



HAL
open science

Musique Lab 2 - Un environnement d'aide à la pédagogie musicale

Fabrice Guédy, Jean Bresson, Gérard Assayag

► **To cite this version:**

Fabrice Guédy, Jean Bresson, Gérard Assayag. Musique Lab 2 - Un environnement d'aide à la pédagogie musicale. Journées d'Informatique Musicale - JIM'07, 2007, Lyon, France. hal-01106275

HAL Id: hal-01106275

<https://hal.science/hal-01106275>

Submitted on 2 Oct 2021

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.

MUSIQUE LAB 2

UN ENVIRONNEMENT D'AIDE A LA PEDAGOGIE MUSICALE

Fabrice Guédy
Fabrice.Guedy@ircam.fr

Jean Bresson
Jean.Bresson@ircam.fr

Gérard Assayag
Gerard.Assayag@ircam.fr

RÉSUMÉ

Musique Lab 2 est un environnement multiplateforme d'aide à la pédagogie musicale développé depuis trois ans par l'Ircam sous la double prescription du Ministère de l'Education Nationale et de la Direction de la Musique et de la Danse du Ministère de la Culture [10]. Il s'adresse aux élèves et enseignants de collège et de conservatoires, pour lesquels de nombreux contenus sont disponibles.

L'ambition de Musique Lab 2 est de faire entrer les outils de la recherche musicale et de la création contemporaine dans les salles de classes, en leur donnant une forme compatible avec cet environnement. Pour y parvenir, un travail de terrain a été mené avec des équipes d'enseignants pour en articuler les principes.

1. PRINCIPES DE BASE

La ligne pédagogique est définie par l'enseignant, l'environnement doit faciliter sa logique et non l'orienter. En 1994, trois chercheurs américains ont mis en évidence la prépondérance du rôle de l'enseignant sur les méthodes pédagogiques employées [11]. Il est par ailleurs très rare de voir un enseignant suivre à la lettre une méthode pédagogique donnée, en fut-il l'auteur. Un cours s'articule souvent autour de multiples principes empruntés à un corpus de connaissances et d'expériences maîtrisées par l'enseignant, et utilisées d'une manière originale pour répondre à une situation particulière. C'est la raison pour laquelle Musique Lab 2 a été conçu pour permettre une multiplicité d'approches pédagogiques librement élaborées par l'enseignant sans en utiliser une en particulier. Son architecture s'articule autour d'un établi de composition permettant trois postures essentielles qu'ont dégagées les analyses de cours préalables : la compréhension, la contemplation, l'action.

Ces trois principes forment les briques de base à partir desquelles Musique Lab 2 est en mesure d'assister des enseignants, d'enrichir l'espace de travail des élèves et de s'adapter à des pédagogies multiples.

2. LE LOGICIEL

2.1. L'origine

Musique Lab 2 est formé d'une application principale, Musique Lab Maquette, et deux applications satellites ciblées sur des tâches très spécifiques ou utilitaires : Musique Lab Annotation et Musique Lab Audio.

Musique Lab Maquette est la clef de voûte et la plus importante application de Musique Lab 2. Il s'agit d'un surensemble d'OpenMusic, un environnement de composition assistée par ordinateur développé à l'Ircam par Gérard Assayag, Carlos Agon et Jean Bresson [1] [3]. OpenMusic est une plateforme ouverte, ou plus précisément un langage de programmation visuel permettant le développement de processus (musicaux en particulier) suivant des formalismes et esthétiques variés, et à l'aide de divers outils et paradigmes informatiques. Cet environnement est l'aboutissement de nombreuses années de recherche et développement dans le domaine, il est aujourd'hui utilisé par un grand nombre de compositeurs, de chercheurs, de musicologues et d'assistants musicaux [2]. Les travaux réalisés dans OpenMusic constituent ainsi une base considérable d'expériences et de savoir-faire, accessibles à l'ensemble de la communauté des utilisateurs par le biais de projets et librairies spécialisés.

2.2. Musique Lab Maquette

Musique Lab Maquette enrichit OpenMusic avec des éléments permettant d'articuler des situations pédagogiques basées sur ces expériences et basées sur les trois postures décrites dans la section précédente, grâce à une organisation complète de l'espace de travail [4].

Au niveau d'entrée dans l'application, on retrouve un bureau, similaire à celui d'un système d'exploitation, sur lequel des documents sont organisés spatialement et ordonnés dans des dossiers (voir figure 1). Un document est associé à un fichier sur le disque dur et pourra être exporté ou importé dans l'application, et échangé entre utilisateurs.

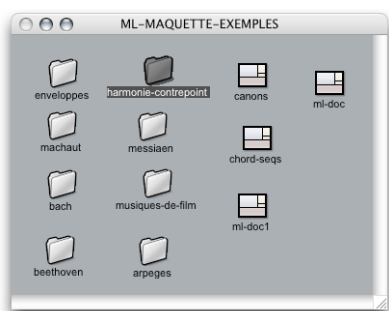


Figure 1 - Le "bureau" dans ML Maquette.

Chaque document se présente sous la forme d'une fenêtre partitionnée en trois zones, visibles sur la figure 2 :

- un chutier destiné à accueillir du matériel musical « en vrac », non ordonné (zone "OBJETS");
- une liste d'«opérateurs», destinés à créer du matériel à partir du contenu du chutier (zone "OPÉRATEURS");
- un séquenceur, destiné à ordonner dans le temps les objets du chutier (zone "MAQUETTE").

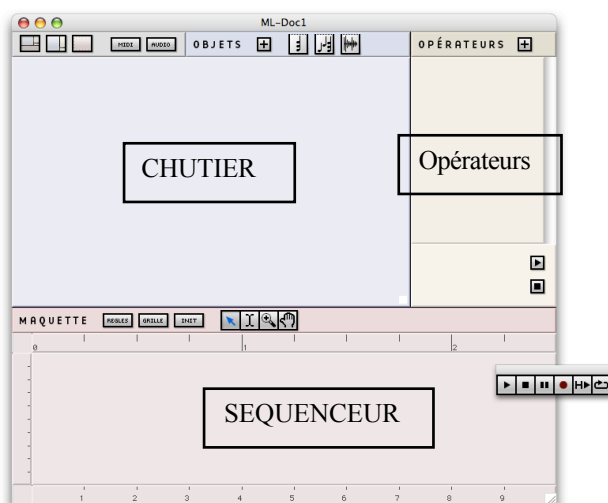


Figure 2 – Les 3 zones d'un document ML-Maquette.

Les différentes étapes du cycle de vie des structures musicales (instanciation, construction, transformation, organisation) sont réalisées entre ces différentes zones du document, principalement par des opérations de « glissez-déposez ». Dans un premier temps, les objets musicaux sont instanciés en glissant une icône de la barre supérieure dans le chutier (voir figure 3). Différentes classes d'objets sont disponibles : accord, séquences d'accords, sons, enveloppes.

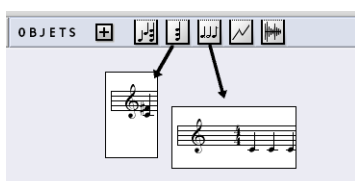


Figure 3 - instanciation d'objets dans le chutier

Un objet créé dans le chutier est représenté par une boîte, sur laquelle est affiché un aperçu de son contenu, qui pourra être visualisé et modifié à l'aide d'éditeurs spécialisés. Certains objets peuvent être munis d'une

tonalité (voir figure 4) : accords, séquences, séquences rythmiques. Cette caractéristique permet de leur appliquer des opérations qui en tiennent compte, comme la construction d'arpèges ou de marches d'harmonie. Cette extension a été développée avec la collaboration de Charlotte Truchet.

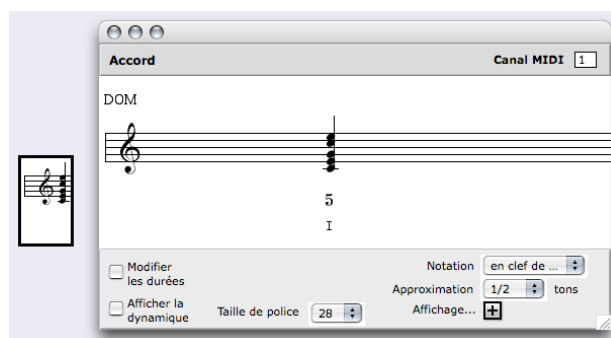


Figure 4 – un objet « accord » muni d'une tonalité, et son éditeur.

Pour appliquer une opération sur un objet, la boîte de l'objet doit être glissée sur l'icône correspondant dans la liste d'opérateurs. Une fenêtre de dialogue apparaît alors, permettant à l'utilisateur de fixer les éventuels paramètres de l'opération. Une fois ces paramètres entrés et confirmés, un nouvel objet est calculé et une nouvelle boîte apparaît.

2.3. Un exemple préliminaire

Voici un exemple d'amorce de cours utilisant les procédures décrites précédemment, qui pourrait être réalisé dans le contexte d'une classe de conservatoire de formation musicale, niveau élémentaire, et portant sur la structure d'un arpège, et rôle des notes étrangères à l'accord d'origine.

A partir d'une palette d'objets préalablement agencés par l'enseignant, et d'un chutier préparé contenant un objet « accord », et de l'opérateur d'arpège, l'élève peut créer des arpèges en glissant l'accord sur l'opérateur (voir Figure 5).

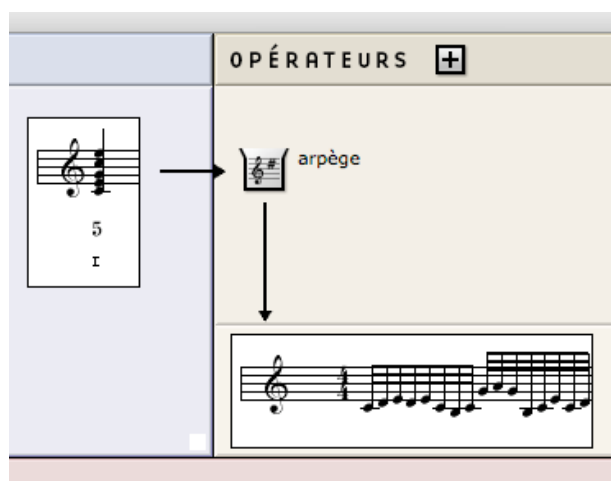


Figure 5 – Création d'un arpège à partir d'un accord.

Les différents paramètres de l'opérateurs, spécifiés au moment de son application (par exemple son monnayage rythmique, la probabilité d'apparition de broderies, ou de notes de passage, etc.) permettent de créer des versions d'arpèges très différentes à partir d'un même accord. La figure 6 montre deux versions créées avec ou sans notes étrangères (broderies et notes de passage).

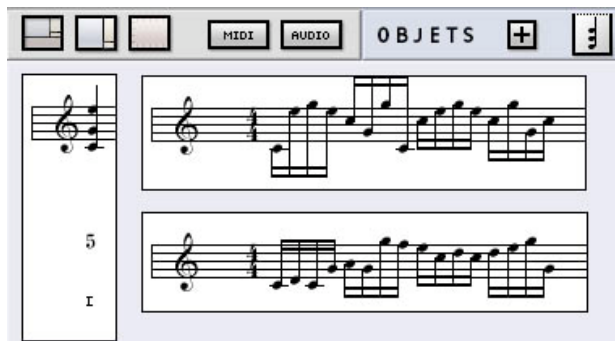


Figure 6 – Différents arpèges créés avec un accord : sans notes étrangères (en haut) ou avec notes étrangères (en bas).

Après avoir fait écouter sa version, chaque élève fait ensuite glisser l'arpège du chutier dans la zone maquette (voir Figure 7).

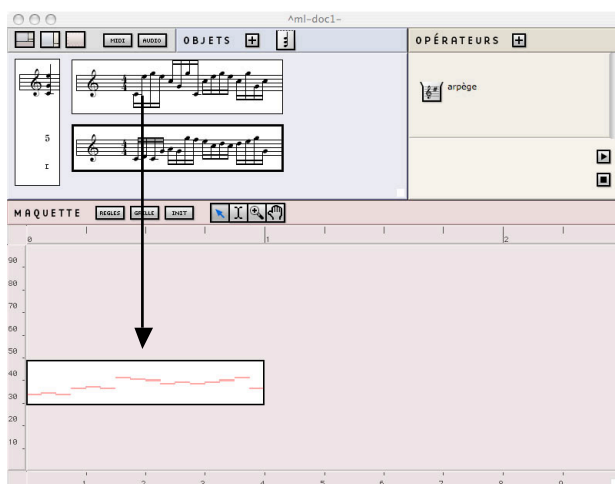


Figure 7 – Insertion des objets dans la zone maquette.

Chaque objet peut alors être paramétré de façon à faire dépendre les paramètres utilisés pour sa construction de ses caractéristiques graphiques. Par exemple, la quantité de broderies peut dépendre de la position verticale de la boîte dans la maquette (voir figure 8).

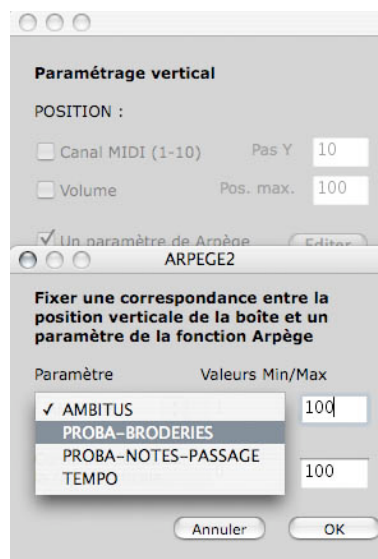


Figure 8 – Paramétrage du comportement d'un objet dans la zone séquenceur.

Ainsi plus l'arpège est placé haut sur la grille, plus il contient de broderies. En associant un geste (déplacer l'objet de haut en bas) à un concept (la broderie), l'enseignant peut solliciter la mémoire psychomotrice de l'élève qui associe l'évolution d'un paramètre à un « effort », un mouvement, une action musculaire.

Ce type de protocole pour la construction, la manipulation et l'agencement de structures musicales permet ainsi d'articuler les différentes postures décrites dans les principes de base, à partir desquelles peuvent se déployer de multiples pédagogies.

La figure 9 montre un exemple de maquette aboutie, autour de l'œuvre « voi(rex) » de Philippe Leroux.

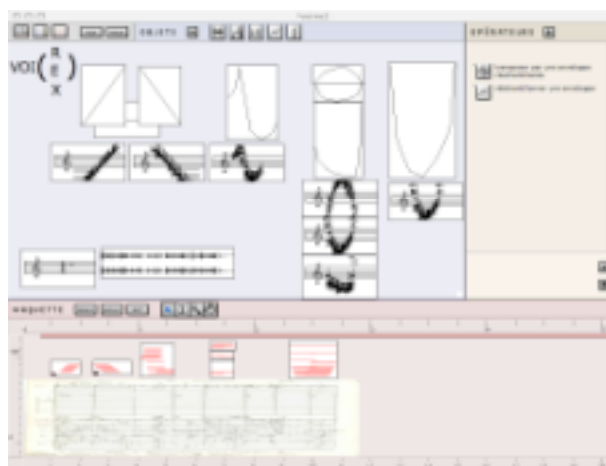


Figure 9 – Objets et opérateurs musicaux dans un document ML-Maquette.

3. LES PÉDAGOGIES

3.1. Les pédagogies behavioristes

On désigne par ce terme l'ensemble des pédagogies basées sur l'observation de l'élève et de ses résultats interprétés comme une réponse à un stimulus venant de son environnement. Ce schéma d'organisation peut être plus ou moins élargi en tenant compte d'un cercle d'influence plus ou moins important entourant l'élève. La relation minimale étant $S \rightarrow E \rightarrow R \rightarrow S$ ou S est un stimulus (la prescription d'un exercice, E l'élève, et R sa réponse, provoquant un nouvel exercice ou explication.

Plusieurs maquettes sont disponibles employant ce circuit, ou l'élève doit déplacer des éléments dont le retour sonore dépend directement de la performance de l'élève. La figure 10 et 11 montre une maquette axée sur le travail de l'oreille, la première sur la hauteur, la seconde sur le rythme et la hauteur.



Figure 10 – deux blocs que les élèves doivent déplacer pour en faire coïncider les hauteurs

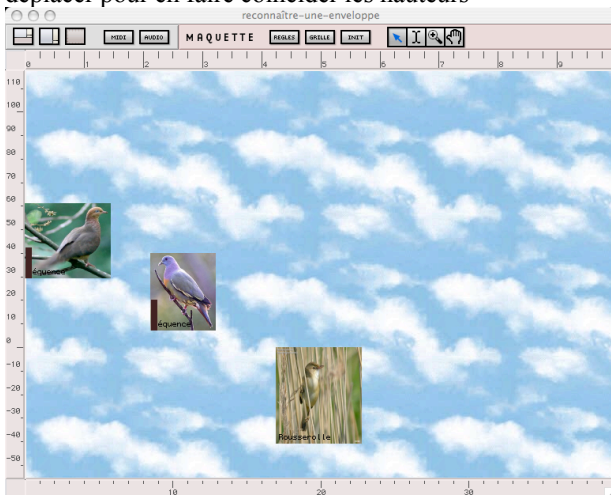


Figure 11 – une maquette sur le même principe : dans le cadre d'un travail sur Messiaen les élèves doivent faire coïncider des chants d'oiseaux

Parmi les pédagogies behavioristes, citons les cursus de conservatoires dont la pédagogie « par objectifs » est souvent pondérée par des enseignements cognitivistes. Il n'est pas rare, en effet, de faire passer un élève dans la classe supérieure malgré un échec à l'examen, si l'on tient compte, avec l'aide et les explications de son professeurs, de facteurs cognitifs comme sa trajectoire

personnelle. L'élève peut être au niveau, mais ne pas le montrer à un instant donné.

3.2. Les pédagogies cognitivistes

3.2.1. Les pédagogies constructivistes

Ces pédagogies reconstruisent la connaissance que l'on veut transmettre dans l'esprit de l'élève. Elles peuvent s'articuler autour d'une reconstruction implicite, ou l'élève concatène des éléments fragmentés par l'enseignant. Elles peuvent être explicites, par la reconstruction littérale d'une séquence ou d'une œuvre en employant ou non la méthode supposée du compositeur. La figure 12 montre un exemple de reconstruction du canon par tons de l'Offrande Musicale, dont les élèves peuvent reconstruire une « tranche » de longueur quelconque.

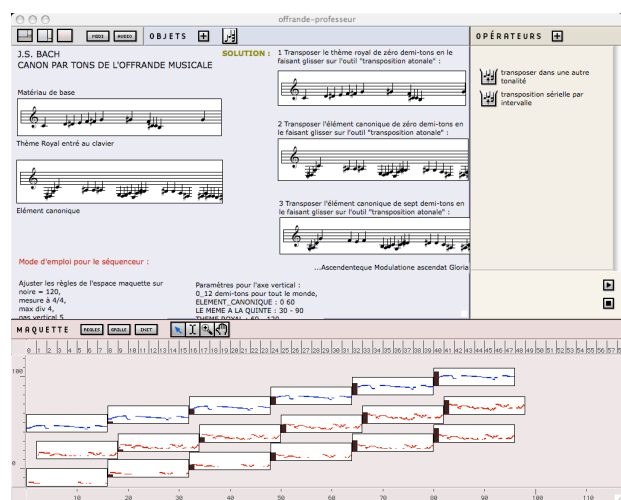


Figure 12 – la maquette du canon par tons de l'Offrande Musicale

3.2.2. L'apprentissage par problème

On désigne par ce terme les méthodes consistant à poser un problème ou une énigme à un élève, parfois à un groupe pouvant s'organiser afin de distribuer des tâches en fonction des compétences de certains. Dans le cas de Musique Lab Maquette, un certain nombre d'exemples proposent de reconstruire une œuvre ou d'explorer une technique en ménageant plusieurs possibilités. A titre d'exemple : une maquette permet de reconstruire les deux premières pages d'un extrait du catalogue d'oiseaux de Messiaen, qui peuvent se faire en utilisant des opérateurs de permutation symétrique, ou en utilisant des opérateurs de concaténation. Une autre maquette propose d'utiliser des opérateurs d'interpolation afin construire des transitions entre deux spectres sonores en passant par des voies différentes. Les maquettes du premier cas se présentent souvent sous la forme d'une question : « comment faire ceci (on pointe un fichier audio que l'élève peut écouter) avec cela (on pointe du matériel dans le chutier et un petit ensemble

d'opérateurs). Les figures 13 et 14 montrent un exemple de problème posé, et la maquette du problème résolu.

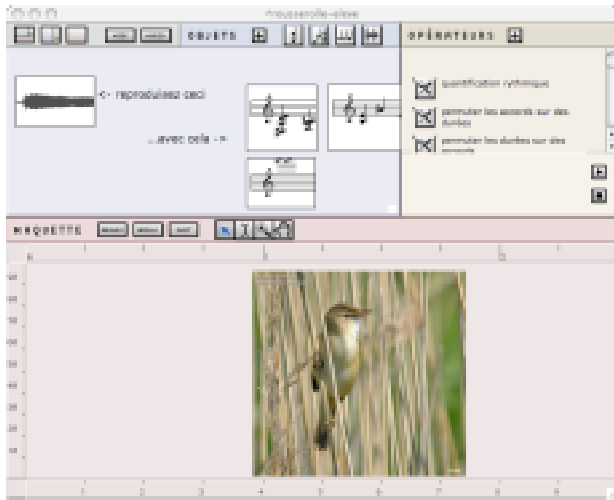


Figure 13 - le livre de l'élève, avec la question

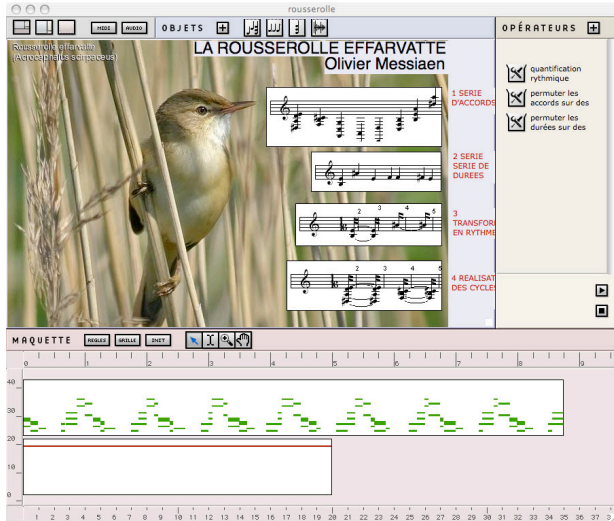


Figure 14 – le livre du professeur avec le problème résolu

3.2.3. Les pédagogies par projet

En 1940, le pédagogue John Dewey [6] indiquait dans un discours célèbre le rôle prépondérant des projets artistiques dans les programmes d'éducation générale. La pédagogie par projet consiste à mener avec une ou plusieurs classes un projet artistique dont la valeur est autant dans le cheminement que dans le résultat. Ces projets peuvent être collaboratifs ou individuels, selon que l'ensemble du groupe d'élèves travaille sur le même objet, ou développe un projet personnel s'intégrant dans une problématique générale définie par l'enseignant.

Exemple de projet de création individuel

Dans le cadre de la thématique de « la conquête du timbre » telle que définie dans les programmes du Ministère de l'Education Nationale, les élèves d'une classe de 6^e ont effectué des suivis de partiels sur l'enregistrement d'une œuvre pour percussions. Une bibliothèque d'opérateurs dédiés au traitement de signal a été créée, basée sur un moteur d'analyse/synthèse

sonore additive développé par Axel Roebel et l'équipe analyse / synthèse de l'Ircam [10]. En utilisant l'outil « suivi de partiels » de Musique Lab Maquette, les élèves ont pu définir à l'oreille la bande de fréquences de l'analyse, découpant ainsi le spectre en plusieurs « tranches » allant de 3 à 8. Ces tranches ont ensuite été assemblées dans le séquenceur, puis munies d'un son de percussion midi. La figure 15 montre un exemple de découpage en quatre bandes. Le résultat est alors une « interprétation réorchestrée » du rythme en fonction de la distribution de l'énergie du spectre original.

En redistribuant l'énergie du spectre sous une forme organisée, de nouveaux rythmes apparaissent, parfois très différents de l'original, et pourtant toujours apparentés.

Ce projet a permis aux élèves de lier signal et symbolique, et de comprendre, voire d'étudier des œuvres dont l'écriture est basée sur cette relation.

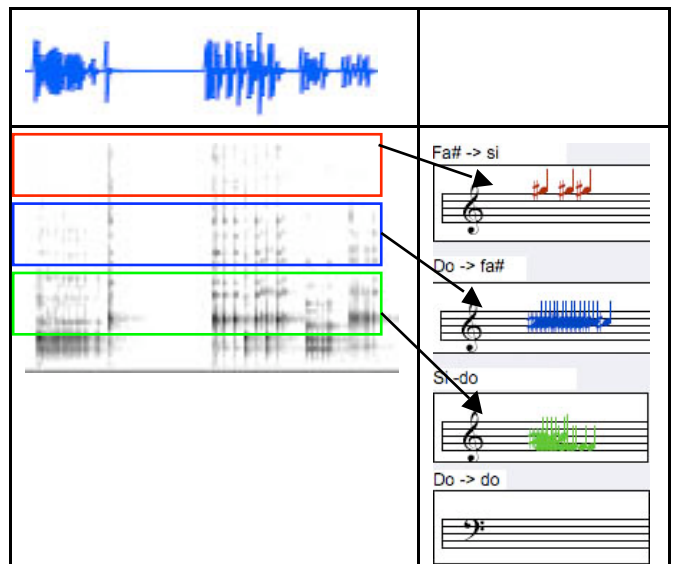


Figure 15 - Le signal audio, son analyse et sa retranscription – copies d'écran de Musique Lab 2

Un autre projet a consisté à reproduire des fragments d'œuvres de musique spectrale en employant des opérateurs empruntés à la librairie *Profile* initialement développée dans OpenMusic par Jacopo Baboni Schilingi et Mikhaïl Malt. Les élèves, en créant des interpolations de timbre grâce aux opérateurs de resynthèse, ont pu dessiner différentes trajectoires empruntées par les partiels. La possibilité d'y associer des contraintes harmoniques a permis de créer un lien entre la synthèse et l'écriture, et d'axer les contenus pédagogiques sur la relation de causale entre progressions, trajectoires harmoniques et trajectoires de timbres (voir figure 16).

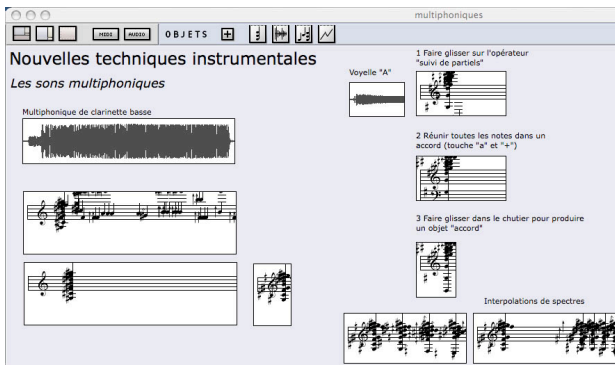


Figure 16 - Maquette sur les interpolations de timbres et les sons multiphoniques

Exemple de projet de création collectif

Forbidden Planet est un projet de création mené par l'Atelier des Feuillantines, le collège Lavoisier (Paris), le collège Henri IV (Paris), les Ecoles Nationale de Musique de Montbéliard et de Mantes la Jolie. Il est basé sur le film de Fred Wilcox (1956), dont la musique entièrement électronique a été composée par Louis et Bebe Barron. Après avoir suivi des cours sur la naissance de la musique électronique, les techniques de traitement du son et le geste instrumental, les élèves ont réalisé des séquences sonores dans Musique Lab Maquette, puis les ont importé dans l'environnement Musique Lab Audio afin de définir des traitements contrôlés par des capteurs. Les scènes muettes du film ont ensuite été projetées aux élèves qui, par petits groupes, ont été mis dans la situation des pianistes de la période du cinéma muet, qui improvisaient dans les cinémas. En manipulant les capteurs connectés aux processus musicaux qu'ils ont conçu en classe, ils ont reconstruit l'environnement sonore de certaines scènes (voir figure 17). Les séquences enregistrées ont ensuite été envoyées à des ateliers d'arts plastiques qui, sans voir les images qui en sont l'origine, ont conçu le contenu visuel le semblant fonctionner avec ces sons. Le résultat est un ensemble de vidéogrammes dans lesquels, lorsqu'on les compare avec les scènes sources, il semble qu'une information (rythmique, par exemple) ait été préservée.



Figure 17 - Trois élèves munis de capteurs créent l'environnement sonore d'une séquence de Forbidden

Planet avec Musique Lab Audio (Journées portes ouvertes de l'Ircam, Juin 2006).

4. LES ECHELLES DE TEMPS

Une prescription importante de l'équipe de conception de Musique Lab 2 a été d'éviter de faire de cet environnement un outil utilisé de façon exceptionnelle. Un effort particulier a donc été mené afin de le présenter dans une logique de « calepin », ou de « carnet de croquis » pouvant être librement et rapidement invoqué à un moment clef du cours ou dans le cadre d'un travail personnel à la maison, puis laissé de côté pendant plusieurs semaines. De cette façon, il s'intègre harmonieusement aux habitudes de travail et à la vie du collègue ou du conservatoire.

4.1. L'adaptation au rythme de l'élève

L'acquisition des compétences fixées dans les objectifs pédagogiques est souvent vérifiée dans des procédures d'exams, d'auditions, dont la fréquence ou le rythme ne coïncident pas forcément avec celui de l'élève. A titre d'exemple, il n'est pas rare qu'un élève de conservatoire n'ait pas acquis complètement une compétence requise sur la hauteur, mais soit très en avance sur un aspect rythmique. Les progrès d'un élève pourraient être représentés par une tresse ou les compétence en cours d'acquisition se développent de façon souterraine pour ressortir à un moment pouvant se situer après l'examen qui en sanctionne l'acquisition (voir figure 18) :

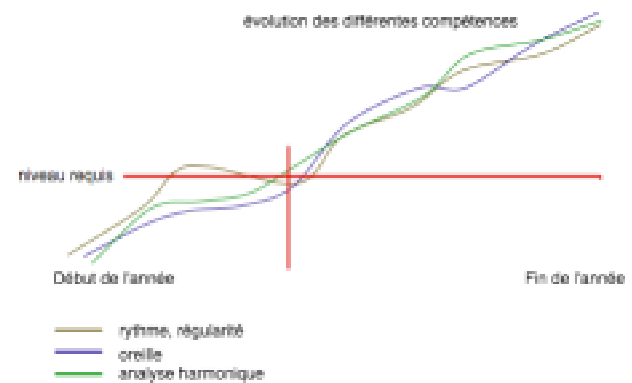


Figure 18 – Une « tresse » pédagogique : au moment de l'examen (ligne rouge verticale), l'élève fait une contre-performance sur le rythme qu'il maîtrisait auparavant, car il s'est manifestement concentré sur la théorie (analyse).

C'est la raison pour laquelle l'enseignant accède en permanence aux différentes maquettes élaborées par l'élève qui « collent » à son évolution et permettent d'observer son cheminement, plutôt que d'évaluer l'élève uniquement sur un rendu sonore.

4.2. L'autodocumentation et les tutoriaux

Afin d'éviter d'être « bloqué » un effort a été entrepris afin d'autodocumenter les opérateurs et les procédures les plus courantes grâce à des tutoriaux (voir figure 19)

conjointement élaborés par l'Ircam et les enseignants des différents groupes de travail.

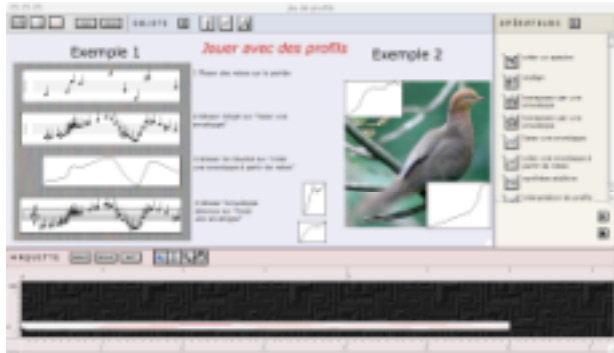


Figure 19 - Une maquette du tutorial

5. LES COMPLEMENTS DE L'ENVIRONNEMENT

5.1. Musique Lab Annotation

Musique Lab Annotation est un logiciel développé par Yves-Marie Haussonne et Olivier Zeller destiné à permettre la synchronisation d'un son avec une image. Grâce à une interface simplifiée (voir figure 20), les enseignants peuvent facilement produire des suivis de partition, munis d'annotations apparaissant à des temps spécifiques. Ces annotations peuvent être classées dans des calques, permettant ainsi d'avoir plusieurs lectures d'une même œuvre, suivant les classes auxquelles on s'adresse (voir figure 21).

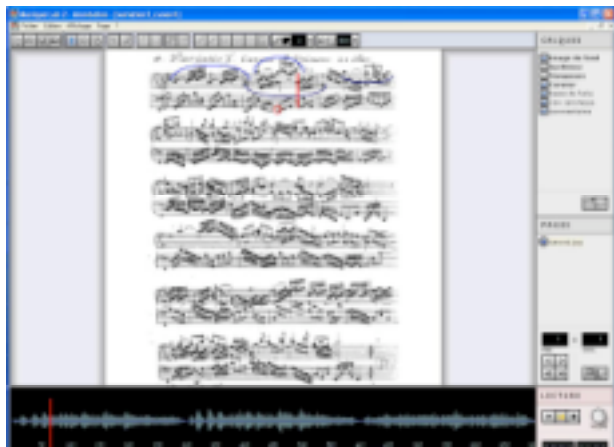


Figure 20 – une annotation du manuscrit de Strasbourg des Variations Goldberg, de Jean-Sebastien Bach, synchronisé sur un enregistrement de Glenn Gould

Le logiciel gère les reprises, et permet d'importer des annotations sous forme de bibliothèques d'images que des enseignants peuvent se fabriquer. Les fichiers sauvegardés sont au format XML.

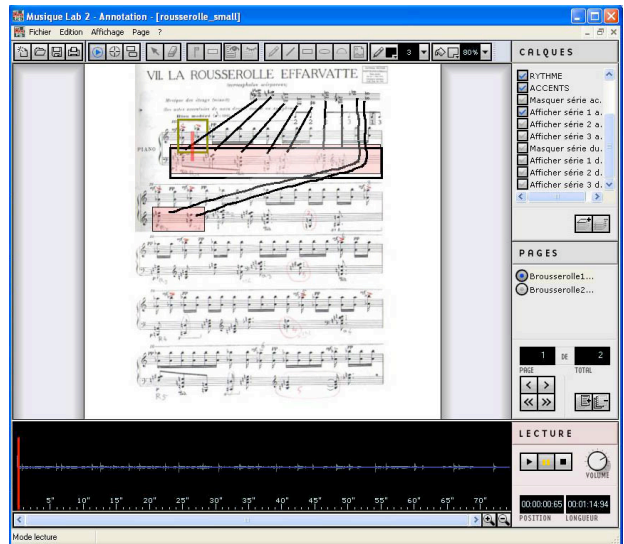


Figure 21 – une annotation de la Rousserolle Effarvatte d'Olivier Messiaen

5.2. Musique Lab Audio

Musique Lab Audio est un logiciel destiné à la manipulation du son en temps réel dont le développement a été assuré par Cyrille Brissot. Il permet de contrôler des traitements sonores par des capteurs, afin d'affranchir le geste de sa dépendance habituelle au clavier.

Un module d'apprentissage (voir figure 22) permet de calibrer des capteurs de façon à adapter un geste à un traitement. Ce module pourra accueillir dans un futur proche une extension d'analyse du geste développé par Frédéric Bevilacqua au sein de l'équipe Interaction temps réel de l'Ircam. Musique Lab Audio sert également de plateforme d'expérimentation dans le cadre du projet européen i-Maestro.

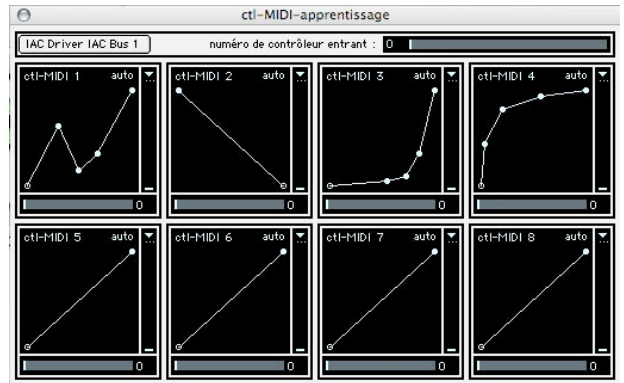


Figure 22 – le module d'apprentissage pour utiliser les capteurs

Le logiciel se présente sous la forme d'une matrice de 9 cases, dont les trois du haut sont des sources sonores (entrée micro, fichier audio, CD, oscillateur...), et les 6 du bas des traitements (voir figure 23).

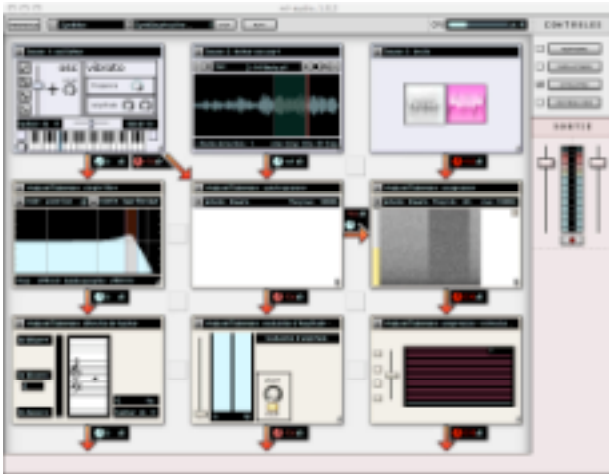


Figure 23 – une application Musique Lab Audio

Les traitements sont des plug-ins qui peuvent être VST ou propriétaire IRCAM. Ils permettent de soutenir des explications partant de l'écriture symbolique de ml-maquette, pour aller vers le signal et revenir à nouveau vers l'écriture. Ce principe a guidé l'ensemble du développement de Musique Lab Audio afin d'encourager et de faciliter le développement de matériel pédagogique autour de la problématique compositionnelle symbolique/signal, et notamment de la musique spectrale.

Les enseignants peuvent sauvegarder leurs applications dans des dossiers spécifiques qui sont lus au lancement, de façon à pouvoir instantanément rappeler une configuration particulière.

6. RESULTATS

Aujourd'hui, le lancement de Musique Lab 2 est échelonné dans le temps afin d'être progressivement distribué à un cercle de plus en plus large d'enseignants. De nombreux retours, notamment sous la forme de tutoriaux produits par les enseignants eux-mêmes ou sous la forme de maquettes d'élèves nous permettent de dégager trois cas d'utilisation fréquents classés en fonction de leur impact sur le déroulé normal d'un cours :

6.1. Premier cas : le tableau « intelligent »

Cette utilisation consiste à vidéoprojecter constamment l'image de l'espace de travail des maquettes dans le cadre normal d'un cours. Lorsque l'enseignant a besoin de soutenir une explication par un exemple sonore, ou de montrer de façon instantanée et rapide une opération particulière (par exemple créer un arpège à partir d'un accord), il se dirige vers l'ordinateur sans interrompre son explication et ses habitudes de comportement.

6.2. Second cas : la modélisation d'une œuvre ou d'une technique

Un certain nombre de maquettes (Bach, Offrande Musicale, Messiaen, Catalogue d'oiseaux, Machaut, canons), reconstruisent de façon exhaustive l'ensemble ou un fragment de partition. Les élèves manipulent donc directement le logiciel afin de reproduire eux-même les contenus musicaux proposés, sans forcément passer par la méthode préconisée par l'enseignant.

6.3. Troisième cas : les projets de création.

Forbidden Planet

Projet de création de musique électronique à partir d'images d'un film de science fiction (Collèges Lavoisier, Henri IV, Camille Claudel, ENM Montbéliard)

Joindre le geste à la parole

Projet de création avec un professeur de lettre. Des textes écrits par les élèves sont déformés par des traitements contrôlés par une danseuse munie de capteurs lors d'une performance (Classe de 3^e collège Sévigné, création prévue en Juin 2007 au musée du Louvre)

Analyse musicale d'un processus de création

Une classe de piano d'une école de musique produit des annotations liant les cahiers de brouillon de Beethoven aux œuvres finales afin de mettre en évidence certains processus de création (projet mené par des élèves de l'Atelier des Feuillantines)

Expérimentation sur le geste

Une classe de solfège fait un travail sur la battue au moyen de capteurs, en contrôlant le défilement d'un enregistrement audio. (Expérimentation autour du projet « violon augmenté » de l'Ircam : CNR Dijon, expérimentation sur la battue : Atelier des Feuillantines).

6.4. Les itinéraires pédagogiques

Un travail a été mené pour permettre d'aborder des œuvres, des concepts musicaux, des mouvements artistiques sous une forme multiple, déployée au travers de tous l'environnement Musique Lab 2. Ces itinéraires pédagogiques sont constitués d'un texte et d'un corpus d'applications (plusieurs maquettes, applications audio, annotations). A titre d'exemple, un enseignant souhaitant articuler un cours autour de la musique de Messiaen dispose d'un itinéraire sur la liturgie de cristal du Quatuor pour la Fin du Temps, (une maquette modélisant la partie de piano, une application audio permettant aux élèves de créer le matériau des parties supérieures, une application audio). Il dispose également de maquettes permettant de reconstruire des extraits du catalogue d'oiseaux et d'applications audio des mêmes œuvres, basées sur des jeux musicaux autour du chant enregistré de l'oiseau. Ces itinéraires sont disponibles à

partir d'un portail dédié, (voir figure 24). En cliquant sur une thématique particulière, l'enseignant accède à l'ensemble du matériel pédagogique disponible (maquettes, annotations, applications audio), qu'il peut télécharger en totalité ou de façon sélective (voir figure 25).

NOM	ML-Annotation	ML-Maquette	ML-Audio	Auteur
Guillaume de Machaut - Ma fin est mon commencement et mon commencement ma fin	OUI	OUI	OUI	Guédy(Ircam)
J.S. Bach Canon par tons de l'Offrande Musicale	OUI	OUI	OUI	Guédy(Ircam)
J.S. Bach Variations Goldberg - Canon par mouvement rétrograde	OUI	OUI	OUI	Guédy(Ircam)
W.A. Mozart - La forme sonate	OUI	OUI		Guédy(Ircam)
L.V. Beethoven - sonate pathétique - modélisation du second mouvement	OUI	OUI		Guédy(Ircam)
I. Stravinsky - introduction du Sacre du Printemps	OUI	OUI		
I. Stravinsky - L'Oiseau de Feu (suite de 1919)	OUI	OUI		
M. Ravel - Tombeau de Couperin	OUI	OUI		
Olivier Messiaen - Quatuor pour la fin du temps (Largie de cristal)	OUI	OUI	OUI	Guédy(Ircam)
Olivier Messiaen - La Rousserolle Effarvate	OUI	OUI	OUI	Guédy(Ircam)
Milton Babbitt Semi-Simple variations (1956)	OUI	OUI		Schaub(Ircam)
Mauricio Kagel - ATEM	OUI	OUI	OUI	Sluchin(Ircam)
P. Manoury - Jupiter	OUI	OUI	OUI	Lorieux(Ircam)
J. Harvey - Mortuus Plango Vivos Voco	OUI	OUI	OUI	Lorieux(Ircam)
Arpeges		OUI	OUI	Guédy(Ircam)
Enveloppes		OUI	OUI	Guédy(Ircam)
Jean-Claude Ruser - Glissando infini	OUI	OUI	OUI	Guédy(Ircam)
Philippe Lemaux - Yoi(Rex)	OUI	OUI	OUI	Guédy(Ircam)
Gaem - Espoir		OUI	OUI	Guédy(Ircam)
Exploration du timbre : les sons multiphoniques - Interpolations		OUI	OUI	Guédy(Ircam)

Figure 24 – le portail internet des itinéraires pédagogiques

J.S. Bach Variations Goldberg - n°12 - Canon par mouvement rétrograde
mots - clefs : canon, transposition, spirale

Les Variations Goldberg constituent l'une des incursions de Bach dans "la grande forme" sous la double inscription du recouvrement d'un espace (tonal avec le clavier bien tempéré, narratif avec les passions), et du dessin d'une forme échantillonnée sur un grand nombre de mouvements (comme les variations de la Chaconne, de la Passacaille).

Objectif pédagogique :
Comprendre la notion de variation.

Supports disponibles : maquette, application ML-Audio, suivi ML-Annotation.

Cheminement pédagogique :
Des canons distendus

Contrairement au Clavier bien Tempéré dont la progression linéaire dans l'espace des tonalités emprunte la ligne droite (la ou précisément Chopin emploie les sauts de quinte comme pour recouvrir l'échiquier des tonalités par des sauts de cheval), l'intervalle des canons progresse

Figure 25 – un élément d'un itinéraire pédagogique

7. REMERCIMENTS

Nous remercions particulièrement : Vincent Puig et Andrew Gerzso, coordinateurs pour l'IRCAM, Vincent Maestracci, coordinateur pour le Ministère de l'Education Nationale, Gilles Detilleux, Sylvie Escande, Catherine Giffard, Marie-Madeleine Krynen, Fernand Van den Bogaert, coordinateurs pour la Direction de la Musique et de la Danse du Ministère de la Culture, Bernard Stiegler, Michel Fingerhut, Norbert Schnell, les équipes de recherche de l'IRCAM, Cyril Béros, Grégoire Lorieux, l'ensemble des professeurs ayant contribué à l'élaboration de ce projet.

8. REFERENCES

[1] Agon, C. *OpenMusic : Un langage visuel pour la composition musicale assistée par*

ordinateur, Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), 1998.

- [2] Agon, C., Assayag, G. et Bresson, J. *The OM Composer's Book .1*, Ircam – Editions Delatour France, 2006.
- [3] Assayag, G., Agon, C., Fineberg, J. et Hanappe, P. "An Object Oriented Visual Environment for Musical Composition", in *Proceedings of the International Computer Music Conference*, Thessaloniki, Greece, 1997.
- [4] Bresson, J., Guédy, F. et Assayag, G. "Musique Lab Maquette : approche interactive des processus compositionnels pour la pédagogie musicale", *Revue STICEF (Sciences et Techniques de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, Volume 13, 2006.
- [5] Bresson, J. "Processus compositionnels et opérateurs musicaux dans ML-Maquette – Les opérateurs de traitement du signal", soumis aux *Journées d'Informatique Musicale JIM-07*, Lyon, 2007.
- [6] The Collected Works of John Dewey, 1882-1953, edited by Jo Ann Boydston (Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press, 1969-1991)
- [7] Guédy, F. « La Rousserolle Effarvate », Actes des 10èmes Journées d'Informatique Musicale, Montbéliard, 2003
- [8] Guédy, F. « Musique Lab 2, un environnement pour la pédagogie musicale ». L'Inouï, Vol. 2, Ircam – Editions Léo Scheer.
- [9] Guédy, F. « Le traitement du son en pédagogie musicale ». L'Inouï, Vol. 2, Ircam – Editions Léo Scheer.
- [10] Puig V., Guédy F., Fingerhut M., Serrière F., Bresson J., Zeller O. (2005). *Musique Lab 2: A Three Level Approach for Music Education at School*. Proceedings of the International Computer Music Conference, Barcelona, Spain.
- [11] Wang, M.C., Haertel, G.D., & Walberg, H.J. (1994). What helps students learn? *Educational Leadership*, 51(4), 74-79.
- [12] D. Fober, S. Letz, Y. Orlarey L'environnement de composition musicale Elody Actes des Journées d'Informatique Musicale - JIM'97, Lyon, 1997.
- [13] Y. Orlarey, D. Fober, S. Letz. Elody : a Java+MidiShare based Music Composition Environment Proceedings of the ICMC 97, Thessaloniki, 1997.