

SIMSSA : UNE INTERFACE UNIQUE POUR LA RECHERCHE ET L'ANALYSE DE MILLIONS DE PARTITIONS MUSICALES NUMÉRIQUES

Audrey Laplante
CIRMMT

École de bibliothéconomie et
des sciences de l'information
Université de Montréal
audrey.laplante@umontreal.ca

Andrew Hankinson
CIRMMT

Schulich School of Music
McGill University
andrew.hankinson@mail.
mcgill.ca

Julie E. Cumming
CIRMMT

Schulich School of Music
McGill University
julie.cumming@mcgill.ca

Ichiro Fujinaga
CIRMMT

Schulich School of Music
McGill University
ich@music.mcgill.ca

RÉSUMÉ

Les partitions musicales constituent une ressource centrale pour les musicologues et les musiciens. Le projet SIMSSA, qui signifie *Single Interface for Music Score Searching and Analysis*, vise à mettre sur pied une infrastructure pour la recherche et l'analyse de partitions musicales en format numérique. Plus précisément, ce projet fournira aux chercheurs, aux musiciens et aux amateurs une interface où ils pourront effectuer des recherches dans le contenu musical (obtenu grâce à des outils de reconnaissance optique de la musique) et les métadonnées de vastes collections de partitions en format numérique. Les outils qui seront utilisés pour traiter les images numérisées afin d'en extraire la notation musicale ainsi que les outils qui serviront à la recherche et à l'analyse des partitions seront développés en étroite collaboration avec des musicologues et des bibliothécaires.

1. INTRODUCTION

Des siècles de partitions musicales, imprimées et manuscrites, reposent sur les rayons de bibliothèques et de musées partout dans le monde. Grâce aux programmes de numérisation de ces institutions, une portion croissante de ces collections est maintenant accessible en ligne. Mais ce n'est là qu'un premier pas vers une véritable accessibilité : ces collections sont disponibles sous forme d'*images* numérisées dont le contenu musical ne peut être recherché. Le but du projet SIMSSA¹ (*Single Interface for Music Score Searching and Analysis*, que l'on pourrait traduire en français par « Interface unique pour la recherche et l'analyse de partitions musicales ») est justement de pallier cette lacune. Ce projet, d'une durée prévue de sept ans, a débuté en 2014. Il vise à développer les technologies permettant d'extraire automatiquement les symboles de notation musicale à partir de ces images, puis à regrouper ces données dans une base de données unique afin de créer un système global de recherche et d'analyse de partitions musicales. Dans le cadre du projet SIMSSA, une

infrastructure permettant le traitement de partitions musicales numérisées sera créée, rendant possible l'extraction du contenu musical de vastes collections de partitions. Les utilisateurs auront ainsi accès à des millions d'œuvres musicales de façon instantanée, en plus de pouvoir effectuer des recherches dans leur contenu.

L'idée de permettre la recherche dans d'aussi vastes corpus de documents n'est pas nouvelle. *Google Livres* et *HathiTrust* ont fait la même chose pour les documents textuels. Ces nouveaux outils ont transformé la façon dont on interagit avec ces textes : on peut maintenant rechercher un mot ou une expression précise dans des millions de livres simultanément, même si les exemplaires physiques de ces livres se trouvent dispersés sur plusieurs continents. En effet, grâce au développement des technologies de reconnaissance optique de caractères (ROC), il est devenu possible d'extraire automatiquement le contenu textuel d'images obtenues par la numérisation de livres. Pour les partitions musicales imprimées et manuscrites, la technologie analogue est la reconnaissance optique de la musique (ROM), laquelle permet d'extraire la représentation symbolique de la musique à partir d'images numériques. Étant donné que les logiciels ROM sont moins fiables et moins complets que les logiciels ROC, le premier défi qui devra être relevé dans le cadre du projet SIMSSA sera de développer un logiciel ROM fiable, capable de traiter différentes formes de notation musicale. Ce logiciel sera ensuite utilisé pour extraire le contenu musical de larges collections de partitions. Le défi suivant sera de développer une interface et les fonctionnalités pertinentes pour pouvoir effectuer des recherches et exploiter ces données. Pour ce faire, il sera essentiel d'étudier la façon dont différents groupes d'utilisateurs (musicologues, musiciens, amateurs) interagissent avec les collections de partitions musicales afin de s'assurer de bien répondre à leurs besoins, d'autant plus qu'il n'existe actuellement que très peu d'outils permettant de faire des recherches dans le contenu de telles collections.

Le projet SIMSSA comprend deux volets visant chacun à relever l'un de ces défis. Le premier volet, intitulé *Contenu*, aura pour objectif de développer les technologies ROM nécessaires pour extraire de façon automatique la notation musicale à partir d'images numériques de

¹ <http://simssa.ca/>

partitions. Le second volet, intitulé *Analyse*, portera sur la création d'outils permettant la recherche et l'analyse de musique à grande échelle. Pour atteindre ces objectifs, le projet compte sur une équipe de chercheurs et de partenaires diversifiée. Afin de s'assurer que les outils développés répondent à des problèmes du monde réel, l'équipe fera appel à des musicologues et à des musiciens. Le projet s'appuiera également sur l'expertise en gestion des collections, en métadonnées et en comportement informationnel de bibliothécaires et de chercheurs en sciences de l'information. Des spécialistes en technologie musicale contribueront au projet par leur expertise dans le développement de technologies ROM, d'interfaces Web et de logiciel de recherche et d'analyse.

De nombreux partenaires institutionnels contribueront également à ce projet. Parmi ces partenaires, on compte plusieurs bibliothèques et centres d'archives (dont la Bibliothèque nationale de France, la British Library, la Harvard University Music Library et le New York Philharmonic Archives), des universités (dont l'Université McGill, la Julliard School et la University of Washington), un musée (le Walters Art Museum) ainsi que d'autres organisations (dont RISM-Suisse et Alexander Street Press). Le rôle de ces partenaires sera d'une part de contribuer au projet par leur expertise en numérisation et, d'autre part, de fournir les fichiers d'images des collections de partitions musicales qu'ils auront numérisées. Ajoutons que le projet SIMSSA fait une place très importante à l'informatique collaborative, qui constitue une bonne façon de réduire les coûts tout en augmentant l'exactitude et la qualité des données. Ainsi, musiciens, étudiants et chercheurs du monde entier seront interpellés afin de contribuer à améliorer les résultats obtenus au moyen des technologies ROM. Ils pourront utiliser les outils qui seront mis à leur disposition pour apporter des corrections aux partitions qui les intéressent, contribuant ainsi à améliorer les données pour eux-mêmes ainsi que pour les autres utilisateurs. Toute personne intéressée à participer pourra faire partie du réseau SIMSSA. L'objectif sera donc de créer un réseau global formé à la fois d'utilisateurs/contributeurs et de bibliothèques, de musées et de centres d'archives. Ceux-ci travailleront ensemble à développer un système permettant à quiconque de faire des recherches dans de vastes collections de partitions musicales, à partir de tout ordinateur muni d'un navigateur Web et d'une connexion à Internet.

2. TRAVAUX CONNEXES

Les technologies ROM ont commencé à se développer vers la fin des années 1960 et ont fait l'objet d'un intérêt limité mais constant qui a mené à la création de quelques applications commerciales (notamment *Smartscore* et

Sharpeye). Le laboratoire de recherche DDMAL² (*Distributed Digital Music Archives and Libraries*), qui a vu le jour en 2003 à l'Université McGill, est à l'origine de plusieurs des avancées importantes qui ont été accomplies dans ce domaine au cours des dernières années (pour un compte rendu détaillé, voir [7]). Il demeure néanmoins que ces technologies se développent lentement et qu'il reste plusieurs défis à relever. Dans [7], on identifie les trois aspects principaux à améliorer dans les technologies ROM: le prétraitement des images, la suppression automatique des portées musicales (cette étape est essentielle pour pouvoir isoler les symboles musicaux) et, enfin, la segmentation et la reconnaissance des symboles musicaux, particulièrement lorsqu'on traite des partitions manuscrites. Ajoutons que la recherche s'est concentrée jusqu'ici principalement sur la notation musicale occidentale usuelle, que l'on appelle en anglais la *Common Western Notation* alors qu'il existe d'autres systèmes de notation musicale, notamment pour la musique ancienne. Or, seuls quelques chercheurs se sont penchés sur ces systèmes de notation.

Quelques initiatives sont apparues au cours des dernières années pour offrir aux musicologues et musiciens des bases de données permettant de faire des recherches dans le contenu de partitions musicales. Pensons notamment à la plateforme *NEUMA* [8] qui donne accès à des collections de partitions musicales rares dont le contenu peut être recherché au moyen de requêtes musicales simples que l'on saisit à l'aide d'un clavier virtuel. La taille des corpus sur cette plateforme demeure plutôt modeste et les fonctionnalités de recherche sont peu développées.

3. CADRE CONCEPTUEL

Au cours des dernières années, dans la foulée du « Big data », l'intérêt pour l'utilisation de très large corpus de données par les chercheurs en sciences humaines a crû de façon importante, donnant naissance à un nouveau champ de recherche que l'on a appelé les « humanités numériques » (*digital humanities* en anglais). Dotés de ces larges collections numériques et des outils nécessaires pour les exploiter, les chercheurs ont ainsi pu mettre à jour des tendances historiques, ou encore effectuer des analyses statistiques de vastes corpus de textes. En offrant aux musicologues de pareils outils pour la recherche et l'analyse de grandes collections de partitions musicales, le projet SIMSSA vise à favoriser le développement de nouveaux domaines de recherche et de nouvelles approches pour la recherche en musicologie.

² <http://ddmal.music.mcgill.ca/>

3.1. Une architecture novatrice

Le projet SIMSSA est novateur sur plusieurs plans. D'abord, le système ROM qui sera développé par l'équipe SIMSSA sera disponible en infonuagique, contrairement aux logiciels actuellement disponibles qui doivent être installés localement sur un poste de travail. Ensuite, les techniques de pointe qui sont utilisées pour restituer une image ou pour extraire la notation symbolique d'une partition musicale nécessitent des calculs intensifs qu'un ordinateur personnel peut prendre des heures, voire des jours, à effectuer. Pour contrer ce problème, l'équipe SIMSSA fera plutôt appel à plusieurs serveurs puissants, reliés par Internet, pour effectuer ces calculs intensifs en parallèle. Ainsi, l'utilisateur final n'aura pas besoin d'un ordinateur puissant pour profiter de ces technologies : tout ordinateur ou appareil mobile muni d'un navigateur Web et d'un accès à Internet pourra être utilisé comme poste client pour effectuer ces tâches. Il s'agit là d'une des contributions les plus importantes de ce projet. Alors que cette approche, qu'on désigne par l'étiquette « informatique distribuée », est actuellement à l'étude dans le développement de systèmes ROC, celle-ci n'a pas encore été utilisée dans le développement systèmes dédiés à la musique.

3.2. Le Projet IMPACT : un modèle inspirant

Il est intéressant de noter que des projets de nature et d'envergure similaires ont mené à des résultats très intéressants. Citons notamment le projet IMPACT [2], financé par l'Union européenne (15,5 millions d'Euros pour la période de 2009 à 2012), qui portait sur la numérisation et la transcription à grande échelle de documents textuels historiques. Ce projet s'appuyait sur la collaboration de divers partenaires, incluant des bibliothèques nationales et spécialisées, des universités et des entreprises. Ces partenaires ont travaillé conjointement à faire progresser les technologies d'extraction automatique du contenu de documents textuels dans le but de préserver des documents historiques uniques ou rares et d'en faciliter l'accès. Au cœur de ce projet était une suite logicielle ROC distribuée et en réseau, laquelle constituait une plateforme commune, utilisée par tous les partenaires européens. Au fur et à mesure que les équipes d'ingénieurs développaient de nouveaux outils ou algorithmes permettant d'améliorer la reconnaissance textuelle, ceux-ci étaient mis à la disposition de tous les partenaires qui n'avaient qu'à mettre à jour la suite logicielle pour en profiter. Ajoutons qu'à la fin de la période de financement, le projet était devenu autosuffisant. Celui-ci est en effet actuellement maintenu par un organisme à but non lucratif qui continue de développer des technologies et à établir les meilleures pratiques pour la numérisation de documents textuels historiques. Ce projet constitue un modèle que

l'équipe SIMSSA aspire à reproduire dans le domaine musical.

4. MÉTHODOLOGIE

Dans le cadre du projet SIMSSA, une plateforme sera développée afin d'offrir aux institutions ayant numérisé des collections de partitions musicales les outils nécessaires pour en extraire le contenu à partir des images numérisées. Cette plateforme comprendra un système robuste pour la reconnaissance optique de la musique qui s'appuiera sur des techniques de pointe. Elle inclura également des outils de gestion des flux de travaux qui seront simples à utiliser ainsi que des mécanismes de *crowdsourcing* pour la correction de la représentation symbolique obtenue avec le système ROM. Pour l'utilisateur final, des outils d'analyse novateurs permettant l'exploitation ces données seront également proposés. Pour parvenir à développer tous ces outils, le projet mise sur une équipe interdisciplinaire d'experts mondiaux, en plus de compter parmi ses partenaires certaines des institutions ayant les plus importantes collections musicales au monde.

Tel que mentionné plus tôt, le projet SIMSSA comporte deux volets, *Contenu* et *Analyse*. Le volet *Contenu* se subdivise en trois axes : *Reconnaissance*, *Découverte* et *Flux de travaux*. L'axe *Reconnaissance* visera à développer les technologies sous-jacentes à un système ROM faisant appel à l'apprentissage automatique et à la vision par ordinateur. L'objectif de l'axe *Découverte* sera d'explorer le Web de façon automatique afin de repérer des images avec du contenu musical provenant de livres numérisés. Enfin, l'axe *Flux de travaux* aura pour but de développer des outils Web conviviaux qui permettront d'utiliser les technologies développées par les deux autres axes de recherche.

Le volet *Analyse* se subdivise en deux axes : *Recherche d'information* et *Utilisabilité*. Faire des recherches dans des collections musicales est particulièrement complexe : contrairement au texte, la musique n'est pas qu'une suite de caractères. Elle est constituée de plusieurs facettes, incluant la hauteur des sons, le rythme, le contenu textuel, l'harmonie, le timbre, etc. L'axe *Recherche d'information* se chargera de développer des fonctionnalités permettant de faire du repérage et de la fouille dans les données qui seront générées par l'axe *Contenu*, en tenant compte des multiples facettes de la musique. Cet axe s'appuiera sur le travail réalisé dans le cadre du projet ELVIS³ (*Electronic Locator Of Vertical Interval Successions*), financé par le concours *Digging into Data Challenge* de 2011. Des technologies pour l'analyse de partitions musicales assistée par ordinateur seront également développées dans cet axe de recherche. L'axe *Utilisabilité* aura plutôt pour tâche d'étudier le comportement informationnel des utilisateurs potentiels (institutionnels et individuels) des outils qui

³ <http://elvisproject.ca>

seront développés dans le cadre du projet SIMSSA. L'objectif sera de s'assurer que l'interface et les fonctionnalités de ces outils correspondent à des besoins réels.

4.1. Le volet *Contenu*

Les bibliothèques et musées qui mènent des projets de numérisation à grande échelle ont pour la plupart numérisé indistinctement documents textuels et musicaux, les rendant ensuite accessibles sur leur site Web. Plusieurs documents ayant du contenu musical se retrouvent ainsi dispersés sur le Web. L'axe de recherche *Découverte* sera chargé de développer un système qui parcourra de façon automatique des millions de pages Web à la recherche de livres numérisés incluant de la notation musicale [1]. Quand ce système rencontrera de tels documents, le logiciel ROM qui aura été développé sera utilisé pour en extraire le contenu musical et l'indexer. Ce sera le premier logiciel de ce type à être développé.

L'une des tâches principales de l'axe de recherche *Reconnaissance* sera de réaliser l'intégration de deux plateformes ROM disponibles en code source libre : *Gamera*, une boîte à outils pour l'analyse de documents (incluant la reconnaissance optique de contenu textuel et musical) [5] et *Aruspix*, un système ROM développé par Laurent Pugin [6]. Ces systèmes sont uniques de par leur capacité à « apprendre » de leurs erreurs. Lorsque des symboles ne sont pas reconnus correctement, ils doivent être corrigés par des humains. La particularité de ces systèmes est qu'ils savent tirer profit de ces corrections afin d'améliorer leurs capacités de reconnaissance à travers le temps. L'apport du projet SIMSSA sera d'intégrer ces systèmes dans la plateforme infonuagique et collaborative de ROM.

L'axe de recherche *Flux de travaux* aura pour principal objectif de développer *Rodan*, la plateforme infonuagique de gestion des processus menant à l'extraction du contenu des partitions numérisées. La fonction première de cette plateforme sera de permettre aux utilisateurs de créer des flux de travaux personnalisés pour le traitement de leurs fichiers numériques, puis de suivre la progression de ces fichiers à travers les diverses tâches et procédures incluses dans ces flux. Différentes tâches et procédures pourront en effet être gérées par *Rodan*, incluant différentes étapes de prétraitement des fichiers d'images obtenus par numérisation et la reconnaissance optique de la musique contenue dans ces images. Pour accomplir ces tâches, la plateforme intégrera divers systèmes, incluant des systèmes ROM, tels que *Aruspix* et *Gamera*, de même que d'autres systèmes, par exemple pour l'extraction automatique du contenu textuel des partitions musicales (les paroles de chansons) et pour la reconnaissance optique de ce contenu textuel. Les utilisateurs interagiront avec leurs flux de travaux à travers une application Web et les tâches seront exécutées côté serveur. Cela comportera

plusieurs avantages. D'une part, cela facilitera grandement la tâche aux utilisateurs qui pourront profiter des améliorations qui seront apportées au système en cours de route sans avoir à mettre à jour ni le système, puisqu'aucun système ne sera installé localement, ni leur matériel informatique, puisque les capacités de stockage et de calcul dépendront des serveurs et seront dynamiquement extensibles. De nouvelles tâches pourront donc être intégrées au système à tout moment et tous les utilisateurs pourront en profiter immédiatement. D'autre part, en tant qu'application Web, *Rodan* pourra proposer différentes méthodes de correction participative des erreurs faites par le système ROM, ce qui permettra non seulement d'améliorer la qualité des données, mais aussi, comme il a déjà été mentionné, de fournir une rétroaction humaine que le système pourra exploiter pour améliorer la précision de ses algorithmes de reconnaissance. En ce sens, *Rodan* suivra le modèle de système développé dans le cadre du projet IMPACT (voir Section 3.2), qui faisait également appel à des utilisateurs dispersés géographiquement pour fournir de la rétroaction en corrigeant les symboles ayant été mal reconnus par le système. Ce modèle, s'appuyant sur le *crowdsourcing* pour corriger les erreurs et agir comme mécanisme d'apprentissage assisté par l'humain, a été employé dans plusieurs projets de ROC [3] mais n'a encore jamais été utilisé dans des systèmes servant à traiter des documents musicaux.

Dans une phase ultérieure du projet, la possibilité d'ajouter de nouvelles fonctionnalités liées à la reconnaissance optique du contenu textuel des partitions musicales manuscrites et imprimées sera explorée. À cette étape du projet, une grande quantité de textes ayant été transcrits par des humains aura été collectée. Ces données seront utilisées pour entraîner le système à reconnaître le contenu textuel dans ces sources. L'objectif sera ensuite de parvenir à aligner le contenu textuel à la notation musicale qui y est associée de façon automatique, ce qui représente un défi de taille. Cela permettra aux utilisateurs de faire des recherches combinant contenu textuel et musical.

Ajoutons qu'il est essentiel d'utiliser un modèle de document et un schéma d'encodage appropriés afin de permettre une exploitation efficace des données qui seront obtenues grâce à la plateforme *Rodan* tout en assurant le plus possible leur pérennité. Sur la base d'une analyse réalisée par des membres de l'équipe SIMSSA [4], le modèle MEI (*Music Encoding Initiative*) a été retenu pour stocker la représentation symbolique des partitions musicales. La MEI, qui s'inspire de la TEI (*Text Encoding Initiative*), s'appuie sur des normes (notamment les normes XML) et est donc indépendante de toute plateforme, ce qui en fait un bon format pour l'archivage et l'échange de partitions musicales. Il s'agit par ailleurs d'un modèle riche, qui permet de représenter la musique dans toute sa complexité, rendant ainsi possible le développement d'outils d'analyse pour les chercheurs. Enfin, la MEI est extensible : les développeurs peuvent la personnaliser en

fonction des particularités des collections avec lesquelles ils travaillent.

Pour évaluer *Rodan* et la précision des systèmes ROM qui y seront intégrés, diverses partitions manuscrites et imprimées de musique ancienne seront utilisées, lesquelles sont considérées comme les plus difficiles à traiter. Dans un premier temps, une sélection de partitions imprimées et de manuscrits de chant de la Renaissance sera utilisée. Une transcription humaine de la notation musicale et du contenu textuel sera créée pour chaque document. Ces transcriptions seront comparées aux transcriptions générées automatiquement par *Rodan* afin de mesurer la précision des systèmes ROM et, éventuellement, du système ROC. Cela permettra également de quantifier les améliorations qui seront apportées à ces systèmes en cours de route. Le système de gestion des flux de travaux sera également évalué. Suite à ces évaluations, des ajustements seront apportés aux différentes composantes de la plateforme *Rodan*. Ces différentes étapes seront ensuite reproduites avec d'autres types de partitions manuscrites et imprimées, puis de nouveaux ajustements seront faits. Ces améliorations successives, basées sur des tests réalisés avec divers types de partitions musicales, permettront de développer des outils robustes, capables de traiter une grande variété de partitions musicales.

4.2. Le volet *Analyse*

L'axe *Recherche d'information* du volet *Analyse* impliquera la participation d'historiens et de théoriciens de la musique. Le principal objectif sera d'explorer comment la recherche automatisée dans de vastes collections de partitions musicales en format numérique pourra contribuer à l'avancement des connaissances en histoire, en analyse et en interprétation de la musique. Ces chercheurs aideront à déterminer quelles seront les fonctionnalités à développer pour effectuer des recherches dans des corpus de partitions à des fins d'analyse. On pense notamment à la possibilité de permettre aux utilisateurs de faire des recherches à partir de diverses facettes (p. ex., la hauteur des sons, le rythme, les paroles, l'harmonie), seules ou en combinaison (p. ex. pour faire des recherches combinant hauteur des sons et rythmes ou, pour le chant, combinant hauteur des sons et mots). Ces fonctionnalités ouvriront de nouvelles avenues de recherche. Pour ne donner que quelques exemples, de tels outils pourraient permettre de décrire précisément comment le style d'un compositeur a évolué dans le temps; de trouver ce qui caractérise la musique d'un compositeur par rapport aux autres compositeurs de la même époque; ou encore d'étudier comment une mélodie a été harmonisée par les différents compositeurs du Moyen Âge jusqu'à aujourd'hui. Cet axe de recherche s'intéressera également à la façon de représenter les résultats des analyses qui seront réalisées au moyen de ces outils.

Des projets récents tels que le Josquin Research Project⁴, le Music n-gram Viewer⁵ et le ELVIS Project se sont déjà penchés sur de telles questions et ont développé des outils permettant de faire des recherches dans le « texte intégral » de plusieurs partitions musicales. Cependant, ces projets s'appuient sur des procédés chronophages, requérant la participation d'humains pour l'extraction de la notation musicale à partir de fichiers d'image, pour l'ajout de métadonnées et pour l'inclusion de ces données dans des bases de données structurées. Le projet SIMSSA viendra rationaliser grandement ces processus en automatisant plusieurs de ces opérations et en misant sur le partage du travail et le *crowdsourcing*. Il viendra de plus poursuivre le travail entrepris dans le cadre du projet ELVIS en ajoutant de nouvelles fonctionnalités de recherche et d'analyse et en permettant de travailler avec des corpus beaucoup plus larges.

L'axe *Utilisabilité* sera mené par des bibliothécaires et des chercheurs en sciences de l'information. Les outils qui seront développés dans le cadre du projet SIMSSA s'adresseront à des utilisateurs très variés, du musicologue expérimenté à l'amateur de musique, en passant par le chef de chœur et le guitariste professionnel. Le niveau d'aisance avec les technologies et les systèmes de recherche d'information des différents utilisateurs sera également varié. Concevoir des outils s'adressant à une clientèle aussi diversifiée représente un défi de taille. Il sera donc essentiel de s'assurer que les outils développés soient conviviaux et correspondent aux besoins de tous les utilisateurs, ce qui inclut à la fois les bibliothèques et musées qui contribueront à nourrir la base de données et les utilisateurs finaux—musicologues, musiciens et amateurs—qui utiliseront le système pour y faire des recherches et qui participeront à corriger les erreurs réalisées par le système ROM. Les travaux qui s'inscriront dans cet axe de recherche viseront à évaluer l'utilisabilité de tous les outils, c'est-à-dire de la plateforme *Rodan*, de l'interface de *crowdsourcing* pour la correction et, bien sûr, des interfaces de recherche, d'analyse et de visualisation des résultats. L'évaluation de ces différentes composantes se fera de façon itérative, au fur et à mesure que les outils évolueront.

5. CONCLUSION

Le projet SIMSSA vise d'abord et avant tout à accroître l'accès aux partitions musicales. Grâce aux outils qui seront développés dans le cadre de ce projet, chercheurs, musiciens et amateurs pourront, à partir d'une seule interface, accéder à des millions de partitions musicales en format numérique et faire des recherches dans le contenu de celles-ci. Cela pourrait transformer de façon considérable la façon dont on interagit avec ces

⁴ <http://jrp.ccarh.org>

⁵ <http://www.peachnote.com>

documents. Un public élargi de musiciens et d'artistes pourra utiliser ces outils pour découvrir des pièces méconnues ou oubliées du répertoire. Par ailleurs, étant donné que, grâce aux systèmes de reconnaissance optique de la musique, ces partitions musicales seront stockées sous forme de notation musicale, les chercheurs auront désormais la possibilité de faire des recherches dans de vastes quantités de données musicales, ce qui pourrait mener à d'importantes avancées en histoire et en théorie de la musique ainsi qu'à la naissance d'un nouveau domaine de recherche, la musicologie computationnelle.

6. REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche est financé en partie par le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, le Fonds de recherche du Québec sur la société et la culture, l'Université McGill et l'Université de Montréal.

7. RÉFÉRENCES

- [1] Bainbridge, D., T. Bell. « Identifying music documents in a collection of images », *Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval*, Victoria, Colombie-Britannique, Canada, p. 47-52, 2006.
- [2] Balk, H., L. Ploeger. « IMPACT: Working together to address the challenges involving mass digitization of historical printed text », *OCLC Systems & Services*, vol. 25, n° 4, p. 233-248, 2009.
- [3] Goto, H. « OCRGrid: A platform for distributed and cooperative OCR systems », *Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition*, Hong Kong, Chine, p. 982-985, 2006.
- [4] Hankinson, A., P. Roland, I. Fujinaga. « The Music Encoding Initiative as a document encoding framework », *Proceedings of the International Society for Music Information Retrieval Conference*, Miami, Floride, États-Unis, p. 293-298, 2011.
- [5] MacMillan, K., M. Droettboom, I. Fujinaga. « Gamera: A structured document recognition application development environment », *Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval*, Bloomington, Indiana, États-Unis, p. 15-16, 2001.
- [6] Pugin, L., J. Hockman, J. A. Burgoyne, I. Fujinaga. « Gamera versus Aruspix: Two optical music recognition approaches », *Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval*, Philadelphia, Pennsylvanie, États-Unis, p. 419-424, 2008.
- [7] Rebelo, A., I. Fujinaga, F. Paszkiewicz, A. R. S. Marcal, C. Guedes, J. S. Cardoso. « Optical music recognition: State-of-the-art and open issues », *International Journal of Multimedia Information Retrieval*, vol. 1, n° 3, p. 1-18, 2012.
- [8] Rigaux, P., L. Abrouk, H. Audéon, N. Cullot, C. Davy-Rigaux, Z. Faget, E. Gavignet, D. Gross-Amblard, A. Tacaille, V. Thion-Goasdoué. « The Design and Implementation of Neuma, a Collaborative Digital Scores Library. » *International Journal on Digital Libraries* 12, n° 2-3, p. 73-88, 2012.