
Construction d'ontologies à base de lois pour l'ingénierie des Systèmes d'Information institutionnels

Abdelaziz Khadraoui, Michel Léonard

*MATIS Geneva Team - CUI - Université de Genève
Uni-Dufour, rue du Général Dufour 24, CH-1211 Genève 4, Suisse
abdelaziz.khadraoui@cui.unige.ch
michel.leonard@cui.unige.ch*

***RÉSUMÉ.** Nous présentons dans cet article une méthode de construction des ontologies à base des lois ainsi que son application dans le développement des Systèmes d'Information (SI) institutionnels. Cette méthode vise à clarifier et à établir le lien entre les lois, régissant les activités métier au sein d'une institution, et le SI qui permet de supporter ces activités. Nous définissons des directives pour l'analyse des lois dans la perspective de développer le SI d'une institution publique.*

***ABSTRACT.** In this paper, we present a method for constructing ontologies based on laws and its application in the engineering of institutional Information Systems (IS). This method allows the establishment and the clarification of the link between IS and legal framework represented by a set of laws that regulates the achievement of the institutional activities. We define guidelines for analyzing laws in the perspective of IS engineering.*

***MOTS-CLÉS:** système d'information, ingénierie, méthode, directive, processus, ontologie, cadre légal, institution.*

***KEYWORDS:** information systems, engineering, method, guideline, process, ontology, legal framework, institution.*

1. Introduction

De plus en plus d'activités de notre société s'appuient sur des systèmes d'information (SI) dont la complexité ne cesse de croître. Cette complexité est liée aux changements des activités métier et aux changements technologiques. Ces nouvelles situations auxquelles les institutions doivent faire face nécessitent de fonder une approche évolutive pour des développements durables. Le développement d'une telle approche au sein d'une institution publique nécessite la prise en compte des questions cruciales qui recouvrent plus que de simples questions techniques.

La préoccupation majeure de l'ingénierie de SI d'une institution est de prendre en compte les questions liées à la gestion de la conformité des SI à développer avec le cadre légal qui régit ces activités métier. Il est question aussi d'identifier les parties stables du SI et d'identifier les recouvrements entre ces parties.

L'objectif de cet article est de présenter la méthode que nous proposons pour l'ingénierie des SI institutionnels. Elle permet d'aborder les différents niveaux de complexité liée à l'ingénierie des SI, d'une part, en fixant un cadre de référence pour supporter cette méthode et d'autre part, en s'appuyant sur les particularités des domaines institutionnels.

Cet article est organisé comme suit. Dans la section 2, nous présentons les fondements de l'approche proposée pour l'ingénierie des SI des institutions publiques. Dans la section 3, nous présentons les éléments conceptuels d'une ontologie établie à partir des textes de lois. Dans la section 4, nous présentons le modèle de processus pour l'élaboration de l'ontologie du SI à partir des textes de lois. La section 5 est consacrée à la présentation du noyau informationnel et à la démarche proposée pour la mise en place des aspects organisationnels. La section 6 décrit les utilisations du cadre méthodologique proposé et présente l'implémentation de la méthode proposée.

2. Fondement de l'approche proposée pour l'ingénierie des SI institutionnels

Dans le cadre de nos travaux de recherche, nous avons proposé une méthode pour l'ingénierie des SI institutionnels (Khadraoui, 2007). Cette méthode a pour objectif d'établir et de clarifier le lien entre le cadre légal, qui régit les activités métier au sein d'une institution et le SI permettant de supporter ces activités. Ce lien est établi, comme cela est précisé à la figure 1, au travers d'une ontologie que nous appelons «*ontologie du SI*» pour spécifier le fait que celle-ci soit construite dans la perspective de développer un SI.

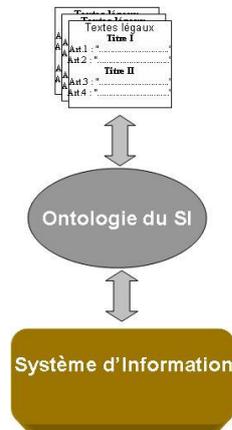


Figure 1. Lien entre le cadre légal et le système d'information

Autrement dit, cette méthode propose la constitution d'une ontologie à partir des textes de lois pour le développement du SI institutionnel. Ces textes de lois sont considérés comme l'univers de discours sur lequel nous allons nous appuyer pour construire l'ontologie à utiliser dans la perspective de l'ingénierie de SI d'une institution. En effet, les lois, dans le cadre des institutions publiques, permettent de définir une partie importante des activités métier. Un SI, destiné à supporter ces activités métier, doit se conformer à ce cadre légal. Ces textes de lois constituent une véritable source de connaissances contenant des concepts fondamentaux et décrivant de manière précise des règles régissant le domaine du SI.

Nous présentons à la figure 2, le cadre de référence de la méthode que nous proposons pour l'ingénierie des SI institutionnels. Il est structuré selon quatre niveaux: (i) le niveau ontologique, (ii) le niveau informationnel, (iii) le niveau du domaine des activités (organisation) et (iv) le niveau d'implémentation informatique.

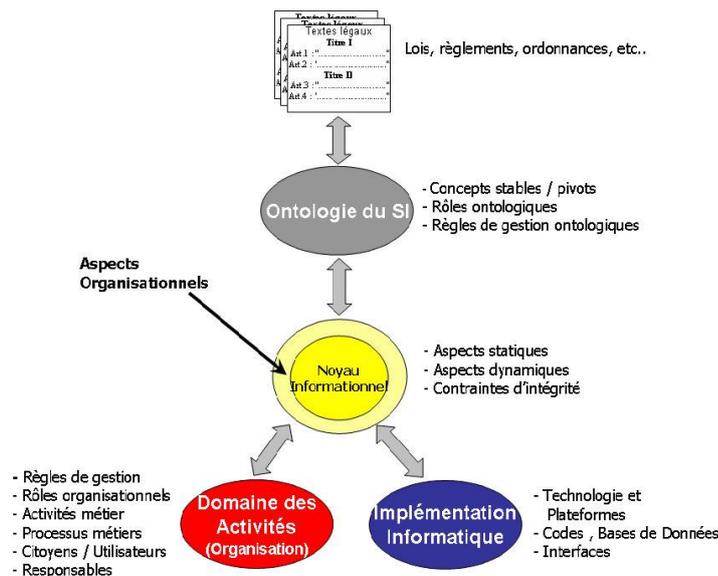


Figure 2. Cadre de référence pour l'ingénierie des SI institutionnels

Dans l'approche que nous proposons (figure 2), les lois sont transformées dans un cadre ontologique, prêt à devenir le noyau informationnel. Ce noyau est constitué des aspects statiques, dynamiques et réglementaires. Il est enrichi progressivement par des aspects organisationnels, non décrits dans les lois, qui sont spécifiques à chaque institution. Le noyau informationnel, construit à partir de l'ontologie du SI, offre un espace conceptuel de travail commun aux acteurs concernés par le développement du SI.

La méthode d'ingénierie des SI institutionnels que nous proposons est construite sous forme de composants (Khadraoui, 2007). Nous considérons que même s'il existe à ce jour plusieurs méthodes d'ingénierie des SI, ces méthodes ne sont pas universelles, elles ne peuvent pas prévoir toutes les situations possibles. Par conséquent, nous nous appuyons sur la discipline *ingénierie des méthodes* (Harmsen, 1997), (Grupta & al., 2001), (Ralyté, 2001) et (Ralyté, 2006), pour construire des composants de méthode guidant le processus d'ingénierie des SI institutionnels. Une méthode est composée d'un ou plusieurs modèles de produit et d'un ou plusieurs modèles de processus (Ralyté, 2001). « *Le modèle de produit spécifie les concepts utilisés par la méthode, la relation entre ces concepts ainsi que les contraintes à satisfaire. Le modèle de processus prescrit une manière de faire, une démarche méthodologique pour atteindre la cible souhaitée. Il décrit, à un niveau abstrait et idéalisé, la façon d'organiser la production du produit: les étapes, les activités qu'elles comprennent, leur ordonnancement et parfois les critères pour passer d'une étape à une autre. Il joue le rôle de moule des processus d'ingénierie* » (Ralyté, 2006).

Dans (Ralyté, 2001), la décomposition d'une méthode en composants est basée sur la décomposition de son modèle de processus en directives. Chaque directive d'un composant satisfait un certain objectif et permet de réaliser une activité et une intention dans le cadre de référence de l'ingénierie des SI institutionnels que nous avons proposé.

3. Constitution d'une ontologie à partir des lois pour le développement du SI

Comme cela a été précisé précédemment, une ontologie est élaborée à partir des textes de lois sous-jacentes aux activités métier. L'étude de chacun des textes de lois se fait dans la seule optique d'ingénierie de SI. Les textes de lois peuvent contenir des informations et des connaissances de nature purement juridique qui ne peuvent pas être prises en considération dans le SI. Seuls les concepts et règles de gestion caractéristiques du domaine sont identifiés et retenus dans l'ontologie. Une ontologie du SI contient des connaissances qui sont fondamentales et essentielles au développement du SI.

Nous définissons l'ontologie du SI comme un moyen pour construire un inventaire afin, d'une part, de définir et de positionner les *concepts stables et pivots*, décrivant la connaissance d'un domaine spécifique et, d'autre part, de définir les *règles de gestion* et les *rôles* que nous qualifions d'ontologiques afin de développer le SI, supportant les activités de ce domaine. Ces éléments sont au centre des activités au sein de l'institution.

Un *rôle ontologique* est un rôle organisationnel particulier qui n'est pas remis en cause par le développement du SI. Un rôle organisationnel est défini dans WfMC¹ comme "*une liste d'attributs, de compétences et de savoir-faire qu'un acteur possède et met en pratique*". Ce rôle définit la position d'un acteur métier au sein d'une institution. Dans (Pham, 2005), un rôle organisationnel est défini comme étant "*un composant d'une organisation, auquel des niveaux de gestion et des règles sont attachés. Ces niveaux de gestion et ces règles concernent les responsabilités, les activités, les objectifs, les fonctions spécifiques qui sont assignées à un rôle organisationnel dans le but d'atteindre un objectif commun dans un groupe ou dans une organisation*".

Une *règle de gestion* définit certains aspects des métiers au sein d'une institution. Elle décrit les contraintes qui régissent l'exécution, par les acteurs, d'une ou plusieurs activités. Une règle de gestion peut être spécifiée d'une manière formelle (BusinessRulesGroup, 2000). Dans (Léonard, 2006a), les règles de gestion sont définies comme un moyen pour "*assurer la coordination des activités entre les acteurs, pour établir des règles éthiques, pour définir des tâches, pour assurer la qualité de certaines activités. Leur validation est du ressort des acteurs et leur contrôle est fortement dépendant de l'enjeu de leur transgression. En cas de transgression constatée, alors il y a une procédure qui demande d'examiner dans quelles circonstances la transgression a eu lieu*". Une règle de gestion concerne une ou plusieurs activités métier et une activité métier est régie par une ou plusieurs règles de gestion. Une activité métier est définie comme un ensemble de tâches, produisant et utilisant de l'information, assumées par des personnes au sein de l'institution.

¹ Glossaire WfMC : The Workflow Management Coalition
Référence Web (novembre 2006):
<http://www.wfmc.org/standards/docs/Glossary\French.PDF>

4. Modèle de processus pour l'élaboration de l'ontologie du SI à partir des textes de lois

Nous présentons dans cette section le modèle de processus pour l'élaboration de l'ontologie du SI à partir des textes de lois. Nous utilisons le modèle de la carte (MAP) présenté dans (Rolland, 1999) et dans (Benjamin, 1999) afin de décrire le processus de construction de l'ontologie du SI à partir des textes de loi. La carte est représentée à l'aide d'un graphe orienté et étiqueté. Les nœuds représentent les intentions et les liens entre les nœuds représentent les stratégies. Une intention indique le but à atteindre et les stratégies traduisent la manière avec laquelle l'intention peut être effectuée. Plusieurs stratégies sont possibles pour réaliser une même intention.

Nous proposons de représenter l'ontologie du SI élaborée à partir des textes de lois à l'aide de la notion d'hyperconcept. Construit à partir d'un sous-ensemble de concepts, un hyperconcept décrit un espace de connaissances ontologique, élaboré à partir des textes de lois, relatif à un rôle au sein d'une institution. Un hyperconcept forme une unité sémantique² pertinente pour un groupe d'acteurs au sein d'une institution. La figure 3 spécifie les différents processus de la méthode que nous proposons pour l'élaboration de l'ontologie d'un domaine du SI à partir des textes de lois.

Cette carte comporte cinq intentions appelées : (i) Sélectionner les lois régissant le domaine du SI, (ii) Définir les rôles ontologiques, (iii) Définir un hyperconcept, (iv) Construire un hyperconcept et (v) Valider un hyperconcept.

² En linguistique, la sémantique est l'étude du sens des mots. Une unité sémantique est le sens que représente un regroupement de mots.

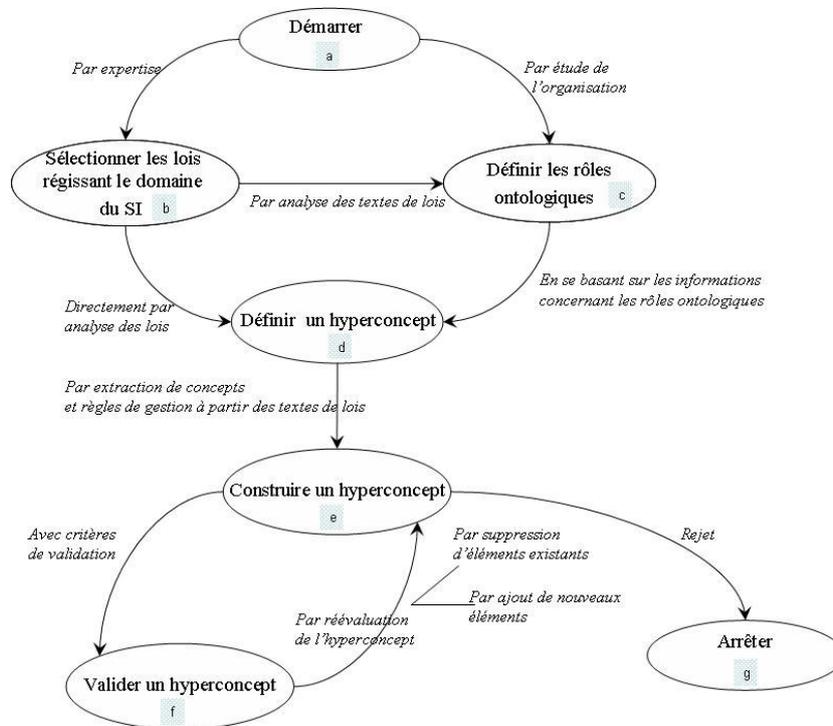


Figure 3. Modèle de processus pour l'élaboration de l'ontologie du SI à partir des textes de lois

La décomposition d'une méthode en composants consiste à décomposer son modèle de processus en directives. Nous associons à la carte représentée à la figure 3 les directives suivantes:

1. **Directive pour sélectionner les lois qui régissent le domaine du SI :** l'élaboration de l'ontologie du SI nécessite premièrement la sélection des lois qui régissent le domaine du SI. Les lois comportent des informations et des connaissances de nature purement juridique qui ne seront pas considérées dans le SI. Par conséquent, les textes de lois à considérer sont ceux qui décrivent les activités métier des différents acteurs au sein d'une institution. En d'autres termes, on ne retient que les lois qui contiennent des informations et des connaissances qui peuvent être instanciées dans le SI.

2. **Directive pour définir les rôles ontologiques** : les rôles ontologiques sont identifiés en analysant le domaine des activités métier ou en analysant les textes de lois.
3. **Directive pour définir un hyperconcept** : la carte de la figure 3 propose deux stratégies pour définir un hyperconcept. La première stratégie s'appuie sur l'analyse des textes de lois et la deuxième s'appuie sur la connaissance à priori des rôles ontologiques définis au sein de l'institution.
4. **Directive pour construire un hyperconcept** : la construction d'un hyperconcept s'effectue par l'extraction, à partir des lois, de concepts et règles de gestion le composant. Tout concept d'un hyperconcept doit pouvoir donner lieu à des instanciations, comme des classes, des attributs de classes, des valeurs pour des attributs ou des conditions à l'exécution des transactions décisionnelles.
5. **Directive pour valider un hyperconcept** : la validation d'un hyperconcept s'effectue par l'application d'un ensemble de critères qui sont définis par les personnes impliquées dans la modélisation des lois. Un hyperconcept peut être rejeté, ce qui provoque sa réévaluation. Cette réévaluation se traduit sous forme d'ajout de nouveaux éléments à l'hyperconcept ou par la suppression d'éléments existants appartenant à l'hyperconcept.

5. Noyau informationnel et mise en place des aspects organisationnels

5.1 Modèle de processus pour l'élaboration du noyau informationnel

Le noyau informationnel, construit à partir de l'ontologie du SI, est décrit à l'aide des aspects statiques, dynamiques et réglementaires. Pour le spécifier, nous utilisons le modèle intégré décrit dans (Pham, 2005) et (Turki, 2005). Ce modèle a la caractéristique d'intégrer les aspects statiques, dynamiques et réglementaires dans le même modèle. Les aspects statiques permettent la définition de la structure de l'information. Les schémas (diagrammes) de classes constituent une expression semi-formelle des propriétés statiques d'un SI. Ils décrivent les classes du SI, leurs attributs, leurs identifiants, les méthodes des classes et les liens qui relient ces classes (Turki, 2005). Les aspects dynamiques permettent la description des transformations apportées aux différentes informations manipulées dans le SI. En d'autres termes, cela revient à définir le fonctionnement et les conditions d'exécution de tous les éléments décrivant le comportement du SI. Pour nos études, les aspects dynamiques sont exprimés à l'aide des «*Transactions*» du modèle intégré. Dans (Pham, 2005), «*une transaction est liée à un traitement, à la validation d'une condition, à une décision ou à un choix d'un acteur métier au sein de l'institution. Une transaction possède des règles d'exécution. Ces règles concernent des objets des classes à l'entrée de la transaction et des objets à la sortie de la transaction. Ces règles sont appelées des pré-conditions et des post-conditions. Les pré/post conditions sont des expressions logiques. Une transaction s'exécute si seulement si la pré-condition est*

validée. Après l'exécution d'une transaction, une post-condition est validée". Une transaction est définie dans (Turki, 2005) comme étant "*une activité productrice d'information dans un processus de prise de décision*". En d'autres termes, une transaction est définie comme une unité de traitement ou de décision.

Les aspects réglementaires sont exprimés sous forme de *contraintes d'intégrité (CI)*. Nous définissons une *CI* comme étant : "*une condition qui est définie par rapport soit à une classe, soit à plusieurs classes, et dont le test de validation peut être effectué de manière algorithmique sur les objets des classes concernées*". Le rôle des *CI* est de préserver la cohérence et la consistance des objets stockés dans le SI durant son exploitation ainsi que durant l'exécution des transactions. Elles garantissent la coordination des processus métiers au sein de l'institution.

Le modèle de processus pour l'élaboration du noyau informationnel à partir de l'ontologie du SI est représenté à la figure 4.

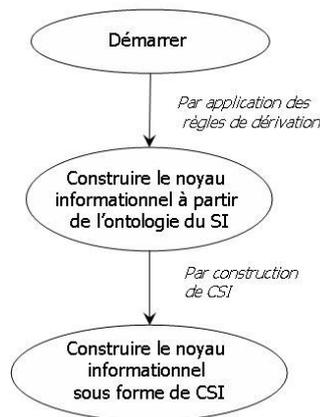


Figure 4. *Modèle de processus pour l'élaboration du noyau informationnel*

Le passage du niveau ontologique au niveau du noyau informationnel est effectué en appliquant un ensemble de règles de dérivation. Une fois le noyau informationnel construit, l'objectif est de le représenter sous forme de Composants de SI (CSI). La notion de CSI est présentée dans (Turki, 2005) et (Léonard, 2006a). Un CSI est un artefact spécifié formellement de manière statique, dynamique et réglementaire. Il est autonome: il contient tous les éléments qui participent à sa définition. Tout comme un SI, un CSI est défini à partir (i) d'un espace statique où sa structure de données est définie, (ii) d'un espace dynamique où le comportement de ses différents éléments est spécifié, et (iii) d'un espace de contraintes d'intégrité où les contraintes régissant le comportement de ses différents éléments sont exprimées.

Dans (Léonard, 2006a), un CSI est défini comme un SI:

1. Avec classes et associations, contraintes d'intégrité et événements et cycle de vie.
2. Avec une unité sémantique. Cette unité sémantique est définie dans (Turki, 2005) par le concept d'*hyperclasse*. Elle est obtenue par la composition de classes ou d'*hyperclasses* qui forme l'espace statique du CSI.

Nous associons à la carte présentée à la figure 4, les deux directives suivantes:

1. **Directive pour établir le lien entre le niveau ontologique et le niveau informationnel** : cette directive permet d'établir le lien entre le niveau ontologique et le niveau informationnel. Un concept au niveau ontologique peut être transformé en une classe, un attribut, une méthode ou un domaine d'attribut (une valeur d'attribut). Une règle de gestion se transforme en une contrainte d'intégrité. Une méthode dépend d'une classe. Elle peut concerner une ou plusieurs transactions et une transaction peut faire appel à une ou plusieurs méthodes. Une ou plusieurs contraintes d'intégrité sont validées au niveau des transactions.
2. **Directive pour spécifier le noyau informationnel sous forme de CSI** : cette directive consiste à définir l'*hyperclasse* et les transactions du CSI. L'*hyperclasse* forme l'espace statique du CSI. Les transactions décrivent l'espace dynamique et l'espace réglementaire du CSI. Les hyperconcepts construits au niveau ontologique offrent un cadre précieux en amont pour la définition des différents CSI.

5.2 Démarche pour la mise en place des aspects organisationnels

Les concepts fondamentaux, les règles de gestion ontologiques, les rôles ontologiques nous permettent d'établir un modèle ontologique représenté à l'aide d'un ensemble d'hyperconcepts. La traduction de ces éléments en terme d'information (classe, attribut, transaction, contraintes d'intégrité,...) amène à la construction du noyau informationnel. Ce noyau représente la base du SI. Cependant, ce noyau informationnel, construit à partir des concepts et informations issus des textes de lois, ne suffit pas à rendre, à lui seul, le SI opérationnel. L'étude des aspects organisationnels est indispensable.

Dans le cadre de la méthode que nous avons proposé, les acteurs concernés par le développement du SI sont mis en face de situations concrètes pour compléter le noyau informationnel. Autrement dit, ces différents acteurs métier vont se rendre compte par eux-mêmes des changements des pratiques métiers qu'amène le SI et vont non seulement exprimer leurs besoins d'une manière efficace mais surtout participer directement à la définition et à la construction du SI. Cette manière de procéder permet aux acteurs de découvrir d'autres besoins potentiels et de les

exprimer directement en termes d'informations. Le SI est construit alors d'une manière progressive.

L'analyse des besoins des acteurs qui constitue conventionnellement la première étape des méthodes d'ingénierie des SI intervient, dans le cadre de notre approche, dans une seconde étape en se servant du noyau informationnel. Les acteurs vont ainsi enrichir progressivement le noyau informationnel.

L'analyse des besoins dans le cadre de notre approche a pour but d'établir les droits d'accès aux diverses informations pour chaque rôle organisationnel au sein de l'institution. Il s'agit de déterminer les informations auxquelles un rôle peut avoir accès et s'il peut consulter, modifier, supprimer ces informations ou/et en créer de nouvelles et si l'espace informationnel d'un acteur peut être élargi. Il est question aussi de déterminer quelles sont les transactions associées aux activités métier dont un rôle organisationnel est responsable, c'est-à-dire déterminer quelles transactions un rôle peut conduire, quelles informations lui sont nécessaires pour les conduire et s'il peut avoir accès à des informations relatives à des transactions qui ne le concernent pas. De plus, il est important de déterminer si d'autres rôles au sein de l'institution participent à l'exécution de ces transactions.

Dans le cadre de nos travaux, nous avons établi, à partir du noyau informationnel, des situations pour la découverte des aspects organisationnels et pour la découverte des besoins des différents acteurs. Une de ces situations est d'élaborer une série de questions dont le contenu est exprimé directement à partir du noyau informationnel. En effet, grâce à ce noyau, les acteurs pourront se poser des questions autour : (i) des activités qui leurs sont confiées au sein de l'institution, (ii) des activités à transformer et à supprimer, (iii) des règles de gestion à prendre en compte, (iii) des événements à considérer dans le SI. Les résultats de l'analyse des réponses des acteurs aux différentes questions sont exprimés, dans le noyau, en termes d'informations.

La méthode que nous proposons pour l'ingénierie des SI institutionnels introduit une nouvelle manière d'impliquer les acteurs au sein de l'institution dans le processus d'ingénierie des SI. Les acteurs métiers vont ainsi enrichir progressivement le noyau informationnel jusqu'à le rendre opérationnel. Avec cette méthode, les acteurs sont placés dans des situations d'exploration et de découverte de leurs besoins. Ces situations leurs permettent de se rendre compte, par eux-mêmes, des changements des pratiques métiers qu'amène le SI. Il s'agit de situations que les acteurs peuvent comprendre.

6. Implémentation de la méthode proposée

La méthode proposée pour l'ingénierie des SI institutionnels a une portée plus générale et concerne toutes les institutions dont les activités métier sont régies par un cadre légal. Nous avons mené plusieurs projets afin d'appuyer la méthode proposée. Les directives que nous avons présentées dans ce papier ont été appliquées dans plusieurs cas d'études.

Étude de cas liée au domaine social : Ingénierie de SI d'une institution sociale à l'État de Genève

L'objectif de cette étude est de construire une modélisation ontologique et un noyau informationnel pour supporter les activités institutionnelles de l'OCPA³.

L'OCPA est rattaché au Département de la Solidarité et de l'Emploi (DSE) de l'État de Genève. L'activité principale de l'OCPA est de verser des prestations complémentaires fédérales et/ou des prestations complémentaires cantonales aux personnes bénéficiant d'une rente AVS (Assurance-Vieillesse et Survivants) ou AI (Assurance Invalidité).

L'OCPA permet aussi en plus de:

- allouer des participations ou des remboursements de frais médicaux non couverts par l'assurance-maladie;
- accorder un abonnement annuel des transports publics genevois (TPG) aux bénéficiaires de prestations mensuelles régulières; abonnement donnant droit à la libre circulation sur l'ensemble du réseau de la communauté tarifaire genevoise;
- verser des prestations financières d'assistance;
- exercer un contrôle administratif et financier des établissements médico-sociaux (EMS) accueillant des personnes âgées, fixer le prix journalier qui est facturé aux résidents et verser la subvention cantonale aux établissements;
- assurer l'information au public concernant entre autres les structures d'accueil et les logements réservés aux personnes âgées (EMS, appartements avec encadrement, foyers de jour).

³ OCPA : Office Cantonal des Personnes Âgées

Les activités institutionnelles de l'OCPA sont régies par le cadre législatif suivant^{4,5} :

- 831.30 : Loi fédérale du 19 mars 1965 sur les prestations complémentaires à l'assurance-vieillesse, survivants et invalidité (LPC);
- J 7 15: Loi sur les prestations cantonales complémentaires à l'assurance-vieillesse et survivants et à l'assurance-invalidité;
- J 7 15.01: Règlement d'application de la loi sur les prestations cantonales complémentaires à l'assurance-vieillesse et survivants et à l'assurance-invalidité;
- J 7 10: Loi sur les prestations fédérales complémentaires à l'assurance-vieillesse et survivants et à l'assurance-invalidité;
- J 7 10.01: Règlement d'application de la loi sur les prestations fédérales complémentaires à l'assurance-vieillesse et survivants et à l'assurance-invalidité;

La modélisation ontologique de ce cadre légal nous a permis de construire un ensemble d'hyperconcepts, de les valider et d'extraire à partir de ce cadre légal des règles de gestion qui décrivent les contraintes qui régissent l'exécution des activités institutionnelles de l'OCPA. Cette modélisation ontologique nous a permis également de définir des rôles au sein de l'OCPA. Un noyau informationnel est construit directement à partir de cette modélisation ontologique.

La méthode proposée a été élargie afin de prendre en compte les problématiques de la ré-ingénierie des SI au sein des institutions à l'État de Genève. En effet, les bases conceptuelles et pratiques pour la ré-ingénierie des SI institutionnels de l'État de Genève ont été définies.

Notre étude a concerné le SI d'une institution sociale dont les activités métier sont supportées par un système générique et adaptable par paramétrage aux différents métiers du domaine social (Aïdonidis & al., 2006).

La figure 5 illustre la méthode proposée pour la ré-ingénierie des SI institutionnels. Cette méthode s'articule autour de trois étapes majeures :

- La rétro-ingénierie du SI existant;
- La reconstruction d'un nouveau SI;
- La migration des données du SI existant vers le nouveau SI.

⁴ <http://www.admin.ch/ch/f/rs/rs.html>

⁵ <http://www.geneve.ch/legislation/>

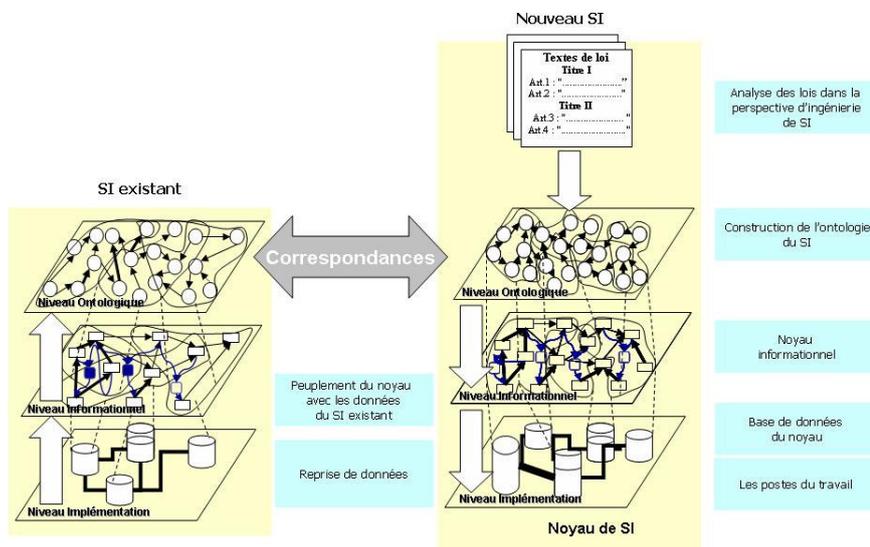


Figure 5. Ré-ingénierie des SI institutionnels

La rétro-ingénierie a pour objectif de construire une modélisation ontologique du SI existant. Cette modélisation décrit les concepts qui ont conduit à l'implémentation de ce système. En fonction du contexte du projet, diverses sources d'information disponibles peuvent être exploitées. Sources formelles telles que les bases de données, les programmes sources de l'application, le dictionnaire de données s'il existe, les écrans et la documentation. Sources informelles en exploitant les connaissances qu'ont les experts du SI, informaticiens et praticiens du domaine concerné. Dans le cadre du projet que nous avons mené au Centre des Technologies de l'Information de l'État de Genève, la rétro-ingénierie nous a permis de dresser un état des lieux du système générique tel qu'il est déployé à l'État de Genève. Cela a nécessité de récupérer l'essentiel de la connaissance, en explorant toute source d'information disponible, pour reconstituer les modèles informationnels et ontologiques qui représentent le SI existant.

Dans le cadre de ce projet, deux sources d'information ont été exploitées : (i) la structure de la base de données du système générique et (ii) les connaissances qu'ont les experts sur le système.

Le système que nous avons étudié est construit selon une architecture client-serveur opérant sur une base de données relationnelle. Le schéma de base de données comporte un nombre élevé de tables (plusieurs centaines) sans aucune contrainte

d'intégrité référentielle, sans distinction entre les tables de données de gestion et les tables de paramétrage, sans aucune définition sémantique des attributs, avec des attributs redondants, et une documentation obsolète.

Pour la reconstruction d'un nouveau SI, nous avons appliqué l'approche, de l'ingénierie des SI institutionnels basée sur les textes de lois, que nous avons présentée dans ce papier. L'objectif est de converger vers un nouveau SI dans un environnement en rapide évolution, de fonder ce nouveau SI sur des concepts stables et sur des invariants. La modélisation des textes de lois du domaine concerné, nous a permis de spécifier et d'implémenter un nouveau SI social. Le rapprochement des concepts du SI existant des concepts du nouveau SI a permis d'établir des règles de correspondance entre les données de gestion contenues dans le SI existant et celles du nouveau SI. Cette expérience concrète a ouvert une alternative pour la reconstruction d'un nouveau SI et le peuplement de ce nouveau SI à partir des données contenues dans le SI existant.

En effet, pour tout SI à reconstruire, un des principaux défis concerne la récupération des données existantes, patrimoine de l'institution. Si les programmes peuvent être réécrits, si les interfaces peuvent être redéveloppées, il n'est pas question d'abandonner et de se priver des données collectées pendant plusieurs années. Il faut migrer les données existantes pour les réutiliser dans le nouveau SI. Mais les concepts implémentés dans le SI existant et les concepts relevant du SI cible (le nouveau SI) ne sont pas nécessairement identiques. L'évolution d'un SI passe aussi par une évolution de ses concepts.

Une donnée D_{S1} du SI existant ne pourra être migrée vers une donnée D_{S2} du SI cible si et seulement si le concept C_{S1} relevant de D_{S1} et le concept C_{S2} relevant de D_{S2} sont identiques ou équivalents.

En d'autres termes, la migration des données doit être pilotée par le rapprochement et la correspondance entre les concepts du SI existant et les concepts du SI cible. Pour ce faire, nous avons établi une concordance entre le modèle obtenu à l'issue de la rétro-ingénierie et celui obtenu lors de la reconstruction du nouveau SI à partir des textes de loi. Ce processus de «*mapping*» des deux modélisations est un processus long et complexe. Il ne s'agit pas de faire une simple correspondance lexicale ou syntaxique. La personne chargée de piloter ce *mapping* a besoin d'avoir une description aussi complète que possible de chaque concept, de manière à le renseigner au mieux sur le sens des concepts du domaine. Plus la description des concepts sera précise, plus leur comparaison sera fiable. On évitera ainsi de considérer comme équivalents des concepts qui ne sont semblables qu'en surface.

Dans la suite de ce paragraphe, nous décrivons brièvement les autres études de cas menées dans d'autres domaines institutionnels.

Étude de cas liée au domaine de la formation universitaire : ingénierie de SI d'une Université appliquant les accords de Bologne

Nous avons également effectué une étude portant sur l'ingénierie de SI d'une université appliquant le traité des accords de Bologne. Ces accords ont pour objectif d'harmoniser l'enseignement supérieur en Europe. Ils ont été signés le 19 juin 1999 par 30 ministres européens de l'éducation. Le noyau informationnel d'un SI d'une université européenne appliquant les accords de Bologne (licence: 180 crédits, master 90/120 crédits, école doctorale) est extrait directement des textes de ces accords. Ensuite, ce noyau est adapté aux spécificités de chaque université. Alors, si toutes les universités, régies par les mêmes accords, construisent leur SI à partir des éléments ontologiques, leurs SI ont toutes les chances d'être interopérables.

Étude de cas liée au domaine financier : ingénierie de SI d'une institution financière appliquant les accords de Bâle II

Dans (Khadraoui & al., 2007), nous avons présenté l'étude que nous avons menée dans le cas du domaine lié à l'ingénierie des SI financiers. Les accords de Bâle II⁶ fournissent une source de connaissances pour les SI financiers. Ils décrivent des règles et des recommandations internationales qui ont pour but de protéger les épargnants et les investisseurs d'une éventuelle faillite des banques ou des établissements de crédit. Elles garantissent que ces établissements détiennent un montant minimal de fonds propres pour couvrir les risques liés à l'investissement des fonds qu'on leur a confiés.

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressés particulièrement aux aspects en relation avec les risques opérationnels. A partir des accords de Bâle II, nous avons construit l'espace informationnel d'un spécialiste en gestion des risques et l'espace informationnel d'une autorité de contrôle des risques opérationnels.

⁶ Document sur les Accords de Bâle II : Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, vue d'ensemble du nouvel accord de Bâle sur les fonds propres.

Lien web : <http://www.bis.org/bcbs/cp3ovfr.pdf>

7. Conclusion

Dans le cadre de nos travaux de recherche, notre démarche est inscrite dans l'optique d'ingénierie des SI dédiée au domaine institutionnel. Il ne s'agit pas de construire, à partir des textes de lois, des systèmes experts, ni de construire des bases de connaissances ou des systèmes juridiques permettant de supporter des processus législatifs. Le but de la méthode que nous proposons est d'établir, à partir des textes de lois, des modèles ontologiques qui serviront de base au processus d'ingénierie des SI régis par ces textes de lois. Le but est de construire des SI permettant de supporter les activités des personnes en charge des tâches et des décisions au sein des institutions.

Dans ce papier, nous avons présenté le modèle de processus pour décrire la construction de l'ontologie du SI à partir des textes de lois et le modèle de processus pour construire le noyau informationnel. Nous avons également introduit une démarche pour la mise en place des aspects organisationnels autour de ce noyau informationnel.

Une perspective émane de nos travaux sur la construction des ontologies à base de lois consiste à envisager le développement d'une méthode pour la vérification de la conformité des SI existants (*Legacy Information System*) avec les aspects légaux. Dans ce contexte, la modélisation ontologique à partir des textes de lois peut être utilisée comme un outil pour la réalisation de cette tâche et peut aider à identifier les inconsistances et les irrégularités entre les systèmes existants et les aspects légaux. Ce travail nécessite le développement de composants de méthode pour prendre en compte les diverses situations de développement des SI existants ainsi que le contexte de leurs implémentations.

8. Bibliographie

- (Aïdonidis & al., 2006) Aïdonidis C., Khadraoui A., Turki S., Ré-ingénierie des SI par la modélisation, Rapport de projet, Centre des Technologies de l'information de l'État de Genève, 2006.
- (Benjamin, 1999) Benjamin A., Une Approche Multi-démarches pour la modélisation des démarches méthodologiques, Thèse de doctorat en Informatique de l'Université Paris 1, Sorbonne, 1999.
- (BusinessRulesGroup, 2000) Business Rules Group, Defining business rules - what are they really?, The Guide Business Rules Project, Technical report, Business Rules Group, Juillet 2000.
- (Gupta & al., 2001) Gupta D., Prakash N., «Engineering Methods from Method Requirements Specifications», *Requirement Engineering*, volume 6, N° 1, 135-160, 2001.

- (Glassé, Van Engers & al., 2003) Glassé, E., Van Engers, T.M., Jacobs, A., «POWER: An Integrated Method for Legislation and Regulations from their Design to their Use in E-government Services and Law Enforcement». In *Digitale Wetgeving, Digital Legislation*, edited by Moens, M. -F., Die Keure Brugge, ISBN 90 5958 039 7, 175- 204, 2003.
- (Harmsen, 1997) Harmsen A. F., *Situational Method Engineering*, Moret Ernst & Young, 1997.
- (Heeks & al., 1999) Heeks R., Bhatnagar S., «Understanding success and failure in information age reform», *Reinventing Government in the Information Age*, London and New York: Routeledge, 1999.
- (Khadraoui, 2007) Khadraoui A., Composants de méthode pour l'ingénierie des Systèmes d'Information institutionnels. Thèse de doctorat en Systèmes d'Information, Université de Genève, Département de Systèmes d'Information, Juin 2007.
- (Khadraoui & al., 2007) Khadraoui A., Léonard M., «Cadre de référence pour l'ingénierie des Systèmes d'Information Institutionnels. Application au domaine financier dans le contexte des accords de Bâle II», *8th IBIMA Conference on Information Management in the Networked Economy*, Dublin, Juin 2007.
- (Khadraoui & al., 2006) Khadraoui A., Turki S., Aïdonidis C., Léonard M., «Framework for e-Government Information Systems Engineering: Describing the Organizational Layers». *2nd IEEE International Conference on Information & Communication Technologies: From Theory To Application*, ISBN: 0-7803-9521-2, Damascus, Avril, 2006.
- (Léonard, 2006a) Léonard M., «Modèle dans le domaine des Systèmes d'Information», *Encyclopédie des Systèmes d'Information*, 2006.
- (Léonard & al., 2006) Léonard M., Khadraoui A., Ralyté J., «Regulation in Information Systems at the Level of Tunement», *Proceedings of International Workshop on Regulations Modelling and their Validation and Verification (REMO2V), (CAiSE'06)*, Luxembourg, Juin 2006.
- (Lenk & al., 2002) Lenk K., Traunmüller R., Wimmer M., «The Significance of Law and Knowledge for Electronic Government», *Electronic Government - Design, Applications and Management*, Grönlund, A., Hershey, Idea Group Publishing, 2002.
- (Pham, 2005) Pham T.T., Intégration des aspects statique, dynamique et organisationnel dans la modélisation des Systèmes d'Information. Thèse de doctorat en Systèmes d'Information, Université de Genève, Département de Systèmes d'Information, Octobre 2005.
- (Ralyté, 2006) Ralyté J., «Méthodes et Ingénierie des Méthodes», *Encyclopédie des Systèmes d'Information*, 2006.
- (Ralyté, 2001) Ralyté J., Ingénierie des Méthodes à base de Composants, Thèse de doctorat, Université Paris 1 – Sorbonne, 2001.
- (Rolland, 1999) Rolland C., Prakash N., Benjamin A., «A Multi-Model view of Process Modelling», *Requirement Engineering*, volume 4, 169-187, 1999.

- (Turki, 2005) Turki S., Des hyperclasses aux composants pour l'ingénierie des systèmes d'information. Thèse de doctorat en Systèmes d'Information, Université de Genève, Département de Systèmes d'Information, Juillet 2005.
- (Van Gog & al., 2001) Van Gog R., Van Engers T.M., «Modeling Legislation using Natural Language Processing». In *Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2001)*, Tucson, Arizona : 7-10 Octobre, 2001.
- (Wyssusek, 2004) Wyssusek B., «Ontology and Ontologies in Information Systems Analysis and Design: A Critique», *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems*, New York, 2004.