

# Planification en environnement incertain : application à la gestion d'un terminal portuaire à conteneurs

Gaëtan Lesauvage

Université du Havre, LITIS EA 4108 BP 540, 76058 Le Havre, France  
{gaetanlesauvage}@gmail.com

**Mots-Clés** : *problème de tournées de véhicules, environnement dynamique, terminal à conteneurs, optimisation multi-critères, système complexe, intelligence collective*

## 1 Contexte

Un terminal portuaire à conteneurs est un système complexe ouvert composé de plusieurs entités en interaction. Divers engins de manutention permettent de déplacer les conteneurs au sein du terminal afin de répondre le plus efficacement possible aux demandes des navires, trains ou camions en attente de chargement ou de déchargement.

L'organisation de la zone de stockage des conteneurs du terminal requiert une attention particulière. En effet, le respect des contraintes de temps de chargement des navires, des camions et des trains dépend fortement de l'emplacement des conteneurs sur le terminal. Afin de pouvoir gérer efficacement cette zone, il est nécessaire de connaître l'emplacement de chaque conteneur. Les temps de recherche des conteneurs sont parfois considérables et entraînent des retards importants provoquant des pénalités financières pour les sociétés gérant les terminaux. D'autre part, il est intéressant de connaître l'emplacement des véhicules de manutention afin d'affecter les missions aux véhicules disponibles les plus proches.

Cependant, le terminal étant un système ouvert, il est sujet à des événements dynamiques qui viennent altérer le processus d'optimisation. Ces événements concernent par exemple l'incertitude sur le respect des dates d'arrivée des camions, des trains et des bateaux, la fermeture d'une route sur le terminal, ou la panne des véhicules de manutention, etc.

## 2 Problématique

La gestion d'un terminal portuaire à conteneurs relève de plusieurs problèmes d'optimisation. Le but étant de minimiser les temps d'attente des clients tout en minimisant les coûts d'exploitation du terminal, un soin tout particulier est apporté à l'affectation des missions aux chariots cavaliers. De plus, afin de réduire le temps d'exécution de ces missions, il est également nécessaire de disposer les conteneurs de façon efficace.

Le problème d'affectation de missions aux véhicules de manutention est proche des problèmes de tournée de véhicules (*Vehicle Routing Problem*[4]), et plus particulièrement du problème de collecte

et de livraison (*Pickup and Delivery Problem*[1]). Dans ce modèle, il s'agit pour des véhicules d'une certaine capacité, de visiter un certain nombre de clients afin de collecter ou de livrer des marchandises. Chaque véhicule doit avoir précédemment collecté les biens avant de pouvoir les livrer. Dans le cas de la gestion d'un terminal, le problème est encore plus complexe. En effet, des fenêtres de temps doivent être respectées (*VRP with Time Windows* et *PDP with Time Windows*[5]). De cette façon, si les véhicules arrivent à leur destination avant le début de l'intervalle de temps, ils devront attendre le client. De même, le temps d'attente des clients doit être réduit au maximum. D'autre part, ce problème devient dynamique car les clients peuvent demander des collectes ou des livraisons alors que les véhicules ont déjà commencé leurs tournées (*Dynamic VRP* et *Dynamic PDP*). Il faut dans ce cas être en mesure de prendre en compte ces nouvelles requêtes et de les insérer au mieux dans les tournées.

### 3 Solutions proposées

Afin de répondre aux contraintes imposées par le contexte du terminal à conteneurs, nous proposons des solutions adaptées aux problèmes posés. Les méthodes classiques de résolution de VRP ne sont pas adaptées à la nature dynamique de l'environnement. En effet, une planification établie peut être remise en question par un événement imprévu à chaque instant.

Nous utilisons une modélisation sous forme de graphe afin de transformer le problème en une recherche de plus court chemin. Cependant, ce graphe peut devenir important. Nous avons donc opté pour une approche locale, c'est-à-dire au niveau de chaque véhicule afin de ne pas prendre en compte l'intégralité de l'environnement. Ceci est d'autant plus bénéfique que le graphe est dynamique. Il faut donc éviter de recommencer le parcours à chaque modification de la structure du graphe. Nous déployons ensuite sur ce graphe des algorithmes méta-heuristiques d'éco-résolution fondés sur le comportement d'insectes sociaux comme les fourmis[3] afin de faire émerger à tout moment une solution valide au problème. Pour cela nous prenons en compte des mécanismes de collaboration et de compétition[2] entre nos agents (ici les chariots cavaliers ou les conteneurs) qui vont ainsi « coloniser » les missions.

Nos premiers tests consistent à faire varier la dynamicité des missions du problème. Dans le premier test, toutes les missions sont connues à l'avance. Au contraire, dans le second test, toutes les missions sont connues au dernier moment, c'est-à-dire au commencement de leur fenêtre de temps. Enfin dans un troisième test, la moitié des missions sont connues par avance. L'autre moitié ne sont connues qu'au dernier moment. Les premiers résultats obtenus montrent que l'algorithme est capable de s'adapter aux conditions changeantes de dynamicité et de fournir une solution réalisable à tout moment.

### Références

- [1] G. Berbeglia, J.-F. Cordeau, I. Gribkovskaia, and G. Laporte. Static pickup and delivery problems : A classification scheme and survey. *TOP*, 2007.
- [2] C. Bertelle, A. Dutot, F. Guinand, and D. Olivier. Distribution of agent based simulation with colored ant algorithm. In *14th European Simulation Symposium*, 2002.
- [3] M. Dorigo. *Learning and Natural Algorithms*. PhD thesis, Politecnico di Milano, Italie, 1992.
- [4] A. Larsen. *The Vehicle Routing Problem*. PhD thesis, Department of Mathematical Modelling, Technical University of Denmark, 2000.
- [5] Snezana Mitrovic-Minic. *The dynamic pickup and delivery problem with time windows*. PhD thesis, Simon Fraser University, 2001.