

Fiche de poste 2021

Ingénieur(e) de recherche

IMT Mines Alès – Centre CERIS

Raison d'être du poste : « S'impliquer dans la construction d'un dossier de soumission pour une Chaire industrielle dans le cadre de l'IMT autour des Jumeaux Numériques »

Etablissement : IMT Mines Alès (Ecole nationale supérieure des mines d'Alès)

Centre de recherche et d'enseignement : Centre d'Enseignement et de Recherche en Informatique et Systèmes - CERIS.

Localisation : Alès

Type de contrat : CDD 12 mois / Temps plein

Date de prise de poste : octobre 2021

1. Présentation de notre établissement et du centre CERIS

1.1. L'Institut Mines-Télécom

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.

1.2. IMT Mines Alès

Raison d'être de l'école : « Forte de son appartenance à l'IMT et de son ancrage territorial, IMT Mines Alès donne à ses élèves les meilleures chances de s'accomplir professionnellement pour être des acteurs responsables du développement de la Nation en préservant les richesses de la Planète. »

Les valeurs qui nous animent : audace ! engagement, partage, excellence.

Créée il y a 175 ans, IMT Mines Alès compte à ce jour 1200 élèves (dont 200 étrangers) et 350 personnels. Elle possède deux campus à Alès et est également implantée à Montpellier et Pau. Ses élèves sont des ingénieurs généralistes, des ingénieurs de spécialité (par apprentissage), des doctorants et des élèves de masters ou mastères spécialisés. Elle accueille de plus 500 stagiaires en formation continue professionnelle. 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, de l'environnement et des risques, de l'intelligence artificielle et du génie industriel et numérique (CERIS). Ces entités regroupent environ 80 enseignants-chercheurs permanents (dont 40 HDR), 20 personnels techniques et 10 personnes administratifs de soutien à la recherche, 80 doctorants et post-doctorants, qui produisent chaque année 90 publications de rang A et 3M€ de contrats de recherche, dont 1M€ de contrats directs avec les entreprises. IMT Mines Alès est accréditée à délivrer le diplôme de docteur dans 4 écoles doctorales. Elle dispose de 12 plateformes technologiques et compte 1600 entreprises partenaires. La créativité est une caractéristique forte qui irrigue toutes ses activités. L'école fut la première à créer un incubateur en 1984 (200 entreprises créées à ce jour, 1000 emplois). L'école offre des parcours professionnels riches et variés : les enseignants-chercheurs ont des possibilités de mobilités professionnelles dans les différentes écoles de l'IMT et peuvent également occuper s'ils le souhaitent des responsabilités au sein des directions fonctionnelles de l'école (direction des études, de la recherche, de l'international, du développement économique...) sur une partie de leur temps.

IMT Mines Alès a noué des partenariats structurants avec le CNRS et les universités de Montpellier, de Nîmes et de Pau. Les centres de l'école ont en particulier développé des collaborations scientifiques solides avec les unités de recherche HSM, LMGC, IPREM, EuroMov et CHROME.

1.3. Centre d'Enseignement et de Recherche en Informatique et Systèmes (CERIS)

Le CERIS est composé de deux équipes de recherche. La première équipe, ISOAR (Ingénierie des Systèmes et des Organisations pour les Activités à Risque) opère dans le laboratoire des Sciences du Risque et propose une vision transverse et systémique du management de situations complexes pour développer une science du risque interdisciplinaire. La seconde équipe I3A (Informatique Image et Intelligence Artificielle) s'associe au Centre européen de recherche sur le mouvement humain pour s'intéresser à l'étiologie du mouvement humain dans l'UMR Digital Health in Motion en co-tutelle Université de Montpellier et IMT Mines Ales. Le CERIS assure la coordination et les enseignements de deux des départements d'enseignement de l'IMT Mines Ales, les départements « Performance Industrielle et Systèmes Mécatroniques » (PRISM) et « Informatique et Intelligence Artificielle » (2IA).

Les enseignants-chercheurs de l'équipe ISOAR travaillent sur l'aide à apporter à un collectif d'acteurs pluridisciplinaires lorsqu'ils doivent mener à bien des activités dites à risque, appliquées à des systèmes complexes et d'organisations, ou encore des « systèmes de systèmes » (SdS) tels que des infrastructures critiques (IC). Ces activités visent à concevoir, optimiser, réaliser, vérifier et valider, évaluer ces systèmes puis à décider et justifier ces décisions avant réalisation. Les membres de l'équipe ont acquis une expertise tant en termes de modélisation, de simulation, d'analyse et d'évaluation de systèmes complexes, que de préparation, de formation et de déploiement de ces derniers en situation. Les travaux scientifiques s'inscrivent dans un projet scientifique interdisciplinaire en collaboration avec le Laboratoire de Génie de l'Environnement Industriel d'IMT Mines Alès, avec une vision originale entre le management de systèmes complexes et la gouvernance d'activités et de situations à risques.

2. Description de l'emploi

Le texte en Annexe décrit le contenu du projet, ses livrables et le travail à mener à bien.

3. Profil et candidature

3.1. Profil recherché et critères généraux d'évaluation

La personne recrutée devra être titulaire d'un doctorat en Génie Industriel ou d'un diplôme d'ingénieur généraliste ou spécialisé en Génie Industriel. Une ou des expériences en entreprise seront appréciées. Ce poste nécessite une personne dynamique, impliquée, d'une curiosité intellectuelle notable, ayant éventuellement l'expérience de montage de projets de recherche collaboratifs. Le titulaire fera preuve d'autonomie, d'esprit d'initiative, d'adaptabilité et de rigueur. Il possèdera une réelle motivation pour le sujet tel que décrit en annexe.

Il est également attendu de réelles aptitudes et une expérience en organisation et travail en équipe : organisation de réunions, planification des actions, contribution à la rédaction de documents administratifs. Une très bonne pratique de l'anglais scientifique est indispensable.

La personne recrutée sera placée auprès du responsable du projet Chaire Industriel IMT.

3.2. Conditions administratives de candidature

Le poste proposé par l'IMT Mines Alès est un contrat à durée déterminée de 12 mois, à temps plein, contrat de droit public relevant des dispositions du cadre de gestion de l'Institut Mines-Télécom, métier R - Ingénieur de recherche selon profil.

Salaire brut annuel : à partir de 32114€ bruts selon profil.

3.3 Modalités de candidature

Les candidats devront faire parvenir un curriculum vitae complet, une lettre d'intention et de motivation, ainsi que toutes pièces justificatives faisant état des activités et de travaux de recherche & développement ainsi que d'éventuelles lettres de recommandation.

Une transmission électronique à : Souad.rabah-chaniour@mines-ales.fr, vincent.chapurlat@mines-ales.fr, et recrutements@mines-ales.fr

- Date limite de clôture des candidatures : 20 août 2021
- Date pressentie indicative du jury : 1^{ère} quinzaine de septembre 2021
- Date prévisionnelle de prise de poste : octobre 2021

3.4 Personnes à contacter

- Sur le contenu du poste

Souad Rabah-Chaniour (IMT Mines Alès), Souad.rabah-chaniour@mines-ales.fr / tél : (+33) (0)4 34 246 292

Vincent Chapurlat (IMT Mines Alès), vincent.chapurlat@mines-ales.fr / tél. (+33) (0)434 246 287 / (+33) (0) 622 237 993

- Sur les aspects administratifs

Géraldine BRUNEL, responsable du service de gestion des ressources humaines

Courriel : geraldine.brunel@mines-ales.fr – Tél : 04 66 78 50 66

ANNEXE

Projet de construction d'une Chaire Industrielle regroupant plusieurs écoles de l'IMT

Problématique générale du projet

Le besoin industriel est de passer plus vite de l'idée à sa concrétisation. Par exemple, une opportunité peut se présenter à une entreprise sous la forme d'un nouveau produit complexe et/ou de nouveaux services associés à ce produit e.g. sa maintenance, la formation des futurs opérateurs, le suivi opérationnel, etc. Cette entreprise ne sait pas nécessairement, ne souhaite pas, voire souvent même, n'ose pas lancer le projet répondant à cette opportunité pour diverses raisons : capacités, savoirs, compétences, moyens, risques... Cette entreprise est, de fait, amenée à rechercher des partenaires pour faire émerger une collaboration qui se doit d'être pertinente pour tous, en mettant en commun des capacités, moyens et compétences de ces partenaires, tout en préservant leur autonomie et leurs savoirs faire. Le but est bien ici de mener à bien un projet collaboratif qui repose sur des activités de conception, de développement, d'optimisation, de production, de création de services, ...

Ce projet se base sur la mise en avant de l'association aujourd'hui incontournable, selon une approche systémique et globale, entre :

- La modélisation : produit / organisations et entreprises impliquées dans la collaboration / systèmes de production de biens comme de services et procédés mis en œuvre. La modélisation permet la réflexion amont et le raisonnement, le partage, la communication, la validation croisée impliquant tous les partenaires, l'évaluation des solutions comme des risques, le tout dans un climat de confiance. Le but est ici de réfléchir aux moyens et méthodes de modélisation qui sont utiles et utilisables, de promouvoir la modélisation et la fédération de modèles pour gagner en représentativité de l'objet modélisé, de gagner enfin en autonomie au sein même des entreprises concernées pour aller vers des modèles partageables, compris et assumés.
- L'analyse que permettent alors la manipulation de ces modèles : cette analyse peut consister à faire de la vérification et de la validation au plus tôt, de l'évaluation des alternatives de solution ou des risques, de la projection stratégique à plus ou moins long terme, ... La vérification et la validation est souvent axée sur la simulation des modèles créés. Les alternatives de solution qui sont modélisées concernent le produit visé, l'organisation mise en place, le système de production, la logistique, les plannings, ... Cette analyse est ainsi un support nécessaire pour tous les partenaires impliqués dans les activités du projet. Le but ici est d'associer ou de développer, de rendre accessibles et de savoir utiliser diverses techniques pour assurer, ou à défaut rassurer les partenaires, en leur fournissant les justifications nécessaires.
- L'aide à la décision qui est enfin naturellement irriguée et se bâtit au moyen de ces justifications. Ici aussi, il est nécessaire de faire appel et de croiser des techniques et des méthodes spécifiques selon l'objet d'étude (e.g. le produit lui-même, la stratégie de production, un planning, ou la répartition des responsabilités de chaque partenaire), le risque étudié ou la situation même des partenaires. Le développement d'une politique de maintenance prédictive 4.0 dans le but d'améliorer la disponibilité et la fiabilité des moyens de production et de diminuer leur coût de maintenance. Cette politique est basée sur la planification des actions de maintenance les plus adéquates afin de minimiser les conséquences de l'occurrence des défauts impactant les ressources de production.

Ce projet vise donc à préparer la soumission d'une Chaire Industrielle IMT dans le cadre de l'AAP Chaire Industrielle ANR ou en s'appuyant sur le dispositif de Chaires Industrielles sous Mécénat de l'IMT. Cette Chaire visera, à terme, à conceptualiser, croiser, outiller et appliquer des techniques, outils et moyens de modélisation, d'analyse et d'aide à la décision pour des acteurs industriels souhaitant

collaborer plus vite et de manière plus harmonieuse. Elle visera à formaliser et à outiller diverses techniques et méthodes permettant aux partenaires de créer et de manipuler une Maquette Numérique. Cette dernière intégrera en cohérence les trois visions nécessaires pour aller vers des collaborations efficaces dans le domaine industriel : produit et services / organisation et processus / procédés et techniques. Cette Maquette Numérique résultera et alimentera toutes les activités en charge de la conception durant le projet et évoluera peu à peu vers un Jumeau Numérique qui sera alors utilisé durant les activités de production et de suivi.

Le but de la Maquette Numérique et du jumeau numérique est de servir les intérêts de plusieurs partenaires souhaitant s'associer de manière opportuniste, et donc souvent temporaire mais en se garantissant d'un certain niveau de confiance durant leurs activités, en procédant de manière accompagnée, et efficace en termes de qualité, d'interopérabilité, de partage des responsabilités comme des risques, de frugalité des moyens et des ressources.

Le but de la Chaire est de permettre un développement d'activités de R&D en collaboration avec des industriels pour une durée de 5 ans. Les différentes plateformes de l'IMT (par exemple IT'mFactory ou DIWII à Mines Saint-Etienne) permettront une instanciation des preuves de concept réalisées pour une meilleure visibilité des travaux réalisés et un meilleur transfert du monde de la recherche vers les industriels.

Travail proposé dans cette action

Ce projet vise la construction d'une **chaire industrielle** au niveau national et impliquant les E/C de l'IMT, réunis autour d'un consortium industriel à bâtir.

Cette Chaire Industrielle propose un axe de R&D à développer autour d'une vision *système*, basée *modèles* et intégrant des solutions *numériques* pour favoriser la virtualisation de l'entreprise, de ses produits et services, de systèmes de production de ces biens et services, ...

Il est proposé dans cette chaire de définir et d'outiller la construction d'une Maquette Numérique d'un système (entreprise, produit, ...) puis le passage au Jumeau Numérique (exemple : du produit et/ou du service souhaité comme de l'organisation nécessaire à sa conception puis sa production pour en assurer le pilotage et le maintien en conditions opérationnelles).

L'objectif de créer un jumeau numérique intelligent est d'améliorer les outils utilisés en optimisation et aide à la décision automatiquement grâce aux données générés par l'atelier de production. Un exemple en conception de ligne d'assemblage est d'utiliser des outils d'apprentissage machines pour prédire le taux de produits de bonne qualité en fonction des caractéristiques de la ligne de production (charge de travail de chaque employé, expérience d'un employé qui effectue une tâche, types d'équipement, etc.). Ensuite, cet arbre peut être traduit en modèles d'optimisation (MIP, CP). Ainsi, le modèle d'optimisation, construit automatiquement à partir des données, reflète plus précisément la réalité. Un autre exemple concerne la planification de production : nous pourrions étudier comment mieux représenter la consommation de capacité et le délai de production en utilisant l'acquisition de modèles. Plus précisément, nous pourrions utiliser l'apprentissage automatique pour apprendre la fonction de consommation de capacité, et les exemples utilisés pour l'apprentissage peuvent être générés par une simulation de flux de matières. D'autre part, comme le jumeau numérique donne accès à une quantité massive de données, il peut aider à prédire la valeur d'un paramètre inconnu et leur variance. Par conséquent, grâce au jumeau numérique, l'outil résultant peut donc tenir compte de l'incertitude sur la quantité de produits retournés et créer un plan de production robuste.

Un autre exemple d'utilisation sera de travailler sur le développement d'une démarche guidée par les données numériques et expérimentales permettant d'estimer la RUL (Remaining Useful Life / durée de vie résiduelle) et de modéliser la dynamique d'évolution des dégradations détectées. L'estimation de la RUL nécessite la construction d'un modèle de dégradation afin de caractériser sa dynamique d'évolution ou de progression. Ces méthodes construisent en général le modèle de dégradation soit en utilisant des

connaissances physiques ou par apprentissage via les techniques guidées par les données (apprentissage automatique et profond). Cependant, la fiabilité et la précision de l'estimation de RUL par ces méthodes sont limitées. De plus, elles nécessitent des connaissances ou des données riches (dans des conditions de fonctionnement variées) sur la dynamique de dégradation. L'obtention de ces données est très coûteuse et leur richesse est limitée vis-à-vis des conditions opératoires. D'où l'intérêt du jumeau numérique en tant qu'un support puissant pour générer des données, surtout sur des modes de défauts critiques, permettant ainsi d'éviter la dépendance à une exploration expérimentale coûteuse et difficile. Ces données permettraient d'améliorer l'efficacité des actions de maintenance prédictive afin d'améliorer la résilience et d'optimiser le fonctionnement des systèmes de production dans un environnement perturbé par des événements extérieurs imprévus comme les défauts.

Les verrous de recherche et développement porteront sur : la modélisation (système, produit dont modélisation multi-physique / processus / organisation) / modélisation rapide ou guidée (patrons de modélisation, modèles et cadre de référence, ...) / modélisation, architecture et construction de modélisation d'entreprise / techniques de fédération et de composition pour l'interopérabilité de modèles / vérification et validation en conception / usage des modèles en production / mutation entre modèles de conception et modèles pour la production / Interopérabilité entre les différents modèles (produit, process, processus) / intégration d'informations terrain remontantes en temps réel dans un jumeau numérique / simulation (continue, discrète, hybride, basée sur des techniques d'IA) / analyse (traçabilité, dépendance, influence) / méthodes et techniques d'évaluation basées modèles / transition numérique des entreprises pour accompagner et faciliter la gestion du cycle de vie de ses produits et services / aide à la décision / mutation des modèles d'organisation des entreprises / Enterprise System Engineering / Ingénierie de systèmes et de systèmes de systèmes / Vérification et Validation au plus tôt / ...

Résultats attendus

Les résultats de la Chaire Industrielle sont de plusieurs ordres :

- Externe : visibilité IMT. Il s'agit ici de démontrer au travers de cette chaire la maîtrise et la continuité de compétences que les E/C des laboratoires de l'IMT peuvent fournir car elle concerne la totalité du cycle de vie d'un produit comme d'un projet, de sa genèse jusqu'à sa fin de vie. Les outils et techniques développés peuvent de fait s'appliquer à divers moments de ce cycle de vie, en étant interopérables autour d'un modèle global, multi-vues et holistique que propose et promeut la Maquette Numérique. Ce savoir-faire 'générique' autour de cette vision Système/Modèle/Numérique peut donc être appliqué pour répondre à plusieurs enjeux actuellement mis en avant dans les appels à projets.
- Interne : travail collaboratif entre les E/C autour de deux concepts, la Maquette Numérique et le jumeau numérique, et d'une vision unifiante, leur laissant toute liberté de R&D pour s'en servir et développer des axes de recherche en partageant des modélisations plus abouties et plus réalistes.

De fait, les résultats attendus de ce projet sont :

- Une étude de faisabilité et d'intérêt de cette Chaire pour un ou deux domaines industriels : Automobile, Aéronautique, Spatial, ...
- Un modèle de chaire (ANR ou IMT) permettant d'attirer un groupes d'industriels significatifs de ce ou de ces domaines.
- Une proposition des contributions potentielles des E/C de l'IMT à ce projet.
- Un argumentaire permettant de convaincre, à la fois, les E/C et les industriels potentiels de la valeur réelle de cette chaire pour leurs activités propres : publication, application, encadrements, stages, ...

Livrables

- Attentes des Industriels
- Premières études et comparaisons de techniques, de langages et d'outils de modélisation, de simulation, de standards de fédération, de simulation (e.g. FMI/FMU, HLA, ...) pour la modélisation produit, la modélisation d'entreprise, la modélisation pour l'ingénierie de métier (e.g. multiphysique) vs. pour l'ingénierie de systèmes, la fédération de modèles hétérogènes, la simulation (discrète, continue, hybride), l'intérêt et le REX d'une Early V&V, ...
- Etat de l'art des outils du marché fournis par les éditeurs de logiciels et des intégrateurs
- Contributions des E/C IMT
- Argumentaires
- Planification du projet de montage de la Chaire
- Premières ébauches du dossier de soumission selon le modèle visé de Chaire