

SUJET DE THESE G-SCOP 2026*

Titre de la thèse : Méthodes d'Ordonnancement d'atelier pour la résolution de problèmes de grande taille avec considération de fonctions objectif réalistes

Directeur(s) de thèse : Marie Laure Espinouse

Co-directeur de thèse :

Co-encadrant(s) : Nattaf Margaux (Grenoble INP), Arnaud Malapert (Univ. Nice Côte d'azur)

Ecole doctorale : IMEP2

Date de début (souhaitée) : 01/10/2026

Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels :

Concours Contrat Doctoral ED I-MEP2

Description du sujet :

Les problèmes d'ordonnancement d'atelier constituent un enjeu majeur pour de nombreux secteurs industriels tels que l'automobile, l'aéronautique, les semi-conducteurs, la production pharmaceutique, les centres de tri ou la logistique hospitalière. Ils consistent à planifier l'exécution de tâches multi-opérations sous contraintes de ressources partagées, de précédence et de synchronisation. La combinatoire issue de ces contraintes rend ces problèmes particulièrement complexes, en particulier à l'échelle industrielle.

La littérature a largement étudié ces cadres (flow shop, job shop, open shop et leurs variantes flexibles, no-wait, no-idle ou blocking), mais reste dominée par l'objectif de minimisation du *makespan*. Bien qu'utile pour les comparaisons méthodologiques, cet indicateur reflète imparfaitement les priorités industrielles, davantage orientées vers le *flowtime*, le retard (*tardiness*), la réduction des encours ou des formulations multi-objectifs. Les travaux portant

sur ces critères réalistes sont peu nombreux et se limitent majoritairement à de petites instances, laissant ouverte la question essentielle du passage à l'échelle.

En parallèle, les méthodes de recherche arborescente heuristique (branch-and-bound avancé, guided search tree, beam search, hybridations) ont démontré leur efficacité sur de nombreux problèmes combinatoires de grande taille. Pourtant, leur utilisation systématique pour l'ordonnancement d'atelier avec objectifs non-makespan demeure encore marginale. Ce projet se situe précisément à cette convergence.

L'objectif principal est de développer des méthodes capables de résoudre efficacement des problèmes d'ordonnancement industriels de grande taille (nombre de tâches et nombre de machines) en se concentrant sur des objectifs réalistes : *flowtime*, retard, réduction des encours et approches multi-objectifs. Il s'agira d'adapter et d'enrichir la recherche arborescente par la conception de stratégies de branchement dédiées, de bornes inférieures spécifiques, de mécanismes d'exploration sélective et de *pruning* efficaces, ainsi que par l'hybridation avec des heuristiques de guidage.

Le projet vise également une meilleure compréhension des mécanismes de performance de ces approches afin de dégager des principes méthodologiques transférables à d'autres contextes. Une validation approfondie sur des données industrielles réelles, fournies par un partenaire, assurera la pertinence opérationnelle des résultats.

Contact(s) : marie-laure.espinouse@grenoble-inp.fr

ENGLISH VERSION

Title: Large-scale Workshop scheduling problem with Enhanced Realistic objectives

Brief Description:

Workshop scheduling problems are a major challenge for many industrial sectors such as automotive, aeronautics, semiconductors, pharmaceutical manufacturing, sorting centers, and hospital logistics. They involve planning the execution of multi-operation tasks under constraints related to shared resources, precedence, and synchronization. The combinatorial complexity arising from these constraints makes such problems particularly difficult, especially at an industrial scale.

The literature has extensively studied these settings (flow shop, job shop, open shop and their flexible, no-wait, no-idle, or blocking variants), but it remains largely dominated by the objective of makespan minimization. Although useful for methodological comparisons, this metric only imperfectly reflects industrial priorities, which are more oriented toward flowtime, tardiness, work-in-process reduction, or multi-objective formulations. Research

addressing these more realistic criteria remains limited and mostly restricted to small instances, leaving open the crucial question of scalability.

At the same time, heuristic tree search methods (advanced branch-and-bound, guided search tree, beam search, hybrid approaches) have demonstrated strong performance on many large-scale combinatorial problems. However, their systematic use for workshop scheduling with non-makespan objectives is still marginal. This project is positioned precisely at this intersection.

The main objective is to develop methods capable of efficiently solving large-scale industrial scheduling problems while focusing on realistic objectives: flowtime, tardiness, work-in-process reduction, and multi-objective approaches. This will involve adapting and enhancing tree search techniques through the design of dedicated branching strategies, specific lower bounds, selective exploration mechanisms, effective pruning, and hybridization with guiding heuristics.

The project also aims to achieve a better understanding of the performance mechanisms of these approaches in order to identify methodological principles transferable to other contexts. Extensive validation on real industrial data, provided by a partner, will ensure the operational relevance of the results.