HAL
open science

Affectation optimisée des ressources de déchargement/chargement et de transport dans un terminal à conteneurs multimodal

Elisabeth Zehendner, Nabil Absi, Stéphane Dauzère-Pérès, Dominique Feillet

To cite this version:

Elisabeth Zehendner, Nabil Absi, Stéphane Dauzère-Pérès, Dominique Feillet. Affectation optimisée des ressources de déchargement/chargement et de transport dans un terminal à conteneurs multimodal. 12ème congrès annuel de la Société française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision, Mar 2011, Saint-Etienne, France. emse-00575387v2

HAL Id: emse-00575387

https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-00575387v2

Submitted on 11 Mar 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Affectation optimisée des ressources de déchargement/chargement et de transport dans un terminal à conteneurs multimodal

E. Zehendner, N. Absi, S. Dauzère-Pérès, D. Feillet

Ecole des Mines de Saint-Etienne, CMP Georges Charpak, F-13541 Gardanne, France

{zehendner, absi, dauzere-peres, feillet}@emse.fr

Mots-clés : *transport intermodal, terminal à conteneurs, affectation de ressources, programmation linéaire.*

1 Problème d'affectation de ressources dans un terminal à conteneurs

L'objectif du *Grand Port Maritime de Marseille* (GPMM) de minimiser le temps d'attente des modes de transports terrestres (camion, train et péniche) est à l'origine de cette étude. Notre approche consiste à optimiser l'affectation des ressources de (dé)chargement et de transport aux différents véhicules et modes de transport. Pour ceci un programme linéaire mixte représentant un terminal à conteneurs du GPMM est implémenté. Il détermine une affectation de ressources optimisée qui minimise le temps d'attente des modes de transport terrestre. Ensuite, il est utilisé pour comparer différents scénarios et leurs conséquences sur les délais des modes de transport terrestre.

Récemment, le côté terrestre d'un port est devenu un facteur clé de sa compétitivité et retient de plus en plus l'attention. Néanmoins, la plupart des articles se focalisent sur l'affectation des ressources pour minimiser le temps de service des navires (p.ex. [2] sous forme de problème de conception de réseaux, [4] sous forme de problème de chemins disjoints). Souvent ils négligent le côté terrestre. Du fait des différences sur la connaissance et la fiabilité des informations sur la date et la séquence d'arrivée des conteneurs, les méthodes du côté maritime peuvent difficilement être transposées au côté terrestre. D'autres articles s'intéressent non pas à l'affectation de ressources mais a l'ordonnancement des tâches. [1] et [3] cherchent un ordonnancement minimisant le temps d'attente des camions.

Nous représentons le problème d'affectation de ressources comme un problème de flux dans un graphe orienté. Les tâches (conteneurs à (dé)charger) sont modélisées comme des flux où la capacité des arcs dépend du nombre de ressources affectées. Nous adaptons notre modèle à la situation du GPMM. Les différents modes de transport peuvent être servis séparément, mais doivent partager les ressources internes. Ceci permet de représenter le terminal par une combinaison de sous-modèles indépendants qui sont liés par une contrainte qui limite le nombre de ressources utilisées. Un modèle simple qui utilise les informations sur les arrivées et départs des véhicules et leurs quantités à (dé)charger est à la base de chaque sous-modèle. Pour chacun des modes de transport (terrestre et maritime) ce modèle est ensuite élargi pour représenter ses caractéristiques (p.ex. contraintes résultantes de l'interaction avec les grues de quai, différentes façons de pénaliser les délais). Le modèle du terminal complet inclut le côté terrestre et le côté maritime.

Considérons le cas où un sous-modèle décrit le service d'un seul véhicule i d'un mode de transport m. Nous divisons la journée de travail en T périodes discrètes. Soit $t^m_{a_i}$ la période d'arrivée et $t^m_{d_i}$ la date d'échéance du véhicule i, durant cette fenêtre de temps d^m_i conteneurs doivent être (dé)chargés. A chaque période, s_t ressources sont disponibles dont chaque ressource peut exécuter h^m tâches par période. La variable $X^m_{i,t}$ indique le nombre de ressources affectées au véhicule i à la période t. Ces

valeurs montrent l'affectation optimisée des ressources à laquelle on s'intéresse. $W_{i,t}^m$ représente le nombre de tâches exécutées par période t et $Z_{i,t}^m$ le nombre de tâches non-exécutées qui sont retardées à la période $t+1$. Avec ces paramètres et variables le modèle simple peut être formulé.

$$W_{i,t}^m \leq h^m * X_{i,t} \quad \forall t = 1, ..., T \tag{1}$$

$$Z_{i,t}^m = \begin{cases} d_i^m, & t = 1 \\ Z_{i,t-1}^m - W_{i,t}^m, & \forall t = 2, ..., T \end{cases} \tag{2}$$

$$Z_{i,T}^m = 0 \tag{3}$$

$$X_{i,t}^m \leq s_t \quad \forall t = 1, ..., T \tag{4}$$

La contrainte (1) assure que le nombre de tâches exécutées est limité par le nombre de ressources affectées. La contrainte (2) retarde les tâches non-exécutées d'une période. La contrainte (3) impose que toutes les tâches soient exécutées avant la date d'échéance. La contrainte (4) garantie que le nombre de ressources affectées ne dépasse pas le nombre de ressources disponibles.

Sous certaines conditions il est possible d'agréger tous les véhicules du même mode de transport dans un sous-modèle. Ceci minimise la taille du problème et le temps de calcul considérablement. Dans ce cas il y a plusieurs arrivées ; l'arrivée des tâches par période d_t^m est la somme de toutes les tâches des véhicules arrivant dans la période t. Des adaptations mineures du modèle sont nécessaires dans ce cas.

Nous utilisons notre modèle complet du terminal à conteneurs pour résoudre le problème d'affectation de ressources. De plus, nous nous en servons pour comparer différentes stratégies aux niveaux tactique et stratégique et leurs conséquences sur le temps d'attente des modes de transport terrestre. Les conséquences d'un partage des ressources entre différents mode de transport ou une augmentation des conteneurs transportés par train et péniche peuvent par exemple être analysées.

2 Conclusion et perspectives

Nous présentons un programme linéaire mixte pour représenter un terminal à conteneur pour déterminer une affectation de ressources optimisée afin de minimiser les délais des modes de transport terrestre tout en respectant les délais imposés des navires. Ce modèle est ensuite utilisé pour comparer différents scenarios aux niveaux tactique et stratégique.

Pour la suite, nous nous intéressons à la possibilité de pouvoir avancer ou retarder l'heure d'arrivée des véhicules selon la charge de travail actuelle du terminal.

Remerciements

Cette étude a été menée dans le cadre du projet ESPRIT financé par la DGITM du MEEDDM. Les auteurs remercient Christophe Reynaud de Marseille Gyptis International.

Références

[1] S.K. Das and L. Spasovic. Scheduling material handling vehicles in a container terminal. *Production Planning & Control*, 14: 623–633, 2003.

[2] L.M. Gambardella, M. Mastrolilli, A.E. Rizzoli and M. Zaffalon. An optimization methodology for intermodal terminal management. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 12: 521–534, 2001.

[3] S. Hartmann. A general framework for scheduling equipment and manpower at container terminals. *OR Spectrum*, 26: 51–74, 2004.

[4] I.F.A. Vis, R. de Koster and M.W.P. Savelsbergh. Minimum vehicle fleet size under time-window constraints at a container terminal. *Transportation Science*, 39: 249–260, 2005.