



PRINCIPALES CONTRIBUTIONS (2005-2010)

Principales contributions à la recherche : Mes travaux portent sur l'**algorithmique et l'étude structurelle des graphes** appliquées à la **diffusion de l'information dans les réseaux de télécommunication**.

J'étudie la structure des graphes ainsi que des problèmes de routage par le biais des jeux de capture. Ces jeux opposent un fugitif à une équipe d'agents qui doivent le capturer. Les protagonistes se déplacent le long de chemins dans le graphe à des vitesses bornées ou non et doivent satisfaire certains critères prédéfinis. Le problème (NP-difficile) est de minimiser le nombre d'agents nécessaire à la capture du fugitif. Deux variantes principales, radicalement différentes tant dans leurs applications algorithmiques que dans les outils utilisés pour les étudier, se distinguent : le « **graph searching** » où fugitif et agents se déplacent simultanément, et les « **cops and robber games** » qui se déroulent tour-à-tour.

Mes contributions trouvent leurs applications dans le cadre des problèmes liés au routage dans les réseaux optiques à multiplexage en longueur d'onde (WDM), les réseaux à large échelle (e.g., de type Internet) et les réseaux sans-fil. Dans chacun de ces contextes, les réseaux réels sont confrontés à des problèmes difficiles (NP-complets en général ou rendus impraticables par des spécificités des réseaux concernés comme, par exemple, leur taille). Pour appréhender ces problèmes, la méthode que j'utilise est de **tirer parti des propriétés structurelles spécifiques des instances réelles pour concevoir des algorithmes efficaces**.

Mes objectifs sont donc, d'une part de comprendre quelles propriétés structurelles peuvent aider à la résolution de problèmes concernant la diffusion d'information dans les réseaux et de déterminer quelles caractéristiques sont satisfaites par les réseaux réels et, d'autre part, d'élaborer (via l'étude des jeux de capture) de nouveaux outils algorithmiques tirant parti de ces propriétés pour la conception d'algorithmes efficaces.

Outre les outils d'algorithmique de graphes, j'utilise des outils variés des mathématiques discrètes, de probabilités et de l'optimisation combinatoire. Mes contributions sont le résultat de travaux collectifs avec les étudiants que j'encadre, les membres de Mascotte, et des collègues d'universités françaises et étrangères.

Contribution 1 : Décompositions arborescentes et « graph searching ». Le « graph searching » est le pendant algorithmique des décompositions de graphes définies par Robertson et Seymour dans la théorie des Mineurs de Graphes. Grossièrement, il s'agit de décomposer un graphe en « morceaux » plus petits, arrangés selon une structure arborescente ou linéaire et préservant les propriétés de connexité du graphe initial. Lorsqu'il est possible de « bien » décomposer (à l'aide de petits morceaux) un graphe, de nombreux problèmes NP-complets en général peuvent être résolus en temps polynomial par programmation dynamique sur la décomposition (Théorème de Courcelle). L'objectif est d'étudier ces structures combinatoires de façon à pouvoir les calculer efficacement sur certaines instances et les utiliser algorithmiquement.

J'ai défini la notion de « graph searching non déterministe » unifiant diverses décompositions existantes [RI-7, RI-9, CI-11, CI-16] ce qui m'a permis d'étendre (en particulier à des structures plus générales comme les matroïdes) des résultats structurels et algorithmiques fondamentaux de la théorie des mineurs de graphes [RI-3]. En particulier, les théorèmes de dualité que nous avons obtenus (définition générale de la structure duale des décompositions) donnent d'importantes perspectives. Ainsi, les réseaux considérés dans mes travaux (WDM, Internet, etc.) sont a priori très connectés et ne peuvent être « bien » décomposés. Ils possèdent donc ces structures duales qui pourraient être utilisées pour la conception d'algorithmes efficaces.

Au cours de ma thèse, j'ai également contribué à l'étude du « graph searching connexe ». Dans cette variante, un réseau contaminé (e.g., par un virus) doit être nettoyé de sorte que la partie propre doit constamment être connexe de façon à faciliter la communication entre les agents nettoyeurs. J'ai principalement prouvé des bornes relatives aux nombres minimum d'agents [RI-5, RI-8, CI-14, CI-15, CN-10] et conçu des algorithmes distribués pour le calcul de stratégies de capture [RI-4, RI-6, RI-10, CI-10, CI-12, CI-13].

J'ai encadré à ce sujet le stage de Henry Wei Cheng Hsu (3e année, Ecole Polytechnique).

Contribution 2 : « Cops and robber games ». Ces jeux (définis par Nowakowsky et Quilliot, 1983) sont très différents du « graph searching ». Si ils ne peuvent être liés aux décompositions de graphes, l'étude de ces jeux a permis des avancées sur l'étude combinatoire des graphes (liens entre maille et degré minimum, caractérisation structurelle de certaines classes de graphes, etc.). J'ai poursuivi cette optique. J'étudie l'impact de plusieurs propriétés de ces jeux comme la vitesse du voleur [RI-2, CI-9], l'information dont disposent les gendarmes, etc. Ma contribution principale (collaboration avec des chercheurs de l'Univ. de la Méditerranée) est la caractérisation de nouvelles classes de graphes par l'introduction d'ordres d'élimination (ordres des sommets satisfaisant certaines contraintes de voisinage) [CI-1, RI-1]. L'étape suivante est l'étude des implications algorithmiques de ces ordres. Ainsi, des heuristiques efficaces pour le

calcul de décomposition de graphes pourraient suivre (les heuristiques actuelles étant basées sur des ordres satisfaisant des contraintes de degrés).

Contribution 3 : Reconfiguration du routage dans les réseaux WDM. Dans les réseaux WDM, les problèmes relatifs au (re)routage de requêtes sont souvent des problèmes difficiles (NP-complets en général) pour lesquels les solutions proposées sont généralement des heuristiques. Cependant, les spécificités de la topologie des réseaux WDM (taille, etc.), de même que les caractéristiques propres des instances de routage, permettent d'envisager des algorithmes efficaces (polynomiaux) pour résoudre des instances réelles. Dans ce contexte, je me suis principalement intéressé au problème du reroutage et à sa relation avec le « graph searching ». Ainsi, la dynamique du trafic et de la topologie (opérations de maintenance, pannes) entraîne une mauvaise utilisation des ressources des réseaux WDM. Réorganiser le routage des connexions existantes est alors indispensable mais doit être réalisé en perturbant le trafic existant le moins possible.

Utilisant la modélisation proposée par Coudert et al. via le « graph searching », j'ai prouvé des résultats de complexité [CI-8], donné des bornes quant aux compromis que peut espérer l'opérateur vis-à-vis de la qualité de service [CI-3], et proposé des heuristiques et des programmes linéaires pour ce problème [CI-6] (Collaborations avec des membres de MASCOTTE). Nous poursuivons actuellement nos travaux en intégrant des contraintes physiques, en collaboration avec D. Kilper (Bell labs, USA). Notre objectif actuel est la conception d'outils algorithmiques pour la reconfiguration lorsque des contraintes non linéaires (durée des interruptions, coût énergétique ou économique de l'établissement de nouvelles longueurs d'onde) doivent être prises en compte. Nous avons prouvé que les problèmes sous-jacents sont NP-complets même dans le cas de topologies et de trafic très simples.

J'ai encadré à ce sujet les stages (Master 2) de S. Ben Nejma, S. Belhareth et R. Pardo Soares. Ce dernier débute actuellement une thèse sous ma co-direction.

Contribution 4 : Routage compact, tolérant aux pannes, utilisant des informations locales. Les réseaux de type Internet (réseaux à large échelle, petits mondes, etc.) font face à des problèmes faciles (polynomiaux voire linéaires) qui deviennent impraticables du fait de leur croissance, de la dynamique du trafic et de la topologie, et des temps très courts impartis pour leur gestion (ex., routage de données dans Internet). Ces réseaux présentent cependant des caractéristiques intéressantes (diamètre faible, coefficient de clustering élevé, etc.) pour l'élaboration de nouveaux paradigmes de routage visant la conception d'algorithmes efficaces. D'une part, des algorithmes utilisant des tables de routage de taille réduite doivent être conçus pour réagir efficacement à la non fiabilité de ces tables, et d'autre part, des algorithmes distribués, voire localisés, doivent être mis en place pour calculer et mettre à jour ces tables de routage. La conception d'algorithmes de routage compact tolérants aux pannes et avec mise à jour efficace des tables est un problème très difficile. Mon objectif est donc, dans un premier temps, de ne considérer que certaines contraintes et de tirer parti de la structure des réseaux considérés.

J'ai proposé un algorithme de routage compact utilisant des tables de routage calculées rapidement de manière distribuée qui est efficace dans la classe des graphes de faible cordalité [CI-5]. Ce protocole a été implémenté dans le cadre d'un contrat avec Alcatel-Lucent Belgique (2009-10) et il s'avère efficace dans des topologies modélisant l'Internet. Par ailleurs, nous avons proposé un algorithme de routage probabiliste tolérant aux pannes lorsque la topologie est d'expansion bornée [CI-2]. Ces travaux, en collaboration avec des chercheurs du LaBRI, se poursuivent dans le cadre du projet européen EULER (2010-13). Dans le contexte plus général de la complexité de communication, il est intéressant de connaître les limites algorithmiques (pas seulement limitées au routage) qu'impose une connaissance purement locale d'un réseau (un nœud ne connaît que ses voisins). En collaboration avec des chercheurs du LIFO (Orléans) et de l'Université du Chili, nous avons montré que tout graphe de dégénérescence bornée peut être reconstruit à partir de peu d'informations locales [CI-1].

Contribution 5 : Routage dans les réseaux sans-fil. Dans ce contexte, le problème supplémentaire est de prendre en compte les interférences lors la diffusion de l'information. En collaboration avec des membres de MASCOTTE, j'ai conçu des algorithmes localisés [CI-4] et distribués dans des réseaux en grille [CI-7].

○ .

LISTE COMPLÈTE DES CONTRIBUTIONS (2005-2010)

Revue Internationale avec comité de lecture

- RI-1. J. Chalopin, V. Chepoi, N. Nisse et Y. Vaxès, Cop and robber games when the robber can hide and ride. *SIAM J. of Discrete Mathematics*, à paraître.
- RI-2. F. V. Fomin, P. Golovach, J. Kratochvil, N. Nisse et K. Suchan, Pursuing a fast robber on a graph. *Theoretical Computer Science*, Volume 411(7-9), pp 1167-1181, 2010.
- RI-3. O. Amini, F. Mazoit, N. Nisse et S. Thomassé, Submodular Partition Functions. *Discrete Maths*, Volume 309(20), pp 6000-6008, 2009.
- RI-4. D. Ilcinkas, N. Nisse et D. Soguet, The Cost of Monotonicity in Distributed Graph Searching. *Distributed Computing*, Volume 22(2), pp 117-127, 2009.
- RI-5. N. Nisse, Connected Graph Searching in Chordal Graphs. *Discrete Applied Maths*, Volume 157(12), pp 2603-2610, 2009.
- RI-6. N. Nisse et D. Soguet, Graph Searching with Advice. *Theoretical Computer Science*, Volume 410(14), pp 1307-1318, 2009.
- RI-7. F. V. Fomin, P. Fraigniaud et N. Nisse, Non-Deterministic Graph Searching: From Pathwidth to Treewidth. *Algorithmica*, Volume 53(3), pp 358-373, 2009.
- RI-8. P. Fraigniaud et N. Nisse, Monotony Properties of Connected Visible Graph Searching. *Information and Computation*, Volume 206 (12), pp 1383-1393, 2008.
- RI-9. F. Mazoit et N. Nisse, Monotonicity Property of Non-Deterministic Graph Searching. *Theoretical Computer Science*, Volume 399 (3), pp 169-178, 2008.
- RI-10. L. Blin, P. Fraigniaud, N. Nisse et S. Vial, Distributed Chasing of Network Intruders by Mobile Agents. *Theoretical Computer Science*, Volume 399 (1-2), pp 12-37, 2008.

Conférences Internationales avec comité de lecture et actes

- CI-1. F. Becker, M. Matamala, N. Nisse, I. Rapaport, K. Suchan, et I. Todinca. Adding a referee to an interconnection network: What can(not) be computed in one round. *25me IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS 2011)* à paraître.
- CI-2. N. Hanusse, D. Ilcinkas, A. Kosowski et N. Nisse, Locating a target with an agent guided by unreliable local advice. *29me ACM SIGACT-SIGOPS Symp. on Principles of Distributed Computing (PODC)*, pp 355-364, 2010.
- CI-3. N. Cohen, D. Coudert, D. Mazauric, N. Nepomuceno et N. Nisse, Tradeoffs in process strategy games with application in the WDM reconfiguration problem. *5me International Conference on FUN with Algorithms (FUN)*, Springer LNCS 6099, pp 121-132, 2010.
- CI-4. F. Huc, C. Molle, N. Nisse, S. Pérennes et H. Rivano, Stability of a local greedy distributed routing algorithm. *12me Workshop on Advances in Parallel and Distributed Computational Models (APDCM)*, IEEE, 2010.
- CI-5. N. Nisse, K. Suchan et I. Rapaport, Distributed computing of efficient routing schemes in generalized chordal graphs. *16me Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO)*, Springer LNCS 5869, pp 252-265, 2009.
- CI-6. D. Coudert, F. Huc, D. Mazauric, N. Nisse et J-S. Sereni, Routing Reconfiguration/Process Number: Coping with Two Classes of Services. *13me Conference on Optical Network Design and Modeling (ONDM)*, IEEE, 2009.
- CI-7. J-C. Bermond, N. Nisse, P. Reyes et H. Rivano, Minimum delay Data Gathering in Radio Networks. *8me Int. Conference on Ad Hoc Networks and Wireless (AdHoc-NOW)*, Springer LNCS 5793, pp 69-82, 2009.
- CI-8. D. Coudert, D. Mazauric et N. Nisse, On Rerouting Connection Requests in Networks with Shared Bandwidth. *DIMAP Workshop on Algorithmic Graph Theory (AGT)*, Elsevier, Electronic Note Discrete Maths., Volume 32, pp 109-116, 2009.
- CI-9. N. Nisse et K. Suchan, Fast Robber in Planar Graphs. *34me Int. Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG)*, Springer LNCS 5344, pp 312-323, 2008.
- CI-10. D. Ilcinkas, N. Nisse et D. Soguet, The Cost of Monotonicity in Distributed Graph Searching. *11me International Conference On Principles Of Distributed Systems (OPODIS)*, Springer LNCS 4878, pp 415-428, 2007.
- CI-11. F. Mazoit et N. Nisse, Monotonicity Property of Non-Deterministic Graph Searching. *33me Int. Workshop on*

Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG), Springer LNCS 4769, pp 33-44, 2007.

- CI-12. N. Nisse et D. Soguet, Graph Searching with advice. 14me *Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO)*, Springer LNCS 4474, pp 51-65, 2007.
- CI-13. L. Blin, P. Fraigniaud, N. Nisse et S. Vial, Distributed Chasing of Network Intruders by Mobile Agents. 13me *Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO)*, Springer LNCS 4056, pp 70-84, 2006.
- CI-14. P. Fraigniaud et N. Nisse, Monotony Properties of Connected Visible Graph Searching. 32me *Int. Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (WG)*, Springer LNCS 4271, pp 229-240, 2006.
- CI-15. P. Fraigniaud et N. Nisse, Connected Treewidth and Connected Graph Searching. 7me *Latin American Theoretical Informatics Symposium (LATIN)*, Springer LNCS 3887, pp 479-490, 2006.
- CI-16. F. V. Fomin, P. Fraigniaud et N. Nisse, Non-Deterministic Graph Searching: From Pathwidth to Treewidth. 30me *International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)*, Springer LNCS 3618, pages 364-375, 2005.

Conférences Nationales avec comité de lecture et actes

- CN-1. N. Cohen, D. Coudert, D. Mazauric, N. Nepomuceno et N. Nisse, Tradeoffs in routing reconfiguration problems. 12es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 119-122, 2010.
- CN-2. N. Hanusse, D. Ilcinkas, A. Kosowski et N. Nisse, Comment battre la marche aléatoire en comptant ? 12es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 27-30, 2010.
- CN-3. J-C.Bermond, N. Nisse, P. Reyes et H. Rivano, Fast Data Gathering in Radio Grid Networks. 11es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 53-56, 2009.
- CN-4. D. Coudert, F. Huc, D. Mazauric, N. Nisse et J-S. Sereni, Reconfiguration dans les réseaux optiques. 11es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 25-28, 2009.
- CN-5. N. Nisse et K. Suchan, Voleur véloce dans un réseau planaire. 10es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 29-32, 2008.
- CN-6. D. Ilcinkas, N. Nisse et D. Soguet, Le coût de la monotonie dans les stratégies d'encerclement réparti. 10es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 33-36, 2008. **(cet article a reçu le prix du meilleur papier étudiant)**
- CN-7. N. Nisse et D. Soguet, Stratégies d'encerclement avec information. 9es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 49-52, 2007.
- CN-8. L. Blin, P. Fraigniaud, N. Nisse et S. Vial, Encerclement réparti d'un fugitif dans un réseau par des agents mobiles. 8es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 89-92, 2006.
- CN-9. F. V. Fomin, P. Fraigniaud et N. Nisse, Strategies d'encerclement non deterministes. 8es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pp 81-84, 2006.
- CN-10. P. Fraigniaud et N. Nisse, Stratégies d'encerclement connexes dans un réseau. 7es *Rencontres Francophones sur les aspects Algorithmiques des Télécommunications (Algotel)*, pages 13-16, 2005.

Conférences internationales sans actes

- Ci-1. J. Chalopin, V. Chepoi, N. Nisse et Y. Vaxès, Cop and robber games when the robber can hide and ride (sélection sur résumé). 8me French Combinatorial Conference (FCC), 2010.
- Ci-2. N. Nisse, Graph Searching and Graph Decompositions. **(sur invitation)** 24me European Conference on Operational Research (EURO), 2010
- Ci-3. N. Nisse, Distributed Graph Searching. **(sur invitation)** 2nd *Workshop on GRaph Searching, Theory and Applications (GRASTA)*, 2008
- Ci-4. N. Nisse, Monotonicity Property of Non-Deterministic Graph Searching. **(sur invitation)** 1er *Workshop on GRaph Searching, Theory and Applications (GRASTA)*, 2006