



Institut National de Statistique
et d'Economie Appliquée



Centre des Etudes Doctorales
Sciences, Ingénierie
et Développement Durable

Avis de soutenance de thèse de Doctorat

Madame Naoual SMAILI

Doctorante au laboratoire de recherche

« Systèmes d'Information, Systèmes Intelligents et Modélisation Mathématique »
(SI2M)

Spécialité : Systèmes d'Information et Systèmes Intelligents

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat

le Vendredi 22/05/2026 à 9h

à la salle de conférence de l'INSEA

Intitulé de la thèse

« Ontology Integration Process over Knowledge-Based Ontologies »

Devant le jury composé de :

Président :

Pr. Nabil Mohamed SAIDI, PES, INSEA-Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Adil KABBAJ, PES, INSEA-Rabat

Membres du jury :

- Pr. Karim BOUZOUBAA, PES, EMI, Examineur
- Pr. Rajae SAIDI, PES, INSEA-Rabat, Rapporteur
- Pr. Najima DAOUDI, PES, ESI, Rapporteur
- Pr. Imane HILAL, MCH, ESI, Rapporteur
- Pr. Adil KHAMMAL Professeur, AIAC, Invité
- Pr. Philip BLACKWOOD, Dr. Semantic Arts, Invité



INSEA
Institut National de
Statistique et d'Économie
Appliquée
CEDOC-SIDD

Les Résumés de la thèse (F1)

Date :

Réservé à l'administration

N° de thèse :

Nom : Smaili

Prénom : Naoual

Résumé

Les ontologies sont indispensables à la représentation des connaissances et au raisonnement en Intelligence Artificielle, en fournissant les fondements sémantiques nécessaires à l'interopérabilité entre systèmes hétérogènes. Cependant, à mesure que le nombre d'ontologies se multiplie — souvent pour décrire un même domaine sous différents points de vue conceptuels — le défi de leur intégration devient de plus en plus important, en particulier dans le contexte du Web sémantique. Les approches d'intégration existantes sont majoritairement conçues pour des ontologies basées sur OWL et demeurent donc limitées dans leur capacité à gérer des structures de connaissances plus riches telles que les règles, les contraintes ou encore les connaissances typiques ou de sens commun.

Cette thèse, intitulée Processus d'intégration des ontologies riches en connaissances, répond à cette limitation en examinant des approches avancées pour réconcilier des ontologies hétérogènes, avec un intérêt particulier pour les Knowledge-Based Ontologies (KBOs). Son objectif principal est d'établir un processus cohérent pour intégrer ces ontologies expressives et, par conséquent, de contribuer à l'enrichissement du Web de données avec des représentations plus proches du raisonnement humain.

Cette recherche s'appuie sur le méta-modèle d'ontologies de la plateforme Amine, une plateforme puissante dédiée au développement de systèmes intelligents. L'étude commence par une analyse approfondie des modèles ontologiques existants et met en évidence leurs limites en matière de modélisation. Sur cette base, la thèse propose une nouvelle approche d'intégration des ontologies, tirant parti des atouts du méta-modèle de la plateforme Amine.

Les contributions majeures de cette dissertation sont triples. Sur le plan théorique, elle enrichit la compréhension de l'intégration ontologique en l'inscrivant dans le cadre des ontologies riches en connaissances et en proposant de nouvelles méthodologies pour la fusion et l'alignement qui améliorent l'interopérabilité sémantique entre systèmes hétérogènes. Sur le plan méthodologique, elle met en



I N S E A
Institut National de
Statistique et d'Économie
Appliquée
CEDOC-SIDD

Les Résumés de la thèse (F1)

évidence les avantages expressifs des KBOs comme base de représentation robuste des connaissances. Sur le plan pratique, elle présente AmineMerger, le premier outil dédié à la fusion d'ontologies riches en connaissances, validé à travers des études de cas réels.

Par ailleurs, plusieurs contributions secondaires sont illustrées par des cas d'usage qui démontrent l'intérêt des ontologies et de leur interopérabilité dans des domaines variés tels que l'agriculture intelligente, le recrutement personnalisé et l'intégration sémantique des données pour améliorer le raisonnement, le partage d'information et l'aide à la décision.

Dans l'ensemble, ces contributions comblent l'écart entre les modèles ontologiques existants et les méta-modèles, en offrant des techniques et outils pratiques qui orientent l'ingénierie ontologique vers des modèles d'intégration plus expressifs et proches du raisonnement humain. En conclusion, ce travail fait progresser l'état de l'art en matière d'intégration des ontologies et ouvre la voie à de futures recherches sur les ontologies riches en connaissances.

Mots-clés : Intégration des ontologies, Web sémantique, Ontologies riches en connaissances, Plateforme Amine, Graphes conceptuels, Interopérabilité sémantique, Fusion d'ontologies, Alignement d'ontologies.



Abstract

Ontologies are indispensable for knowledge representation and reasoning in Artificial Intelligence, providing the semantic foundations required for interoperability across heterogeneous systems. However, as more ontologies are developed—often to describe the same domain from different conceptual viewpoints—the challenge of integrating them becomes increasingly significant, particularly within the context of the Semantic Web. Existing integration approaches, however, are predominantly designed for OWL-based ontologies and therefore remain limited in their ability to handle richer knowledge structures such as rules, constraints, and typical or commonsense knowledge.

This thesis, titled *Ontology Integration Process over Knowledge-Based Ontologies*, addresses this limitation by examining advanced approaches for reconciling heterogeneous ontologies, with a particular focus on Knowledge-Based Ontologies (KBOs). Its primary objective is to establish a coherent process for integrating such expressive ontologies and, consequently, to support the enrichment of the Web of Data with more human-like, knowledge-based representations.

This research focuses on the meta-model of ontologies within the Amine platform, a powerful platform for the development of intelligent systems. The study begins with a comprehensive analysis of existing ontology models and identifies their limitations when modeling. Building on this foundation, the thesis proposes a novel approach to ontology integration that leverages the strengths of the Amine platform's meta-model.

The major contributions of this dissertation are threefold. Theoretically, it advances the understanding of ontology integration by situating it within the context of Knowledge-Based Ontologies and by proposing new methodologies for ontology merging and alignment that enhance semantic interoperability across heterogeneous systems. Methodologically, it demonstrates the expressive benefits of Knowledge-Based Ontologies (KBOs) as a basis for robust knowledge representation. Practically, it delivers AmineMerger, the first tool for merging KBOs, validated through rigorous real-world case studies.

In addition, several minor contributions are presented through applied use cases that demonstrate how ontologies and their interoperability can be leveraged in diverse domains such as smart farming, personalized recruitment, and semantic data integration to improve reasoning, data sharing, and decision support.



I N S E A
Institut National de
Statistique et d'Économie
Appliquée
CEDOC-SIDD

Les Résumés de la thèse (F1)

Collectively, these contributions bridge the gap between existing ontology models and meta-models, while providing researchers and developers with practical techniques and tools that move ontology engineering toward more expressive, human-like models of semantic integration.

In conclusion, this work not only advances the state-of-the-art in ontology integration but also sets the stage for future research in Knowledge-Based Ontologies.

Keywords: Ontology Integration, Semantic Web, Knowledge-Based Ontologies, Amine platform, Conceptual Graphs, Semantic Interoperability, Ontology Merging, Ontology Alignment.



ملخص

تُعدّ الأنطولوجيات ضرورية لتمثيل المعرفة والقيام بعمليات الاستدلال في مجال الذكاء الاصطناعي، إذ توفر الأسس الدلالية اللازمة لتحقيق قابلية التشغيل البيئي بين الأنظمة غير المتجانسة. ومع ذلك، ومع تزايد عدد الأنطولوجيات المطوّرة — والتي غالباً ما تصف نفس المجال من زوايا مفاهيمية مختلفة — تصبح عملية دمجها أكثر تعقيداً، خاصة في سياق الويب الدلالي. كما أنّ أغلب مقاربات الدمج الحالية مصممة أساساً للأنطولوجيات المبنية على OWL، وبالتالي فهي عاجزة عن التعامل مع هياكل معرفية أكثر غنى مثل القواعد والقيود والمعرفة النموذجية أو معرفة الحسّ المشترك.

تعالج هذه الأطروحة، بعنوان عملية دمج الأنطولوجيات الغنية بالمعرفة، هذا القيد من خلال دراسة مناهج متقدمة للتوفيق بين الأنطولوجيات غير المتجانسة، مع تركيز خاص على الأنطولوجيات الغنية بالمعرفة (KBOs). ويتمثل الهدف الأساسي في وضع عملية متكاملة لدمج هذه الأنطولوجيات التعبيرية، بما يعزز إثراء الويب الدلالي بتمثيلات معرفية أقرب إلى التفكير البشري.

تركز هذه الدراسة على الميتم-نموذج الخاص بالأنطولوجيات في منصة Amine، وهي منصة قوية مخصّصة لتطوير النظم الذكية. وتبدأ البحث بتحليل شامل للنماذج الأنطولوجية الحالية وتحديد حدودها في التمثيل المعرفي. وبالاعتماد على هذه الأسس، تقترح الأطروحة منهجية جديدة لدمج الأنطولوجيات تستفيد من قوة الميتم-نموذج الذي توفره منصة Amine.

أما المساهمات الرئيسية لهذا العمل فهي ثلاثية: نظرياً، تُعمّق الأطروحة فهم عملية دمج الأنطولوجيات ضمن سياق الأنطولوجيات الغنية بالمعرفة وتطرح منهجيات جديدة للدمج والمواءمة تعزز قابلية التشغيل البيئي الدلالي بين الأنظمة. ومنهجياً، تُبرز الأطروحة القدرات التعبيرية الكبيرة للأنطولوجيات الغنية بالمعرفة كأساس متين لتمثيل المعرفة. أما عملياً، فتقدّم الأداة AmineMerger، وهي أول أداة مخصّصة لدمج الأنطولوجيات الغنية بالمعرفة، وقد تم تقييمها باستخدام دراسات حالة واقعية.

كما تتضمن الأطروحة عدة مساهمات تطبيقية تُظهر كيف يمكن استغلال الأنطولوجيات وعمليات دمجها في مجالات متنوعة مثل الزراعة الذكية، التوظيف المخصص، والتكامل الدلالي للبيانات بهدف تعزيز الاستدلال وتقاسم المعرفة ودعم اتخاذ القرار.

وبشكل عام، تُسهم هذه الأطروحة في سدّ الفجوة بين النماذج الأنطولوجية التقليدية والميتم-نماذج المعرفية، وتقدم أدوات وتقنيات عملية تدفع هندسة الأنطولوجيات نحو نماذج أكثر تعبيراً وأقرب إلى التفكير البشري. وتخلص الأطروحة إلى أنّ هذا العمل يُحسّن من آليات دمج الأنطولوجيات ويمهّد الطريق أمام أبحاث مستقبلية حول الأنطولوجيات الغنية بالمعرفة.

الكلمات المفتاحية: دمج الأنطولوجيات، الويب الدلالي، الأنطولوجيات الغنية بالمعرفة، منصة أمين، الرسوم المفاهيمية، التشغيل البيئي الدلالي، دمج الأنطولوجيات، مواءمة الأنطولوجيات.