

Post-doc 24 mois : Optimisation dynamique pour l'ordonnancement d'atelier

UMR de rattachement	LIMOS, UMR CNRS 6158, Mines Saint-Etienne
Localisation	Saint-Etienne
Supervision	Damien Lamy, Xavier Delorme
Financement	Projet Easy Smart Factory
Mots clés	Ordonnancement, optimisation dynamique, recherche opérationnelle
Date de début souhaitée	octobre 2021

Contexte

L'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne (MSE), École de l'Institut Mines Télécom, sous tutelle du Ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique est chargée de missions de formation, de recherche et d'innovation, de transfert vers l'industrie et de culture scientifique, technique et industrielle. MSE représente : 1 800 élèves-ingénieurs et chercheurs en formation, 420 personnels, un budget consolidé de 50 M€, 3 sites au niveau du campus de Saint-Étienne (Loire), un campus à Gardanne (Bouches-du-Rhône), 5 centres de formation et de recherche, 7 laboratoires de recherche, un centre de culture scientifique, technique, industrielle (La Rotonde) et des projets de développement en France et à l'étranger.

Le Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS), qui sera le laboratoire d'accueil, est une Unité Mixte de Recherche (UMR 6158) en informatique, et plus généralement en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC). Le LIMOS est principalement rattaché à l'Institut des Sciences de l'Information et de leurs Interactions (INS2I) du CNRS et de façon secondaire à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS). Il a pour tutelles académiques l'Université Clermont Auvergne et Mines Saint-Etienne (MSE). Le positionnement scientifique du LIMOS est centré autour de l'Informatique, la Modélisation et l'Optimisation des Systèmes Organisationnels et Vivants. Le poste est à pourvoir dans l'axe Outils Décisionnels pour la Production et les Services (ODPS). Les activités de l'axe ODPS concernent ce qui est appelé Operations Management en anglais et qui consiste à utiliser au mieux certaines ressources pour réaliser des activités données, dans le cadre de systèmes organisationnels complexes. La démarche générale est d'une part de modéliser ces systèmes, d'autre part d'implémenter des méthodes aidant à la prise de décision. Pour l'implémentation, la compréhension des propriétés structurelles des problèmes abordés est essentielle. L'algorithmique développée au sein de l'axe, se complète donc souvent d'un travail d'analyse mathématique. Les contributions scientifiques sont principalement de trois ordres : (i) identifier des problématiques organisationnelles nouvelles pour lesquelles les modèles de la littérature ne peuvent pas directement être exploités, et proposer des modèles adaptés; (ii) comprendre les propriétés structurelles de ces modèles; (iii) vaincre les limites des schémas algorithmiques existants pour ces modèles

Le projet Easy Smart Factory est porté par l'entreprise Astrée Software, éditeur du MES (Manufacturing Execution System) AquWeb. Il vise à définir un nouvel outil de pilotage des systèmes de production, avec un principe de boutique en ligne, où les usagers peuvent acquérir une solution de « MES as a Service ». Cet outil ambitionne d'intégrer un algorithme d'optimisation dynamique pour l'ordonnancement. En effet, les méthodes actuellement implémentées dans la solution déployée chez les clients permettent la définition d'ordonnements dans un contexte purement prédictif au travers du solveur OptaPlanner. Cependant, les systèmes de production sont soumis à de nombreuses contraintes telles que l'évolution du marché et le comportement des clients ainsi que des événements aléatoires ou imprévus, que cela soit des durées d'opérations variables, des indisponibilités sur une ressource, de nouveaux ordres de fabrication à écouler, etc. Cela nécessite de la part des industriels d'être en capacité d'anticiper et de réagir rapidement aux différentes demandes.

Objectif du Post-doc

Parmi les approches envisageables, l'optimisation dynamique a la particularité d'utiliser le temps entre deux événements pour suivre l'évolution de la solution et anticiper la future solution à considérer. Bien qu'il existe des travaux de recherche sur l'application d'algorithmes d'optimisation dynamique, ils concernent très majoritairement des problèmes continus et aucun de ces travaux ne concerne des problèmes réels d'ordonnement d'atelier, tel que vu dans l'état de l'art (Chibani 2015). De par ce caractère original, un certain nombre de verrous peuvent être mentionnés parmi lesquels la myopie à laquelle sont confrontés les algorithmes traitant de problèmes dynamiques (i.e. à une date t il est très difficile de déterminer précisément quelles vont être les données futures). Un des moyens de pallier cette contrainte consiste à intégrer des outils de prévision et/ou de mémorisation au sein des algorithmes d'optimisation dynamique (Nguyen, Yang, and Branke 2012). Ces approches de prévisions peuvent reposer sur des outils de machine learning, et d'intelligence artificielle de manière plus générale, mais leur pertinence dépend grandement de la nature des problèmes considérés.

Il est donc nécessaire d'identifier dans un premier temps les méthodes d'apprentissage les plus appropriées à un couplage avec un algorithme d'optimisation dynamique dans le cadre de l'ordonnement d'atelier. De plus, une des classes de méthodes appropriées pour l'optimisation dynamique concerne les algorithmes évolutionnaires (Bosman and La Poutré 2007). La question du couplage algorithme évolutionnaire et intelligence artificielle est encore un champ de recherche complètement ouvert. Un autre verrou concerne la fréquence des réordonnements : trop souvent et l'atelier sera déstabilisé, trop peu et les dérives en temps risquent de s'accroître. Ces questions seront donc au cœur de ce sujet de post-doctorat.

Livrables attendus

Plusieurs livrables sont attendus au cours du post-doc :

- Livrable 1 : état de l'art et Cahier des charges
- Livrable 2 : algorithme évolutionnaire
- Livrable 3 : méthodes d'apprentissage
- Livrable 4 : intégration pour optimisation dynamique
- Livrable 5 : rapport d'expérimentations/validations

Les travaux seront valorisés par la publication d'articles scientifiques en journaux et en conférences.

Profil du candidat

Titulaire d'un doctorat en génie industriel et/ou recherche opérationnelle.

La personne recrutée devra disposer des compétences suivantes :

- Modélisation de problèmes ;
- Recherche opérationnelle ;
- Méthodes d'optimisation exactes ou approchées.

Des connaissances complémentaires dans l'un des domaines suivants seraient appréciées :

- Analyse de données ;
- Outils de l'intelligence artificielle ;
- Data/pattern mining.

Le candidat devra être motivé par l'aspect applicatif et le développement informatique.

Candidature

Le dossier de candidature devra comporter :

- Un CV ;
- Copie du diplôme ;
- Une lettre de motivation ;
- Au moins 2 lettres de recommandation.
- Liste des publications

Le dossier est à envoyer par courrier électronique à : damien.lamy@emse.fr

Références

- Bosman, Peter A N, and Han La Poutre. 2007. "Learning and Anticipation in Online Dynamic Optimization with Evolutionary Algorithms: The Stochastic Case." In *Proceedings of the 9th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation*, 1165–1172.
- Chibani, Akram. 2015. "Optimisation dynamique des chaînes logistiques agiles : application au cas d'approvisionnement en ligne." Clermont-Ferrand, France: Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01912414>.
- Nguyen, Trung Thanh, Shengxiang Yang, and Juergen Branke. 2012. "Evolutionary Dynamic Optimization: A Survey of the State of the Art." *Swarm and Evolutionary Computation* 6 (October): 1–24. doi:10.1016/j.swevo.2012.05.001.