

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITÉ

Spécialité : Informatique

Par

Evgeny Gurevsky

**Quelques contributions à la résolution de problèmes d'optimisation
en présence d'incertitude, de modularité ou de contrôlabilité**

La soutenance est prévue à Nantes, le 25 mars 2025

Unité de recherche : Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (UMR CNRS 6004)

Rapporteurs avant soutenance :

Christian Artigues	Directeur de Recherche, LAAS, CNRS, Toulouse
Jean-Charles Billaut	Professeur, Université de Tours
Safia Kedad-Sidhoum	Professeur, CNAM, Paris

Composition du Jury :

Examineurs :	Olga Battaïa	Professeur, Kedge Business School, Talence
	Nathalie Bostel	Professeur, Université de Nantes
	Nadjib Brahim	Professeur, Rennes School of Business
	André Rossi	Professeur, Université Paris-Dauphine
Garant :	Alexandre Dolgui	Professeur, IMT Atlantique, Nantes

Titre : Quelques contributions à la résolution de problèmes d'optimisation en présence d'incertitude, de modularité ou de contrôlabilité

Mots clés : recherche opérationnelle, systèmes de production, modularité, reconfigurabilité, équilibrage, incertitude, robustesse, rayon de stabilité, risque, contrôlabilité, PLNM, pré-traitement, génération de contraintes, complexité.

Résumé : Ce manuscrit retrace mes activités de recherche ainsi que l'encadrement scientifique que j'ai pu réaliser depuis mon recrutement à l'Université de Nantes en 2012. Il est principalement structuré autour de trois contributions scientifiques qui se trouvent elles-mêmes à l'intersection de thématiques telles que la recherche opérationnelle, les systèmes de production, l'incertitude et le risque. Ainsi, le chapitre 1 est dédié à l'équilibrage robuste de lignes de transfert avec des tâches dont la durée est incertaine. Pour pouvoir aborder ce problème, nous nous sommes appuyés sur un certain nombre de techniques de pré-traitement, ainsi que sur la génération de coupes fondées sur le principe d'optimalité pour le programme linéaire en nombres mixtes correspondant. Le chapitre 2, quant à lui, se focalise sur le problème de l'équilibrage de lignes de production reconfigurables avec des équipements modulaires. Pour affronter efficacement ce problème, nous l'avons décomposé en deux sous-problèmes. Le premier consiste à générer de manière intelligente

l'ensemble des modules réalisables à partir desquels la ligne peut être construite. Le second est un programme linéaire en nombres binaires (PLNB) basé sur cet ensemble de modules pré-générés. Afin de résoudre exactement ce PLNB, une technique de génération de contraintes dites « lentes » a été mise en œuvre. Finalement, le chapitre 3 se concentre sur l'étude de la complexité algorithmique d'une classe de problèmes d'optimisation combinatoire avec des données contrôlables et des fonctions de risque, qui trouvent des applications dans des domaines tels que le routage ou la conception de réseaux fiables. Pour certaines variantes de ces problèmes, une approche de réduction originale a été développée, nous permettant de proposer des algorithmes polynomiaux significativement plus rapides et plus efficaces (en termes d'ordres de grandeur) que dans la littérature.

Enfin, ce manuscrit se termine par quelques perspectives de recherche pour les années à venir et une annexe présentant mon CV actuel.

Title : Some contributions to solving optimization problems in the presence of uncertainty, modularity or controllability

Keywords : operations research, production systems, modularity, reconfigurability, balancing, uncertainty, robustness, stability radius, risk, controllability, MLP, pre-processing, constraint generation, complexity.

Abstract : This manuscript describes my research activities and the scientific supervision that I have been able to carry out since my joining the University of Nantes in 2012. It is mainly structured around three scientific contributions, which are themselves at the intersection of topics such as operations research, production systems, uncertainty and risk. Thus, Chapter 1 is dedicated to the robust balancing of transfer lines with tasks of uncertain processing time. To address this problem, we rely on a certain number of pre-processing techniques, as well as on the generation of optimality-based cuts for its corresponding mixed-integer linear program. Chapter 2, in its turn, focuses on the problem of balancing reconfigurable production lines with modular equipment. To tackle this problem efficiently, we have decomposed it into two sub-problems. The first consists in intelligently generating the set of feasible

modules from which the line can be designed. The second is a 0-1 linear program based on this set of pre-generated modules. In order to solve it exactly, the so-called lazy constraint generation technique was implemented. Finally, Chapter 3 deals with the study of the algorithmic complexity of a class of combinatorial optimization problems with controllable data and risk functions, which find applications in fields such as routing or the design of reliable networks. For certain variants of these problems, an original reduction approach has been developed, enabling us to propose polynomial time algorithms that are significantly faster and more efficient than those found in the literature.

To conclude, this manuscript provides some research perspectives for the coming years and an appendix presenting my current CV.

