

Couplage métaheuristique - simulation pour l'organisation d'activités de livraison et de collecte

Virginie André^{1,2}, Julie Faucher¹, Nathalie Grangeon², Sylvie Norre²

¹ CHU de Clermont-Ferrand

{vandre,jfaucher}@chu-clermontferrand.fr

² LIMOS, CNRS UMR 6158, IUT de Montluçon

Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

Av. Aristide Briand, 03100 Montluçon

{grangeon,norre}@moniut.univ-bpclermont.fr

Mots-Clés : *métaheuristique, simulation, couplage, ordonnancement, dimensionnement*

1 Présentation du problème

Un des rôles du Pôle Logistique Intégré du CHU de Clermont-Ferrand est d'organiser le transport entre les différentes entités le composant (établissements internes, sites de production) et les établissements externes. Ce transport concerne de nombreux flux logistiques : repas, médicaments, linge, dispositifs médicaux stériles, ... Dans cette étude, nous nous intéressons plus spécifiquement aux livraisons et aux collectes induites par les prestations hôtelières (repas, linge) et par les médicaments. Une activité de livraison correspond à l'acheminement de contenants «propres» d'un site de production vers un établissement (interne ou externe) alors qu'une activité de collecte consiste à transporter des contenants «sales» d'un établissement vers un site de production. Le CHU de Clermont-Ferrand est composé de 3 sites de production (l'UCP (Unité Centrale de Production) pour les repas, la Blanchisserie pour le linge, la Pharmacie pour les Médicaments) et de 7 établissements répartis dans la ville. Chaque site de production et chaque établissement disposent de quais de chargement et de quais de déchargement en nombre connu. Chaque site de production comporte une ou plusieurs aires de nettoyage qui permettent de réaliser le nettoyage de contenants et une ou plusieurs lignes de production qui assurent le remplissage de contenants. L'ensemble des camions est stocké dans un dépôt, lieu où les chauffeurs sont présents si ils ne sont pas occupés.

Chaque activité de transport (livraison ou collecte) est caractérisée par une origine (site de production ou établissement) et par une destination (site de production ou établissement). Une activité de livraison ou de collecte nécessite, pour l'ensemble des cinq étapes qui la composent, un contenant d'un type donné. Ces 5 étapes sont :

- le remplissage pour une activité de livraison qui nécessite une ligne de production et le ramassage pour une activité de collecte. Cette étape a une durée connue,
- le chargement qui nécessite un quai de chargement, un chauffeur et un camion d'un type donné et qui a une durée connue,
- le transport qui nécessite un camion d'un type donné et un chauffeur et qui a une durée qui dépend de l'origine et de la destination de l'activité,
- le déchargement qui nécessite un camion d'un type donné, un chauffeur et un quai de déchargement et qui a une durée connue,
- la consommation pour une activité de livraison qui peut avoir une date de début souhaitée. Si la date de fin de l'étape de déchargement est antérieure à la date de début souhaitée de l'étape de

consommation alors une période d'attente est générée. Sinon, l'étape de consommation débute dès la fin de l'étape de déchargement. Si l'étape de consommation débute après la date de début souhaitée, alors l'activité est en retard. Pour une activité de collecte, cette étape concerne le nettoyage qui nécessite une aire de nettoyage. Dans les deux cas, la durée est connue.

Les hypothèses sont les suivantes :

- le nombre de ressources (contenants de chaque type, chauffeurs, camions de chaque type, quais de chargement et de déchargement sur chaque site, aire de nettoyage, ligne de production) est en quantité limitée.
- un chauffeur peut conduire n'importe quel véhicule et peut être amené à changer plusieurs fois de véhicule lors d'une journée de travail,

L'ensemble des contraintes à prendre en compte est le suivant :

- la date de disponibilité au plus tôt des activités de collecte ou de livraison doit être respectée,
- les contraintes de précedence entre certaines activités de collecte et de livraison doivent être respectées,
- les chauffeurs, les lignes de production sont soumis à des plannings. Cinq minutes d'heures supplémentaires par chauffeur sont tolérées.
- le nombre de ressources utilisées à une date donnée doit être inférieur ou égal au nombre de ressources disponibles,
- L'amplitude du retard autorisé pour certaines activités dépend du type de produit et est au maximum de 15 minutes.

Le problème consiste donc à répartir les activités entre les différents chauffeurs et à déterminer leur planning de travail afin de réaliser l'ensemble des activités de livraison et collecte dans l'objectif de minimiser le nombre de chauffeurs. Les transports à vide doivent bien sûr être pris en compte.

2 Approche proposée

Une première étude se limitant à l'acheminement des repas a déjà été menée [1] en considérant différentes hypothèses simplificatrices. Différents modèles mathématiques ont été proposés. Le nombre de livraisons et de collecte était limité à 24. Le problème global induit un nombre de livraisons et de collectes beaucoup plus important (entre 70 et 80) et ne permet pas la prise en compte des hypothèses simplificatrices mentionnées dans l'étude précédente. Aussi, nous sommes nous orientées vers une méthode approchée. Dans un premier temps, nous avons construit un modèle de simulation qui, pour un nombre de chauffeur donné et pour chaque chauffeur un planning et une liste d'activités à réaliser, détermine l'affectation des ressources (quais, camions, lignes, aires), calcule les dates de début de chaque activité et déduit les activités qui ne peuvent être réalisées par manque de ressource, les activités en retard et les heures supplémentaires. A l'aide de ce modèle de simulation, plusieurs hypothèses de planning de travail pour les chauffeurs peuvent être testées. Dans un second temps, nous avons couplé ce modèle de simulation avec une métaheuristique. Une solution est représentée par un ensemble de N vecteurs (N désignant le nombre de chauffeurs) : $s = (s_1, s_2, \dots, s_N)$ où s_i est une liste ordonnée affectée au chauffeur i . Le système de voisinage proposé consiste à choisir aléatoirement une activité et à l'affecter soit à une autre position dans la liste, soit à un autre chauffeur, la position de destination et le chauffeur étant choisis aléatoirement. Ce couplage a été mis en œuvre sur plusieurs instances réelles.

Références

- [1] V. André, N. Grangeon et S. Norre, Dimensionnement et ordonnancement de livraisons de repas. *ROADEF 09, Metz*