

EANALYSIS : AIDE A L'ANALYSE DE LA MUSIQUE ELECTROACOUSTIQUE

Pierre Couprie

MTI, Université De Montfort (Leicester) / OMF-MINT, Université Paris-Sorbonne (Paris)
pierre.couprie@paris-sorbonne.fr

RÉSUMÉ

Cet article présente le logiciel EAnalysis, logiciel d'aide à l'analyse musicale dans le domaine de la musique électroacoustique. Le développement, qui est en cours de réalisation et ce poursuivra jusqu'en octobre 2013, s'inscrit dans le projet de création d'une boîte à outils pour l'analyse de la musique électroacoustique à l'Université De Montfort de Leicester (Grande-Bretagne). EAnalysis a pour objectif d'expérimenter de nouvelles formes de représentations graphiques et de nouvelles méthodes d'analyse musicale pour cet art encore très jeune dont les pratiques ne cessent de s'enrichir de jours en jours. A terme, il permettra de manipuler des sources variées (audio, vidéo, image, données extraites d'autres logiciels, etc.) à travers une interface simple, modulaire et intuitive. Il offrira aussi la possibilité de partager facilement ses analyses et de développer ses propres outils analytiques.

1. INTRODUCTION

Le logiciel EAnalysis¹ s'inscrit dans le projet de recherche *New Multimedia Tools for Electroacoustic Music Analysis* mené par le centre de recherche *Music, Technology and Innovation*² de l'université De Montfort de Leicester (Grande Bretagne). Le projet est placé sous la direction des professeurs Simon Emmerson et Leigh Landy et est supporté par l'AHRC³. Actuellement, deux des premières étapes sont disponibles : le site web communautaire OREMA⁴ conçu par Michael Gatt et le logiciel EAnalysis⁵. OREMA comme EAnalysis sont en cours de réalisation et aboutiront à une version finale fin 2013. Un ensemble de publications et un DVD complèteront le projet. D'ors et déjà, les enregistrements vidéo de deux premières journées de recherche sont disponibles sur le site OREMA. Ces journées ont permis de préciser le champ d'étude du projet et d'explorer les pratiques d'analyse et de réception liées au genre électroacoustique.

¹ Le logiciel EAnalysis sera disponible en version bêta courant mars-avril 2012 et dans une première version finale en septembre 2012. Il sera compatible avec le système Macintosh OS10.6 ou supérieur.

² <http://www.mti.dmu.ac.uk>.

³ Arts & Humanities Research Council : <http://www.ahrc.ac.uk>.

⁴ Online Repository for Electroacoustic Music Analysis : <http://www.orema.dmu.ac.uk>.

⁵ <http://eanalysis.pierrecouprie.fr>.

EAnalysis est basé sur iAnalyse qui va devenir iAnalyse Studio⁶. J'ai eu l'occasion de présenter iAnalyse lors de JIM précédentes [5]. Comme son grand frère EAnalysis est un logiciel d'aide à l'analyse musicale, mais il est spécialisé dans le domaine de la musique électroacoustique.

L'objectif de ce projet est d'expérimenter de nouvelles méthodes de représentations et d'analyse musicale à travers une interface simple, intuitive et ouverte. Ces nouvelles directions de recherche ont déjà été présentées en 2007 lors d'une conférence EMS [4]. Même s'il partage quelques points communs avec le logiciel Acousmographe [10] ou avec des expérimentations plus récentes comme l'Acousmoscribe [8], EAnalysis s'en différencie sur son architecture, ses outils adaptés au travail du musicologue ou les processus de description mis en jeu.

Je ne reviendrai pas ici sur l'intérêt que je développe depuis plusieurs années sur la représentation graphique dans le cadre de l'analyse de la musique électroacoustique [6].

Dans la première partie de cet article, je présente le contexte du logiciel. Dans une deuxième partie, je détaille l'architecture de EAnalysis ainsi que les différents éléments d'interface. Enfin, la dernière partie me permet d'envisager les développements futurs de ce projet.

2. AUX ORIGINES DE EANALYSIS

2.1. La musique électroacoustique

Les pratiques musicales en électroacoustique se développent très rapidement au point qu'il semble parfois vain de vouloir en définir le champ. Plusieurs définitions existent⁷ et certains chercheurs comme Leigh Landy [13] tentent de définir un cadre en cherchant à comprendre les relations qui peuvent exister entre des musiciens venant d'univers musicaux variés et pratiquant une musique souvent classée à la marge. Ce champ musical, finalement très récent et surtout extrêmement mobile, oblige le chercheur à penser

⁶ La version de iAnalyse Studio (numérotée 4) sera disponible en septembre 2012. Elle contiendra une suite de différents logiciels adaptés à l'analyse de la musique écrite.

⁷ Définitions à trouver sur le site EARS (*ElectroAcoustic Resource Site*) : <http://www.ears.dmu.ac.uk/spip.php?rubrique125>.

l'analyse d'une manière différente de la musique instrumentale. En effet, l'absence de support, la complexité du matériau sonore, l'usage des espaces interne et externe, le lien étroit entre les outils et le résultat musical, l'intégration du lieu dans le processus de création, la frontière désormais inexistante entre le sonore et le musical ou le mélange avec d'autres formes artistiques sont en train de bouleverser la musique et la musicologie.

Ces bouleversements nécessitent d'avoir non seulement de nouveaux outils théoriques, mais aussi de nouveaux outils d'analyse. Toutefois, ces derniers doivent s'ancrer dans une pratique de l'analyse musicale rigoureuse et scientifique.

2.2. L'analyse musicale

L'activité d'analyse musicale est communément décomposée en deux étapes : la description et l'interprétation.

2.2.1. La description du matériau

La première étape consiste à segmenter le matériau à analyser en unités et à collecter les informations sur ces unités. Ces dernières peuvent être situées à un niveau particulier ou sur plusieurs niveaux : des unités les plus fines aux structures les plus grandes. Elles peuvent aussi être adjacentes ou non comme dans le cas de l'analyse de saillances ou de fonctions musicales. Il existe plusieurs outils théoriques permettant d'analyser ces unités depuis la typomorphologie de Pierre Schaeffer [15] jusqu'à la spectromorphologie de Denis Smalley [17] en passant par la grille de langage de Simon Emmerson [9] ou les fonctions de Stéphane Roy [14]. Durant cette première étape, un logiciel tel que l'Acousmographe est très utile, car il permet de repérer ces unités en alliant la visualisation de représentations physiques du son à l'écoute et de les marquer sous la forme de repères ou de symboles graphiques. Malheureusement, cette étape est assez complexe, car elle demande une bonne culture et une certaine expérience de l'analyse musicale. Ce sont probablement les raisons qui font que l'analyse d'œuvres électroacoustique n'est pratiquée que par des compositeurs, à quelques exceptions près. L'Acousmographe ou d'autres logiciels parfois utilisés dans l'analyse de musiques électroacoustiques ne proposent jamais d'aide sur l'analyse musicale elle-même. L'apprenti analyste doit alors explorer les articles existants qui eux-mêmes ne proposent généralement que certains résultats de l'analyse et non la démarche de l'analyste lui-même. Il est donc très difficile pour le non-spécialiste d'aborder cette discipline. Un des objectifs d'EAnalysis et du projet *New Multimedia Tools for Electroacoustic Music Analysis* est de combler en partie ce manque.

2.2.2. L'interprétation des données

La deuxième étape consiste à interpréter les données recueillies lors de la description et proposer un certain nombre de résultats sur la forme, les structures, les éléments liés au compositeur (style, démarche artistique, positionnement par rapport à d'autres œuvres, etc.), la réception de l'œuvre ou encore le rapport à des éléments extramusicaux. Cette courte liste n'est évidemment pas exhaustive. Cette étape se traduit généralement par l'écriture d'un texte accompagné, dans le meilleur des cas, par une représentation graphique temporelle, devenue maintenant un classique. Ce type de représentation graphique est très utile au lecteur, car elle permet de repérer les éléments présentés dans le texte sur le plan temporel, voire de les écouter lors d'une publication multimédia. Toutefois, ce type de représentation influence de plus en plus la manière dont les analyses sont présentées : elles tendent à décrire seconde après seconde ce qu'il se passe dans l'œuvre. Un autre objectif d'EAnalysis est de proposer ou de provoquer d'autres modes de représentations afin d'enrichir les analyses en expérimentant de nouveaux types de recueils de données et d'interprétation dans une démarche pédagogique.

2.2.3. Le partage entre chercheurs

Ces deux étapes analytiques sont complétées par un ensemble de techniques qui permettent au musicologue d'améliorer ou d'enrichir sa pratique de l'analyse musicale. Ici encore, EAnalysis propose de nouvelles techniques au chercheur. Celui-ci pourra élaborer sa propre grille de description du matériau musical accompagnée d'une aide et d'exemples musicaux afin de la partager avec d'autres chercheurs. Cette partie ouverte de l'interface de EAnalysis lui permettra par exemple de mutualiser sa propre interprétation de la typomorphologie de Pierre Schaeffer, une version de la spectromorphologie adaptée à un type particulier de musique électroacoustique ou une nouvelle grille de fonctions musicales alliant symboles graphiques et paramètres musicaux.

2.3. Pour qui ? (1/2)

Enfin, peut-être est-il temps de revenir à l'une des premières questions que nous nous sommes posées lors de la phase préparatoire au projet. A qui s'adresse ce logiciel ? Pour le moment, j'ai parlé de musicologues spécialistes ou débutants. Mais EAnalysis a aussi pour ambition de s'ouvrir à d'autres publics, par exemple les enseignants ou les enfants. Ainsi, dans une dernière phase, il est prévu de développer une interface simplifiée accompagnée d'outils de dessin ludiques pour un jeune public. Ce logiciel pourra alors être utilisé afin d'initier les enfants à l'analyse musicale ou travailler l'écoute.

EAnalysis permettra aussi de partager facilement des projets d'analyse en évitant les problèmes liés de droit

d'auteur. L'utilisateur pourra ainsi exporter son projet sans le média et sans le sonagramme. Le destinataire devra se procurer le média et le logiciel recalculera le sonagramme avec les paramètres choisis par l'auteur de l'analyse.

Ces deux exemples montrent l'ouverture de EAnalysis à de nouveaux publics.

3. EANALYSIS : CONCEPTS ET ARCHITECTURE

3.1. De l'idée au logiciel

La partie précédente m'a permis de situer EAnalysis par rapport aux autres logiciels utilisés dans l'analyse de la musique électroacoustique. A l'origine de ces réflexions se trouve un ensemble d'idées déjà développées dans certaines de mes conférences ou testées à travers des versions expérimentales de iAnalysis.

L'idée essentielle est de déconnecter le rendu graphique de l'analyse qui en est à la source. Cette idée reprend simplement celle des feuilles de style. Une des grandes difficultés lorsque l'on réalise une représentation graphique est de pouvoir expérimenter des directions différentes. Malheureusement aucun logiciel ne permet de modifier rapidement plusieurs paramètres graphiques. En effet, l'analyste réalise sa représentation en dessinant sur une vue et les paramètres graphiques sont fixés une fois pour toutes. Pour modifier la représentation, il doit reprendre les formes graphiques une par une afin de modifier leurs paramètres. EAnalysis contient une couche supplémentaire : chaque paramètre graphique peut être associé à un paramètre analytique explicite (intensité, grain, espace, etc.) ou neutre (un simple mot-clé, un texte, un nombre, etc.). La correspondance entre les paramètres graphiques et ces paramètres analytiques est enregistrée au niveau local sur chaque graphique. Une feuille de style permet de créer de nouvelles règles de liens entre les paramètres analytiques et les paramètres graphiques. Ainsi, il devient très simple de modifier en profondeur une représentation graphique sans toucher aux paramètres de la forme graphique. Ce système permet aussi de générer des types de représentations différentes (animation, courbes graphiques, visualisation hors temps, etc.). De plus, l'utilisateur a aussi la possibilité d'analyser en représentant sans trop se soucier des paramètres analytiques et de les préciser ensuite (ou pas) ou alors de travailler la segmentation de l'œuvre à l'aide des paramètres analytiques et de se soucier ensuite de la représentation qui en résultera.

La deuxième idée est de fournir à l'utilisateur une aide dans son analyse à travers deux systèmes. D'une part, EAnalysis contient une bibliothèque d'*analytic events*⁸ reprenant différents éléments issus de travaux de recherche sur la théorie musicale (objet sonore,

spectromorphologie, fonctions musicales, unités sémiotiques temporelles, etc.). Cette bibliothèque contient aussi des éléments d'explication, des liens vers certaines pages web et des exemples audio ou vidéo afin d'aider l'utilisateur. De plus, cette bibliothèque est ouverte, elle peut ainsi être modifiée et complétée par l'analyste afin d'être exportée et partagée avec d'autres utilisateurs. Enfin, EAnalysis contiendra à terme un système expert dont le rôle sera d'aider le chercheur débutant à préciser son analyse à travers un ensemble de questions et d'exemples audio.

La troisième idée, déjà entrevue précédemment, consiste à expérimenter de nouvelles formes de représentation en rompant avec la traditionnelle vue temps/fréquence. Une des problématiques de la représentation graphique est la limitation des dimensions et par conséquent des fonctions ou paramètres musicaux représentés. En effet, une représentation graphique typique en deux dimensions ne permet de représenter que trois ou quatre paramètres en simultanés⁹. En ajouter d'autres est possible, mais limité, cette démarche complique la lecture du graphique. J'ai déjà montré dans un précédent article pourquoi une représentation analytique en 3D serait une erreur [4] car elle brouillerait la lisibilité de l'analyse. EAnalysis apporte une solution simple à ce problème : l'utilisation de plusieurs types de vues en simultanée (Figure 1).

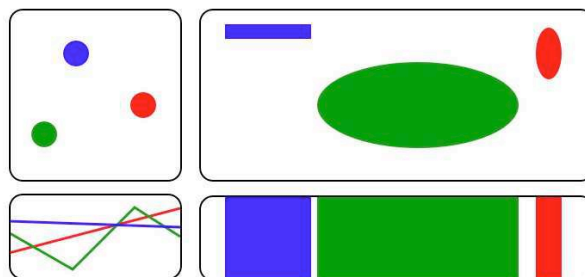


Figure 1. Une représentation combinant plusieurs types de vues.

Ce système de vues multiples permet de visualiser les propriétés d'un *event* à travers des angles différents. J'ai déjà expérimenté avec succès ce type de représentation dans une de mes précédentes analyses [3].

3.2. L'architecture d'EAnalysis

EAnalysis est construit autour de 4 éléments principaux (Figure 2).

3.2.1. Le lecteur audiovisuel

Le lecteur audiovisuel permet d'analyser un ou plusieurs fichiers audio et/ou vidéo dans un même projet. Il est le cœur du logiciel. Ce lecteur contient toutes les fonctions utiles à l'analyste comme la lecture

⁸ Les objets graphiques ajoutés sur la représentation se nomment *graphic events* et les objets analytiques *analytic events*.

⁹ Par exemple : les positions horizontale et verticale, la forme graphique et la couleur.

en boucle ou la variation de la vitesse de lecture (sans modifier la hauteur). Il est intégré dans la fenêtre principale du projet permettant de naviguer facilement dans les fichiers audio et vidéo et d'éditer la majeure partie des *events*.

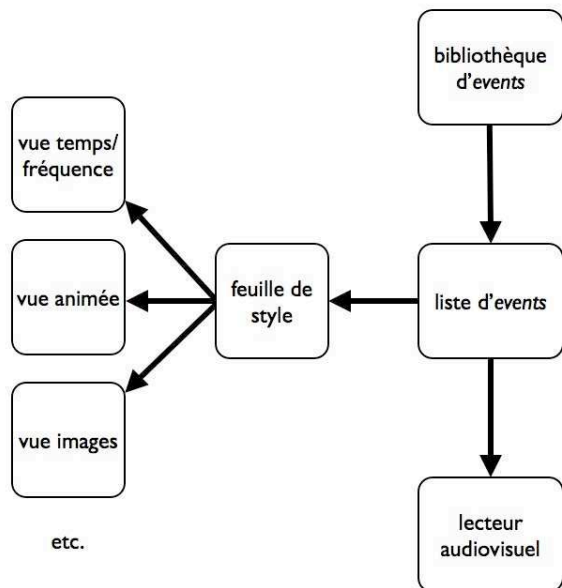


Figure 2. L'architecture d'EAnalysis.

3.2.2. La bibliothèque d'events

La bibliothèque d'events se divise en deux parties : les *graphic events* et les *analytic events* (Figure 3). Ces deux types d'events ne sont en réalité que la présentation différente des mêmes objets. Comme indiqué dans la figure 6, un *event* contient un ensemble de propriétés réparties en trois catégories :

1. les propriétés générales : le nom de l'objet et ses coordonnées temporelles et graphiques ;
2. les propriétés graphiques : le type de forme et toutes les caractéristiques graphiques de l'objet ;
3. les propriétés analytiques : la liste des paramètres d'analyse de l'objet.

Un *graphic event* ne contient pas de paramètre analytique, mais il est possible d'en ajouter tandis qu'un *analytic event* contient la définition de l'ensemble des propriétés liées à l'objet. Ces propriétés peuvent bien évident être complétées ou modifiées par l'utilisateur. Elles se présentent sous la forme d'une liste classée par catégories (sur plusieurs niveaux pour les *analytic events*).

A l'usage, il s'est avéré que la navigation entre les différents *analytic events* présentés sous la forme de liste n'était pas forcément très pratique ou explicite. C'est la raison pour laquelle j'ai ajouté une fenêtre flottante permettant d'afficher différemment les events (Figure 4). Cette fenêtre contient une image cliquable à partir de laquelle l'utilisateur peut glisser et déposer sur les vues les différents *events*.

3.2.3. Les vues

Le troisième élément est un ensemble de vues permettant d'afficher les propriétés graphiques et analytiques des *events*. Ces différentes vues s'affichent sur une seule fenêtre. Dans l'état actuel de EAnalysis, seules les vues temps/fréquences et images¹⁰ ont été développées. Les autres vues seront disponibles au fur et à mesure de l'avancée du logiciel. La figure 5 présente la fenêtre principale avec un exemple de 3 vues horizontales superposées. L'utilisateur peut ajouter autant de vues qu'il le souhaite à cette fenêtre. Les têtes de lecture des différentes vues sont synchronisées, mais les vues peuvent être autonomes dans leur niveau de zoom. Ainsi, dans la figure 5, la vue du bas, représentant la forme d'onde, affiche l'intégralité du fichier audio dans un mode synoptique tandis que les deux vues supérieures sont paramétrées sur un niveau de zoom important afin de montrer les détails. Chacune des vues possède aussi un ensemble de paramètres (fond, couleur, tête de lecture, règle temporelle, masque en fonction d'une autre vue, etc.) qu'il est très simple de modifier. Mais ces vues possèdent aussi un ensemble de paramètres d'affichage des *events* qui seront pris en charge par la feuille de style (voir la section 3.2.4).

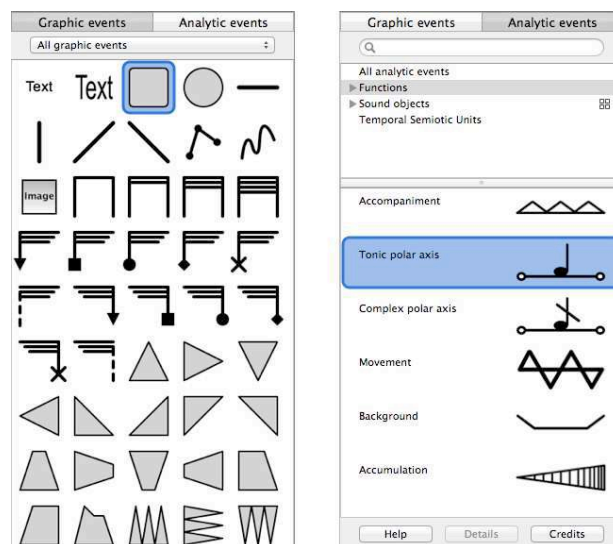


Figure 3. Les deux parties de la bibliothèque d'events.

Les vues qui viendront se rajouter à celles-ci permettront de visualiser un *event* ou un groupe d'events de différentes manières en créant un focus sur un ou plusieurs paramètres ou sur une structure. Il existe de nombreux modes de représentation analytique de la musique [3], voici les types de vue qui seront ajoutées dans les prochaines mises à jour : une vue animée permettant de représenter les mouvements des sons dans l'espace interne de l'œuvre ou lors de la mise en espace, une vue par *events* permettant de mettre en valeur leurs

¹⁰ La vue image permet de synchroniser une partition musicale ou n'importe quelle suite d'images sur le déroulement temporel. Cette vue est destinée en priorité à l'analyse de la musique mixte.

relations ou afficher une analyse paradigmatique et une vue en graphiques afin d'afficher des données recueillies dans d'autres logiciels.

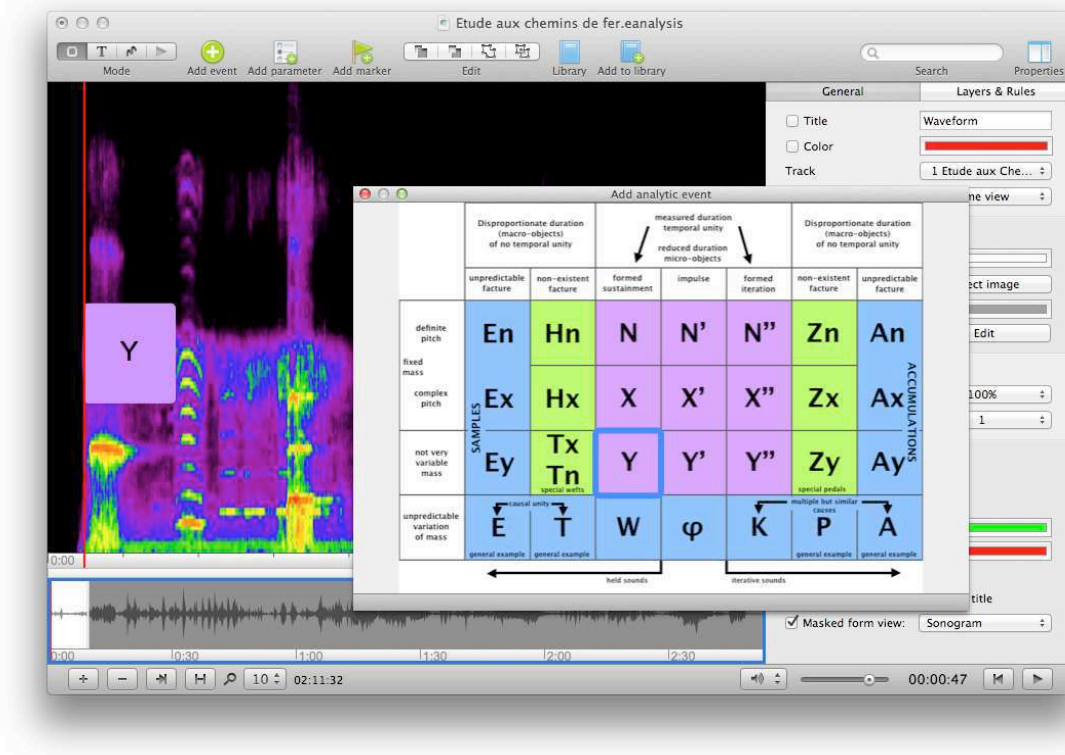


Figure 4. La fenêtre complémentaire de la bibliothèque d'analytic events permettant de présenter différemment les events : un exemple avec les objets sonores de la typomorphologie de Pierre Schaeffer.

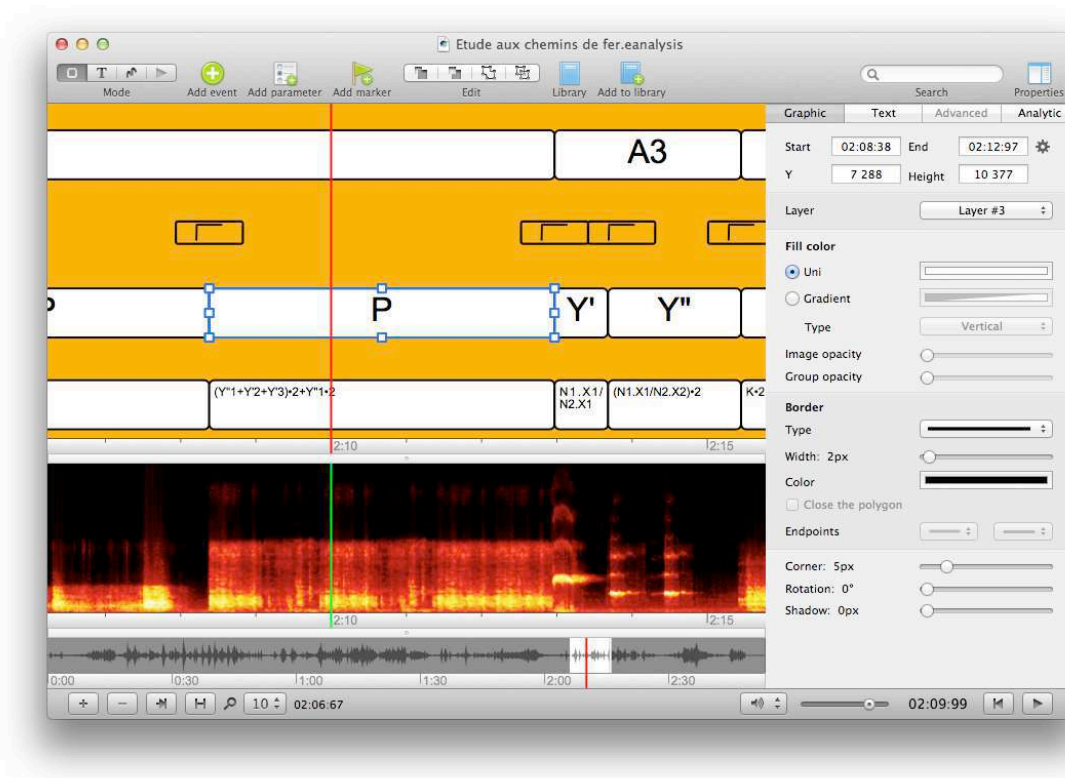


Figure 5. La fenêtre principale avec 3 exemples de vues (dessin, sonogramme, forme d'onde). Ici l'analyse de l'Etude au chemin de fer de Pierre Schaeffer par Michael Gatt [11].

3.2.4. La liste d'events et la feuille de style

Le quatrième élément de EAnalysis est le fichier du projet lui-même, c'est-à-dire la liste des *events* associés aux fichiers audiovisuels. Il est complété par une feuille de style permettant de déterminer la manière dont les *events* seront affichés sur les vues (Figure 6). Cette feuille de style n'est pas encore totalement implémentée dans le logiciel et l'utilisateur n'y a pour le moment pas accès. Son fonctionnement est relativement simple : elle reprend un certain nombre de propriétés graphiques et analytiques de l'*event* afin de les convertir ou non en réalité graphique (la manière dont l'*event* sera réellement affiché). Certaines vues, comme la vue temps ou intensités/fréquences, possèdent une feuille de style intégralement paramétrable par l'utilisateur, d'autres vues seront paramétrées avec une feuille de style en partie ou non modifiable. Elle permettra ainsi de modifier très rapidement la manière dont les graphiques s'afficheront. Elle permettra aussi d'afficher ou non des paramètres analytiques afin de tester ou de présenter son analyse. Par exemple, il sera possible de modifier la couleur des *events* en fonction des paramètres analytiques d'espace.

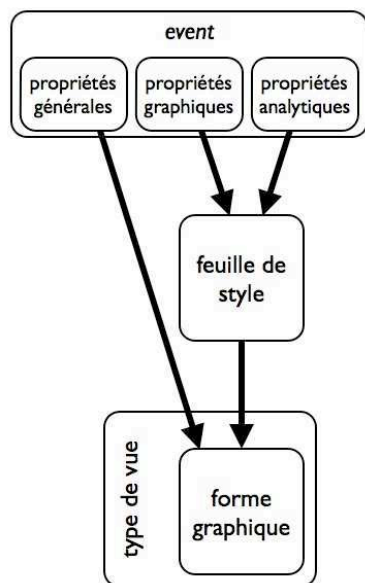


Figure 6. Le système de feuilles de style qui détermine l'affichage des *events* sur les vues.

4. PROCHAINES ETAPES

Comme je l'ai précisé dans l'introduction et rappelé au cours de l'article, le développement d'EAnalysis n'est pas terminé. Entre la version actuelle et la version finale en octobre 2013, de nombreuses fonctions seront ajoutées. Dans cette partie, je vais aborder deux fonctions importantes qui sont en cours de réalisation et seront disponibles dans les mois qui viennent.

4.1. La partie ouverte du logiciel

La bibliothèque d'*analytic events* présentée dans la partie 3.2.2 est conçue pour être modifiable par l'utilisateur. Chaque catégorie principale est enregistrée dans un bundle. Ce bundle contient un ensemble de fichiers en XML et en HTML, d'images en jpeg, de sons en MP3 ou AAC et d'un ensemble de dossiers (Figure 7). EAnalysis sera livré en version finale avec plusieurs bundles, pour le moment, il ne contient que les objets sonores de Pierre Schaeffer, les fonctions de Stéphane Roy et les Unités sémiotiques temporelles développées par le MIM¹¹ [1].

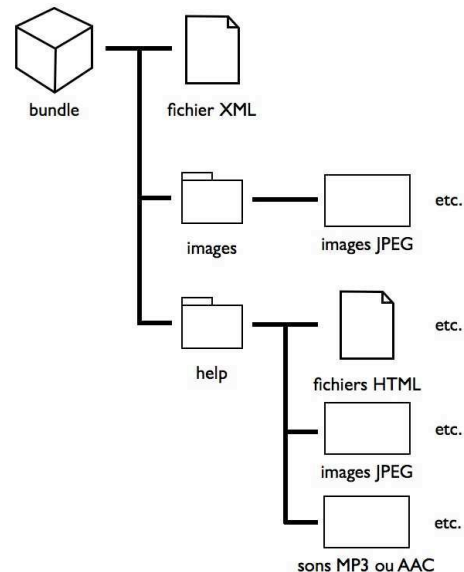


Figure 7. L'architecture des bundles.

En choisissant des formats de fichiers faciles à créer ou éditer (XML, HTML, JPEG, MP3), l'objectif est d'inciter la création d'autres bundles. Toutefois, créer ou modifier un fichier XML (et même HTML) n'est pas à la portée de tout musicologue. C'est la raison pour laquelle, un éditeur de bundle sera ajouté au logiciel avec une interface graphique simple et intuitive. Les chercheurs pourront ainsi créer leurs propres outils d'analyse et les partager avec la communauté.

4.2. Pour qui ? (2/2)

Si l'on revient à la question posée en 2.4, une des idées qui sous-tendent le développement d'EAnalysis est centrée sur l'utilisateur. Quel est le public cible de ce logiciel ? Il semble évident qu'il est très varié : de l'enseignant désirant transmettre un ensemble de savoirs à ses étudiants, au musicologue cherchant à analyser une œuvre, en passant par l'étudiant découvrant la musique électroacoustique ou l'ethnomusicologue analysant ses enregistrements. Cette idée se réalisera dans EAnalysis à travers l'interface. Celle-ci contiendra plusieurs modes d'édition et de navigation :

¹¹ Laboratoire Musique et Informatique de Marseille.

1. un mode normal dans lequel l'utilisateur analysera l'œuvre à l'aide d'events et de paramètres analytiques ;
2. un mode dessin qui permettra de dessiner simplement sur une vue. Ce mode est idéal dans une utilisation avec une tablette graphique ou un tableau blanc interactif. Il permet de noter des idées ou d'exprimer ce que l'on ressent lors d'une écoute en rompant avec le traditionnel déroulement temporel de gauche à droite. Le dessin reste synoptique ou peut s'animer en fonction de la lecture audiovisuelle ;
3. un mode texte qui permettra à l'utilisateur de noter ses idées durant la lecture. Le résultat se traduira par des *text events* affichables aussi sous la forme d'une liste ;
4. un mode lecture dans lequel l'ensemble des *events* seront verrouillés afin de permettre à l'utilisateur de naviguer dans le document sans risquer de le modifier et d'activer les propriétés de liens¹².

Enfin, EAnalysis offrira aussi la possibilité d'importer ou d'exporter les données d'autres logiciels tels que, par exemple, iAnalyse, l'Acousmographe, Audiosculpt¹³ ou Sonic Visualiser¹⁴ à travers les formats texte ou XML. Une intégration OSC est aussi prévue afin de connecter Eanalysis à des environnements tels que Max.

5. CONCLUSION

Cet article présente le projet de développement du logiciel EAnalysis proposant des fonctions innovantes pour l'analyse de la musique électroacoustique. Le projet est en cours de réalisation, de nombreuses fonctions manquent encore et seront ajoutées au fil des mois qui viennent.

On pourrait regretter l'absence de modules d'analyse automatique ou semi-automatique qui permettraient par exemple d'aider l'analyste dans la segmentation du matériau [12] ou dans l'analyse par descripteurs [16] mais l'objectif de ce projet n'est pas de réaliser le logiciel idéal, il s'agit plutôt d'expérimenter de nouveaux modes de représentations et d'analyses. De plus, les fonctions d'importation décrites précédemment permettront d'intégrer des données recueillies dans d'autres logiciels.

Enfin j'espère qu'EAnalysis n'est qu'un début. Ces nouvelles pratiques et méthodes ont besoin d'être affinées, améliorées et enrichies par d'autres chercheurs qui développent ou développeront d'autres logiciels pour l'aide à l'analyse de la musique électroacoustique.

¹² Chaque *event* pourra contenir un lien vers une position temporelle du même projet ou d'un autre projet, vers un fichier ou vers une page web.

¹³ Audiosculpt est développé par l'Ircam (Paris) : <http://forumnet.ircam.fr/691.html>.

¹⁴ Sonic Visualiser est développé par le Centre for Digital Music de l'université Queen Mary de Londres : <http://www.sonicvisualiser.org>.

6. REFERENCES

- [1] Coll. *Les unités sémiotiques temporelles*, MIM, Marseille, 1996.
- [2] Couprie, P. "Analyse de Jukurrpa – Quatre rêves", *Musimédiane*, n°1, Paris, 2005.
- [3] Couprie, P. "(Re)Presenting electroacoustic music", *Organised Sound*, vol. 11 n°2, Cambridge, 2006.
- [4] Couprie, P. "Dessin 3D et système immersif pour la représentation de la musique électroacoustique", *Electroacoustic Music Studies Network*, Leicester, Grande Bretagne, 2007.
- [5] Couprie, P. "iAnalyse : un logiciel d'aide à l'analyse musicale", Journées d'Informatique Musicale, Albi, France, 2008.
- [6] Couprie, P. "La représentation graphique : un outil d'analyse et de publication de la musique électroacoustique", *Doce Notas, L'analyse de la musique*, n° 19-20, Madrid, 2009.
- [7] Couprie, P. "Utilisations avancées du logiciel iAnalyse pour l'analyse musicale", Journées d'Informatique Musicale, Rennes, France, 2010.
- [8] Desainte-Catherine, M. Di Santo, JL. "L'acousmoscribe, un éditeur de partitions acousmatique", *Electroacoustic Music Studies Network*, Buenos Aires, Argentine, 2009.
- [9] Emmerson, S. "The relation of language to materials", *The language of electroacoustic music*, Basingstoke, 1986.
- [10] Favreau, E. Geslin, Y. Lefèvre, A. "L'acousmographe 3", Journées d'Informatique Musicale, Rennes, France, 2010.
- [11] Gatt, M. "Michael Gatt's Etude aux chemins de fer analysis", OREMA Project, Leicester, 2011, <http://www.orema.dmu.ac.uk/?q=content/michael-gatt's-etude-aux-chemins-de-fer-analysis>.
- [12] Gulluni, S. Buisson, O. Essid S. Richard G. "An interactive system for electro-acoustic music analysis", ISMIR, Miami, USA, 2011.
- [13] Landy, L. *Understanding the Art of Sound organization*. MIT Press, Cambridge, 2007.
- [14] Roy, S. *L'analyse des musique électroacoustiques : modèles et propositions*, L'Harmattan, Paris, 2003.
- [15] Schaeffer, P. *Traité des objets musicaux*, Le Seuil, Paris, 1966.
- [16] Schwarz, D. "Principles and applications of interactive corpus-based concatenative synthesis", Journées d'Informatique Musicale, Albi, France, 2008.
- [17] Smalley, D. "Spectromorphology : explaining sound-shapes", *Organised Sound*, vol. 2 n°2, Cambridge, 2001.