

METADONNEES POUR LES SYSTEMES D'INFORMATIONS D'ENTREPRISES ETENDUES

Gabriella SALZANO, Abdelbasset GUEMEIDA
gabriella.salzano@univ-mlv.fr, abdelbasset.guemeida@univ-mlv.fr

Université de Marne-la-Vallée, Cité Descartes - 5 Bd Descartes
Champs-sur-Marne – 77454 Marne la Vallée Cedex 2, France

Mots clés : Interopérabilité, Systèmes d'information, Méta données, Web sémantique, Entreprise étendue

Résumé

Dans cet article, on adopte le point de vue des Systèmes d'information pour analyser les problématiques liées au partage d'information dans des organisations adoptant le modèle d' "entreprise étendue", en proposant des approches d'interopérabilité basées sur les technologies du web sémantique. On développe ces thèmes en les illustrant sur un terrain d'applications qui présente de nombreux facteurs de complexité : les systèmes d'information des organisations en mode réseaux dans le domaine de la santé.

On commence par caractériser différents niveaux de coopération, chaque niveau supportant les interactions nécessaires à fournir des services de partage d'informations. On identifie schématiquement deux types d'organisations :

- d'une part les réseaux de santé, dont les systèmes d'informations se structurent autour du Dossier Médical Partagé (DMP), afin de supporter le stockage, l'accès, la diffusion et le partage d'informations relatives aux patients
- d'autre part, les observatoires de santé, les programmes de santé publique, les plateformes de formation à distance, qui nécessitent de filtrer des énormes volumes d'informations et de les agréger au niveau régional, national, voire international.

Dans les deux cas, les informations proviennent de nombreuses sources hétérogènes et distribuées, produites et gérées de façon autonome par différentes institutions.

Les métadonnées facilitent la description des sources d'information, afin d'établir des correspondances entre elles, résoudre des conflits et exploiter ensuite les données elles-mêmes. La nature des métadonnées varie en fonction des objectifs d'interopérabilité. Dans le modèle d'entreprise étendue, les métadonnées devront attaquer simultanément plusieurs problématiques, et en particulier l'hétérogénéité dans toutes ses manifestations, l'ouverture et l'évolutivité des contextes.

On examine les apports fournis par les technologies d'interopérabilité recommandées par le consortium W3C, pour faciliter la représentation des connaissances et l'échange d'information au travers de domaines hétérogènes : en particulier les espaces de noms, les schémas, le cadre de description des ressources (RDF) et les ontologies. On illustre comment elles pourraient être composées pour fusionner les connaissances, tout en prenant en compte les contraintes propres à chaque domaine. En analysant des domaines faiblement couplés (comme la production de soins et les infrastructures de transport, par exemple) ou fortement liés (comme les pathologies et les médicaments), on souligne des problèmes ouverts et des axes de solution.

Introduction

Les organisations en mode réseau du domaine de la santé nécessitent des Systèmes d'Information (SI) coopératifs pour fournir un ensemble de services d'information, contribuant à améliorer la qualité des soins et réduire les coûts, agissant aussi bien sur les processus de soins qu'au niveau de la santé publique.

La mise en place de ces services requiert la fusion de connaissances issues de plusieurs sous domaines médicaux (par exemple, pathologies et médicaments), mais aussi de différents domaines. Les corrélations entre la santé et la géographie permettent de réaliser des analyses sur les interactions entre plusieurs dimensions (sociale, économique, environnementale, ...). Quelle qu'elle soit la portée géographique de ces SI, leur infrastructure informationnelle et de communication est particulièrement complexe.

Nous adoptons une perspective orientée vers l'ingénierie des SI, pour focaliser sur des problématiques dans lesquelles les aspects géographiques sont prioritaires. Nous apportons des éléments pour construire une approche d'interopérabilité basée sur des méthodologies et technologies avancées.

Nous commençons par rappeler différentes dimensions des problématiques d'hétérogénéité et des solutions d'interopérabilité pour des systèmes complexes et des approches d'interopérabilité (§1). Ensuite, nous analysons des exemples de SI pour des organisations de santé en mode réseau, où les aspects géographiques sont structurants pour différentes raisons (§2). Notre approche d'interopérabilité entre SI hétérogènes et distribués est basée sur l'identification et la composition de métadonnées. Ces métadonnées décrivent plusieurs caractéristiques des sources (y compris le contenu) et sont fortement liées aux domaines "métier", s'intégrant dans un cadre international de standardisation (§3). La composition des métadonnées est supportée par une infrastructure d'interopérabilité basée sur les technologies recommandées par le consortium W3C (§4). En particulier, les Namespaces, le Resource Description Framework (RDF), XML/RDF Schema et les ontologies améliorent les niveaux de représentation des connaissances, les échanges entre différents domaines métiers et facilitent la génération d'information, même si les données correspondantes ne sont pas explicitement stockées.

1. Dimensions d'Interopérabilité

L'interopérabilité peut être analysée selon trois principales dimensions, qui sont la distribution, l'autonomie et l'hétérogénéité [1].

La distribution identifie les interactions entre différentes composantes; d'une manière plus fine, ces interactions peuvent se décomposer selon plusieurs axes (qui, pourquoi, quoi, quand, comment, où) [2].

L'autonomie peut se présenter sous plusieurs formes. Au niveau de la conception, elle désigne le choix du domaine¹ de gestion et la conceptualisation du contexte. En relation avec d'autres systèmes, elle représente la capacité d'un système ou d'un composant de choisir "ses partenaires" pour l'échange de ressources, ainsi que les modes de réaliser ces échanges. La communication représente la capacité, pour un nœud du réseau (système ou composant) de communiquer avec d'autres nœuds, tandis que l'exécution concerne la capacité pour un nœud d'exécuter des opérations locales indépendamment des composantes externes.

L'hétérogénéité se manifeste à plusieurs niveaux ([3], [4]) et peut concerner les systèmes (plateformes techniques, systèmes logiciels), comme l'information elle-même, pour des problématiques relevant de la syntaxe, de la structure et de la sémantique.

Comme ces dimensions sont simultanément présentes dans les systèmes complexes, la conception de solutions d'interopérabilité est un des défis majeurs pour les systèmes d'information.

Par rapport aux objectifs des SI, l'interopérabilité est définie aussi comme la capacité de deux ou plusieurs systèmes à échanger l'information et à partager l'information échangée, par rapport à un ensemble cohérent de règles [5]. Selon cette optique, deux niveaux d'interopérabilité sont distingués:

- l'interopérabilité technique, qui concerne la communication et l'échange de données
- l'interopérabilité sémantique, relative à l'utilisation partagée des informations et connaissances échangées par des systèmes hétérogènes.

Dans la suite, nous analyserons des exemples de SI où les domaines de la santé et de la géographie sont fortement couplés.

¹ Le domaine représente les données où l'information qui doit être gérée (l'Univers du discours).
<http://isd.m.univ-tln.fr>

2. Problématiques d'Hétérogénéité entre les Domaines de la Santé et de la Géographie

En santé, comme dans les autres domaines d'activité, les SI sont partagés en deux larges classes, transactionnels et décisionnels, en fonction de leurs finalités prioritaires, à savoir le support des processus de production de soins ou décisionnels. Les hétérogénéités parmi les systèmes de la première classe génèrent des conflits pour concevoir des systèmes de la seconde classe. D'autre part, elles sont aussi sources d'enrichissements, lorsqu'on parvient à coupler différentes perspectives.

Pour la plupart, des hôpitaux possèdent des SI transactionnels, comme d'autres organisations en mode réseau, connues sous le nom de "réseaux de santé" [6].

Pour réduire les erreurs de procédure, les délais, la duplication des actes, ces SI tendent à supporter la coordination des professionnels autour de Dossiers Médicaux des Patients (DMP numérisés).

Dans tous les pays développés, l'évolution vers des DMP électroniques (à partir de dossier sur support papier) s'effectue progressivement. Le projet français Hospitext [7] a été parmi les premiers à adopter une approche documentaire pour traiter cette problématique. Il utilise une interprétation d'hypertexte documentaire pour naviguer parmi les différentes composantes du dossier et produire des rapports de synthèse, répondant aux besoins de lecture des professionnels. Les réseaux de santé apparaissent aussi parmi les priorités de pays comme le Canada ou l'Angleterre. Le Canada développe un *Réseau Canadien de la Santé* (Canadian Health Network) [8]. En Angleterre, le National Health Service déploie depuis 1998 le projet *Information for Health: An Information Strategy for the Modern NHS*, en commençant par les soins primaires [9].

L'échange d'informations médicales est la première difficulté à surmonter, pour éviter que chaque nœud du réseau ait à gérer un nombre trop important d'interfaces propriétaires.

Un important travail dans le domaine des communications vise à harmoniser les recommandations émises par le consortium W3C, la pré-norme européenne 13606, établie par le Comité Européen de Standardisation pour l'Informatique Médicale CEN/TC251, et les standards de facto, américains ou internationaux, comme HPRIM, DICOM et HL7 [10].

Les problématiques et les besoins concernant la géographie sont importants dans les grands systèmes décisionnels, qui doivent supporter les interactions entre hôpitaux, agences sanitaires, et autres organismes, publics ou privés. En particulier, ces systèmes doivent corrélérer et agréger à différents niveaux des informations, corrélées explicitement ou implicitement. Par exemple, la géographie est une dimension structurelle pour l'entrepôt de données SNIIR-AM (*Système National d'Information Inter-Régimes de l'Assurance Maladie*) [11], qui couvre la totalité des assurés en France et est considéré comme le plus grand entrepôt de données du monde. Cette dimension intervient à tous les niveaux, de la conception jusqu'à l'architecture technique. La géographie est un élément fédérateur par exemple dans le programme SCALE [12], lancé par la Commission Européenne, pour associer les informations concernant plusieurs domaines (médical, juridique, économique, ...).

Dans tous ces systèmes, il est nécessaire de prendre en compte plusieurs domaines et effectuer des agrégations selon différentes dimensions et multiples niveaux. Dans la suite de ce papier, nous analyserons les apports des métadonnées pour aborder ces défis.

3. Métadonnées pour l'Interopérabilité

Grâce aux avancées technologiques permettant de bâtir des architectures complexes, les solutions d'interopérabilité ont évolué, pour s'inscrire dans des cadres de standardisation définis au niveau international. Trois générations de solutions d'interopérabilité ont été identifiées: avant 1985, jusqu'à 1995 et après 1996, en fonction des problématiques attaquées : hétérogénéité des systèmes, des données (syntaxiques et structurelle), de l'information et de la connaissance [13].

Les métadonnées, définies comme les données sur les données, permettent aux hommes et aux applications de découvrir les données existantes et leurs caractéristiques [14]. Elles sont utilisées pour construire des solutions d'interopérabilité depuis la deuxième génération. Mais, face à la prolifération des informations de

tout type, leur utilisation se développe davantage pour gérer et corrélérer des énormes masses de données grâce aux ontologies.

Les SI coopératifs en santé nécessitent des métadonnées capables simultanément de décrire le contenu et de prendre en compte les spécificités du domaine métier [13]. Spécifier, gérer et corrélérer de telles métadonnées requiert l'expertise humaine pour spécifier les concepts des domaines (ontologies) et générer les corrélations [15], [16], [17].

Pour les SI décisionnels, d'autres classifications des métadonnées sont basées sur les flux de données, selon les phases auxquelles elles sont associées: alimentation (inflow), agrégation (upflow), archivage (downflow), diffusion (outflow) ou gestion interne (metaflow) [18].

Dans la suite, on considère des problématiques d'hétérogénéité pour des métadonnées d'alimentation, qui décrivent le contenu avec des langages liés à deux contextes métiers différents. Nous indiquerons comment les technologies d'interopérabilité développées au sein du W3C [19] peuvent être utilisées pour spécifier des métadonnées de domaines différents et faciliter leur composition.

4. Infrastructure Technologique

L'infrastructure technologique d'un SI d'une organisation en mode réseau, nécessite des technologies XML pour représenter des métadonnées descriptives de contenu et dépendantes du domaine métier. En séparant le contenu de la structure et de la forme, XML facilite les échanges et le potentiel d'inférence au travers de l'Internet.

La Figure 1 explicite le fameux "semantic web cake/tower" [20], pour souligner les différentes technologies intervenant au niveau des contextes locaux et de l'organisation en mode réseau.

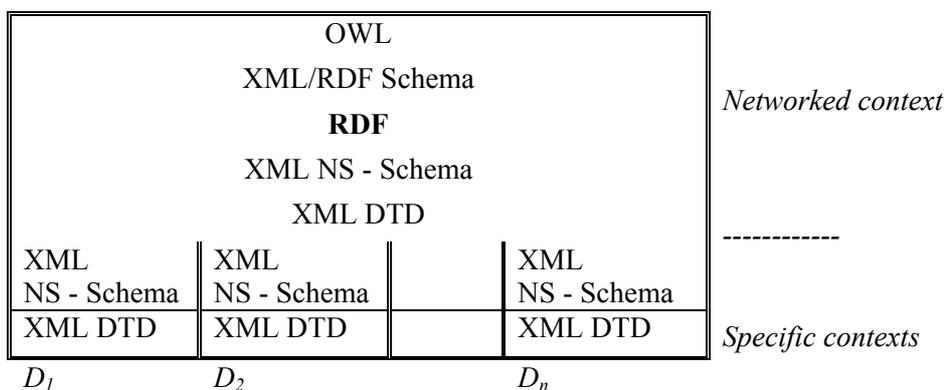


Figure 1: Technologies XML pour l'interopérabilité entre multiples contextes

Le Resource Description Framework (RDF) joue un rôle central. Un 'statement' RDF est basé sur des triplets (ressource, prédicat, valeur) qui peuvent être développés de façon différente par différentes organisations. RDF est analogue à un langage de modélisation relationnel, dont une valeur ajoutée réside dans les possibilités d'inférence pour combiner les descriptions. Parmi les autres technologies associées, les espaces de noms fournissent une approche modulaire pour combiner de façon automatique plusieurs métamodèles: ainsi, il est possible de définir des groupes ou sous-groupes de métadonnées significatifs pour des profils particuliers, en les référençant par un unique Uniform Resource Identifier (URI).

Cette approche a été adoptée par le Medical Markup Language (MML) [21], qui est un standard pour l'échange d'informations médicales, conforme aux règles décrites dans le Clinical Document Architecture (CDA) développé par HL7.

Ainsi, un document MML est composé de différents modules, qui peuvent avoir été générés par différents acteurs, de façon autonome. Pour chaque instance de module, le format et la version du module sont contrôlés, par rapport aux spécifications des espaces de noms. Un exemple est fourni dans la figure 2.

<p><i>Patient information module</i> <i>Xmlns:mmlPi</i>=http://www.medxml.net/MML/ContentModule/PatientInfo/1.0</p> <p><i>Report information module</i> <i>Xmlns:mmlRp</i>=http://www.medxml.net/MML/ContentModule/report/1.0</p>
--

Figure 2: Exemples de déclarations d'espaces de noms dans les modules MML CDA[21]

Les travaux sur la standardisation peuvent faciliter la diffusion et l'utilisation de ces architectures dans la communauté de l'informatique médicale. Les aspects technologiques ne sont pas seulement les seuls à devoir être traités. En amont, des correspondances doivent être établies et spécifiées entre les domaines. Si l'on analyse les aspects de localisation, les problèmes concernant les conflits de granularité et de structures sont complexes. Par exemple, dans MML les adresses sont exprimées soit avec des structures utilisant des éléments imbriqués (figure 3A), soit avec un format "full" (figure 3B). D'autre part, la norme ISO19115 [22], préconisée pour les métadonnées géographiques, regroupe toutes les métadonnées pouvant concerner la santé dans une catégorie très large, pour représenter aussi bien les maladies que les facteurs pouvant avoir des effets sur la santé ou les services.

<pre><mmlAd:Address mmlAd:repCode = "A" mmlAd:addressClass = "business" mmlAd:tableId = "MML0025"> <mmlAd:city>Paris</mmlAd:city> <mmlAd:homeNumber>1, rue du Bac </mmlAd:homeNumber> <mmlAd:zip>75006</mmlAd:zip> <mmlAd:countryCode>FR</mmlAd:countryCode> </mmlAd:Address></pre>	<pre><mmlAd:Address mmlAd:repCode = "A" mmlAd:addressClass = "business" mmlAd:tableId = "MML0025"> <mmlAd:full>1, rue du Bac, Paris</mmlAd:full> <mmlAd:zip>75006</mmlAd:zip> <mmlAd:countryCode>FR</mmlAd:countryCode> </mmlAd:Address></pre>
A. Structured Address	B. Full Address

Figure 3: Exemples de format d'adresse MML [21]

Les schémas XML comme RDF fournissent les moyens de décrire des contraintes sur les métadonnées (au niveau des objets, des attributs et des relations), au niveau des contextes locaux et du réseau.

XML Schema permet de décrire la structure des documents XML en imposant des contraintes analogues aux contraintes sur les bases de données relationnelles, telles que : clés, types et tailles des données, contrôle de présence, nombre minimal et maximal d'occurrences...

Les schémas XML seront utilisés par la suite dans la validation des instances de document XML ainsi que dans les processus de mappage. De plus, les types de données définis dans XML Schema peuvent être utilisés en RDF, puisque ce dernier n'a pas des types prédéfinis.

Le schéma address.xsd (figure 4) prend en considération les deux types d'adresses montrés dans la figure 3, en utilisant les Namespaces et en précisant les types des données, tandis que la figure 5 explicite le diagramme associé :

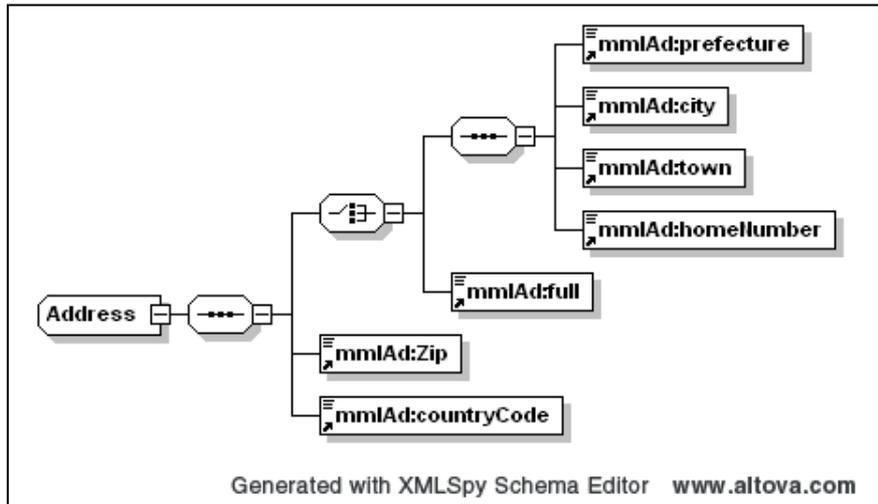


Figure 4: Diagramme décrivant les deux formats d'adresse de la figure 3

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:mmlAd="http://www.medxml.net/MML/SharedComponent/Address/1.0"
targetNamespace="http://www.medxml.net/MML/SharedComponent/Address/1.0"
elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:element name="homeNumber" type="xs:string"/>
  <xs:element name="city" type="xs:string"/>
  <xs:element name="town" type="xs:string"/>
  <xs:element name="prefecture" type="xs:string"/>
  <xs:element name="Zip" type="xs:string"/>
  <xs:element name="countryCode" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="repCode" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="addressClass" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="tableId" type="xs:string"/>
  <xs:element name="full" type="xs:string"/>
  <xs:complexType name="Address">
    <xs:sequence>
      <xs:choice>
        <!-- Pour donner la possibilité de choisir une adresse séparée ou full-->
        <xs:sequence>
          <xs:element ref="mmlAd:prefecture" minOccurs="0"/>
          <xs:element ref="mmlAd:city"/>
          <xs:element ref="mmlAd:town"/>
          <xs:element ref="mmlAd:homeNumber" minOccurs="0"/>
        </xs:sequence>
        <xs:element ref="mmlAd:full"/>
      </xs:choice>
      <xs:element ref="mmlAd:Zip"/>
      <xs:element ref="mmlAd:countryCode"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute ref="mmlAd:repCode"/>
    <xs:attribute ref="mmlAd:addressClass"/>
    <xs:attribute ref="mmlAd:tableId"/>
  </xs:complexType>
</xs:schema>

```

Figure 5: Schéma XML correspondant au diagramme de la figure 4

Avec RDF, on développe des descriptions de ressources selon des triplets (Ressource, Propriété, Valeur). L'exemple suivant (Figure 6) correspond à la description de l'adresse structurée en tant que ressource d'information sur un hôpital particulier; le graphe correspondant à cette description est représenté dans la Figure 7.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:mmlAd="http://www.medxml.net/MML/SharedComponent/Address/1.0">
<rdf:Description rdf:about="Hopitaux://Broca">
<mmlAd:Address>
  <rdf:Description>
    <mmlAd:city>Paris</mmlAd:city>
    <mmlAd:homeNumber>54 rue Pascal</mmlAd:homeNumber>
    <mmlAd:zip>750013</mmlAd:zip>
    <mmlAd:countryCode>FR</mmlAd:countryCode>
  </rdf:Description>
</mmlAd:Address>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Figure 6 : Exemple d'utilisation de RDF

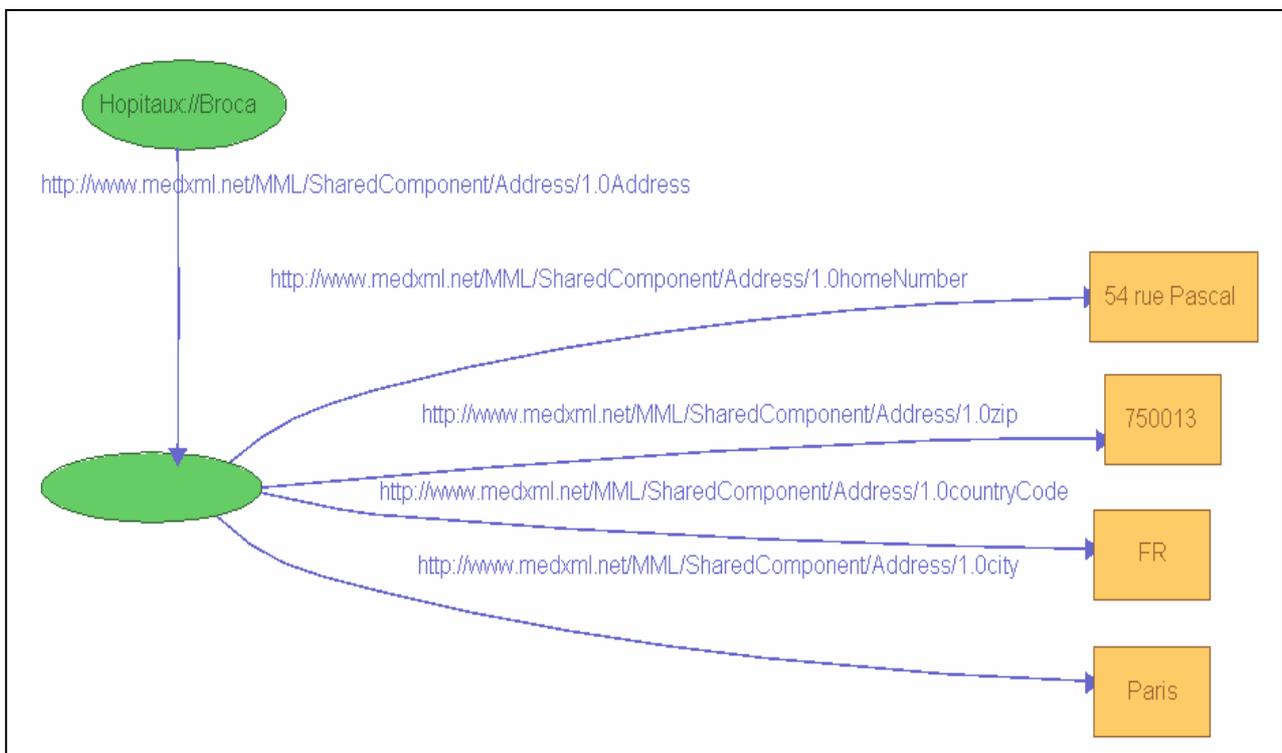


Figure 7 : Graphe associé à l'exemple de la figure 6

En RDF, les modèles sont facilement extensibles. En effets, on peut lier plusieurs modèles entre eux, en utilisant dans les descriptions des propriétés des URI ou un vocabulaire commun. L'exemple suivant (Figure 8) montre le cas d'un triplet où la valeur de la propriété « countryCode » est traitée comme une ressource.

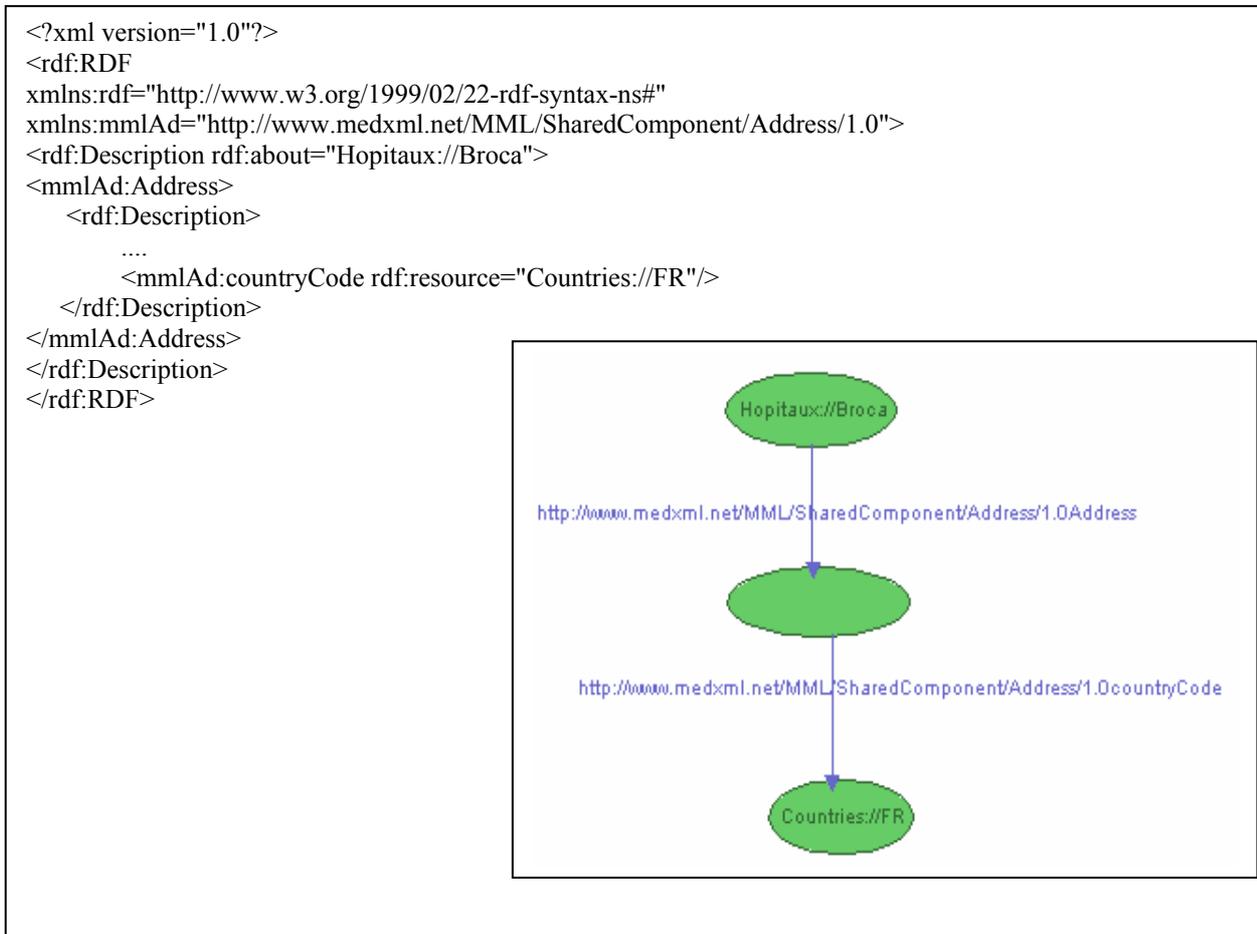


Figure 8 : Utilisation des URI dans les nœuds valeur

Enfin, le langage d'ontologie (OWL) est comparable à une application transversale: en utilisant les capacités d'inférence sur les correspondances, OWL permet de découvrir des nouvelles informations qui n'ont pas été explicitées et de détecter des conflits entre différentes représentations locales, avant de les stocker dans l'entrepôt de données [4].

5. Conclusion

Dans les domaines complexes comme la santé, les SI des organisations en mode réseau doivent bâtir des solutions d'interopérabilité. Nous avons analysé des interactions entre des sources d'informations issues des domaines de la santé et la géographie, leur hétérogénéité et le potentiel associé à leur mise en correspondance. Notre approche d'interopérabilité est basée sur l'identification et la composition de métadonnées capables de décrire le contenu des sources avec un langage contrôlé, lié au contexte métier. Les infrastructures technologiques pour supporter l'interopérabilité au niveau des métadonnées sont nécessairement basées sur les technologies XML.

Nos perspectives de recherche portent sur l'analyse des aspects théoriques et d'implémentation liés aux conflits entre des contraintes définies aux niveaux locaux.

Bibliographie

- [1] Sheth A, Larson J. A.: "Federated database systems for managing distributed, heterogeneous, and autonomous databases", ACM Computing Surveys 22(3): 183–236
- [2] Salzano G., Bourret C.: "Health Networks and Global Health Services: An Information System Analysis", ICSSHC2004 (The 8th International Conference on System Science in Health Care) - Health Care Systems: Public and Private Management, Université de Genève, 1-4 septembre 2004
- [3] Elmagarmid A., Rusinkiewicz M. and Sheth A. (eds): "Management of Heterogeneous and Autonomous Database Systems", Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, California, 1999.
- [4] Salzano G.: "Integration Methodology for Heterogeneous Databases", in Heterogeneous Information Exchange and Organizational Hubs, edited by H. Bestougeff, J.E. Dubois, B. Thurasingham, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pages 1-16, 2002
- [5] IEEE P802.15, "Coexistence, Interoperability, and Other Terms", November, 1999 IEEE P802.15-99/114r1, <http://w3.antd.nist.gov/IEEE/99-114.pdf>
- [6] Bourret C.: "Data Concerns and Challenges in Health: Networks, Information & Communication Systems and Electronic Records", Data Science Journal, volume 3, september 2004, pp. 96 – 113.
- [7] Brunie V., Morizet-Mahoudeaux P. and Bachimont B.: "Separating Textual Contents from Structures for Reading Hypertext Structured Medical Records", in HYPERTEXT '98: Pittsburgh, PA, USA, June 20-24, 1998
- [8] Réseau Canadien de la Santé: www.canadian-health-network.ca
- [9] National Health Service: Information for Health
<http://www.nhsia.nhs.uk/def/pages/info4health/contents.asp>
- [10] Groupement pour la Modernisation du Système d'Information Hospitalier, <http://www.gmsih.fr/tiki-index.php>
- [11] Nakashe D.: "Problems in Designing Huge Datawarehouses and Datamarts", American Conference on Information System, 2003, <http://cedric.cnam.fr/PUBLIS/RC559.doc>
- [12] SCALE project, <http://www.brussels-conference.org/project.htm>
- [13] Sheth A.: "Changing Focus on Interoperability in Information Systems: From System, Syntax, Structure to Semantics", in Interoperating Geographic Information Systems M F Goodchild, M J Egenhofer, R Fegeas and C A Kottman (eds), Kluwer Publishers, 1999
- [14] Metadata and Resource Description. W3C, Technology and Society Domain. www.w3.org/Metadata/
- [15] Malet G., Munoz F., Appleyard R., Hersh W.: "A Model for Enhancing Internet Medical Document Retrieval with Medical Core Metadata", J Am Med Inform Assoc. 1999 Mar–Apr; 6(2): 163–172.
- [16] Catley C., Frize M.: "Design of a health care architecture for medical data interoperability and application integration", Proc. Joint BMES/EMBS Conference, Houston, 2002
http://www.sce.carleton.ca/~ccatley/embs-bmes2002_CatleyFrize.pdf
- [17] Crichton D., Hughes J. S., Downing G. J., Kincaid H., Srivastava S.: "An Interoperable Data Architecture for Data Exchange in a Biomedical Research Network", Fourteenth IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CMBS'01) March 26 - 27, 2001, Bethesda, Maryland
<http://csdl.computer.org/comp/proceedings/cbms/2001/1004/00/1004toc.htm>
- [18] Connolly T., Begg C. E.: "DataBase Systems: A Practical Approach to Design, Implementation and Management", Fourth Edition, 2005
- [19] World Wide Web Consortium (W3C), <http://www.w3.org/>
- [20] Berners-Lee T.: "The semantic Web and Research Challenges", 2003, <http://web-services.gov/The%20Semantic%20Web-TBL203.ppt>
- [21] MML: Medical Markup Language Specifications, Version 3.0
http://www.medxml.net/E_mml30/MMLV3Spec.pdf
- [22] UK Gemini: A Geo-spatial Metadata Interoperability Initiative - ISO 19115: Metadata Standard – Proposed Element Set, 21 December 2003
<http://www.gigateway.org.uk/metadata/pdf/ISO19115ProposedElements.pdf>