

# BL.Optim pour la planification des tournées de maintenance préventive

Sara Maqrot, Liwen Zhang, Florent Mouysset, Youssef Miloudi, Laurent Truscello

Berger-Levrault, Labège France  
prénom.nom@berger-levrault.com

**Mots-clés** : *planification de maintenance préventive, programmation par contraintes, colonies de fourmis.*

## 1 Modélisation du problème de tournées de maintenance

Dans les infrastructures en réseau, telles que la distribution d'eau, la transmission d'énergie ou le transport, il est primordial d'effectuer des actions de maintenance afin d'assurer la fiabilité du réseau à satisfaire la demande et le bien-être de la société. Cependant, planifier et mettre-à-jour les agendas de maintenance est souvent une tâche difficile pour le planificateur. Dans ce sens, nous présentons notre travail sur l'optimisation de la planification de tournées de maintenance préventive dans un réseau de distribution d'eau. L'objectif de cette étude est d'affecter des interventions de maintenance à des techniciens. Ces interventions sont réparties géographiquement sur différents sites du réseau. L'itinéraire journalier emprunté par chaque technicien doit être déterminé, il doit commencer et finir au même endroit. La planification qui en résulte doit donc indiquer quelle intervention doit être effectuée par quel technicien et à quel horaire sur un horizon de temps fini.

Nous modélisons ce problème de tournées de maintenance comme un problème de satisfaction de contraintes pondérées (WCSP) qui est une généralisation du problème de satisfaction des contraintes (CSP) [1]. Ce formalisme a l'avantage de considérer, en plus des contraintes dures, des contraintes souples qui peuvent être violées avec un degré de violation. Cela permet de résoudre des problèmes sur-contraints avec des solutions approchées. Dans notre modèle, nous considérons comme contraintes dures le non-chevauchement des interventions affectées au même techniciens, le respect des indisponibilités des techniciens, la même nature d'intervention sur une plage temporelle (exemple, par demi-journée), la prise en compte des compétences et habitudes des techniciens, et l'impossibilité de découper des interventions dont la durée est inférieure à une durée maximale (exemple, 3h). Quant aux contraintes souples, elles sont liées à l'équilibrage de la charge journalière de travail affectée aux techniciens, à l'optimisation de la compacité du planning généré, à la minimisation du temps de déplacement entre les différentes interventions des tournées, et au respect des horaires de planification préférés.

## 2 Optimisation par BL.Optim

Nous présentons BL.Optim, un service API d'optimisation basé sur le formalisme WCSP et sur la métaheuristique de colonies de fourmis, une approche évolutive qui manipule une population de solutions afin de guider efficacement la recherche vers de bonnes solutions. L'objectif de BL.Optim est d'optimiser des problèmes de planification et de routage, comme la planification des tournées de soins à domicile [2] ou le problème étudié ici, la planification des tournées de maintenance préventive. BL.Optim prend en entrée un fichier au format JSON précisant les données du problème et les contraintes à prendre en compte et génère en sortie un planning

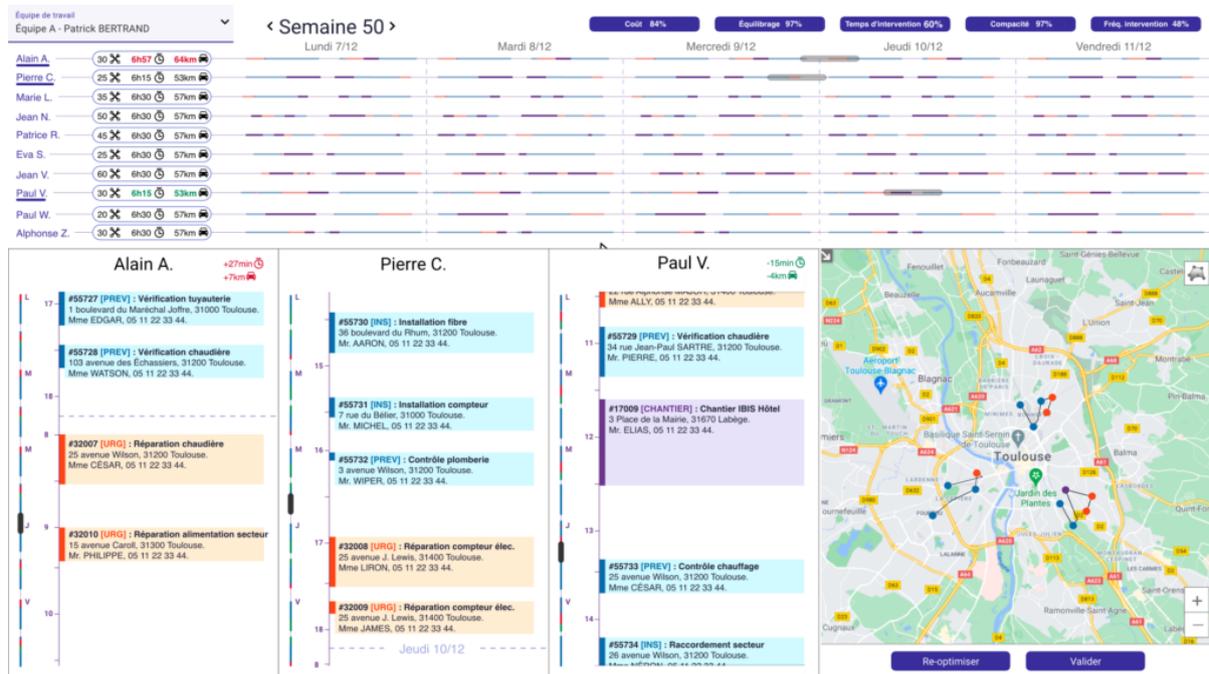


FIG. 1 – Interface de visualisation de BL.Optim

visualisable via une interface web<sup>1</sup> (voir Figure 1). Cette interface de visualisation permet à l'utilisateur d'afficher plus de détail, par exemple sélectionner un technicien (Alain A., Pierre C et Paul V. sur la Figure 1) pour afficher son planning détaillé et montrer ses interventions sur la carte.

Pour montrer la performance de BL.Optim dans la résolution du problème de planification de tournées de maintenance préventive, nous avons réalisé des expérimentations sur des données réelles. Nous avons considéré un nombre important d'interventions de maintenance (environ 1000), avec 13 techniciens sur un horizon de planification d'un mois. Par rapport au contexte industriel, les résultats obtenus sont satisfaisants, dont la qualité dépend du temps de calcul (première solution obtenue en quelques secondes). Au niveau des perspectives, une reformulation du problème est à l'étude pour considérer des multi-dépôts (Multi-Depot Vehicle Routing and Scheduling Problem) afin de permettre à chaque technicien de commencer et finir sa tournée chez lui. Concernant la méthode de résolution, nous prévoyons étudier l'impact de ses paramètres sur le temps et la qualité de résolution, puis de comparer ses performances avec d'autres approches sur des benchmarks.

## Références

- [1] Mahuna Akplogan, Simon De Givry, Jean-Philippe Metivier, Gauthier Quesnel, Alexandre Joannon, and Frédérick Garcia. Solving the crop allocation problem using hard and soft constraints. *RAIRO-Operations Research*, 47(2) :151–172, 2013.
- [2] Yahia Chabane, Christophe Bortolaso, and Mustapha Derras. When ants take care of humans : Aco for home-care services planning optimization. In *MEDINFO 2019 : Health and Wellbeing e-Networks for All*, pages 546–550. IOS Press, 2019.

1. <https://www.research-bl.com/fr/2021/12/22/bl-optim-a-better-visualization-for-a-better-organization/>