



Université Claude Bernard



Lyon 1

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **12 juillet 2021**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur FIGAY Nicolas**

Titre de la thèse : *Interopérabilité Opérationnelle Continue*

Résumé



Le principal thème de recherche que j'ai abordé est l'interopérabilité des applications d'entreprise qui contribuent à la gestion du cycle de vie des produits (Product Lifecycle Management).

Ma recherche vise à définir une approche innovante pour soutenir, préparer et construire une interopérabilité opérationnelle continue entre les applications, et ce à un prix acceptable dans un environnement commercial et technique en constante évolution. Les applications sont distribuées au sein de l'entreprise et à l'extérieur de l'entreprise, c'est-à-dire au sein des chaînes d'approvisionnement d'un écosystème d'entreprise numérique. L'interopérabilité souhaitée doit se construire tant au niveau de l'organisation des entreprises et de leurs processus, qui s'appuient sur ces applications, que sur les technologies permettant de réaliser ces applications et de les connecter. Les données sont distribuées entre divers systèmes interconnectés et en reconfiguration permanente. Enfin, leur sémantique doit être préservée en dépit des multiples transformations qu'elles subissent pour pouvoir être manipulées et traitées par des produits logiciels extrêmement hétérogènes.

Adresser cette thématique de recherche m'a amené à:

- Soutenir une thèse de doctorat et obtenir le titre de docteur en informatique
- Encadrer ou soutenir quatre thèses de doctorat et 5 masters
- Publier 9 articles dans des revues internationales, 18 chapitres d'ouvrage et 25 communications dans des conférences du premier plan.
- Monter et réaliser de nombreuses études de recherche au sein du réseau de recherche et technologies du Groupe, environ 60 sur 20 ans
- Lancer, piloter ou contribuer à 15 projets de recherche européens ou français
- Evaluer et caractériser une centaine de technologies et standards censés permettre de construire l'interopérabilité
- Publier 67 articles de vulgarisation sur LinkedIn depuis 2016, qui ont cumulé 200 000 vues et permis la constitution d'un réseau d'environ 10 000 suiveurs.
- Etre invités à plus de 30 conférences nationales et internationales pour présenter mes travaux
- Etre reconnu comme expert international dans les organismes de standardisation depuis 1997
- Etre reconnu comme expert au sein d'Airbus depuis 2004
- Etre invité à présenter mes travaux à une trentaine de conférences
- Dispenser environ 2500 heures de cours depuis 2002 à des étudiants de master niveau M1

Motivations pour présenter l'H.D.R :

J'effectue depuis de nombreuses années (depuis 1997) des activités de recherche liées à l'interopérabilité des applications d'entreprise, avec l'établissement de collaborations étroites avec le monde académique, le monde industriel et le monde de la normalisation. Cela m'a permis de développer un profil d'expert reconnu internationalement (Expert Airbus, Expert International à l'ISO), y compris dans le monde de la recherche avec la réalisation d'une thèse sur le sujet défendu en 2009 à l'Université C.B. Lyon 1 sous la direction de Pr. Parisa GHODOUS. Depuis, j'ai encadré des travaux de thèses, toujours avec l'étroite collaboration entre mon entreprise et mes partenaires académiques. J'ai également contribué à l'état de l'art au travers de diverses publications scientifiques sur la thématique liée à mon expertise. Obtenir l'habilitation à encadrer la recherche s'inscrit tant dans mon projet de recherche que dans mon projet professionnel au sein d'Airbus. En termes de recherche, l'ambition est de continuer à faire progresser l'état de l'art tout en transmettant le savoir acquis durant ces 20 dernières années à de jeunes chercheurs. Au sein d'Airbus, l'objectif est de faire évoluer le cadre d'interopérabilité développé pour répondre, en s'appuyant sur l'état de l'art et les meilleures pratiques industrielles, aux défis liés à la digitalisation que les membres de l'industrie aéronautique, spatiale et défense doit relever pour rester compétitifs.

RESUME DES TRAVAUX DE THESE :

Dans le contexte économique actuel, les entreprises font face à de nouveaux problèmes en termes d'interopérabilité, du fait de besoins croissants de collaboration eBusiness dans les écosystèmes numériques auxquels elles appartiennent. Elles ont également besoin de pouvoir rentabiliser et faire évoluer les applications internes existantes. De plus, l'établissement rapide d'une collaboration numérique avec un membre de leur écosystème, limitée dans le temps, ne devrait pas nécessiter de modification de leurs infrastructures de communications et de leurs applications pour pouvoir échanger information et connaissance. D'un côté, les solutions actuelles sont de moins en moins adaptées pour faire face ni aux besoins croissants d'interopérabilité dans des environnements de plus en plus complexes. D'un autre côté, il n'est pas envisageable de remplacer les standards et les cadres d'interopérabilité actuellement utilisés en proposant des innovations de rupture. Les travaux de recherches réalisés dans le cadre de la thèse « Interopérabilité des applications techniques d'entreprise » concernent le développement d'une approche innovante pour construire un cadre d'interopérabilité des applications d'entreprise basé sur l'utilisation simultanée et cohérente des standards d'interopérabilité d'un écosystème et des technologies associées. L'objectif est l'interopérabilité « pragmatique ». L'approche innovante proposée s'appuie sur les apports conjugués de l'ingénierie par les modèles, de la modélisation d'entreprise, des ontologies et des architectures orientées services. Elle promeut l'utilisation des commodités du WEB, basées sur des standards ouverts et gouvernés. Ce faisant, la préservation sémantique entre les standards de l'écosystème considéré, les artefacts d'ingénierie des applications et les infrastructures de communication est cruciale. Aussi l'approche innovante proposée inclut-elle le concept "d'hyper modèle étendu", qui a été développé dans le cadre de cette thèse, et dont l'usage est illustré dans le cadre particulier des applications de gestion du cycle de vie des produits industriels, au sein de l'entreprise étendue.

RESUME DU PROJET SCIENTIFIQUE A COURT TERME :

L'interopérabilité est un domaine de recherche qui a une grande importance depuis de nombreuses années, notamment pour mettre en place les collaborations numériques sécurisées requises pour la mise en place d'une approche industrielle de type PLM (Product Life cycle Management), permettant l'échange et le partage de données décrivant les produits industriels et les processus associés dans la chaîne de sous-traitance, mais également la préservation de ces données en dépit de l'obsolescence logicielle.

Avec l'évolution actuelle d'Internet, qu'il s'agisse du Cloud, de l'Internet des Objets avec sa déclinaison dans

l'industrie, les cyber-systèmes autonomes ou de l'intelligence artificielle, pouvoir préparer et construire l'interopérabilité opérationnelle requise à un prix acceptable devient de plus en plus crucial, en dépit d'un rythme toujours croissant des évolutions des organisations et des technologies dans un monde de plus en plus imprédictible et incertain. C'est un besoin fort non seulement pour le Groupe Airbus, mais également pour toute la filière industrielle et pour de nombreux autres domaines

Pour mettre en place l'interopérabilité requise, des freins existent, toujours plus nombreux, ainsi que des verrous scientifiques qu'il faut adresser dès lors qu'il s'agit de faire face à la complexité croissante et à l'hétérogénéité de plus en plus grande des systèmes d'information émergents, et qui doivent soutenir la collaboration sécurisée des entreprises qui s'organisent en réseaux reconfigurables, flexibles, agiles et réactifs.

Fort de l'expérience passée et de mon expertise, je souhaite créer une équipe autour de la thématique de l'interopérabilité, qualité majeure sur le chemin vers la digitation des entreprises pour pouvoir rester compétitifs et maîtriser les risques industriels lors de la mise en œuvre de collaborations numériques sécurisées.

Le projet scientifique à court terme est l'évolutivité, l'extension et l'adaptation du cadre d'interopérabilité développé et de la plateforme expérimentale associée aux standards émergents relatifs à l'ingénierie par les modèles, au cyber systèmes autonomes et à l'industrie 4.0, en prenant en compte les nouveaux facilitateurs liés aux technologies du Web, comme par exemple le Cloud, l'Internet des Objets, l'Open Source pour le hardware ou la blockchain.

Il est également d'adresser les freins scientifiques identifiés lors de la mise en œuvre de ce cadre pour les domaines associés, en particulier en lien avec l'usage de langages et technologies hétérogènes à l'origine de silos à supprimer pour mettre en place des approches PLM.

Ce projet s'appuiera tant sur des travaux internes à Airbus qu'au travers de collaborations avec le monde académiques et le monde des normes internationales qui se mettront en place en fonction des opportunités qui se présenteront dans le cadre de mes activités de Recherche et Développement dans le Groupe. En tant qu'expert senior chez Airbus et qu'expert international pour les normes liées aux données industrielles, je pourrai raccourcir le cycle d'innovation avec l'application des résultats scientifiques et les retours d'expérience permettant de mettre à jour et de prioriser les verrous scientifiques à adresser.