Partie I
Activités de recherche

Chapitre 1
OCAD (Optimisation Combinatoire et Algorithmique Distribuée)

1.1 Membres de l'équipe

Membres au 01/07/2007 (les membres ayant quitté le LIPN figurent en italique) :

Permanents

	Nom	*Prénom*	*Situation*	*Institution*
	Alfandari	Laurent	MCF	ESSEC
	Banderier	Cyril	CR	CNRS
	Bennaceur	Hachemi	MCF	IUT Cergy
	*Bourgeois*	*Philippe*	MCF	IUTV

1.1 Membres de l'équipe

	Butelle	Franck	MCF	IUTV
	Cérin	Christophe	PU	IUTV
	Dubacq	Jean-Christophe	MCF	IUTV
	Finta	Lucian	MCF	IUTV
	Lavault	Christian	PU	IG
	Létocart	Lucas	MCF	IG
	*Nagih*	*Anass*	PU	Un. Metz
	Pekergin	Ferhan	MCF	IUTV
	Plateau	Gérard	PU	IG
	Ravelomanana	Vlady	MCF	IG
	Toulouse	Sophie	MCF	IG
	Valencia-Pabon	Mario	MCF	IG

Doctorants

	Nom	*Prénom*	*Situation*	*Institution*
	Abbes	Heithem	B	Franco-Tunisienne
	Andriamampinina	Tsiriniaina	ATER	IG
	Fkaier	Hazem	B	Franco-Tunisienne
	Kenniche	Hichem	AM	IG
	Laval	Olivier	AM	IG
	Lemalade	Jean-Luc	B	Franco-Malgache
	Rasoanaivo	Andry	B	AUF
	Sadki-Fenzar	Jalila	AM	IG
	Touati	Nora	AM	IG

Impétrants

	Nom	*Prénom*	*Situation*	*Institution*
	*Castro de Andrade*	*Rafael*	ATER	IG
	Djerourou	Fayçal	ATER	IG
	Hakem	Mourad	ATER	IG
	Khemmoudj	Idir	B	EDF
	*Paillard*	*Gabriel*	B	Brésil
	*Marcos*	*Nicolas*	B	SNCF
	*Thiongane*	*Babacar*	ATER	IG

Autre personnel temporaire du 01/09/2002 au 01/09/2007 :

Nom	*Prénom*	*Situation*	*Début*	*Fin*	*Financement*
Marcos	Nicolas	Chef projets recherche	02/2006		SNCF
Culus	Jean-François	post-doc	10/2006	09/2007	CNRS (STIC)
Quivet	Alexandre	Ingénieur de Recherche	01/2005	10/2005	ACI
Viola	Alfredo	poste rouge	07/2004	12/2004	CNRS (STIC)
Le Bars	Jean-Marie	délégation CNRS	01/2003	12/2004	CNRS
Maculan	Nelson	poste rouge	10/2002	09/2003	CNRS (STIC)

Personnels invités du 01/09/2002 au 01/09/2007 (au moins une semaine) :

N.b. : Les financements attribués à P13 désignent les professeurs invités pour 1 mois par l'université Paris 13.

Prénom	*Nom*	*Origine*	*Financement*
2007			
Jean	Cardinal	Un. libre de Bruxelles (ULB, Belgique)	P13
Tadeusz	Czachorski	Académie des Sciences de Pologne	CNRS & PAN
Krzysztof	Grochla	Académie des Sciences de Pologne	CNRS & PAN
M. Cristina	Pinotti	Un. degli Studi di Perugia (Italie)	CNRS & Un. Perugia
Arthur	Randrianarivony	Un. d'Antananarivo (Madagascar)	P13
2006			
Monique	Guignard	Wharton School, Un. of Pennsylvania (USA)	P13
Bernhard	Gittenberger	T.U., Wien (Autriche)	Égide-Amadeus
Hsien-Kuei	Hwang	Academia Sinica, Taipei (Taiwan)	P13
Mohamed	Jemni	ESSTT (Tunis)	MCF invité
Marcus	Kuba	T.U., Wien (Autriche)	Égide-Amadeus
Alois	Panholzer	T.U., Wien (Autriche)	Égide-Amadeus
Czachorski	Tadeusz	Académie des Sciences de Pologne	P13
2005			
Heithem	Abbes	ESSTT (Tunis)	inria-STIC
Hazem	Fkaier	ESSTT (Tunis)	inria-STIC
Bernhard	Gittenberger	T.U., Wien (Autriche)	Égide-Amadeus
Mohamed	Jemni	ESSTT (Tunis)	inria-STIC
Nelson	Maculan	Un. fédérale de Rio de Janeiro (Brésil)	PU (Docteur honoris causa)
Stephan	Olariu	Old Dominion Un. Norfolk (USA)	P13
Alois	Panholzer	T.U., Wien (Autriche)	Égide-Amadeus
2004			
Nelson	Maculan	Un. fédérale de Rio de Janeiro (Brésil)	P13
François	Soumis	École Polytechnique de Montréal (Canada)	P13 & ACI-Jeunes Chercheurs
Czachorski	Tadeusz	Académie des Sciences de Pologne	P13
Alfredo	Viola	Un. de la República (Uruguay)	Poste rouge CNRS
2003			
Nelson	Maculan	Un. fédérale de Rio de Janeiro (Brésil)	P13 & Poste rouge CNRS

1.1.1 Évolution de l'équipe

Permanents

Départs

2002 V. Gabrel, MCF (composante OC), mutation à Paris 9
2003 V. Zissimopoulos, PU (composante OC), mutation à l'Un. d'Athènes
2004 Ph. Bourgeois, MCF (composante OC), décès
2006 A. Nagih, MCF (composante OC), promotion PU à l'Un. de Metz

Arrivées

2002 L. Alfandari, PA ESSEC, composante OC (auparavant LAMSADE-Paris 9)
2003 L. Létocart, MCF IG, composante OC (thèse CEDRIC-CNAM)
2004 S. Toulouse, MCF IG, composante OC (thèse LAMSADE-Paris 9)
2005 C. Cérin, PU IUTV, composante AD (auparavant MCF Amiens, LARIA)
2006 M. Valencia-Pabon, MCF IG, composante AD (thèse LRI-Paris 11)

Depuis 2002, l'équipe OCAD a subi plusieurs modifications qui ont infléchi sa problématique d'ensemble en renouvelant les priorités de certain thèmes de recherche. Pour la composante *optimisation combinatoire*, l'arrivée en 2002 d'un professeur associé employé à l'ESSEC et le recrutement de deux maîtres de conférences en 2003 et 2004 n'ont pas contrebalancé les départs de trois maîtres de conférences et d'un professeur ces dernières années. En *algorithmique distribuée*, l'arrivée d'un chargé de recherche CNRS en 2002 a renforcé le thème combinatoire de la composante. Quant aux recrutements d'un professeur et d'un maître de conférences, ils ouvrent de nouvelles perspectives de recherche. Depuis 2005, se développe ainsi un nouveau thème de

travail autour de Christophe Cérin : *Grappes et grilles de calcul* (*Grid Computing*) — *i.e.* la conception d'outils pour les problèmes parallèles de grande taille sur des grappes et des grilles de calcul.

1.2 Présentation scientifique générale

L'informatique définit, étudie et manipule des structures finies ou discrètes à travers des algorithmes. L'objectif de l'équipe OCAD (*Optimisation Combinatoire* (OC) et *Algorithmique Distribuée* (AD)) est l'analyse et l'optimisation fines de systèmes complexes discrets, séquentiels ou parallèles, pouvant présenter une forte composante aléatoire. Un cadre formel, naturel et cohérent pour mener ce travail est la combinatoire. Ainsi la recherche conduite au sein de l'équipe OCAD mêle étroitement trois domaines complémentaires : la combinatoire, l'algorithmique et la complexité. Ce cadre intègre notamment l'optimisation de problèmes difficiles et de problèmes de grande taille par des algorithmes efficaces (approchés, voire exacts pour certaines instances) ou l'étude quantitative d'algorithmes probabilistes sur des structures ou des objets combinatoires.

1.3 Composante Optimisation Combinatoire

Participants : L. Alfandari, H. Bennaceur, R. Castro de Andrade, F. Djerourou, M.I. Khemmoudj, O. Laval, J.-L. Lemalade, L. Létocart, N. Marcos, A. Nagih, F. Pekergin, G. Plateau, A. Rasoanaivo, J. Sadki-Fenzar, N. Touati, S. Toulouse

1.3.1 Thèmes de recherche

Initié en partie depuis septembre 2004 par l'ACI JC (cf. § 1.3.4), le projet de recherche principal de la composante OC est centré sur les méthodes de décomposition (schémas itératifs) pour la résolution exacte de problèmes difficiles d'optimisation combinatoire, méthodes issues de la programmation mathématique. Plus précisément, ce projet s'intéresse à l'accélération et au pilotage de tels schémas sous deux angles spécifiques : la *résolution approchée* d'une part (pour trouver « rapidement » de « bonnes » solutions) et les méthodes de *stabilisation* et de *réoptimisation* d'autre part (pour accélérer la convergence en fin de résolution).

Par ailleurs, la composante OC se consacre à la poursuite de travaux fondamentaux et appliqués en *optimisation en nombres entiers*. L'aspect fondamental concerne plus spécifiquement la modélisation, les relaxations, la complexité et l'approximation, les heuristiques, les métaheuristiques, et les méthodes de résolution exacte, tandis que les applications sont tournées vers le transport, le dimensionnement de réseaux et la gestion de production agricole.

Enfin, le groupe OC poursuit également des recherches dans le domaine de la *satisfaction et de l'optimisation des systèmes de contraintes*. En particulier, des méthodes combinant des techniques d'optimisation combinatoire et de satisfaction de contraintes ont été conçues, et appliquées notamment aux bases de données et à la production d'énergie nucléaire.

Optimisation en nombres entiers

L'optimisation combinatoire a pour vocation de construire, pour des problèmes d'optimisation en variables mixtes ou en nombres entiers, des solutions exactes ou approchées. Les approches émergentes sont issues de la programmation mathématique, qui offre des formalismes unifiés pour une large gamme de problèmes et permet ainsi d'élaborer des méthodes de résolution génériques efficaces. La validation peut alors se faire à la fois sur un plan théorique — notamment par l'analyse du double point de vue de l'approximation et de la complexité — et sur un plan expérimental.

1 Résolution efficace de problèmes d'optimisation en nombres entiers de très grande taille

S'appuyant sur une forte complémentarité des domaines de recherche de ses différents membres, le projet de recherche de la composante OC s'inscrit plus précisément dans le cadre de la résolution globale et efficace de problèmes d'optimisation en nombres entiers de très grande taille, avec des volets théoriques, algorithmiques et applicatifs.

Les modèles étudiés sont pour la plupart issus des domaines de la planification des ressources dans les systèmes de production et de la gestion des flux dans les réseaux de transport. Dans ces domaines, la prise en compte récente des contextes d'incertitude d'une part, d'éléments qualitatifs d'autre part (notamment dans les réseaux), a mené à l'introduction de nouvelles familles de modèles, intégrant la formulation de contraintes particulières, ainsi qu'un nombre toujours accru de variables de décision. Les problèmes résultants sont dès lors très difficiles, de par leur taille (plusieurs milliers de variables et de contraintes), mais aussi de par leur structure combinatoire (présence de variables discrètes), et nécessitent, pour leur résolution effective, l'élaboration d'outils théoriques et algorithmiques spécifiques.

Par ailleurs, le contexte opérationnel est en demande d'un arbitrage constant entre la double exigence de qualité des solutions fournies et de temps de calcul raisonnables. Alors qu'en planification stratégique, l'intérêt de l'étude de différents scénarios prime sur les temps de calcul nécessaires pour les obtenir, en planification opérationnelle, le temps de réponse devient crucial : en cas de perturbation majeure, il faut reconstruire le plan de production en temps réel, tout en minimisant l'écart par rapport au plan prévisionnel afin de réduire l'impact sur la suite des

opérations. De nouveau, les outils actuels ne sont pas capables de répondre à ces deux exigences sur des problèmes rendus de plus en plus complexes.

Pour pallier les insuffisances des approches existantes prises séparément, on souhaite élaborer des schémas hybrides sachant tirer profit des avantages de chacune d'elles : la capacité de produire de bonnes solutions réalisables en temps de calcul acceptable pour les approches de type (méta)heuristique d'une part, la vision globale du problème propre aux approches basées sur la programmation mathématique, comme la génération de colonnes, d'autre part. Les schémas hybrides sont en effet souvent plus robustes et permettent de traiter une classe plus large d'instances. L'efficacité de la résolution globale peut aussi être améliorée par l'utilisation de techniques de réoptimisation exploitant l'historique des résolutions des instances successives d'un même problème. Une telle approche, combinant hybridation et réoptimisation, permet d'élaborer des méthodes de résolution qui, non seulement fournissent des solutions de très bonne qualité en temps de calcul raisonnable, mais aussi permettent de recalculer ces solutions en cas de faible perturbation des données.

Ces recherches sont élargies à des modèles et problèmes émergents, prenant en compte la qualité des solutions produites, l'introduction de l'incertitude, ou encore la notion d'aide à la décision (notion de robustesse, diversification des solutions, modélisation multicritère, etc.).

2 Aspects fondamentaux et appliqués

Le projet central du goupe OC est nourri des travaux fondamentaux et appliqués qui sont poursuivis par ailleurs. Sous l'angle de la programmation mathématique elle-même, des efforts particuliers sont produits sur l'étude de relaxations fortes pour les problèmes d'optimisation en variables 0-1, linéaires et non linéaires. Concernant la partie approximation polynomiale, elle se concentre plus particulièrement sur la classification des problèmes d'optimisation combinatoire, notamment sous l'angle encore peu développé de l'approximation différentielle. Par ailleurs, certaines familles de problèmes (notamment, recouvrement et partitionnement) font l'objet de recherches algorithmiques spécifiques pour leur résolution ou pour l'amélioration de leur degré d'approximation.

Satisfaction et optimisation des systèmes de contraintes

Les activités de recherche de ce thème concernent le raisonnement à base de contraintes. Dans ce domaine, la connaissance est décrite sous forme de contraintes ou relations (symboliques ou numériques). L'objectif est d'étudier la cohérence (ou la satisfaction) et l'optimisation du système de contraintes associé à une base de connaissances. La conception de méthodes pour ces problèmes se base essentiellement sur les outils de deux domaines différents, mais très complémentaires, à savoir la Recherche Opérationnelle (RO) et l'Intelligence Artificielle (IA).

Le travail actuel concerne la combinaison des techniques d'optimisation combinatoire (*relaxation lagrangienne*, *branch and bound*, *méthodes de recherche locale*) et les techniques de satisfaction de contraintes pour résoudre les problèmes CSP et CSP valués.

Modélisation stochastique de systèmes discrets

La recherche de ce thème concerne la modélisation de systèmes à événements discrets par des processus stochastiques et au développement de méthodes de résolution. Un intérêt particulier est attribué à la modélisation et l'évaluation des performances des systèmes complexes, dont les modèles sont de très grande taille dans leur représentation classique. Pour contourner les problèmes dus aux espaces d'états de modèles comprenant des mécanismes de contrôle complexes, on peut recourir à une modélisation par des processus continus. Cette approche consiste, d'une part, à reconstituer l'information perdue du fait de la transformation discret-continu et, d'autre part, à développer les algorithmes numériques nécessaires à leur résolution.

1.3.2 Résultats significatifs

Optimisation en nombres entiers

1. Au sein d'un schéma itératif, une succession d'instances d'un problème dit auxiliaire doit être résolue. L'introduction des techniques de réoptimisation dans un tel schéma consiste

à accélérer la résolution d'une instance de la suite en tirant profit des résolutions des instances qui la précèdent.

L'élaboration de ces techniques n'a de sens que si les données des instances sont suffisamment voisines. Pour mieux appréhender cette question de la réoptimisation, il a été décidé de l'entamer dans le cadre de problèmes classiques d'optimisation. C'est pourquoi les travaux se sont d'abord orientés vers la résolution efficace du dual lagrangien du problème du sac à dos à deux dimensions (biknapsack) en variables 0-1. Réalisés dans le cadre de la thèse de Babacar Thiongane, ils ont permis des avancées significatives relativement à l'évolution des données de l'objectif et d'obtenir ainsi une large base de résulats théoriques, algorithmiques et expérimentaux :

- état de l'art sur la *postoptimisation* (analyse de sensibilité, paramétrisation et réoptimisation) en programmation en nombres entiers [RE-1],
- étude de la *complexité* du problème de la paramétrisation en programmation linéaire en 0-1 et élaboration d'un nouvel algorithme,
- *réoptimisation* dans le dual lagrangien du biknapsack en variables 0-1 : élaboration de deux approches (MARIE et ASIA) pour la résolution efficace du dual lagrangien par des méthodes de sous-gradients adaptées [RI-12, RI-20] ; combinaison de métaheuristiques et de techniques de réoptimisation pour la construction d'heuristiques performantes pour le problème de biknapsack en variables 0-1 [RI-20].

2. Des études ont été menées pour le dimensionnement de réseaux de télécommunications. Dans le cas général, la génération de colonnes adaptée à l'optimisation en nombres entiers a été appliquée avec succès en utilisant un *Branch-and-Bound* (méthode par séparation et évaluation) et des coupes géométriques pour éviter d'engendrer des colonnes inadéquates (thèse d'Irène Loiseau). Lorsque les demandes sont incertaines, des techniques issues de l'optimisation stochastique en nombres entiers ont été appliquées (*Branch-and-Cut* et méthodes « à la Benders ») [RI-11, RI-18, RI-27].
3. Le statut, en termes de complexité (résolution exacte en temps polynomial) et d'approximabilité (ordre du degré d'approximation que l'on peut espérer obtenir en temps polynomial), de différents problèmes a été décidé : ces résultats concernent des problèmes de multiflots entiers maximaux et de multicoupes minimales [RI-15], notamment dans les graphes en anneaux [So-1], ainsi que certains problèmes de partionnement et de recouvrement d'un graphe par des chaînes de longueur bornée, pour lesquels de meilleures bornes d'approximation classique et différentielle ont également été obtenues [CL-5].
4. Des travaux ont été réalisés sur l'élaboration de modélisations sous forme de PLNE (programmes linéaires en nombres entiers) d'ordre polynomial pour la détermination de sous-graphes connexes de poids minimal d'un graphe valué (par exemple, chemin élémentaire, arbre et cycle) [RE-3].
5. Des schémas d'approximation utilisant des méthodes de programmation dynamique spécifiques ont été développés et analysés pour des sous-problèmes apparaissant dans des problèmes classiques de couverture de tâches en transport et de localisation d'entreprise [RI-34].

Satisfaction et optimisation des systèmes de contraintes

6. Une réécriture originale du problème SAT en un CSP binaire a été exploitée pour montrer qu'il existe de nombreux liens algorithmiques et des concepts équivalents utilisés pour ces deux problèmes [RI-10]. Différents types de méthodes améliorant la résolution du problème Max-CSP ont par ailleurs été développées :
   - méthodes de recherche locale intégrant les techniques de consistance locale (consistances d'arc) et de réduction du voisinage,
   - méthodes exactes hybrides combinant les techniques d'optimisation combinatoire et de satisfaction de contraintes [CI-14]. La plupart de ces méthodes ont été implémentées et testées sur des instances aléatoires, académiques et réelles [CI-20].

Modélisation stochastique de systèmes discrets

7. Par une modélisation qui s'appuie sur l'approximation de diffusion, le comportement transitoire des flux de classes différentes dans les réseaux de communications modélisés par des

réseaux de files d'attente a été étudié. L'approximation de diffusion est utilisée dans les modèles à classes multiples pour contourner le problème de l'influence de certains types de transfert de données sur le reste du trafic, tout en compensant la perte d'information due à la transformation des processus discrets en continus [RI-14]. Pour représenter les mécanismes de contrôle complexes des réseaux de communications, des modèles de diffusion à sauts multiples sont développés. La validité de la combinaison des sauts avec l'approximation de diffusion pour un modèle de routeur opto-électronique a été montrée et une méthode de résolution numérique pour ce type de modèle a été développée [CO-19].

1.3.3 Perspectives de recherche

Optimisation en nombres entiers

1. Concernant la mise en œuvre de schémas itératifs de type génération de colonnes, nos principaux travaux portent sur les deux points suivants :
   - *la réoptimisation*, méthode permettant d'améliorer la complexité des itérations dans la phase de convergence (une thèse en cours).
   - *l'approximation*, qui offre une justification théorique du comportement des heuristiques (une thèse en cours),

   (a) L'objectif actuel est la transposition de techniques de réoptimisation (initiées par les travaux sur les problèmes de sac-à-dos en variables 0-1) à un schéma de type génération de colonnes pour la résolution des problèmes de très grande taille, notamment dans le cadre de la gestion en temps réel des flux dans des réseaux de transport. Ces recherches se poursuivent en priorité vers la réoptimisation de problèmes en nombres entiers avec application au sac à dos quadratique [CO-34] et au plus court chemin avec contraintes de ressources [CO-30]. La problématique abordée est celle de la résolution globale efficace d'une suite d'instances du problème traité. Trois axes sont donc développés :
   - dans le cadre des dualités lagrangiennes et agrégées, la prise en compte de l'évolution des données du problème (méthodes de sous-gradient, génération de colonnes),
   - l'hybridation de métaheuristiques et d'heuristiques duales,
   - l'incrémentalité, c'est-à-dire la prise en compte de l'évolution du nombre de contraintes et/ou de variables.

   (b) En approximation, une perspective est d'étudier l'hybridation de méta-heuristiques et d'heuristiques à garantie de performance à la mise en œuvre de schémas itératifs. Plus précisément, il s'agirait de construire des populations de solutions diversifiées et de qualité contrôlée, de sorte à mieux piloter le schéma itératif de résolution.

   (c) Il est également nécessaire de compléter l'expertise de la composante dans le domaine des approches polyédrales, de sorte à entamer une voie de recherche complémentaire aux travaux actuels sur l'accélération de la convergence des schémas itératifs. En effet, de telles approches permettraient de diminuer le nombre d'itérations de ces schémas par la diminution du domaine de recherche à chaque itération.

2. Concernant l'approximation polynomiale au pire des cas, un axe privilégié est celui de la classification des problèmes d'optimisation discrète sous l'angle différentiel, au travers de deux défis essentiels : d'une part, décider du degré d'approximation différentielle de problèmes de type MaxSAT/MaxCCSP ; d'autre part, établir un cadre pertinent de réduction pour la préservation du rapport constant d'approximation différentiel, en menant une étude d'ordre structurel sur les instances des problèmes à lier par réduction. L'étude des problèmes de logique, par des méthodes à base de voisinages, a fait l'objet d'un post-doctorat CNRS en 2006-2007 qui a permis d'améliorer les bornes pour l'approximation différentielle des problèmes Max$k$SAT. Notons que ce projet est en lien étroit avec le groupe de travail *Approximation & Complexité* (cf. § 1.3.4).
3. La résolution exacte de problèmes non linéaires en nombres entiers, et plus particulièrement de problèmes à objectif quadratique, contraintes linéaires avec des variables bivalentes, est actuellement à l'étude par l'intermédiaire de méthodes lagrangiennes et de

techniques de convexification [CO-32].

Satisfaction et optimisation des systèmes de contraintes

4. Les perspectives concernent essentiellement les applications des techniques CSP et de l'optimisation combinatoire aux problèmes réels industriels. Plus précisément, il s'agit d'approfondir l'étude d'approches combinant la programmation par contraintes et la recherche locale (prenant en compte un autre type de contraintes du problème de placement des arrêts des réacteurs nucléaires).

   À court terme, il est prévu d'étudier l'extension de certaines formes de consistance locale aux CSP pondérés (*WCSP*) et de développer d'autres formes de consistance locale basées sur la consistance d'arc.

   Un autre objectif est également de travailler sur le logiciel de référence de *WCSP Toolbar* pour y intégrer les résultats obtenus et évaluer les performances des méthodes élaborées.

Modélisation stochastique de systèmes discrets

5. Dans le cadre des travaux de modélisation des systèmes à événements discrets, le premier objectif est le développement de méthodes de résolution robustes et efficaces en temps d'exécution. Une étude de comparaison de coûts s'impose, afin de déterminer l'adéquation entre la complexité des modèles et l'efficacité des différentes méthodes. Ensuite, on peut envisager l'étude de plusieurs systèmes complexes par des modèles de diffusion à sauts multiples : serveurs web, centres d'appels, routeurs optique-électroniques, etc.

Applications

6. Bien que la recherche en OC se fonde sur le développement et l'étude théorique de méthodes génériques de résolution, les techniques développées s'appliquent à de nombreux domaines (transport, réseau, etc.). Il convient naturellement de continuer à les éprouver auprès des industriels, en consultation ou sur la base de projets.

1.3.4 Diffusion de la recherche

- **Évaluation de la recherche**

Comités éditoriaux

- Anass Nagih : Bulletin de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF) en 2003.
- Gérard Plateau : Journal of Heuristics depuis 1995
- Gérard Plateau : European Journal of Operational Research (2000-2006)
- Gérard Plateau : RAIRO - Operations Research depuis 1986

Comités de programmes

- Gérard Plateau : MIC'2003, 5th Metaheuristics International Conference, Kyoto, Japon, 25-28 août 03.
- Gérard Plateau : MIC'2005, 6th Metaheuristics International Conference, Vienne, Autriche, 22-26 août 05.
- Gérard Plateau : ALIO/EURO Vth Meeting, Paris, 26-28 octobre 05.
- Gérard Plateau : APMOD'06, 8th Applied mathematical Programming and MODelling meeting, Madrid, Espagne, 19-21 juin 06.
- Gérard Plateau : MIC'2007, 7th Metaheuristics International Conference, Montréal, Canada, 25-29 juin 07.
- Gérard Plateau : NCP'07, Non Convex Programming, INSA, Rouen, 17-21 décembre 07.

Comités de lecture ou d'évaluation

- Laurent Alfandari. Rapporteur d'une demi-douzaine d'articles pour des revues et conférences internationales (Comp. Opt. and Appli., Eur. J. of OR, RAIRO-OR, etc.).

- Lucas Létocart. Rapporteur de trois articles pour des revues internationales (Dis. Appl. Maths, RAIRO-OR, TOP).
- Anass Nagih. Rapporteur de six articles pour des revues et conférences internationales (Eur. J. of OR, RAIRO-OR, CP-AI-OR, ROADEF).
- Gérard Plateau. Rapporteur de vingt articles pour des revues et conférences internationales (Eur. J. of OR, OR, Workshop Math. Programming, MIC, ROADEF).

Autres responsabilités d'évaluation

- Gérard Plateau : FQRNT (Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies) : évaluation d'une demande de projet en janvier 2004 (Québec)
- Gérard Plateau : CRSNG (Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada) : évaluation d'une demande de projet en janvier 2004 (Ottawa)
- Gérard Plateau : CNRS : expertises de projets Agence Nationale de la Recherche 2005
- Gérard Plateau : Ministère : expertises de dossiers pour la DS1 puis de la DSPT9 - Master en 2004 et en 2007.
- Gérard Plateau : Membre du comité scientifique du GDR RO : expertise de projets 2005-2006.
- Gérard Plateau : Région Champagne-Ardenne : Expertise d'un dossier d'allocation post-doctorale en mars 2004
- Gérard Plateau : Membre des comités scientifiques des laboratoires d'informatique de Tours et d'Avignon en 2007.

Jurys hors LIPN

Jury de thèse : G. Plateau (6, rapporteur :5), A. Nagih (2, rapporteur :1), S. Toulouse (1, rapporteur :1).
Jury d'habilitation à diriger des recherches : G. Plateau (1, rapporteur :1).

• Organisation de la recherche

Organisation de conférences et événements scientifiques

- Anass Nagih : Membre du comité d'organisation du Prix Robert Faure 2003 (prix récompensant une contribution originale dans le domaine de la Recherche Opérationnelle et l'Aide à la Décision).
- Laurent Alfandari et Lucas Létocart : Membres du comité d'organisation des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle de 2003 à 2006 : organisation de 8 journées
- Anass Nagih : organisation de la participation du LIPN à la manifestation *Savante Banlieue*, Villetaneuse, 13-14 octobre 2005.

Gestion de groupes de travail Un nouveau groupe de travail, *Approximation & complexité*, a été créé en septembre 2006. Sa vocation première est la structuration de **NPO**, c'est-à-dire l'étude de la complexité d'approximation des problèmes difficiles d'optimisation combinatoire, en attaquant les problèmes sous un angle structurel plutôt qu'algorithmique. L'idée est alors de faire concourir à l'objectif de classification différentes approches et savoir-faire qui sont présents au laboratoire dans d'autres contextes de recherche : l'optimisation combinatoire (groupe OC), la combinatoire analytique (groupe AD), la combinatoire algébrique (LCR) et la théorie de la complexité (OCAD & LCR).

• Contrats

Type	Coordinateur	Resp. scient.	Nom	Financeur	Période	Durée (mois)	Budget global (keuros)	Part LIPN (keuros)
ACI	LIPN	A. Nagih	COGiTO	MENESR	09/2004-08/2007	36	66	66
CIFRE	SNCF	G. Plateau		SNCF	10/2002-09/2005	36	22,5	22,5
Contrat	EDF	H. Bennaceur		EDF	05/2003-04/2006	36	75	
Contrat	EDF	H. Bennaceur		EDF	08/2006-01/2008	18	83	10
Veille	SNCF	A. Nagih		SNCF	02/2005-11/2007	34	22,5	22,5

ACI COGiTO Le projet de recherche d'OC bénéficie (depuis septembre 2004) du soutien d'une ACI Jeunes Chercheuses et Jeunes Chercheurs, composée d'Anass Nagih, Laurent Alfandari, Lucas Létocart, Agnès Plateau (CNAM) et Sophie Toulouse, sur le thème *Planification et gestion optimisée des ressources en transport : réoptimisation et hybridation de la génération de colonnes et des métaheuristiques* (2004-2007). Ce projet, qui va de la modélisation à la réalisation informatique via la résolution, a notamment offert le cadre de collaborations avec des partenaires académiques (GERAD) et industriels (SNCF). Il a également permis de réaliser courant 2005 une plate-forme logicielle d'optimisation appelée COGiTO.

CIFRE SNCF Dans le cadre de la thèse CIFRE SNCF de Nicolas Marcos, le travail a concerné la gestion de production et la planification en transport ferroviaire. Plus spécifiquement, un outil générique d'aide à la décision pour la gestion des locomotives fret à la SNCF a été élaboré grâce à de nouvelles modélisations du problème utilisant l'aspect multiflot de cette application [CO-12].

Contrats EDF L'étude du *problème de placement des arrêts des réacteurs nucléaires* a été développée dans le cadre de la thèse d'Idir Khemmoudj. Il s'agit d'un problème d'ordonnancement couplé à un problème de planification de la production (contrat EDF-LIPN). Dans un premier temps, la contribution de la programmation logique par contraintes à la résolution de ce problème a été évaluée. Un système combinant la programmation par contraintes et la recherche locale pour construire des plans d'arrêts avec un meilleur profit a ensuite été développé.

Veille SNCF Le contrat d'étude et de veille sur les approches de modélisation et techniques de résolution exploitables pour optimiser la planification de ressources de production mobiles entre la SNCF-DI&R et les membres de l'ACI Jeunes Chercheurs vise à recenser les formalisations existantes (et récentes) qui sont envisageables pour les problèmes de planification de ressources mobiles dans le domaine des transports, ainsi que la complexité de ces modélisations. Un panorama comparatif des approches de résolution existantes (et récentes) pour ces modèles (approches standards ou dédiées, optimales vs approchées) est dressé. Enfin, les performances numériques de certaines approches sont évaluées, à partir notamment de problèmes concrets fournis par la SNCF-DI&R.

• Dissémination

L'année 2005 a été l'occasion de rédiger trois chapitres sur les problèmes de sac-à-dos, de transport aérien et du voyageur de commerce, dans un ouvrage consacré à l'optimisation combinatoire [CL-2, CL-4, CL-3].

Invitations, tutoriels

- Anass Nagih : Conférencier-invité par la Direction de la Stratégie de la SNCF, la Direction des Opérations et la Direction de l'Innovation et de la Recherche dans le cadre du projet "Mieux concevoir pour mieux produire" ; titre "Planification des ressources humaines", siège de la SNCF Paris (17 juin 2003).
- Gérard Plateau : Tutoriel pour les Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle ; titre "Sur le sac à dos en variables 0-1", Paris (13 janvier 2006).

Actions de vulgarisation de la recherche

- Lucas Létocart : Présentation d'une démonstration "Courses et jeux de fourmis" à la manifestation *Savante Banlieue*, Villetaneuse, 13-14 octobre 2005.

- **Collaborations**

Collaborations universitaires

1. Les collaborations d'Anass Nagih avec François Soumis et Yassir Miladi (école Polytechnique de Montréal et GERAD) s'articulent principalement autour de :
   - la construction de rotations d'équipages en planification opérationnelle ;
   - les heuristiques lagrangiennes pour le problème de plus court chemin contraint ;
   - la réduction de l'espace des états dans un algorithme de type programmation dynamique.
2. Une collaboration entre les membres de l'ACI Jeunes Chercheurs et Jeunes Chercheuses et le GERAD a été mise en place sous la forme d'invitations réciproques d'enseignants-chercheurs.
3. Dans le cadre de la thèse de Jean-Luc Lemalade, financée par une bourse de coopération franco-malgache, en partenariat avec le CIRAD Montpellier et le FOFIFA Antananarivo, une étude porte sur l'optimisation de la gestion des ressources agricoles en milieu forestier tropical, dans le but d'éviter l'extension des surfaces à cultiver en gérant les parcelles en milieu de façon originale (cloisonnement, bandes anti-érosion, utilisation optimale des jachères et rotation des cultures) menant à un équilibre entre l'espace agricole et l'espace forestier [CO-21].
4. L'application suivante a été développée par Hachemi Bennaceur et Idir Khemmoudj : *Contraintes dans les bases de données* (en collaboration avec F. Boufares).
   L'étude de la validité d'un schéma relationnel « Entité-Association » d'une base de données repose sur la vérification de la cohérence du système de contraintes associé à ce schéma. Plus précisément, elle a porté sur différents types de contraintes (cardinalités, dépendance fonctionnelles, rôle, etc.) et sur les méthodes pour résoudre les systèmes de contraintes permettant de décider si une base de données est instanciable. Une extension de ces résultats à la modélisation UML a également été proposée [RI-8].
5. évaluation des performances dans le projet CNRS-PAN (Pol 16684) (coopération franco-polonaise). Projet de coopération bilatérale CNRS-PAN : *Analyse transitoire des réseaux à service intégrés par l'approximation de diffusion.* 2004-2005. Fehran Perkergin.
6. Projet de coopération bilatérale CNRS-PAN (Pol 16684) : *Processus de diffusion à sauts multiples en modélisation des systèmes de télécommunications.* 2006. Fehran Perkergin.

1.3.5 Formation à la recherche

Thèses soutenues

1999-2003 Babacar Thiongane : *Ré-optimisation dans le dual lagrangien du biknapsak en variables 0-1*
Financement de la thèse : Allocation de Recherche du Ministère
Soutenue le 24 février 2003
Directeurs : Gérard Plateau et Anass Nagih
Situation actuelle du diplômé : Post-doc au Canada.

2001-2005 Irène Loiseau : *La génération de colonnes en nombres entiers*
Soutenue le 29 juin 2005
Directeurs : Gérard Plateau et Nelson Maculan
Situation actuelle du diplômé : Enseignant Chercheur à l'Université de Buenos Aires, Argentine.

2002-2006 Nicolas Marcos : *Modélisation et Optimisation de la Gestion du Matériel Roulant à la SNCF*
Soutenue le 23 novembre 2006
Directeurs : Gérard Plateau, Anass Nagih et Laurent Alfandari
Situation actuelle du diplômé : Chef de projets de recherche à la SNCF, Direction de l'Innovation et de la Recherche, Paris.

2002-2007 Mohand Ou Idir Khemmoudj : *Modélisation et résolution de systèmes de contraintes : Application au problème de placement des arrêts et de la production des réacteurs nucléaires d'EDF*
Soutenue le 04 avril 2007
Directeurs : Hachemi Bennaceur et Marc Porcheron
Situation actuelle du diplômé : Post-doc EDF-LIPN, Paris.

2002-2007 Fayçal Djerourou : *Contribution à la résolution complète et incomplète du problème de satisfaction de contraintes pondérées*
Soutenue le 15 juin 2007
Directeur : Hachemi Bennaceur
Situation actuelle du diplômé : Ingénieur en informatique, Paris.

HDR soutenues

2003 Alain Faye : *Contributions à la programmation quadratique en 0-1*
Soutenue le 17 décembre 2003
Coordinateur : Gérard Plateau
Situation actuelle du diplômé : Maître de Conférences HDR à l'IIE-CNAM.

2004 Anass Nagih : *Contributions à la résolution des problèmes en nombres entiers : réoptimisation, problèmes de grande taille et planification en transport*
Soutenue le 14 décembre 2004
Coordinateur : Gérard Plateau
Situation actuelle du diplômé : Professeur à l'Université de Metz.

2007 Frédéric Roupin : *Algorithmes Combinatoires et Relaxations par Programmation Linéaire et Semidéfinie. Application à la Résolution de Problèmes Quadratiques et d'Optimisation dans les Graphes.*
Soutenue le 24 novembre 2006
Coordinateur : Gérard Plateau
Situation actuelle du diplômé : Maître de Conférences HDR au CNAM.

Doctorants

nom	date	position actuelle pour thèses
O. Laval	10/2005-10/2008	Allocataire - moniteur
J.-L. Lemalade	10/2002-12/2006	bourse coopération franco-malgache
A. Rasoanaivo	10/2006-10/2009	bourse AUF
J. Sadki-Fenzar	10/2006-10/2009	Allocataire - monitrice
N. Touati	10/2005-10/2008	Allocataire - monitrice

Participations à des écoles (printemps, été, hiver, automne)

- Olivier Laval : Séminaire de Mathématiques supérieures (SMS) : Optimisation combinatoire : Méthodes et applications, Département de mathématiques et de statistique (DMS) de l'Université de Montréal, 19-30 juin 2006.
- Nora Touati : Ecole printanière sur les tournées de véhicules, HEC Montréal, 10-12 mai 2006.
- Nora Touati : GERAD Summer School : Column generation, Ecole Polytechnique de Montréal, 15-19 mai 2006.

Cours de DEA / Master 2 recherche

- 2003 à 2004. (L. Létocart, A. Nagih) : *Méthodes Avancées en Optimisation Discrète*, DEA IA-OC, Paris 8 - Paris 13.
- 2004 à 2005. (L. Létocart, A. Nagih, S. Toulouse) : *Méthodes Avancées en Optimisation Discrète*, DEA IA-OC, Paris 8 - Paris 13.
- 2003 à 2005. (G. Plateau) : *Optimisation en nombres entiers*, DEA IA-OC, Paris 8 - Paris 13.
- 2005 à 2007. (L. Létocart, A. Nagih, S. Toulouse) : *Méthodes Avancées en Optimisation Combinatoire*, Master Mathématiques-Informatique 2^{e}année recherche, Paris 13.
- 2005 à 2007. (L. Alfandari, L. Létocart) : *Aide à la Décision*, Master Mathématiques-Informatique 2^{e}année recherche, Paris 13, et Master 2^{e}année Modélisation Informatique des Connaissances et du Raisonnement, Paris 13.
- 2005 à 2007. (G. Plateau) : *Optimisation combinatoire*, Master Mathématiques-Informatique 2^{e}année recherche, Paris 13. Option du Master Mathématiques-Informatique-Technologies 2^{e}année recherche (*Mathématiques et Applications au codage et à la cryptologie*), Paris 8.
- 2005 à 2007. (Sophie Toulouse) : *Optimisation Combinatoire*, DEA IGMA (*Informatique et Génie Mathématique*), Université d'Antananarivo (Madagascar).

Stages de DEA / Master 2 recherche

- 2003 (A. Nagih, G. Plateau, S. Lenestour (Air France)) : T. Soulimane (DEA IA-OC Paris 13, Air France) : *Application des métaheuristiques au problème de reconstruction des rotations d'équipages*
- 2003 (A. Nagih, G. Plateau, D. De Almeida (SNCF)) : S. Nicolas (DEA IA-OC Paris 13, SNCF) : *Optimisation de la gestion des lignes à voie unique*
- 2003 (A. Nagih, G. Plateau) : A. Birri (DEA IA-OC Paris 13, GDF) : *élaboration d'une méthode de dimensionnement des réseaux de transport de gaz*
- 2004 (A. Nagih, D. De Almeida (SNCF)) : A. Quivet (DEA IA-OC Paris 13, SNCF) : *Approches de résolution pour des modèles d'optimisation de la gestion des locomotives : étude et implantation*
- 2004 (A. Nagih, G. Plateau) : E. Dumont (DEA IA-OC Paris 13, Eurodécision) : *Optimisation de la diversité des cablages dans le domaine de l'automobile*
- 2005 (L. Létocart, A. Nagih) : N. Touati (DEA IA-OC Paris 13, LIPN) : *Ré-optimisation au sein d'un schéma de génération de colonnes*
- 2005 (L. Létocart, A. Nagih, G. Plateau) : R. Ouaras (DEA 103 Paris 9-Dauphine, LIPN) : *Ré-optimisation du sac à dos quadratique*
- 2005 (L. Létocart, A. Nagih) : G. Elain (DEA IA-OC Paris 13, Thalès) : *Modèles réalistes de placement d'acteurs virtuels*
- 2005 (A. Nagih, D. De Almeida (SNCF)) : J. Tea (DEA IA-OC Paris 13, SNCF) : *Métaheuristiques pour des modèles d'optimisation de la gestion des locomotives : étude et implantation*
- 2005 (L. Alfandari, A. Nagih, A. Plateau (CNAM)) : S. Djabouabdallah (DEA IA-OC Paris 13, LIPN) : *étude de méthodes de résolution approchée des problèmes de planification*
- 2006 (L. Létocart, A. Nagih, G. Plateau) : T. Radakovic (Master MMI2 Paris 13, LIPN) : *Ré-optimisation du sac à dos quadratique*
- 2006 (L. Alfandari, A. Nagih, A. Plateau (CNAM)) : J. Sadki-Fenzar (Master MMI2 Paris 13, LIPN) : *Méthodes de décomposition pour la résolution de problèmes de planification*
- 2006. (V. Ravelomanana, S. Toulouse) : H. Razafisambatra (DEA IGMA Tananarive) : *Approximation de problèmes définis sur des collections d'ensembles.*
- 2006. (V. Ravelomanana, S. Toulouse) : S. Djabali (P6-UPMC, LIPN) : *Approximation en moyenne.*
- 2007 (L. Létocart, M-C. Plateau, G. Plateau) : A. Benouali (Master MMI2 Paris 13, LIPN) : *Méthodes lagrangiennes pour la résolution du sac-à-dos quadratique avec contrainte de cardinalité*
- 2007 (L. Létocart, N. Touati) : Z. Beddar (Master MMI2 Paris 13, LIPN) : *Résolution de modèles d'optimisation de grande taille : méthodes de décomposition et algorithme de génération de colonnes*

1.3.6 Publications principales

Chapitres de livres

2007 [ocad :MT07d] Jérôme Monnot et Sophie Toulouse. *Complexity and approximation results for bounded-size paths packing problems*, *Combinatorial Optimization and Theoretical Computer Science : Interfaces and Perspectives*, Chapitre 18. ISTE (V. Paschos ed.), 2007.

[ocad :MT07a] Jérôme Monnot et Sophie Toulouse. *Le voyageur de commerce et ses variations : un tour d'horizon de ses résolutions*, *Optimisation Combinatoire 5 : problèmes paradigmatiques et problématiques nouvelles*, Chapitre 2. Hermès (V. Paschos ed.), 2007.

[ocad :PN07] Gérard Plateau et Anass Nagih. *Le problème du sac à dos en variables 0-1*, *Optimisation combinatoire 4 : problèmes paradigmatiques*, Chapitre 6, pages 163–190. Hermès (V. Paschos ed.), Paris, 2007.

2006 [ocad :AN06] Laurent Alfandari et Anass Nagih. *Optimisation de la construction de rotations équipages en transport aérien*, *Optimisation combinatoire 3 : applications*, Chapitre 1. Hermès (V. Paschos ed.), Paris, 2006.

Articles dans des revues internationales avec comité de lecture sélectif

2007 [ocad :A07] Laurent Alfandari. Improved approximation of the soft-capacitated facility location problem. *RAIRO Operations Research*, 41 :83–93, 2007.

2006 [ocad :ALMP06] Rafael Castro De Andrade, Abdel Lisser, Nelson Maculan et Gérard Plateau. Enhancing a branch-and-bound algorithm for two-stages stochastic integer problems. *Management Science*, 52(9) :1450–1455, 2006.

[ocad :TNP06] Babacar Thiongane, Anass Nagih et Gérard Plateau. Lagrangean heuristics combined with reoptimization for the 0-1 biknapsack problem. *Discrete Applied Mathematics*, 154 :2200–2211, 2006.

2005 [ocad :ALMP05] Rafael Castro De Andrade, Abdel Lisser, Nelson Maculan et Gérard Plateau. B & b frameworks for the capacity expansion of high speed telecommunication network under uncertainty. *Annals of Operations Research*, 140(1) :49–65, 2005.

[ocad :CLR05] M-C. Costa, L. Létocart et F. Roupin. Multicut and integral multiflow : a survey. *European Journal of Operational Research*, 162(1) :55–69, 2005.

[ocad :CP05b] Tadeusz Czachorski et Ferhan Pekergin. A novel diffusion process with jumps to study an electronic-optical edge router. *Archives of Theoretical and App. Informatics*, 17(2) :76–88, 2005.

[ocad :TNP05] Babacar Thiongane, Anass Nagih et Gérard Plateau. Adapted step size in a 0-1 biknapsack lagrangean dual solving algorithm. *Annals of Operations Research*, 139 :353–373, 2005.

2004 [ocad :ALMP04] Rafael Castro De Andrade, Abdel Lisser, Nelson Maculan et Gérard Plateau. Telecommunication network capacity design for uncertain demand. *Computational Optimization and Applications*, 29(2) :127–146, 2004.

[ocad :B04] Hachemi Bennaceur. A comparison between CSP and SAT techniques. *Constraints : an International Journal*, 9(2) :123–138, 2004.

[ocad :BB04a] F. Boufarès et H. Bennaceur. Consistency problems in er-schemas for database systems. *Information Sciences Journal*, 163(4) :263–274, 2004.

Articles dans des revues nationales ou internationales

2003 [ocad :MPL03] Nelson Maculan, Gérard Plateau et Abdel Lisser. Integer linear models with a polynomial number of variables and constraints for some classical combinatorial problems. *Pesquisa Operacional*, 23(1) :161–168, 2003.

[ocad :TNP03a] Babacar Thiongane, Anass Nagih et Gérard Plateau. Analyse de sensibilité pour les problèmes linéaires en variables 0-1. *RAIRO-Operations Research*, 37(4) :291–309, 2003.

Communications dans des conférences internationales avec comité de lecture

2006 [ocad :KB06b] M. I. Khemmoudj et H. Bennaceur. Clique inference process for solving Max-CSP. *12th International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (Nantes, 2006)*, pages 246–250. Springer- Berlin Heidelberg, 2006.

2005 [ocad :KBN05] M. I. Khemmoudj, H. Bennaceur et Anass Nagih. Combining arc-consistency and dual lagrangean relaxation for filtering CSPs. *2th International Conference on Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming for Combinatorial Optimization Problems (Praha, 2005)*, pages 258–272. Springer - Berlin Heidelberg, 2005.

Workshops et autres conférences avec comité de lecture

2007 [ocad :LNP07] Lucas Létocart, Anass Nagih et Gérard Plateau. Re-optimization in the resolution of the 0-1 quadratic knapsack problem. *EURO XXII*, Prague, République tchèque, 2007.

[ocad :LPP07] Lucas Létocart, Marie-Christine Plateau et Gérard Plateau. New bounds for the 0-1 exact k-item quadratic knapsack problem. *ECCO XX*, Limassol, Chypre, 2007.

[ocad :TLN07] Nora Touati, Lucas Létocart et Anass Nagih. Diversification des solutions et réoptimisation pour la résolution de problèmes de plus court chemin avec contraintes de ressources dans un schéma de génération de colonnes. *ROADEF 2007*, pages 419–420, Grenoble, France, 2007.

2006 [ocad :LANP06] Jean Luc Lemalade, Laurent Alfandari, Anass Nagih et Gérard Plateau. Un modèle de planification des rotations culturales dans un contexte de lutte contre la déforestation à madagascar. *7e congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, Lille, 2006.

2005 [ocad :CPS05a] Tadeusz Czachorski, Ferhan Pekergin et Bartlomiej Szady. Forming optical packets, a diffusion approximation and simulation model. *Proceedings of EuroNGI (European New Generation Internet) 2nd Workshop IA.8.1*, Portugal Aveiro, 2005.

[ocad :MAGQNAP05] Nicolas Marcos, David De Almeida, Daniel Gauyacq, Alexandre Quivet, Anass Nagih, Laurent Alfandari et Gérard Plateau. Un outil générique d'aide à la décision pour la gestion des locomotives fret à la SNCF. *6e congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, pages 295–312, Tours, 2005.

Travaux en cours de soumission

2006 [ocad :BCLR06] C. Bentz, M-C. Costa, L. Létocart et F. Roupin. Multicut and integral multiflow in rings. RR 1050, Centre d'Etude et de Recherche en Informatique du CNAM, Conservatoire National des Arts et Métiers, 2006. Soumis à EJOR.

1.4 Composante Algorithmique Distribuée

Participants : T. Andriamampinina, C. Banderier, F. Butelle, C. Cérin, J-C. Dubacq, L. Finta, M. Hakem, H. Kenniche, C. Lavault, G. Paillard, A. Rasoanaivo, V. Ravelomanana, S-M. Sedjelmaci, M.Valencia-Pabon

1.4.1 Thèmes de recherche

L'algorithmique distribuée existe au sein de l'équipe OCAD depuis presque quinze ans. Quant aux méthodes d'étude, à la conception et à l'analyse des algorithmes distribués, elles ont bien évolué durant cette période. La mathématisation du domaine s'est manifestée tout particulièrement par l'utilisation d'outils et de méthodes d'analyse sans cesse plus raffinés, entre autres dans les mesures de complexité en temps et en messages.

La recherche et l'analyse d'algorithmes, c'est-à-dire de procédures effectives permettant de résoudre des problèmes ou bien de calculer la valeur d'une fonction en un nombre fini d'étapes, est particulièrement active autour des thèmes suivants :

- les problèmes de communication dans les réseaux d'interconnexion ;
- la modélisation et l'étude de problèmes issus des systèmes distribués ;
- l'analyse en moyenne de classes générales d'algorithmes et de protocoles distribués ;
- l'étude des algorithmes probabilistes,
- l'étude de propriétés fondamentales de familles d'objets et structures combinatoires : arbres, graphes, hypergraphes, permutations, modèles d'urnes, etc.

Les outils utilisés sont généralement issus des mathématiques classiques (analyse complexe, équation différentielles, asymptotique, probabilités) et les *séries génératrices* en constituent la « brique de base » par excellence. À partir des séries génératrices, de nombreuses techniques analytiques peuvent être mises en œuvre, allant de l'approximation asymptotique (réelle et complexe) aux méthodes stochastiques. Les résultats fournissent alors des informations très précises sur le comportement qualitatif ou quantitatif des systèmes étudiés (cf. Ph. Flajolet, D.E. Knuth, R. Motwani, etc.). Ce progrès vers des techniques rodées en mathématiques discrètes — la *combinatoire analytique*, la théorie de graphes et les *probabilités* — s'est trouvé accéléré ces dernières années par l'arrivée dans l'équipe de jeunes chercheurs spécialistes du domaine (Vlady Ravelomanana, Cyril Banderier, Mario Valencia-Pabon).

• Conception et analyse d'algorithmes distribués

Les systèmes distribués se caractérisent par un processus de circulation et d'échange de l'information entre entités autonomes communicantes concourant à la réalisation d'un objectif commun. Le développement d'outils et de méthodes algorithmiques appropriées (combinatoire analytique, méthodes stochastiques, asymptotique complexe, etc.) permet d'analyser plus finement de nombreux algorithmes distribués, en particulier en moyenne. En retour, ces méthodes permettent de concevoir de nouvelles classes d'algorithmes distribués, dont la complexité en communication et/ou en temps est notablement améliorée. Les classes de réseaux (graphes) considérés possèdent des structures (topologies) très diverses et peuvent jouir de caractéristiques variées : réseaux synchrones ou asynchrones, anonymes ou avec identités, fautifs ou sûrs, fixes ou mobiles, information structurelle, etc.

Outre la recherche et la spécification (plus ou moins fouillées) de l'algorithme lui-même, les résultats portent prioritairement sur l'analyse de la complexité (au pire et en moyenne) de ces algorithmes (probabilistes ou non). Plus rarement, cette analyse de complexité est poussée plus loin : calcul de tous les moments, preuve d'existence et mise en évidence d'une distribution limite, etc. (cf. § 1.4.3).

Classes générales d'algorithmes distribués

De vastes *classes d'algorithmes distribués* sont conçues et analysées dans cet axe de recherche. Ces algorithmes (déterministes ou probabilistes) s'appliquent à divers problèmes cruciaux du distribué, dans un très grand nombre de topologies de réseaux et sous diverses contraintes matérielles et temporelles. Franck Butelle et Christian Lavault étudient le problème de l'*élection anonyme* dans les réseaux *quelconques* (plus particulièrement les anneaux) et celui de la recherche

d'un *arbre optimal avec contraintes* (de diamètre ou de degré minimaux) dans un graphe *quelconque*. Un grand nombre de *protocoles d'ordonnancement dans des réseaux quelconques* (sous diverses contraintes matérielles ou temporelles) sont l'objet des travaux de Franck Butelle, Mourad Hakem et Lucian Finta. Enfin, de nouvelles méthodes pour construire des classes d'algorithmes distribués ont été utilisées par Christian Lavault et Gabriel Paillard : *inversions de liens d'un réseau acyclique orienté*, *inversions d'arcs d'un (multi)graphe quelconque*, etc. (cf. § 1.4.3).

Dans un univers réparti, l'ordonnancement est un problème de contrôle qui peut être pris en charge par la coopération des processus communicants situés sur chaque site actif. L'impossibilité d'avoir un état global cohérent d'un système totalement réparti fait que la plupart des algorithmes proposés ne permettent pas d'avoir une solution optimale. Seules des heuristiques peuvent être utilisées, comme celle proposée par Franck Butelle et Mourad Hakem (cf. 1.4.2). Dans la littérature courante, les hypothèses formulées pour la conception d'algorithmes d'ordonnancement distribué temps réel s'avèrent trop simplificatrices. En général, ils ne traitent en effet que de tâches indépendantes et ils supposent que les coûts de migration de celles-ci ne sont pas trop onéreux. De fait, le problème relevant de la prise en compte des contraintes de précédence réparties demeure non résolu. C'est seulement grâce à des hypothèses réalistes qu'il est possible de concevoir un algorithme d'ordonnancement distribué temps réel (cf. 1.4.2).

Protocoles de communication dans les réseaux sans fil

L'algorithmique des réseaux sans fils se situe à la frontière de l'algorithmique distribuée et de la théorie des graphes. L'environnement (structures, caractéristiques) y est supposé *quelconque* (anonyme, synchrone ou asynchrone, tolérant aux fautes, etc.). C'est un champ d'investigation très fructueux, commun aux deux premiers axes de recherche du thème : la conception et l'analyse d'algorithmes distribués et l'étude de structures ou objets combinatoires à dominante aléatoire.

L'intérêt porté aux réseaux sans fils (réseaux mobiles ad hoc, capteurs, etc.) s'est considérablement accru ces dernier temps. Ceux-ci sont en effet utilisés en cas de sinistre (tremblement de terre, incendie, sauvetage, etc.) ou dans le cadre d'applications spécifiques diverses, militaires en particulier (« concret » et lucratif !). Contrairement aux réseaux mobiles cellulaires, qui nécessitent une infrastructure rigide, les *réseaux mobiles ad hoc* (ou MANET) et les *capteurs* doivent pouvoir s'utiliser très souplement et s'auto-organiser très rapidement pour fournir des services locaux spécifiques, souvent en urgence. Les capteurs sont ainsi des entités identiques minuscules à énergie (durée de vie des batteries) très limitée qui sont déployées massivement sur une région bien déterminée (du plan ou de l'espace) afin d'y mesurer des données locales (température, pression, hygrométrie, hydrométrie, mouvements divers, etc.) et les communiquer.

Un MANET est un *système distribué non centralisé* à *topologie variable*. Aucune unité privilégiée n'est en mesure de communiquer avec toutes les stations (anonymes). La situation et l'évolution globale du réseau leur reste donc inconnue. Le modèle de réseau considéré est « à sauts multiples » et un MANET se modélise par un graphe G non orienté, où une arête entre deux sommets (stations) indique que ceux-ci peuvent communiquer directement. Tous les problèmes suscités par un MANET G (structure, communication, mobilité, sécurité, etc.) supposent que certaines propriétés structurelles de G soient *a priori* connues de chaque station. La plupart des protocoles de contrôle fondamentaux, comme la diffusion ou l'élection, utilisent ce type d'hypothèse initiale. C'est ainsi qu'une diffusion dans G suppose, en général, la connaissance par les stations de certaines de ses caractéristiques exactes ou partielles (majorées) : son nombre de nœuds n, son degré maximum Δ, son diamètre D, etc.

L'objectif de cet axe de recherche est d'étudier et d'analyser de manière assez systématique les principaux *protocoles de contrôle* pour la communication dans les MANETS. Christian Lavault et Vlady Ravelomanana étudient les algorithmes probabilistes de *diffusions*, d'*initialisation*, d'*élection*, de *routages*, de *k-clustering*, d'*exclusion mutuelle*, de *tri*, etc. L'« initialisation » consiste à attribuer aléatoirement des identités distinctes à chaque entité (radio, capteur, etc.) du réseau ; elle s'apparente à une attribution de « codes » uniques (largeurs de bandes passantes, coloriage, (ré)étiquetage, etc.).

Par ailleurs, le modèle des *graphes aléatoires géométriques* (cf. 1.4.1) permet à Vlady Ravelomanana d'obtenir des mesures précises sur les propriétés générales et extrêmales de ces réseaux : taille, composantes, transitions de phase, régimes, etc.

• Systèmes distribués et algorithmique parallèle

Grid Computing

L'arrivée de Christophe Cérin en 2005, permet à la conception d'algorithmes parallèles ou distribués de bénéficier d'une nouvelle impulsion, dans un cadre moins théorique et mieux adapté aux besoins en développement : le *Grid Computing*.

L'évolution du calcul parallèle s'est progressivement orienté ces dernières années vers l'utilisation de composants standards. Ainsi est apparu le calcul sur *réseaux de stations de travail* (ou *Cluster Computing*). Ces nouvelles architectures parallèles atteignent des puissances de calcul de l'ordre du Téraflop. On est capable d'interconnecter plus de mille PC entre eux et de les faire communiquer par des interfaces répandues (de type Gigabit ETHERNET) ou spécialisées (de type MYRINET).

Depuis cinq ans est apparue la notion de *grille*, qui vise à mutualiser les ressources, par exemple celles des PC des grands centres de recherche ou des internautes, connectés à Internet. Les grilles sont donc des environnements logiciels qui autorisent les applications à intégrer, à afficher, à instrumentaliser des ressources qui sont détenues par des organismes ou des individus situés dans différentes zones géographiques. Les paradigmes *grappe* et *grille* ont en commun le souci de partager des ressources de calcul, de stockage dans un but d'économie des moyens mis en œuvre.

Le projet d'ANR *SafeScale* (*Security And Fault-tolerance to Exploit Safety ambient Computing in lArge scaLe Environments* – `https://www-lipn.univ-paris13.fr/safescale`) a été retenu fin 2005. Il est piloté par le LIPN avec pour partenaires l'ENSTB, l'Irisa, le LIG, et l'université Joseph Fourier.

Le LIPN s'est positionné sur des aspects applicatifs. Il propose d'étudier deux applications : le partitionnement de données et l'évaluation (détermination) de polynômes. Pour ces deux applications, il s'agit de distribuer des calculs et des données sur Internet et de vérifier le calcul produit en le comparant avec des résultats produits sur des sites de confiance.

Pour le partitionnement de données, il s'agit de le faire par des techniques de vol de cycles plutôt que par des techniques statiques qui prédéterminent ce qu'il faut envoyer sur chacun des sites. Pour l'évaluation de polynômes, il s'agit d'implémenter dans un premier temps la méthode actuelle qui se prête bien à une distribution à large échelle et qui a été développée en particulier par Frédéric Toumazet de l'équipe LCR et membre de *SafeScale*. Dans un deuxième temps on greffera une certification des résultats mais il y a déjà un travail important à fournir pour construire l'architecture matérielle de calcul. Elle se fera très certainement à base d'EXTREMWEB (`http://www.xtremweb.net`).

PGCD de deux entiers

Les travaux de recherche de Sidi Mohamed Sedjelmaci ont permis, quant à eux, de maintenir un très bon niveau de publications internationales en arithmétique parallèle (étude et analyse d'*algorithmes parallèles du PGCD de deux entiers*).

Le PGCD est une opération arithmétique fondamentale dont les applications sont multiples. La plupart des logiciels scientifiques utilisent l'algorithme séquentiel polynomial de Schönhage, de complexité en temps $O\left(n(\log n)^2 \log\log n\right)$ pour des entiers de n bits. En calcul parallèle, on ignore si ce problème est dans la classe NC de P ou bien P-complet (la classe la plus « difficile » de P). Deux directions de recherche s'imposent donc : tenter une démonstration directe de l'appartenance du PGCD à la classe P-complet ou bien exhiber un algorithme parallèle de PGCD appartenant à NC.

• Algorithmique, combinatoire et complexité

Parmi les objets ou les structures les plus utilisés, on peut citer les mots, les arbres, les graphes et hypergraphes, les cartes, les chemins, les permutations, les partitions, etc. Parmi les exemples classiques d'opérations ou de manipulations, citons les bijections, les codages, l'énumération, la génération aléatoire, la visualisation, le coloriage et le (ré)étiquetage.

Les problèmes combinatoires suscités par l'algorithmique peuvent être de nature diverse :

- l'énumération et comptage d'objets permettant, en particulier, d'effectuer des analyses exactes et en moyenne d'algorithmes,

- la représentation et la manipulation efficaces d'objets mathématiques variés (graphes, nœuds, groupes, séries formelles, etc.),
- les calculs explicites sur ces objets,
- la mise à jour de correspondances entre ces objets à travers des bijections,
- la génération aléatoire, qui a pour objectif d'engendrer des objets combinatoires, non pas de façon exhaustive mais selon une loi de probabilité donnée ;
- les études purement combinatoires des propriétés de certains objets ou familles d'objets comme les mots, les arbres, les chemins ou bien encore les (hyper)graphes.

Propriétés de structures et de familles d'objets combinatoires

Les méthodes de la combinatoire analytique permettent de résoudre quantité de problèmes soulevés en algorithmique. Trois directions de recherche prédominent au sein de la composante AD.

- D'une part, l'étude par Vlady Ravelomanana et Christian lavault des propriétés générales et extrêmales des graphes et hypergraphes aléatoires $\mathbb{G}(n,p)$, $\mathbb{G}(n,r)$ ou $\mathbb{H}(n,p)$ et de leurs algorithmes (processus d'apparition de composantes, taille de composantes, transitions de phase, régimes, couplages, etc.).
- D'autre part, l'analyse par Cyril Banderier de la combinatoire des marches aléatoires sur $\mathbb{Z}$ ou $\mathbb{N}$, de chemins dirigés dans le plan (énumération en moyenne, asymptotique, etc.), en lien avec l'évolution d'une pile ou d'une file d'attente.
- Enfin, la théorie de la coloration des graphes. Le partitionnement d'un ensemble d'objets en classes vérifiant certaines règles est un processus fondamental pour beaucoup de problèmes combinatoires. Un ensemble de règles simples peut nous permettre de savoir pour chaque couple d'objets si ils peuvent ou non appartenir à la même classe : cette problématique concerne en particulier la théorie de la coloration des graphes. Une des directions de recherche de Mario Valencia-Pabon, Vlady Ravelomanana et Christian lavault consiste à étudier certains généralisations de problèmes de colorations des sommets ou des arêtes d'un graphe que l'on trouve souvent dans des problèmes d'ordonnancement de tâches.

Mesure de complexité : l'analyse perturbative (*Smoothed Analysis*)

Il s'agit d'une mesure de complexité intermédiaire entre le pire des cas et la complexité en moyenne qui semble adéquate pour quantifier la « difficulté » d'un problème. Il paraît ainsi naturel de s'intéresser aux nombreux problèmes classés NP ou assimilés (d'optimisation et de combinatoire).

En effet, être « worst-case-NP » est fort différent d'être « average-case-NP », lui-même fort différent d'être « average-case-NP sur une région suffisamment grande ». C'est de ce dernier point dont on a besoin, par exemple, pour avoir un cryptosystème fiable : le pire des cas dans le *paysage de complexité* de l'algorithme, ne doit pas être un pic isolé mais un plateau. Comment quantifier et étudier cette notion de « problème difficile sur une grande région » ? C'est ici qu'intervient le concept de *smoothed analysis* (traduit par *analyse perturbative*) : où sont les instances difficiles ? Plus précisément, la complexité perturbée est ainsi définie comme le maximum sur les entrées du temps moyen mis par l'algorithme à s'exécuter sur les perturbations de l'entrée. *L'analyse perturbative* étudie donc la complexité d'un algorithme (ou d'une valeur particulière) autour d'une instance perturbée. Comment se modifie le paysage de complexité d'un algorithme lorsque l'on perturbe les instances d'entrée autour d'éventuelles régions « difficiles » ? L'analyse perturbative mesure la performance moyenne d'un algorithme autour d'une instance, permettant ainsi de déceler ces régions difficiles (cf. § 1.4.2 – résultats de Cyril Banderier).

1.4.2 Résultats significatifs

• Conception et analyse d'algorithmes distribués

Classes générales d'algorithmes distribués

Dans ce domaine particulièrement vaste, de nombreux résultats significatifs ont été obtenus par Franck Butelle, Lucian Finta, Mourad Hakem (ordonnancement) et par Franck Butelle, Christian Lavault, Mario Valencia-Pabon (arbres optimaux contraints). On peut ainsi citer un

grand nombre de *protocoles d'ordonnancement dans les réseaux quelconques* (parallèles ou distribués et sous diverses contraintes matérielles ou temporelles) [RI-19, CI-27, CI-6], plusieurs bons algorithmes de recherche d'un *arbre optimal avec contraintes* (de diamètre ou de degré minimaux) dans un graphe *quelconque* [RI-7, RI-35], l'analyse poussée d'une *élection anonyme* dans les anneaux [RI-24], et de nouvelles méthodes de conception de classes d'algorithmes distribués : *inversions de liens d'un réseau acyclique orienté*, *inversions d'arcs d'un (multi)graphe quelconque* [CI-13], etc.

Grâce à des hypothèses plus réalistes (réseau arbitrairement grand et totalement distribué, groupes de tâches sporadiques dépendantes caractérisées par leurs échéances temporelles, pouvant apparaître sur n'importe quel site et à n'importe quel moment, etc.), Franck Butelle, Lucian Finta et Mourad Hakem ont récemment proposé un algorithme original d'ordonnancement distribué temps réel [CI-27].

Protocoles de communication dans les réseaux sans fil

Dans le domaine des *protocoles de contrôle* pour la communication dans les réseaux sans fil, les résultats les plus significatifs se centrent autour d'études et d'analyses assez systématique des algorithmes probabilistes classiques du domaine (Christian Lavault et Vlady Ravelomanana). Plus précisément, la *diffusion* [RI-33, IN-2, RI-28], l'*initialisation* [CI-7, IN-2, RI-28], l'*élection* [RI-33], le *k-clustering* [CI-10], l'*exclusion mutuelle*, le *routage* [**?**, RI-28], etc. Il faut noter de plus que la plupart des protocoles que nous avons proposés sont « efficaces en énergie », i.e. ils consomment très peu d'énergie. Dans [RI-33], par exemple, les stations ne restent éveillées qu'au plus $O(\log\log(n))$ unités de temps pour une élection de complexité en temps $O(\log(n))$.

Sur les graphes géométriques aléatoires pouvant servir de support de modélisation aux réseaux sans fil, Vlady Ravelomanana [RI-6] a quantifié les degrés des sommets ainsi que les taux de couverture durant le régime supercritique. Ces résultats ont permis de concevoir des protocoles d'initialisation [RI-28] lors des phases de déploiements aléatoires des stations de ces réseaux.

• Systèmes distribués et algorithmique parallèle

Grid Computing

Christophe Cérin et Jean-Christophe Dubacq ont obtenu récemment un résultat significatif d'une partie des objectifs de leurs recherches dans l'ANR *SafeScale* [CI-22], dont le LIPN est porteur. Ce travail propose des méthodes exactes et approchées pour déterminer les quantités de données à envoyer à chaque processeur d'un grappe de processeurs à partir d'une configuration donnée. Le schéma de partitionnement, réalisé dans un contexte où les processeurs sont hétérogènes, tient compte de la complexité (connue ou estimée) du traitement qui le suit.

PGCD de deux entiers

Le meilleur algorithme parallèle proposé à ce jour demeure celui de Chor et Goldreich (1990) de complexité $O(n/\log n)$ sur un modèle de PRAM *CRCW* avec $n^{1+\epsilon}$ processeurs ($\epsilon > 0$ constante quelconque). Les résultats les plus récents dans ce domaine utilisent des techniques de « réduction$k$-aire » (algorithmes « accélérés » de Jebelean et Weber). En particulier, l'amélioration de l'algorithme de Weber par Mohamed Sedjelmaci permet de proposer plusieurs algorithmes parallèles plus performants [CI-5].

• Algorithmique, combinatoire et complexité

Propriétés de structures et de familles d'objets combinatoires

Graphes et hypergraphes aléatoires

Vlady Ravelomanana travaille sur les *tailles des composantes géantes dans les graphes aléatoires* $\mathbb{G}(n,p)$ [RI-21, CI-10, RI-28]. Ses résultats montrent en particulier que ces composantes possèdent $O(\ell^{1/3}\, n^{2/3})$ sommets lorsque le nombre d'arêtes est exactement $n+\ell$, avec $\ell = o(n)$. Ces analyses fines montrent donc que durant la phase critique de transition la taille des plus grandes composantes d'un tel objet varie violemment de $O(\log n)$ à $O(n^{2/3})$ puis de manière plus douce de $O(n^{2/3})$ à $O(n)$ (en passant par toutes les phases intermédiaires). Ces résultats se généralisent aux hypergraphes aléatoires $\mathbb{H}(n,p)$ [RI-21, CI-10, RI-28]. Ce sont là les premiers

résultats concernant les tailles des composantes géantes durant ce phénomène, connu sous le nom de *Double-Jump* d'Erdős-Rényi.

Énumération de marches aléatoires sur $\mathbb{N}$

Ce sujet qui est l'objet d'études combinatoires depuis plus d'un siècle [RI-17] reste cependant au cœur de nombreuses disciplines [LI-1]. Dans le cas d'un jeu de sauts autre que $+1$ et -1, l'étude de ces marches sur $\mathbb{N}$ devient fort délicate, néanmoins, une approche initiée par C. Banderier et Philippe Flajolet montre que de nombreux paramètres se prêtent à une étude énumerative et asymptotique exacte. Plus récemment, C. Banderier et B. Gittenberger [CI-24] ont ainsi montré que l'aire sous une marche aléatoire a des moments algébriques, ouvrant la porte à une analyse fine de ce paramètre délicat relié à la fonction d'Airy.

Coloration d'arêtes d'un multigraphe

Le résultat obtenu par Jean Cardinal, V. Ravelomanana et M. Valencia-Pabon [CI-26] sur un type de coloration d'arêtes d'un multigraphe connu comme *chromatic edge strength* est intéressant dans le contexte des problèmes d'ordonnancement des tâches cycliques et parallèles. Il montre qu'il est toujours possible de trouver un ordonnancement pour ce type de tâches qui permet de minimiser à la fois le temps total d'exécution et le temps moyen avant qu'une tâche se termine. Ce problème est connu comme étant NP-difficile même si le (multi)graphe associé des tâches est bipartite, planaire et de degré maximum 3.

Noyaux de graphes dirigés

C. Banderier, J.-M. Le Bars et V. Ravelomanana [CI-9] ont étudié une classe de graphes orientés (digraphes) avec une contrainte de coloriage due à Von Neumann et issue de la théorie des jeux (de type jeu de Nim). Cette contrainte est équivalente à la notion de *noyaux d'un digraphe*, qui apparaît dans de nombreux domaines, non seulement en théorie des jeux mais aussi en théorie de la complexité, en intelligence artificielle (logique des défauts, argumentation en système multi-agents), loi 0-1 en logique monadique du second ordre, et en combinatoire (graphes parfaits), etc. La notion de noyau d'un digraphe débouche sur des questions difficiles (au sens de la NP-complétude, de la #P-complétude, ou de l'approximation). Cependant, les auteurs ont montré qu'il est possible d'utiliser les séries génératrices et leurs singularités afin d'obtenir, par exemple, des résultats sur la taille du noyau dans un circuit ou dans un digraphe unicircuit, et la probabilité de gagner à certains jeux de Nim. C'est un premier pas vers un traitement des noyaux dans des graphes plus complexes, avec, par exemple, une approche à la Wright. Cette méthode peut être appliquée plus généralement à n'importe quelle contrainte « locale» de coloriage dans des structures combinatoires décomposables.

Mesure de complexité : l'analyse perturbative

Les résultats de C. Banderier, R. Beier et K. Mehlhorn [CI-3] ont déjà exhibé des paysages de complexité assez variés ou surprenants; notamment certains dont le pire des cas classique n'est paradoxalement pas la région la plus difficile, etc. (Un succès de cette approche est, pour l'instant, une explication de la complexité polynomiale en pratique de la méthode du simplexe.)

Notons que cette étude fait intervenir de l'asymptotique de coefficients de fonctions de variables complexes (vérifiant des équations différentielles d'un certain type) qui apparaissent de façon ubiquitaire en analyse d'algorithmes; divers problèmes qui y sont liés demeurent toujours ouverts (cf. § 1.4.3).

1.4.3 Perspectives de recherche

Malgré la diversité des thèmes de recherche de la composante AD et de leurs perspectives, un souci commun est de progresser toujours plus dans la compréhension profonde des modèles, de la structure et des propriétés essentielles des objets analysés. Pour cela, des progrès notables doivent être réalisés dans la recherche et la compréhension d'outils adéquats plus sophistiqués, donc de plus en plus mathématisés.

• Conception et analyse d'algorithmes distribués

Nous trouvons un exemple presque paradigmatique de tels besoins dans les analyses de complexité d'algorithmes distribués. Après s'être intéressés à la complexité dans le pire des cas, les

chercheurs ont borné la complexité *en moyenne* de ces algorithmes. Nous nous proposons de raffiner ces analyses en moyenne (asymptotique exacte de l'espérance, variance, etc.), voire d'inclure des preuves d'existence et de mise en évidence d'une *distribution limite* (lorsqu'elle existe). Seules des techniques de bon niveau mathématique peuvent autoriser ce type d'analyses : séries génératrices, approximations asymptotiques (réelles ou complexes), méthodes probabilistes, etc.

Classes générales d'algorithmes distribués

Le recrutement récent de Mario Valencia-Pabon procure déjà un élan et des compétences accrues (théorie des graphes, coloration, etc.)aux recherches en algorithmique distribuée. Un premier résultat, soumis en commun avec Christian Lavault, est la conception et l'analyse d'un algorithme performant de construction d'un *arbre de recouvrement minimum à degré mimimum* d'un graphe quelconque [RI-35]. Sur cette base, nous avons aussi commencé l'analyse en moyenne d'algorithmes de *routage par retournement d'arcs* (total ou partiel) dans les graphes sans cycle orientés (DAG) quelconques. (Des résultats sont déjà obtenus pour la ligne et les forêts arborescentes.)

Dans le vaste domaine de l'ordonnancement, Franck Butelle, Lucian Finta et Mourad Hakem prolongent leur étude de grandes classes de protocoles de contrôle distribués. Il s'agit d'abord d'algorithmes distribués d'ordonnancement sous *divers types de contraintes* (matérielles et temporelles), puis ensuite, petit à petit, de leur *relaxation partielle*. L'introduction d'algorithmes *tolérants aux fautes* (pannes franches et transitoires, fautes quelconque, fautes byzantines, etc.) d'une part et, d'autre part, de la prise en compte de la *finesse dans les délais de communication* dans les réseaux constituent autant de perspectives nouvelles vers la construction d'une palette très générale de ces classes de protocoles. Par ailleurs, ces travaux devraient s'intégrer en tant qu'outils pour le *Grid Computing* (GRID5000).

Protocoles de communication dans les réseaux sans fil

Les problèmes en chantier dans cet axe de recherche sont fondamentaux pour la communication dans un MANET. Certains résultats pourraient être utilisés comme « briques de base » pour des protocoles de contrôle de haut niveau déjà cités. L'objectif principal de Christian Lavault, Vlady Ravelomanana et Mario Valencia-Pabon est de réussir à émuler un réseau MANET à simple saut à l'aide d'un réseau MANET à sauts multiples, sans aucune information structurelle *à priori* sur le graphe G engendré. Les hypothèses (très générales) sont donc les suivantes :

1. initialement, les stations sont *indiscernables* (symétriques et anonymes) ;
2. les stations ne possèdent *a priori* aucune connaissance structurelle (exacte ou partielle) de G, ni son nombre de noeuds n, ni son degré maximum Δ, ni son diamètre D (ou des majorants).

Il s'agit donc de surmonter l'absence d'information en évaluant l'ensemble des caractéristiques de G et de construire pas à pas des algorithmes de diffusion probabilistes efficaces afin d'approcher Δ, D et enfin n avec une erreur $\epsilon > 0$ faible.

Les méthodes stochastiques et l'asymptotique (réelle et complexe) appliquées aux séries génératrices multivariées permettent d'obtenir des résultats suffisamment précis pour espérer résoudre ces problèmes de manière satisfaisante.

• Systèmes distribués et algorithmique parallèle

Grid Computing

Deux ouvertures internes à Paris 13 sont amenées à se développer.

– La première consiste à partir de la souche du logiciel de calcul sur grille de PC XTREMWEB et de l'adapter dans un contexte bio-médical, une première collaboration entre le LIPN et l'UFR SMBH est mise en place en 2006 via un stage de deuxième année d'élève ingénieur de Paris 13.

Du coté SMBH, le Dr. Jean-Marie Rocchisani (MCU-PH Médecine Nucléaire, Paris 13) s'est intéressé depuis plusieurs années aux grilles médicales, notamment HEALTHGRID et plus particulièrement à leurs applications pour la plate-forme de simulation Monte Carlo GATE (`http://opengatecollaboration.healthgrid.org`). GATE est un outil performant de simulation des systèmes d'imagerie utilisant des rayonnements particulaire ou photonique, existants ou

en cours de développement. A. Martineau et J.-M. Rocchisani ont déjà validé la modélisation avec GATE d'une « gamma-caméra » dédiée à l'imagerie du petit animal et des petits organes.

Les objectifs sont donc de paralléliser pour la grille l'application GATE pour la plate-forme XtremWeb (besoin du SMBH) et d'offrir également un niveau de certification des images produites par le système de calcul XtremWeb (besoin du LIPN). Pour l'instant, dans le cadre de *SafeScale*, il n'y a que de la certification symbolique qui est envisagée c'est à dire que la certification consiste soit à évaluer un polynôme soit à vérifier que le résultat est trié puis de garder ou rejeter le calcul. Dans le cas de GATE, la certification pourra utiliser plusieurs critères quantitatifs d'évaluation de la qualité des résultats des simulations de deux systèmes d'imagerie de référence (un « Tomographe par Émission de Positons » et une « gamma-caméra »).

– La seconde est relative à la rénovation de la grappe commune LAGA-LIPN. Plusieurs financements (de l'ANR *SafeScale*, CNRS, interne à Paris 13) ont été injectés pour acheter des nœuds, du matériel d'interconnexion, de la climatisation. Cette infrastructure doit permettre aux deux laboratoires d'avoir une plate-forme de base afin de mettre au point des tests dimensionnants par exemple. Nous avons retenu une organisation matérielle à la Grid5000 c'est-à-dire hautement reconfigurable, seule garantie à notre avis pour que la plate-forme puisse être acceptée par le plus grand nombre de chercheurs des deux laboratoires. Les années qui arrivent vont permettre au groupe des grilles de commencer le travail de prototypage en interne avant déploiement dans Grid5000.

Au niveau national, concernant le projet *SafeScale*, le LIPN s'est en particulier positionné sur le plan des applications. Dans les 18 derniers mois du projet, nous avons en chantier :

1. Le résultat obtenu dans [CI-22] préfigure une partie du programme de recherche de Christophe Cérin et Jean-Christophe Dubacq dans l'ANR *SafeScale*. Une collaboration étroite avec l'Imag (LIG) autour des travaux de Daouda Traoré et de Serge Guelton pour les implémentations liées à l'intergiciel étudié Kaapi (*Kernel for Adaptative, Asynchronous Parallel and Interactive programming*). Nous travaillons sur le partitionnement de données et l'auto-adaptativité — comment faire recouvrir le temps de partitionnement avec la diffusion des données dans un contexte parallèle adaptatif (aux congestions réseaux par exemple).
   Nous avons également identifié le problème de la génération des éléments fréquents comme application pouvant bénéficier d'une technique adaptative de gestion des processus. L'idée est de commencer dynamiquement la génération des groupes de $k+1$ éléments fréquents avant d'avoir terminé la génération complète des groupes de k éléments (méthode de l'algorithme classique). L'intergiciel Kaapi doit nous permettre de le réaliser de manière souple.
2. En interne, Frédéric Toumazet doit proposer un code stable de son application de vérification de propriétés de polynômes avant la fin 2007 afin que nous puissions l'intégrer avec un intergiciel de type XtremWeb.

Au niveau international, deux co-tutelles de thèse viennent d'être mise en place avec l'École Supérieure des Sciences et Technologies de Tunis (ESSTT). Le travail est orienté respectivement vers l'algorithmique parallèle de gestion des communications entre grappes de grappes et l'ordonnancement par vol de cycle d'une part et la gestion de données dans des systèmes pair-à-pair de publication d'annonces.

L'opération de diffusion pour des grappes de grappes est étudiée dans le cadre d'heuristiques à partir d'arbres binomiaux convenablement définis. Par ailleurs nos travaux actuels et futurs se démarquent par le fait que nous visons à réaliser la diffusion lorsque les nœuds possèdent plusieurs cartes réseaux.

Un premier travail expérimental [Ra-13] autour de plusieurs systèmes pairs-à-pairs nous a permis de montrer en 2007 les limites de ces systèmes lorsqu'on les déploie sur un nombre relativement important de noeuds (300 processeurs). Nous envisageons plus particulièrement un travail sur le stockage des informations de gestion ou des données applicatives de programmes tournant sur des plate-formes de type grille de PC. En effet, les plate-formes actuelles sont fortement centralisées dans le sens ou un coordinateur central dispose de toutes les connaissances pour ordonnancer les travaux et, de plus n'utilisent pas les techniques pairs-à-pairs pour stocker les données générées en cours d'exécution. Ces deux aspects limitent les capacités de passage à l'échelle des intergiciels de grille de PC.

PGCD de deux entiers

Mohamed Sedjelmaci approfondit l'étude des algorithmes parallèles de calcul du PGCD en proposant deux variantes de l'algorithme d'Euclide, l'une *binaire*, l'autre sous forme *accélérée*.

• Algorithmique, combinatoire et complexité

Graphes et hypergraphes aléatoires

– Les *graphes aléatoires géométriques* sont minutieusement étudiés par Penrose. Il subsiste cependant plusieurs problèmes ouverts, dont le *rayon critique* des disques à partir duquel un graphe possède (asymptotiquement presque sûrement) un cycle hamiltonien. Vlady Ravelomanana a étudié jusqu'à présent les graphes aléatoires géométriques *homogènes*, i.e. dont tous les points possèdent le même rayon. Dans un futur proche, nous nous proposons d'étudier ces structures lorsque les centres des disques, dispersés aléatoirement, disposent d'un rayon selon une certaine loi de probabilité. Ces problèmes sont intimement liés à ceux soulevés par la communication dans les réseaux sans fils (capteurs en particulier). En effet, toute station très utilisée voit sa batterie s'affaiblir rapidement et, par conséquent, son rayon de transmission et de réception diminuer en proportion.

– Dans le domaine des (hyper)graphes aléatoires ($\mathbb{G}(n,p)$ ou $\mathbb{H}(n,p)$), nous nous intéressons aux problèmes liés aux transitions de phases. Typiquement, en augmentant la probabilité d'existence p d'une arête, l'objet passe d'un état « gazeux » à un état « liquide », puis d'un état « liquide » à un état « solide ». Nous avons pour objectif de caractériser de tels phénomènes dans un cadre général et unificateur, grâce aux techniques offertes par la combinatoire analytique et les méthodes probabilistes.

– Il s'agit aussi d'étendre des résultats sur les graphes [RI-21, **?**] à certaines variétés d'hypergraphes et ce, de la manière la plus générale possible. Notre second but est d'utiliser ces résultats afin de quantifier les transitions de phases dans les instances aléatoires des problèmes de satisfiabilité tels que 2-XORSAT, $(2+k)$-SAT ou SAT, qui sont des problèmes centraux en théorie de la complexité. Ensuite, nous nous proposons d'exploiter les résultats et les méthodes obtenus pour concevoir et analyser des algorithmes classiques d'optimisation combinatoire (couplages, ensembles indépendants, cliques, etc.). Ces travaux pourront enfin servir de briques de base pour les études d'approximation en moyenne d'algorithmes (cf. paragraphe *Approximation en moyenne et analyse perturbative* (Aperox) ci-dessous).

Combinatoire des mots circulaires et des permutations

Ce projet vise à ébaucher un début d'*unification* de la recherche en combinatoire (analytique et algébrique) au LIPN ; ces premiers pas s'effectuent par une coopération (déjà en œuvre) entre les combinatoriciens de l'équipe OCAD et ceux du thème *Combinatoire* de l'équipe LCR. Le rapport de Master (2006) et le sujet de thèse de Hichem Kenniche (co-encadré par Gérard H. E. Duchamp et Christian Lavault) s'inscrivent dans cet objectif. En effet, l'étude et l'analyse d'algorithmes et de structures combinatoires dans des cycles de permutations complètent avec grand profit leur combinatoire algébrique.

La statistique des objets combinatoires relatifs aux permutations « classiques » (pics, creux, doubles montées-descentes) s'obtient aisément à partir de leurs séries génératrices. Il existe cependant peu de travaux généralisant ces résultats aux permutations dites « en anneau » (ou *unicycliques*), i.e. dans une même classe d'équivalence de cycle définie aux permutations circulaires près. Il en est de même pour l'application à l'analyse en moyenne d'algorithmes distribués d'élection avec identités sur un anneau (en cycle) qui procèdent par élimination des pics (creux) de ces identités. La série génératrice associée et l'asymptotique des coûts permettent de calculer les premiers moments de la complexité en temps et en messages, puis de prouver l'existence d'une distribution limite (si elle existe), etc.

Le but est, en effet, d'associer les approches analytique et algébrique et d'étendre leurs résultats de manière à lever les verrous scientifiques dus aux différentes représentations des objets combinatoires « circulaires » en général : sur un alphabet Σ, propriétés des colliers construits sur Σ^*, évaluation de la longueur moyenne des occurrences d'un symbole de Σ dans un collier, etc.

Approximation en moyenne et analyse perturbative (Aperox)

Le projet APEROX repose sur l'emploi d'outils mathématiques pour étudier la « qualité » d'algorithmes approchés pour des problèmes « difficiles » d'optimisation discrète (NP-h). APEROX associe ainsi deux domaines de recherche qui constituent, depuis plus de dix ans, deux axes forts d'OCAD : la mesure de complexité d'un algorithme et l'évaluation des solutions retournées par un algorithme, pour un problème donné ; il exploite des compétences et des complémentarités de l'équipe en analyse en moyenne d'algorithmes (Cyril Banderier et Vlady Ravelomanana) et en approximation polynomiale (Sophie Toulouse). Précisément, le projet se propose d'initier deux approches nouvelles :

- *l'approximation en moyenne*, qui mesure le degré d'approximation d'un problème sur des instances aléatoires ;
- *l'analyse perturbative*, déjà détaillée au § 1.4.1.

Concernant l'approximation en moyenne, les motivations sont les suivantes : outre le fait de disposer d'un indicateur complémentaire d'évaluation des algorithmes, l'analyse en moyenne du rapport d'approximation permet surtout de fournir des informations sur les problèmes qui sont non- ou mal approximables (tels, notamment, les problèmes MaxSAT, MaxCCSP, MaxIS, etc.) ; plus spécifiquement, de même que s'affranchir de l'exactitude pour la résolution des problèmes NP-difficiles (NP-h) permet de structurer NP-h en fonction du degré d'approximation des problèmes (classes (D)PTAS, (D)APX, (D)PolyAPX, etc.), s'affranchir du pire cas pour les problèmes zéro-approximables en différentiel (0-DAPX) devrait offrir une certaine structuration des problèmes 0-DAPX (ou plus largement, des problèmes non approximables à rapport constant) en fonction de leur degré d'approximation en moyenne (approximable à rapport moyen constant, polynomial, etc.).

Toujours dans le sens d'une évaluation plus fine des algorithmes, on pourrait envisager de faire l'analyse perturbative du rapport d'approximation ; si une telle démarche offrirait en effet un indicateur encore plus significatif de la qualité d'un algorithme, le défi semble cependant plus qu'ambitieux. Aussi, à défaut d'analyser le comportement du rapport lui-même, il serait intéressant d'étudier le comportement de la valeur d'une solution optimale, d'une pire solution, d'une solution approchée définie structurellement (ex. : un optimum local). Par ailleurs, faire l'analyse en moyenne d'une solution retournée au voisinage (perturbé) d'une pire instance (instance réalisant le pire cas d'un algorithme donné) donnerait plus de sens à l'analyse pire cas de l'algorithme considéré, en proposant une réponse à la question : le pire cas est-il significatif ?

1.4.4 Diffusion de la recherche

- **Évaluation de la recherche**

Comités éditoriaux

- C. Cérin Éditeur en chef d'un numéro spécial de *Parallel Computing* en 2006-2007.
- C. Lavault Membre du comité de rédaction de *Studia Informatica Universalis* depuis 2001.
- C. Lavault Membre du comité scientifique de *Parallélisme, réseaux et répartition* depuis 1995.

Comités de programmes

- Christophe Cérin, Jean-Christophe Dubacq et Lucian Finta (2007). Membre du comité de programme de la Conférence *Grid and Pervasive Computing* (GPC-2007), France, 2-4 mai 2007.
- Jean-Christophe Dubacq (2007). Membre du comité de programme du numéro spécial de la revue *Parallel Computing* (PARCO), Elsevier.
- Christian Lavault (2007). *Co-chair* de la *3rd International Conference on Mobile ad-hoc and Sensor Networks* (MSN-2007), Beijing (Chine), 12-14 déc. 2007.
- Christian Lavault (2007). Membre du comité de programme de la Conférence *The 2007 International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications* (ISPA-2007), Canada, 21-24 août 2007.
- Mario Valencia-Pabon (2007). Membre du comité de programme de la Conférence *Latin-American Algorithms, Graphs and Optimization Symposium* (LAGOS-2007), Chili, 25-29 nov. 2007.

- Christophe Cérin (2007). Program Chair pour un numéro spécial de la revue *Parallel Computing* (PARCO).
- Christophe Cérin (2006). Program Co-Chair de *Grid and Pervasive Computing* (GPC'2006). Membre des comités de programme de SBAC, AINA, GPC et de RenPar 2006. Finance Chair de HPDC'2006.
- Christian Lavault (2003, 2004, 2005). Membre des comités de programme d'OPODIS (*International Conference on Principles of Distributed Systems*) en 2003, 2004 et 2005.
- Cyril Banderier (2003). Responsable du comité de programme de la conférence *Marches aléatoires discrètes : théorie et applications en combinatoire, biologie algorithmique, informatique théorique, probabilités, physique statistique* (DRW-2003), IHP, 2003.

Comités de lecture ou d'évaluation

- Cyril Banderier. Rapporteur d'une vingtaine d'articles pour des revues et conférences internationales (Algorithmica, Disc. Math., JCT-a, JTNB, RSA, TCS, EJC, SLC, DRW, FPSAC, Gascom, Mathinfo, MFCS, IEEE, Proba. Stat., etc.).
- Franck Butelle. Rapporteur d'une demi-douzaine d'articles pour des revues et conférences internationales (Ann. of Telecom, Int. J. on Fondations of Comp. Science, IPDPS, etc.).
- Christophe Cérin. Rapporteur d'une demi-douzaine d'articles pour des revues et conférences internationales (IEEE Trans. on Comp., AINA, IPDPS, GPCSBAC, etc.). Finance Chair de HPDC'2006.
- Christian Lavault. Rapporteur d'une vingtaine d'articles pour des revues et conférences internationales. (Acta Inf., Dist. Comput., Inf. & Comput., IPL, Par. & Dist. Comput., Par. Proc. Letters, Studia Inf. Univ. , TCS, DISC, ICALP, IEEE Int. Conf. on CS and Appli., ICDCS, MFCS, OPODIS, SIROCCO, IEEE TPDS, etc.).
- Vlady Ravelomanana. Rapporteur d'une quinzaine d'articles pour des revues et conférences internationales. (Disc. Maths and TCS, IPL, J. of Algo., J. de Th. des Nombres de Bordeaux, Par. Proc. Letters, RSA, TCS, IEEE TPDS, IEEE/ACM Trans. on Net., DRW, FPSCAC, HICSS, IEEE Int. Conf. on CS and Appli., etc.).
- Mario Valencia-Pabon (2006-2007). Rapporteur d'une douzaine d'articles pour des revues et conférences internationales (App. Disc. Maths., Disc. Maths., J. of Comput. and App. Maths, STACS, LAGOS, etc.).

Autres responsabilités d'évaluation

- Christophe Cérin (2003-2006). Membre du jury du prix de thèse de Spécif.
- Christian Lavault (2007). Rapport d'évaluation d'un projet du COFECUB (*COmité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire et scientifique avec le Brésil*) : *Modèles hybrides et adaptatifs pour la construction des systèmes répartis adaptés au facteur d'échelle (scalable).*
- Christian Lavault (2006). Rapport d'évaluation pour la nomination de la professeure P. Flocchini comme *Full Professor* de l'Université d'Ottawa (CRU – Ontario, Canada).
- Christian Lavault (2005). Rapport d'évaluation pour nomination de la professeure P. Flocchini à une Chaire de recherche de l'Université d'Ottawa (CRU – Ontario, Canada).

Jurys hors LIPN

Jurys de thèse : Cyril Banderier (rapporteur : 1). Christophe Cérin 3 (rapporteur : 2). Christian Lavault 16 (rapporteur : 7).

Jurys d'habilitation à diriger des recherches : Christian Lavault (2).

• Organisation de la recherche

Responsabilité de groupes de travail du CNRS

- Christian Lavault. Responsable du groupe *Combinatoire analytique* de MATHSTIC *Alea* dans le GDR 673 du CNRS *Informatique Mathématique* (IM).
  Responsable de l'équipe *Combinatoire et analyse d'algorithmes distribués* (CADAD) du groupe de travail *ALEA* dans le projet CNRS *MathSTIC* de décembre 2001 à janvier 2006 (laboratoires partenaires : LaRIA, université d'Amiens, et LIPN).

– Christophe Cérin. Responsable depuis 2007 du groupe *Sécurité, Sureté* dans le GDR ASR (Architecture, système, Réseaux).

Organisation de conférences et événements scientifiques

– Cyril Banderier (2005-2006) : coorganisation des Congrès *MATh.en.JEANS*.
– Christophe Cérin, J.-C. Dubacq et L. Finta (2007) : organisateurs locaux de la conférence *Grid and Pervasive Computing* (GPC-2007), France, 2-4 mai 2007.
– Christophe Cérin (2006) : organisateur en 2006 d'un numéro spécial de la revue *Parallel Computing* sur les *Large Scale Grids*.
– Christophe Cérin (2005) : co-organisateur en 2005 d'un workshop en marge de la conférence EUROPAR (Lisbonne) sur les système de Grilles (workshop sur invitation).
– Christian Lavault, V. Ravelomanana (2005) : membres du comité d'organisation (avec J.-M. Le Bars) des *Journées ALEA* 2005 (CIRM, SMF-CNRS, Luminy).
– Cyril Banderier, Christian Lavault, Vlady Ravelomanana (2003) : comité d'organisation de la conférence *Marches aléatoires discrètes : théorie et applications en combinatoire, biologie algorithmique, informatique théorique, probabilités, physique statistique* (DRW-2003), IHP, 2003.

Contrats

Type	Coordinateur	Resp. scient.	Nom	Financeur	Période	Durée (mois)	Budget global (keuros)	Part LIPN (keuros)
PAI	•	C. Banderier	Amadeus	Égide	01/2005-12/2006	24	18	9
ANR	•	C. Cérin	*SafeScale*	CNRS	01/2006-12/2008	36	337	70
ACI		C. Cérin	*Grid Explorer*	CNRS	06/2003-07/2006	36	2000	
AUF	•	C. Lavault	*Coop. AUF*	AUF	07/2006-12/2008	24	22	
ECOS	•	C. Lavault	*Action ECOS*	ECOS-Sud	01/2008-01/2011	36	63	

ANR *SafeScale* *Autres partenaires : universités de Grenoble, Rennes et Brest*

Le projet d'ANR *SafeScale – Security And Fault-tolerance to Exploit Safety ambient Computing in lArge scaLe Environments* est piloté par le LIPN et regroupe des laboratoires à Grenoble, Rennes et Brest. Quatre chercheurs du LIPN y sont représentés : Christophe Cérin, Jean-Christophe Dubacq, Lucian Finta et Frédéric Toumazet. Ce projet a été labélisé fin 2005.

Par ailleurs et en liaison avec les grilles, le LIPN s'est également positionné dans l'initiative fr-GRID qui vise à installer un portail d'accès à la grille opérationnelle. Ce projet est porté par Ph. d'Anfray (Renater) et C. Cérin. L'embryon de portail est sur `http://www.fr-grid.org`. Parmi les objectifs affichés de cette initiative figure la formation (une semaine de formation sera organisée début 2007).

ACI *Grid Explorer*, INRIA-STIC *Autres partenaires : Inria, universités de Grenoble, Tunis et Versailles*

Christophe Cérin participe à l'ACI *Grid Explorer* et à un projet Inria-STIC-université Tunisienne en cours de montage pour un renouvellement. Il sera porté par le LIPN avec comme partenaires Grenoble, Versailles, Inria Futur, ESSTT et la Faculté des Sciences de Tunis.

Coopération AUF *Autres partenaires : universités d'Antananarivo et de Bruxelles (ULB)*

Ce projet de coopération de l'AUF de deux années (2006-2008) regroupe trois universités francophones, l'*Université d'Antananarivo* (Tananarive, Madagascar), l'*Université Libre de Bruxelles* (ULB, Bruxelles, Belgique) et l'université Paris 13. Ses objectifs visent à la formation et

au renforcement d'un troisième cycle en informatique théorique et mathématiques discrètes à l'université d'Antananarivo (formation doctorale IGMA, *Informatique et Génie Mathématique*). Il s'agit en particulier de cours dans le cadre du DEA IGMA, d'encadrements de doctorants et de stagiaires en Master recherche, ainsi que d'échanges interuniversitaires de chercheurs.
Co-responsables : C. Lavault (Paris 13) et A. Randrianarivony (Un. d'Antananarivo). Responsables locaux : J. Cardinal (ULB), C. Lavault et V. Ravelomanana (Paris 13), A. Randrianarivony (Un. d'Antananarivo).

Action ECOS-SECyT *Autres partenaires : universités de Buenos Aires, Nationale de la Plata (Argentine), de Chile, Columbia University, de Magdeburg et de Rio de Janeiro*

Le projet franco-argentin ECOS-SECyT *Coloration des graphes : généralisations et applications aux jeux combinatoires* a pour partenaires institutionnels ECOS-Sud (Ministère des Affaires Étrangères et Ministère de l'Éducation Nationale) et SECyT (Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva). Cette coopération de recherche universitaire implique deux laboratoires, le LIPN (Un. Paris 13, France) et le Departamento de Computación (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Un. de Buenos Aires, Argentine).
Cinq chercheurs du LIPN y participent : Christian Lavault (PU), Mario Valencia-Pabon (MCF), Sophie Toulouse (MCF), Vlady Ravelomanana (MCF) et Hichem Kenniche (doctorant).
Co-responsables : Christian Lavault (LIPN, Un. Paris 13) et Pablo Jacovkis (PU, Departamento de Computación, Un. de Buenos Aires).

Par ailleurs, Mario Valencia-Pabon participe à l'action de collaboration internationale *Théorie des graphes et optimisation combinatoire* pilotée par l'Université de Buenos Aires (Argentine) dans le cadre de l'ANPCyT. Les six partenaires de ce projet de recherche scientifique et technologique d'une durée de 38 mois sont l'Un. de Buenos Aires (Argentine), Columbia University (USA), l'Un. de Magdeburg (Allemagne), l'Un. de Paris 13 (France), l'Un. Nationale de la Plata (Argentine), l'Un. Fédérale de Rio de Janeiro (Brésil) et l'Un. de Chile (Chili). (Budget global : 225 000 euros.)

• Dissémination

Actions de vulgarisation de la recherche

- Cyril Banderier (2003 à 2006) :
  Congrés *MATh.en.JEANS* (Paris, 2004-2006).
  Journées *Savante Banlieue* (Villetaneuse, 2003-2006) : stand et/ou miniconférence.
  Rencontres CNRS Jeunes *Sciences et Citoyens* (Futuroscope de Poitiers, 2005-2006).
  Intervention en collège à Epinay sur Seine (2004-2006).
  Rencontres CNRS Jeunes à Drancy en 2006.
  Salon 2006 de la culture et des jeux mathématiques (Paris, 2005-2006) :
  animation du stand CNRS/*MATh.en.JEANS*.
  Projet *Animath* sur Pi, journée au Palais de la découverte (juin 2006).
  Fête de la science, Math pour tous/Cité des Sciences (Paris, 13-15 octobre 2006).
- Christophe Cérin, Jean-Christophe Dubacq (2006) : Coordination de l'intervention du LIPN à *Savante banlieue*.

Invitations, tutoriels

- Cyril Banderier (2003) : Journées du LIPN, IG (26-27 mai 2003).
- Cyril Banderier (2003) : Rencontres mathématiques de Rouen « in honor of Claude Dellacherie», Rouen (18-20 juin 2003).
- Cyril Banderier (2004) : Séminaire d'algorithmique du GREYC, Caen (26 Octobre 2004)
- Cyril Banderier (2005) : *Joint Seminar*, TU Wien/U Wien. (15 novembre 2005)
- Cyril Banderier (2006) : Séminaire de théorie des nombres et de combinatoire, Lyon (3 octobre 2006)
- Christophe Cérin (2005-2006) : invitation annuelle à Tunis pour les *Journées du parallélisme* et dans le cadre d'un projet Inria STIC avec les universités tunisiennes.
- Christian Lavault (2006) : *Advanced Research Workshop on Information Security in Wireless Networks*, NATO-ARW, septembre 2006, Suceava (Roumanie). Tutoriel invité : *Link*

Reversal Routing Algorithms in MANETs.
- Vlady Ravelomanana (2006) : *Advanced Research Workshop on Information Security in Wireless Networks*, NATO-ARW, septembre 2006, Suceava (Roumanie). Tutoriel invité : *Random Geometric Graphs and Wireless Networks.*
- Christian Lavault et Vlady Ravelomanana (2005) : *Journées ALEA* 2005 (CIRM, SMF-CNRS, Luminy).

• Collaborations universitaires et invitations

- 1999-2004. Christian Lavault. Dans le cadre d'une coopération ERASMUS-SOCRATES , échanges avec l'*université Polytehnica* de Bucarest (Roumanie).
  Responsables : V. Cristea et A. Florea.)
- 2005- . Christophe Cérin. Projet Inria STIC-université Tunisienne qui vise la formation doctorale en Tunisie et s'appuie sur un programme de recherche entre Grenoble, Versailles, Villetaneuse et la faculté des sciences et l'ESSTT de Tunis.
- 2006-2008. Cyril Banderier, Christian Lavault, Vlady Ravelomanana, Sophie Toulouse. Coopération AUF entre trois universités francophones, l'*université d'Antananarivo* (Tananarive, Madagascar), l'*université Libre de Bruxelles* (ULB, Bruxelles, Belgique) et l'université Paris 13. Le projet consiste à développer la formation et le renforcement d'un troisième cycle en informatique théorique et mathématiques discrètes à l'université d'Antananarivo (formation doctorale IGMA, *Informatique et Génie Mathématique*).
  Responsables : C. Lavault (Paris 13) et A. Randrianarivony (Un. d'Antananarivo). Responsables locaux : J. Cardinal (ULB), C. Lavault et V. Ravelomanana (Paris 13), A. Randrianarivony (Un. d'Antananarivo).

1.4.5 Formation à la recherche

Thèses soutenues

2002-2006. Mourad Hakem : *Ordonnancements distribués*
Financement de thèse :
Soutenue le 16 décembre 2006
Directeur : Christian Lavault. Encadrant : Franck Butelle
Situation actuelle du diplômé : postdoctorant.

2001-2005. Gabriel Paillard : *Quelques contributions à l'algorithmes distribués*
Financement de thèse : allocation de recherche brésilienne
Soutenue le 28 juin 2005
Directeur : Christian Lavault
Situation actuelle du diplômé : assistant en Informatique à l'Universitad Federal du Ceara (Brésil) depuis septembre 2006.

Doctorants

nom	date	position actuelle pour thèses
T. Andriamampinina	10/03-12/07	AM IG
E. Levy	10/03-12/07	Assistant ULB (Belgique)
A. Rasoanaivo	10/06-12/09	bourse AUF
H. Kenniche	10/06-12/09	bourse IG

Cours de DEA / Master 2 recherche

- 2003 à 2004. (F. Butelle) : *algorithmique du texte*, DEA ISCCA, Paris 8-EPHE.
- 2003 à 2004. (C. Lavault) : *Introduction à l'analyse des algorithmes*, DEA ISCCA, Paris 8-EPHE. *Introduction à l'analyse des algorithmes distribués*, DESS IED (enseignement à distance), Paris 8.
- 2003 à 2005. (C. Lavault) : *Algorithmique distribuée*, DEA IA-OC, IG.
- 2005 à 2007. (C. Banderier, C. Lavault, V. Ravelomanana) : *Combinatoire analytique*, 2^{e}année de Master Recherche Mathématiques-Informatique, IG. (Commun avec le Master Mathématiques-Informatique-Technologies 2^{e}année recherche (*Mathématiques et Applications au codage et à la cryptologie*), Paris 8.)

– 2006-2008 (C. Banderier, C. Lavault, V. Ravelomanana) : *Algorithmique et Combinatoire analytique*, DEA IGMA (*Informatique et Génie Mathématique*), Université d'Antananarivo (Madagascar).

Stages de DEA / Master 2 recherche

– 2003. (C. Lavault) : E. Levy (DEA IA-OC Paris 13, MPRI2) : *Analyse et conception d'un algorithme distribué de cycle hamiltonien pour les graphes aléatoires de type* $\mathbb{G}(n,p)$.
– 2005. (C. Lavault, V. Ravelomanana) : Thanh-Binh Doan (DEA IA-OC Paris 13) : *Algorithmique des réseaux radio.*
– 2006. (G. Duchamp, C. Lavault) : H. Kenniche (Master MMI2 Paris 13, LIPN) : *Combinatoire des mots circulaires et permutations.*
– 2006. (V. Ravelomanana, S. Toulouse) : H. Razafisambatra (DEA IGMA Tananarive) : *Approximation de problèmes définis sur des collections d'ensembles.*
– 2006. (V. Ravelomanana, S. Toulouse) : S. Djabali (P6-UPMC, LIPN) : *Approximation en moyenne.*

1.4.6 Publications principales

Livres

2003 [ocad :BK03] Cyril Banderier et Christian Krattenthaler. *Discrete Random Walks : Theory and applications in combinatorics, computational biology, computer science, probability theory, and statistical physics.* Discrete Mathematics & Theoretical Computer Science, 2003.

Articles dans des revues internationales avec comité de lecture sélectif

2008 [ocad :LaVa08] Christian Lavault et Mario Valencia-Pabon. A distributed approximation algorithm for the minimum degree minimum weight spanning tree. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 68(2) :200–208, 2008.

2007 [ocad :LMR07] Christian Lavault, Jean-Franois Marckert et Vlady Ravelomanana. Quasi-optimal energy-efficient leader election algorithms in radio networks. *Information and Computation*, 205(5) :679–693, 2007.

[ocad :R07] Vlady Ravelomanana. Optimal gossiping and initialization protocols for random wireless multihop network. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 18(1) :246–257, 2007.

2006 [ocad :LaLo06] Christian Lavault et Guy Louchard. Asymptotic analysis of a leader election algorithm. *Theoretical Computer Science*, 359(2) :239–254, 2006.

[ocad :R06a] Vlady Ravelomanana. The average size of giant components between the double-jump. *Algorithmica*, 46(3) :529–555, 2006.

2005 [ocad :ABFM05] Foto Afrati, Euripidis Bampis, Lucian Finta et Ioannis Milis. Scheduling trees with large communication delays on two identical processors. *Journal of Scheduling*, 8(2) :179–190, 2005.

[ocad :BS05] Cyril Banderier et Sylviane Schwer. Why Delannoy numbers? *J. Statist. Plann. Inference*, 135(1) :40–54, 2005.

2004 [ocad :BuBuLa04] Marc Bui, Franck Butelle et Christian Lavault. A distributed algorithm for the minimum diameter spanning tree problem. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 64(5) :571–577, 2004.

[ocad :R04] Vlady Ravelomanana. Extremal properties of three dimensional sensor networks with applications. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 3 :17–28, 2004.

Communications invitées dans une conférence internationale

2008 [ocad :LaOlRa08] Christian Lavault, Stephan Olariu et Vlady Ravelomanana. Random geometric graphs and wireless network. *Proc. of the 1st Advanced Research Workshop on Information Security in Wireless Networks (ARW 2006)*, volume 13 de *NATO Security through Science Series D*, pages 18–51, 2008.

Communications dans des conférences internationales avec comité de lecture

2007 [ocad :BuFiHa07] Franck Butelle, Lucian Finta et Mourad Hakem. Real-time distributed scheduling of precedence graphs on arbitrary wide networks. *Proceedings of the 21st IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium International Parallel and Distributed Processing Symposium*, page 220 (article sur CDROM). IEEE Computer Society, 2007.

[ocad :CaRaVa07] Jean Cardinal, Vlady Ravelomanana et Mario Valencia-Pabon. Chromatic edge strength of some multigraphs. *Proceedings of The IV Latin-American Algorithms, Graphs and Optimization Symposium – LAGOS 2007*, 2007. to appear in Electronic Notes in Discrete Mathematics.

2006 [ocad :BG06] Cyril Banderier et Bernhard Gittenberger. Analytic combinatorics of lattice paths : Enumeration and asymptotics for the average area. *Mathematics and computer science, IV (Nancy, 2006)*, Discrete Mathematics & Theoretical Computer Science Proceedings, pages 345–356. 2006.

[ocad :CDR06] Christophe Cérin, Jean-Christophe Dubacq et Jean-Louis Roch. Methods for partitioning data to improve parallel execution time for sorting on heterogeneous clusters. Yeh-Ching Chung et José E. Moreira, éditeurs, *Advances in Grid and Pervasive Computing*, volume 3947 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 175–186, Taichung, Taiwan, mai 2006. Springer.

2005 [ocad :LPF05] Christian Lavault, Gabriel Paillard et Felipe Franca. A distributed prime sieving algorithm based on smer. *4th International Symposium on Parallel and Distributed Computing*, pages 139–146, ISPDC'2005, 2005.

[ocad :R06b] Vlady Ravelomanana. Distributed k-clustering algorithms for random wireless multihop networks. *Proceedings of the IEEE ICN 2005*, pages 109–116, 2005.

2004 [ocad :BBR04] Cyril Banderier, Jean-Marie Le Bars et Vlady Ravelomanana. Generating functions for kernels of digraphs (enumeration & asymptotics for a constraint from game theory). *Proceedings FPSAC'04 (Vancouver, 2004)*, Formal Power Series and Algebraic Combinatorics, pages 91–105. (electronic), 2004.

[ocad :DLPR04] F. Djerourou, C. Lavault, G. Paillard et V. Ravelomanana. Assigning codes in a random wireless network. *International Conference on Telecommunications*, numéro 3124 Lecture Notes in Computer Science, pages 348–353, Fortaleza, Brasil, 2004.

[ocad :HaBu04a] Mourad Hakem et Franck Butelle. A new on-line scheduling algorithm for distributed real-time system. *Proc. of the 3rd Int. Symp. and School on Advanced Distributed Systems (ISSADS)*, Lecture Notes in Computer Science, pages 241–251. Springer, 2004.

[ocad :S04] Sidi Mohammed Sedjelmaci. The accelerated euclidean algorithm. *Proc. of the Meeting on Computer Algebra and Applications (EACA)*, pages 283–287, 2004.

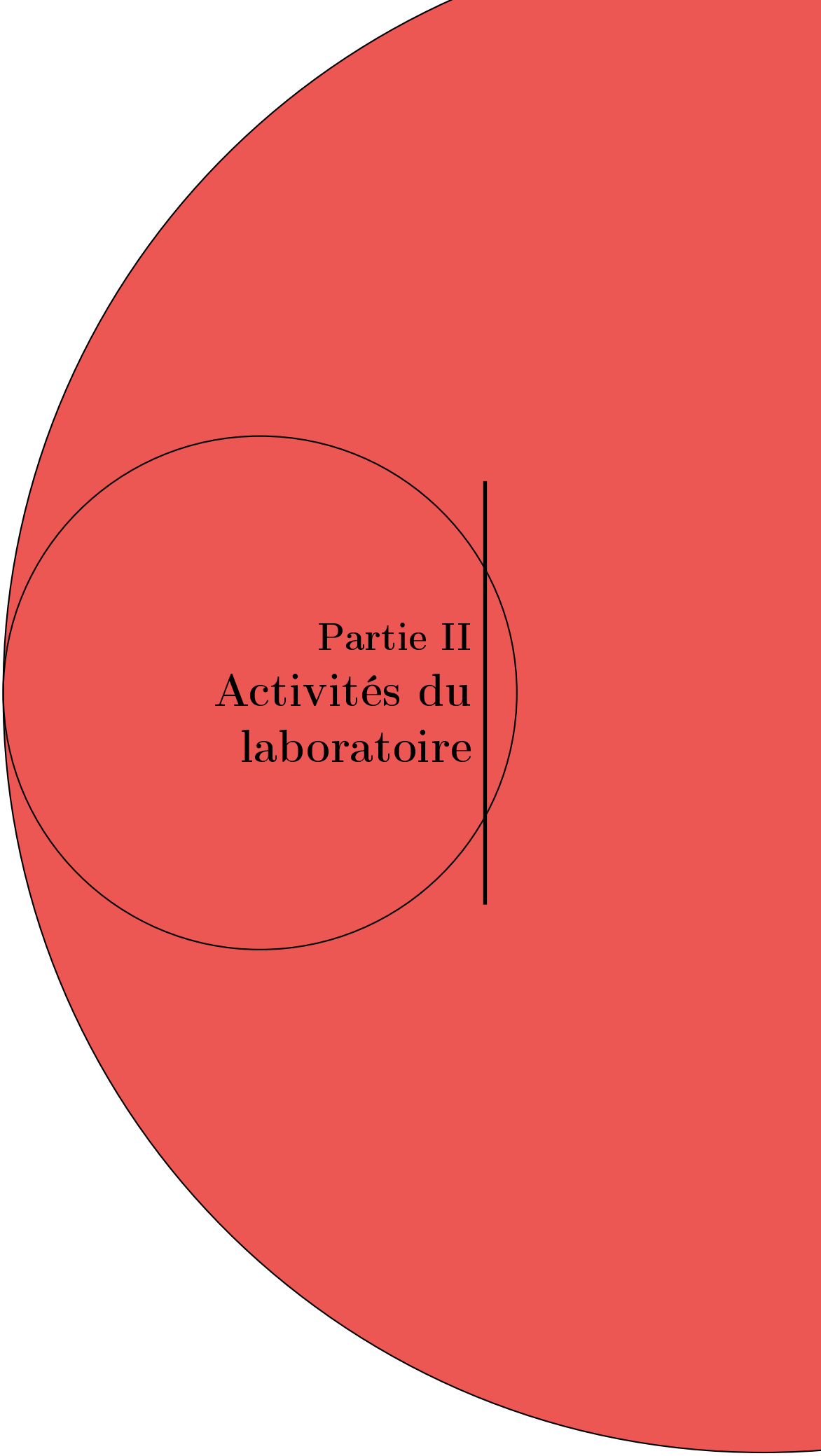
2003 [ocad :BBM03] Cyril Banderier, René Beier et Kurt Mehlhorn. Smoothed analysis of three combinatorial problems. *Mathematical foundations of computer science 2003*, volume 2747 de *Lecture Notes in Comput. Sci.*, pages 198–207. Springer, Berlin, 2003.

Rapports

2007 [ocad :ACDJ07] Heithem Abbes, Christophe Cérin, Jean-Christophe Dubacq et Mohamed Jemni. Performance analysis of publish/subscribe systems. RR 2007-XX, LIPN - CNRS UMR 7030 - Université Paris Nord, 2007.

1.5 Séminaire

Le séminaire de l'équipe OCAD se déroule à raison d'une séance toutes les deux semaines en moyenne. Les interventions d'invités extérieurs de tous horizons alternent avec les présentations de travaux de recherche récents de membres d'OCAD ou, le cas échéant, d'autres équipes du LIPN. De même, tout chercheur extérieur (à l'équipe ou au LIPN) intéressé par un exposé du séminaire est invité à y participer. Les doctorants doivent assister à ces séances de séminaire, qui s'inscrivent pleinement dans leur formation et participent de leur culture scientifique.



Partie II
Activités du laboratoire

Chapitre 1
Formation par la recherche

1.1 Master Informatique

Le Master (Sciences, Technologie, Santé) **mention Informatique** offre deux spécialités de formation qui s'appuient notamment sur des axes forts et des compétences bien développées au LIPN :

une spécialité à finalité professionnelle : Exploration Informatique des Données (EID)

une spécialité à finalité recherche : Modélisation Informatique des Connaissances et du Raisonnement (MICR)

La spécialité EID a pour objet l'acquisition de connaissances approfondies dans des domaines particuliers complémentaires : l'informatique et l'extraction de connaissances à partir de données. Cette spécialité est fondée sur l'acquisition de techniques destinées à favoriser l'exercice d'un métier déterminé dans le domaine de l'exploration des données.

La spécialité MICR a pour objectif de fournir aux étudiants les éléments fondamentaux leur permettant d'entamer une recherche tant en intelligence artificielle qu'en traitement automatique du langage, en spécifications de systèmes complexes ou en théorie de la programmation. Dans cette spécialité, plusieurs parcours-types sont possibles, on peut cependant en préfigurer quelques uns :

– Parcours « Traitement Automatique des Langues Naturelles » : Traitement automatique

des langues, Ingénierie des connaissances textuelles, Recherche et extraction d 'information, Ressources lexicales ;
- Parcours « Spécifications et Programmation » : Systèmes parallèles asynchrones, Systèmes infinis, temporisés et hybrides, Programmes et preuves, Unité d'approfondissement au choix ;
- Parcours « Logique et Programmation » : Calculs de processus, Programmes et preuves, Concurrence, Unité d'approfondissement au choix ;
- Parcours « Apprentissage Artificiel et Fouille de Données » : Apprentissage numérique, Apprentissage symbolique et RaPC, Apprentissage statistique, Fouille de données relationnelles.

Formation par la recherche

Ce master est ouvert à la pluridisciplinarité qui est un des atouts de l'université Paris 13, avec par exemple une UE de linguistique sur les ressources lexicales et une UE sur la bio-informatique.

1.2 Master Mathématique Informatique

Le Master (Sciences, Technologie, Santé) **mention Mathématique et Informatique** a pour objectif de fournir aux étudiants les éléments fondamentaux leur permettant d'acquérir une véritable double compétence en Informatique et en Mathématiques et leurs applications. Elle offre l'accès à des cours très complémentaires dans les domaines de l'informatique, des mathématiques discrètes et continues, des phénomènes aléatoires et de la combinatoire. Elle permet, outre les aspects théoriques, de toucher aux problèmes applicatifs sources de modèles complexes. La formation s'appuie à la fois sur les laboratoire LIPN et LAGA de l'université Paris 13.

Outre les thèses possibles dans les laboratoires, en particulier au LAGA ou au LIPN, les étudiants peuvent se tourner vers les activités de recherche et développement en entreprise. Cette seconde voie n'est pas à négliger, les entreprises devenant un endroit où les compétences solides en mathématiques et informatique appliquées, attestées par une formation par la recherche, sont de plus en plus recherchées. Le master mathématiques et informatique vise à donner au travers de la formation le bagage indispensable d'un bon Ingénieur en Recherche et Développement ou d'un Consultant auprès d'entreprises de divers secteurs de pointe.

La première année est consacrée aux apprentissages des outils de base en mathématiques appliquées et en informatique. En fin d'année, un travail personnel d'étude et de recherche mené en coordination avec l'équipe pédagogique doit permettre à l'étudiant de mettre par lui-même en application les connaissances acquises pendant l'année. La seconde année est l'occasion d'approfondissement des connaissances en choisissant parmi de nombreux sujets : résolution numérique d'équations aux dérivées partielles, recherche opérationnelle, combinatoire, mathématiques financières.

1.3 Thèses et Habilitations

Thèses en cours

Nom Prénom *Titre*	1ère insc. *Directeur*	Situation *Co-encadrant*
RASONAIVO Andry *Conception d'algorithmes efficaces dans les réseaux de télécommunication*	11/01/06 *C. Lavault*	bourse AUF *S. Toulouse*
KENNICHE Hichem	11/01/06 *C. Lavault*	Alloc moniteur (06-09) *G. Duchamp*
SADKI Jalila	11/01/06	Alloc moniteur (06-09)

Méthodes de décomposition pour la résolution de problèmes de planification optimale de grande taille en transport	*A. Nagih*	*L. Alfandari*
FKAIER Hazem	10/01/06 *C. Cérin*	co-tutelle France-Tunisie
ABBES Heithem	10/01/06 *C. Cérin*	co-tutelle France-Tunisie
LAVAL Olivier	10/01/05	Alloc moniteur (05-08)
Approximation du problème de plus court chemin avec contraintes de ressources au sein d'un schéma de génération de colonnes	*A. Nagih*	*S. Toulouse*
TOUATI Nora	10/01/05	Alloc moniteur (05-08)
Ré-optimisation au sein d'un schéma de génération de colonnes	*A. Nagih*	*L. Létocart*
ANDRIAMAMPIANINA Tsiriniaina	10/01/03	$\frac{1}{2}$ ATER(05-06)
Modélisations algorithmiques des hypergraphes aléatoires	*C. Lavault*	*V. Ravelomanana*
LEMALADE Jean-Luc	11/01/02	Bourse franco-malgache (02-05)
Optimisation de la gestion des ressources agricoles en milieu forestier tropical	*G. Plateau*	*A. Nagih*

Formation par la recherche

Thèses soutenues (depuis 2004)

Nom Prénom	Situation ultérieure	Soutenance	Mention
Titre		*Directeur*	*Co-directeur*
Jury : Jury			
DJEROUROU Fayçal	ing R&D Intelligence Power	06/15/07	TH
Etude des méthodes de recherche locale pour la satisfaction de contraintes		*H. Bennaceur*	
Jury : Gérard Plateau (Pdt), Jin-Kao Hao (rapp), Lakhdar Sais (rapp), Christophe Lecoutre, Christian Lavault, Monique Guignard-Spielberg			
KHEMOUDJ Mohand Ou Idir	Contrat EDF (05/06-02/08) puis post-doc	04/04/07	TH
Contribution de la programmation par contraintes à la résolution du problème de placement des arrêts des réacteurs nucléaires d'EDF		*H. Bennaceur*	*Marc Porcheron*
Jury : M. Porcheron (rapp), M. Schiex (rapp), C. Fouqueré, G. Plateau, M. Aggoun (invité)			
HAKEM Mourad	Post-doc Lyon	12/13/06	
Ordonnancement Multiprocesseurs et Distribué Temps Réel		*C. Lavault*	*F. Butelle*
Jury : J. Carlier (rapp), C. Hanen (rapp), C. Laforest, E. Jeannot, C. Cérin			
MARCOS Nicolas	ing SNCF	11/23/06	
Modélisation et intégration de la gestion tactique des ressources traction		*G. Plateau*	*A. Nagih*

Jury : Stéphane DAUZERE-PERES (rapp), Frédéric SEMET (rapp), Laurent ALFANDARI, , David DE ALMEIDA, Jacquelines VAUZEILLES, Monique GUIGNARD-SPIELBERG, Christian WEBER

LOISEAU Irène — Pr Univ Buenos Aires — 06/29/05 — TH

Sur la génération de colonnes en nombres entiers — *G. Plateau*

Jury : Abdel Lisser (rapp), Nelson Maculan (Pdt), Anass Nagih, Catherine Roucairol (rapp), Jacqueline Vauzeilles

Formation par la recherche

PAILLARD Gabriel — MCF brésil — 06/28/05 — TH

Quelques contributions à l'algorithmique distribuée. Réseaux de capteurs et génération de nombres premiers — *C. Lavault*

Jury : Michel Cosnard, Gérard Duchamp, Felipe Franca (rapp), Michel Habib (rapp), Colette Johnen (invitée), Nelson Maculan

Habilitations à Diriger des Recherches soutenues (depuis 2004)

Nom Prénom — Soutenance

Titre

Jury :

Butelle Franck — 12/17/07

Jury :

Roupin Frédéric — 11/24/06

Jury : M. Guignard (rapp), C. Lemaréchal (rapp), M. Minoux (rapp), A. Billionnet, M.C. Costa, C. Lavault, P. Michelon, G. Plateau

Nagih Anass — 12/14/04

Contributions à la résolution des problèmes en nombres entiers : réoptimisation, problèmes de grande taille et planification en transport

Jury : Alain Billionnet (rapp), Monique Guignard-Spielberg (rapp), Alain Quilliot (rapp), D. Gauyacq, Nelson Maculan, Gérard Plateau, François Soumis, Jacqueline Vauzeilles

Chapitre 2
Organisation de conférences

Le LIPN a soutenu ou organisé les conférences et manifestations suivantes :

- *Implicit Computational Complexity and Logic*, septembre 2004, université Paris 13 (ACI GEOCAL), 30 participants, dont 8 étrangers.
- *Workshop on Implicit Computational Complexity*, 13-17/2/2006, (GEOCAL, *Geometry of Computation*, 2006), Marseille. 20 exposés et 50 participants (de 7 pays).
- *2es Journées thématiques "Apprentissage Artificiel & Fouille de Données"*, 27-28/4/2006, http://www-lipn.univ-paris13.fr/A3/AAFD06/
- *Journées ALEA*, 2005, (CIRM, SMF-CNRS, Luminy)
- *Marches aléatoires discrètes : théorie et applications en combinatoire, biologie algorithmique, informatique théorique, probabilités, physique statistique* (DRW-2003), Institut Henri Poincaré, 2003

Partie III
Publications

Les références comportant « * » sont acceptées et à paraître.

Articles dans des revues avec comité de lecture (ACL)

Articles dans des revues internationales avec comité de lecture sélectif

2008 [RI-35] Christian Lavault et Mario Valencia-Pabon. A distributed approximation algorithm for the minimum degree minimum weight spanning tree. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 68(2) :200–208, 2008.

2007 [RI-34] Laurent Alfandari. Improved approximation of the soft-capacitated facility location problem. *RAIRO Operations Research*, 41 :83–93, 2007.

[RI-33] Christian Lavault, Jean-Franọis Marckert et Vlady Ravelomanana. Quasi-optimal energy-efficient leader election algorithms in radio networks. *Information and Computation*, 205(5) :679–693, 2007.

[RI-32] Christian Lavault, Jean-Franọis Marckert et Vlady Ravelomanana. Quasi-optimal leader election algorithms in radio networks. *Information and Computation*, 205(5) :679–693, 2007.

[RI-31*] Jérôme Monnot et Sophie Toulouse. Approximation results for the weighted p_4 partition problem. *Journal of Discrete Algorithms*, 2007.

[RI-30*] Jérôme Monnot et Sophie Toulouse. The complexity of the p_k partition problem and related problems in bipartite graphs. *Operations Research Letters*, 2007.

[RI-29] Vlady Ravelomanana. Another proof of Wright's inequalities. *Information Processing Letters*, 104(1) :36–39, 2007.

[RI-28] Vlady Ravelomanana. Optimal gossiping and initialization protocols for random wireless multihop network. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 18(1) :246–257, 2007.

2006 [RI-27] Rafael Castro De Andrade, Abdel Lisser, Nelson Maculan et Gérard Plateau. Enhancing a branch-and-bound algorithm for two-stages stochastic integer problems. *Management Science*, 52(9) :1450–1455, 2006.

[RI-26] Christophe Cérin, Jean-Luc Gaudiot et Michel Koskas. A multithreaded SQL service. *Parallel Processing Letters*, 16(2) :245–259, 2006.

[RI-25] Mourad Hakem et Franck Butelle. Critical path scheduling parallel programs on an unbounded number of processors. 17(2) :287–301, 2006.

[RI-24] Christian Lavault et Guy Louchard. Asymptotic analysis of a leader election algorithm. *Theoretical Computer Science*, 359(2) :239–254, 2006.

[RI-23] Christian Lavault, Gabriel Paillard et Felipe Franca. A distributed prime sieving algorithm based on smer. *Scalable Computing Practice and Experience, special issue of ISPDC'2005 (selected papers)*, 3(8) :61–69, 2006.

[RI-22] Anass Nagih et François Soumis. Nodal aggregation of resource constraints in a shortest path problem. *European Journal of Operational Research*, 172 :500–514, 2006.

[RI-21] Vlady Ravelomanana. The average size of giant components between the double-jump. *Algorithmica*, 46(3) :529–555, 2006.

[RI-20] Babacar Thiongane, Anass Nagih et Gérard Plateau. Lagrangean heuristics combined with reoptimization for the 0-1 biknapsack problem. *Discrete Applied Mathematics*, 154 :2200–2211, 2006.

2005 [RI-19] Foto Afrati, Euripidis Bampis, Lucian Finta et Ioannis Milis. Scheduling trees with large communication delays on two identical processors. *Journal of Scheduling*, 8(2) :179–190, 2005.

[RI-18] Rafael Castro De Andrade, Abdel Lisser, Nelson Maculan et Gérard Plateau. B & b frameworks for the capacity expansion of high speed telecommunication network under uncertainty. *Annals of Operations Research*, 140(1) :49–65, 2005.

[RI-17] Cyril Banderier et Sylviane Schwer. Why Delannoy numbers? *J. Statist. Plann. Inference*, 135(1) :40–54, 2005.

[RI-16] Christophe Cérin, Olivier Cozette, Gil Utard, Hazem Fkaier et Mohamed Jemni. Parallel out-of-core sorting and fast accesses to disks. *International Journal on High Performance Computing and Networking*, 3 :188–202, 2005.

[RI-15] M-C. Costa, L. Létocart et F. Roupin. Multicut and integral multiflow : a survey. *European Journal of Operational Research*, 162(1) :55–69, 2005.

[RI-14] Tadeusz Czachorski et Ferhan Pekergin. A novel diffusion process with jumps to study an electronic-optical edge router. *Archives of Theoretical and App. Informatics*, 17(2) :76–88, 2005.

[RI-13] Romain Mellier, Jean-Frédéric Myoupo et Vlady Ravelomanana. A non-token-based-distributed mutual exclusion algorithm for single-hop mobile ad hoc networks. *IFIP International Federation for Information Processing*, 162 :287–298, 2005.

[RI-12] Babacar Thiongane, Anass Nagih et Gérard Plateau. Adapted step size in a 0-1 biknapsack lagrangean dual solving algorithm. *Annals of Operations Research*, 139 :353–373, 2005.

2004

[RI-11] Rafael Castro De Andrade, Abdel Lisser, Nelson Maculan et Gérard Plateau. Telecommunication network capacity design for uncertain demand. *Computational Optimization and Applications*, 29(2) :127–146, 2004.

[RI-10] Hachemi Bennaceur. A comparison between CSP and SAT techniques. *Constraints : an International Journal*, 9(2) :123–138, 2004.

[RI-9] Lélia Blin et Franck Butelle. The first approximated distributed algorithm for the minimum degree spanning tree problem on general graphs. 15 :507–516, 2004.

[RI-8] F. Boufarès et H. Bennaceur. Consistency problems in er-schemas for database systems. *Information Sciences Journal*, 163(4) :263–274, 2004.

[RI-7] Marc Bui, Franck Butelle et Christian Lavault. A distributed algorithm for the minimum diameter spanning tree problem. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 64(5) :571–577, 2004.

[RI-6] Vlady Ravelomanana. Extremal properties of three dimensional sensor networks with applications. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 3 :17–28, 2004.

[RI-5] Vlady Ravelomanana et Loys Thimonier. Forbidden subgraphs in connected graphs. *Theoretical Computer Science*, 314(1–2) :121–171, 2004.

2003

[RI-4] Anne-Elisabeth Baert, Vlady Ravelomanana et Loys Thimonier. On the growth of components with non fixed excesses. *Discrete Applied Mathematics*, 130(3) :487–493, 2003.

[RI-3] Bruno Chassagne et Vlady Ravelomanana. Simple technique to widen the passband of a free-space optics multiplexer and demultiplexer. *Journal of The Optical Society of America*, 20(11) :2270–2274, 2003.

[RI-2] M-C. Costa, L. Létocart et F. Roupin. A greedy algorithm for multicut and integral multiflow in rooted trees. *Operations Research Letters*, 31 :21–27, 2003.

[RI-1] Jean-Frédéric Myoupo, Vlady Ravelomanana et Loys Thimonier. Average case analysis based-protocols to initialize packet radio networks. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 3(4) :539–548, 2003.

Articles dans des revues nationales ou internationales

[RE-3] Nelson Maculan, Gérard Plateau et Abdel Lisser. Integer linear models with a polynomial number of variables and constraints for some classical combinatorial problems. *Pesquisa Operacional*, 23(1) :161–168, 2003.

[RE-2] Chantal Morley, Bruno Defude, Franck Butelle et Daniel Lang. Les outils du commerce électronique. *Annales des télécommunications*, 58(1–2) :8–58, 2003.

[RE-1] Babacar Thiongane, Anass Nagih et Gérard Plateau. Analyse de sensibilité pour les problèmes linéaires en variables 0-1. *RAIRO-Operations Research*, 37(4) :291–309, 2003.

Conférences invitées (INV)

Communications invitées dans une conférence internationale

2008 [IN-2] Christian Lavault, Stephan Olariu et Vlady Ravelomanana. Random geometric graphs and wireless network. *Proc. of the 1st Advanced Research Workshop on Information Security in Wireless Networks (ARW 2006)*, volume 13 de *NATO Security through Science Series D*, pages 18–51, 2008.

2006 [IN-1] Christian Lavault. Link reversal routing algorithms for manets. *Information Security in Wireless Networks - NATO ARW*, Suceava, Romania (tutoriel invité), 2006.

Tutoriaux dans des conférences internationales

2004 [TU-1] Tadeusz Czachorski et Ferhan Pekergin. Diffusion approximation as a modelling tool in congestion control and performance evaluation. *Proceedings of First Workshop on New Trends in Modelling, Quantitative Methods and Measurements, EURONGI, Next Generation Internet*, Poland Zakopane, 2004. 44 pages, Tutoriel, version longue.

Communications avec actes (ACT)

Communications dans des conférences internationales avec comité de lecture

2008 [CI-29*] Hervé Daudé et Vlady Ravelomanana. Random 2-xorsat at the satisfiability threshold. *Proceedings of 8th Latin American Theoretical Informatics – LATIN 2008*, http ://www.latin08.org/papers.htm, 2008.

[CI-28*] Gabriel Paillard et Vlady Ravelomanana. Limit theorems and lifetime in large sensor networks. *Proceedings of The 27th Conference on Computer Communications – IEEE INFOCOM 2008*, 2008.

2007 [CI-27] Franck Butelle, Lucian Finta et Mourad Hakem. Real-time distributed scheduling of precedence graphs on arbitrary wide networks. *Proceedings of the 21st IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium International Parallel and Distributed Processing Symposium*, page 220 (article sur CDROM). IEEE Computer Society, 2007.

[CI-26] Jean Cardinal, Vlady Ravelomanana et Mario Valencia-Pabon. Chromatic edge strength of some multigraphs. *Proceedings of The IV Latin-American Algorithms, Graphs and Optimization Symposium – LAGOS 2007*, 2007. to appear in Electronic Notes in Discrete Mathematics.

[CI-25*] Mourad Hakem et Franck Butelle. Reliability and scheduling on systems subject to failures. *Proc. of the 36th IEEE Intenational Conference on parallel Processing (ICPP)*, 2007.

2006 [CI-24] Cyril Banderier et Bernhard Gittenberger. Analytic combinatorics of lattice paths : Enumeration and asymptotics for the average area. *Mathematics and computer science, IV (Nancy, 2006)*, Discrete Mathematics & Theoretical Computer Science Proceedings, pages 345–356. 2006.

[CI-23] Christophe Cérin, Dominique Bernardi, Michel Koskas, Mohamed Jemni et Hazem Fkaier. Geometrical interpretation for data partitioning on a grid architecture. *15th International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC 2006)*, pages 355–356, France Paris, 2006. IEEE Computer Society.

[CI-22] Christophe Cérin, Jean-Christophe Dubacq et Jean-Louis Roch. Methods for partitioning data to improve parallel execution time for sorting on heterogeneous clusters. Yeh-Ching Chung et José E. Moreira, éditeurs, *Advances in Grid and Pervasive Computing*, volume 3947, pages 175–186, Taichung, Taiwan, mai 2006. Springer.

[CI-21] B.T. Doan, C. Lavault, S. Olariu et V. Ravelomanana. An energy-efficient initialization algorithm for random radio networks. *4th International Conference Research, Innovation, and Vision for the Future*, pages 121–139, 2006.

[CI-20] M. I. Khemmoudj et H. Bennaceur. Clique inference process for solving Max-CSP. *12th International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (Nantes, 2006)*, pages 246–250. Springer- Berlin Heidelberg, 2006.

[CI-19] M. I. Khemmoudj, M. Porcheron et H. Bennaceur. When constraint programming and local search solve the scheduling problem of électricité de France nuclear power plant outages. *12th International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming (Nantes, 2006)*, pages 271–283. Springer- Berlin Heidelberg, 2006.

[CI-18] Vlady Ravelomanana et Alphonse Laza Rijamame. Creation and growth of components in a random hypergraph process. *Proceedings of 12th Annual International Computing and Combinatorics Conference 2006*, volume 4112, pages 350–359. Springer, 2006.

2005 [CI-17] Christophe Cérin et Michel Koskas. Mining traces of large scale systems. *6th International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP)*, volume 3719, pages 132–138. Springer, 2005.

[CI-16] Tadeusz Czachorski et Ferhan Pekergin. A diffusion approximation model of an electronic-optical node. G. Zavattaro M. Bravetti, L. Kloul, éditeur, *Proceedings of Formal Techniques for Computer Systems and Business Processes : European Performance*

Engineering Workshop, EPEW 2005 and International Workshop on Web Services and Formal Methods, WS-FM 2005, Lecture Notes in Computer Science 3670/2005, pages 187–199. Springer Verlag, 2005.

[CI-15] Mourad Hakem et Franck Butelle. Efficient critical task scheduling parallel programs on a bounded number of processors. *Proc. of the 17th International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems*, ActaPress, pages 139–144. ActaPress, 2005.

[CI-14] M. I. Khemmoudj, H. Bennaceur et Anass Nagih. Combining arc-consistency and dual lagrangean relaxation for filtering CSPs. *2th International Conference on Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming for Combinatorial Optimization Problems (Praha, 2005)*, pages 258–272. Springer - Berlin Heidelberg, 2005.

[CI-13] Christian Lavault, Gabriel Paillard et Felipe Franca. A distributed prime sieving algorithm based on smer. *4th International Symposium on Parallel and Distributed Computing*, pages 139–146, ISPDC'2005, 2005.

[CI-12] Jérôme Monnot et Sophie Toulouse. Approximation results for the weighted p_4 partition problems. *Foundamentals of Computation Theory*, pages 388–396, 2005.

[CI-11] Jérôme Monnot et Sophie Toulouse. The complexity of the p_k partition problem and related problems in bipartite graphs. *SOFSEM 2007 : Theory and Practice of Computer Science*, volume 4362, pages 422–433, 2005.

[CI-10] Vlady Ravelomanana. Distributed k-clustering algorithms for random wireless multihop networks. *Proceedings of the IEEE ICN 2005*, pages 109–116, 2005.

2004 [CI-9] Cyril Banderier, Jean-Marie Le Bars et Vlady Ravelomanana. Generating functions for kernels of digraphs (enumeration & asymptotics for a constraint from game theory). *Proceedings FPSAC'04 (Vancouver, 2004)*, Formal Power Series and Algebraic Combinatorics, pages 91–105. (electronic), 2004.

[CI-8] Tadeusz Czachorski et Ferhan Pekergin. Diffusion approximation as a modelling tool in congestion control and performance evaluation. Demetres Kouvatsos, éditeur, *Proceedings of HET-NETs '04 Performance Modelling and Evaluation of Heterogenous Networks*, United Kingdom Ilkley, 2004.

[CI-7] F. Djerourou, C. Lavault, G. Paillard et V. Ravelomanana. Assigning codes in a random wireless network. *International Conference on Telecommunications*, numéro 3124 Lecture Notes in Computer Science, pages 348–353, Fortaleza, Brasil, 2004.

[CI-6] Mourad Hakem et Franck Butelle. A new on-line scheduling algorithm for distributed real-time system. *Proc. of the 3rd Int. Symp. and School on Advanced Distributed Systems (ISSADS)*, pages 241–251. Springer, 2004.

[CI-5] Sidi Mohammed Sedjelmaci. The accelerated euclidean algorithm. *Proc. of the Meeting on Computer Algebra and Applications (EACA)*, pages 283–287, 2004.

2003 [CI-4] Anne-Elisabeth Baert et Vlady Ravelomanana. Limit theorem on the creation of multicyclic components. *Proceedings FPSAC'03 (Linköping University – Sweden)*, Formal Power Series and Algebraic Combinatorics, pages 176–187. Linköping University, 2003.

[CI-3] Cyril Banderier, René Beier et Kurt Mehlhorn. Smoothed analysis of three combinatorial problems. *Mathematical foundations of computer science 2003*, volume 2747 de *Lecture Notes in Comput. Sci.*, pages 198–207. Springer, Berlin, 2003.

[CI-2] Tadeusz Czachorski et Ferhan Pekergin. Diffusion approximation : modelling transient flows of multiclass queueing network. *Proceedings of Int. Network Optimization Conf.*, France Evry, 2003.

[CI-1] Christian Lavault, Jean-Françis Marckert et Vlady Ravelomanana. Quasi-optimal leader election algorithms in radio networks with loglogarithmic awake time slots. *10th IEEE International Conference on Telecommunications*, pages 1113–1119, 2003.

Workshops et autres conférences avec comité de lecture

2007 [CO-38] Laurent Alfandari. A greedy approximation algorithm for the soft-capacitated facility location problem. *EURO XXII Congress*, Prague, République Tchèque, 2007.

[CO-37] Laurent Alfandari. Approximation du problème de localisation de centres à capacités variables. *ROADEF 2007*, pages 35–36, Grenoble, 2007.

[CO-36] Mohand-Ou-Idir Khemmoudj et Hachemi Bennaceur. Valid inequality based lower boubnds for WCSP. *CP07*, Providence, USA, 2007.

[CO-35] Lucas Létocart. Inégalités valides pour le problème de multiflot maximum. *2ème journée scientifique Polyèdres et Optimisation Combinatoire*, Paris, France, 2007.

[CO-34] Lucas Létocart, Anass Nagih et Gérard Plateau. Re-optimization in the resolution of the 0-1 quadratic knapsack problem. *EURO XXII*, Prague, République tchèque, 2007.

[CO-33] Lucas Létocart, Anass Nagih et Gérard Plateau. Réoptimisation dans les méthodes lagrangiennes pour le sac-à-dos quadratique. *1ère journée KnapSack et Optimisation*, Paris, France, 2007.

[CO-32] Lucas Létocart, Marie-Christine Plateau et Gérard Plateau. New bounds for the 0-1 exact k-item quadratic knapsack problem. *ECCO XX*, Limassol, Chypre, 2007.

[CO-31] Marie-Chirstine Plateau, Leo Liberti et Laurent Alfandari. Edge cover by bipartite subgraphs. *6th CTW Workshops*, Enschende, Pays-Bas, 2007.

[CO-30] Nora Touati, Lucas Létocart et Anass Nagih. Diversification des solutions et réoptimisation pour la résolution de problèmes de plus court chemin avec contraintes de ressources dans un schéma de génération de colonnes. *ROADEF 2007*, pages 419–420, Grenoble, France, 2007.

[CO-29] Sophie Toulouse. Approximation différentielle : histoire, motivations, enjeux. *ROADEF 2007*, pages 423–424, Grenoble, 2007.

2006

[CO-28] Laurent Alfandari, Jean-Luc Lemalade, Anass Nagih et Gérard Plateau. A mip flow model for crop-rotation planning in a sustainable development context. *EURO Congress*, Reykjavik, Iceland, 2006.

[CO-27] Didier El Baz, Moussa Elkihel, Laurent Gély et Gérard Plateau. Improved time and space complexity for kianfar's inequality rotation algorithm. *META'O6*, Hammamet, Tunisie, 2006.

[CO-26] Christophe Cérin, Heithem Abbes, Nabil Abdennadher et Mohamed Jemni. Architecture d'une grille de calcul tunisienne. *JTEA*, Tunisie Hammamet, 2006.

[CO-25] Fayçal Djerourou et Hachemi Bennaceur. Inférence d'inconsistances pour la résolution du Max-CSP. *Journées Francophones de Programmation par Contraintes*, pages 129–138, Alès, France, 2006.

[CO-24] Fayçal Djerourou et Hachemi Bennaceur. Infering inconsistencies to enhance branch and bound for Max-CSP. *Soft 2006 Workshop-Constraint Programming CP'06*, pages 47–62, Nantes, France, 2006.

[CO-23] Mourad Hakem et Franck Butelle. A bi-objective algorithm for scheduling parallel applications on heterogeneous systems subject to failures. *Proc. Rencontres Francophones du Parallélisme (RenPar)*, pages 25–35, 2006.

[CO-22] M. I. Khemmoudj et H. Bennaceur. Inference de cliques pour la résolution de Max-CSP. *2e Journées Francophones de Programmation par Contraintes*, pages 229–238, Nîmes, France, 2006.

[CO-21] Jean Luc Lemalade, Laurent Alfandari, Anass Nagih et Gérard Plateau. Un modèle de planification des rotations culturales dans un contexte de lutte contre la déforestation à madagascar. *7e congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, Lille, 2006.

[CO-20] L. Létocart, A. Nagih, R. Ouaras et G. Plateau. Réoptimisation du sac-à-dos quadratique. *7e congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, Lille, France, 2006.

2005

[CO-19] Tadeusz Czachorski, Ferhan Pekergin et Bartlomiej Szady. Forming optical packets, a diffusion approximation and simulation model. *Proceedings of EuroNGI (European New Generation Internet) 2nd Workshop IA.8.1*, Portugal Aveiro, 2005.

[CO-18] Tadeusz Czachorski, Ferhan Pekergin et Bartlomiej Szady. Forming optical packets, a diffusion approximation model. *Proceedings of 12th Polish Teletraffic Symposium PSRT*, Poland Poznan, 2005.

[CO-17] Mourad Hakem et Franck Butelle. Dynamic critical path scheduling parallel programs onto multiprocessors. *Proc. of the 19th ACM/IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium – Advances in Parallel and Distributed Computational Models*, page 203b. IEEE Computer Society Press, 2005. (10 pages sur CDROM).

[CO-16] M. I. Khemmoudj et H. Bennaceur. Using constraint programming for scheduling of EDF nuclear power plant outages. *1st International Workshop on Optimization Frameworks for Industrial Applications*. Paris, France, 2005. (Poster).

[CO-15] M. I. Khemmoudj, H. Bennaceur et Marc Porcheron. Application de la programmation logique par contraintes au problème du placement des arrêts des réacteurs nucléaires d'EDF. *7th International Symposium on Programming an Systems*, pages 177–186, Alger, 2005.

[CO-14] M. I. Khemmoudj, F. Djerourou et H. Bennaceur. Résolution de Max-CSP par recherche locale guidée par la relaxation lagrangienne. *1th Journées Francophones de Programmation par Contraintes*, pages 305–314, Lens, France, 2005.

[CO-13] M. I. Khemmoudj et M. Porcheron. Using constraint programming and local search for scheduling of edf nuclear power plant outages. 1st International Workshop on Combination of metaheuristic and local search with Constraint Programming, 2005. (Poster).

[CO-12] Nicolas Marcos, David De Almeida, Daniel Gauyacq, Alexandre Quivet, Anass Nagih, Laurent Alfandari et Gérard Plateau. Un outil générique d'aide à la décision pour la gestion des locomotives fret à la SNCF. *6e congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, pages 295–312, Tours, 2005.

2004 [CO-11] Laurent Alfandari, Marc Demange et Jérôme Monnot. Boolean inverse optimization problems. *EURO XX Congress*, Rhodos, Grèce, 2004.

2003 [CO-10] Laurent Alfandari. Modèles de localisation pour l'aide multicritère à la décision. *5e Congrès de la Société Fran caise de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, Avignon, 2003.

[CO-9] Rafael Castro De Andrade, Abdel Lisser, Nelson Maculan et Gérard Plateau. Synthèse de réseaux multiservice à demande incertaine. *5e congrès de la Société Fran caise de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, Avignon, 2003.

[CO-8] Lélia Blin et Franck Butelle. The first approximated distributed algorithm for the minimum degree spanning tree problem on general graph. *proc. IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium – Advances in Parallel and Distributed Computational Models*, page 161. IEEE Computer Society Press, 2003. PDF de 10 pages sur CDROM.

[CO-7] M-C. Costa, L. Létocart et F. Roupin. Multicoupe minimale et multiflot entier maximal dans un anneau. *Les Journées Graphes, Réseaux et Modélisation*, Paris, France, 2003.

[CO-6] M-C. Costa, L. Létocart et F. Roupin. Multicoupes minimales et multiflots maximaux en nombres entiers dans les anneaux. *5e congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, Avignon, France, 2003.

[CO-5] Fayçal Djerourou et Hachemi Bennaceur. Diversification de la recherche locale dans la résolution du VCSP avec pénalisation de couples. *5e congrès de la Société Fran caise de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la décision*, pages 399–400, Avignon, France, 2003.

[CO-4] Fayçal Djerourou et Hachemi Bennaceur. Une méthode exacte de résolution du Max-CSP. *5e congrès de la Société Fran caise de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la décision*, pages 332–333, Avignon, France, 2003.

[CO-3] Yassir Miladi, Anass Nagih et François Soumis. Problème de plus court chemin avec contraintes de ressources à l'intérieur d'un algorithme de génération de colonnes. *Colloque des sciences mathématiques du Québec*, Moncton, Canada, 2003.

[CO-2] Anass Nagih et François Soumis. Nodal aggregation of resource constraints in a shortest path problem. *5e Congrès de la Société Francaise de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, Avignon, 2003.

[CO-1] Babacar Thiongane, Anass Nagih et Gérard Plateau. Techniques de réoptimisation dans une séquence d'instances du problème du sac à dos unidimensionnel 0-1. *5e congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision*, Avignon, 2003.

Direction d'ouvrages (DO)

Livres

[LI-1] Cyril Banderier et Christian Krattenthaler. *Discrete Random Walks : Theory and applications in combinatorics, computational biology, computer science, probability theory, and statistical physics.* Discrete Mathematics & Theoretical Computer Science, 2003.

Chapitres de livre

2007 [CL-5] Jérôme Monnot et Sophie Toulouse. *Complexity and approximation results for bounded-size paths packing problems*, *Combinatorial Optimization and Theoretical Computer Science : Interfaces and Perspectives*, Chapitre 18. ISTE (V. Paschos ed.), 2007.

[CL-4] Jérôme Monnot et Sophie Toulouse. *Le voyageur de commerce et ses variations : un tour d'horizon de ses résolutions*, *Optimisation Combinatoire 5 : problèmes paradigmatiques et problématiques nouvelles*, Chapitre 2. Hermès (V. Paschos ed.), 2007.

[CL-3] Gérard Plateau et Anass Nagih. *Le problème du sac à dos en variables 0-1*, *Optimisation combinatoire 4 : problèmes paradigmatiques*, Chapitre 6, pages 163–190. Hermès (V. Paschos ed.), Paris, 2007.

2006 [CL-2] Laurent Alfandari et Anass Nagih. *Optimisation de la construction de rotations équipages en transport aérien*, *Optimisation combinatoire 3 : applications*, Chapitre 1. Hermès (V. Paschos ed.), Paris, 2006.

2003 [CL-1] Laurent Alfandari, Agnès Plateau et Pierre Tolla. *A path-relinking algorithm for the Generalized Assignment Problem*, *Metaheuristics : Computer Decision Making*, pages 1–18. Combinatorial Optimization Book Series (D-.Z. Du and P.M. Pardalos series ed.). Kluwer Academic Publishers (M.G.C Resende, J.P de Sousa ed.), Boston, 2003.

Rapports de contrats

2007 [RC-5] L. Alfandari, L. Létocart, A. Nagih, A. Plateau et S. Toulouse. Méthodes de décomposition pour l'optimisation discrète. Rapport de contrat, LIPN, 2007.

2006 [RC-4] L. Alfandari, L. Létocart, A. Nagih, A. Plateau et S. Toulouse. Méthodes de génération de colonnes pour la planification optimale des locomotives. Rapport de contrat, LIPN, 2006.

[RC-3] L. Alfandari, L. Létocart, A. Nagih, A. Plateau et S. Toulouse. Techniques de résolution approchée : heuristiques et métaheuristiques. Rapport de contrat, LIPN, 2006.

2005 [RC-2] L. Alfandari, L. Létocart, A. Nagih, A. Plateau et S. Toulouse. Modélisation et approches de résolutions. Rapport de contrat, LIPN, 2005.

[RC-1] L. Alfandari, L. Létocart, A. Nagih, A. Plateau et S. Toulouse. Modélisation et résolution de problèmes de couverture de tâches : logiciels du domaine libre, logiciel du commerce et heuristiques. Rapport de contrat, LIPN, 2005.

Rapports

2007 [Ra-13] Heithem Abbes, Christophe Cérin, Jean-Christophe Dubacq et Mohamed Jemni. Performance analysis of publish/subscribe systems. RR 2007-XX, LIPN - CNRS UMR 7030 - Université Paris Nord, 2007.

[Ra-12] Jean Cardinal, Vlady Ravelomanana et Mario Valencia-Pabon. Chromatic edge strength of some multigraphs. RR 2007-XX, Computer Science Dept.- Université Libre de Bruxelles & LIPN - CNRS UMR 7030 - Université Paris Nord, 2007.

[Ra-11] Nora Touati, Lucas Létocart et Anass Nagih. Méthodes de décomposition pour l'optimisation discrète. Rr, LIPN - CNRS UMR 7030 - Université Paris Nord, 2007.

2006 [Ra-10] Didier El Baz, Moussa Elkihel, Laurent Gély et Gérard Plateau. Improved time and space complexity for kianfar's inequality rotation algorithm. RR 06834, LAAS, Toulouse, 2006.

[Ra-9] Franck Butelle, Lucian Finta et Mourad Hakem. Real-time distributed scheduling of precedence graphs on arbitrary wide networks. RR 2006.01, LIPN - CNRS UMR 7030 - Université Paris Nord, 2006.

[Ra-8] Fayçal Djerourou et Hachemi Bennaceur. For more pruning values when solving Max-CSP. Rr, LIPN, 2006.

[Ra-7] M. I. Khemmoudj et H. Bennaceur. Clique based lower bounds for Max-CSP. RR 2006-02, Laboratoire d'informatique de Paris-Nord, 2006.

[Ra-6] Olivier Laval, Sophie Toulouse et Anass Nagih. Rapport de recherche sur le problème du plus court chemin contraint. RR 2006-05, LIPN - CNRS UMR 7030 - Université Paris Nord, 2006.

[Ra-5] Nora Touati, Lucas Létocart et Anass Nagih. Sur l'accélération de la convergence de la génération de colonnes. RR 2006-4, LIPN - CNRS UMR 7030 - Université Paris Nord, 2006.

2005 [Ra-4] Laurent Alfandari. Improved approximation of the soft-capacitated facility location problem. RR 5003, ESSEC Research Center, 2005.

2004 [Ra-3] Laurent Alfandari. Choice rule with size constraints for multiple-criteria decision making. RR 4002, ESSEC Research Center, 2004.

[Ra-2] C. Bentz, M-C. Costa, L. Létocart et F. Roupin. A bibliography on multicut and integer multiflow problems. RR 654, Centre d'Etude et de Recherche en Informatique du CNAM, Conservatoire National des Arts et Métiers, 2004.

2003 [Ra-1] Babacar Thiongane, Anass Nagih et Gérard Plateau. Algorithms and complexity for parametric 0-1 linear programs relative to the objective function. RR 2003-01, Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord (LIPN), université Paris 13, 2003.

Outils

2006 [Lo-1] Franck Butelle, Ronald King et Frédéric Toumazet. Schur, an interactive program for calculating properties of lie groups and symmetric functions. Logiciel de calcul scientifique sous licence GPL, 2006.

Travaux en cours de soumission

[So-1] C. Bentz, M-C. Costa, L. Létocart et F. Roupin. Multicut and integral multiflow in rings. RR 1050, Centre d'Etude et de Recherche en Informatique du CNAM, Conservatoire National des Arts et Métiers, 2006. Soumis à EJOR.

Partie IV
Acronymes

ACI Action Concertée Incitative

AM allocataire moniteur

ANR Agence National de la Recherche

ATER attaché temporaire d'enseignement et de recherche

AUF Agence Universitaire pour la Francophonie

B boursier

CEDRIC Centre d'Etudes et de Recherche en Informatique du CNAM - EA 1395

CIFRE Conventions Industrielles de Formation par la Recherche

CNAM Centre National des Arts et Métiers

CNRS Centre National de la Recherche Scientifique

CR chargé de recherche

EA Equipe d'Accueil

ECOS Evaluation-orientation de la COopération Scientifique

EDF Electricité de France

ESSEC Ecole Supérieure des Sciences Economiques et Commerciales

FRE Formation de Recherche en Evolution

IA Intelligence Artificielle

IG Institut Galilée

Inria Institut National de la Recherche en Informatique et Automatique

Irisa Institut de Recherche en Informatique et en Systèmes Aléatoires

IUT Institut Universitaire Technologique

IUTV IUT de Villetaneuse

LAGA Laboratoire Analyse, Géométrie et Applications, université Paris 13 - UMR 7539

LAMSADE Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision - UMR 7024

LARIA Laboratoire de Recherche en Informatique d'Amiens - FRE 2733

LCR Logique, Calcul et Raisonnement

LIG Laboratoire d'Informatique de Grenoble

LIPN Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord - UMR 7030

LRI Laboratoire de Recherches en Informatique, université Paris 11 - UMR 8623

MCF maître de conférences

MENESR Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

OC Optimisation Combinatoire

OCAD Optimisation Combinatoire et Algorithmique Distribuée

PA professeur assistant

PAI Programme Actions Intégrées

PAN Polskiej Akademii Nauki – Académie des sciences de Pologne

PU professeur des universités

SMF Société Mathématique de France

SNCF Société Nationale des Chemins de Fer

SECyT Secretaría de Ciencia y Tecnológia – Université de Buenos Aires, Argentine

STIC Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

UMR Unité Mixte de Recherche