



IMT Mines Alès
École Mines-Télécom

LA SCIENCE & LA CRÉATIVITÉ POUR INVENTER UN MONDE DURABLE

DOCTORAT EN GENIE INDUSTRIEL & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Etablissement	IMT Mines Alès (Ecole Nationale Supérieure des Mines d'Alès)
Affectation principale	Centre d'Enseignement et de Recherche en Informatique et Systèmes (CERIS)
Résidence administrative	Alès (Département du Gard – Région Occitanie)
Date de prise de poste	01/10/2024

1. IMT et IMT Mines Alès

L'institut Mines-Télécom (IMT), grand établissement au sens du code de l'éducation, est un établissement public scientifique, culturel et professionnel (EPSCP) placé sous la tutelle principale des ministres chargés de l'industrie et du numérique. Premier groupe d'écoles d'ingénieurs en France, il fédère 11 écoles d'ingénieur publiques réparties sur le territoire national, qui forment 13 500 ingénieurs et docteurs. L'IMT emploie 4500 personnes et dispose d'un budget annuel de 400M€ dont 40% de ressources propres. L'IMT comporte 2 instituts Carnot, 35 chaires industrielles, produit annuellement 2100 publications de rang A, 60 brevets et réalise 110M€ de recherche contractuelle.

Créé en 1843, IMT Mines Alès compte à ce jour 1400 élèves (dont 250 étrangers) et 380 personnels. L'école dispose de 3 centres de recherche et d'enseignement de haut niveau scientifique et technologique, qui œuvrent dans les domaines des matériaux et du génie civil (C2MA), de l'environnement et des risques (CREER), de l'intelligence artificielle et du génie industriel et numérique (CERIS). Elle dispose de 12 plateformes technologiques et compte 1600 entreprises partenaires.

2. Projet de recherche

Titre : Contribution de l'IA générative à l'interopérabilité fédérée des organisations – IAG4IO

Mots-clés : interopérabilité des organisations, approche fédérée, Intelligence Artificielle Générative

Résumé

De nos jours, les entreprises cherchent à améliorer leurs capacités de réaction et d'adaptation et se tournent vers le développement de partenariat pour répondre plus efficacement aux besoins des clients. Dans ce contexte, l'interopérabilité est un enjeu majeur. Pour son développement, l'ISO 14258 propose trois approches : l'intégration, l'unification et la fédération. Cependant, pour les entreprises, le développement de partenariat doit être rapide et ne pas impacter leurs propres systèmes, modes de décision ou encore leurs processus. Dans ce cas, l'approche fédérée est la solution appropriée. En effet, elle implique qu'aucun partenaire n'impose ses modèles, outils et méthodes de travail. Les entreprises doivent pouvoir échanger et partager des informations, ressources et processus selon le principe du *plug and play*. Ce projet vise à développer une méthodologie basée sur les avancées et outils de l'Intelligence Artificielle Générative pour l'interopérabilité fédérée des organisations.

Projet

L'interopérabilité des organisations représente une caractéristique cruciale permettant de collaborer de manière efficace, en échangeant, partageant et exploitant des informations, ressources, processus. Toutefois, dans un environnement d'entreprise en réseau, avec des entités distinctes qui collaborent tout en maintenant leur propre identité, relever le défi de l'interopérabilité devient complexe. Bien que différentes approches comme l'intégration (i.e. l'utilisation de normes communes pour toutes les organisations impliquées dans la collaboration) ou l'unification (i.e. l'utilisation de mécanismes pivot pour transformer des objets hétérogènes) soient actuellement mises en œuvre, l'approche fédérée (i.e. l'exploitation d'informations hétérogènes sans normes ou mécanismes prédéfinis) demeure peu développée à ce jour. Les principaux objectifs d'AG4IO sont les suivants :

- Développer une méthode basée sur l'Intelligence Artificielle Générative (IAG) et la transformation de modèles pour l'interopérabilité fédérée des systèmes dans les environnements d'entreprise en réseau.
- Concevoir et mettre en œuvre des outils et des mécanismes cohérents avec l'approche d'interopérabilité fédérée et permettant de faciliter l'échange, le partage et l'exploitation des informations entre différentes entités, tout en respectant leur indépendance opérationnelle en termes de systèmes d'information, modes de décision et processus.
- Mettre en place des démonstrateurs illustrant l'efficacité de l'approche proposée en situation réelle, afin de valider sa pertinence et son applicabilité dans des contextes opérationnels variés à un niveau TRL4.
- Rassembler et organiser un ensemble de données diversifié et représentatif des défis de l'interopérabilité fédérée, permettant ainsi de tester et de valider les solutions développées.
- Favoriser la diffusion des connaissances produites en adoptant une approche d'Open Science, en mettant à disposition du public les résultats, les méthodes et les outils développés dans le cadre de ces travaux.

Les livrables attendus incluent des rapports de recherche détaillant les avancées, les méthodologies et les résultats obtenus, ainsi que des démonstrateurs fonctionnels démontrant l'efficacité de l'approche proposée. De plus, la base de données constituée dans ces travaux de thèse pourra servir de référence pour d'autres travaux de recherche dans le domaine de l'interopérabilité des systèmes. Enfin, des publications scientifiques seront rédigées pour diffuser les connaissances acquises dans la communauté académique et industrielle. Pour atteindre les objectifs précédemment identifiés, le programme de travail de thèse sera divisé en plusieurs étapes :

1. **Analyse et Compréhension du Contexte** : La première phase consistera en une analyse approfondie des environnements d'entreprise en réseau (Collaborative Network Organization). L'objectif étant d'identifier les spécificités des entités impliquées, leurs systèmes ainsi que les processus et modes de décision au sein des entreprises. Cette étape permettra de cerner les caractéristiques et défis majeurs en matière d'interopérabilité fédérée.
2. **Etat de l'Art et Revue Bibliographique** : Une revue exhaustive de la littérature scientifique et des pratiques industrielles sera réalisée pour identifier les avancées récentes en matière d'IAG et d'interopérabilité des systèmes. Cela permettra de positionner le projet par rapport aux travaux existants.
3. **Conception de l'Approche fédérée basée sur l'IAG** : Sur la base des connaissances acquises, une méthode basée sur l'IAG sera développée, visant à surmonter les obstacles à l'interopérabilité fédérée. Cette étape comprendra la conception des algorithmes, des modèles et des mécanismes de transformation et d'interfaçage d'objets hétérogènes.
4. **Développement d'Outils et de Démonstrateurs** : Des outils logiciels seront conçus et mis en œuvre pour concrétiser l'approche IAG. Ces démonstrateurs serviront de preuves de concept, illustrant l'efficacité de la méthode proposée dans des situations réelles.
5. **Acquisition et Organisation des Données** : Une collecte de données diversifiées sera entreprise pour constituer un ensemble représentatif des défis d'interopérabilité fédérée. Ces données seront soigneusement organisées et préparées pour les expérimentations.
6. **Évaluation et Validation** : Les démonstrateurs seront évalués rigoureusement, mettant en lumière leur capacité à favoriser l'interopérabilité fédérée dans divers contextes d'entreprise en réseau. Les performances seront quantifiées et comparées à des références établies.

3. Références bibliographiques

- ISO 14258. Industrial Automation Systems—Concepts and Rules for Enterprise Models; ISO: Geneva, Switzerland, 1998.
- Nicolas Daclin, Sihem Mallek-Daclin, Vincent Chapurlat. Interoperability analysis in critical collaborative processes: an application to the healthcare sector for complex patient assistance. Int. Journal on Emergency Management, 2016, 12 (4), pp.435-456. (10.1504/ijem.2016.079847). (hal-01930460)
- Nicolas Daclin, David Chen, Bruno Vallespir. Developing enterprise collaboration: a methodology to implement and improve interoperability, Enterprise Information Systems, 2014, pp.1-38. (10.1080/17517575.2014.932013)
- Sihem Mallek Daclin, Nicolas Daclin, Souad Rabah, Grégory Zacharewicz. Product Development Plan Monitoring: Towards a Business Process Digital Twin (I). IFAC 2023 - The 22nd World Congress of the International Federation of Automatic Control, Jul 2023, Yokohama, Japan. (hal-04180210)
- Grégory Zacharewicz, Nicolas Daclin, Guy Doumeingts, Hezam Haidar. Model Driven Interoperability for System Engineering. Modelling, 2020, Feature Papers of Modelling, 1 (2), pp.94-121. (10.3390/modelling1020007). (hal-02968823v2)
- Joseph Rahme, Bharat Masimukku, Nicolas Daclin, Grégory Zacharewicz. Improving ERPs Integration in Organization: An EOS-Based GreneOS Implementation. Computers, 2022, 11 (12), (10.3390/computers11120171). (hal-03879981)
- Gregory Zacharewicz, Saikou Diallo, Yves Ducq, Carlos Agostinho, Ricardo Jardim-Gonçalves, et al.. Model-based approaches for interoperability of next generation enterprise information systems: state of the art and future challenges. Information Systems and E-Business Management, 2016, (10.1007/s10257-016-0317-8). (hal-01321032)
- Zhiying Tu, Gregory Zacharewicz, David Chen. A federated approach to develop enterprise interoperability. Journal of Intelligent Manufacturing, 2016, 27 (1), pp.11-31. (10.1007/s10845-013-0868-1). (hal-00937638)

4. Encadrement

La thèse sera réalisée sous la direction de M. Nicolas Daclin (équipe ISOAR / Laboratoire des Sciences des Risques LSR) et M. Grégory Zacharewicz (équipe ISOAR / Laboratoire des Sciences des Risques LSR) du Centre d'Enseignement et de Recherche en Informatique et Systèmes d'IMT Mines Alès.

L'école doctorale de rattachement sera l'ED I2S de l'Université de Montpellier dans la spécialité SYAM - Systèmes Automatiques et Micro-Électroniques.

5. Profil recherché

Nous recherchons des candidat(e)s de niveau Bac +5 (Ecole d'ingénieur ou Master ou équivalent) ayant l'expérience et les compétences suivantes :

- Systémique
- Modélisation d'entreprise
- Ingénierie dirigée par les modèles (méta-modélisation, transformation de modèles)
- Intelligence Artificielle / sciences des données
- Développement informatique

6. Contacts

- ▶ Sur le projet de recherche : nicolas.dalcin@mines-ales.fr / (+33) 0 434 246 266, gregory.zacharewicz@mines-ales.fr / (+33) 0 434 246 293
- ▶ Sur les aspects administratifs : Anne-Catherine Denni, anne-catherine.denni@mines-ales.fr