



**HAL**  
open science

## L'intérêt des patrons dans la gestion des connaissances liées à la création sonore

Antoine Vincent, Bruno Bachimont, Alain Bonardi

► **To cite this version:**

Antoine Vincent, Bruno Bachimont, Alain Bonardi. L'intérêt des patrons dans la gestion des connaissances liées à la création sonore. IC - 25èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances, May 2014, Clermont-Ferrand, France. pp.63-74. hal-01015188

**HAL Id: hal-01015188**

**<https://inria.hal.science/hal-01015188>**

Submitted on 26 Jun 2014

**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.

# **L'intérêt des patrons dans la gestion des connaissances liées à la création sonore**

Antoine Vincent<sup>1</sup>, Bruno Bachimont<sup>1</sup>, Alain Bonardi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> HEUDIASYC UMR CNRS 7253, Université de Technologie de Compiègne, France  
Antoine.Vincent@utc.fr, Bruno.Bachimont@utc.fr

<sup>2</sup> CICM EA 1572, Université Paris 8, France  
Alain.Bonardi@ircam.fr

**Résumé** : La production sonore est en constante évolution, et la technologie a amplifié ce mouvement. Qu'ils soient électroniques ou numériques, les nouveaux instruments sont soumis à l'obsolescence, la préservation des œuvres passant alors par leur perpétuelle mise à jour. Celles-ci doivent être réalisées dans le respect de l'œuvre, afin que les nouvelles versions soient authentiques. Pour cela, les experts ont besoin d'accéder à des connaissances sur la manière dont a été produite l'œuvre sonore. Nous proposons un langage, à base d'ontologie et de patrons de création, permettant de gérer les connaissances et leur qualité, à destination des compositeurs et des producteurs pour les aider à préparer l'archivage des productions sonores. Le langage a été implémenté dans un méta-environnement permettant de capturer des actions de création et de générer automatiquement une modélisation d'une partie de la production sonore, permettant ainsi d'obtenir une représentation du flux de production.

**Mots-clés** : Design pattern, ontologie, gestion des connaissances, préservation sonore, musique technologique.

## **1 Introduction**

La musique créée avec technologie bouscule la tradition de production sonore classique, et pose de nouvelles difficultés dans l'interprétation – et par extension dans la préservation – des œuvres créées durant le dernier siècle. Certaines œuvres sonores disparaissent après quelques années à cause de l'obsolescence technologique et du manque de représentation des connaissances nécessaires en vue de les rejouer.

Les connaissances musicologiques, pertinentes pour comprendre les œuvres et les productions sonores, sont importantes : elles permettent non plus de jouer l'œuvre, mais de la reproduire pour offrir la possibilité de la réinterpréter. Pour cela, et aider les producteurs sonores lors des inéluctables mises à jour des objets sonores, il faut leur garantir un accès à une base constituée des connaissances intelligibles pour la communauté désignée et pertinentes pour comprendre les intentionnalités originales.

La problématique abordée concerne la gestion des connaissances : nous avons besoin de capitaliser et de traiter des artefacts, qu'ils soient numériques ou non, en vue de constituer des connaissances, en cherchant le bon niveau d'abstraction entre les technologies et le besoin de compréhension, et en les filtrant pour constituer une représentation de la production de qualité.

Dans la première section de cet article, nous présenterons la problématique de gestion des connaissances à partir de la production sonore et l'objectif de préservation qui en dépend par la création d'un langage de représentation des processus de création. Dans la deuxième partie, nous présenterons notre approche complétant notre ontologie de production sonore avec les patrons, permettant de guider les modélisations afin d'obtenir des représentations de qualité. Enfin, dans la dernière section, nous étudierons la portée et l'intérêt des patrons, en abordant notamment la validation du langage ainsi créé et l'utilisation qui peut en être faite.

## 2 Un langage pour représenter les actes de production sonore

### 2.1 La production sonore actuelle

La production sonore classique repose sur un ensemble d'éléments considéré comme stable dans le temps. D'une tradition pluriséculaire, ils représentent les piliers de la reproductibilité des œuvres sonores. Ces trois éléments sont :

- la *partition*, écriture musicale permettant la reproduction de l'œuvre, étant de fait en première version l'abstraction vue par le compositeur ;
- l'*organologie*, en y incluant la facture instrumentale, qui gère donc les connaissances autour de la fabrication, du fonctionnement et de la manipulation des instruments ;
- le *conservatoire*, qui transmet à chaque génération les connaissances liées à la lecture et l'écriture musicale.

Cette stabilité apparente est efficace pour les musiques classiques, mais les évolutions technologiques perturbent ce système traditionnel : la transformation des sons à la place des notes rend la partition inutilisable. Les technologies (Donin & Feneyrou, 2013) ne permettent plus de générer une représentation universelle d'une œuvre agissant comme le guide d'interprétation, représentant une généralité de l'œuvre, et présentant ainsi les éléments indispensables permettant de jouer l'œuvre, proposant ainsi une manière de l'interpréter.

De même, les technologies propriétaires et l'augmentation exponentielle du nombre d'instruments électroniques puis des logiciels ne permettent plus de documenter une lutherie comme c'était le cas pour les instruments et la musique classiques. Une organologie des instruments modernes n'est pas possible, puisque chaque création peut donner lieu à la mise en place d'un dispositif unique et non documenté (Lemouton *et al.*, 2009).

Le conservatoire, et par extension les enseignements proposées dans certaines formations propres à l'informatique musicale, tente de proposer un ensemble de bonnes pratiques, permettant de penser aux difficultés d'interprétation des œuvres créées avec technologie. En plus de la formation classique, il est souvent présenté les difficultés de préserver une œuvre sonore menant à leur disparition seulement quelques années après leur création, et les méthodes les plus simples et actuellement efficaces permettant la reproduction sonore.

La préservation des œuvres classiques consiste donc à un devoir de mémoire (conservatoire, organologie) et d'archivage (partition). Ainsi une évolution est nécessaire pour la musique créée avec technologie : mais n'existant pas de forme de partition pour ces nouvelles productions, les techniques de préservation consistent majoritairement à travailler sur les objets technologiques pour les mettre à jour et conserver leur lisibilité (Bonardi, 2013).

### 2.2 Représenter pour préserver la production sonore

Dans le cas d'objet numérique, qu'ils soient sonores ou non, les méthodes de préservation visent la possibilité d'en conserver l'intelligibilité, et pour cela, il existe un ensemble de techniques régulièrement mobilisées (Vincent *et al.*, 2012b) :

- la sauvegarde, dont l'objectif est de conserver les objets du moment de création, en approchant une démarche de type muséologique ;
- la migration, qui représente un but de mise à jour de l'objet pour le modifier et le porter sur les technologies du moment ;
- l'émulation, pour simuler sur une technologie contemporaine une plus ancienne ;

- la virtualisation, qui va plus loin que l'émulation puisque l'idée est de rendre l'objet technologique indépendant d'une plateforme en particulier ;
- la description, dont l'idée est d'explicitier les connaissances permettant de remobiliser l'objet dans une forme totalement indépendante de la technologie d'origine.

Ainsi, le contexte de production devient important ; il ne suffit plus d'avoir un manuel d'exécution de l'œuvre pour la reproduire : nous passons d'une prescription de l'exécution à celle de la production. La méthode de préservation traditionnelle, portée par des normes comme *OAIS*<sup>1</sup> (*Open Archival Information System*), vise la conservation de l'intelligibilité de l'objet par la combinaison des techniques présentées (Ball, 2006). Mais ces portages doivent être réalisés en visant le respect de l'authenticité de l'objet.

L'authenticité d'un objet consiste à vérifier qu'il n'a pas subi d'altération dans le temps, et qu'il est bien ce qu'il prétend être (donc bien conforme face à l'objet original). Dans le cas de la musique, nous chercherons principalement à retrouver les éléments qui sont nécessaires pour réinterpréter l'œuvre en respectant les idées du compositeur.

Cette vision est bien souvent difficile à décrire, mais peut être étudiée à travers l'analyse de la production : nous pouvons comprendre certaines idées à l'aide des choix du compositeur. Il est impossible de posséder l'ensemble des intentions, mais l'accès à une partie d'entre elles nous permettrait déjà d'orienter les choix dans les besoins de mises à jour des œuvres sonores. La production est difficile à décrire, car elle dépend fortement de son contexte et des outils manipulés, et les méthodologies de production diffèrent en fonction du compositeur ou d'une production ; les connaissances sont majoritairement tacites (Nonaka & Takeuchi, 1997).

Il nous manque un niveau des connaissances permettant de les exploiter, les abstrayant des outils numériques de production afin de les garder intelligibles. Une telle représentation abstraite serait utile pour les experts qui cherchent à conserver les œuvres sonores pour continuer de les interpréter. Mais pour créer une représentation de la production, il est nécessaire de chercher comment d'une part trouver le niveau d'abstraction pour gérer ce qui provient de la production avec des outils numériques, et d'autre part mettre en place une méthodologie qui permette de dégager ce qui est répétable et utile pour une future reproduction. Ainsi la mise en place d'une abstraction de production facilite la reproductibilité d'une œuvre ou d'un objet.

### **2.3 Gérer les connaissances issues des traces de production**

La création d'un langage de représentation de la production permettra de gérer les connaissances potentiellement nécessaires aux experts lors des mises à jour. Ce langage ne peut être une alternative à la partition, puisque qu'il ne vise pas la gestion des connaissances permettant une nouvelle exécution, mais offrant la possibilité d'en effectuer une reproduction. Une ontologie de la production sonore offre une réponse à la première difficulté de gestion des connaissances : la définition du bon niveau d'abstraction. Ainsi, l'ontologie propose les aspects *lexicaux-syntaxiques* et *sémantiques*, base des langages.

Une ontologie de la musique, telle que *Music Ontology* (Raimond *et al.*, 2007), pourrait remplir cette tâche, mais le développement d'une ontologie de la production sonore nous permet de mettre en avant la notion du *processus de production* et de la temporalité nécessaire à la création d'une génétique de la production sonore. Ce concept de *processus* est central : un flux

---

1. Modèle OAIS : <http://public.ccsds.org/publications/archive/650x0m2.pdf>

de production a besoin d'être représenté comme une suite d'événements et d'actions, et c'est pourquoi nous avons élaboré l'ontologie DiMPO (*Digital Music Production Ontology*). Celle-ci a été créée à partir de différents standards, comme *vCard*<sup>2</sup> (format d'échange de données personnelles) pour conserver toutes les informations permettant de contacter les protagonistes des productions, souvent les ultimes possesseurs des connaissances (Vincent *et al.*, 2012a).

Nous nous sommes aussi basés sur le modèle *FRBR*<sup>3</sup> (*Functional Requirements of Bibliographic Records*) qui est un modèle conceptuel de gestion des informations contenues dans les notices bibliographiques (O'Neill, 2002), en reprenant ses quatre niveaux :

- l'œuvre sonore ;
- l'œuvre possède un ensemble d'expressions ou de versions ;
- une expression représente des manifestations (performances ou mises sur support) ;
- pour chaque manifestation, il y a un ensemble de séances de travail qui s'y rattachent (ce niveau diffère de l'item de FRBR, puisque nous ne représentons pas que des objets physiques mais un ensemble d'objets temporels).

Nous voyons sur l'image 1 un exemple de modélisation possible de *Congruences* de Michael Jarrell créée en 1989 pour flûte midi, hautbois, ensemble et électronique (Muller, 2010).

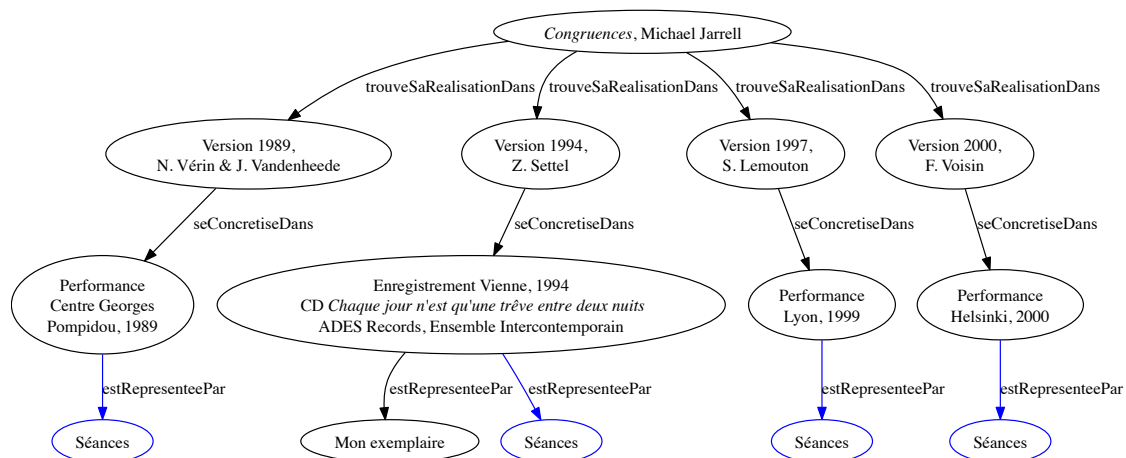


FIGURE 1 – *Congruences* possède un ensemble de versions qui représentent les évolutions technologiques qui ont été nécessaires pour reproduire l'œuvre, reproductions donnant lieu à un ensemble de manifestations.

Les concepts de l'ontologie, extraits à partir d'un ensemble de processus de production ou de reproduction étudié, avec l'aide d'experts du domaines, ont été classés sous forme d'une taxinomie en utilisant l'idée des *principes différentiels* (Bachimont, 2004). Cette méthode nous a aidé à classer des concepts provenant de productions en apparence différentes, ce qui nous a permis d'obtenir une ontologie au final avec trois niveaux (Declerck *et al.*, 2012) :

- niveau *fondationnel* : concepts présents pour articuler des concepts plus précis ;
- niveau *noyau* : concepts génériques utilisables par l'ensemble des types de productions étudiées, c'est-à-dire les œuvres créées avec technologie ;

2. Ontologie de vCard : <http://www.w3.org/TR/vcard-rdf/>

3. Modèle FRBR : [www.ifla.org/publications/functional-requirements-for-bibliographic-records](http://www.ifla.org/publications/functional-requirements-for-bibliographic-records)

- niveau *domaine* : concepts qui sont manipulables par un ou plusieurs types de production, avec donc des technologies parfois développées pour une occasion particulière.

Ces différents niveaux de l'ontologie nous assurent de pouvoir utiliser l'ontologie comme base pour les modélisations, les concepts génériques étant communs à l'ensemble des productions. Mais il semble plus intéressant de toujours chercher à travailler sur les concepts les plus précis, car ils sont souvent porteurs de connaissances bien plus pertinentes. Ainsi la création d'une ontologie assez large pour couvrir un ensemble de processus de production laisse des libertés quand à son utilisation ; mais cette liberté est justement le problème : comment faire en sorte de viser une bonne utilisation de l'ontologie, afin d'obtenir des modélisations qui portent l'ensemble des connaissances pertinentes pour chaque production ?

### **3 La prescription des modélisations à partir d'ontologie**

#### **3.1 Difficile représentation des intentions**

Les intentions du compositeur ne peuvent pas être exhaustivement et explicitement représentées, même dans le cadre de la musique classique. En revanche, il est toujours possible, avec une approche musicologique, de les étudier afin d'en chercher une explicitation. Cette étude avec la musique classique se fait à partir des partitions qui en représentent une abstraction originale. Dans le cas de la musique créée avec technologie, nous visons non plus une étude des intentions par la partition, mais par la représentation de la production, qui porte tous les choix auctoriaux.

Or, la difficulté réside dans la création de cette représentation : avec l'ontologie DiMPO, nous sommes capables de générer des modélisations des productions des œuvres sonores ; mais il faudrait pouvoir s'assurer que ces modélisations seront de qualité pour la communauté désignée, et ce selon deux points de vues :

- gestion de l'abstraction : savoir représenter correctement les connaissances pour les conserver intelligibles par la communauté ciblée, c'est-à-dire les experts musicaux ;
- guide de modélisation : filtrer les connaissances, afin de ne représenter que celles qui seront utiles afin de ne pas générer trop de bruits avec un excès de documentation.

Cette recherche de qualité s'apparente à la notion de *pragmatique* au sein d'un langage : c'est en étudiant les pratiques de la communauté, et celles du langage, que nous pouvons en améliorer son utilisation et son fonctionnement. La double gestion – modélisation et abstraction – revient en fait à rechercher, pour chaque situation de production, ce que nous devons représenter, et comment le faire. Ceci constitue notre problématique, et va plus loin que notre cadre applicatif de la création sonore : le besoin de prescrire un usage d'une ontologie afin de rechercher des modélisations de qualité permet d'améliorer et de contrôler la pertinence des travaux.

#### **3.2 Prescrire par l'utilisation des patrons de conception**

Pour compléter le langage développé à partir de l'ontologie, nous nous intéressons à cette recherche de qualité afin d'assurer la répétabilité de la production, et ainsi parvenir à l'objectif final de préservation. Pour cela, nous nous intéressons à la notion de patron de conception ou *design pattern* (Jézéquel, 2006), concept introduit en architecture par Alexander (1979) ; et utilisés sous la forme de patrons d'indexation par Isaac *et al.* (2005). Ceux-ci permettent, en les articulant avec l'ontologie, de définir l'ensemble des concepts à manipuler dans une certaine

situation de production, permettant de fait de préconiser une modélisation. Cette dernière, avec l'utilisation des patrons, sera dès lors constituée des éléments recommandés, suivant les besoins de la communauté, tout en précisant la manière de représenter les connaissances, nous assurant dès lors une utilisation optimale de l'ontologie et des expressions de qualité.

Notre approche s'inscrit dans le mouvement des *Ontology Design Patterns*<sup>4</sup> (ODP), mais diffère des approches dominantes : nous ne sommes pas dans une approche de conception (Ganemi & Presutti, 2009) ou de mise à jour d'une ontologie (Djedidi *et al.*, 2009), mais d'utilisation afin de développer des modèles de production d'œuvres sonores.

Les *patrons de création* (nommés ainsi en référence à la *création* d'une œuvre, c'est-à-dire sa première interprétation) forment une approche prescriptive : un patron peut être vu « comme un bloc de conception générique, l'expression d'un savoir-faire ou un guide de bonne pratique » (Fuchs *et al.*, 2010), mais il ne représente en aucun cas un ensemble de règles impératives. Ainsi le couple constitué d'une ontologie et de patrons permet d'arriver à un système laissant au final une totale liberté d'utilisation et d'application.

Pour rendre possible l'élaboration de ces patrons, nous nous appuyons sur les intentions esthétiques ou les effets sonores visés : le compositeur souhaite produire un son et le transformer, alors le patron sera là pour représenter les choix par les actions effectuées, et de manière implicite ses intentionnalités par la méthode suivie.

Nous pouvons citer comme exemple dans le cadre de la musique l'application d'un effet : en appliquant une réverbération avec un certain réglage, nous pourrions rapidement déterminer que l'effet recherché était la création d'un simple écho. C'est ainsi que la représentation des actions d'une production nous permet d'en cerner une certaine part des intentions, les patrons permettant pour chaque action d'en posséder une représentation compréhensible et complète pour en faire une analyse ultérieure.

### 3.3 Les patrons de création

Nos patrons de création ont été élaborés à partir de l'étude d'un ensemble de processus de production. Nous avons ainsi analysé plusieurs productions, et avec les experts du domaine, nous avons dressé des patrons qui permettent de représenter des différentes étapes des processus de production : pour une étape, l'appel au patron à chaque action effectuée permet de la documenter en ajoutant les connaissances préconisées au sein de la modélisation.

Pour prendre un exemple, étudions une chaîne de production sonore traditionnelle menant à la création d'un CD musical : différentes étapes se succèdent, que nous pourrions réduire au nombre de trois pour les processus les plus simples :

1. la *captation sonore* : acquisition des sons qui serviront de base aux travaux sonores ;
2. le *montage* : étape de transformation et d'agencements des sons ;
3. le *mastering* : préparation du CD.

Prenons l'étape de *montage* pour dresser notre premier patron : commençons par isoler, à partir de l'ontologie, tous les éléments qui seront nécessaires pour expliciter une action effectuée sur les outils technologiques, durant l'étape du montage. Les connaissant, il est nécessaire de définir l'unité permettant d'agréger toutes les informations : dans notre cas, nous débutons par

---

4. Ontology Design Patterns : <http://ontologydesignpatterns.org>

la plus petite unité porteuse de sens parmi les concepts retenus : l'*Objet Informationnel*, celui qui va être manipulé et qui porte l'action du producteur de son.

À partir de ce concept central, nous tissons les liens qui l'unissent avec les autres concepts repérés précédemment :

- *Objet Informationnel* est *Élément De Objet Virtuel* : notre objet (sonore ou non) est utilisé dans un objet final virtuel lors d'une activité réalisée sur un outil numérique ;
- *Objet Virtuel* est *Élément De Processus* : cet objet virtuel, contenant l'ensemble des travaux sur les sons, et donc un ensemble d'objets informationnels, a été travaillé dans un cadre localisable temporellement sous la forme d'un petit intervalle de temps ;
- *Processus* compose *Manifestation* : nous retrouvons les concepts issus du modèle FRBR et permettant de gérer une classification des œuvres, de ses versions et de ses interprétations ;
- *Manifestation* concrétise *Expression* qui réalise *Œuvre*.

Ainsi, pour une étape de montage, nous avons les concepts jugés pertinent et porteurs de sens, ainsi que les relations à manipuler. Nous ajoutons alors les propriétés permettant d'affiner les connaissances portées par chaque patron. Pour cela, nous proposons de représenter les patrons en utilisant un formalisme proche de la norme UML : nous trouvons en figure 2 ce patron.

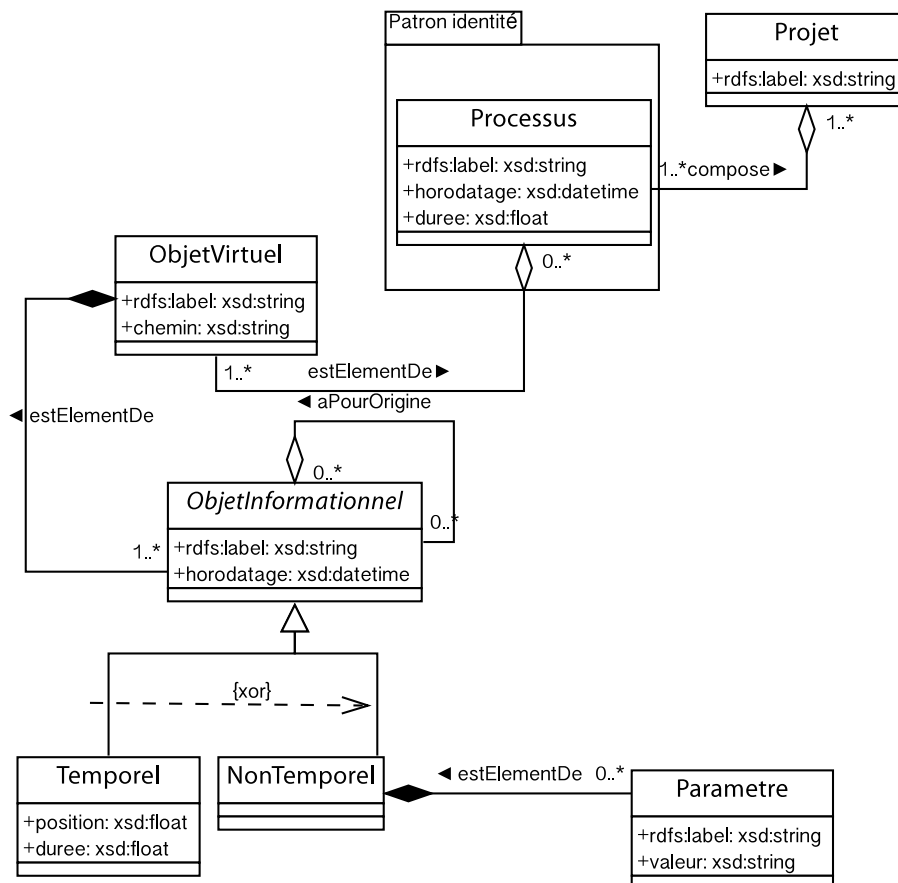


FIGURE 2 – Patron de montage réalisé en UML.



Ce formalisme assez simple permet de comprendre facilement comment élaborer une modélisation sans avoir besoin de maîtriser parfaitement l'ontologie. Les patrons guident la modélisation en présentant tout ce qui devra être manipulé au sein de l'ontologie. Il est aussi possible de simplifier les patrons en en combinant plusieurs. Sur la figure 2, le patron de création *montage* fait référence au patron de création *identité* (figure 3), qui gère les niveaux issus de FRBR et qui préconise d'ajouter au moins un titre ; qui lui-même fait appel au patron de *contribution* (figure 3) pour inciter à toujours préciser au minimum l'identité du compositeur de l'œuvre.

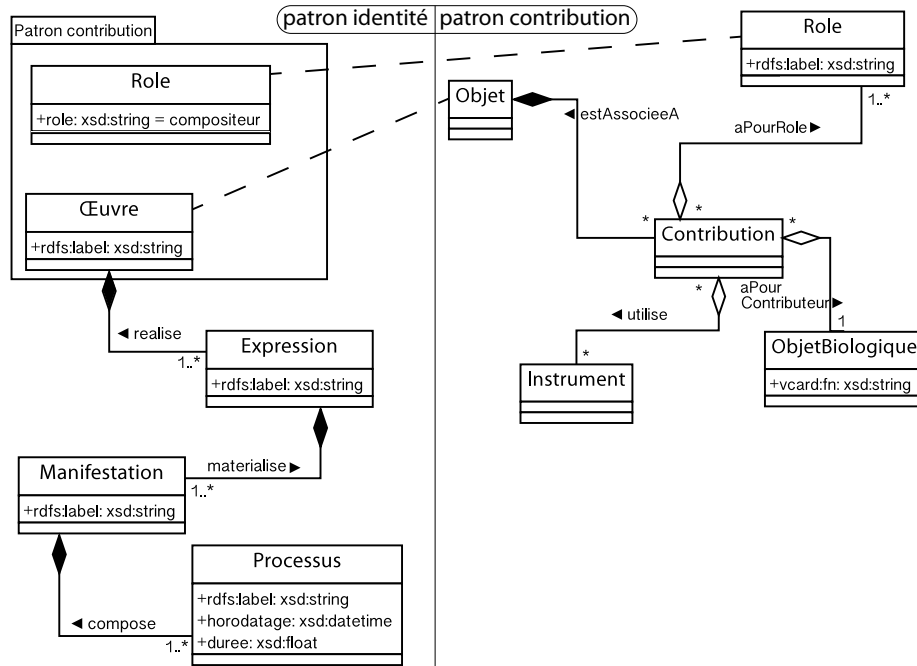


FIGURE 3 – Patrons d'identité et de contribution.

## 4 Les patrons pour gérer finement les connaissances à modéliser

### 4.1 Spécialiser les patrons

Si une production créée avec technologie suit globalement les mêmes étapes de production sonore, chaque création possèdera certaines spécificités. Cette approche de typicité nous empêche, avec nos premiers patrons, de gérer assez précisément les connaissances à représenter : elles dépendent clairement de la production, et parfois même du producteur. Nous avons besoin de préciser davantage les patrons en fonction de la production (ou de son type) pour gérer plus efficacement les connaissances et ajuster les concepts à manipuler en fonction du cas de figure : cela permet d'accroître la qualité de la modélisation, et donc la compréhension de la production pour les futurs usages de la modélisation réalisée.

L'idée est simple : l'objectif est, à partir du patron d'origine, de le préciser en changeant les concepts génériques (niveau moyen de l'ontologie) par les concepts plus précis et adaptés à la situation en cours (concepts de niveau bas de DiMPO). Prenons l'exemple en figure 4 de

la spécialisation du patron de montage pour une production réalisée sous une station audio-numérique comme Pro Tools<sup>5</sup>, et commençons par préciser les concepts manipulés :

- l'Objet Informationnel central suivi est la *Piste*, cet objet étant lié à la temporalité, cela nous permet de lever le double héritage de l'objet dessiné dans le patron générique ;
- la *Piste* est Élément De Fichier Projet (un *Objet Virtuel*)
- le *Fichier Projet* est Élément d'une *Séance*, une unité temporelle de travail sur l'œuvre ;
- les items *Manifestation*, *Expression* et *Ceuvre* ne changent pas (patron *identité*) ;
- nous ajoutons la notion d'Élément Sonore, un autre *Objet Informationnel*.

L'ajout de ce dernier élément n'est pas trivial : en effet, la spécialisation de patron peut en théorie être réalisée par l'expert du domaine sans avoir la parfaite maîtrise de l'ontologie ; or nous observons concrètement que la déclinaison dépend pleinement des pratiques de production, et que pour obtenir une spécialisation efficace, il est nécessaire de savoir quoi représenter, si c'est possible et comment ajouter une connaissance complète.

Ce patron peut de même être représenté sous une forme proche de l'UML (figure 4), ce qui permet assez simplement de générer des modélisations ; mais dorénavant avec un patron prévu pour un certain type de production, et présentant uniquement les concepts pertinents.

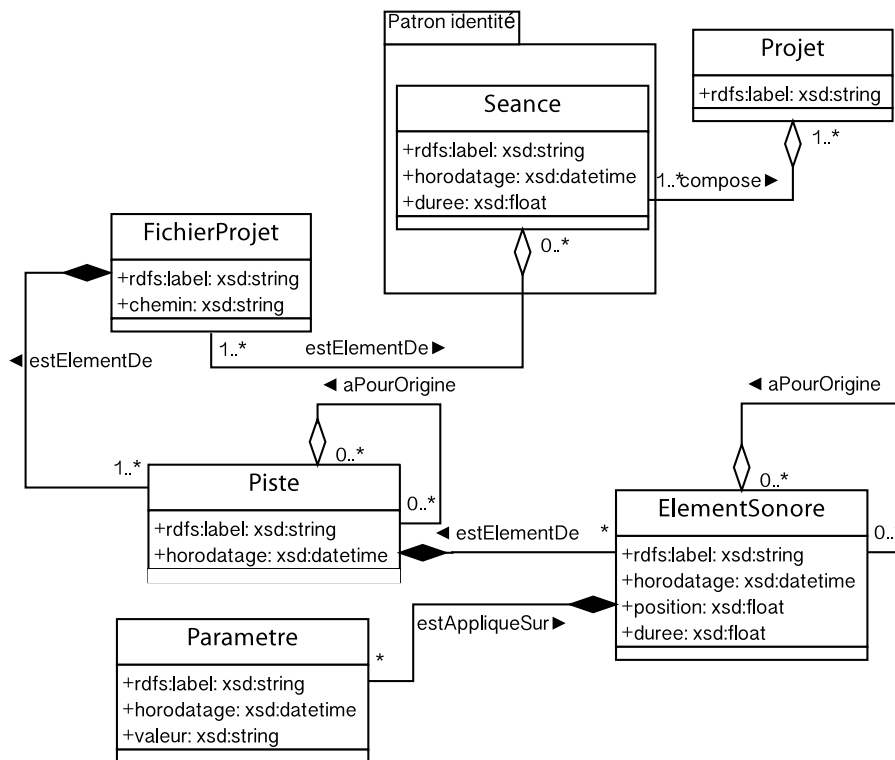


FIGURE 4 – Patron de création *montage* sous un logiciel de type Pro Tools.

5. Pro Tools est un logiciel de montage audio développé par la société Avid.

## 4.2 Validation pratique des patrons théoriques

Ces travaux d'élaboration de langage ont été réalisés dans le cadre du projet Gamelan<sup>6</sup>. L'objectif du projet consistait à construire un méta-environnement permettant d'échanger des informations avec des outils de la production sonore de manière à capitaliser le processus de création pour l'archiver, le réexploiter et l'étudier : le méta-environnement capte les *traces d'une activité instrumentée* (Prié, 2011), qu'il formate selon un modèle. Le fichier de logs ainsi élaboré permet, après application des patrons de création correspondant (implémentés dans l'environnement) d'alimenter la modélisation du processus de production : le traitement permet de passer à la constitution de connaissances exploitant dès lors uniquement les informations pertinentes.

La modélisation effectuée, il est possible d'exploiter les connaissances : sur la figure 5, nous avons l'exemple d'une requête SPARQL permettant de chercher quels ont été tous les fichiers mobilisés durant la production (les *imports* et les *exports* effectués durant le montage).

```
SELECT ?AudioFilename ?FileID ?MoveID ?Date
WHERE {
  ?FileID rdf:type dimpo:FichierSon .
  ?FileID dimpo:nomFichier ?AudioFilename .
  { ?MoveID dimpo:source ?FileID . } UNION
  { ?MoveID dimpo:exporteFichier ?FileID . }
  ?MoveID dimpo:horodatage ?Date .
} ORDER BY ?Date
```

AudioFilename	FileID	MovementID	Date
<a href="#">"nuagesGris_extrait1_mono.wav"^^xsd:string</a>	<a href="#">scenario01:FichierSon_1</a>	<a href="#">scenario01:ImportAudio_1</a>	<a href="#">2013-04-05T12:20:52.000</a>
<a href="#">"nuagesGris_extrait2_mono.wav"^^xsd:string</a>	<a href="#">scenario01:FichierSon_2</a>	<a href="#">scenario01:ImportAudio_2</a>	<a href="#">2013-04-05T12:20:55.000</a>
<a href="#">"montage1.wav"^^xsd:string</a>	<a href="#">scenario01:FichierSon_3</a>	<a href="#">scenario01:ExportAudio_1</a>	<a href="#">2013-04-05T12:22:14.000</a>

FIGURE 5 – Requête d'extraction sur les fichiers mobilisés durant la production, et résultats.

La requête proposée précédemment provient du suivi du montage de l'œuvre *Nuages Gris* de Franz Liszt, interprétée par Emmanuelle Swiercz au piano pour l'album *Liszt Voyageur*<sup>7</sup>. Le travail de production de l'œuvre a été suivi par les logiciels du projet Gamelan, qui ont généré seuls la modélisation des opérations de montage (Vincent *et al.*, 2013).

## 4.3 Validation par l'usage du langage

Le langage, c'est-à-dire l'ontologie DiMPO et les patrons de création, ont ainsi été validés par l'implémentation au sein du méta-environnement du projet Gamelan, mais aussi sans passer par cet ensemble de logiciels ; l'objectif étant de nous abstraire des limitations imposées par la captation automatique et tester l'expressivité du langage autant pour les traces issues des technologies que les artefacts qui n'ont pas d'existence numérique.

La mise en place d'un scénario de validation global et objectif n'est pas aisé, car il n'y a pas d'homogénéité dans les différents processus de production des œuvres créées avec technologie.

6. Projet ANR Gamelan (2009-2013) - [www.gamelan-projet.fr](http://www.gamelan-projet.fr)

7. Album *Liszt Voyageur*, Franz Liszt & Alain Bonardi (compositeurs), Emmanuelle Swiercz (interprète), label Intrada INTRA055, 2011.

Il nous semble dès lors plus logique de sélectionner des œuvres en fonction des catégories d'usages typiques. Pour ce faire, nous avons sélectionné trois profils d'utilisateur, représentatifs des pratiques, qui ont été confrontés à des situations de production et/ou de reproduction :

- un *compositeur* : une analyse d'une situation de production complexe a permis de vérifier que les connaissances utiles de son point de vue et son expérience sont représentables ;
- un *réalisateur en informatique musicale* : une création originale suivie d'une reproduction sur un autre outil permet de simuler une obsolescence technologique et vérifier que les connaissances modélisables sont suffisantes pour guider les choix de reproduction ;
- un *ingénieur du son* : en partant d'une réalisation passée, et en participant aux prémisses d'une future reproduction, nous pouvons analyser les connaissances manquantes et confirmer leur présence dans les possibilités de modélisation et les patrons de création.

Pour chaque intervenant, le scénario type avait pour objectif d'analyser les besoins en connaissances afin de les mettre en perspective avec notre langage. Les résultats confirment l'expressivité offerte mais aussi le principal point faible : nous ne pouvons pas encore nous placer en conditions réelles pour tester la qualité et l'exploitabilité des modèles, ni mesurer pleinement la pertinence des patrons de création ; en revanche nous pouvons valider les possibilités du langage et la couverture des besoins exprimées par les différents profils typiques de la communauté.

## **5 Conclusion**

Le développement du langage a été élaborée de manière incrémentale en suivant une dizaine de productions sonores, ce qui nous permet d'avoir un langage créé en collaboration avec la communauté qui l'utilisera. L'implémentation des patrons est possible, permettant d'automatiser des modélisations, notamment les étapes réalisées sur les outils technologiques. Nous avons élaboré onze patrons génériques, certains ayant servi de base à des spécialisations, et manipulant la centaine de concepts propres à DiMPO (sans compter ceux provenant d'autres ontologies).

Cependant, il reste la difficulté de modéliser les connaissances qui n'ont pas d'existence numérique : le langage est techniquement capable de représenter des pièces documentaires, mais il est évident qu'il reste une partie des connaissances que nous ne pouvons alimenter qu'en les gérant manuellement. Nous approchons ainsi une approche d'instrumentation de la préservation, les patrons de création étant les guides pouvant accompagner cette démarche.

En revanche, nous répondons à notre besoin initial : définir une abstraction à partir de la production afin de pouvoir étudier cette dernière et cerner certaines intentionnalités. L'ontologie définit le niveau d'abstraction de pratiques qui ne sont pas stabilisées, alors que les patrons proposent un filtre séparant ce qui relève des instruments ou des intentions auctoriales : nous obtenons un système offrant une meilleure intelligibilité pour la communauté ; tout en laissant la représentation instrumentale ouverte, comme le fait la partition pour la musique classique.

Les patrons peuvent être spécialisés simplement par la précision des concepts manipulés, mais il faut souvent faire des modifications ou des ajouts pour gagner en précision. Cette approche de typicité des productions pose problème par rapport à notre hypothèse de généralité des processus, mais elle valide notre approche de validation par la sélection de profils de producteurs représentatifs des grandes pratiques pour effectuer une validation générique du langage.

Différentes perspectives peuvent être envisagées : une simplification à étudier serait de chercher à travailler à partir d'une ontologie déjà existante (nous avons cité *Music Ontology* qui pourrait être étendue). Et la spécialisation des patrons ne peut être effectuée que par les spécia-

listes de la musique et pour un ensemble d'usages : ils représentent alors une première lecture du type de production ; mais il faudrait pouvoir juger de la qualité de la spécialisation créée.

## Références

- ALEXANDER C. (1979). *The timeless way of building*. Oxford University Press.
- BACHIMONT B. (2004). *Arts et sciences du numérique : ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle*. HDR, Université de Technologie de Compiègne.
- BALL A. (2006). *Briefing Paper—the OAIS Reference Model*. Citeseer.
- BONARDI A. (2013). Copier/coller, ou recopier ? la transmission entre artistes des œuvres musicales avec dispositif numérique. *Technique et science informatiques*, **32**(3-4), 457–480.
- DECLERCK G., AUDREY B., XAVIER A. & CHARLET J. (2012). A quoi servent les ontologies fondationnelles ? *Actes des 23èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC 2012)*.
- DJEDIDI R., AUFAURE M.-A. et al. (2009). Patrons de gestion de changements owl. In *Ingénierie des Connaissances*, p. 145–156.
- DONIN N. & FENEYROU L. (2013). Symétrie recherche. In *Théories de la composition musicale au XXe siècle*, 20-21. Édition Symétrie.
- FUCHS B., HUCHARD M. & NAPOLI A. (2010). Une étude sur la mise en forme de patrons de conception pour les ontologies avec l'analyse formelle de concepts. In J.-C. R. ERIC CARIOU, Ed., *Langages et Modèles à Objets (LMO)*, Langages et Modèles à Objets, p. 83–98.
- GANGEMI A. & PRESUTTI V. (2009). Ontology design patterns. In *Handbook on Ontologies*, p. 221–243. Springer.
- ISAAC A., BACHIMONT B. & LAUBLET P. (2005). Indexation de documents av : Ontologies, patrons de conception et d'utilisation. *16èmes journées francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC'2005)*.
- JÉZÉQUEL J.-M. (2006). Patrons de conception. *Encyclopédie Vuibert de l'informatique*.
- LEMOUTON S., CIAVARELLA R. & BONARDI A. (2009). Peut-on envisager une organologie des traitements sonores temps réel, instruments virtuels de l'informatique musicale. In *Actes de la Cinquième Conférence de Musicologie Interdisciplinaire (CIM'09)*, p. 118–121.
- MULLER A. (2010). La préservation et la conservation des œuvres musicales mixtes : autour du cas de congruences de michael jarrell. Master's thesis, Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris.
- NONAKA I. & TAKEUCHI H. (1997). *La connaissance créatrice : la dynamique de l'entreprise apprenante*. De Boeck Supérieur.
- O'NEILL E. T. (2002). Frbr : Functional requirements for bibliographic records. *Library resources & technical services*, **46**(4), 150–159.
- PRIÉ Y. (2011). *Vers une phénoménologie des inscriptions numériques. Dynamique de l'activité et des structures informationnelles dans les systèmes d'interprétation*. HDR, Univ. Claude Bernard-Lyon I.
- RAIMOND Y., ABDALLAH S. A., SANDLER M. B. & GIASSON F. (2007). The music ontology. In *ISMIR*, p. 417–422.
- VINCENT A., BACHIMONT B. & BONARDI A. (2012a). Modéliser les processus de création de la musique avec dispositif numérique : représenter pour rejouer et préserver les œuvres contemporaines. In *Actes des 23èmes Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC 2012)*, p. 83–98, Paris.
- VINCENT A., BACHIMONT B. & BONARDI A. (2012b). Préserver les œuvres musicales créées avec dispositif numérique par l'étude du processus compositionnel. *Les Cahiers du Numérique*, **8**(4), p. 91–118.
- VINCENT A., BONARDI A. & BACHIMONT B. (2013). Étude des processus compositionnels : un langage pour représenter les processus de production sonore. In *Actes des Journées d'Informatique Musicale (JIM 2013)*, p. 9–18, Saint-Denis.