

Matthias Robine

E-mail : matthias.robine@labri.fr
<http://dept-info.labri.fr/~robine/>

LaBRI, Université de Bordeaux
351, Cours de la Libération
33400 Talence

Tel. : 05 40 00 38 21
Né le 11/11/76

Cursus

Depuis 2011	Maître de Conférences en Informatique. <i>Recherche en Informatique musicale. Enseignement spécialisé à l'UF, en IUT, à l'IPB. Responsable des stages informatiques pour la Licence de l'Université de Bordeaux. Concours scientifique et délégations dans la société SIMBALS. Equipe Image et Son du LaBRI, Université de Bordeaux.</i>
2010–2012	Porteur de projet de transfert technologique. <i>Création de la société SIMBALS. Incubateur Régional d'Aquitaine.</i>
2008–2010	Post-Doctorat en Informatique. <i>Membre du projet ANR SIMBALS. LaBRI, Université Bordeaux 1.</i>
2006–2008	Attaché temporaire d'enseignement et de recherche. <i>Cours, TD (384 h). LaBRI, Université Bordeaux 1.</i>
2003–2006	Doctorat en Informatique. <i>"Analyse de la performance musicale et synthèse sonore rapide", Mention très honorable. Université Bordeaux 1.</i>

Activités de recherche

Le thème de mes recherches est pluridisciplinaire, incluant le traitement du signal sonore, l'informatique musicale, l'analyse et la modélisation de structures complexes. Je participe au projet ANR SIMBALS (SIMilarity Between Audio signALS) qui fait émerger au LaBRI un nouveau thème de recherche avec de nombreuses applications dans le domaine de la recherche d'informations musicales. Je porte également un projet de jeu sérieux musical en dépôt ANR.

Compétences principales

- Traitement du signal, Recherche d'informations musicales, Similarité musicale, Analyse de l'interprétation instrumentale
- Modélisation, Extraction de descripteurs, Indexation
- Méthodes d'alignement et de programmation dynamique, Algorithmes de recherche dans de grandes bases de données
- Environnement Linux, langages Matlab, C et C++
- **30 publications scientifiques internationales** avec comité de lecture
- **3 brevets internationaux** déposés

Compétences personnelles

Professeur de musique pendant 10 ans, de 1997 à 2007. Direction d'orchestre (25 musiciens, 100 concerts), professeur de saxophone et de solfège en Gironde. Cursus au Conservatoire National de Musique de Bordeaux, de 1987 à 2000. Médailles en saxophones, en ensemble de saxophones, en déchiffrage, et certificat de fin d'études en solfège.

Encadrement de recherche

Encadrement Doctoral

J'ai participé à l'encadrement de **deux thèses** soutenues au LaBRI :

- “**Modélisation des informations tonales de la musique**” par **Thomas Rocher**, débutée en septembre 2008 et soutenue en décembre 2011 dans l'équipe Image et son. Cette thèse était co-encadrée par Myriam Desainte-Catherine, Pierre Hanna et moi-même. Mon taux d'encadrement pouvait s'estimer à 50%. Ce travail doctoral a consisté à analyser et modéliser les relations tonales dans la musique, depuis des fichiers audio ou symboliques, pour estimer la similarité harmonique entre des morceaux de musique. Cette thèse a donné lieu à 8 co-publications scientifiques internationales.
- “**Recherche de motifs approchés dans des séquences : de la biologie à la musique**” par **Benjamin Martin**, débutée en février 2010 et soutenue en décembre 2012 dans les équipes Image et son et Modèles et algorithmes pour la bioinformatique et la visualisation d'informations. Cette thèse était co-encadrée par Myriam Desainte-Catherine, Pierre Hanna, Pascal Ferraro et moi-même. Mon taux d'encadrement pouvait s'estimer à 25%. Il s'agissait de concevoir des algorithmes d'inférence de structure et d'estimation de la similarité musicale structurelle. Cette thèse a donné lieu à 3 co-publications scientifiques internationales et 1 brevet international co-déposé.

Encadrement Master Recherche

J'ai encadré **cinq Master Recherche** :

- 2014 : Sebastien Juchs, “Estimation automatique de la similarité musicale basée sur le contenu rythmique”. Encadrement 50%, 1 co-publication scientifique internationale.
- 2013 : Ladislav Marsik, “Music Harmony Analysis : Towards a harmonic complexity of musical pieces”. Encadrement 25%.
- 2009 : Benjamin Martin, “Comparaison structurelle de morceaux de musique”. Encadrement 50%.
- 2009 : Mathieu Carpentier, “Analyse de profils musicaux”. Encadrement 25%.
- 2008 : Thomas Rocher, “Extraction et structuration des informations tonales d'une pièce de musique”. Encadrement 50%.

Projets de recherche

Je participe à différents projets ANR :

- 2015, Coordinateur du projet jeune chercheur **GaME** en dépôt, projet sélectionné après première étape de soumission
- 2007-2011, membre du projet ANR Jeunes Chercheurs **SIMBALS** : “Musical Similarity of Audio Signals”. Ce projet de recherche lié au thème de recherche Recherche d'Informations Musicales a réuni des chercheurs du LaBRI issus de deux équipes de recherche différentes, et a proposé le développement de systèmes de recherche de musique basés sur la similarité musicale. Ce projet ANR a donné lieu à un projet transverse SIMBALS au LaBRI, dont je suis membre.
- 2012-2015, membre du projet **INEDIT** : “Interactivité dans l'écriture de l'interaction et du temps, coordonné par l'IRCAM à Paris, regroupant également le GRAME de Lyon.
- 2013-2015, membre du projet **OSSIA** : “Open Scenario System for Interactive Application” regroupant le GMEA d'Albi et l'ENJMIN d'Angoulême
- Projet **DIADEMS** : “Description, Indexation, Accès aux Documents Ethnomusicologiques et Sonores” coordonné par l'IRIT, et regroupant le LIMSI, le LAM, le Laboratoire d'Ethnologie et Sociologie Comparative, et le Museum National d'Histoire Naturelle.

En plus de ces projets, j'ai dirigé en 2014 un projet Science et Technologies ayant pour objectif l'émergence d'une recherche sur l'évaluation de la performance musicale. Cela inclut l'analyse pour la pédagogie instrumentale, l'évaluation des pratiques de musiques actuelles collectives, le serious gaming et la numérisation des environnements pédagogiques (Conservatoire, écoles musique, ...).

Rayonnement Scientifique

Sélection d'articles

J'ai eu l'occasion de participer à la sélection d'articles scientifiques pour

- la revue *Discrete Applied Mathematics* : DAM 2012, 2013
- l'*International Conference on Music Information Retrieval* : ISMIR 2006, 2012, 2013, 2014, 2015
- l'*International Conference on Computer Music* : ICMC 2007, 2009
- l'*International Conference on Digital Audio Effects* : DAFx 2009, 2010, 2015
- l'*International Conference on Interdisciplinary Musicology* : CIM 2014

Organisation de conférence

La conférence *International Conference on Digital Audio effects* (DAFx) réunit chaque année des chercheurs internationaux en informatique musicale et en traitement du son. DAFx s'est tenue en septembre 2007 au Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique, à l'Université Bordeaux 1. En tant que membre du comité d'organisation, j'ai activement participé à la préparation et au bon déroulement de la conférence.

Jury de Thèse

J'ai participé à **deux jurys de thèse** :

- membre du jury de la thèse de Thomas Rocher soutenue le 11/12/11. Le président du jury était Yves Grenier. Le jury était composé de Darrell Conklin, Matthias Robine, Pierre Hanna et Myriam Desainte-Catherine. Les rapporteurs étaient Gaël Richard et Francois Pachet.
- membre du jury de la thèse de Benjamin Martin soutenue le 12/12/12. Le président du jury était Cédric Chauve, le jury était composé de Jean-Julien Aucouturier, Pierre Hanna, Matthias Robine, Pascal Ferraro et Myriam Desainte-Catherine. Les rapporteurs étaient Frédéric Bimbot et Thierry Lecroq.

Je suis régulièrement invité de l'Université de Bordeaux pour présenter une conférence de vulgarisation scientifique sur l'informatique musicale : "Comment la musique est-elle devenue num/érique : histoire, principes et applications de l'informatique musicale." Je suis aussi régulièrement sollicité pour des expertises ANR.

Concours National de Création d'entreprises innovantes du Ministère de la Recherche

Depuis 1999, le concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes a permis la création de 1476 entreprises. Ce concours est le premier dispositif d'amorçage en France et assure un rôle de détection de projets de création d'entreprises innovantes.

Pour le projet de création de la société SIMBALS, je suis :

- **Lauréat 2011 du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes** du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur en catégorie "Emergence".
- **Lauréat 2012 du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes** du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur en catégorie "Création - Développement".

Création de société

J'ai co-fondé la société SIMBALS SAS en 2012. En concours scientifique puis régulièrement en délégation dans cette entreprise, mon rôle est le transfert de technologie dans l'industrie de la musique numérique, en convention avec la SATT Aquitaine, société de transfert technologique de l'Université de Bordeaux. Simbals emploie aujourd'hui 5 docteurs et elle est soutenue par la BPI, la région Aquitaine, l'Incubateur Régional d'Aquitaine, la ville de Talence et Cap Digital. Ses clients sont des majors du disque comme Universal, des prestataires de la SACEM pour le droit d'auteur ou des plateformes de streaming musical.

Brevets et Logiciels

Je suis le co-auteur de **3 brevets internationaux** :

- 2014 : "Procédé de recherche automatisée d'au moins une sous-séquence sonore représentative au sein d'une bande sonore", Julien Allali, Pierre Hanna, Matthias Robine et Pascal Ferraro, en dépôt
- 2013 : "Génération du meilleur extrait d'un morceau de musique ou d'un ensemble de morceaux de musique", Julien Allali, Pierre Hanna, Matthias Robine et Pascal Ferraro, en dépôt
- 2011 : "Exemplar Based Assignment of Large Missing Audio Parts using String Matching on Tonal Features". B. Martin, P. Hanna, V. Ta, M. Desainte-Catherine, J. Allali, M. Robine and P. Ferraro
Brevet international, date du dépôt 17.10.2011, numéro US61/547,854.

J'ai eu l'occasion de déposer **3 logiciels à l'Agence de Protection des Programmes** :

- Logiciel 2015 : "Automatic timbre classification software" en dépôt 2015 dans le cadre du projet ANR DIADEMS
- Logiciel 2013 : "Analyse de la structure musicale" déposé à l'APP le 14/02/13 sous la référence IDDN.FR.001.260016.000.S.P.2012.000.31500
- Logiciel 2012 : "Bird Song" déposé à l'APP le 01/01/12 sous la référence IDDN.FR.001.260016.000.S.P.2012.000.31500

Activités d'enseignement

Au cours des dernières années, j'ai effectué des enseignements dans trois établissements différents : Ecole d'ingénieurs ENSEIRB, IUT Informatique de Bordeaux et à l'Université de Bordeaux ; pour des étudiants de niveau Licence, Master 1ère et 2ème année, Ingénieurs 2ème et 3ème année. J'interviens plus particulièrement dans le Master Image Son et Vidéo (Université de Bordeaux, cours mutualisé avec l'ENSEIRB) dans le cadre des modules Analyse et Synthèse du Son Musical et Traitement Informatique de la Musique, modules dont je suis co-responsable. De plus, je suis particulièrement investi dans le module Image et Son de Licence 3

Informatique. Par ailleurs, j'encadre chaque année de nombreux projets de recherche et de développement en Master ou en Licence.

Je m'investis également chaque année dans les modules de professionnalisation organisés en Licence : Ouverture professionnelle 2 et 3 qui permettent aux étudiants de définir un projet de formation en adéquation avec leur projet professionnel. Je participe régulièrement aux salons étudiants comme JFE ou Aquitec.

Je suis **responsable des stages pour la Licence Informatique** depuis 4 ans. Cela exige de proposer des réunions régulières d'information, et surtout de suivre et de valider **une centaine de stage par an**. Une de mes missions est notamment de garder un contact avec le réseau d'entreprises susceptible d'accueillir des stagiaires de l'Université.

Activités de Recherche

Mon travail de recherche s'effectue actuellement au LaBRI, à Bordeaux, dans l'équipe *Image et son*, et au SCRIME, studio de création musicale rassemblant compositeurs de musique et chercheurs en informatique. Le thème de mes recherches est pluridisciplinaire, incluant le traitement du signal sonore, l'informatique musicale, et l'analyse et la modélisation de structures complexes.

Recherche d'informations musicales

J'ai participé dans le cadre du projet ANR SIMBALS au transfert de méthodes couramment employées dans le domaine de la bioinformatique, notamment dans la recherche sur les séquences ARN, au contexte de la recherche d'informations musicales. Ces méthodes utilisent des algorithmes d'édition ou d'alignement qui cherchent à déterminer le nombre optimal d'opérations nécessaires pour transformer une séquence musicale en une autre. Pour cela, un coût est associé à chaque opération élémentaire d'édition. Nous avons ainsi développé un système de recherche d'informations musicales à partir d'un extrait basé sur des algorithmes d'alignement.

L'adaptation au contexte musical soulève de nouveaux problèmes à la fois en informatique musicale [28] mais aussi en algorithmique de comparaison [27, 23]. Une étude sur ces adaptations a fait l'objet d'une publication en revue internationale [5]. Les applications sont nombreuses : requête par sifflement, par extrait musical ou par tapotement [24], résumés de morceaux automatiques, détection de plagiat [30], *etc.* Ces recherches m'ont donné l'occasion d'encadrer des stages de master recherche et 2 doctorats. Les résultats de ces thèses permettent de trouver dans une base de données musicales des morceaux ayant la même progression d'accords [22] ou la même structure [16].

Évaluation de l'interprétation instrumentale

L'analyse de l'interprétation instrumentale est un sujet transverse traité par de nombreuses études de biomécanique, de psychoacoustique, de musicologie ou d'informatique. Je l'ai étudié dans un contexte académique (écoles de musique, pédagogie classique) [32], après avoir proposé une analyse du jeu instrumental en trois composantes principales : physique, technique et expressive. Cette nécessaire clarification a permis la définition de protocoles et méthodes d'analyse originaux et performants du jeu instrumental.

J'ai travaillé sur le doigté pianistique [35] et proposé une méthode de doigté automatique d'une mélodie qui utilise la programmation dynamique. Dans le cadre des travaux menés avec Lagrange [32], j'ai aussi travaillé sur l'évaluation technique de saxophonistes. Nous avons proposé une nouvelle méthode automatique pour l'évaluation technique de saxophonistes à partir de l'analyse de leurs performances (Fig 1). Un logiciel a été proposé après cette étude [29].

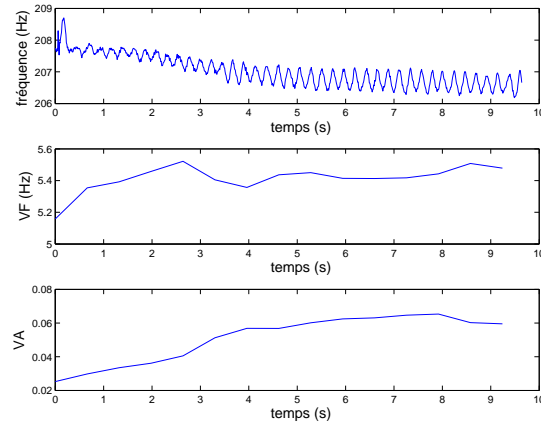


FIGURE 1 – L'évaluation technique d'un vibrato est possible en comparant une évolution idéale avec l'évolution dans une performance de la fréquence du son vibré (haut), de la fréquence du vibrato (milieu), ou de son amplitude (bas).

Projet de recherche sur le jeu sérieux musical

Mon projet a pour objectif d'effectuer une rupture technologique dans les domaines de l'informatique musicale et des sciences sociales appliqués au jeu vidéo. Le projet se développe en 3 phases de recherche : sur les mécanismes usuels de gameplay et leur efficacité pour l'apprentissage musical ; sur les méthodes d'analyse et de comparaison de la performance musicale ; sur l'évaluation d'un jeu sérieux dans un contexte réaliste d'apprentissage musical. Une phase de développement logiciel complète le projet. Les verrous technologiques et transverses à dépasser sont notamment liés à l'adaptation des principes traditionnels de game design à la pratique musicale et à la définition d'une métrique d'évaluation de la performance musicale.

Gameplay et apprentissage musical

J'ai pour objectif d'étudier, de concevoir et d'évaluer les différentes briques d'un jeu vidéo guidant progressivement le joueur durant chaque étape de l'apprentissage musical. Le niveau de difficulté de ce jeu devra s'adapter aux compétences musicales du joueur et l'accompagner graduellement dans la maîtrise technique de son instrument. Pour cela, nous nous basons sur les nombreuses recherches issues des game studies, une spécialité qui rassemble une communauté transdisciplinaire se situant à l'intersection des sciences sociales, des humanités, de la psychologie et de l'informatique.

La grande majorité des jeux vidéo musicaux actuellement sur le marché utilisent comme contrôleurs la manette fournie avec la console, ou dans le meilleur des cas des copies simplifiées d'instruments de musique. Le but de cette simplification est de limiter les possibilités d'interaction avec le jeu afin de proposer aux joueurs un accès facilité à la performance musicale, au dépend de la maîtrise technique d'un instrument réel. Nous proposons d'étudier en quoi utiliser un instrument réel plutôt qu'une copie simplifiée d'instrument modifie le gameplay, et ainsi l'expérience du joueur. Nous souhaitons proposer des solutions pour maintenir le joueur motivé, et le guider pas à pas dans son apprentissage musical. Un des challenges principaux est de trouver le bon équilibre entre la motivation apportée par le jeu vidéo, et la motivation apportée par l'apprentissage d'un instrument musical ; le jeu vidéo devant accompagner et soutenir la motivation, sans nuire à la motivation d'apprendre un instrument de musique de manière indépendante. Cette partie du projet centrée sur le gameplay et apprentissage musical s'articule alors autour de deux axes de recherche

complémentaires :

- L'étude des divers mécanismes de motivation, poussant un joueur à continuer l'apprentissage et à évoluer à son rythme. Basé sur les recherches sur l'implication dans les jeux vidéo, ou Involvement chez Gordon Calleja, la théorie du Flow de Mihaly Csikszentmihalyi et la théorie du Conditionnement Opérant de Burrhus Skinner, cet axe se propose d'analyser et de tester quels sont les mécanismes efficaces soutenant la motivation lorsque l'apprentissage musical est au coeur du jeu vidéo, par opposition aux jeux vidéo plus traditionnels. L'enjeu principal de cet axe est de réfléchir à des solutions pour transférer une motivation vers une autre, lorsque plusieurs éléments simultanés sont susceptibles de soutenir cette motivation (ici : motivation générée par le jeu vidéo, et motivation générée par la pratique instrumentale). En effet, le jeu vidéo doit soutenir la motivation du joueur / élève lorsqu'il rencontre des difficultés, mais il est ensuite nécessaire de pouvoir transférer la motivation produite par le jeu vidéo vers une motivation dissociée du jeu, afin que l'élève puisse continuer à apprendre et pratiquer son instrument de musique de manière indépendante.
- L'étude de l'expérience du joueur, permettant d'estimer avant, pendant, et après une session de jeu, les différentes émotions et ressentis d'un joueur. Étudier l'expérience du joueur permet d'évaluer, à chaque étape du développement du jeu vidéo, les points à corriger ou à conserver afin d'offrir une expérience optimale. L'étude de l'expérience du joueur réunit des méthodes quantitatives et qualitatives, considérant à la fois le joueur, le jeu, et le contexte. L'étude de l'expérience du joueur est distincte de l'étude sur la jouabilité. La jouabilité s'intéresse au "quoi" et "comment", et étudie l'adéquation entre les désirs des développeurs et la capacité des joueurs à interagir avec les fonctionnalités proposées ; alors que l'expérience du joueur s'intéresse au "pourquoi", c'est-à-dire les raisons sous-jacentes de l'intérêt du joueur pour une fonctionnalité particulière, permettant de relier cette étude avec l'axe de recherche sur la motivation. La recherche sur l'expérience du joueur, bien qu'encore jeune - le modèle proposé par Lennart Nacke date de 2009 - est un sujet qui attire de plus en plus l'attention des éditeurs et créateurs de jeux vidéo. Les méthodes basées sur les métriques de gameplay sont régulièrement utilisées, et de nombreux moteurs de jeux vidéo proposent désormais un système pour recueillir automatiquement, en temps réel, des données quantitatives résumant l'expérience des joueurs. Cet axe propose de contribuer à cette recherche en étudiant ce que les spécificités des jeux vidéo musicaux peuvent apporter à la recherche sur l'expérience des joueurs, et également de regarder comment les données quantitatives, résultant d'une interaction avec un instrument de musique réel, peuvent être utilisées pour non seulement étudier l'expérience du joueur, mais également l'expérience du musicien. Des recherches récentes menées au LaBRI ont déjà proposé des métriques de gameplay extraites à partir de l'analyse sonore des flux audio du jeu. L'analyse du game design peut alors être complétée par celle du jeu musical du joueur, ce qui rend possible l'étude de l'expérience du joueur, tant sur le plan du jeu vidéo que sur le plan de la performance musicale.

Similarité entre performances musicales

Un des axes scientifiques de mon projet de recherche se concentre sur l'évaluation automatique de la similarité entre des performances musicales. Cette partie du projet se place dans le domaine de recherche transverse Music Information Retrieval, mêlant notamment traitement du signal, informatique et théorie musicale. Les objectifs dépendent de l'analyse et du traitement des signaux audio produits par les joueurs. Cela nécessite à la fois la mise au point de méthodes spécifiques, permettant d'estimer les paramètres mathématiques liés aux paramètres musicaux ciblés par les apprentissages, et la comparaison, éventuellement à grande échelle, de ces paramètres de façon à induire une évaluation pertinente.

- L'estimation de propriétés musicales depuis le signal audio a donné lieu à de nombreux travaux en Informatique musicale. Dans un objectif de similarité, le signal audio musical est généralement réduit sur des descripteurs multi-dimensionnels de type MFCC, relatifs aux propriétés timbrales. Ces approches atteignent assez rapidement des limites. L'essentiel de la musique considérée étant tonale et occidentale, de nombreuses méthodes d'analyse des informations tonales ont été proposées, pour l'estimation de tonalité, des séquences d'accords, ou pour l'extraction de la mélodie. La majorité des travaux sur

l'analyse harmonique repose sur les Pitch Class Profiles, descripteur réduisant le spectre sur une octave, en introduisant de nombreuses améliorations, en particulier sur la robustesse aux variations de timbre. Au LaBRI, les études menées sur l'analyse harmonique dans le cadre de la thèse de Thomas Rocher et de collaborations avec Télécom ParisTech ont donné lieu à la mise au point de méthodes d'analyse conjointe de la tonalité et des séquences d'accords. De plus, l'étude de la comparaison de morceaux de musique sur des critères harmoniques a donné lieu au développement d'algorithmes adaptés de la bio-informatique, notamment en prenant en compte des distances adaptées aux accords musicaux et à des évaluations concluantes par rapport à des systèmes comparables.

- Concernant le rythme, les travaux existants concernent majoritairement l'estimation du tempo. L'essentiel des méthodes sont limitées par l'hypothèse que le tempo est invariant au cours du morceau analysé. Toutefois, des techniques récentes ont été introduites pour éviter cette contrainte, très forte dans le cadre d'interprétations musicales notamment. Au LaBRI, un important travail a été mené en collaboration avec Mathieu Lagrange et Télécom ParisTech sur la description des informations métriques d'un morceau de musique audio. Ce travail a abouti à la définition d'un descripteur métrique - Meter Class Profile - sur le même principe que les Pitch Class Profiles pour les informations harmoniques, permettant de représenter l'information métrique sans avoir à estimer de manière précise le chiffrage d'un morceau. Des applications à la recherche musicale basée contenu ont montré l'intérêt de cette représentation. De plus, l'étude de nouvelles méthodes de comparaison des séquences de pulsations a permis de développer des applications telles que la requête par rythme (Query-by-tapping).

La comparaison des performances musicales

À partir des différents descripteurs présentés ci-dessus, il est possible d'effectuer des comparaisons d'interprétations. Palmer et Gabrielsson retracent l'historique des différentes méthodes utilisées pour analyser la performance musicale. Elles concernent de nombreux domaines de recherche : biomécanique, informatique, musicologie, psychologie ou encore intelligence artificielle. Les recherches liées à l'analyse et la comparaison de signaux audio musicaux qui seront menées dans ce projet reposeront en partie sur l'expertise acquise dans le cadre du projet ANR SIMBALS, financé entre 2007 et 2011 sur la comparaison de signaux audio de musique. Le projet SIMBALS a permis de développer un champ de recherche transverse, mêlant des problématiques algorithmiques liées à l'estimation de la similarité entre données fortement structurées, et à des problématiques de représentations symboliques de données audio. Ce projet a donné lieu à de nombreux résultats scientifiques et aussi à de nombreuses applications industrielles, liées notamment au traitement de bases de données musicales, impliquant la création en 2012 de la start-up innovante SIMBALS SAS et le dépôt d'un brevet sur la structure musicale.

Il s'agit de proposer des méthodes de comparaison prenant en compte les différents paramètres musicaux d'une performance, et permettre de classifier, naviguer ou interagir avec différentes interprétations. Nous pourrions nous appuyer pour ces recherches sur les travaux menés par Dixon, Langner et Goebel sur l'analyse de la performance musicale au piano ou ceux de Stamatatos et Widmer sur la caractérisation des interprètes. Une application envisagée est de proposer une méthode automatique d'évaluation du niveau technique d'un interprète, basée sur une comparaison avec différentes interprétations de niveaux techniques identifiés. Cette méthode pourra être appliquée à différents instruments, et pourra s'appuyer sur les études déjà menées par les membres du projet au Conservatoire National de Région de Bordeaux sur l'évaluation automatique du niveau technique des saxophonistes ou sur le logiciel Guitar Tutor développé pour l'apprentissage ludique de la guitare et testé avec l'école de musiques actuelles Rock et Chanson à Talence. Les logiciels éducatifs issus du projet européen i-Maestro, ou ceux tel que Songs2See issu du Fraunhofer proposent une interaction avec l'instrumentiste basé sur l'analyse de sa performance et sur une comparaison à un modèle attendu (en général, la partition). En général ce type de système est limité à une évaluation monophonique de la performance et s'adresse à des instrumentistes de niveau débutant, avec des détections de fausses notes par exemple. Nous souhaitons dépasser ce cadre pour proposer un logiciel d'apprentissage pour tous niveaux, en prenant en compte des éléments d'interprétation plus précis.

Publications de Matthias Robine

Chapitre de livre d'audience internationale avec comité de rédaction

- [1] Pascal Ferraro, Matthias Robine, Julien Allali, Pierre Hanna, and Thomas Rocher. *Information Extraction from the Internet*, chapter Detection of Near-Duplicate Musical Documents from a Multi-Level Comparison of Tonal Information, pages 129–143. Nan Tang editor, iConcept Press Ltd, 2011.

Revue d'audience internationale avec comité de rédaction

- [2] W. Bas de Haas, Matthias Robine, Pierre Hanna, Remco C. Veltkamp, and Frans Wiering. Comparing approaches to the similarity of musical chord sequences. *Lecture Notes in Computer Science – Exploring Music Content*, 6684 :242–258, August 2011.
- [3] Julien Allali, Pascal Ferraro, Pierre Hanna, and Matthias Robine. Polyphonic alignment algorithms for symbolic music retrieval. *CMMR - Auditory Display, Lecture Notes in Computer Sciences (LNCS)*, 5954 :466–482, April 2010.
- [4] Julien Allali, Pascal Ferraro, Pierre Hanna, Costas Iliopoulos, and Matthias Robine. Toward a general framework for polyphonic comparison. *Fundamenta Informaticae*, 97(3) :331–346, December 2009.
- [5] Pierre Hanna, Pascal Ferraro, and Matthias Robine. On optimizing the editing algorithms for evaluating similarity between monophonic musical sequences. *Journal of New Music Research*, 36(4) :267–279, December 2007.

Brevet International

- [6] B. Martin, P. Hanna, V. Ta, M. Desainte-Catherine, J. Allali, M. Robine, and P. Ferraro. Exemplar based assignment of large missing audio parts using string matching on tonal features. (Brevet international numéro US61/547,854), 2011.

Revue d'audience nationale avec comité de rédaction

- [7] Myriam Desainte-Catherine, Pierre Hanna, Matthias Robine, and Jean-Luc Rouas. Modelisation du son, de la parole et de la musique. *Revue des Sciences et Technologies de l'Information*, 32(3-4) :515–518, 2013.
- [8] Pierre Hanna, Pascal Ferraro, Matthias Robine, and Julien Allali. Recherche de documents musicaux par similarite melodique. *Document Numerique*, 11(3-4) :107–125, 2008.

Congrès internationaux avec comité de sélection et avec actes

- [9] Sébastien Juchs, Pierre Hanna, Matthias Robine, and Myriam Desainte-Catherine. Rhythmic similarity based on a descriptor balancing between meter and tempo. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC'15)*, University of North Texas, Denton, TX, USA, September 2015.
- [10] Dominique Fourer, Jean-Luc Rouas, Pierre Hanna, and Matthias Robine. Automatic instrument classification of ethnomusicological audio recordings. In *Proceedings of the 15th International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR'14)*, Taipei, Taiwan, 2014.
- [11] Benjamin Martin, Pierre Hanna, Matthias Robine, and Pascal Ferraro. Towards an indexing method to speed-up music retrieval. In *Proceedings of the ACM's Special Interest Group on Information Retrieval (SIGIR)*, pages 1167–1168, Beijing, China, July 2011.

- [12] Benjamin Martin, Pierre Hanna, Matthias Robine, and Pascal Ferraro. Indexing musical pieces using their major repetition. In *Proceedings of the IEEE/ACM International Joint Conference on Digital Libraries (JCDL)*, pages 153–156, Ottawa, Canada, June 2011.
- [13] Thomas Rocher, Matthias Robine, Pierre Hanna, Laurent Oudre, Yves Grenier, and Cédric Févotte. Concurrent estimation of chords and keys from audio. In *Proceedings of the International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR)*, pages 141–146, Utrecht, Netherlands, August 2010.
- [14] W. Bas de Haas, Matthias Robine, Pierre Hanna, Remco C. Veltkamp, and Frans Wiering. Comparing harmonic similarity measures. In *Proceedings of the International Computer Music Modeling and Retrieval Conference (CMMR)*, pages 299–315, Malaga, Spain, June 2010.
- [15] Thomas Rocher, Matthias Robine, Pierre Hanna, and Myriam Desainte-Catherine. A survey of chord distances with comparison for chord analysis. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, pages 187–190, New York City, NY, USA, June 2010.
- [16] Benjamin Martin, Matthias Robine, and Pierre Hanna. Musical structure retrieval by aligning self-similarity matrices. In *Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, pages 483–488, Kobe, Japan, October 2009.
- [17] Matthias Robine, Mathieu Lagrange, and Pierre Hanna. Meter class profiles for music similarity and retrieval. In *Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, pages 639–644, Kobe, Japan, October 2009.
- [18] Matthias Robine, Pierre Hanna, Thomas Rocher, and Pascal Ferraro. Structured representation of harmony for music retrieval. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, Montreal, Quebec, Canada, August 2009.
- [19] Thomas Rocher, Matthias Robine, Pierre Hanna, and Robert Strandh. Dynamic chord analysis for symbolic music. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, Montreal, Quebec, Canada, August 2009.
- [20] Pierre Hanna, Thomas Rocher, and Matthias Robine. A robust retrieval system of polyphonic music based on chord progression similarity. In *Proceedings of the ACM’s Special Interest Group on Information Retrieval (SIGIR)*, pages 768–769, Boston, Massachusetts, USA, July 2009.
- [21] Raphael Marzak, Matthias Robine, Myriam Desainte-Catherine, Antoine Allombert, Pierre Hanna, and Gyorgy Kurtag. Enhancing expressive and technical performance in musical video games. In *Proceedings of the Sound And Music Computing Conference (SMC)*, pages 241–246, Porto, Portugal, July 2009.
- [22] Pierre Hanna, Matthias Robine, and Thomas Rocher. An alignment based system for chord sequence retrieval. In *Proceedings of the IEEE/ACM International Joint Conference on Digital Libraries (JCDL)*, pages 101–104, Austin, Texas, USA, June 2009.
- [23] Pascal Ferraro, Julien Allali, Pierre Hanna, and Matthias Robine. Extending alignment algorithm for polyphonic comparison. In *Proceedings of the International Computer Music Modeling and Retrieval Conference (CMMR)*, pages 206–209, Copenhagen, Denmark, May 2009.
- [24] Pierre Hanna and Matthias Robine. Query by tapping system based on alignment algorithm. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pages 1881–1884, Taipei, Taiwan, April 2009.
- [25] Pierre Hanna, Matthias Robine, and Pascal Ferraro. Visualisation of musical structures by applying improved editing algorithms. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, Belfast, Northern Ireland, August 2008.
- [26] Matthias Robine, Thomas Rocher, and Pierre Hanna. Improvements of key-finding methods. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, Belfast, Northern Ireland, August 2008.
- [27] Pierre Hanna, Matthias Robine, Pascal Ferraro, and Julien Allali. Improvements of alignment algorithms for polyphonic music retrieval. In *Proceedings of the International Computer Music Modeling and Retrieval Conference (CMMR)*, pages 244–251, Copenhagen, Denmark, May 2008.

- [28] Matthias Robine, Pierre Hanna, and Pascal Ferraro. Music similarity : Improvements of edit-based algorithms by considering music theory. In *Proceedings of the ACM SIGMM International Workshop on Multimedia Information Retrieval (MIR)*, pages 135–141, Augsburg, Germany, September 2007.
- [29] Matthias Robine, Graham Percival, and Mathieu Lagrange. Analysis of saxophone performance for computer-assisted tutoring. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, volume 2, pages 381–384, Copenhagen, Netherlands, August 2007.
- [30] Matthias Robine, Pierre Hanna, Pascal Ferraro, and Julien Allali. Adaptation of string matching algorithms for identification of near-duplicate music documents. In *Proceedings of the International SIGIR Workshop on Plagiarism Analysis, Authorship Identification, and Near-Duplicate Detection (PAN)*, pages 37–43, Amsterdam, Netherlands, 2007.
- [31] Matthias Robine and Jocelyn Fréchet. Fast additive sound synthesis for real-time simulation of ocean surface. In *Proceedings of the International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)*, pages 223–226, Budapest, Hungary, 2006.
- [32] Matthias Robine and Mathieu Lagrange. Evaluation of the technical level of saxophone performers by considering the evolution of spectral parameters of the sound. In *Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, pages 79–84, Victoria, Canada, 2006.
- [33] Matthias Robine, Robert Strandh, and Sylvain Marchand. Fast additive sound synthesis using polynomials. In *Proceedings of the International Conference on Digital Audio Effects (DAFx)*, pages 181–186, Montreal, Canada, 2006.

Congrès nationaux avec comité de sélection et avec actes

- [34] Thomas Rocher, Matthias Robine, and Pierre Hanna. Amélioration des méthodes d’estimation d’accords et de tonalité depuis une représentation musicale symbolique. In *Proceedings of the Journées d’Informatique Musicale (JIM)*, pages 49–58, Grenoble, France, April 2009.
- [35] Matthias Robine. Analyse automatique du doigté au piano. In *Proceedings of the Journées d’Informatique Musicale (JIM)*, pages 106–112, Lyon, France, April 2007.