

---

UBFC



UNIVERSITÉ  
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

## Étude de statistiques combinatoires et de leur impact en optimisation évolutionnaire

**Directeur de thèse:** Vincent Vajnovszki (Professeur)

**Co-directeurs:** Jean-Luc Baril (Professeur), Wahabou Abdou (Maître de conférences)

### **Contacts**

vvajnov@u-bourgogne.fr

barjl@u-bourgogne.fr

wahabou.abdou@u-bourgogne.fr

### **Adresse**

Université de Bourgogne - Franche-Comté  
Laboratoire d'Électronique Informatique et Image (LE2I)  
9, avenue Alain Savary  
21078 DIJON

### **Mots clés**

Combinatoire, motifs, permutations, statistique combinatoire, code à la Lehmer, optimisation, algorithme évolutionnaire.

### **Contexte**

La thèse se déroulera dans le laboratoire d'informatique de l'université de Bourgogne Franche-Comté au sein de l'équipe Combinatoire-Réseaux (CombNet) de Dijon. Elle s'inscrit dans le cadre d'un contrat doctoral de l'université de Bourgogne pour une durée de 3 ans.

Les travaux de recherche se scinderont en deux parties complémentaires: une étude théorique dans le domaine de la combinatoire des permutations et des mots, et une application dans le domaine de l'optimisation et plus particulièrement pour des problématiques d'optimisation de transport.

Récemment [1,2,10] en combinatoire, il s'est manifesté un grand intérêt pour l'étude des statistiques basées sur les motifs dans les permutations et les mots. En effet, elles se sont révélées très riches des points de vue théorique et appliqué et certaines d'entre elles ont des interprétations inattendues dans d'autres disciplines telles que la physique et la bio-informatique. Par exemple, elles sont très utiles pour appréhender la régularité de données de grandes tailles via l'étude de la fréquence d'apparitions de certains motifs. Elles ont également un potentiel considérable d'applications dans l'étude des mutations du génome ou dans le domaine du *crowd computing*.

Ces dernières années, de nombreux résultats d'énumération ont été obtenus et de nouvelles techniques ont été développées pour montrer l'équidistribution de certaines statistiques, pour estimer l'espérance, et pour établir des bijections entre des classes d'objets combinatoires et des ensembles de permutations caractérisées par l'inclusion ou l'exclusion de certains motifs. Il reste cependant de nombreuses questions ouvertes dans ce domaine.

L'étude des motifs dans des données de grandes tailles modélisées par des permutations ou mots trouve de nombreuses applications dans le domaine des villes intelligentes (*smart-cities*). Elle permet de traiter des problèmes de mobilité (*smart-mobility*) en s'intéressant à l'optimisation de transport [4]. Le parcours d'un véhicule est représenté par une permutation. Dans les processus d'optimisation évolutionnaires, il est crucial d'étudier la transmission des motifs au travers des générations [3,7]. Pour cela, la façon de représenter ou coder

une permutation devient un élément extrêmement important [6]. Certains travaux dans la littérature se sont intéressés à l'impact du codage des solutions sur les performances des algorithmes d'optimisations [8]. De nouveaux modèles ou codes à base de permutations trouvent également un intérêt dans les problématiques de déploiement de réseaux de capteurs en environnements intelligents [9] et dans les processus d'acheminement des messages (routage) [5].

### **Objectifs**

L'objectif de la thèse est d'exhiber dans un premier temps de nouveaux résultats théoriques concernant des statistiques sur les permutations et/ou sur d'autres classes d'objets combinatoires. On s'intéressera particulièrement à l'importance du choix de la représentation ou du codage des objets en mesurant l'impact de ce choix dans les processus d'optimisation évolutionnaire dans le cadre d'un problème de transport.

### **Prérequis**

Compétences en combinatoire et des connaissances en optimisation, mathématiques discrète et programmation seront appréciées.

### **Candidature**

Envoyer par email une lettre de motivation accompagnée d'un CV, de lettres de recommandation et d'un relevé de notes de Master.

### **Références**

- [1] J.-L. Baril, Statistics-preserving bijections between classical and cyclic permutations, *Information Processing Letters*, 2013, Vol. 113, pp. 17-22.
- [2] J.-L. Baril, V. Vajnovszki, A permutation code preserving a double Eulerian bivariate, *Discrete Applied Mathematics*, 2017, 224, pp. 9-15.
- [3] L. Djerid, M.-C. Portmann, and P. Villon, Performance analysis of permutation crossover genetic operators, *Journal of Decision Systems*, 1996, Vol. 5(1-2), pp. 157–177.
- [4] M. Gendreau, A. Hertz and G. Laporte, New insertion and postoptimization procedures for the traveling salesman problem, *Operations Research*, 1992, Vol. 40(6), pp. 1086–1094.
- [5] H. Lakhlef, A. B. Bomgni, J. F. Myoupo, An Efficient Permutation Routing Protocol in Multi-Hop Wireless Sensor Networks, 2011, *International Journal of Advancements in Computing Technology*, Vol. 3(6), pp. 207-214
- [6] D.H. Lehmer, Teaching combinatorial tricks to a computer, in: *Proc. Sympos. Appl. Math.*, Vol. 10, Amer. Math. Soc, 1960, pp. 179-193.
- [7] M. Mehdi, *Parallel Hybrid Optimization Methods for Permutation Based Problems*, October, 2011, PhD Thesis, Distributed, Parallel, and Cluster Computing [cs.DC]. Univ. Lille 1, France.
- [8] H. Mohammed Ali, C. Bloch, W. Abdou, P. Chatonnay and F. Spies, Behaviour Study of an Evolutionary Design for Permutation Problems, 2018, London, United Kingdom, Third International Congress on Information and Communication Technology (ICICT 2018).
- [9] A. Ndam Njoya, W. Abdou, A. Dipanda, E. Tonye, Optimization of sensor deployment using multi-objective evolutionary algorithms, 2016, *Journal of Reliable Intelligent Environments*, Vol. 2(4), pp. 209-220
- [10] V. Vajnovszki, Lehmer code transforms and Mahonian statistics on permutations, 2013, *Discrete Mathematics*, 313, pp. 581-589.