AUTOUR DE LA SET THEORY ET DE L'ANALYSE DE LA MUSIQUE ATONALE

démarche structurale et approche phénoménologique à partir des écrits de Célestin Deliège

MORENO ANDREATTA
IRCAM, CNRS, UPMC

1. Célestin Deliège face à la Set Theory

La *Set Theory* occupe une place importante dans la démarche analytique et la réflexion épistémologique de Célestin Deliège. Pour s'en rendre compte, il suffit de parcourir le contenu du « Journal de sa démarche », selon sa propre dénomination dans son ouvrage *Sources et ressources d'analyses musicales*[1]. À la théorie des ensembles, dans ses rapports avec le générativisme, est en effet consacrée la deuxième partie, dans laquelle on retrouve la lecture personnelle (et partisane) de la *Set Theory* de la part de l'auteur qui en avait présenté les principes lors du premier congrès européen d'analyse musicale en 1989[2]. Cette lecture reste, à ce jour, une des contributions les plus critiques (et les plus critiquées) de cette approche analytique. On reviendra à plusieurs reprises sur cet écrit qui – au-delà d'un titre délibérément provocateur (« La *Set Theory* ou les enjeux du pléonasme ») – pose des questions importantes et toujours d'actualité

[1] C. Deliège, *Sources et ressources d'analyses musicales. Journal d'une démarche*, Sprimont, Mardaga, 2005.

[2] C. Deliège, « La *set-theory* ou les enjeux du pléonasme », in *Analyse Musicale*, nº 17, 1989, p. 64-79, repris dans C. Deliège, *Sources et ressources d'analyses musicales. Journal d'une démarche*, 2005, p. 249-280.

pour une évaluation critique et épistémologique des outils « set-théoriques »[3] en analyse musicale. Mais c'est dans la troisième partie de l'ouvrage, consacrée aux systèmes harmoniques, que l'intérêt de Célestin Deliège pour cette méthodologie analytique et sa portée conceptuelle devient beaucoup plus explicite. C'est un intérêt croissant, comme on pourra le remarquer en répertoriant les écrits contenus dans cette deuxième partie en ordre purement chronologique. On s'aperçoit ainsi qu'à partir de 1995 et jusqu'en 2005, l'auteur développe un véritable projet alternatif à celui de la *Set Theory*, à savoir un projet de fondement d'une théorie de l'harmonie à partir des outils développés par les théoriciens de la théorie des ensembles. Les fondements présumés de l'harmonie atonale, dont l'origine remonterait à la théorie de Hindemith, se concrétisent progressivement jusqu'au projet esquissé dans le dernier écrit du recueil, proposant de substituer la notion d'« ensemble » (ou *Set*) à celle, plus « naturelle », comme nous le verrons dans la suite, d'« échelle ». Ce n'est évidemment pas simplement un changement terminologique, les deux mots renvoyant à deux disciplines bien distinctes, et ceci depuis la constitution de la musicologie systématique en tant que discipline[4]. « De l'ensemble à l'échelle », pour reprendre le sous-titre du dernier écrit de Célestin Deliège, signifie, *de facto*, des mathématiques à la physique, ce qui, en prenant en compte également l'intérêt de l'auteur pour la phénoménologie husserlienne, fait de lui, et probablement à son insu, un des représentants « musicaux » d'une démarche de « naturalisation » en philosophie et épistémologie contemporaines. On reviendra sur ces aspects dans la section conclusive de cette contribution qui sera organisée de la façon suivante : dans la section 2, nous proposons une courte introduction[5] à la *Set Theory* à l'usage des musicolo-

3 Nous utiliserons souvent le néologisme « set-théorique » à la place de la traduction française « ensembliste », les ensembles n'étant qu'une composante de cette démarche analytique qui a connu, depuis les écrits d'Allen Forte, de nombreux développements, notamment autour des approches « transformationnelles ». On reviendra sur cette articulation entre les ensembles et les transformations dans la section 4.

4 Il suffit, en effet, de reprendre le schéma de Guido Adler décrivant les grands axes de la « systematische Musikwissenschaft » ainsi que les « disciplines auxiliaires » (*Hilfswissenschaften)*, parmi lesquelles on retrouve, en première position *ex æquo* mais bien distinctes, l'acoustique et les mathématiques. G. Adler, « Umfang, Methode und Ziel der Musikwissenschaft », in *Vierteljahresschrift für Musikwissenschaft*, 1, 1885, p. 5-20.

5 Cette introduction pointera uniquement certains aspects de la *Set Theory* et ne pourra donc pas entrer dans le détail des formalismes utilisés par les « set-théoriciens ». Pour une description des principes de base de la *Set Theory* et des théories transformationnelles, on pourra se référer à notre introduction à cette double démarche analytique, rédigée à l'occasion du Colloque International « Autour de la *Set Theory* », Ircam, 15-16 octobre 2003. Voir M. Andreatta et S. Schaub, « Une introduction à la *Set Theory* : les concepts à la base des théories d'Allen Forte et de David Lewin », in *Musurgia*, vol. X/1, 2003, p. 73-92.

gues et à partir des exemples contenus dans les écrits de Célestin Deliège ; dans la section 3 on reprendra les critiques de Célestin Deliège envers la *Set Theory* ainsi que ses indications sur la « pratique future » de cette discipline, dont on montrera dans la section suivante les ramifications transformationnelles en rappelant la pertinence de l'approche axiomatique en musique ; la section 5, dans laquelle on exposera brièvement le projet alternatif à la *Set Theory* proposé par Célestin Deliège, sera consacrée aux liens entre analyse musicale transformationnelle et perception ; ceci nous permettra, dans la section conclusive, d'ouvrir une discussion sur l'actualité de la pensée de Célestin Deliège quant à la réactivation d'une démarche phénoméno-structurale en musique.

2. Qu'est-ce que la Set Theory ?

Commençons par un exercice posé par Célestin Deliège qui va nous servir de prétexte pour introduire les principes de base de la *Set Theory* à l'aide d'outils qui seront sans doute plus intuitifs et plus parlants – c'est notre espoir – pour le lecteur musicologue. Sans vouloir remettre en cause la pédagogie des théoriciens américains, l'une des difficultés majeures dans l'appropriation des concepts de base de la *Set Theory*, du moins en Europe, est due à l'importance accordée dans les traités set-théoriques à l'énumération d'objets musicaux et leur classification dans une liste dans laquelle l'analyste a souvent du mal à se retrouver. La solution alternative, que nous allons retenir ici, consiste à accompagner le *listing* numérique avec des représentations géométriques ainsi que des formalisations algébriques (simples) permettant de mieux comprendre la pertinence musicale des opérations en jeu. En particulier, nous allons privilégier la représentation circulaire permettant d'associer à tout accord d'un espace tempéré égal (c'est-à-dire issu d'une division de l'octave en un nombre fini de parties égales) un polygone inscrit dans un cercle (Fig. 1)[6].

6 D'autres représentations, telles le *Tonnetz* et ses variantes en dimension supérieure. peuvent également permettre de comprendre la pertinence musicale des transformations réduisant à une liste d'ensembles de classes de hauteurs, l'espace combinatoire des accords possibles (et de ses transformations), voir L. Bigo, M. Andreatta, J.-L. Giavitto, O. Michel, et A. Spicher, « Computation and Visualization of Musical Structures in Chord-based Simplicial Complexes », in *Proceedings of the Mathematics and Computation in Music Conference*, Berlin-Heidelberg, Springer, 2013. Pour une analyse historique des diverses représentations musicales ainsi qu'une introduction plus poussée aux problèmes de combinatoire musicale, nous nous permettons de renvoyer le lecteur à M. Andreatta, « Calcul algébrique et calcul catégoriel en musique : aspects théoriques et informatiques », in L. Pottier (éd.), *Le calcul de la musique*, Saint-Étienne, Publications de l'Université de Saint-Étienne, 2008, p. 429-477.

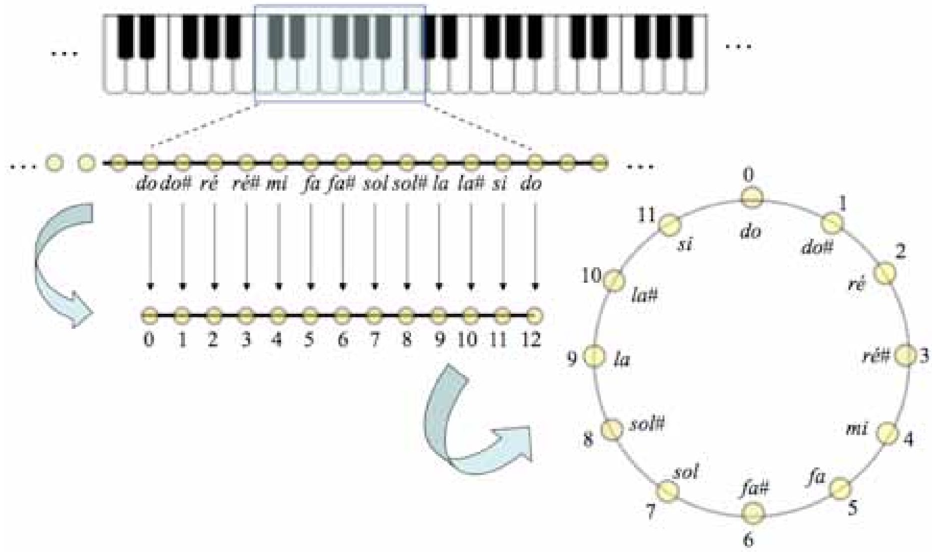

Fig. 1 La représentation circulaire issue de la réduction à l'octave et du choix, arbitraire, du référentiel (dans ce cas l'origine est affectée à la note *do*). Notons que, compte-tenu du caractère conventionnel de ce *mapping*, la note *do* pourra être associée à l'importe quel nombre compris entre 0 et 11, ce qu'on appelle également un système avec un « *do* mobile ».

Fig. 2 Les « accords tests », ainsi définis par l'auteur dans son exercice consistant à tester soi-même face à la *Set Theory*.

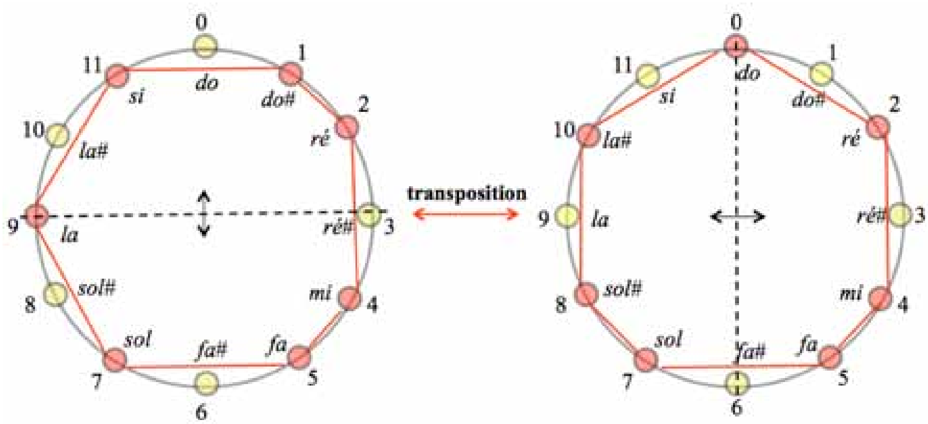

Fig. 3 Les « accords tests » dans la représentation circulaire montrant clairement que les deux polygones en rouge sont l'un une rotation de l'autre, d'où le rapport de transposition indiqué.

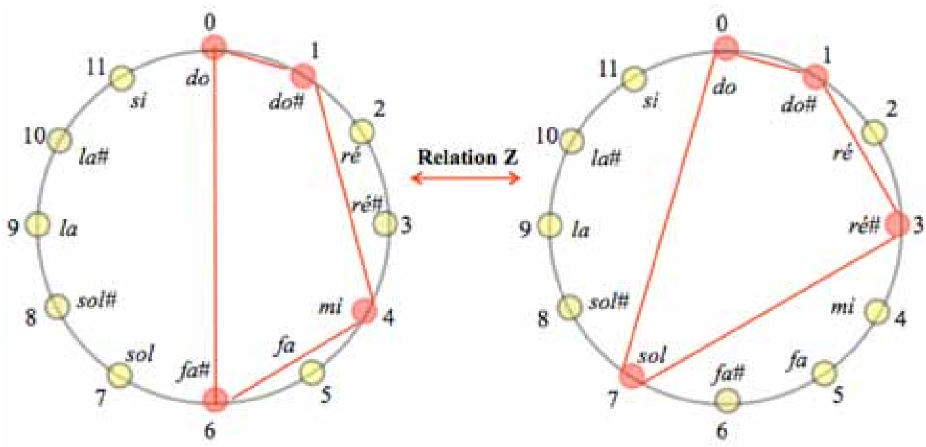

Fig. 4 Deux tétracordes en relation Z, correspondant, respectivement, aux *pitch class sets* 4-Z15 et 4-Z29 ayant comme contenu intervallique le vecteur [4 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1], ce qui s'exprime musicalement en disant que chaque intervalle (sauf le triton) est contenu exactement une fois dans chaque tétracorde.

C'est à l'aide de cette représentation que nous allons analyser les deux accords, dont Célestin Deliège demande au lecteur-étudiant (et apprenti set-théoricien) d'établir les relations. Ces deux « accords tests » sont représentés en Fig. 2.

Pour convaincre le lecteur de la pertinence de nos outils, nous n'avons, nous dit l'auteur, que trente secondes ce qui, au passage, donnera l'occasion au lecteur de suspendre la lecture de cet article pour essayer de trouver les relations que ces accords entretiennent *sans* s'appuyer sur la *Set Theory*. N'étant probablement pas parvenu à résoudre cet exercice-piège dans les temps imposés par son auteur, il pourra ensuite poursuivre la lecture de cette introduction, car ces relations sautent, pour ainsi dire, aux yeux lorsqu'on représente ces deux accords à l'aide de la représentation circulaire, comme le montre la Fig. 3.

Ce que la représentation circulaire fait émerger, et qui serait difficile à mettre en évidence à partir de la notation musicale traditionnelle, ce sont les symétries internes des deux accords tests. Dans les deux cas, en effet, les accords ont un axe de symétrie ce qui peut s'interpréter, musicalement, en disant qu'il y a une « inversion intervallaire » laissant inchangé l'accord. Ce sont donc des structures « auto-inverses », sorte d'équivalence de la propriété des modes à transposition limitée de Messiaen mais au niveau de l'inversion, au lieu de la transposition. Le théoricien de la *Set Theory* ajoutera que, les deux accords étant équivalents à une transposition près, ils correspondent au même « pitch-class set », répertorié

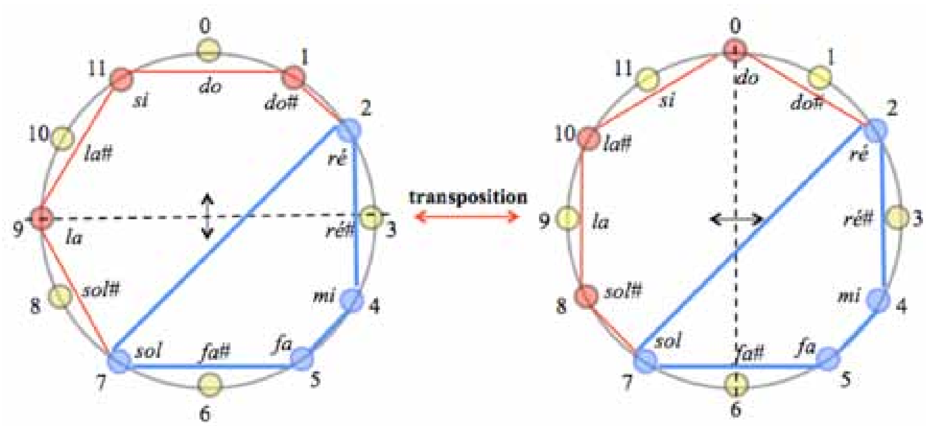

Fig. 5 Un tétracorde contenu dans le premier accord-test et dans son transposé d'une tierce mineure.

comme l'ensemble 7-34 dans la table d'Allen Forte[7] et ayant comme contenu intervallique le vecteur [7 2 5 4 4 4 4 4 4 4 5 2]. À quoi peut servir une telle information ? Tout d'abord à nous dire que le type d'heptacorde choisi par Célestin Deliège n'appartient pas à la classe redoutable des accords en relation Z, classe à laquelle appartiennent, par exemple, les deux tétracordes tous-intervalles (*all-interval tetracords*) en Fig. 4. La relation Z, une propriété musicale que l'on retrouve, utilisée de façon explicite ou parfois inconsciente, chez de nombreux compositeurs, de Milton Babbitt à Magnus Lindberg en passant par Pierre Boulez, Elliott Carter, George Benjamin et beaucoup d'autres, rend compte des accords ayant des configurations géométriques très différentes mais contenant la même multiplicité d'occurrence de chaque intervalle. Dans une correspondance, qui est loin d'être une simple métaphore, avec la cristallographie, les accords en relation Z réalisent le même phénomène que l'on retrouve dans des cristaux ayant le même spectre aux rayons X mais qui ne sont pas superposables via une isométrie[8].

Quant au vecteur intervallique, il donne des informations précieuses pour l'analyste, car il nous offre une cartographie des notes communes entre un accord et ses transpositions. Dans le cas des accords tests, le fait que la quatrième

7 Voir A. Forte, *The Structure of Atonal Music*, New Haven, Yale University Press, 1973.

8 Le lecteur intéressé par une description formelle de cette propriété pourra se référer à l'article J. Mandereau, D. Ghisi, E. Amiot, M. Andreatta et C. Agon, « Z-relation and homometry in musical distributions », in *Journal of Mathematics and Music*, vol. 5, nº 2, 2011, p. 83-98.

entrée du contenu intervallique soit égale à 4 nous assure que le premier accord-test partage 4 notes avec son transposé d'une tierce mineure, autrement dit avec le deuxième accord-test (Fig. 5).

Cette propriété du contenu intervallique était connue bien avant le traité de Forte, et constitue l'une des caractéristiques principales, selon Milton Babbitt, du système dodécaphonique dont la structure hiérarchique peut s'énoncer de la façon suivante :

> Étant donné une collection de hauteurs (resp. classes de hauteurs), la multiplicité d'occurrence de chaque intervalle [contenu dans la collection] détermine le nombre des notes communes entre la collection originaire et la transposition de celle-ci d'un facteur égal à l'intervalle[9].

Et puisque la multiplicité d'occurrence de chaque intervalle n'est rien d'autre que le contenu intervallique, nous avons retrouvé ainsi la propriété que nous avons mis en évidence dans les deux accords-tests.

3. Les enjeux de la Set Theory sont-ils ceux du pléonasme ?

Nous avons essayé de montrer, à partir d'un exercice proposé par Célestin Deliège, la pertinence des outils « set-théoriques » dans l'établissement, rapide, des relations entre les accords et dans l'étude de leurs propriétés de symétrie interne. Cela devrait tout d'abord permettre de confirmer l'un des jugements positifs de l'auteur sur la *Set Theory*, vue comme « *un 'accélérateur' de la lecture des structures morphologiques des œuvres atonales*[10] ». C'est évidemment l'une de ses forces, mais nous sommes loin de partager son avis lorsqu'il affirme, quelques lignes auparavant, que « l'apport principal de la théorie est d'être un auxiliaire de lecture ». Cet avis tranchant est la conclusion d'une série d'objections de l'auteur qui soulève plusieurs objections à la fois d'ordre théorique et épistémologique. Les objections théoriques concernent principalement la segmentation, l'absence de prise en considération des hauteurs concrètes, le flou quant aux relations d'équivalences entre les ensembles, le lien problématique

9 M. Babbitt, « Past and present concepts of the nature and limits of music », in B. Boretz et E. T. Cone, *Perspectives on Contemporary Music Theory*, New York, W.W. Norton and Company, 1961, rééd. 1972, p. 3-9.

10 C. Deliège, *Sources et ressources d'analyses musicales. Journal d'une démarche*, 2005, p. 257. C'est Célestin Deliège qui souligne.

avec la perception et l'absence de description hiérarchique. Sans vouloir entrer dans le détail des problèmes soulevés par l'auteur, on reconnaît clairement l'influence exercée sur Célestin Deliège par la lecture de l'ouvrage de Fred Lerdahl et Ray Jackendoff, *A Generative Theory of Tonal Music*[11]. Comme le reconnaît l'auteur « dans la présentation qu'en donne Allen Forte, nous sommes mis en présence d'une taxinomie visant l'exhaustivité – et peut-être même non loin de la réaliser – du vocabulaire morphologique que peut produire toute structure modulo 12 entre trois et neuf sons, ce qui, n'en doutons pas, peut avoir des implications énormes pour l'analyse[12] ». Cependant, continue Célestin Deliège, « la lecture de la ST, très puissante au niveau morphologique, ne peut informer au plan syntaxique que si l'œuvre appréhendée ne relève que d'une conduite strictement combinatoire de l'organisation. […] Pour appréhender vraiment la syntaxe d'une œuvre musicale, il faut que l'instrument analytique pénètre le sens des relations temporelles par la production d'un métalangage approprié, mais il faut que conjointement ce métalangage couvre les relations spatiales[13] ». Or, à la lumière des développements successifs de la *Set Theory*, et en particulier de l'analyse transformationnelle de David Lewin, ces critiques ne semblent plus être pertinentes. L'exemple de l'analyse du *Klavierstück III* de Stockhausen par Lewin que nous allons reprendre dans la section suivante montre clairement qu'une certaine lecture « transformationnelle » de la *Set Theory* peut donner des informations précieuses sur des œuvres dont l'organisation ne relève pas forcement de la combinatoire stricte. De plus, ce sont les relations temporelles entre les ensembles de classes de hauteurs, ainsi que ses relations spatiales, qui jouent un rôle important dans le dispositif analytique. Quant aux autres objections théoriques, soulevées également par d'autres analystes[14], elles peuvent, à leur tour, être remises en question, comme l'a fait de façon remarquable Marcel Mesnage dans son analyse des avancées et des limites de la *Set Theory*[15].

11 F. Lerdahl et R. Jackendoff, *A Generative Theory of Tonal Music*, Cambridge, MIT Press, 1983.

12 C. Deliège, *Sources et ressources d'analyses musicales. Journal d'une démarche*, 2005, p. 255.

13 *Ibid*., p. 257.

14 Voir, par exemple, la contribution critique de Jean-Jacques Nattiez au colloque « Autour de la *Set Theory* », J.-J. Nattiez, « La *Set Theory* d'Allen Forte, le niveau neutre et la poïétique », in M. Andreatta, J.-M. Bardez et J. Rahn (éds), *Autour de la Set Theory. Rencontre musicologique franco-américaine*, Sampzon, Ircam-Delatour France, Collection « Musique/Sciences », 2008, p. 223-240.

15 Voir M. Mesnage, « Avancées et limites de la *Set Theory* », in M. Andreatta, J.-M. Bardez et J. Rahn (éds), *Autour de la Set Theory. Rencontre musicologique franco-américaine*, Sampzon, Ircam-Delatour France, Collection « Musique/Sciences », 2008, p. 257-261.

Passons maintenant brièvement aux objections d'ordre épistémologique, car c'est ici que nous avons le plus de mal à souscrire aux propos de Célestin Deliège. En insérant ses critiques à la lumière des travaux de Karl Popper sur l'épistémologie de la connaissance et de Thomas Kuhn, sur le caractère incommensurable des théories scientifiques, Célestin oppose la *Set Theory* en tant que théorie logico-formelle à la théorie musicale en pointant, à plusieurs reprises, son caractère tautologique. Autrement dit, selon l'auteur, la *Set Theory* « constate, mais ne peut rien prédire. Ses arguments sont ceux du pléonasme, ses valeurs, celles de la redondance[16] ». D'où des conclusions sans appel quant à la pratique future de la *Set Theory* qui, selon l'auteur, « ne paraît pas susceptible de développements », bien qu'il convienne « de ne pas ignorer son apport pratique pour des opérations relativement simples sur des œuvres primordialement fondées sur la capacité d'engendrement des morphologies par l'intervalle en quelque paramètre où celui-ci impose un certain taux de périodicité[17] ». Il est bien difficile de donner raison à Célestin Deliège, compte tenu des évolutions spectaculaires de la *Set Theory* dans les vingt dernières années, en particulier grâce à une formalisation plus élégante, de type principalement algébrique, des outils employés ainsi que la mise en évidence des liens profonds avec les théories diatoniques, les théories néo-riemanniennes et, plus généralement, les approches transformationnelles. Cependant, il est clair que la *Set Theory* et ses disciplines dérivées, reste par sa nature une théorie formelle de la pensée intervallique en musique. Et, comme l'observe Célestin Deliège dans la section « Promesse… » de son étude critique de la *Set Theory*, « là où l'arrangement des intervalles est prépondérant […] il sera utile de songer à cette technique de mise à jour en recourant à l'ordinateur[18] ». Les nombreux environnements d'aide à l'analyse musicale set-théorique assistée par ordinateur, du *CMAP* de Peter Castine et Craig R. Harris[19] aux *MathTools* en *OpenMusic*[20], en passant par *iAnalyse*[21] de Pierre Couprie,

16 C. Deliège, *Sources et ressources d'analyses musicales. Journal d'une démarche*, 2005, p. 259.

17 *Ibid.*, p. 280.

18 *Ibid.*, p. 279.

19 P. Castine et C. R. Harris, « Contemporary Music Analysis Package (CMAP) for Macintosh », in *Proceedings of the International Computer Music Conference*, The Computer Music Association, 1990.

20 M. Andreatta et C. Agon, « Some Open Music-based Computational Models in Computer-Aided Music Theory and Analysis », in EUROMAC, VII European Music Analysis Conference, Rome, 29 septembre – 2 octobre 2011.

21 Voir P. Couprie, « iAnalyse : un logiciel d'aide à l'analyse musicale », in *Journées d'Informatique Musicale JIM08*, Albi, 2008 (http://www.gmea.net/jim08/index.php/Articles).

positionnent la *Set Theory* au cœur de la musicologie computationnelle. De plus, comme l'on verra dans la suite, grâce aux approches transformationnelles, elle peut constituer un terrain de rencontre entre la musicologie computationnelle et la musicologie cognitive, en remettant en cause l'une des critiques les plus fréquemment adressées à cette discipline, à savoir son « lien problématique avec la perception », pour reprendre une formulation particulièrement édulcorée de la part de Célestin Deliège. Mais avant de rentrer dans ces considérations d'ordre perceptif et, plus généralement, cognitif, il est important de donner quelques éléments formels pour une appréciation plus approfondie de la *Set Theory* et des développements récents.

4. La Set Theory, l'approche axiomatique et la démarche transformationnelle

Pour bien comprendre la *Set Theory* à la lumière des mathématiques, il s'avère nécessaire d'introduire un concept qui est sous-jacent à toute énumération et classification des structures musicales. C'est le concept de *groupe* et d'*action* d'un groupe sur un ensemble[22]. Comme l'a bien indiqué David Lewin, la notion d'intervalle en musique est étroitement liée à celle de groupe, au point que tout intervalle est *de facto* un élément d'un groupe, c'est-à-dire d'un ensemble *G* (qu'on appellera « groupe des intervalles ») muni d'une relation interne telle que :

(*i*) L'ensemble *G* est clos par cette relation (autrement dit en « additionnant »[23] deux de ses intervalles on obtient un intervalle)

(*ii*) Il existe un élément neutre, qu'on appellera l'unisson, c'est-à-dire un intervalle qui, additionné à l'intervalle de départ, le laisse inchangé

(*iii*) Chaque intervalle admet un inverse, c'est-à-dire un intervalle qui additionné à l'intervalle de départ donne l'unisson

22 Dans la présentation qui suit, nous avons délibérément choisi de ne pas utiliser des équations, afin de rendre l'écriture plus intelligible pour un public de musicologues. Les mêmes définitions tiennent, en réalité, en quelques lignes, comme le lecteur pourra le voir en parcourant le chapitre introductif de l'ouvrage D. Lewin, *Generalized Musical Intervals and Transformations*, New Haven, Yale University Press, 1987, rééd. Oxford, Oxford University Press, 2007.

23 On utilisera, pour simplifier la description, l'expression « addition » pour signifier l'opération permettant d'obtenir un troisième élément par combinaison des deux premiers. Il se peut que l'addition entre les intervalles soit, en réalité, une multiplication, comme dans le cas du groupe des rationnels dans lequel les intervalles, typiquement ceux d'une intonation juste, correspondent à des *ratio* de nombres entiers. Voir D. Lewin, *Generalized Musical Intervals and Transformations*, 1987.

(*iv*) Étant donné trois intervalles, on obtient le même résultat si l'on additionne le troisième à la somme des deux premiers ou bien le premier à la somme du deuxième et du troisième.

À partir d'un groupe d'intervalles *G* et d'un espace *S* d'objets musicaux, on peut définir un Système d'Intervalles Généralisé (GIS) lorsqu'on a une fonction intervallique (qu'on appellera brièvement « distance ») associant à deux objets *a* et *b* de l'espace *S* un intervalle *i* de *G* tel que :

(1) Pour tous objets *a*, *b* et *c* de l'espace *S*, la distance entre le premier et le troisième objet est égale à la somme de la distance entre le premier et le deuxième et de la distance entre le deuxième et le troisième.

(2) Pour tout objet *a* de l'espace et tout intervalle *i* du groupe d'intervalles *G*, il existe un objet *b* dans l'espace qui est à distance égale à *i* de l'objet *a*. Cet objet *b* est unique[24].

Les axiomes que nous venons de rappeler, et dont David Lewin montre la pertinence musicale tout au long de son traité théorique *Generalized Musical Intervals and Transformations*[25] ainsi que de sa collection d'essais analytiques *Musical Form and Transformation*[26], nous rappelle une fois de plus l'importance de faire appel à des constructions formelles dont la seule validité repose sur le choix des dits axiomes. Ce sont des postulats, pour reprendre le titre de l'un des premiers articles introduisant cette notion en musique[27], susceptibles de donner à la fois une description de la structure logique de la musique mais aussi, en même temps, de l'affranchir d'une présomption de vérité objective. Comme l'affirme Ernst Krenek dans le chapitre consacré aux axiomes en musique de son ouvrage *Über neue Musik*[28] :

24 L'unicité n'est, en réalité, pas nécessaire pour définir un système généralisant la notion d'intervalle en tant qu'élément d'un groupe, comme plusieurs set-théoriciens l'ont souligné en proposant ainsi une définition moins contraignante de la structure de GIS. Voir, par exemple, J. Rahn, « La déclinaison et le flot : la relation de la musique avec les mathématiques », in M. Andreatta, J.-M. Bardez et J. Rahn (éds), *Autour de la Set Theory. Rencontre musicologique franco-américaine*, Sampzon, Ircam-Delatour France, Collection « Musique/Sciences », 2008, p. 9-23.

25 D. Lewin, *Generalized Musical Intervals and Transformations*, 1987.

26 *Ibid*.

27 S. Langer, « A set of postulates for the logical structure of music », in *The Monist*, vol. 39, nº 4, Octobre 1929, p. 561-570.

28 E. Krenek, *Über neue Musik. Sechs Vorlesungen zur Einführung in die theoretischen Grundlagen*, Wien, Verlag Der Ringbuchhandlung, 1937.

> Les physiciens et les mathématiciens sont bien à l'avance par rapport aux musiciens dans le fait de réaliser que leurs sciences respectives n'ont pas comme objectif d'établir un concept de l'univers qui soit conforme à une nature existante objective.

Et il continue :

> Comme l'étude des axiomes élimine l'idée que ceux-ci sont quelque chose d'absolu, en les considérant plutôt comme de libres propositions de l'esprit humain, de même une théorie de la musique pourrait nous libérer du concept de tonalité majeure/mineure en tant que lois irrévocables de la nature.

Célestin Deliège aurait sans doute souscrit, mais probablement avec réserve, à cette idée car elle permet, d'un côté, de donner une justification théorique à des systèmes musicaux n'ayant pas de fondement dans la physique vibratoire des ondes, tels le système dodécaphonique ou sériel. En même temps, elle éloigne *de facto* la musique du phénomène « universel » des harmoniques. C'est ainsi qu'on peut comprendre les raisons qui ont poussé l'auteur à entreprendre une refondation de la *Set Theory* à partir du spectre sonore, et, pour cette entreprise d'« objectivisation de l'harmonie atonale », il propose un véritable « retour au monde de la physique […] le seul qui nous permette une récupération rationnelle de l'harmonie dans l'univers atonal[29] ».

5. Vers une « naturalisation » de la Set Theory

Selon le postulat qui sous-tend l'entreprise de refondation de la démarche set-théorique par Célestin Deliège, les morphologies harmoniques de l'harmonie atonale, en tant qu'héritière de toute la polyphonie occidentale antérieure, « répondent […] aux lois universelles de la résonance contrôlées par la physique acoustique[30] ». Comme Célestin Deliège l'annonce dans l'avant-propos de son « journal », son entreprise de refondation naturaliste est « une espèce d'antidote » à la *Set Theory*, aboutissant à une « proposition plus solide basée sur la résonance

29 C. Deliège, « L'harmonie atonale : de l'ensemble à l'échelle », in I. Deliège et M. Paddison, *Musique contemporaine : Perspectives théoriques et philosophiques*, Sprimont, Mardaga, 2001, p. 85-108, repris dans C. Deliège, *Sources et ressources d'analyses musicales. Journal d'une démarche*, 2005, p. 390.

30 *Ibid.*, p. 390.

des sons harmoniques permettant un chiffrage de l'harmonie atonale[31] ». Sans aucune prétention de vouloir se substituer à une démarche set-théorique, comme on aurait pu l'imaginer en tenant compte de toutes les critiques théoriques et épistémologiques adressées par l'auteur à la *Set Theory*, il s'agit plutôt d'avancer une série de propositions n'ayant « d'autre ambition que de montrer l'intérêt qu'il y a à compléter, par un retour à une perspective scalaire, les acquis logiques de la théorie des ensembles[32] ».

Curieusement, le point de départ pour l'objectivation de l'harmonie atonale est l'analyse du *Klavierstück III* de Stockhausen par David Lewin, « un très élégant travail mené à l'aide de la *Set Theory* », comme l'auteur définit cet essai, en le reprenant pour jumeler la numérisation proposée par le théoricien américain avec un chiffrage de l'agrégat et du registre de chaque son basé sur la sélection d'une fondamentale.

Le chiffrage proposé par Célestin Deliège est un véritable « chiffrage acoustique », ce qui, selon l'auteur, devrait offrir à la *Set Theory* « l'occasion de se soucier d'une hiérarchie qu'elle a jusqu'ici remplacée par des formalisations qui échappent à la perception musicale de l'harmonie atonale ». Cette critique « esthésique » de la *Set Theory*, avancée par l'auteur à partir de sa « naturalisation » du concept d'intervalle, et qui reprend les objections théoriques dont les origines, comme nous l'avons rappelé, remontent à la fin des années quatre-vingt, doit cependant être remise en question à la lumière des récents

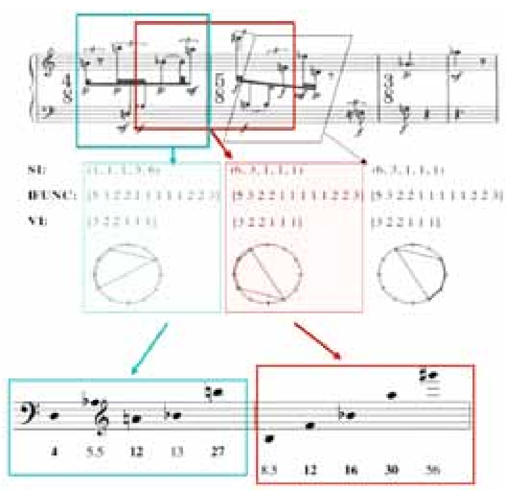

Fig. 6 Chiffrage des deux premiers pentacordes de la pièce, le pentacorde « générateur » et son inversion, avec - au milieu - les représentations circulaires accompagnées des invariants caractéristiques de la *Set Theory* (structure intervallique SI, fonction ou contenu intervallique IFUNC et vecteur d'intervalles VI) et, en bas, la numérotation où chaque son est noté selon son registre en relation avec la fondamentale.

31 *Ibid.*, p. 20.

32 *Ibid.*, p. 411.

Fig. 7 Réseau transformationnel du *Klavierstück III* de Stockhausen décrit à l'aide des représentations circulaires et leur relation dans l'espace (à gauche) et extrait (à droite) de la segmentation de la pièce utilisée par l'équipe de Stephen McAdams pour établir la pertinence dans le processus de formation mentale de percepts basée sur les notes communes (avec l'aimable autorisation des auteurs).

résultats de psychologie expérimentale. Comme l'équipe de Stephen McAdams l'a montré, la question posée par Lewin dans son analyse set-théorique et transformationnelle du *Klavierstück III* de Stockhausen quant à la possibilité de focaliser l'écoute sur les relations qu'entretiennent les différents pentacordes dans la pièce, admet une réponse positive. Plus précisément, les auteurs proposent un modèle cognitif montrant que le type de pentacorde retenu par Lewin dans son analyse, ainsi que les relations spatiales déployées dans le réseau transformationnel associé à la segmentation par imbrication, a une « pertinence [*salience*] dans le processus de formation mentale de percepts préservant les notes communes [*common-tone-preserving percepts*], et sert comme information perceptuelle qui détermine l'acquisition d'une connaissance implicite des patterns de hauteurs [*implicit pitch pattern knowledge*] pour des tâches de détection de hauteurs, mais cela uniquement pour des musiciens experts en musique atonale [*atonally well-trained musicians*] [33] ». La figure suivante montre une zone spatiale du réseau transformationnel de la pièce (à gauche) accompagnée par la segmentation (à droite) réalisée par l'équipe de McAdams à partir de ce que Lewin appelle « ear-training agenda ».

33 Y. Cao, J. Wild, B. Smith et S. McAdams, « The Perception and Learning of Contextually-defined Inversion Operators in Transformational Pitch Patterns », in *5th International Conference of Students of Systematic Musicology (SysMus12)*, Montréal, 2012, p. 1 (traduction de l'auteur).

6. Célestin Deliège entre structuralisme phénoménologique et phénoménologie structurale en analyse musicale

Dans la section conclusive de notre étude récente consacrée à ce que nous appelons la « filiation Babbitt/Lewin » dans la tradition set-théorique[34], nous avons amplement souligné le changement paradigmatique, au sens kuhnien du terme, opéré par la démarche transformationnelle dans la prise en compte du caractère spatial des formes temporelles. En effet, pour reprendre le titre du chapitre de *Musical Form and Transformation* consacré à l'analyse du *Klavierstück III* de Stockhausen par David Lewin[35], l'analyse transformationnelle implique non seulement la « construction » d'un réseau d'ensembles de classes de hauteurs, mais également l'« utilisation » de cette architecture formelle afin de dégager des critères de pertinence pour la perception des structures en jeu dans la pièce. L'intérêt de *construire* un réseau transformationnel réside ainsi dans la possibilité de l'*utiliser*, à la fois pour « structurer » l'écoute par rapport à la singularité de l'œuvre analysée mais également pour établir des critères formels qui pourront servir pour aborder le problème de son interprétation. Cette construction s'appuie, en effet, sur une volonté implicite de l'analyste de rendre « intelligible » une logique musicale à l'œuvre dans la pièce analysée. De par son substrat algébrique, on peut proposer de façon légitime, comme nous l'avons suggéré ailleurs[36], des rapprochements entre la théorie transformationnelle en analyse musicale et des nouveaux courants de la psychologie du développement, en particulier le néostructuralisme[37], de Halford et Wilson[38]

34 M. Andreatta, « Mathématiques, Musique et Philosophie dans la tradition américaine : la filiation Babbitt/Lewin », in M. Andreatta, F. Nicolas et Ch. Alunni (éds), *À la lumière des mathématiques et à l'ombre de la philosophie. Dix ans de séminaire Mamuphi*, Sampzon, Ircam-Delatour France, Collection « Musique/Sciences », 2012.

35 D. Lewin, « Making and Using a Pcset Network for Stockhausen's *Klavierstück III* », in D. Lewin, *Musical Form and Transformation*, New Haven, Yale University Press, 1993, p. 16-67, rééd. Oxford, Oxford University Press, 2007.

36 Voir E. Acotto et M. Andreatta, « Représentations mentales musicales et représentations mathématiques de la musique », in *InCognito, Cahiers Romans de Sciences Cognitives*, vol. 4, nº 3, 2010.

37 Voir en particulier les contributions de G. S. Halford et W. H. Wilson, « A category-theory approach to cognitive development », in *Cognitive Psychology* 12, 1980, p. 356-411, et de S. Phillips et W. H. Wilson, « Categorical Compositionality : A Category Theory Explanation for the Systematicity of Human Cognition », in *PLoS Computational Biology* 6(7), 2010, p. 1-14.

38 G. S. Halford et W. H. Wilson, « A category-theory approach to cognitive development », in *Cognitive Psychology* 12, 1980, p. 356-411.

et ceux qu'Olivier Houdé appelle les « derniers ajustements piagétiens[39] » dans une approche de l'épistémologie génétique faisant recours à la théorie mathématique des catégories. Les morphismes, sorte de généralisations de la notion de fonction, permettent en effet « la prise en compte d'un aspect de la cognition logico-mathématique qui ne procède pas de la transformation du réel (opérations et groupements d'opérations), mais de la simple activité de *mise en relation*[40] ». Cette lecture de l'approche catégorielle éclaircit, à notre avis, un aspect fondamental de l'analyse musicale transformationnelle, à savoir à la fois le dépassement d'une vision taxinomique et « objectale », pour reprendre un concept cher à l'épistémologue Gilles-Gaston Granger, et l'attention portée vers les transformations susceptibles de s'enchaîner non seulement selon un ordre qui respecte le déroulement chronologique de la pièce, mais aussi selon une « logique opératoire » créée par l'analyste. Cette logique, comme nous l'avons vu, se concrétise à travers une mise en relation d'objets et de morphismes dans un espace abstrait de potentialités. Pour paraphraser la conclusion de Lewin, dans le cas des progressions transformationnelles, quand nous sommes à un point d'une telle progression, nous sommes à un *instant* précis du temps, de la *narration* de la pièce, tandis que, dans le cas d'un réseau abstrait nous sommes plutôt à un *point* bien défini à l'intérieur d'un *espace* créé par la pièce. Dans un réseau spatial, les différents événements musicaux

> se déroulent à l'intérieur d'un univers bien défini de relations possibles tout en rendant l'espace abstrait de cet univers accessible à nos sensibilités. Autrement dit, l'histoire projette ce qu'on appelle traditionnellement la forme[41].

On est non seulement au cœur, comme nous l'avons indiqué, des réflexions de Granger sur la dualité de l'objectal et de l'opératoire, dualité grâce à laquelle « la saisie perceptive d'un phénomène se dédouble en acte de position d'objet et en un système d'opérations[42] », mais on touche ici à l'articulation entre *rétention* et *protention* qui est constituante de la phénoménologie husserlienne. De plus, une fois « naturalisée » la notion d'intervalle, comme proposée par Célestin

39 O. Houdé, « La référence logico-mathématique en psychologie : entre méthode universelle et rationalité arrogante », in O. Houdé et D. Miéville (éds), *Pensée logico-mathématique, nouveaux objets interdisciplinaires*, Paris, Presses Universitaires de France, 1993, p. 47-119.

40 O. Houdé et D. Miéville (éds), *Pensée logico-mathématique, nouveaux objets interdisciplinaires*, Paris, Presses Universitaires de France, 1993, p. 116. Souligné dans le texte original.

41 D. Lewin, *Musical Form and Transformation*, 1993, p. 41.

42 G.-G. Granger, *Formes, opérations, objets*, Paris, Vrin, 1994, p. 57.

Deliège dans son chiffrage spectral de l'harmonie atonale, et interprétée à l'intérieur d'un paradigme transformationnel, projet auquel l'auteur aurait sans doute porté son soutien, on aurait une autre instance d'une démarche analytique que nous avons qualifié ailleurs de « phénoméno-structurale »[43]. La *Set Theory* dans sa version transformationnelle et avec la prise en compte de la composante physique, représente ainsi une démarche grâce à laquelle on pourrait arriver à concilier certaines instances du structuralisme, auquel Célestin Deliège a souvent montré un attachement, avec d'autres orientations philosophiques, en particulier la phénoménologie husserlienne, principalement dans le projet d'une naturalisation et mathématisation de celle-ci, comme indiqué, par exemple, par Jean Petitot ou Frédéric Patras[44]. De plus, si l'un des aspects qui caractérisent la pensée phénoménologique est l'attention envers la dynamique de l'intuition conceptuelle, comme le philosophe Jocelyn Benoist le souligne dans son étude sur la pertinence phénoménologique de la théorie des catégories[45], l'importance que David Lewin accorde au processus de construction au sein d'une analyse transformationnelle suggère la possibilité d'une articulation nouvelle entre démarche phénoménologique et approche structurale en analyse musicale. De même que « la phénoménologie husserlienne des mathématiques est structurale en ce qu'elle se fixe sur les invariances […] dont elle fait le cœur de l'objectité mathématique en tant qu'objectité formelle », l'analyse transformationnelle est phénoménologique tout en étant structurale, le groupe de transformation qui opère sur l'espace musical étant confronté systématiquement au

43 Voir, en particulier, M. Andreatta, « Mathématiques, Musique et Philosophie dans la tradition américaine : la filiation Babbitt/Lewin », in M. Andreatta, F. Nicolas et Ch. Alunni (éds), *À la lumière des mathématiques et à l'ombre de la philosophie. Dix ans de séminaire Mamuphi*, Sampzon, Ircam-Delatour France, Collection « Musique/Sciences », 2012.

44 Voir J. Petitot, « Phénoménologie computationnelle et objectivité morphologique », in J. Proust et E. Schwartz (éds), *La connaissance philosophique. Essais sur l'œuvre de Gilles-Gaston Granger*, Paris, Presses Universitaires de France, 1994, p. 213-248, et F. Patras, « Phénoménologie et théorie des catégories », in L. Boi (éd.), *New Interactions of Mathematics with Natural Sciences and the Humanities*, Berlin-Heidelberg, Springer, 2003, p. 401-419. Pour une discussion sur quelques enjeux de la démarche phénoménologique à partir des problèmes théoriques posés par la formalisation algébrique et catégorielle en analyse musicale transformationnelle, voir M. Andreatta et J. Petitot, « Démarche structurale et approche phénoménologique sont-elles incompatibles ? », séance du séminaire *Mamuphi* (Mathématique, musique et philosophie) du 4 février 2012 (http://repmus.ircam.fr/moreno/mamuphi).

45 Voir J. Benoist, « Mettre les structures en mouvement : la phénoménologie et la dynamique de l'intuition conceptuelle. Sur la pertinence phénoménologique de la théorie des catégories », in L. Boi, p. Kerszberg et F. Patras (éds), *Rediscovering Phenomenology: Phenomenological Essays on Mathematical Beings, Physical Reality, Perception and Consciousness*, Berlin-Heidelberg, Springer, 2007.

processus perceptif propre à la subjectivité de l'analyste. À partir de réflexions de mathématiciens sur la portée phénoménologique de l'activité mathématique contemporaine et en comparant ces auteurs avec d'autres orientations plus épistémologiques sur la portée cognitive de la réflexion phénoménologique, le set-théoricien transformationnel et naturalisé pourrait ainsi arriver à donner suite au projet inachevé de Célestin Deliège tout en ouvrant des nouvelles perspectives dans le questionnement critique en musicologie[46].

46 Je tiens à remercier les organisateurs du colloque *Modernité musicale et musicologie critique en hommage à l'apport de Célestin Deliège* pour l'invitation ainsi que pour avoir sollicité la rédaction de cet article. Un remerciement particulier à Irène Deliège et Vincent Tiffon pour leur relecture attentive et leurs conseils.