

Rapport d'évaluation du mémoire de thèse / Evaluation report of the PhD thesis

Doctorant	Nom prénom / Full name	DUCOMMAN Sylvain
PhD student	Ecole Doctorale / Doctoral School	IMEP2
	Titre thèse / PhD Title	Optimisation de tournées de véhicules par programmation par contraintes : conception et développement d'un solveur industriel
Rapporteur	Nom prénom / Full name	PESANT Gilles
Reviewer	Etablissement / Institution	École Polytechnique de Montréal
	Statut, fonction / Status, position	Professeur

Qualité du mémoire, rédaction & illustrations / Thesis quality, style & illustrations

→ Satisfaisant / Satisfactory [] Bon / Good [] Très bon / Very good [x] Exceptionnel []

Commentaires/comments :

La thèse est bien structurée, sa rédaction est claire et précise, quoiqu'on y trouve quelques coquilles ici et là. La qualité des tableaux et figures est adéquate.

Petit commentaire de forme : dans un tableau de résultats numériques, il est préférable que les valeurs apparaissant dans une colonne aient le même nombre de chiffres après la virgule et qu'elles soient justifiées à droite, afin d'aider à les comparer.

Contexte, état de l'art, collaborations / Background, state of the art, collaborations :

Commentaires/comments :

Le contexte des travaux est bien établi.

La présentation de l'état de l'art est raisonnable quoique les citations bibliographiques pourraient être plus fréquemment utilisées pour permettre au lecteur de mieux départager ce qui est connu et ce qui est contribué.

Qualité scientifique, méthodologie, expérimentations, validation Scientific quality, methodology, experiments, validation

→ Satisfaisant / Satisfactory [] Bon / Good [x] Très bon / Very good [] Exceptionnel []

Commentaires/comments :

Le candidat démontre une bonne maîtrise du domaine et de ses aspects techniques.

Les contributions apportées sont de bonne qualité et font progresser l'état de l'art pour la résolution en PPC du TSP et de ses variantes.

La section 4.1.2.4 annonce une classification des modèles MO selon le niveau de propagation atteint mais ne présente au tableau 6 que les filtrages obtenus sur un exemplaire donné ; on aurait souhaité une classification plus formelle.

Le chapitre 6, qui met à l'épreuve l'outil développé sur des exemplaires industriels, laisse malheureusement le lecteur sur sa faim. De l'aveu même du candidat, les résultats présentés sont préliminaires et plusieurs éléments décrits ou annoncés dans la thèse (comme par exemple le LNS) n'ont pas encore été intégrés à l'outil. Puisqu'il est quand même assez facile de mettre en œuvre le LNS à partir d'un modèle de PPC, particulièrement avec OR-tools qui offre déjà un support pour le LNS, n'aurait-il pas été possible d'inclure quelques résultats avec cette approche ?

Apports personnels, originalité, valorisation, perspectives
Personal contributions, originality, valorization, prospects

Commentaires/comments :

Il est parfois difficile de séparer la contribution du candidat de l'état de l'art ; les travaux antérieurs devraient être plus clairement cités. Quelques exemples :

- Section 1.3 : Une partie de la représentation des problèmes de tournées au moyen d'un graphe est bien connue au moins depuis la contrainte *cycle* ;
- Section 4.1 : Qu'est-ce qui est connu, qu'est-ce qui est neuf dans la modélisation PPC du TSP(TW) ?
- Section 4.2 : Même question pour les algorithmes de filtrage.

Je trouve la thèse assez faible au niveau des perspectives. La conclusion ne fait qu'une page et demie alors qu'on aurait pu y retrouver une discussion des points forts et des points faibles de ce qui a été proposé, des défis qui demeurent avec des pistes de solutions, des généralisations possibles, etc. La thèse défendue ici pourrait être que la relaxation lagrangienne est un ingrédient important pour bien résoudre le TSP par PPC : Est-ce qu'on doit conclure qu'elle est incontournable ? Pour les bornes inférieures, le filtrage, les stratégies de branchement ?

Conclusions du rapporteur / Reviewer's conclusions

Commentaires/comments :

Travail intéressant avec des contributions théoriques qui font progresser l'état de l'art et une contribution pratique qui semble améliorer la capacité du partenaire industriel à résoudre ses problèmes. Malheureusement les ambitions du projet ne sont pas pleinement satisfaites puisque certains éléments annoncés n'ont pas encore atteint la phase de développement.

Avis du rapporteur / Reviewer's opinion :

Défavorable à la soutenance / Unfavorable to the defence []

Favorable [x]



Date

10 avril 2017

Signature

Visa du directeur de l'école doctorale :

Rapport détaillé, commentaires libres, questionnements, correction demandées
Detailed report, free comments, questions, requested corrections

Cette thèse s'intéresse au développement d'une approche computationnelle basée sur la programmation par contraintes pour résoudre efficacement des problèmes de tournées de véhicules pratiques auxquels est confronté un partenaire industriel. Cette approche offre une flexibilité et une modularité qui permettent d'adapter facilement l'approche à des contextes variés et changeants.

Après une introduction, les travaux sont développés en six chapitres: son contexte, les bases de la modélisation du problème et de l'architecture de l'outil logiciel sont présentés au chapitre 1; suit un état de l'art pour la classe de problèmes et les approches de résolutions considérés (chapitre 2); le chapitre 3 détaille trois bornes inférieures connues pour le TSP puis contribue à comparer leur force relative; le cœur

de la contribution se trouve au chapitre 4, qui propose des algorithmes de filtrage pour la contrainte *weightedcircuit* basés sur ces bornes inférieures par relaxation lagrangienne et qui évalue quelques stratégies de branchement dont certaines nouvelles utilisent la relaxation lagrangienne; le chapitre 5 élargit la problématique à celle des tournées de véhicules; enfin au chapitre 6 on applique les développements de la thèse au cas industriel qui la motivait et on montre leur supériorité par rapport à un autre outil présentement utilisé par le partenaire industriel; suit une brève conclusion. Les annexes A à F présentent les détails de modélisation et d'évaluation empirique.

À mon avis, la principale contribution de cette thèse est l'algorithme de filtrage basé sur la relaxation n-path, dont on a établi empiriquement la supériorité dans un contexte où l'aspect temporel (fenêtres de temps) est prépondérant.

Quelques commentaires et questions supplémentaires:

- J'aurai quelques questions à propos du modèle commun fondé sur les graphes (section 1.3).
- La section 1.4 annonce une architecture de résolution incluant l'utilisation de LNS et VNS mais ces derniers n'ont pas encore été développés. Quels étaient les obstacles à leur développement?
- À la section 5.4, il est mentionné que l'écart d'optimalité après la propagation initiale est plus serré pour les exemplaires de la série R que pour ceux de la série RC; est-ce que des pistes d'explication de ce phénomène ont été explorées?

Corrections mineures:

- il manque le symbole de transposition pour la matrice A à l'équation 4b;
- la référence pour Vadja est mal citée: S.61;
- description du modèle PL10: il serait plus juste de dire que les contraintes 10e et 10f imposent que le tour *débute et se termine au noeud 0*;
- la bijection au haut de la page 27 ne tient que si le graphe biparti est complet: est-ce bien l'intention?
- Modèle PD13: il faudrait définir ici ce que représente la fonction récursive f^* , ce qui n'est fait qu'à la page 75;
- page 43: la référence DCP16 a plutôt été présentée à AAAI-2016?
- Observation 3.2.2: je crois que la démonstration devrait démarrer avec des solutions fractionnaires optimales plutôt que simplement réalisables?
- Page 57, $z_{oa}(G1) = 10$: c'est l'arc (4,3) qui est sélectionné et non (4,2), qui n'existe pas d'ailleurs;
- Page 63: je doute que la référence classique pour la modélisation en PPC du TSP soit BMR12a;
- Contraintes 29: DDS92 les utilisent en pré-traitement afin d'éliminer certains arcs du graphe avant de générer l'espace des états; elles sont véritablement utilisées comme contraintes de PPC pour la première fois dans Pes+98, afin de filtrer les domaines des variables *start* mais aussi *pred* et *next*;
- la contrainte 30d est redondante étant donné 30b et 30c;
- retirer du résumé et de la conclusion toute mention de recherche locale et LNS puisque ce n'est pas vraiment considéré dans cette thèse.