HAL
open science

Les nouveaux espaces de la notation musicale

Dominique Fober, Jean Bresson, Pierre Couprie, Yann Geslin

To cite this version:

Dominique Fober, Jean Bresson, Pierre Couprie, Yann Geslin. Les nouveaux espaces de la notation musicale. Journées d'Informatique Musicale, Faculté de musique de l'Université de Montréal, 2015, Montréal, Canada. hal-01160759v1

HAL Id: hal-01160759

https://hal.science/hal-01160759v1

Submitted on 7 Jun 2015 (v1), last revised 8 Jun 2015 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES NOUVEAUX ESPACES DE LA NOTATION MUSICALE

GROUPE DE TRAVAIL AFIM

Dominique Fober
GRAME
fober@grame.fr

Jean Bresson
IRCAM
jean.bresson@ircam.fr

Pierre Couprie
IReMus
pierre.couprie@paris-sorbonne.fr

Yann Geslin
INA/GRM
ygeslin@ina.fr

RÉSUMÉ

La notation de la musique sert les besoins de la représentation, de l'écriture et de la création artistique. Confrontée aux nouvelles formes musicales comme les musiques électroniques, les œuvres interactives, le *live coding*, aux phénomènes de migration de l'instrument musical vers des plates-formes gestuelles et mobiles, aux hybridations avec la danse, le design, le multimédia, la partition contemporaine est souvent étendue, éclatée sur des supports différents, revisitée à travers de nouvelles formes d'écriture. Cet article fait le point sur les évolutions actuelles de la notation musicale et sur les outils informatiques émergents pour servir ses besoins.

1. INTRODUCTION

Notation et création musicale s'influencent mutuellement [1], et les changements dans les formes de l'écriture de la musique sont très dépendants de leurs interactions. D'un certain point de vue, la notation musicale peut être considérée comme le miroir de la pensée musicale, ce qui implique une relation très dynamique entre les deux. Et de fait, l'adéquation de la notation musicale est essentielle pour le développement et l'évolution de la pensée musicale.

A partir des années cinquante, la partition traditionnelle a connu une myriade de transformations, d'adaptations, sous la contrainte des (r)évolutions musicales, couplées à des changements technologiques qui remettent en question les manières de penser la musique, mais également de l'écrire. Les approches purement graphiques, qui se placent en rupture des formes musicales traditionnelles [2, 3, 4], les partitions analytiques pour représenter la musique électroacoustique [5, 6, 7], les partitions à *re-composer* [8] ne sont que quelques exemples des courants qui traversent la musique contemporaine et sa notation.

L'informatique musicale est à la racine de beaucoup de ces évolutions. Elle a largement ouvert la voie à la spatialisation, à l'interaction, à la création de nouveaux instruments, pour ne citer que quelques territoires en cours d'exploration. Toutefois, le support et les outils informatiques pour la notation n'ont pas évolué en proportion à ces nouvelles formes musicales. Des logiciels tels que MuseScore ou LilyPond [9] (pour n'en citer que quelques-uns parmi les logiciels libres) fournissent des outils de gravure musicale efficaces, mais principalement dédiés aux usages traditionnels (similaires à la partition papier).

Cette situation a évolué de manière significative au cours des dernières années. De nouveaux outils pour la notation et la représentation de la musique sont apparus, permettant le développement de nouvelles formes d'écriture et de performance musicale, mais également d'analyse et de musicologie.

Dans ce contexte s'est créé en 2013 le groupe de travail intitulé *Les nouveaux espaces de la notation musicale* [1] avec pour objectif d'établir un bilan des mutations de la partition musicale induites par les pratiques contemporaines et de faire le point sur les outils informatiques pour la notation et la représentation de la musique accompagnant ces mutations.

En s'appuyant sur les séminaires et *workshops* organisés dans le cadre du groupe de travail, cet article fait la synthèse des usages et des outils actuels pour la représentation et la notation de la musique. Après un bref rappel sur les premières utilisations dans le domaine de la gravure musicale, nous aborderons cette synthèse sous deux angles : la création et l'analyse musicale.

2. LA GRAVURE MUSICALE

L'informatique musicale s'est penchée très tôt sur le problème de la représentation de la musique. Dès les années 1960 ; le langage DARMS (*Digital Alternate Representation of Musical Scores*) [10] a été développé dans le but d'encoder des partitions à l'aide d'un clavier d'ordinateur générique. Le langage a été ensuite décliné en une multitude de dialectes, dont un dialecte canonique nommé *Canonical DARMS*, décrit pour le première fois en 1976. Dans le même temps, le format et le programme SCORE sont apparus en 1971 [11]. Ils ont été conçus pour la création de partitions avec une qualité similaire à celle de la gravure musicale classique.

1 . http ://notation.afim-asso.org/

2.1. Les boites à outils

Ces premières démarches ont suivi des approches de type « boite à outils » [12]. Peu de systèmes ont cependant atteint un niveau de maturité satisfaisant. *Common Music Notation* [13], un package pour la notation musicale basé sur Common Lisp, peut-être considéré comme l'un des systèmes les plus aboutis.

2.2. Les compilateurs

Les approches de type « compilateur », produisant des partitions à partir de descriptions textuelles de la musique, se sont également développées de manière significative, notamment basées sur TEX. MusiXTEX [14] fait partie de ces outils : il s'agit d'un ensemble de macros TEX pour la gravure musicale. En raison de sa complexité, des préprocesseurs tels que PMX et M-Tx ont été conçus pour faciliter la description de la musique. Plus récemment, et basé sur un langage de *tags* similaire à TEX, LilyPond [9] est une initiative open source plus simple et plus intuitive, qui inclut notamment des capacités de mise en page automatique. Ces différents systèmes produisent des fichiers PostScript, EPS ou PDF.

Suivant un principe similaire, le moteur Guido [15] opère également à partir d'une description textuelle de la musique. Le rendu est moins sophistiqué que celui de LilyPond, mais plus adapté à des contextes interactifs et au temps réel. De plus, il s'agit de la seule ressource pour la représentation symbolique de la musique qui soit disponible sous forme de bibliothèque multi-plateforme, embarquable dans une application indépendante.

2.3. Les applications

Parallèlement à ces approches, des logiciels spécialisés dans la gravure musicale se sont développés dans les années 1990. Le marché a été longtemps dominé par deux logiciels : Finale et Sibelius. Pour la qualité de son design, NoteAbility [2] [16] mérite également d'être mentionné. Dans une démarche plus centrée sur la recherche, NoteAbility fournit des capacités d'édition équivalentes à Finale et Sibelius, mais il permet également de séquencer des sons, de définir des courbes de contrôle, de déclencher des messages OSC. Plus récemment, MuseScore (figure 1) s'est présenté comme une solution *open source* pour la gravure musicale, rivalisant avec les solutions précédentes.

2.4. Edition sur le Web

L'édition musicale sur le web ouvre des perspectives nouvelles, tant pour la création musicale [17] que pour les modes d'édition et de partage des partitions. Les outils existants

2. http://debussy.music.ubc.ca/NoteAbility/

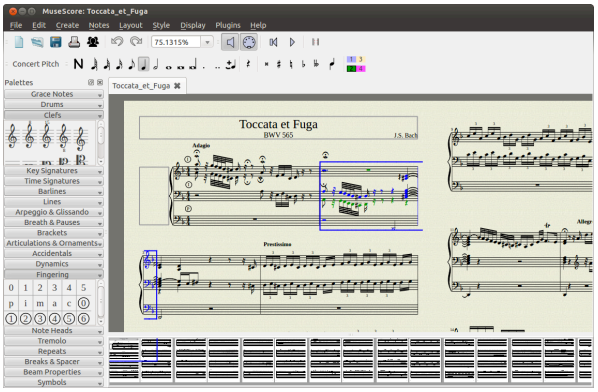

Figure 1. MuseScore - un éditeur de partitions musicales *open source*.

sont des applications d'édition musicale sur le web (Noteflight [3], Melodus [4] ou Scorio [5]), ou des services de compilation JIT principalement basés sur LilyPond (WebLily [6], LilyBin [7]) ou sur le moteur Guido [18].

Basées sur Java et JavaScript, les technologies actuelles permettent d'embarquer des capacités d'édition dans un navigateur Web [19]. Le déploiement Internet permet également de développer des approches collaboratives [20, 21]. Enfin des services Web nouveaux sont accessibles, avec par exemple le déploiement de l'API de la librairie Guido sous forme d'API Web [22].

3. NOTATIONS POUR LA CRÉATION

Les outils dédiés à la création musicale font appel à la notation de façon soutenue. Cependant les formes et usages de la notation varient de manière importante, en fonction des outils et des approches.

Dans l'environnement de programmation visuelle OpenMusic [23, 24], le support d'expression privilégié est un programme exprimé sous forme graphique (appelé *patch*), produisant ou transformant des données présentées à l'utilisateur sous forme de partition ou de représentations graphiques [25] (figure 2). Le temps fait partie des paramètres de ces programmes, mais il est aussi une constante musicale pouvant englober les programmes s'inscrivant dans le temps de l'œuvre [26, 27].

Dans PWGL [28] la notation symbolique trouve également un support sophistiqué avec la librairie ENP (*Expressive Notation Package*) [29], qui permet d'étendre la partition à des objets graphiques arbitraires, intégrant la programmation dans le cadre traditionnel de la notation symbolique, connectés à des outils de rendu sonore [30].

3. http://www.noteflight.com
4. http://www.melod.us
5. https://scorio.com
6. http://weblily.net
7. http://www.lilybin.com

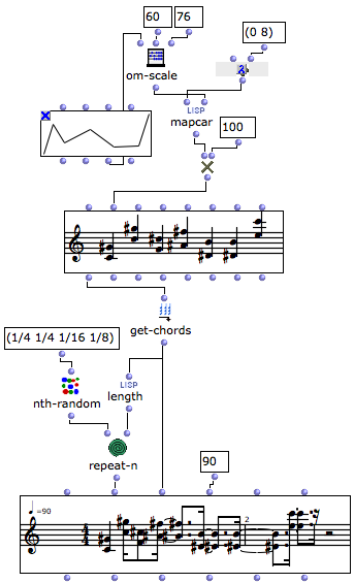

Figure 2. Notation musicale dans les programmes visuels OpenMusic.

Plus récemment, l'approche développée par Bach [31] au sein de l'environnement Max (figure 3) peut-être vue comme un croisement original entre notation et interaction (voir section 3.4). Bach est étendu d'une bibliothèque d'outils pour la manipulation et la production des structures musicales [32].

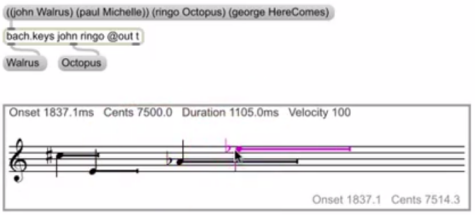

Figure 3. Bach : une librairie pour Max/MSP.

MaxScore [33] se situe dans la même lignée d'outils pour la notation intégrés dans un environnement de programmation temps réel (en l'occurrence Max) et pouvant interagir avec les processus compositionnels. L'intégration de Max dans le séquenceur Live (via Max4Live) offre des perspectives pour le déploiement de ces outils dans le temps d'une performance.

Iannix [8] [34] propose également une démarche originale, basée sur l'écriture et la représentation des structures temporelles dans un espace graphique tridimensionnel (figure 4). Il est notamment utilisé dans des oeuvres interactives du fait de sa capacité à être piloté via différents protocoles (MIDI, OSC, etc.).

8. http://www.iannix.org/

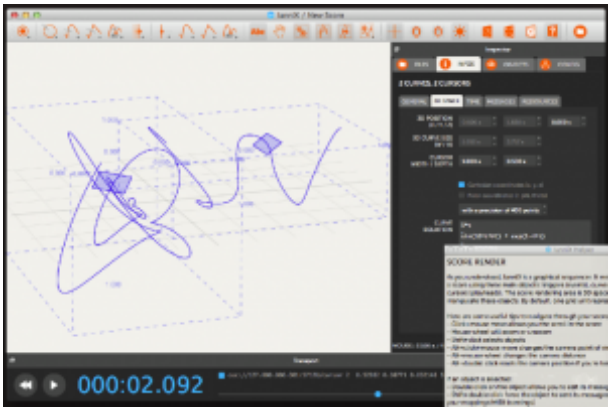

Figure 4. Iannix : partition graphique interactive.

La suite de cette section se concentre sur différents travaux regroupés suivant les aspect et processus musicaux mis en avant du point de vue de la notation.

3.1. Notation et écriture du son

Les compositeurs ont souvent utilisé une notation du son dans leurs œuvres mixtes [35]. Ce type de notation, proche de la transcription morphologique utilisée en analyse musicale, permet au musicien de se repérer facilement dans le déroulement de la bande magnétique ou des sons fixés. Par ailleurs et dans un but de préservation, les compositeurs ont été amenés à noter le son et les paramètres qui permettent de le recréer (par exemple dans *Kontakte* de Stockhausen). Toutefois, l'écriture du son n'a pour le moment pas trouvé sa place dans les logiciels d'édition de partition.

Les systèmes de notation du son non instrumental à caractère opératoire (c'est-à-dire permettant de calculer le son) font partie de l'histoire de l'informatique musicale. C'est Iannis Xenakis qui, dès les années 1970, a exploré ce domaine avec l'UPIC [36], une tablette graphique reliée à un ordinateur, sur laquelle l'utilisateur dessine des formes d'ondes et des enveloppes de volume qui sont ensuite traitées par l'ordinateur (figure 5). Ce type d'approche a été revisité sous diverses formes par la suite (par exemple dans les logiciels MetaSynth ou HighC), mettant à jour les limitations et les difficultés à décrire et à instancier un univers sonore basé sur une métaphore graphique.

D'autres outils, comme l'Acousmoscribe [37] mettent en avant l'exploitation et la traduction d'objets graphiques arbitraires en son, jusqu'à des travaux récents qui se situent dans une perspective compositionnelle [38, 39].

Quand la notation du son n'est pas abordée en tant que telle, le problème se pose souvent de représenter les paramètres de contrôle [40] qui constituent alors la partie émergente du son en tant qu'entité compositionnelle [41].

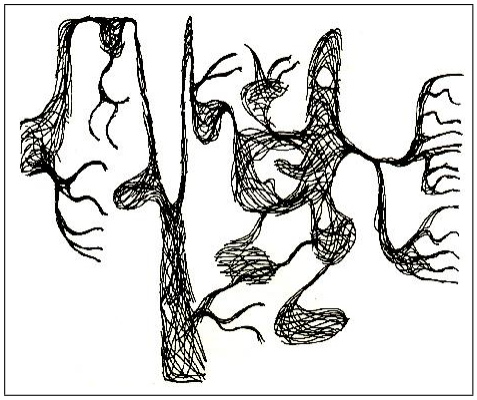

Figure 5. *Mycenae-Alpha* (1978) : première pièce créée par Iannis Xenakis avec l'UPIC.

3.2. Notation de l'espace

La spatialisation de la musique pose à la fois des problèmes de représentation (pour les outils d'édition) et le problème d'une notation adaptée à une démarche compositionnelle et performative. Dans le premier cas, les outils de spatialisation se sont dotés assez rapidement d'interfaces graphiques, proposant des formes de représentation des trajectoires sonores [42, 43].

Pour ce qui est de la notation, peu de travaux ont été publiés à l'heure actuelle. Suivant une approche à la fois descriptive et prescriptive, une proposition de notation des activités de spatialisation basée sur le paradigme de la notation de la musique classique occidentale a été présentée par B. Merlier lors d'un séminaire du groupe de travail [44] (figure 6).

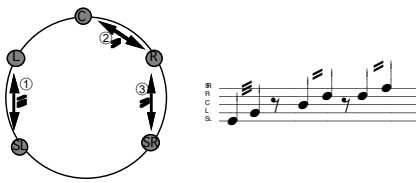

Figure 6. Trois trilles d'espace : notation graphique vs. notation sur portée [44].

3.3. Notation du geste

Le geste est omniprésent dans les rapports à l'instrument de musique. Il est pris en compte dans la notation musicale lorsque celle-ci adopte un paradigme prescriptif, avec l'usage de tablatures par exemple. Mais généralement, la notation s'affranchit de ce geste en figurant le résultat à obtenir sous forme de représentations symboliques de la musique. Toutefois, les créations contemporaines ne peuvent se satisfaire de cette approche, soit en raison des mutations survenues dans les systèmes compositionnels, pour lesquels un nouveau rapport à l'interprétation doit être envisagé, soit en raison la difficulté inhérente à noter les sons non instrumentaux et non tempérés [45]. Définir un système de notation devient alors critique pour le développement d'un répertoire attaché à de nouveaux instruments tels que le Karlax [9] [46] ou le T-Stick [10].

De plus, le geste a tendance à s'émanciper de l'instrument pour devenir un objet d'écriture à part entière, comme on le voit apparaître dès les années 1960 par exemple dans l'œuvre de Stockhausen [47], ou, plus récemment, dans celle de Thierry De Mey [48] (figure 7).

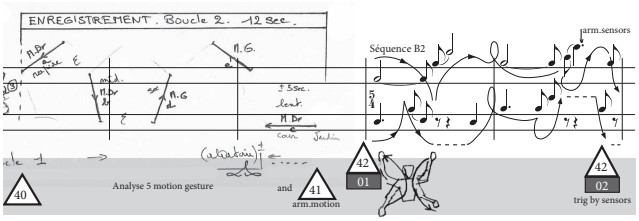

Figure 7. Light Music - Thierry De Mey : extrait de la partition.

Cependant, peu de travaux sur la représentation du geste se situent dans une perspective pérenne. De ce point de vue, l'écriture chorégraphique est largement en avance, comme le montrent les systèmes Laban [49] et Benesh [50]. Le domaine est toutefois récent et l'émergence de conférences telles que MOCO [51] laissent espérer le développement de nouvelles approches.

3.4. Noter les musiques interactives

Le domaine des musiques interactives pose le problème de la représentation dynamique de la musique. Les notations musicales générées en interaction avec des performances existent depuis plus d'une dizaine d'années : comme l'indique Freeman [52], de nombreuses approches existent, basées sur la sélection de fragments de partitions [53], sur le mélange d'éléments symboliques et graphiques [54], sur l'utilisation de notations non conventionnelles [55] ou sur des notations complexes basées sur la portée traditionnelle [56]. Ces travaux sont basés sur des outils conçus pour des approches compositionnelles spécifiques. Didkovsky par exemple, utilise JMSL [57], une extension du langage de programmation Java, pour concevoir ses partitions interactives. Avec Bach [31] ou MaxScore [33] cependant, la notation musicale peut désormais être liée à l'interaction avec des outils standards [58].

INScore [59] représente probablement l'environnement le plus abouti pour la conception de partitions dynamiques et pour l'interaction (figure 8). Il est naturellement interfacé

9. http://www.karlax.com/
10. http://www.idmil.org/projects/the_t-stick

avec les environnements majoritairement utilisés pour le design sonore via le protocole OSC et bénéficie d'interfaces supplémentaires [60]. Bien que relativement récent, INScore est utilisé dans nombre de créations contemporaines, nourries de démarches spécifiques sur les partitions dynamiques [61, 62, 63].

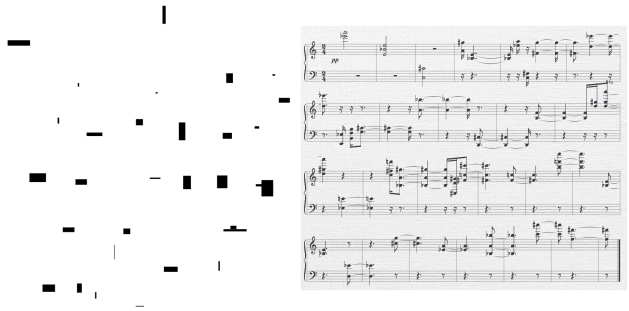

Figure 8. December Variations de Richard Hoadley : une version dynamique de December 1952 de Earle Brown réalisée avec INScore.

L'interaction musicale est aujourd'hui largement associée à différentes techniques de suivi temps réel, qui sont traités avec des outils comme Antescofo [64] dont l'interface graphique, Ascograph (figure 9), constitue une forme de partition [65, 66].

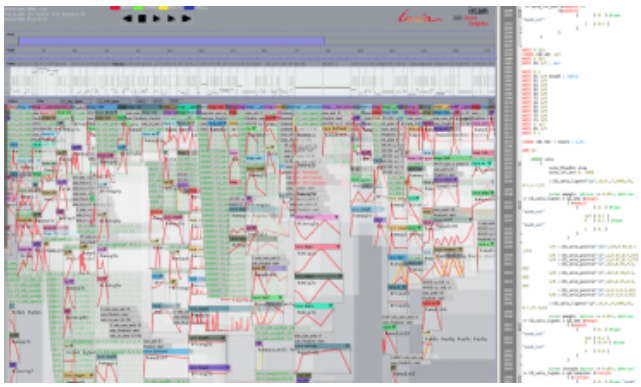

Figure 9. Ascograph : l'éditeur graphique pour partitions Antescofo.

Les partitions mobiles de Mike Solomon [67] proposent une autre forme d'interaction, qui consiste à explorer l'influence du placement des symboles dans la portée sur notre lecture de la musique (figure 10).

Des formes d'interactions avec le support papier sont également à l'étude [68] et mises en oeuvre dans des créations artistiques, notamment pour capturer le geste du compositeur [69, 70].

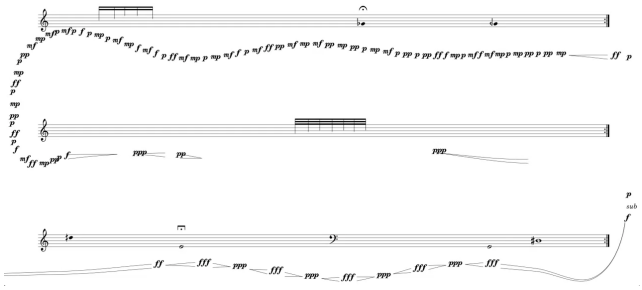

Figure 10. *Patchy the autobot*, partition mobile de Mike Solomon.

3.5. *Live coding*

De nouveaux genres musicaux tels que le *live coding* viennent remettre en question le statut de la partition musicale [71]. En particulier, le code utilisé pour écrire la musique possède un triple statut : il opère d'une part comme un langage de programmation, il constitue par ailleurs une nouvelle forme de représentation de la musique et, enfin, il acquiert un statut d'art graphique par projection du code lors de la performance. Dans les environnements pour le *live coding*, l'absence de ligne temporelle dans le code pose alors problème [72].

4. ANALYSE MUSICALE ET PÉDAGOGIE

L'analyse musicale s'est toujours servie de la représentation pour modéliser l'évolution des structures dans le temps [73]. Les représentations musicales sont souvent basées sur les partitions ou proposent une autre manière de représenter les informations contenues dans la partition, mettant en valeur les éléments implicites ainsi que les résultats de l'analyse musicale. Philippe Lalitte propose de classer les logiciels d'aide à l'analyse musicale en deux catégories [74] : les logiciels d'analyse computationnelle et les logiciels de représentation basés sur le sonagramme.

Les logiciels d'analyse computationnelle utilisent l'analyse des éléments de la partition pour mettre en évidence leurs structures sous-jacentes. Il existe de nombreux exemples de ce type de logiciels depuis les travaux historiques d'André Riotte et de Marcel Mesnage avec le *Morphoscope*, jusqu'aux derniers développements d'OpenMusic [75] ou d'HexaChord [76] (figure 11).

Les musicologues ont aussi utilisé la partition comme support d'analyse. Les travaux du groupe APM de l'Ircam se concentrent sur l'étude des processus créateurs et la réalisation de différentes maquettes permettant de tester l'informatisation des processus d'analyse : les écoutes signées [11] permettent d'annoter ou d'organiser en représentations les es-

11. http://apm.ircam.fr/ecoutes_signees/

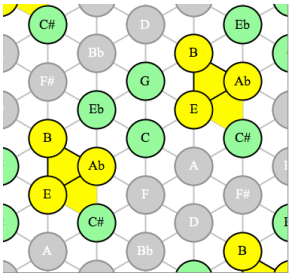

Figure 11. Tonnetz (ou réseau de notes) : une des représentations graphiques proposées par Hexachord.

quisses du compositeur et la Bachothèque [12] permet d'étudier l'interprétation en ajoutant les informations de tempo et d'intensité à la partition. Avec Rekall [77] (figure 12), l'analyse des processus créatifs pourrait enfin trouver l'outil idéal : il permet de documenter l'ensemble des fichiers nécessaires à la création d'une œuvre durant le moment de la création tout en étant le moins intrusif possible. La partition peut ainsi être mise en relation avec les fichiers informatiques, les documents de travail ou les enregistrements des différentes performances.

Le logiciel iAnalyse [78] (figure 13) a été le premier à permettre l'annotation de partitions à des fins d'analyse musicale ou de pédagogie : le musicologue ou le pédagogue élabore son analyse en annotant la partition à l'aide d'un système graphique sur plusieurs couches. iAnalyse peut aussi gérer des lignes de structure ou générer des graphiques de tempo à l'aide de curseurs. L'annotation peut être réalisée en ligne afin de partager l'analyse critique des manuscrits et des partitions comme dans le cas du projet NEUMA [79].

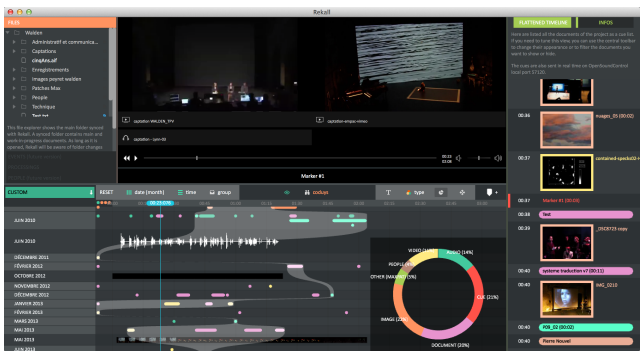

Figure 12. Rekall : un environnement pour documenter et analyser les processus de création.

La représentation morphologique est quant à elle très utilisée dans l'analyse des musiques électroacoustiques. L'absence de partition ou son caractère incomplet (par exemple dans le cas de la musique mixte) sont alors compensés par l'utilisation du sonagramme, trace de l'œuvre sur laquelle

12 . http://apm.ircam.fr/performance_analysis/

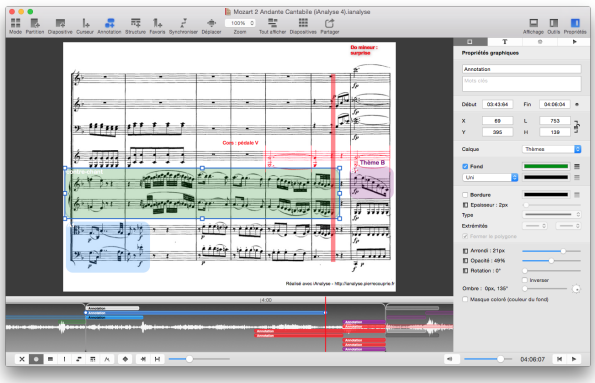

Figure 13. iAnalyse : un outil d'aide à l'analyse musicale à l'aide d'annotations graphiques.

il est possible d'éditer des annotations permettant de représenter les paramètres d'analyse. A la suite de l'Acousmographe [80] (figure 14), plusieurs autres logiciels sont apparus com-me EAnalysis [81] (figure 15), TIAALS [82] ou l'Acousmoscribe [37] offrant des possibilités analytiques toujours plus importantes.

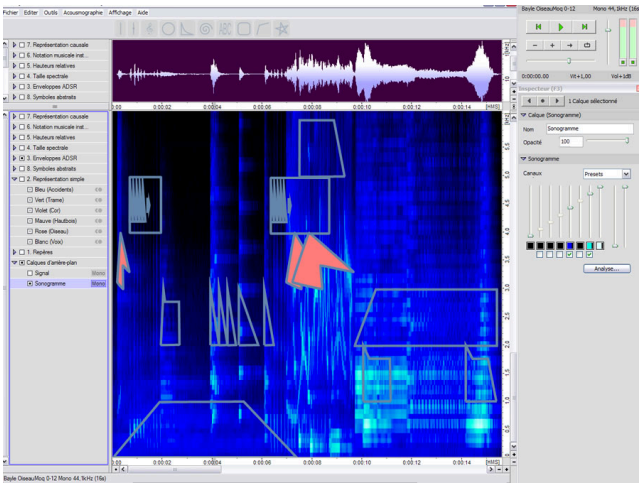

Figure 14. L'Acousmographe : un outil de transcription des musiques électroacoustiques.

La pédagogie se nourrit bien évidemment de l'analyse musicale et des différentes technologies qu'elle a suscitées. Le pianiste Pavlos Antoniadis propose ainsi une méthode permettant de réduire les partitions complexes afin d'en faciliter leur apprentissage à l'aide d'une représentation des gestes (figure 16) [83, 84].

Dans le processus d'apprentissage et de travail instrumental, la partition peut être également vue comme un élément central, fournissant à l'instrumentiste un feedback porteur de vertus pédagogiques, notamment par le biais de *représentations objectives* de la performance [85].

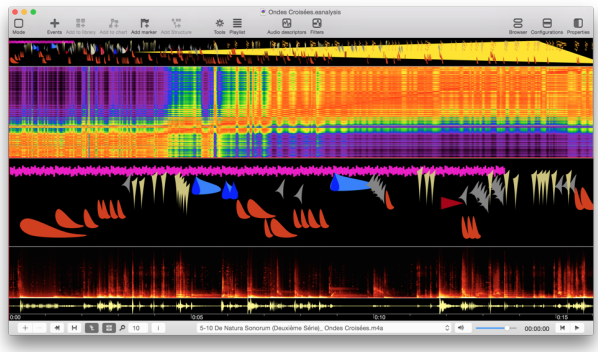

Figure 15. EAnalysis : un outil d'aide à l'analyse de la musique électroacoustique.

5. CONCLUSION, PERSPECTIVES

Au terme de ces deux années de travail, le groupe *Les nouveaux espaces de la notation musicale* a permis de réaliser d'un état des lieux des technologies pour la notation musicale. Les approches présentées lors des séminaires et *workshops* sont disponibles en ligne [13] , ainsi qu'un certain nombre pointeurs sur des ressources existantes, par exemple celle maintenue par Ryan Ross Smith [86].

La complexité et de la multiplicité des approches et des réalisations dans le domaine de la notation et de la représentation de la musique ont clairement émergé de l'ensemble des travaux que nous avons rencontrés. L'adéquation entre les technologies informatiques actuelles et les besoins des musiciens, compositeurs, chercheurs et pédagogues, est également apparue comme un facteur de diversité et de richesse, témoignant de la multiplicité des démarches musicales, tant d'un point de vue compositionnel, qu'analytique ou pédagogique.

L'utilisation d'interfaces et de langages ouverts semble être de plus en plus courante dans le domaine de la création artistique. De même l'étude des musiques anciennes, des musiques non notées ou des *sound-based music* suscitent de plus en plus de développements informatiques spécifiques. Or, il est apparu durant les *workshops* que ces domaines, jusque là isolés les uns des autres, répondaient souvent aux mêmes questions avec des approches différentes ou complémentaires.

C'est dans cet esprit qu'à l'initiative du groupe de travail, la conférence TENOR [14] (*International Conference on Technologies for Music Notation and Representation*) verra sa première édition en mai 2015 à Paris. Elle a pour objectif de poursuivre le travail engagé durant les *workshops*, de faire émerger le domaine de la représentation et de la notation comme un domaine de recherche à part entière, et de le dynamiser en réunissant annuellement les acteurs de l'informatique musicale, aussi bien chercheurs que compositeurs, dans une confrontation aux problématiques de la création contemporaine.

13 . http://notation.afim-asso.org/
14 . http://tenor2015.tenor-conference.org

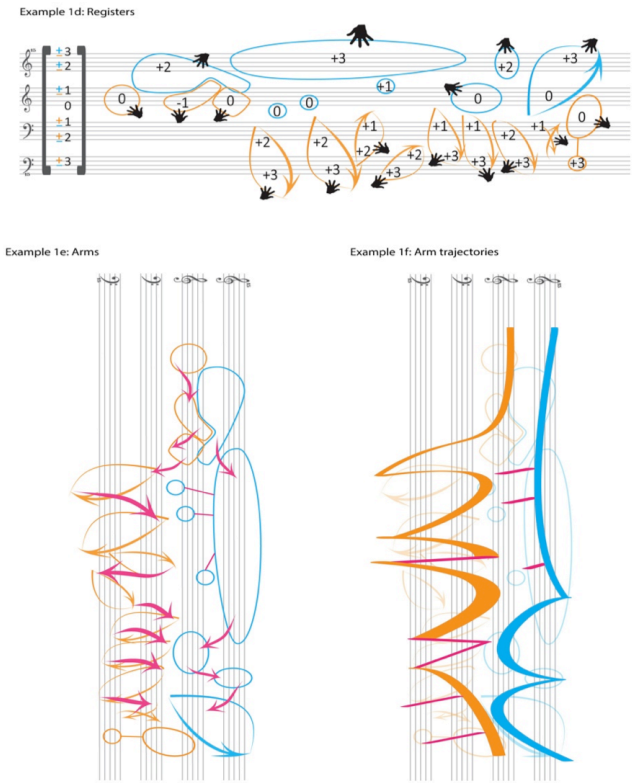

Figure 16. Registres et trajectoires : une réécriture de *Mists* de Iannis Xenakis à des fins pédagogiques.

6. REFERENCES

[1] Jean-Yves Bosseur. *Du son au signe*. Alternatives, Paris, 2005.

[2] Earle Brown. *December 1952*. Associated Music Publishers, New York, 1959.

[3] Dieter Schnebel. *Mo-No : Music to Read*. 1969.

[4] Jean-Yves Bosseur Sylvie Bouissou, Christian Goubault. *Histoire de la notation*. 2005.

[5] Laurent Pottier. Analyse de Turenas - John Chowning. In *Portraits Polychromes*. INA-GRM, 2004.

[6] Rainer Wehinger. *Ligeti - Artikulation : An Aural Score*. 1970.

[7] Pierre Couprie. (re)presenting electroacoustic music. *Organised Sound*, 11(2) :119–124, 2006.

[8] John Cage. *Variation I-VI*. Henmar Press, New York, 1960-1966.

[9] Han-Wen Nienhuys and Jan Nieuwenhuizen. LilyPond, a system for automated music engraving. In *Proceedings of the XIV Colloquium on Musical Informatics*, 2003.

[10] E. Selfridge-Field. *DARMS, Its Dialiects, and Its Uses*, pages 163–174. MIT Press, 1997.

[11] Smith Leland. Score. In Eleanor Selfridge-Field, editor, *Beyond MIDI, The handbook of Musical Codes.*, chapter 19, pages 252–280. MIT Press, 1997.

[12] Gérard Assayag and Dan Timis. A toolbox for music notation. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*, pages 173–178. ICMA, 1986.

[13] Bill Schottstaedt. Common music notation. In Eleanor Selfridge-Field, editor, *Beyond MIDI, The handbook of Musical Codes.*, chapter 16. MIT Press, 1997.

[14] Daniel Taupin, Ross Mitchell, and Andreas Egler. *MusiXTeX Using TeX to write polyphonic or instrumental music.* April 2011.

[15] C. Daudin, Dominique Fober, Stephane Letz, and Yann Orlarey. The guido engine – a toolbox for music scores rendering. In LAC, editor, *Proceedings of Linux Audio Conference 2009*, pages 105–111, 2009.

[16] Keith Hamel. NoteAbility, a comprehensive music notation system. In *Proceedings of the International Computer Music Conference.*, pages 506–509, 1998.

[17] Gilbert Nouno. Web score, web édition, partitions interactives – eléments prospectifs. In *L'édition musicale sur le web.* GT-Notation, GRAME, 2014.

[18] Renz K. and H. Hoos. A Web-based Approach to Music Notation Using GUIDO. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*, pages 455–458. ICMA, 1998.

[19] Steven Varoumas. Retour sur le développement d'un outil de composition musicale à l'aide de gwt. In *L'édition musicale sur le web.* GT-Notation, GRAME, 2014.

[20] Daniel Martín and François Pachet. A javascript library for collaborative composition of leadsheets. In *Interactive Music Notation and Representation Workshop*. GT-Notation, Goldsmiths University of London, 2014.

[21] Mike Solomon. Purcell - a dynamic relational model of music engraving. In *L'édition musicale sur le web.* GT-Notation, GRAME, 2014.

[22] Mike Solomon, Dominique Fober, Yann Orlarey, and Stéphane Letz. Déploiement des services du moteur de rendu de partitions guido sur internet. In *Actes des Journées d'Informatique Musicale*, pages 42–46, Bourges, France, 2014.

[23] Carlos Agon. *OpenMusic : un langage de programmation visuelle pour la composition musicale.* PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, France, 1998.

[24] Jean Bresson, Carlos Agon, and Gérard Assayag. OpenMusic. Visual Programming Environment for Music Composition, Analysis and Research. In *ACM MultiMedia 2011 (OpenSource Software Competition)*, Scottsdale, AZ, USA, 2011.

[25] Yannick Chapuis. La librairie OMXmulti pour OpenMusic : un outil d'aide à la précomposition musicale. In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[26] Jean Bresson and Carlos Agon. Scores, programs, and time representation : The sheet object in openmusic. *Computer Music Journal*, 32(4) :31–47, 2008.

[27] Jean Bresson and Carlos Agon. Visual programming and music score generation with openmusic. In *VL/HCC 2011 : IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, 2011.

[28] M. Laurson and M. Kuuskankare. PWGL : A Novel Visual Language Based on Common Lisp, CLOS, and OpenGL. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*, Gothenburg, Sweden, 2002.

[29] Mika Kuuskankare and Mikael Laurson. Expressive notation package. *Computer Music Journal*, 30(4) :67–79, 2006.

[30] Kuuskankare Mika and Laurson Mikael. Connecting graphical scores to sound synthesis in pwgl. In *Proceedings of the 7th Sound and Music Computing Conference*, pages 429–433, 2010.

[31] Andrea Agostini and Daniele Ghisi. Bach : An environment for computer-aided composition in max. In ICMA, editor, *Proceedings of International Computer Music Conference*, pages 373–378, 2012.

[32] Andrea Agostini, Eric Daubresse, and Daniele Ghisi. cage : a high-level library for real-time computer-aided composition. In *Proceedings of the ICMC/SMC 2014*, pages 308–313, 2014.

[33] Georg Hajdu and Nick Didkovsky. Maxscore – current state of the art. In ICMA, editor, *Proceedings of International Computer Music Conference*, pages 156–162, 2012.

[34] Guillaume Jacquemin and Matthieu Ranc. Iannix 0.9 : Partition graphique interactive. In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[35] Bruno Bossis. The analysis of electroacoustic music : from sources to invariants. *Organised Sound*, 11(2) :101–112, 2006.

[36] Gérard Marino, Jean-Michel Raczinski, and Marie-Hélène Serra. The new upic system. In *Proceedings of the 1990 International Computer Music Conference*, pages 249–52, 1990.

[37] Jean-Louis Di Santo. L'acousmoscribe. In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[38] Marlon Schumacher. A dictionary-based approach for the notation of musical audio. In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[39] Mika Kuuskankare and Sara Adhitya. The sum tool as a visual controller for image-based sound synthesis. In *Proceedings International Computer Music Conference*, pages 116–119. ICMA, 2012.

[40] Julia Blondeau. Notation et espaces compositionnels : processus et enjeux musicaux. In *Journée d'étude #2*. GT-Notation, IRCAM, 2014.

[41] Jean Bresson and Carlos Agon. Temporal Control over Sound Synthesis Processes. In *Sound and Music Computing Conference*, Marseille, France, 2006.

[42] Laurent Pottier. Dynamical spatialisation of sound. holophon : a graphical and algorithmical editor for sigma 1. In *Proceedings of DafX'98*, 1998.

[43] Jean Bresson. Spatial Structures Programming for Music. In *Spatial Computing Workshop - SCW'12*, Valencia, Spain, 2012.

[44] Bertrand Merlier. Notation de l'espace en musique électroacoustique : du geste au signe. In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[45] Marco Stroppa. Quelques paradigmes sur des notations de la musique électronique. In *Journée d'étude #2*. GT-Notation, IRCAM, 2014.

[46] Tom Mays and Francis Faber. A notation system for the karlax controller. In Baptiste Caramiaux, Koray Tahiroglu, Rebecca Fiebrink, and Atau Tanaka, editors, *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, pages 553–556, London, United Kingdom, June 30 – July 03 2014. Goldsmiths, University of London.

[47] Karlheinz Stockhausen. Mikrophonie I (1965), für Tamtam, 2 Mikrophone, 2 Filter und Regler. *Texte zur Musik*, 3, 1971.

[48] Jean Geoffroy. Le geste dans l'oeuvre musicale, la musique et le mouvement. In Grame, editor, *Le feedback dans la création musicale - Actes des rencontres musicales pluridisciplinaires.*, 2006.

[49] Rudolf von Laban. *Principles of dance and movement notation : With 114 basic movement graphs and their explanation*. Macdonald & Evans, 1956.

[50] Rudolf Benesh and Joan Benesh. *An introduction to Benesh movement-notation : dance*, volume 16. Dance Horizons, 1969.

[51] *MOCO '14 : Proceedings of the 2014 International Workshop on Movement and Computing*, Paris, France, 2014. ACM.

[52] Jason Freeman. Bringing instrumental musicians into interactive music systems through notation. *Leonardo Music Journal*, 21(15-16), 2011.

[53] David Kim-Boyle. Musical score generation in valses and etudes. In *Proceedings of the 2005 conference on New interfaces for musical expression*, NIME '05, pages 238–239, Singapore, Singapore, 2005. National University of Singapore.

[54] Gerhard E. Winkler. The realtime score. A missing link in computer music performance. In *Proceedings of the Sound and Music Computing conference - SMC'04*, 2004.

[55] Jürg Gutknecht, Art Clay, and Thomas Frey. Goingpublik : using realtime global score synthesis. In *Proceedings of the 2005 conference on New interfaces for musical expression*, NIME '05, pages 148–151, Singapore, Singapore, 2005. National University of Singapore.

[56] Nick Didkovsky. Recent compositions and performance instruments realized in the java music specification language. In *Proceedings of the 2004 international computer music conference*, pages 746–749, 2004.

[57] Nick Didkovsky and Phil Burk. Java music specification language, an introduction and overview. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*, pages 123–126, 2001.

[58] Georg Hajdu. Interactive and real-time composition with soloists and music ensembles. In *Interactive Music Notation and Representation Workshop*. GT-Notation, Goldsmiths University of London, 2014.

[59] Dominique Fober, Yann Orlarey, and Stephane Letz. Inscore – an environment for the design of live music scores. In *Proceedings of the Linux Audio Conference – LAC 2012*, 2012.

[60] Joachim Heintz. Interfacing csound with inscore. In *Dynamic scores for interactive music.* GT-Notation, GRAME, CIEREC, 2013.

[61] Sandeep Bhagwati and Michal Seta. Interactive scores for ensemble comprovisation. In *Dynamic scores for interactive music.* GT-Notation, GRAME, CIEREC, 2013.

[62] Jean-Baptiste Barriére. Towards "distant mirrors". In *Dynamic scores for interactive music.* GT-Notation, GRAME, CIEREC, 2013.

[63] Richard Hoadley. Physical interaction and interpretation in the live generation of musical scores. In *Dynamic scores for interactive music.* GT-Notation, GRAME, CIEREC, 2013.

[64] Arshia Cont. Antescofo : Anticipatory synchronization and control of interactive parameters in computer music. In *International Computer Music Conference (ICMC)*, 2008.

[65] José Echeveste and Thomas Coffy. The antescofo musical notation : programming realtime musical interactivity. In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[66] Thomas Coffy, Arshia Cont, and Jean-Louis Giavitto. Sequencing and score following for interactive music. In *Seminar on Music Notation and Computation*. GT-Notation, Queen Mary University of London, 2014.

[67] Mike Solomon. tools.py : une librarie de gravure musicale mobile. In *Journée d'étude #2*. GT-Notation, IRCAM, 2014.

[68] Mathieu Chailloux, Jérémie Garcia, and Carlos Agon. Vers des partitions interactives pour l'aide à la composition et à l'analyse musicale. In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[69] Jérémie Garcia, Gilbert Nouno, and Philippe Leroux. Quid sit musicus : Interacting with calligraphic gestures. In *Interactive Music Notation and Representation Workshop*. GT-Notation, Goldsmiths University of London, 2014.

[70] Jérémie Garcia, Philippe Leroux, and Jean Bresson. pom - linking pen gestures to computer-aided composition processes. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 2014.

[71] Thor Magnusson. Algorithms as scores : Coding live music. *Leonardo Music Journal*, 21 :19–23, 2011.

[72] Thor Magnusson. Timelines in algorithmic notation. In *Interactive Music Notation and Representation Workshop*. GT-Notation, Goldsmiths University of London, 2014.

[73] Jean-Marc Chouvel. Musical analysis and the representation. In *7e Congrès Européen d'Analyse Musicale Euromac*, 2011.

[74] Philippe Lalitte. Du son au sens : vers une approche sub-symbolique de l'analyse musicale assistée par ordinateur. *Musurgia*, 18(1-2) :100–116, 2011.

[75] Jean Bresson and Carlos Pérez Sancho. New Framework for Score Segmentation and Analysis in OpenMusic. In *Sound and Music Computing Conference*, Copenhagen, Denmark, 2012.

[76] Louis Bigo, Moreno Andreatta, Jean-Louis Giavitto, Olivier Michel, and Antoine Spicher. Computation and visualization of musical structures in chord-based simplicial complexes. In *Mathematics and Computation in Music*, pages 38–51. Springer - LNCS 7937, 2013.

[77] Clarisse Bardiot and Guillaume Marais. Rekall : un environnement open-source pour documenter, analyser les processus de création et simplifier la reprise des œuvres. In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[78] Pierre Couprie. Utilisations avancées du logiciel ianalyse pour l'analyse musicale. In *Actes des Journées d'Informatique Musicale JIM2010, Rennes*, pages 113–118, 2010.

[79] Alice Tacaille and Dang Nguyen Bac. Deux bases de données musicales avec développements musicxml : Carnet de notes (analyse) et neuma (cnrs - bibliothèque numérique). In *Journée d'étude #1*. GT-Notation, MINT-OMF, 2013.

[80] Yann Geslin and Adrien Lefevre. Sound and musical representation : the acousmographe software. In *ICMC'04 : Proceedings of the International Computer Music Conference*, pages 285–289. ICMA, 2004.

[81] Pierre Couprie. Eanalysis : Aide a l'analyse de la musique electroacoustique. In Numediart, editor, *Actes des Journées d'Informatique Musicale JIM2012, Mons*, pages 183–189, 2012.

[82] Michael Clarke, Frédéric Dufeu, and Peter Manning. Deriving a chart-organised notation from a sonogram based exploration : Tiaals (tools for interactive aural analysis). In *Interactive Music Notation and Representation Workshop*. GT-Notation, Goldsmiths University of London, 2014.

[83] Pavlos Antoniadis. Corporeal navigation of complex notation : Embodied and extended cognition as a model for discourses and tools for complex piano music after 1950. In *Journée d'étude #2*. GT-Notation, IRCAM, 2014.

[84] Pavlos Antoniadis, Frédéric Bevilacqua, and Dominique Fober. Gesture cutting through textual complexity : Towards a tool for online gestural analysis and control of complex piano notation processing. In *Proceedings of the 9th Conference on Interdisciplinary Musicology – CIM14. Berlin, Germany*, 2014.

[85] D. Fober, S. Letz, and Y. Orlarey. Vemus - feedback and groupware technologies for music instrument learning. In *Proceedings of the 4th Sound and Music Computing Conference SMC'07 - Lefkada, Greece*, pages 117–123, 2007.

[86] Ryan Ross Smith. Animated notation dot com : 2014 report. In *Interactive Music Notation and Representation Workshop*. GT-Notation, Goldsmiths University of London, 2014.