



**HAL**  
open science

## Contribution à l'élaboration d'un modèle de plateforme collaborative d'annotation multimédia de partitions musicales numériques

Véronique Sébastien, Didier Sébastien, Noël Conruyt

### ► To cite this version:

Véronique Sébastien, Didier Sébastien, Noël Conruyt. Contribution à l'élaboration d'un modèle de plateforme collaborative d'annotation multimédia de partitions musicales numériques. Convergence des Réseaux, de l'Informatique, et du Multimédia pour les E-Services (CRIMES), Nov 2009, Saint Denis de La Réunion, France. pp.29. hal-00423827

**HAL Id: hal-00423827**

**<https://hal.science/hal-00423827>**

Submitted on 12 Nov 2009

**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.

# Contribution à l'élaboration d'un modèle de plateforme collaborative d'annotation multimédia de partitions musicales numériques

Véronique Sébastien<sup>(1)</sup>, Didier Sébastien<sup>(1)</sup> et Noël Conruyt<sup>(1)</sup>

(1) IREMA - Laboratoire d'Informatique et de Mathématiques de l'Université de la Réunion Bâtiment 2, 2 rue Joseph Wetzell 97490 Sainte-Clotilde France

## Résumé

L'annotation de partitions musicales soulève des problèmes de transmission de connaissances : comment partager et pérenniser l'information contenue sans la dénaturer ? L'usage d'outils numériques étant une piste privilégiée, nous explorons donc dans un premier temps les solutions existantes, leurs avantages et leurs limites, puis, dans un second temps, nous proposons une solution optimisée pour une pratique en ligne de l'annotation. Cette proposition s'articule autour des quatre principaux aspects de l'annotation de partition : la nature de l'annotation, sa représentation symbolique et sémantique, son indexation sur la pièce étudiée et enfin, la structure de communication sur laquelle elle s'appuie.

**Mots-clés:** annotation, partition musicale, gestion des connaissances, interface homme-machine, multimédia, plate-forme collaborative.

## 1 Introduction

Dans la pratique musicale occidentale, et tout particulièrement en musique classique, la partition est le médium central de l'interprétation musicale. En effet, elle permet à tout interprète « lettré » de comprendre l'intention du compositeur de l'œuvre qu'elle représente et de pouvoir la rejouer de façon plus ou moins fidèle à l'originale. Cependant, la partition ne renferme que peu d'information par rapport à ce qui est effectivement nécessaire pour jouer correctement la pièce. C'est pourquoi la plupart des musiciens interprètes lui adjoignent ensuite des annotations, généralement issues d'une réflexion personnelle ou de l'aide d'un professeur dans le cadre d'un cours, destinées à compléter l'information présente, notamment sur les plans technique et expressif.

Des travaux tels que ceux de Megan A. Winget [Win08] attestent de l'importance d'une telle pratique, doù l'intérêt de disposer d'un outil collaboratif d'annotation numérique de partition, notamment pour le partage de connaissances. Parallèlement à cette demande, le développement des langages de description de partitions (Wedelmusic, musicXML, etc.) et des outils associés (éditeurs graphiques) a permis l'ouverture de véritables bibliothèques de partitions électroniques sur le web<sup>1</sup>. De ce fait, il existe aujourd'hui diverses applications permettant de disposer d'une certaine forme d'assistance au partage des connaissances sur ces partitions électroniques. Dans cet article, nous étudierons les caractéristiques de certaines d'entre elles, puis nous proposerons une solution collaborative adaptée à la pratique de l'annotation multimédia de partitions musicales numériques.

## 2 Entre Savoir et Savoir-faire, de la notation à l'annotation

### 2.1 Les éditeurs de partitions

Avec l'essor de la Musique Assistée par Ordinateur (MAO), divers éditeurs de partitions offrent des possibilités d'annotation plus ou moins évoluées. La plupart se basent sur musicXML, un format de fichier ouvert pour la notation musicale. Parmi eux, on compte la gamme des logiciels Finale<sup>TM</sup>, ceux de la gamme Sibelius<sup>TM</sup> et les séquenceurs tels que Cubase<sup>®</sup> et Pro-

Fig. 1 – exemple d'éléments structurels d'une partition musicale

<sup>1</sup> [ <http://icking-music-archive.org>, visité le 19/04/2009].

Tools®. Cependant, l'objet premier de ces logiciels est la mise en page de partitions sous forme de savoirs formels pour l'aide à la composition (notation). L'aide à l'interprétation de la pièce par des personnes tierces, notamment à visée pédagogique, reste secondaire (annotation). Les possibilités d'annoter sont donc souvent limitées aux symboles de base et à du texte. Toutefois, ce sont généralement ces applications qui sont utilisées pour générer le fichier musicXML de la partition originale sur laquelle s'appuieront les annotations futures. Les éléments de base de cette partition sont : les systèmes et portées, les mesures, les notes et le rythme (figure 1). Dans ce qui suit, nous nous intéresserons aux deux projets les plus représentatifs de la problématique posée.

## 2.2 Le projet VEMUS

VEMUS<sup>2</sup> est un projet européen qui vise à développer et valider un environnement virtuel pour la pratique musicale [FLO07]. Il comprend notamment un module d'annotation d'une partition. Ce module permet d'annoter la partition de formes graphiques diverses, textes, symboles, mais aussi d'extraits sonores et de leurs courbes caractéristiques associées (spectres de fréquences, forme d'ondes, etc.) [CFLOD07]. L'utilisation d'un terminal tactile enrichit l'expérience utilisateur, notamment grâce à la possibilité de « dessiner » l'annotation : entourer un passage, barrer une note ou bien encore écrire un phrasé. Le musicien retrouve les mêmes sensations qu'avec sa partition papier. Cette fonctionnalité se fonde sur la notion de partition dynamique : tous les éléments de celle-ci peuvent se réorganiser suivant les actions de l'utilisateur (agrandissement, réduction d'une portée, déplacement d'objets musicaux,...). De plus, une couche logique est superposée à la couche graphique, permettant de dégager des informations significatives de symboles saisis par l'utilisateur : son contexte (portée, mesure), son registre temporel (début, fin), ses caractéristiques graphiques. L'annotation elle-même est donc dynamique et peut être déplacée et modifiée (à l'image d'un tracé vectoriel). Cependant, le module d'annotation ne comporte pas encore de possibilités de reconnaissance de formes qui permettraient d'associer un tracé à main levée à un symbole connu issu d'une bibliothèque, et ainsi indiquerait à un utilisateur tierce sa signification par rapport au contexte de la partition. De plus, il ne semble pas qu'il ait été testé dans le cadre de pièces d'un niveau avancé, où la complexité de la partition permettrait de confirmer la robustesse du système d'annotation dynamique.

## 2.3 MiXa, MusicXML Annotator

MiXa<sup>3</sup> est un système d'annotation musicale basé sur MusicXML (aussi bien pour la partition de base que pour ses annotations) et s'appuyant sur une architecture client-serveur web [KN04]. Pour ce faire, un fichier XML comprenant une liste d'annotations indexées à la note près (référence XPath) est associé au fichier XML de la partition de base. Toute la partie graphique est ensuite générée en SVG<sup>4</sup> afin d'être affichée dans un navigateur web. À partir de là, tout utilisateur enregistré sur le site peut visualiser et ajouter des annotations textuelles classées suivant leur type de contenu (« impression », « affection », « description », « chord » et « structure »). La plate-forme permet aussi d'effectuer des recherches sur les annotations présentes, notamment en utilisant le type de l'annotation, mais aussi la structure de la pièce étudiée. Mais bien que bénéficiant des avantages du standard XML, ce système limite malheureusement les types d'annotations aux types proposés par musicXML : string, numeric, boolean et chords (ensemble de notes). C'est pourquoi nous développons dans ce qui suit la notion d'annotation multimédia de partition.

## 3 Proposition d'une architecture de plate-forme collaborative pour l'annotation multimédia

Par « annotation multimédia » nous signifions qu'une telle application ne se borne pas à la pratique classique de l'annotation, qui se limite souvent à du texte ou à des symboles, et n'a pour destinataire qu'une, voire deux personnes dans le cadre d'un cours de musique, mais permet également l'ajout de contenu multimédia selon un modèle centré sur les utilisateurs, qu'ils soient professeurs ou amateurs. En effet, la musique combine à la fois des exercices intellectuels et gestuels, ces derniers pouvant requérir d'observer une autre personne effectuant le mouvement afin de pouvoir le reproduire. Megan Winget [Win08] propose ainsi un cadre de classification des annotations (Augmented Annotation Framework), prenant en compte le contexte de création de l'annotation (activité intellectuelle ou gestuelle) et sa nature (textuelle ou symbolique), sur lequel elle construit des recommandations à l'attention des développeurs d'une application d'annotation. Parmi celles-ci figure la nécessité pour l'utilisateur de disposer d'un large champ de liberté sur la nature de ses annotations et leur organisation, leur indexation sur la partition, leur représentation graphique et les modalités de communication des informations qu'elles renferment.

---

<sup>2</sup> Virtual European Music School

<sup>3</sup> MusicXml Annotator

<sup>4</sup> Scalable Vector Graphics

### 3.1 Nature des annotations et organisation des contenus

L'idée principale de ce modèle est que tout document peut constituer une annotation : simple texte, symbole disponible dans une bibliothèque, symbole saisi par l'utilisateur, chiffres (pour un doigté par exemple), discussion entre deux utilisateurs sur un passage de l'œuvre, extrait vidéo ou audio d'une phrase musicale illustrant un conseil pédagogique. On proposera donc les types suivants :

| type                                       | définition  | exemple  | Objet informatique  |
|--|---|--|---|
| Dessin à main levé                         | Une annotation dessinée par l'utilisateur avec la souris ou tout autre périphérique de saisie. Le tracé dessiné peut-être reconnu en le comparant à une bibliothèque de symboles connus et ainsi remplacé par le symbole adéquat (sauf si indication contraire par l'utilisateur) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non reconnu : </li> <li>- Reconnu : </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non reconnu : tracé vectoriel (.svg)</li> <li>- Reconnu : tracé vectoriel (.svg) + symbole reconnu (objet symbole = tracé + sens)</li> </ul>   |
| Symbole (notation simple ou composite)     | Des symboles musicaux communs sont proposés dans une bibliothèque, ainsi que des symboles spécifiques à chaque instrument et couramment utilisés dans les annotations   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tracé : </li> <li>- Doigté : <br/>5<br/>1 2 3 4 2</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Objet symbole :<br/>Symbole = tracé + sens</li> <li>Remarque : un symbole peut être composé de plusieurs autres symboles (exemple : un doigté est représenté par une suite de chiffres : il est donc représenté par plusieurs symboles dont le tracé est la forme du chiffre et la signification le numéro du doigt correspondant).</li> </ul> |
| Extrait de partition (notation spécifique) | Un extrait de partition entré par l'utilisateur et permettant, par exemple d'expliquer un symbole (exemple : un symbole de trille :  )   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trille explicitée : </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichier musicXML</li> </ul>  |
| texte                                      | Un simple texte   | « accentuer cette note »   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chaîne de caractères</li> </ul>  |
| multimédia                                 | Vidéo, audio, image   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formats courants: flv, mp3, jpg</li> </ul>   |

Fig. 2 – tableau des types de contenu d'une annotation

Dans ce cadre il est impératif de disposer d'une structure de données apte à supporter tout type d'annotation. La figure 3 détaille cette structure.

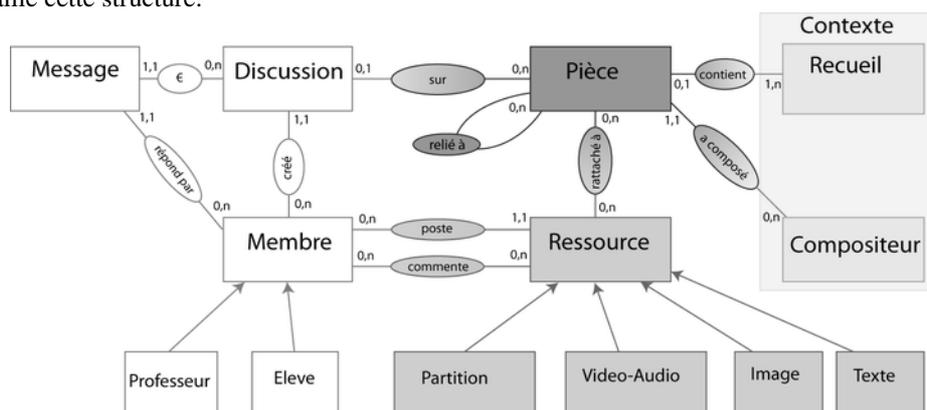


Fig. 3 – Schéma relationnel des données d'annotation

L'ensemble des contenus est organisé autour d'une entité centrale : la pièce étudiée. Sur cette entité centrale viennent se greffer trois autres entités annexes : le contexte historique de la pièce (recueil, compositeur, autres métadonnées), puis les discussions et ressources associées. L'entité « Contexte » comporte principalement des métadonnées statiques propres à la pièce : nom du compositeur, date de composition, date de publication, etc. L'entité « Ressource » regroupe l'ensemble des contenus associés à la pièce : contenus multimédia, textes, partitions. L'entité « Discussion » contient la forme descriptive de ces contenus, c'est-à-dire les annotations. En effet, toute annotation peut être considérée comme un message à part entière, avec un émetteur (un apprenti, un professeur), des destinataires (l'ensemble de la communauté) et regroupant en son sein un ou plusieurs des types de contenus indiqués précédemment (figure 2). On pourra ainsi constituer des fils de discussion/annotations indexés sur la partition, constituant ainsi un système de gloses sur son interprétation.

Afin de faciliter la recherche d'information parmi ces annotations, on leur adjoindra également un type sémantique provenant d'une des trois catégories d'annotations décrites dans [Win08] : technique (doigté, position de main, etc.), technique-conceptuel (intensité sonore, accélération, etc.) ou conceptuel (expression, émotion et musicalité). En plus de ces différents niveaux de granularité, nécessaires au filtrage des annotations sur la partition, il est intéressant de prendre en compte deux possibilités pragmatiques qui étendent les fonctionnalités de notre modèle. La première est le typage de tout commentaire comme étant soit informatif, soit interrogatif, c'est-à-dire qui appelle une réponse. La seconde possibilité concerne l'agrégation de plusieurs annotations afin de les regrouper selon une problématique commune (exemple : découpage de la pièce).

### 3.2 Indexation des annotations sur la partition

Une annotation n'a de sens que si elle se réfère à une partie bien précise de la pièce et donc, de la partition décrivant le déroulement mélodique, rythmique et harmonique de celle-ci. Elle peut ainsi se référer aussi bien à une note, un silence, qu'à un groupe de notes, un groupe de mesures, ou bien encore une phrase musicale complète. Il convient alors de définir un moyen efficace d'indexation des annotations.

L'idée la plus simple consiste à considérer la partition comme une image, et donc à assigner à chaque annotation une sous-partie de cette image représentée par un rectangle (voir figure 5). Cependant, cette approche superficielle montre bien vite ses limites : absence de signification musicale, impossibilité de modifier l'image de la partition utilisée pour indexer les annotations, de connaître les éléments réellement concernés par l'annotation au sein du rectangle de sélection, pas de réutilisabilité. Il convient donc de mettre en place une indexation sémantique des annotations.

Si l'on observe une partition annotée à la main, on constate que chaque annotation se réfère à un élément (ou bien un groupe d'éléments) de la partition. Chacun de ces éléments étant présent et accessible dans un fichier musicXML décrivant la partition, on dispose du même niveau de granularité pour annoter une partition au format électronique. À partir de là, on peut associer au fichier XML représentant la pièce, un deuxième fichier XML (figure 4) contenant toutes les annotations. L'indexation réalisée par ce fichier utilise alors la hiérarchie suivante : [fichier a > système b > portée c > mesure d > note e], cette dernière conservant tout son sens dans un contexte purement musical. En outre, cette description sémantique rend les annotations indépendantes du fichier de la partition de base : si l'on remplace la partition d'une pièce par une autre décrivant la même pièce, les annotations ne perdront pas leur indexation. Toutefois, une telle indexation suppose que l'on dispose d'une description logique de la partition. Le cas échéant, l'indexation superficielle présentée ci-dessus pourra alors faire office de système d'annotation en mode dégradé.

Parallèlement, il peut être intéressant d'indexer les annotations sur des extraits audio ou vidéo de la pièce. Diverses contributions ont été soumises pour résoudre ce problème, notamment avec la norme SMR [BNZ05] utilisant des repères communs à la partition et au flux, ou bien encore en comparant un fichier midi issu de la description de la partition avec l'interprétation audio correspondante [MKR04]. Cependant, ces algorithmes restent complexes et très sensibles à la fidélité de l'interprétation par rapport à la description de l'œuvre.

### 3.3 Interface homme-machine

En ce qui concerne la visualisation d'annotations, Megan Winget précise qu'il est indispensable de pouvoir distinguer facilement le contenu original de la partition du contenu propre aux annotations. Nous proposons donc d'indiquer la présence d'annotations sur une partie de la partition par un simple rectangle de sélection encadrant les éléments annotés, ces derniers étant eux même mis en exergue, par exemple en modifiant leur couleur (figure 5). L'utilisateur pourra alors faire apparaître le contenu de cette annotation dans une seconde fenêtre en cliquant sur ce rectangle. En se basant sur une indexation sémantique comme décrit dans la partie 3.2, on générera l'image et les liens nécessaires à cette interface grâce à un processeur XSLT (exemple : Saxon) capable de créer un fichier SVG représentant la partition annotée à partir de l'ensemble des fichiers XML d'entrée (partition originale + fichiers XML d'annotation).

L'interface de saisie d'une annotation se présente sous une forme analogue à celle de la saisie d'un message (post) sur un forum de discussion. L'utilisateur connecté à la plate-forme indexe son message sur la partition tout simplement en dessinant à la souris un cadre de sélection sur celle-ci. A partir des coordonnées des pixels ainsi saisies, on en déduit les éléments musicXML compris dans le cadre. Pour ce faire, il est impératif que le passage du fichier musicXML original à l'image SVG ne soit pas destructif au niveau de l'identification des éléments musicaux. Chaque tracé (ou groupe de tracés) décrit dans le fichier SVG doit donc faire référence à l'élément musical qu'il représente dans le fichier musicXML d'origine. Dans l'interface de saisie, on laisse également la possibilité à l'utilisateur d'attacher un fichier multimédia (vidéo ou audio) à son

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<annotation id="1" fileref="/MozartPianoSonata.xml">
  <title>le trille</title>
  <references>
    <reference ref="score-partwise/part[id = P1]/measure[1]/note"></reference>
  </references>
  <content>
    <ressource id="2">
      <dataType>text/html</dataType>
      <ressourceContent>tous les trilles de ce morceau s'effectuent de la
    sorte:</ressourceContent>
    </ressource>
    <ressource id="3">
      <dataType>text/xml</dataType>
      <ressourceContent>
        <title>Comment effectuer un trille</title>
        <path>.sonate/doc/trille.mxl</path>
        <description>extrait de partition explicitant un trille</description>
      </ressourceContent>
    </ressource>
  </content>
</annotation>
```

Fig. 4 – exemple de fichier XML d'annotation

The image shows a musical score for Wolfgang Amadeus Mozart's Sonata KV 54. The score is written for piano and includes a treble and bass clef. Several notes and groups of notes are highlighted with shaded rectangular boxes, indicating annotations. The title 'Sonate' and 'WOLFGANG AMADEUS MOZART KV 54' are visible at the top. The tempo marking 'ALLEGRO' is also present.

Fig. 5 – interface de lecture des annotations

message, voire un extrait de partition, sous la forme de fichier musicXML ou d'une image. De la même façon, le système doit être en mesure de proposer une procédure simple pour l'acquisition vidéo dans le cadre d'une annotation multimédia. Le dispositif le plus simple reste alors l'usage d'une webcam reconnue par l'interface de la plate-forme [SC08].

Bien que l'interface décrite précédemment reste simple d'utilisation pour une personne à l'aise avec l'informatique, elle reste assez éloignée de l'annotation traditionnelle pour un musicien. Nous proposons donc d'y adjoindre un mode tactile. Associé à un module de reconnaissance de tracés manuscrits, l'interface proposera de saisir les annotations directement sur la partition électronique. Suivant qu'ils soient reconnus ou pas par le module, les tracés ainsi saisis seront stockés dans le fichier d'annotation soit sous les types symbole soit sous le type image. Se pose alors le problème de l'indexation de telles annotations. On s'appuiera pour cela sur les travaux réalisés par Y. Chapuis et D. Fober dans le cadre du projet VEMUS [CFLOD07]. Dans une approche au pire des cas on utilisera la position en pixels du rectangle encadrant l'annotation ainsi saisie.

### 3.4 Architecture de communication

Afin de rendre l'activité d'annotation musicale collaborative, l'application se présentera sous la forme d'un site web fonctionnant d'une façon analogue à celle d'un forum de discussion. On s'appuiera alors sur l'architecture décrite dans la figure 6.

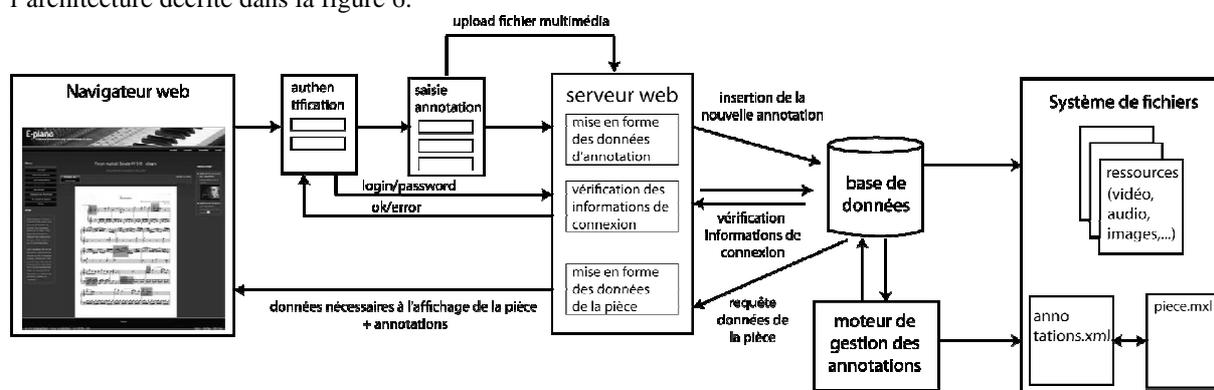


Fig. 6 – architecture de la plate-forme d'annotation électronique

Pour que la plate-forme puisse notamment être utilisée à des fins pédagogiques, on distinguera les rôles de chacun des utilisateurs en fonction de leur parcours musical. Ainsi, les annotations réalisées par un professeur de musique assermenté auront plus de crédit que celles d'un étudiant. Par ailleurs, l'application se veut centrée sur l'utilisateur, et permettra ainsi à chacun de disposer d'un espace personnel d'annotation, qu'il pourra rendre public uniquement s'il le désire. De la même façon, on mettra en avant la possibilité de créer des groupes de travail au sein de la plate-forme. Un professeur pourra par exemple être le gestionnaire d'un groupe composé de l'ensemble de ses élèves et suivre le parcours de chacun d'entre eux à distance, en parallèle des cours en présentiel. La partie suivante dresse quelques pistes de recherche sur la façon dont on peut gérer un tel aspect communautaire.

## 4 Discussion

Constituer une communauté qui partage ses connaissances musicales par le biais d'une plateforme dédiée et en ligne suppose d'accueillir de nombreux utilisateurs, aux profils et compétences diverses. Leurs actions sur le système et leurs interactions lors des échanges inter-utilisateurs soulèvent plusieurs questions qui suggèrent des pistes d'amélioration de notre modèle. La première porte sur la valeur même des annotations. En effet, pour chaque annotation, on peut se poser la question de la validité de la proposition émise. A ce niveau, un premier filtrage est possible, de façon binaire dans un premier temps : une instance d'autorité va valider ou invalider la proposition et expliquer dans un second temps les motivations de son jugement sur le fil de discussion associé à la ressource. Cela pose alors naturellement la question de la catégorisation des utilisateurs. Est-il mieux d'accorder des droits supplémentaires sur l'application aux utilisateurs contribuant le plus (solution de type Web 2.0, basée sur l'investissement de l'usagé envers le système), ou à ceux possédant le meilleur niveau musical (solution de type Web 1.0 basée sur la place hiérarchique de la personne et sa reconnaissance dans le monde musical) ? Il est vrai que l'évolution des compétences d'un utilisateur relève d'un grand nombre de facteurs qui, pris séparément ne suffisent pas à arrêter un niveau de maîtrise pour un instrument donné :

- L'exercice de la scène peut se faire à tout niveau,
- La pratique régulière d'un instrument ne signifie pas, à elle seule, qu'il ne s'agit pas d'un débutant,
- Le nombre d'années de pratique ne caractérise pas l'intensité de celle-ci,

- La capacité à interpréter correctement une pièce caractérisant un niveau paraît constituer un critère recevable, mais la performance peut n'être due qu'à une répétition inlassable de mouvements pendant un temps très long, témoins d'un manque de maturité musicale,
- La vitesse de déchiffrement et d'apprentissage d'une pièce est un paramètre intéressant, mais conditionnée par la richesse et la subtilité de l'interprétation finale.

En définitive, c'est l'ensemble de ces facteurs qui, ajoutés à la capacité pédagogique et la maîtrise des outils de la plateforme, permettent d'identifier les profils des contributeurs majeurs, aptes à valider les ressources du système. Une troisième piste concerne l'obtention de retours conséquents sur l'expérience d'apprentissage des utilisateurs, sur chaque pièce. En effet, les paramètres cités précédemment caractérisent les utilisateurs et permettent de constituer des profils et des classes de musiciens. Il est alors intéressant de savoir si la manière dont ils abordent, travaillent, et interprètent une pièce est la même : est-il possible de définir un parcours d'apprentissage d'une pièce correspondant à une classe précise de musicien ? En mettant en place un formulaire électronique de suivi des apprenants, prenant en compte les étapes, la démarche et la durée d'apprentissage d'une pièce, les possibilités de recommandation pour choisir et aborder une pièce peuvent être accrues. Une quatrième piste, nécessitant un traitement informatique aboutit, consisterait à déterminer les traits caractéristiques de l'interprétation d'une pièce par un utilisateur. En effet, sur la base d'une comparaison entre deux fichiers descriptifs (MIDI ou Music XML) d'une même pièce issue d'une interprétation et d'un fichier représentant textuellement la mécanique de la partition (une entrée note à note, élément par élément), il est possible de caractériser la distance entre ces deux performances [HNK03]. Cette différence correspond (bridée par le vocabulaire respectif de description des fichiers) à l'interprétation du morceau par le musicien. Cela permettrait de définir des styles de jeu et développer des comparaisons entre musiciens.

Plusieurs de ces pistes suggèrent une utilisation avancée des méthodes d'extraction des connaissances et la complexité de la solution finale dénote une nécessité de structuration importante de la plateforme. Dans ce sens, une évolution vers un Système d'Information Musical (SIM), composé de modules spécialisés et intercommuniquant, à la manière des Système d'Information Biodiversité [CSCDSR09], semble opportun. En effet, l'utilisation d'applications Web tels qu'un thesaurus (définition d'ontologies musicales), une base de données multimédia (stockage des ressources pédagogiques), d'un annuaire (gestion des utilisateurs), corrélés à des modules spécialisés d'annotation, de partage d'expérience, et d'extraction des connaissances pourrait tout à fait s'appliquer à notre problématique. Cette perspective fera d'ailleurs l'objet d'une future publication.

## 5 Conclusion

A partir de l'étude d'un problème courant dans le milieu musical : la création et le partage de connaissances via l'annotation de partitions, nous avons proposé un modèle de plate-forme collaborative d'annotation multimédia de partitions numériques. Afin de faciliter la manipulation d'annotations électroniques et d'en préserver la pertinence, nous avons proposé divers types de classification, notamment en fonction du type de contenu (texte, multimédia, symbole,...), et du sens (information technique, conceptuelle, ...) de celles-ci. Nous avons ensuite décrit deux façons d'indexer une annotation sur la partition de base, étape indispensable dans la compréhension du contexte de l'information contenue par l'annotation. Par la suite, une interface homme-machine et une architecture de communication ont été décrits afin de soutenir le modèle proposé. Enfin, plusieurs pistes de développement ont été exposées, principalement axées autour des modes de gestion d'une communauté organisée autour de cette activité, ses profils et son évolution, mais aussi autour d'une possible évolution du modèle proposé vers un Système d'Information Musical.

## Références

- [Win08] Megan A. Winget, 'Annotations on musical scores by performing musicians: Collaborative models, interactive methods, and music digital library tool development', *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2008
- [FLO07] D. Fober, S. Letz, Y. Orlarey, 'VEMUS - Feedback and Groupware Technologies for Music Instrument Learning', *Proceedings of the 4th Sound and Music Computing Conference SMC'07 - Lefkada, Greece, 2007*
- [CFLOD07] Y. Chapuis, D. Fober, S. Letz, Y. Orlarey, C. Daudin, 'Annotation de partitions musicales dynamiques', *Actes des Journées d'Informatique Musicale JIM'07 - Lyon, Grame, 2007*
- [KN04] K. Kaji and K. Nagao, 'MiXa: A Musical Annotation System', *Proceedings of the 3rd International Semantic Web Conference*, - Hiroshima, Japan, 2004
- [BNZ05] P. Bellini, P. Nesi, G. Zoia, 'Symbolic Music Representation in MPEG', *IEEE Multimedia*, IEEE Computer Society press, ISSN 1070-986X, Vol.12, N.4, pp.42-29, October-December 2005
- [MKR04] M. Müller, F. Kurth, T. Röder, 'Towards an Efficient Algorithm for Automatic Score-to-Audio Synchronization', *Proceedings of the 5th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2004)*, Barcelona, Spain, 365-372, Oct. 2004
- [SC08] Sébastien O., Conruyt N., 'Developing an user-centred project involving the Web 2.0 community: a case study based on video sharing websites', in *Proceedings of I-media'2008 and I-Know'2008*, J. UCS, Gratz, Austria
- [HNK03] K. Hirata, K. Noike and H. Katayose, 'Proposal for a Performance Data Format', In *IJCAI2003 workshop program*, APP-5, pages 65--69. 2003
- [CSCDSR09] Conruyt N., Sebastien D., Courdier R., David D., Sebastien N., Ralambondrainy T., 'Designing an Information System for the preservation of Insular Tropical Environment in Reunion Island. Integration of Databases, Knowledge Bases and Multi-Agent Systems by using Web Services', *Agent Technology Applied to Environmental Issues*, Whitestein Series in Software Agent Technologies and Autonomic Computing, Cortés, Ulises; Poch, Manel (Eds.), Birkhäuser, ISBN: 978-3-7643-8897-3, (to appear), 2009