HAL
open science

Une approche pour la validation du contenu d'une ontologie par un système à base de questions/réponses

Asma Ben Abacha, Marcos da Silveira, Cédric Pruski

To cite this version:

Asma Ben Abacha, Marcos da Silveira, Cédric Pruski. Une approche pour la validation du contenu d'une ontologie par un système à base de questions/réponses. IC - 24èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances, Jul 2013, Lille, France. hal-01103777

HAL Id: hal-01103777

https://inria.hal.science/hal-01103777

Submitted on 15 Jan 2015

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.

Une approche pour la validation du contenu d'une ontologie par un système à base de questions/réponses

Asma Ben Abacha, Marcos Da Silveira, Cédric Pruski

CR SANTEC - Centre de Recherche Public Henri Tudor
6, avenue des Hauts-Fourneaux L-4362 Esch-sur-Alzette, Luxembourg
{asma.benabacha,marcos.dasilveira,cedric.pruski}@tudor.lu

Résumé : La construction d'ontologies est un processus itératif qui nécessite une étroite collaboration entre ingénieurs et experts du domaine. La complexité que peut proposer certains domaines comme la médecine combinée à celle des langages de description d'ontologies rendent cette collaboration difficile et génératrice d'erreurs. Dans nos travaux, nous proposons une approche pour la validation d'ontologies permettant de faire abstraction de la complexité des langages formels en utilisant un jeu de questions-réponses auquel est soumis l'expert. Notre approche diffère des approches existantes qui s'intéressent à l'aspect formel de l'ontologie dans le sens où nous cherchons à valider la conceptualisation du domaine. Des techniques de raisonnement et de verbalisation sont utilisées pour transformer les faits présents dans l'ontologie en des questions exprimées en langue naturelle pour les soumettre à l'expert. La réponse à chacune de ces questions est ensuite traitée afin de valider ou de corriger automatiquement l'ontologie. L'approche proposée est évaluée expérimentalement sur des ontologies empruntées au domaine médical.

Mots-clés : Validation d'ontologies, traitement automatique des langues, génération de questions, domaine médical, RDFS, OWL

1 Introduction

Construire puis maintenir des ontologies du domaine médical requiert un effort humain substantiel et une collaboration étroite entre des ingénieurs maîtrisant les langages de description d'ontologie et les experts du domaine. Même si des avancées significatives dans la construction automatique d'ontologies ont été réalisées (Ruiz-Martínez *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2011; Navigli & Velardi, 2008), l'intervention d'experts du domaine sera toujours nécessaire, surtout si un niveau de qualité de l'ontologie est at-

tendu pour une utilisation optimale dans des systèmes d'aide à la décision (Bouamrane *et al.*, 2011). La validation de ces ontologies est primordiale.

Cependant, les experts du domaine, et notamment les professionnels de santé, ne sont pas tous familiers avec les méthodologies de construction d'ontologies, les outils informatiques ou les langages formels de description d'ontologies. Une collaboration avec des ingénieurs est donc nécessaire pour la validation des ontologies construites automatiquement, augmentant ainsi les erreurs dues à une mauvaise communication. Si la validation des aspects logiques et structurels d'une ontologie comme les problèmes d'incohérence logique, d'incomplétude ou de redondance peut être traitée automatiquement (vor der Bruck & Stenzhorn, 2010), la validation du contenu de l'ontologie, c'est-à-dire son adéquation avec la partie du monde réel qu'il représente, est plus compliquée et reste un domaine de recherche ouvert comme souligné dans (Obrst *et al.*, 2007).

Nous nous intéressons à la problématique de la validation du contenu d'une ontologie du domaine médical par un expert ne maîtrisant pas les outils informatiques de construction et de maintenance des ontologies. La principale originalité de notre approche repose sur l'utilisation d'un système à base de questions/réponses pour interagir avec l'expert du domaine permettant ainsi de cacher à ce dernier la complexité des outils et des langages informatiques dans le but d'automatiser la validation ou la correction de l'ontologie en fonction des réponses qu'il fournira. L'approche décrite dans cet article repose sur deux points essentiels :

1. La génération de questions à partir des éléments ontologiques à valider. Exprimées en langue naturelle [1], elles seront soumises à l'expert,
2. L'évaluation des réponses de l'expert afin de décider de la validité des éléments ontologiques testés ou, le cas échéant, de la modification de ces derniers afin de les rendre valides.

Cet article est structuré comme suit : la section 2 présente les travaux relatifs à la validation d'ontologies. La section 3 discute des critères à suivre pour la validation d'ontologies et introduit notre approche. Dans la section 4 nous détaillons la méthode que nous proposons pour la génération de questions en langue naturelle. L'interprétation des réponses fournies par les experts est traitée en section 5. Dans la section 6 nous proposons une évaluation expérimentale de notre système avant de conclure dans la section suivante et de donner les perspectives à ces travaux.

1. Dans nos travaux l'anglais est la langue de base

2 Approches existantes pour la validation d'une ontologie

La validation d'ontologies est le sujet central d'un certain nombre d'approches s'intéressant davantage aux aspects logiques et structurels d'ontologies exprimées principalement en OWL. C'est par exemple le cas des travaux menés par Vor der Bruck et Stenzhorn (vor der Bruck & Stenzhorn, 2010) qui se proposent de valider une ontologie en utilisant des démonstrateurs de théorèmes et des axiomes MultiNet afin de garantir la satisfiabilité logique des faits contenus dans l'ontologie. Plus récemment, les travaux de Poveda (Poveda-villalón *et al.*, 2012) et ceux de Fernandez-Breis et al. (Fernandez-Breis *et al.*, 2009) ont donné lieu au développement de systèmes permettant d'identifier, au moment de la validation, un ensemble d'anomalies prédéfinies ou d'erreurs dues à de mauvaises pratiques survenues lors de la construction de l'ontologie à valider. Le système OOPS ! (Poveda-villalón *et al.*, 2012) se focalise sur les aspects de cohérence logique et la complétude de l'ontologie tout comme l'approche proposée par Lavbic et Krisper (Lavbic & Krisper, 2010) s'appuyant sur des critères similaires pour évaluer l'ontologie au fur et à mesure de sa construction. Mais son adéquation avec le monde réel (i.e. la conceptualisation du domaine) n'est pas prise en compte et sa validation est laissée à la seule charge des experts du domaine.

Les travaux existants qui se focalisent sur les aspects conceptuels s'intéressent principalement à deux caractéristiques. La première concerne l'ergonomie de l'interface utilisateur. Les travaux menés dans ce sens visent à faciliter la communication avec les experts du domaine en leur présentant une quantité plus ou moins grande d'information de manière intelligente afin de faciliter leur travail de validation (Pohl *et al.*, 2011). La deuxième caractéristique concerne les informations à présenter à l'expert lors de la validation. Les approches existantes (e.g. (Pammer, 2010)) utilisent des techniques de Traitement Automatique de la Langues (TAL) pour interagir plus facilement avec les experts. L'approche proposée dans Baud *et al.* (1997) consiste à reformuler l'ontologie en langage naturel pour validation en focalisant sur les concepts. De même, les travaux de Stevens *et al.* (2011) s'intéressent à la formulation de fragments de l'ontologie, et principalement les classes OWL, en langue anglaise pour faciliter le travail de validation des experts. Nous nous intéressons à cette dernière famille d'approche. Nous proposons un système à base de questions exprimées en langue naturelle et générées à partir de l'ontologie à valider suivant des techniques de TAL afin de tester et, le cas échéant, de corriger le contenu de l'ontologie en utilisant les réponses qui seront fournies par les experts.

Les seuls travaux que nous avons rencontrés se rapprochant de la méthode que nous proposons sont ceux de Pammer à travers le système MoKi (Pammer, 2010). Cependant, la façon dont les questions sont générées par MoKi ne prend pas en compte le fait que les experts du domaine ne sont pas familiers avec les langages de description d'ontologies ou les technologies de l'information et de la communication et, par conséquent, ne sont compréhensibles que par un nombre restreint d'utilisateurs. C'est pourquoi la validation d'une ontologie par ce système nécessitera dans la plupart des cas une collaboration rapprochée entre un ingénieur et l'expert du domaine.

3 Validation d'ontologies

La définition d'une ontologie que nous adoptons est celle donnée par Gruber (Gruber, 1993). Une ontologie permet de représenter les connaissances d'un domaine à travers l'utilisation de primitives permettant de définir : les *classes* décrivant les *concepts* du domaine, les *attributs* pour la représentation de leurs propriétés, les *relations* caractérisant les liens sémantiques existant entre les concepts, les *instances* de concept.

3.1 Principaux critères pour la validation d'ontologie

Les travaux mentionnés à la section 2 s'appuient sur un ensemble de critères permettant de mettre l'accent sur certains aspects de l'ontologie plutôt que d'autres. On retrouve dans la littérature plusieurs critères pouvant être pris en compte pour valider une ontologie (Gómez-Pérez, 2004). Des critères visant l'aspect formel de l'ontologie comme :

- La duplication : certains éléments ontologiques peuvent être déduits et n'ont pas besoin d'être mentionnés explicitement,
- La disjonction : définir une classe comme la conjonction de classes disjointes,
- La cohérence logique : vérifier si la définition d'une classe ne conduit pas à une contradiction.

D'autres critères s'intéressent aussi aux aspects conceptuels comme la complétude de l'ontologie par rapport à ses définitions (même s'il a été démontré que la complétude globale d'une ontologie ne peut être démontrée) ou la précision de l'information contenue dans l'ontologie. Deux critères sont majeurs pour les ontologies construites automatiquement à partir de corpus de documents (Engelbrecht, 1997) représentant le monde réel à modéliser. D'autres travaux ont conduit à la définition de plusieurs autres

critères visant l'aspect conceptuel d'une ontologie (Gruber, 1993; Porzel & Malaka, 2004). Cinq d'entre eux ont retenu notre attention :

1. Le choix du vocabulaire : aspect sur lequel l'expert fait le lien entre ses connaissances et celles représentées dans l'ontologie,
2. Le bien-fondé de la taxonomie permettant ainsi une première organisation des connaissances représentées dans l'ontologie,
3. Le choix des relations autres que la subsomption pour donner plus de précision aux informations contenues dans l'ontologie,
4. La cohérence et l'extensibilité permettant de préserver les propriétés pour le raisonnement automatique même si l'ontologie est étendue.
5. Un engagement ontologique minimum : c'est-à-dire la fidélité de la représentation du domaine aux connaissances réelles de ce domaine.

La taille des ontologies construites automatiquement combinée à la disponibilité des experts en charge de la validation, ouvrent la voie à la définition de nouveaux critères. Dans notre contexte, nous cherchons à répondre aux 2 questions suivantes :

1. Quelle stratégie adopter afin de valider un maximum d'éléments ontologiques avec le minimum d'interactions avec l'expert ?
2. Comment corriger l'ontologie afin de la rendre valide en minimisant le nombre de modifications à y apporter et ne pas invalider des portions préalablement validées ?

3.2 Approche proposée pour la validation d'ontologies

Nous proposons une approche en deux étapes pour la validation d'ontologies (voir la figure 1).

1. Au cours de la première étape, une liste de questions formulées en langue naturelle à partir du contenu de l'ontologie est automatiquement générée suivant une stratégie bien établie (cf. section 4). Ces questions sont ensuite soumises à un expert pour évaluation. Ce dernier sera en mesure d'affirmer ou d'infirmer la proposition et d'ajouter une justification sous forme de texte libre en guise de réponse.
2. Dans la seconde étape, le système va interpréter les réponses aux questions fournies par l'expert afin de valider ou de modifier les éléments ontologiques mal définis (cf. section 5).

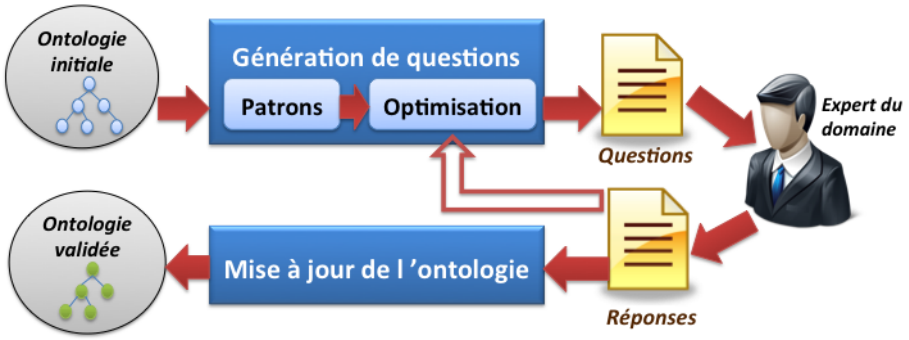

FIGURE 1 – Approche pour la validation d'ontologies

La valeur ajoutée de notre approche réside dans le fait que seuls les experts du domaine interviennent dans la validation de l'ontologie, dans la mesure où ils n'ont plus besoin d'être assistés par des ingénieurs pour leur présenter le contenu de l'ontologie. Ces derniers interviendront seulement si des erreurs logiques persistent après le passage de l'expert du domaine. Ce procédé permet un gain de temps substantiel et une réduction significative des erreurs grâce à une meilleure communication (car réduite) entre les acteurs. De plus, notre approche est utile pour (i) valider des ontologies construites automatiquement à partir de textes comme des guides de bonnes pratiques médicales par exemple mais aussi (ii) pour valider une nouvelle version d'une ontologie existante, scénario très fréquent pour des domaines dynamiques comme la médecine.

4 Génération de questions à partir du contenu d'une ontologie

Dans cette section, nous expliquons comment les questions sont générées à partir des éléments ontologiques. Nous discutons aussi la stratégie mise en place afin de valider le maximum de connaissances représentées au niveau de l'ontologie avec le minimum de questions. Dans nos travaux nous nous intéressons aux ontologies exprimées en OWL mais nous nous limitons dans un premier temps aux primitives offertes par le langage RDFS. Dans cette optique nous cherchons en priorité à valider les assertions suivantes :

- A rdfs:subClassOf B (la classe A est une sous-classe de B)
- P rdf:subPropertyOf Q (la relation P est une sous-relation de Q)

- P rdfs:domain D (D est le domaine de la relation P)
- P rdfs:range R (R est le co-domaine de la relation P)
- I rdf:type A (I est une instance de la classe A)
- I P J (I est J sont reliés à travers la relation P)

Dans un souci d'optimisation, les assertions vérifiant "Is A a class ?" et les labels sont considérés comme valides afin de pouvoir s'appuyer sur une base de connaissances pour la génération de questions dans lesquelles les labels de ces classes interviennent. L'étude de la portabilité de l'approche présentée aux primitives OWL de différents niveaux (de OWL-Lite à OWL-Full) ne sera pas traitée dans cet article.

La génération des questions cherchant à valider les instances des assertions RDFS ci-dessus s'appuie sur un ensemble de patrons de questions construits manuellement en fonction des spécificités des éléments à valider mais aussi suivant des aspects linguistiques pour formuler des questions compréhensibles par un maximum de personnes (expertes ou non) comme le montre la section suivante.

4.1 Patrons pour la génération de questions

Nous partons du principe que chaque élément ontologique doit faire l'objet d'une validation *in fine*. Ceci sous-entend la validation des concepts (e.g. les éléments du corps humain pour l'anatomie), les relations entre les concepts (e.g. une substance est administrée pour soigner un symptôme), les instances de concepts (e.g. l'aspirine est une instance de substance pharmaceutique), les relations entre les instances de concept (e.g. l'aspirine soulage la migraine) ou entre les instances de concept et des littéraux (e.g. la valeur de la dose médicamenteuse à administrer à un patient est de 500mg). Ces éléments ontologiques de base fournissent une partie des informations nécessaires pour la génération des questions. Les mots clés correspondant aux labels de ces éléments serviront pour l'instanciation des patrons de question préalablement définis. Les patrons sont définis de façon à répondre aux questions suivantes :

- Comment générer des questions pertinentes en langue naturelle en mesure d'être comprises par l'expert du domaine afin d'optimiser le temps passé pour la validation ?
- Comment contextualiser la question afin que celle-ci ne soit pas ambiguë et que la réponse que va proposer l'expert soit exploitable ? Par exemple en médecine un symptôme peut être associé à plusieurs pro-

blèmes médicaux et le traitement associé peut être différent suivant le contexte (on pourra privilégier la chirurgie à la chimiothérapie pour traiter certaines formes de cancer).

Pour répondre au mieux à ces questions, nous avons défini un ensemble de patrons de question et chacun d'entre eux est associé à un type d'élément ontologique. Un patron de question consiste en une expression régulière se présentant sous la forme d'un texte contenant une partie fixe (en minuscule dans l'exemple suivant) et une partie variable (en majuscule).

Par exemple, le patron "Is DOSE of DRUG well suited for PATIENTS having DIS ?" contient 4 variables qui sont DOSE, DRUG, PATIENTS et DIS et est utilisé pour générer une question validant la dose (DOSE) d'un médicament (DRUG) à donner à un patient (PATIENT) pour traiter une maladie (DIS). Ces variables seront instanciées par les labels des éléments ontologiques à valider.

Le tableau 1 contient des exemples de patrons que nous avons définis dans le cadre des questions booléennes. Comme le montre ce tableau, les patrons que nous proposons sont fortement influencés par le choix du langage RDFS pour la représentation des connaissances. Les patrons sont le reflet des primitives de représentation présentées en RDFS.

4.2 Optimisation de la stratégie de soumission des questions

La taille (en nombre d'éléments) des ontologies construites automatiquement, surtout dans le domaine médical, peut rapidement atteindre plusieurs centaines (voir plusieurs milliers) d'éléments et le nombre de questions générées pour valider l'ontologie va être proportionnel à la quantité d'éléments ontologiques à tester (voir les résultats de la section 6). Ainsi, afin de réduire au maximum le temps que l'expert va consacrer à la validation, il est important d'avoir une stratégie efficace pour poser les bonnes questions afin que celles-ci permettent de maximiser le nombre d'éléments ontologiques à valider tout en minimisant l'impact qu'engendrerait une modification de l'ontologie.

La figure 2 présente le diagramme d'état des questions candidates générées à partir de l'ontologie à valider. La stratégie d'optimisation que nous proposons se fonde sur des règles logiques utilisant le raisonnement RDFS afin d'ordonner les questions en fonction des éléments ontologiques qui permettent d'élaguer le plus de questions s'ils sont invalidés.

Par exemple, si nous considérons les quatre assertions suivantes :

– hasSuitedAntibioticsType *rdf:subPropertyOf* hasTreatment

Patrons de questions	**Exemples d'instances**
Does a(n) CLASS have a PROPERTY ?	Est-ce qu'un(e) "médicament" a un(e) "dosage" ? Est-ce qu'un(e) "traitement" a un(e) "voie d'administration" ?
Is CLASS a type of CLASS ?	Est-ce que un(e) "évidence statistique" est un type d'"évidence" ?
Is SUB-PROPERTY a type of PROPERTY ?	Est-ce qu'un(e) "traitement primaire" est un type de "traitement" ?
Is CLASS1 PROPERTY CLASS2 ?	Est-ce qu'un(e) "problème médical" est "diagnostiqué par" un(e) "examen" ?
Is INSTANCE an example of a CLASS ?	Est-ce que "la chimiothérapie" est un exemple de "traitement" ?
Does INSTANCE1 PROPERTY INSTANCE2 ?	Est-ce que "le paracétamol" "traite" "le mal de tête" ?

TABLE 1 – Exemples de patrons associés à des questions booléennes

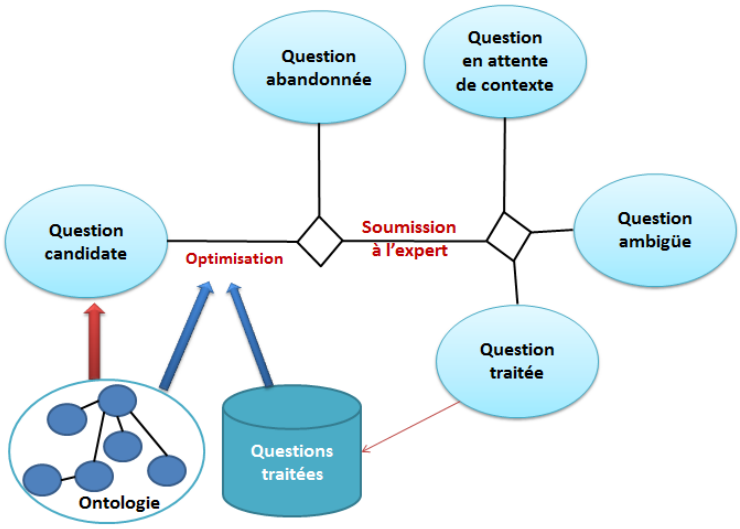

FIGURE 2 – Diagramme d'état des questions générées

– Antibiotics *rdfs:subclassOf* Treatment
– hasSuitedAntibioticsType *rdfs:range* Antibiotic
– hasTreatment *rdfs:range* Treatment

nous supposons que l'expert, à travers les questions qui lui sont posées, invalide l'assertion "Antibiotics rdfs:subClassOf Treatment". Cette modification entraîne l'invalidation du lien de sous-propriété entre *hasSuitedAntibioticsType* et *hasTreatment* dans la mesure où les co-domaines de ces deux propriétés sont différents, conduisant ainsi à une erreur en vertu des règles d'inférence RDFS standard [2]. La question concernant la validation de cette assertion n'a donc plus lieu d'être posée à l'expert dans la mesure où les éléments ontologiques affectés sont supprimés de l'ontologie, et par conséquent est retirée dynamiquement de la liste. La table 2 présente des règles illustrant l'impact de l'invalidation d'un triplet de l'ontologie.

NOT A rdfs:subClassOf B	⇒	NOT A rdfs:subClassOf C s.t. C rdfs:subClassOf B
NOT P rdfs:domain A	⇒	NOT P rdf:subPropertyOf Q s.t. Q rdfs:domain A
NOT I rdf:type A	⇒	NOT <I, P, J> s.t. P rdfs:domain A NOT <J, P, I> s.t. P rdfs:range A

TABLE 2 – Exemples de règles de modification d'ontologie

Suivant ces règles, les questions soumises à l'expert sont classées et mises à jour suivant l'impact que la vérification d'une règle a sur les questions restant à poser. Les questions sont donc ordonnées suivant la nature des faits RDFS qu'elles tentent de valider de la façon suivante :

1. A rdfs:subClassOf B
2. P rdfs:domain D and P rdfs:range R
3. P rdf:subPropertyOf Q
4. I rdf:type A
5. I P J

Ce classement vient du fait que les questions concernant les éléments ontologiques vérifiant les premières règles ont des conséquences plus importantes puisqu'elles permettent d'éliminer d'autres questions.

2. http://www.yoyodesign.org/doc/w3c/rdf-mt/

5 Interprétation des réponses de l'expert

La deuxième phase de l'approche que nous proposons se focalise sur la prise en compte des réponses fournies par l'expert au cours de la première phase afin de corriger les éléments ontologiques invalidés. L'interface que nous proposons permet à l'expert de fournir deux éléments de réponse :

- Une partie booléenne permettant de valider ou d'invalider les éléments ontologiques visés par la question et,
- une partie textuelle contenant la justification ou les informations nécessaires à la correction de l'ontologie dans le cas où la réponse à la question est négative.

Par exemple l'expert pourrait répondre non à la question "Does Arsenic treat Cancer ?" et compléter sa réponse en disant "Chemioterapy treats cancer". Dans le cadre des travaux présentés dans cet article nous avons évalué uniquement des ontologies valides du point de vue logique en nous concentrant uniquement sur l'aspect conceptuel. Ainsi, si l'expert répond par l'affirmative, aucune modification n'est apportée à l'ontologie et la connaissance évaluée est déclarée valide. Dans le cas contraire, l'ontologie est modifiée selon la stratégie définie à la section 4.2. Notre approche étant basé sur l'hypothèse forte selon laquelle l'avis de l'expert est infaillible, les éléments ontologiques invalidés sont supprimés de l'ontologie tout comme les questions qui leur sont associées.

La notion de validité dans notre modèle est ainsi dépendante de l'expert du domaine répondant aux questions générées. Comme nous cherchons à valider la partie conceptuelle de l'ontologie, le système va générer des questions sur les éléments ontologiques tant que ces derniers n'auront pas été déclarés valides par l'expert. Ainsi, de notre point de vue, la validité correspond à l'adéquation entre les connaissances de l'ontologie et celles de l'expert du domaine. Par conséquent, une parfaite adéquation signifie un nombre nul de questions générées après un certain nombre d'itérations entre le système et l'expert.

6 Évaluation expérimentale et discussion

L'approche décrite dans cet article a été évaluée expérimentalement sur 3 ontologies médicales élaborées selon des méthodologies de construction différentes et ayant un contenu diversifié :

1. Ontologie sur les caries dentaires (CO) développée manuellement par une collaboration entre un ingénieur et un expert du domaine,

2. Une ontologie générale sur les maladies et les traitements, construite suivant l'approche décrite dans (Khoo *et al.*, 2011) (DTO),
3. Une ontologie sur les pathologies psychiatriques (MDO) [3] disponible en libre accès sur Internet et dont la méthode de construction et la méthode de validation n'ont pas été précisées.

Nous étudions la corrélation entre le nombre de questions générées et la taille de l'ontologie, en terme de quantité d'éléments ontologiques, à évaluer. Le tableau 3 présente le nombre de questions générées selon la taille des ontologies en termes de concepts, relations et individus et selon l'application ou non de la stratégie d'optimisation. Le nombre de questions initiales seul met en avant le besoin d'une stratégie afin de réduire le nombre de questions et minimiser les modifications à apporter à l'ontologie et ainsi limiter les erreurs potentielles liées à la reconstruction.

	Classes	**Propriétés**	**Individus**	**Total**	**Questions générées(*)**
DTO	49	148	0	197	165/165
MDO	149	76	18	243	243/239
CO	26	266	13	305	290/283

TABLE 3 – Nombre de questions générées selon la taille de l'ontologie et la stratégie d'optimisation *(* : le premier chiffre est obtenu sans appliquer de stratégie d'optimisation, le second suivant la méthode décrite dans la section 4.2)*

Les résultats obtenus démontrent que le nombre de questions générées dépend fortement du nombre d'éléments ontologiques à valider. Notre stratégie d'optimisation a permis de réduire le nombre de questions. Cette réduction reste cependant légère sur les ontologies utilisées dans cette première expérimentation car elles contiennent peu d'erreurs au départ. Dans le cas où l'invalidation d'un élément ontologique par l'expert implique (par inférence) l'invalidation d'autres éléments (i.e. relations ou instances) les questions associées à ces éléments sont à leur tour supprimées de la liste des questions restantes, ce qui concrétise la stratégie d'optimisation adoptée et permet de réduire le temps nécessaire pour la validation de l'ontologie par l'expert.

3. `http://mental-functioning-ontology.googlecode.com/svn-history/r19/trunk/ontology/MD.owl`

Concernant l'ontologie CO, cette stratégie a permis de réduire le nombre de questions de 3% (i.e. de 290 à 283 avec seulement 4 réponses négatives). Il en est de même pour l'ontologie MDO faisant passer le nombre de questions de 243 à 239 avec seulement 2 réponses négatives (soit un gain de 2%). Le cas de l'ontologie DTO est particulier dans le sens où elle ne contient aucune instance de concepts, sa validation n'a donné lieu à aucune réponse négative, le nombre de questions générées n'a donc pas pu être optimisé au cours du processus de validation. Le nombre de questions générées est aussi impacté par le fait que les domaines et co-domaines ne sont pas définis pour toutes les relations. Le cas de l'ontologie CO nous permet de montrer la valeur ajoutée de notre approche. Dans la mesure où cette ontologie résultait d'une collaboration directe entre un ingénieur et un dentiste, notre technique a permis de détecter des erreurs dans la conceptualisation dues certainement à une mauvaise communication entre les acteurs impliqués.

La méthode d'optimisation de la génération de questions que nous proposons donne de meilleurs résultats lorsque l'ontologie contient un nombre significatif d'instances de concept. Ceci s'explique par le fait que la validation des instances et des relations liant les instances se fait au plus bas niveau de l'optimisation et est donc plus impactée par les niveaux d'optimisation précédents (e.g. la validation des domaines et des co-domaines des propriétés).

Il est important de noter que des expérimentations plus approfondies sont nécessaires sur des ontologies contenant une plus grande proportion d'erreurs comme les ontologies construites automatiquement à partir de corpus textuels, ce qui fait partie de nos perspectives à court terme. Néanmoins, cette première expérimentation dans un environnement contrôlé reste nécessaire pour tester nos algorithmes de génération de questions et d'optimisation. Elle permet aussi d'avoir un retour important sur la performance de l'optimisation dans un cas extrême (avec des ontologies contenant moins de 5% d'erreurs).

Comme évoqué dans la section 2, les aspects interface utilisateur sont également importants pour la validation d'ontologie pour faciliter l'interaction entre l'expert et l'ontologie. Nous sommes en train de travailler sur ces aspects afin de présenter de façon intelligente les questions à l'expert et optimiser davantage le temps de réponse. Nous analysons des techniques permettant de "factoriser" les questions par rapport à la nature des éléments ontologiques et les informations à valider (concept, relation, individu). Ces aspects réduisent aussi le temps de validation nécessaire.

Les expériences ainsi menées ont également mis en avant la nécessité de disposer d'autres types de patrons de questions et de réponses. Par exemple dans le domaine biomédical certaines affirmations sont vraies dans un contexte bien défini (e.g. le dosage d'un médicament valide pour un adulte peut différer pour un enfant). De plus, l'expert ne dispose pas toujours de la source d'information à partir de laquelle l'ontologie a été construite. Ainsi nous travaillons sur une approche permettant à l'expert de préciser davantage le contexte pour lequel l'affirmation est vraie au niveau de la réponse et d'intégrer ces informations au niveau de l'ontologie lors de la prise en compte des réponses. Cela permettra d'enrichir l'ontologie et aussi, dans le sens inverse, de contextualiser les questions et donc de les désambiguïser.

L'utilisation de questions factuelles (par opposition aux questions booléennes elles admettent une réponse exprimée sous forme d'un texte plus complet) comme le montre la figure 3 offrira d'autres perspectives à l'expert du domaine pour justifier ses réponses et permettra aussi d'enrichir l'ontologie en traitant les réponses fournies. Par exemple, une question du type "What kinds of therapy are used to treat the cancer ?" devra permettre à l'expert de répondre "chemotherapy, surgery". De plus, nous envisageons d'utiliser d'autres ressources termino-ontologiques de référence comme l'UMLS pour le domaine médical (cf. méta-ontologie sur la figure 3) contenant les éléments de vocabulaire nécessaires à la précision du contexte lors de la génération des questions.

Une telle approche à base de questions/réponses peut toutefois s'avérer extrêmement coûteuse par rapport au temps que l'expert va passer pour répondre aux questions. En effet, la validation d'une ressource semblable en taille à SNOMED CT va générer un nombre important de questions et donc nécessiter une disponibilité substantielle de l'expert. D'autant plus que la concentration de l'expert va progressivement diminuer au cours du temps jusqu'à remettre en question la pertinence de ses réponses. Une solution consisterait à valider l'ontologie au fur et à mesure de sa construction. Cela permettrait non seulement de mieux planifier le temps de l'expert mais aussi de gagner en termes de qualité de l'ontologie.

7 Conclusion

Avec le développement des méthodes de construction automatique d'ontologie, le problème de la validation devient la principale préoccupation de nombreux travaux se focalisant sur l'aspect logique de l'ontologie. Dans cet article nous nous sommes intéressés à la sémantique du contenu de l'ontologie et non à sa formalisation. Nous avons proposé une méthode basée sur des questions-réponses afin de faciliter (et de limiter) l'interaction

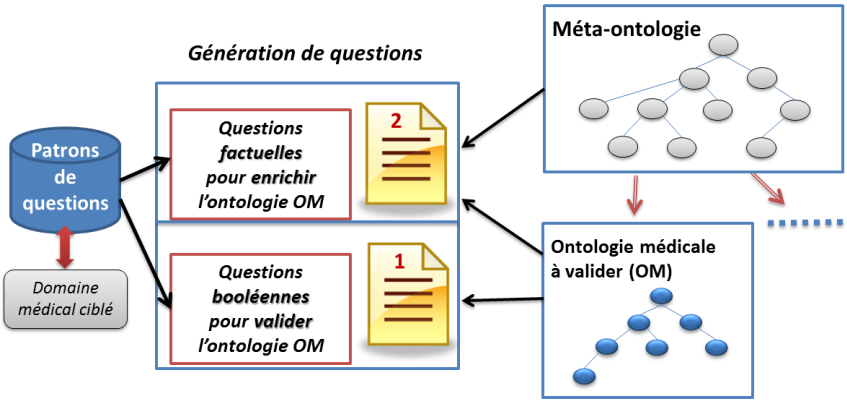

FIGURE 3 – Cas des questions factuelles

entre le système et l'expert en charge de valider l'ontologie. Notre système est capable de générer les questions à soumettre à l'expert en langue naturelle à partir du contenu de l'ontologie et exploite les réponses fournies par ce dernier afin de corriger l'ontologie si besoin. Dans nos travaux futurs, nous allons nous concentrer sur l'optimisation de la génération de question afin de maximiser la quantité d'information à valider à travers le minimum de questions ainsi que sur la prise en compte des justifications de l'expert afin d'avoir une représentation contextuelle et plus fine des connaissances du domaine. Nous allons également améliorer notre approche afin d'automatiser davantage la construction des patrons de questions.

Références

BAUD R. H., RODRIGUES J.-M., WAGNER J. C., RASSINOUX A.-M., LOVIS C., RUSH P., TROMBERT-PAVIOT B. & SCHERRER J.-R. (1997). Validation of concept representation using natural language generation. In *Proc AMIA Annu Fall Symp.*, p. 841.

BOUAMRANE M.-M., RECTOR A. & HURRELL M. (2011). Using owl ontologies for adaptive patient information modelling and preoperative clinical decision support. *Knowledge and Information Systems*, **29**(2), 405–418.

ENGELBRECHT R. (1997). Expert systems for medicine—functions and developments. *Zentralbl Gynakol*, **119**(9), 428–434.

FERNANDEZ-BREIS J. T., ARANGUREN M. E. & STEVENS R. (2009). A quality evaluation framework for bio-ontologies. In *ICBO : International Conference on Biomedical Ontology*, p. 127–130.

GÓMEZ-PÉREZ A. (2004). Ontology evaluation. In *Handbook on Ontologies*, p. 251–274.

GRUBER T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, **5**(2), 199–220.

KHOO C. S., NA J.-C., WANG V. W. & CHAN S. (2011). Developing an ontology for encoding disease treatment information in medical abstracts. *DESIDOC Journal of Library & Information Technology*, **31**(2).

LAVBIC D. & KRISPER M. (2010). Facilitating ontology development with continuous evaluation. *Informatica*, **21**(4), 533–552.

LIU K., HOGAN W. R. & CROWLEY R. S. (2011). Natural language processing methods and systems for biomedical ontology learning. *Journal of biomedical informatics*, **44**(1), 163–179.

NAVIGLI R. & VELARDI P. (2008). From glossaries to ontologies : Extracting semantic structure from textual definitions. In *Proceedings of the 2008 conference on Ontology Learning and Population : Bridging the Gap between Text and Knowledge*, p. 71–87, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands : IOS Press.

OBRST L., ASHPOLE B., CEUSTERS W., MANI I. & SMIT B. (2007). The evaluation of ontologies toward improved semantic interoperability. In C. J. O. BAKER & K.-H. CHEUNG, Eds., *Semantic Web : Revolutionizing Knowledge Discovery in the Life Sciences*. Springer US.

PAMMER V. (2010). *Automatic Support for Ontology Evaluation Review of Entailed Statements and Assertional Effects for OWL Ontologies*. PhD thesis, Graz University of Technology.

POHL M., WILTNER S., RIND A., AIGNER W., MIKSCH S., TURIC T. & DREXLER F. (2011). Patient development at a glance : An evaluation of a medical data visualization. In *INTERACT (4)*, p. 292–299.

PORZEL R. & MALAKA R. (2004). A Task-based Approach for Ontology Evaluation. In *Procceding of ECAI2004 - Workshop Ontology Learning and Population*, Valencia, Spain.

POVEDA-VILLALÓN M., SUÁREZ-FIGUEROA M. C. & GÓMEZ-PÉREZ A. (2012). Validating Ontologies with OOPS ! In *Knowledge Engineering and Knowledge Management, EKAW 2012*, p. 267–281 : Springer-Verlag.

RUIZ-MARTÍNEZ J. M., VALENCIA-GARCÍA R., FERNÁNDEZ-BREIS J. T., SÁNCHEZ F. G. & MARTÍNEZ-BÉJAR R. (2011). Ontology learning from biomedical natural language documents using umls. *Expert Systems with Applications*, **38**(10), 12365–12378.

STEVENS R., MALONE J., WILLIAMS S., POWER R. & THIRD A. (2011). Automating generation of textual class definitions from OWL to English. *Journal of Biomedical Semantics*, **2**(Suppl 2), S5+.

VOR DER BRUCK T. & STENZHORN H. (2010). Logical Ontology Validation Using an Automatic Theorem Prover. In *Proceedings of the 2010 conference on ECAI 2010 : 19th European Conference on Artificial Intelligence*, p. 491–496 : IOS Press.