

## OFFRE DE THESE CIFRE

### Développement d'un connecteur intelligent pour une interopérabilité agile entre les systèmes d'entreprise

**Mots clés :** Interopérabilité, agilité, IA, contexte multi-agents.

#### L'entreprise

**AGHAREN** est une startup du numérique de la région nantaise. Sa mission est d'accompagner les entreprises dans la réussite de leur transition 4.0, à partir d'une méthodologie innovante SPE-Smart Pragmatic Enterprise, issue des travaux de Bernard Tanous et de Jean Vieille.

#### Laboratoire et équipes de recherche

**LS2N** (Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes, UMR 6004) est créé en janvier 2017 par la fusion de l'IRCCyN (UMR 6597 : Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes), et du LINA (UMR 6241 : Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique). L'objectif est de rassembler toutes les forces de la robotique, la cybernétique, l'informatique et du génie industriel pour répondre aux nouveaux défis de la société et l'entreprise du futur. Le projet de la thèse CIFRE est en interaction avec les équipes suivantes :

**IS3P** (Ingénierie des Systèmes : Produits, Processus, Performances) qui s'intéresse aux méthodes et outils pour la modélisation, l'analyse, la conception et le pilotage des systèmes sociotechniques complexes. L'intégration données - connaissances pour l'aide à la décision, l'amélioration des performances et la définition des systèmes d'information métier sont au cœur des problématiques de recherche de l'équipe.

**PSI** (Pilotage des Systèmes Industriels) qui est axée sur le pilotage des systèmes de production du futur en proposant des outils et méthodes remplaçant ou complétant les solutions classiques et permettant d'intégrer les spécificités et contraintes imposées par les nouvelles technologies liées aux systèmes cyber-physiques et la robotisation.

#### Contexte scientifique

L'industrie d'aujourd'hui fait face aux contraintes de plus en plus complexes liées à la variété des processus de collaboration, aux évolutions technologiques et à l'augmentation de la quantité et la diversité de types d'informations manipulées. Dans ce contexte, le concept d'interopérabilité s'impose comme une solution nécessaire pour favoriser les échanges d'information entre des systèmes hétérogènes (organisationnels et informatiques) mais aussi synchroniser les différents processus et décisions. D'une façon générale, l'interopérabilité est définie comme la capacité de deux systèmes à communiquer, tout en garantissant à chaque système un fonctionnement indépendant et autonome. Ces systèmes peuvent être organisationnels, informationnels, opérationnels ou encore informatiques et cyber-physiques.

Trois types d'interopérabilité sont souvent distingués dans la littérature : Sémantique (pour la mise en commun de vocabulaires et la connexion des concepts), organisationnel (pour la mise en adéquation des processus opérationnels de traitement) et technique (pour proposer des standards et des connecteurs concrets).

Dans la réalité, les connecteurs sont souvent créés pour assurer des interactions entre les applications. Des standards génériques comme le langage STEP, l'ISO 15926 ou l'IEC62264, les ontologies basées sur des ULO comme BFO ou DOLCE sont des initiatives intéressantes mais nécessitent une mise à jour régulière pour

prendre en compte l'évolution et la variété des systèmes mis en œuvre. Ils restent aussi limités dans leur vocabulaire pour inclure toute la quantité d'informations (à titre d'exemple, la perte d'information lors du passage d'un fichier CAO vers un CAE).

Ces éléments ne sont pas les seules limites des approches d'interopérabilité classiques dans le contexte de l'entreprise du futur. L'évolution des marchés aujourd'hui font que les entreprises souhaitent entretenir des relations avec plusieurs partenaires en même temps, tout en gardant leur liberté de les rompre quand ils veulent ou de changer de partenaires. Ceci pose la question de la flexibilité tant sur les processus organisationnels que sur les systèmes d'information utilisés. Les connecteurs « statiques » doivent alors se doter de plus de réactivité afin de répondre en temps réel à des besoins différents.

C'est pour répondre à cette problématique que les experts de la société AGHAREN travaillent sur le développement d'un Framework générique pour la construction de connecteurs intelligents mettant à profit :

- La mise en œuvre de processus - agents autonomes sensibles à leurs adjacents et informés des objectifs supérieurs et initiaux de leur environnement dans le contexte de l'action en cours.
- L'interopérabilité sémiotique qui reconnaît la subjectivité et la diversité des approches ontologiques entre acteurs des interactions entre systèmes pour décrire une réalité objective complexe, et propose un traitement processuel du développement de la compréhension.

Les situations d'interconnexion agile et dynamique résultant de l'exploitation de ce Framework constituent des systèmes naturellement intelligents intégrant le raisonnement à base de connaissances et d'autres mécanismes de l'intelligence artificielle.

L'objectif de ce travail de thèse est de construire une première action de collaboration entre l'entreprise et le laboratoire LS2N afin de consolider l'approche conceptuelle d'un côté, et d'identifier les meilleures solutions techniques pour supporter le Framework proposé.

## Missions de la thèse

Ce travail de thèse devra être réalisé sur quatre étapes principales :

Un premier travail d'étude de la littérature et d'analyse de l'existant permettra d'avoir un socle scientifique pour supporter l'approche proposée et définir ses principales briques méthodologiques.

A l'issue de ce premier travail de synthèse, l'architecture conceptuelle du framework d'interopérabilité agile sera détaillée avec les langages de modélisation type UML ou Archimate.

La troisième étape concerne la définition des solutions techniques pour supporter le framework méthodologique qui sera proposé. Les systèmes multi-agents, les ontologies ainsi que le paradigme de « context-aware systems » sont des pistes intéressantes mais pas figées pour supporter cette étape. Un travail de modélisation sera également demandé pour la conception de l'architecture technique.

Enfin, la dernière étape sera la validation du framework global à travers un démonstrateur à appliquer sur des cas pratiques. Quelques modules seront codés et une ontologie sera construite pour couvrir certains domaines d'intérêt liés aux cas d'études choisis.

## Profil recherché

### Diplôme requis :

Ingénieur ou master en génie informatique ou en génie industriel avec des compétences informatiques.

### Compétences techniques :

- Un bon niveau de conceptualisation pour aborder les problématiques de modélisation
- La connaissance du langage de modélisation UML et BPMN.
- La connaissance des ontologies, de RDF, OWL est un plus
- Connaissance approfondie d'au moins une solution SI (ERP, PLM, etc.)
- Des connaissances sur certaines technologie de l'IA (comme les systèmes multi-agents) est un plus

- Capacités de programmation informatique.

#### **Relationnel :**

Le projet étant dans un cadre collaboratif entreprise-laboratoire, le candidat doit être capable de travailler en relation directe avec différents profils : chercheurs, experts industriels, développeurs informatiques, etc.

#### **Références bibliographiques**

- Belkadi F., Dhuieb M.A., Aguado J.V., Laroche F., Bernard A., Chinesta F. (2020). Intelligent Assistant System as a context-aware decision-making support for the workers of the future. Computers and Industrial Engineering. Vol. 139, 105732.
- Lafleur M., Terkaj W., Belkadi F., Urgo M., Bernard A., Colledani M. (2016). An Onto-based interoperability framework for the connection of PLM and production capability tools. 13th IFIP International Conference on Product Lifecycle Management, Columbia, USA, 11-13 july.
- Li W., Liu K., Liu S. (2013). Semiotic Interoperability – A Critical Step towards Systems Integration. In Proceedings of the 5th International Conference on Knowledge Management and Information Sharing, KMIS, Vilamoura, Portugal, 19-22 sept 2013, pp. 508-513.
- Panetto, H., Dassisti, M., Tursi, A. (2012). ONTO-PLM: Product-driven ONTOlogy for Product Data Management interoperability within manufacturing process environment. Advanced Engineering Informatics, vol. 26(2), 334-348
- Penciu D., Durupt A., Belkadi F., Eynard B., Rowson H. (2014). Towards a PLM interoperability for a collaborative design support system. 8th Int. Conf. on Digital Enterprise Technology, DET. Stuttgart, Germany, 25 – 28 March. In Procedia CIRP, Vol. 25, 369-376.
- Petrov V. (2016). Process Philosophical Adventures of Applied Ontology. Philosophy Study, January 2016, Vol. 6, No. 1, 26-33.
- Ruggaber, R. (2005). ATHENA - Advanced Technologies for Interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Application. International Conference on Interoperability of Enterprise Software and Applications, Geneva, Switzerland, 23-25 February.

#### **Administratif :**

**Contrat doctoral (CDD)** de 36 mois à partir de l'automne 2021 (cadre d'un processus de thèse CIFRE). Salaire en fonction de la grille en vigueur dans le programme ANRT.

#### **Envoi des candidatures**

Les candidatures doivent être envoyées (avec CV, relevé de notes du Master et lettres de recommandation) aux adresses mail suivantes avec comme objet : Candidature\_Thèse\_AGHAREN.

Farouk BELKADI : [Farouk.Belkadi@ec-nantes.fr](mailto:Farouk.Belkadi@ec-nantes.fr)

Rosa ABBOU : [Rosa.Abbou@ls2n.fr](mailto:Rosa.Abbou@ls2n.fr)