexacordes ont été utilisés par des compositeurs dodécaphoniques comme Arnold Schoenberg.

Ce travail sur les accords se rapproche de la cristallographie. Lorsqu’on envoie des rayons X sur des cristaux, ceux-ci font apparaître sur un papier photo des taches régulières formant un motif caractéristique du cristal. Or, certains cristaux, bien que différents, engendrent le même motif : on dit qu’ils sont homothétiques. De même, en musique, un hexacorde et son complémentaire sont homothétiques, même si l’impression sonore est différente.

Si on s’intéresse aux accords de quatre notes (plus fréquents en musique populaire) ayant le même motif, on peut créer de nouvelles musiques fondées sur ces accords homothétiques. « On met en relation deux accords qui semblaient n’avoir rien à voir, mais qui sont comme des jumeaux, explique le chercheur. Et c’est un problème qui intéresse les mathématiciens : comment énumérer les accords homothétiques dans tous les types de gammes ? »

L’Oumupo, Ouvroir de musique potentielle

Autre question qui le préoccupe : comment représenter les suites d’accords de façon géométrique ? On peut disposer les notes sur un plan, selon deux axes, l’un représentant les tierces majeures (*do-mi* par exemple), l’autre les tierces mineures (comme *la-do*). Un accord est figuré par un triangle dans ce plan. Cette représentation, appelée *Tonnetz* (« réseau de notes » en allemand), a été imaginée par le mathématicien Leonard Euler au XVIII^e siècle. Elle permet de mieux comprendre la musique, et, pourquoi pas, d’aider les compositeurs.

« J’UTILISE MOI
AUSSI LES
FORMES
CONTRAINTES,
COMME LA
POÉSIE, POUR
ÉCRIRE LES
TEXTES DE MES
CHANSONS. LE
PARALLÈLE AVEC
LES
CONTRAINTES
MUSICALES ÉTAIT
DONC TOUT À
FAIT NATUREL »,
POLO

En effet, lorsqu’on joue deux accords contigus sur ce plan, ils possèdent deux notes identiques sur trois, si bien que la transition de l’un à l’autre est très douce. On construit ainsi facilement des suites d’accords très harmonieux. « On peut ainsi facilement concevoir un parcours enchaînant tous les accords, sans jamais jouer deux fois le même », note Moreno Andreatta. Un tel chemin est appelé un « parcours hamiltonien », c’est-à-dire dont on peut relier tous les sommets en une fois et une seule. La représentation en *Tonnetz* d’un extrait du deuxième mouvement de la *Symphonie n° 9* de Beethoven montre que le compositeur allemand a utilisé ce type de progression, en employant 18 des 24 accords possibles.

Pour notre « mathémusicien », ce type de contrainte est source d’inspiration. Il est d’ailleurs membre de l’Oumupo, l’Ouvroir de musique potentielle, sur le modèle de l’Oulipo (Ouvroir de littérature potentielle) fondé par Raymond Queneau. Cette approche par contraintes a été souvent utilisée par des compositeurs contemporains. Moreno Andreatta préfère l’appliquer aux chansons. Il a par exemple collaboré avec le chanteur Polo (Pierre Lamy) sur une chanson utilisant une seule fois tous les accords majeurs et mineurs.

Aider les auteurs

Ce dernier se souvient du moment où Moreno Andreatta l’a appelé pour monter un projet avec lui. « Le courant est passé formidablement : c’est un latin, exubérant, volubile et drôle. Il est fantasque,

mais avec une vraie rigueur, et c'est un gros bosseur. Il est passionné de chansons, et il connaissait les miennes. J'utilise moi aussi les formes contraintes, comme la poésie, pour écrire les textes de mes chansons. Le parallèle avec les contraintes musicales était donc tout à fait naturel. » Polo a donc écrit des mélodies et des textes sur des suites d'accords suivant un parcours hamiltonien. Il les appelle « chansons hamiltoniennes ».

Ce goût pour la musique populaire, c'est peut-être ce qui caractérise le plus Moreno Andreatta, qui a grandi avec la chanson italienne. « *Ces musiques sont souvent plus élaborées qu'on ne le croit* », souligne le chercheur. Son credo : aider les musiciens qui souhaitent aller au-delà des chansons simplistes de quelques accords.

Son entrée au CNRS l'avait un peu éloigné de la pratique musicale, mais, aujourd'hui, il y revient. « *Je travaille mon piano, je prends des cours de chant, je participe à des concours de mise en musique de textes poétiques... Faire de la musique m'aide à utiliser mon savoir-faire de chercheur.* »

Cécile Michaut