Avis de Soutenance

Monsieur Lucas DE MEYER

Informatique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Une marche à travers les graphes de reconfiguration

Travaux dirigés par Monsieur Nicolas BOUSQUET

Soutenance prévue le ***lundi 29 juin 2026*** à 13h30
Lieu : Université Lyon1, Bâtiment Charles Darwin - Salle Fontannes au 43 bd du 11 novembre à Villeurbanne

Composition du jury proposé

M. Nicolas BOUSQUET	Chargé de recherche	CNRS Lyon	Directeur de thèse
M. Théo PIERRON	Maître de conférences	Université Lyon 1	Co-encadrant de thèse
M. Daniel PAULUSMA	Professeur	Université de Durham (Royaume-Uni)	Rapporteur
M. Vincent LIMOUZY	Professeur des universités	Université Clermont Auvergne	Rapporteur
Mme Claire HILAIRE	Maître de conférences	Université Clermont Auvergne	Examinatrice
Mme Cléophée ROBIN	Maître de conférences	Université Paris Cité	Examinatrice
Mme Raphaëlle CHAINE	Professeure des universités	Université Lyon 1	Examinatrice
Mme Eva ROTENBERG	Professeur	Université de Copenhagen (Danemark)	Examinatrice

Mots-clés : graphe, reconfiguration, coloration, ensemble indépendent, arbre plan

Résumé :

Cette thèse explore la structure des espaces de solutions à travers la reconfiguration combinatoire. Contrairement à l'approche classique, qui s'intéresse à l'existence ou l'optimisation d'une solution pour un problème donné, la reconfiguration étudie l'espace global formé par l'ensemble des solutions admissibles, appelées configurations. Ces solutions sont reliées entre elles par une règle de transition correspondant à une modification locale élémentaire, ce qui permet de modéliser cet espace sous la forme d'un graphe de reconfiguration. Un problème central consiste alors à déterminer s'il est possible de transformer une configuration en une autre en suivant ces transitions, tout en restant dans l'ensemble des solutions admissibles ; c'est-à-dire trouver un chemin entre ces deux configurations dans le graphe de reconfiguration. Dans cette thèse, nous nous intéressons particulièrement à des problèmes de reconfiguration en théorie des graphes. La première partie est dédiée à la reconfiguration des colorations de graphes. Nous étudions plusieurs règles de transition, en particulier la recoloration sommet par sommet et les changements de Kempe. Motivés par des questions de génération aléatoire de colorations propres, nous analysons d'abord un algorithme probabiliste basé sur une méthode de hill-climbing utilisant la recoloration sommet par sommet. Nous prouvons la terminaison de cet algorithme sur les colorations d'arêtes. Toujours en recoloration sommet par sommet, nous étudions ensuite le diamètre du graphe de reconfiguration des colorations propres de listes, lorsque sa connexité est assurée. Enfin, sous la règle des changements de Kempe, nous explorons le nombre de couleurs nécessaires pour assurer la connexité du graphe de reconfiguration. La deuxième partie porte sur la reconfiguration d'ensembles indépendants, où l'on cherche à transformer un ensemble indépendant en un autre en changeant un sommet à chaque étape. En général, ce problème est PSPACE-complet, même sur des classes de graphes très restreintes. Cependant, lorsqu'il est paramétré par la taille de l'ensemble indépendant, il devient FPT sur des classes de graphes creux, et en particulier pour les graphes de largeur arborescente bornée. Notre contribution principale est de montrer que, dans cette classe, le problème admet un noyau de taille linéaire. En d'autres termes, il est possible de réduire toute instance du problème à une instance équivalente dont la taille est directement proportionnelle à celle des ensembles indépendants. Enfin, la dernière partie aborde un problème de nature plus géométrique : la reconfiguration d'arbres plans (sans croisement) couvrant un ensemble de points en position convexe. Il est connu que tout arbre plan peut être transformé en un autre au moyen de changements d'arêtes (flips), mais le nombre exact de flips nécessaires reste difficile à déterminer. Étant donnés deux tels arbres, nous établissons des bornes inférieures et supérieures sur le nombre d'étapes requises pour passer de l'un à l'autre.

Summary:

This Ph.D. thesis explores the structure of solution spaces through combinatorial reconfiguration. Unlike the classical approach, which focuses on the existence or optimization of a solution for a given problem, reconfiguration studies the entire space formed by the set of feasible solutions, called configurations. These solutions are linked together via elementary local modifications, which allows one to model this space as a reconfiguration graph. A central problem then consists of determining whether a configuration can be transformed into another by following these modifications while staying within the set of feasible solutions; that is, finding a path between two given configurations in the reconfiguration graph. In this manuscript, we specifically focus on reconfiguration problems in graph theory. The first part of the thesis is devoted to the reconfiguration of graph colorings. We primarily study two transition rules: single-vertex recoloring and Kempe changes. Motivated by the random sampling of proper colorings, we first analyze a probabilistic algorithm based on a hill-climbing method using single-vertex recoloring. We prove its termination for edge-colorings. Still focusing on single-vertex recoloring, we then study the diameter of the reconfiguration graph of list-colorings when its connectivity is guaranteed. Finally, under the Kempe changes rule, we explore the number of colors required to ensure the connectivity of the reconfiguration graph. The second part investigates the reconfiguration of independent sets, where we aim to transform one independent set into another by changing one vertex at each step. In general, this problem is PSPACE-complete, even on highly restricted graph classes. However, when parameterized by the size of the independent set, it becomes FPT on sparse graph classes, in particular for graphs of bounded treewidth and beyond. Our main contribution here is to show that, within this class, the problem admits a linear kernel. In other words, any instance of the problem can be reduced to an equivalent instance whose size is strictly proportional to the size of the independent sets. Finally, the last part explores a problem of a more geometric nature: the reconfiguration of plane trees (without crossings) spanning a set of points in convex position. It is known that any such tree can be transformed into another via edge flips, but the exact number of necessary flips remains hard to determine. Given two such trees, we establish lower and upper bounds on the number of flips required to transform one into the other.