

# Vers la combinaison de deux techniques d'évolution d'ontologies à partir de ressources générales et de ressources linguistiques

Fouad Zablith<sup>1</sup>, Zied Sellami<sup>2</sup>, Mathieu d'Aquin<sup>1</sup>, Nathalie  
Aussenac-Gilles<sup>2</sup>, Nathalie Hernandez<sup>2</sup>

Knowledge Media Institute (KMi), The Open University, Walton Hall, Milton Keynes,  
MK7 6AA, United Kingdom

{f.zablith, m.daquin}@open.ac.uk

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) Université Paul Sabatier,

118 Route de Narbonne F-31062, Toulouse cedex 9

{sellami, aussenac, hernande}@irit.fr

**Résumé** : Proposer des changements est une des étapes clés du processus d'évolution d'ontologie. Alors que la plupart des changements sont formulés par le concepteur de l'ontologie, de plus en plus d'outils essaient d'automatiser la détection de changements à partir de sources externes comme des textes. Les changements sont le plus souvent présentés sous la forme de relations entre des entités présentes dans les textes et celles présentes dans l'ontologie. Identifier ces relations fait appel à des mécanismes qui varient selon les outils. Certains s'appuient essentiellement sur l'information présente dans les textes pour détecter des relations, par exemple à l'aide de patrons lexico-syntaxiques, d'autres utilisent des sources d'information externes. Dans cet article, nous montrons que chacune de ces approches a ses limites, et que leur combinaison permet de rendre plus performants les outils existants d'évolution d'ontologies.

**Mots-clés** : Ontologies dynamiques, Évolution d'ontologies

## 1 Introduction

Les ontologies sont des briques fondamentales du Web Sémantique, souvent utilisées comme éléments de systèmes d'information avancés. Ce rôle important rend indispensable de les maintenir à jour, de manière à ce qu'elles reflètent les changements qui affectent le cycle de vie de ces systèmes (changements portant sur les jeux de données sous-jacents, les besoins relatifs à de nouvelles fonctionnalités, etc.). Cependant, mettre à jour des ontologies prend du temps et requiert un niveau d'expertise élevé dans le domaine représenté. Plusieurs logiciels ont été développés pour assister les utilisateurs lorsqu'ils font évoluer une ontologie. En effet, l'évolution d'ontologies a fait l'objet d'analyses qui ont permis d'identifier les principales étapes de ce processus (Stojanovic, 2004). La détection du changement amorce toute évolution, et joue un rôle crucial

dans la mesure où son automatisation permet de repérer les nouvelles connaissances à intégrer à une ontologie ou celles à corriger. Cette étape évite à l'ontographe le dépouillement systématique de données. Lorsqu'un changement de l'environnement est détecté, il doit ou peut être répercuté sur l'ontologie en fonction de sa pertinence, et donner lieu à une série de changements en cascade (Tissaoui, 2009).

Le processus visant à identifier ces changements n'est pas trivial et a été l'objet de plusieurs travaux de recherches (DINO (Novacek *et al.*, 2007), DYNAMO (Sellami *et al.*, 2009), Evolva (Zablith *et al.*, 2008)). Si l'on prend les textes comme point de départ pour identifier de nouvelles entités ontologiques, nous pouvons distinguer deux groupes de systèmes qui reposent sur des méthodes différentes pour identifier et sélectionner les entités. Le premier groupe, dans lequel se trouve DYNAMO entre autres, s'appuie sur le contenu du texte proprement dit pour en tirer des relations entre entités ontologiques. En revanche, le deuxième groupe, incluant Evolva, fait appel à des sources externes de connaissances (ressources terminologiques et ontologiques) générales pour identifier ces mêmes liens. De fait, il s'avère que chacune de ces techniques a ses propres avantages.

Dans cet article, nous nous intéressons à deux logiciels d'évolution d'ontologies : DYNAMO (présenté en partie 2) et Evolva (présenté en partie 3) et nous montrons que leur combinaison permettrait de faire progresser l'offre disponible en matière d'outil d'aide à l'évolution d'ontologie (partie 4). En effet, il apparaît clairement qu'utiliser une combinaison de ces deux approches permet de mieux exploiter les textes et d'augmenter le nombre de propositions de changements. Nous terminons l'article (partie 5) en présentant un plan pour rendre l'intégration des deux approches réalisable.

## 2 DYNAMO : Approche linguistique pour l'évolution d'ontologies

Le système DYNAMO est organisé en différents modules présentés dans la figure 1. DYNAMO comporte un module de traitement des corpus *DYNAMO Corpus Analyser* et un module *DYNAMO MAS* basé sur un Système Multi-Agents adaptatifs (SMA).

*DYNAMO Corpus Analyser* prend en charge la préparation des entrées du SMA. Celui-ci est fait appel à l'*Extracteur de termes YaTeA*<sup>1</sup> qui remplit la *Base de candidats termes*. Le mécanisme d'*extraction de relations lexicales* projette sur le corpus des patrons lexico-syntaxiques issus de la *Base de patrons* et les candidats termes issus de la *Base de candidats termes*. Il fournit en sortie des triplets de la forme <Ti, Rel, Tj> avec Ti et Tj des candidats termes i et j, et Rel un type de relation. Chaque triplet a un indice de confiance formé par le couple (Q, I). Q est la qualité maximale des patrons lexico-syntaxiques permettant d'extraire la relation Rel. I est la somme des instances des patrons lexico-syntaxiques de Rel et ayant Q comme qualité. Ces triplets sont les entrées du module DYNAMO SMA.

*DYNAMO MAS* est formé de deux types d'agents : un *TermAgent* reflète la composante terminologique de l'ontologie et un *ConceptAgent* représente la composante

1. <http://search.cpan.org/~thamon/Lingua-YaTeA/>

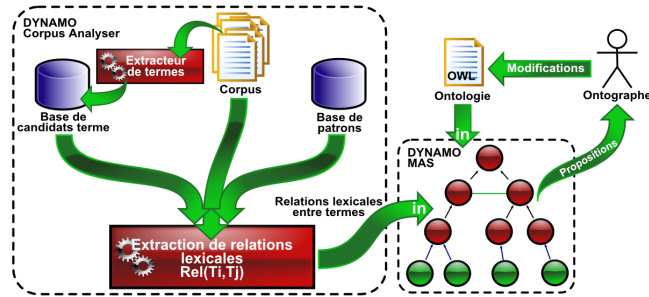


FIGURE 1 – Architecture de DYNAMO

conceptuelle de l'ontologie. Chaque *TermAgent* gère les relations lexicales dont il est source ou cible. De même, chaque *ConceptAgent* gère les relations conceptuelles dont il est source ou cible.

Le processus d'évolution de l'ontologie se traduit alors par des propositions faites par le SMA envers l'ontographe qui peut les accepter ou les refuser. Ces propositions de modification peuvent être l'ajout, la suppression et/ou le déplacement de concepts, de termes et/ou de relations. En sortie, DYNAMO fournit une ontologie sous la forme d'un fichier OWL respectant le modèle de RTO présenté dans (Reymonet *et al.*, 2007) et utilisé dans le cadre du projet DynamO<sup>2</sup>.

## 2.1 Utilisation d'une approche par patrons lexico-syntaxiques

L'évolution et la construction d'ontologies à partir de textes s'appuie sur des logiciels de traitement du langage naturel et sur des ressources combinant lexique et concepts.

Deux approches différentes existent pour déceler les relations entre concepts. La première, dite statistique, détecte des relations entre concepts par calcul des co-occurrences de termes ou des techniques analogues, sans toutefois interpréter ces relations (Harris, 1968). La deuxième, plus linguistique, est basée sur la définition de patrons lexico-syntaxiques (Hearst, 1992) qui repèrent des relations entre des syntagmes du corpus, en vue d'établir des relations entre concepts du domaine. Ces relations ne sont décelées que lorsque les concepts appartiennent à la même phrase. Les patrons lexico-syntaxiques se fondent sur un marqueur, ou pivot (une unité linguistique qui peut être un indice d'une relation lexicale, comme *entre autres* pour la relation d'hyponymie) et un ensemble de contraintes que le contexte lexical ou syntaxique de ce pivot doit remplir.

Les résultats présentés par (Malaise, 2005) montrent que les approches statistiques tendent à devenir peu efficaces lorsque le volume du corpus et la redondance de son contenu sont faibles. C'est le cas des données que nous utilisons. En effet, nous sommes en présence de corpus de faible taille (moins de 100000 mots), contenant des documents très courts et axés sur un domaine de connaissances très précis. Pour toutes ces raisons, nous adoptons une approche par patrons lexico-syntaxiques pour extraire des relations lexicales entre termes et établir des relations conceptuelles entre les concepts.

2. <http://www.irrit.fr/dynamo>

## 2.2 Les relations conceptuelles

Dans DYNAMO, nous nous intéressons à quatre relations lexicales par lesquelles sont déduites les relations conceptuelles entre concepts : (1) *L'hyperonymie* exprime une relation de généralité-spécificité entre termes. Cette relation permet de définir ensuite des relations *is\_a* entre deux concepts. Afin de déceler d'autres relations hyperonymiques, nous nous basons aussi sur l'analyse syntaxique des termes. Cette analyse nous fournit un réseau tête-expansion des termes où, la tête du terme est considérée comme l'hyperonyme du terme composé par la tête et l'expansion. (2) La *méronymie* exprime une relation de partitionnement entre deux termes. Ceci permet par la suite de définir une relation de *part\_of*, ou une relation *ingrédient\_of* ou autre relation de partitionnement spécifique à un domaine particulier. (3) La *synonymie* permet de rapprocher différents termes sémantiquement proches et de les relier à un même concept par une relation de désignation *denote*. (4) De nombreuses autres relations lexicales (*relations transverses*) sont spécifiques à un domaine. Elles permettent de définir d'autres relations sémantiques entre concepts telles que *causes*, *has\_voltage*, *affects*.

## 2.3 DYNAMO MAS

L'originalité de DYNAMO est le module d'évolution d'ontologie basé sur la technologie des SMA. Les SMA sont spécialement pertinents pour la résolution de problèmes complexes et dynamiques tel que la construction et la maintenance d'ontologies. Un SMA est un système ouvert, dynamique dont le traitement est réparti entre les différents agents qui le composent. Ces caractéristiques sont particulièrement intéressantes dans notre contexte, elles facilitent une évolution interactive d'une ontologie. Lorsque l'ontographe intervient sur l'ontologie, ses actions sont transmises au SMA. Ce dernier, en fonction des données extraites du corpus (candidats termes et relations lexicales), peut proposer à l'ontographe des évolutions complémentaires (telles que le déplacement, l'élimination d'un concept, l'ajout d'un terme, l'ajout d'une relation, ...).

À chaque ontologie correspond un SMA. Pour un concept donné, un *TermAgent* représente sa composante terminologique, un *ConceptAgent* représente sa composante conceptuelle. Les relations de l'ontologie ne sont pas agentifiées. Elles sont des attributs des agents. Les relations de l'ontologie sont des liens entre les *ConceptAgent*. Les relations lexicales (absentes dans l'ontologie) sont des liens entre les *TermAgent*.

L'état initial du SMA est une organisation d'agents termes. Chaque agent terme est relié à d'autres agents termes en accord avec les relations lexicales extraites du corpus. Chaque relation établie entre deux agents termes est évaluée par un indice de confiance. Cet indice est le couple (Q, I) du triplet  $\langle T_i, Rel, T_j \rangle$ .  $T_i$  et  $T_j$  sont les deux termes agentifiés. En fonction de cet indice de confiance, chaque agent terme traite ses relations de la plus pertinente (indice de confiance le plus élevé) à la moins pertinente. Par exemple, une relation d'hyperonymie entre deux agents termes entraîne l'envoi par l'agent terme source d'une demande de traitement de la relation avec sa force (Q, I) au *ConceptAgent* qu'il dénote. Si la demande est prioritaire (force maximale), ce dernier la traite. Il crée une relation *is\_a* avec l'agent concept dénoté par l'agent terme cible de la relation d'hyperonymie si la relation *is\_a* n'est pas contradictoire avec d'autres relations de l'agent concept. Dans le cas contraire, l'agent concept refuse de traiter la demande

et en informe son agent terme.

Une nouvelle organisation des agents termes et des agents concepts se construit. Le rôle des agents concepts (*ConceptAgent*) est d'optimiser cette organisation. Par exemple, chaque concept a un label préféré (l'agent terme ayant la force de dénotation maximal). Si deux agents concepts sont créés avec un même label préféré, ces derniers doivent traiter ce problème (par exemple un des deux agents choisit un autre label). Les principes de fonctionnement du SMA et les mécanismes des agents sont détaillés dans (Sellami *et al.*, 2009).

### 3 Evolva : Approche d'évolution d'ontologies à partir de connaissances générales

Evolva est une plate-forme complète pour l'évolution d'ontologies, qui fait appel à plusieurs sources de connaissances générales. Nous présentons ici les cinq composants de ce système (figure 2).

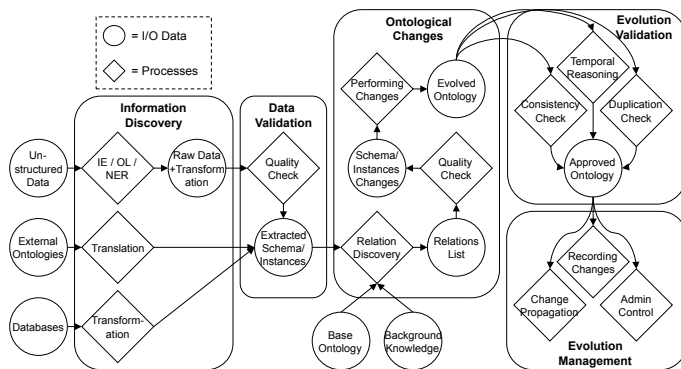


FIGURE 2 – Architecture de la plate-forme Evolva.

*Découverte d'Information.* Le module de découverte d'information commence par découvrir de nouvelles informations à partir de sources de données. Il compare une ontologie à enrichir au contenu de ces sources pour détecter de nouveaux termes. Les sources de données existent sous différentes formes : textes, bases de données et ontologies. Ce module traite chacune de ces sources de manière spécifique : (1) Les textes sont analysés à l'aide d'outils d'extraction d'information ; (2) Les ontologies sont traduites de manière à être disponibles dans un langage compatible avec celui de l'ontologie de base ; enfin (3) le contenu des bases de données est traduit sous un format ontologique.

*Validation des données.* Ce module a pour but de valider les termes découverts. Pour cela, il utilise un ensemble de règles heuristiques s'appuyant par exemple sur la longueur des termes extraits des textes. Cette étape est particulièrement importante, car les techniques d'extraction d'information produisent souvent des données bruitées. Dans le cas de données structurées, cette validation est moins indispensable car ce type d'information est défini plus rigoureusement.

*Changements dans l'ontologie.* Ce module est chargé d'établir de nouvelles relations entre les termes extraits et les concepts de l'ontologie à enrichir. Ces relations sont identifiées en explorant diverses sources de connaissances générales, essentiellement d'autres ontologies. Les changements jugés pertinents seront directement effectués sur l'ontologie à enrichir ou sur une nouvelle version séparée.

*Validation de l'évolution.* Réaliser automatiquement des changements peut introduire des incohérences et des inconsistances dans une ontologie. Par exemple, des données peuvent être dupliquées ou des connaissances contradictoires peuvent être rajoutées. Certaines inconsistances et incohérences sont détectées et gérées par un raisonnement automatique. Aussi l'évolution de l'ontologie est un processus continu, de nombreuses assertions de l'ontologie sont dépendantes du temps et doivent donc être traitées en appliquant des techniques de raisonnement temporel.

*Gestion de l'évolution.* Gérer l'évolution signifie donner à l'ontographe un degré de contrôle sur l'évolution, mais aussi propager ses changements vers les composants dépendants de l'ontologie, e.g. d'autres ontologies ou des applications qui l'utilisent.

### **3.1 Connaissances générales pour intégrer des entités à une ontologie**

Evolva se sert de sources de connaissances générales (*background knowledge*) (Zablith *et al.*, 2008) comme WordNet ou d'autres ontologies disponibles en ligne pour identifier des relations entre de nouveaux termes et des éléments de l'ontologie. Pour identifier des relations dans des ontologies en ligne, Evolva utilise le logiciel Scarlet (Sabou *et al.*, 2008). C'est un moteur de découverte de relations sémantiques basé sur le moteur de recherche d'ontologies Watson (d'Aquin *et al.*, 2007). Watson collecte, indexe et donne accès à des milliers d'ontologies en ligne, qui peuvent être recherchées et explorées à travers son interface ou via des services web. Scarlet exploite ces services web pour trouver des ontologies qui (directement ou indirectement) contiennent les entités recherchées et les mettent en relation l'une avec l'autre.

Une première expérience d'utilisation de connaissance générale, décrite dans (Zablith *et al.*, 2008), s'est centrée sur WordNet et les ontologies en ligne pour la découverte de relations pour l'ontologie du portail du KMi. La précision globale approchant les 77% a montré que ces sources de connaissances peuvent contribuer significativement à automatiser l'intégration de nouvelles connaissances dans une ontologie. Nous avons également constaté que la précision peut être améliorée en introduisant des techniques de validation, s'appuyant sur l'ontologie elle-même ou à l'aide de mécanismes de filtrage visant à exclure des termes non pertinents.

### **3.2 Connaissances générales pour évaluer des connaissances au cours de l'évolution d'une ontologie**

Afin d'évaluer la pertinence des changements ontologiques, nous nous basons aussi sur les connaissances générales. Des études préliminaires (Zablith *et al.*, 2009) ont mis en évidence l'idée qui sous-tend ce processus, basé sur le recouvrement et la

Terms	Evolve Relation	Dynamo Relation
Cod	$Cod \sqsubseteq Fish$	–
Cape Hake	–	$CapeHake \sqsubseteq Hake$
Haddock	$Haddock \sqsubseteq Fish$	–
Hake Stock	–	$HakeStock \sqsubseteq Stock$
Habitat	$Habitat \leftarrow hasHabitat - Animal$	–

TABLE 1 – Exemples de termes et de relations identifiés par Evolve et DYNAMO à partir du corpus sur la pêche.

complémentarité du contexte de l’assertion à ajouter et de l’ontologie qu’elle vient enrichir. Le contexte de l’assertion est déduit du contenu de l’ontologie en ligne dont il est extrait.

Une analyse d’un grand nombre d’exemples de recouvrements nous a conduits à identifier des patrons de pertinence, qui, lorsqu’ils sont appliqués, fournissent un indice de pertinence. Ces patrons détectent si des conditions spécifiques sont présentes au sein du recouvrement, dans les environs de l’assertion. Chaque patron possède une valeur de confiance calculée sur la base d’une formule qui lui est propre, et qui reflète la confiance avec laquelle ce patron s’applique dans un contexte. Une expérience sur les utilisations possibles de cette approche et leurs résultats sont récapitulés dans un article en cours d’évaluation.

## 4 Analyse comparative des deux systèmes

Nous présentons dans cette section les résultats de la comparaison d’Evolve et de DYNAMO. Nous mettons en avant certaines différences identifiées et les pistes d’intégration des deux systèmes. Nous illustrons notre comparaison à partir d’exemples issus du domaine de la pêche.

### 4.1 Extraction de termes à partir de textes

DYNAMO et Evolve utilisent des outils différents pour extraire des termes à partir de textes : Evolve utilise Text2Onto (Cimiano & Völker, 2005) qui repose sur des considérations statistiques (tf-idf) pour repérer des candidats termes, alors que DYNAMO exploite YaTeA qui se fonde sur une analyse grammaticale des textes. Afin de mener une comparaison cohérente des deux systèmes, Evolve a été modifié pour pouvoir prendre en entrée n’importe quelle liste de termes. Cette évolution permet d’une part de donner la même entrée aux deux systèmes. D’autre part, elle permet désormais à Evolve d’être indépendant d’un processus d’extraction. Le tableau 1 montre des exemples de termes extraits par les deux systèmes sur le corpus de la pêche.

## 4.2 Extraction de relations

Les deux systèmes n’ont pas exactement été conçus pour un même objectif. Evolva fait évoluer une ontologie par l’intégration de nouvelles connaissances extraites de sources de connaissances alors que DYNAMO peut construire une ontologie à partir de textes et la faire évoluer si de nouveaux textes sont rajoutés. Evolva extrait donc les relations à ajouter dans l’ontologie à partir d’autres ontologies alors que DYNAMO les identifie dans les textes. Bien sûr, cette différence dans le type des ressources utilisées influence la nature des relations identifiées.

La figure 3 montre deux exemples mettant en évidence les différentes relations extraites par les deux processus. DYNAMO est capable de lier le terme “MCS Society” comme étant une sous-classe de “Society” à partir de la relation de dépendance tête-expansion entre les deux termes. Evolva quant à lui identifie le terme “Lobster” comme étant une sous-classe de “Fish”, à partir du chemin  $\langle Lobster \sqsubseteq Crustacean \sqsubseteq MarineInvertebrate \sqsubseteq Fish \rangle$  découvert dans une ontologie en ligne<sup>3</sup>.

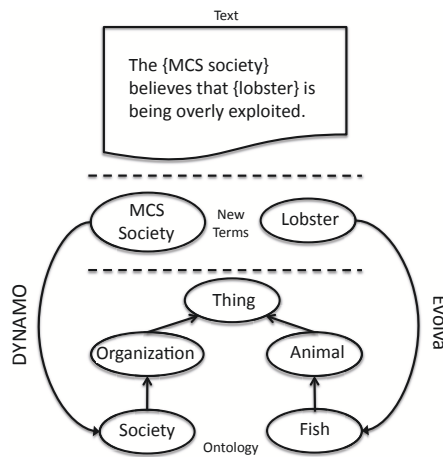


FIGURE 3 – Deux exemples montrant les différentes approches de découvertes des relations dans Evolva et DYNAMO

Cet exemple montre les limites de DYNAMO quand la connaissance à intégrer dans l’ontologie n’est pas disponible dans le texte ainsi que celles de Evolva quand la connaissance n’est pas représentée dans des ontologies existantes. DYNAMO sera donc plus efficace dans des domaines spécialisés pour lesquels les termes techniques sont utilisés en corpus et peu de ressources réutilisables existent. Nous faisons la constatation inverse pour Evolva, qui peut exploiter en particulier WordNet comme ontologie générale. Nous envisageons à très court terme de vérifier cette observation par une évaluation des deux approches sur deux domaines différents : un domaine spécifique et un domaine général.

3. <http://139.91.183.30:9090/RDF/VRP/Examples/tap.rdf>



### **4.3 Perspectives pour l'intégration des deux approches**

Nous prévoyons de combiner les deux approches à différents niveaux puis de tester l'amélioration des deux outils.

Grâce à la modification apportée à Evolva, les termes pris en entrée par DYNAMO et Evolva peuvent être les mêmes. Evolva peut ensuite traiter la liste des termes et extraire des relations entre ces termes et les concepts existants. Dans la perspective de cette intégration, le processus de détection des relations par Evolva (section 3.1) sera modifié pour identifier dans les ressources externes des relations entre de nouveaux termes. Les relations extraites par Evolva seront ensuite fournies au SMA de DYNAMO (section 2.3) pour construire une ontologie. Pour effectuer ces opérations, les agents ont besoin d'un poids de confiance pour chaque relation, ce poids pourra être donné par l'indice de pertinence calculé par Evolva (section 3.2).

Pour évaluer l'apport de la combinaison des deux approches, nous envisageons de comparer les résultats à ceux obtenus individuellement par Evolva et Dynamo. Nous évaluerons

- le nombre d'entités ajoutées à l'ontologie par rapport au nombre de termes extraits des textes : ceci permettra d'évaluer combien de termes auront été liés à l'ontologie en utilisant l'approche combinée comparativement à l'utilisation d'Evolva et DYNAMO indépendamment,
- le nombre de relations extraites : ceci permettra d'évaluer les approches quantitativement
- la nature des relations extraites : ceci servira à déterminer des critères qui permettront de préconiser une approche plutôt que l'autre

## **5 Conclusion**

Dans cet article nous avons présenté deux approches d'évolution d'ontologies. La première repose sur une analyse linguistique de corpus et est concrétisée par DYNAMO. La seconde exploite des connaissances générales externes et est concrétisée par Evolva.

La réalisation d'une première comparaison des deux outils a confirmé la complémentarité des deux techniques. DYNAMO permet de déceler des relations non découvertes par Evolva. Ces relations sont extraites à partir de l'analyse syntaxique des textes et la projection de patrons lexico-syntaxiques sur le corpus et sont transformées en relations conceptuelles à l'aide de DYNAMO MAS. Evolva permet également de déceler des relations non retrouvées par DYNAMO. Ces relations sont obtenues à partir d'ontologies en ligne et de ressources terminologiques telles que WordNet. Evolva donne un poids de confiance aux relations découvertes ; ce poids repose sur la comparaison du contexte du nouveau terme dans l'ontologie en cours d'évolution et celui dans l'ontologie en ligne. Ce poids permet de classer les relations extraites et pourrait être utilisé par DYNAMO MAS pour aider les agents à s'organiser.

Les résultats de notre première analyse montrent que la combinaison des deux techniques permettra de diversifier les propositions d'enrichissement des ontologies.

## 6 Remerciements

DYNAMO est développé dans le cadre du projet ANR DynamO (<http://www.irit.fr/DYNAMO>) et Evolva dans le cadre du project européen NeOn (<http://www.neon-project.org>).

## Références

- CIMIANO P. & VÖLKER J. (2005). Text2Onto - a framework for ontology learning and data-driven change discovery. In *Proceedings of the 10th International Conference on Applications of Natural Language to Information Systems, Alicante*, p. 15–17.
- D'AQUIN M., BALDASSARRE C., GRIDINOC L., SABOU M., ANGELETOU S. & MOTTA E. (2007). Watson : Supporting next generation semantic web applications. In *Proceedings of WWW/Internet conference*.
- HARRIS Z. S. (1968). *Mathematical Structures of Language*. New York : Wiley.
- HEARST M. A. (1992). Automatic acquisition of hyponyms from large text corpora. In *14th International Conference on Computational Linguistics (COLING), Nantes (France), August 23-28*, p. 539–545.
- MALAISE V. (2005). *Méthodologie linguistique et terminologique pour la structuration d'ontologies différentielles à partir de corpus textuels*. PhD thesis, Paris 7 Denis Diderot University.
- NOVACEK V., LAERA L. & HANDSCHUH S. (2007). Semi-automatic integration of learned ontologies into a collaborative framework. In *Proceedings of the International Workshop on Ontology Dynamics (IWOD-07)*.
- REYMONET A., THOMAS J. & AUSSENAC-GILLES N. (2007). Modelling ontological and terminological resources in OWL DL. In P. BUITELAAR, K.-S. CHOI, A. GANGEMI & C.-R. HUANG, Eds., *OntoLex07 - From Text to Knowledge : The Lexicon/Ontology Interface Workshop at ISWC07, Busan (South Korea)*.
- SABOU M., D'AQUIN M. & MOTTA E. (2008). Exploring the semantic web as background knowledge for ontology matching. *Journal on Data Semantics*, (XI).
- SELLAMI Z., GLEIZES M.-P., AUSSENAC-GILLES N. & ROUGEMAILLE S. (2009). Dynamic ontology co-construction based on adaptive multi-agent technology. In *International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development (KEOD), Madeira* : Springer.
- STOJANOVIC L. (2004). *Methods and Tools for Ontology Evolution*. PhD thesis, s. n.
- TISSAOUI A. (2009). Typologie de changements et leurs effets sur l'évolution de Ressources Termino-Ontologiques. In F. GANDON, Ed., *IC 2009 : Posters des 20es Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances, Hammamet (Tunisie)*.
- ZABLITH F., D'AQUIN M., SABOU M. & MOTTA E. (2009). Investigating the use of background knowledge for assessing the relevance of statements to an ontology in ontology evolution. In *Proceedings of the ISWC International Workshop on Ontology Dynamics (IWOD)*.
- ZABLITH F., SABOU M., D'AQUIN M. & MOTTA E. (2008). Using background knowledge for ontology evolution. In *Proceedings of the ISWC International Workshop on Ontology Dynamics (IWOD)*.