

Problèmes de configuration de flottes hétérogènes pour la planification de mission

Lucas Ligny^{1,2}, Gauthier Picard¹, Stéphanie Roussel¹, Elise Vareilles²

¹ DTIS, ONERA, Université de Toulouse, France

{lucas.ligny,gauthier.picard,stephanie.roussel}@onera.fr

² Centre Génie Industriel, Université Toulouse, IMT Mines Albi, Albi, France

elise.vareilles@mines-albi.fr

Mots-clés : *configuration, flotte hétérogène, modèle, optimisation*

1 Introduction

La planification de mission est un problème massivement étudié dans la littérature, dû à son nombre important de domaines d'applications : services de livraison, sauvetage, surveillance de zones, etc. La planification de mission consiste en la résolution de problèmes de configuration, sur plusieurs niveaux. (1) Considérant une mission à réaliser et une flotte prédéfinie d'agents, le problème de configuration du plan (PCP) revient à décider pour chaque agent, la succession des tâches à opérer pour réaliser la mission de manière performante, robuste et résiliente. (2) En ajoutant un niveau de décision au problème, il est possible de résoudre également le problème de configuration de flotte (FCP), pour lequel sont décidés les types d'agents présents au sein de la flotte, ainsi que leur nombre. Ce problème présume de la connaissance des différents types d'agents disponibles pour réaliser la mission. (3) Enfin, la personnalisation de chaque agent, en choisissant par exemple leurs équipements dans un catalogue, permet de considérer un niveau de décision supplémentaire : il s'agit du problème de configuration d'agents (ACP). Ces trois problèmes de configuration, illustrés en Figure 1, s'étudient la plupart du temps indépendamment ou séquentiellement : la solution de ACP peut être utilisée comme entrée de FCP, de même que la solution de FCP peut être utilisée comme entrée de PCP [1]. L'objet de notre travail est d'étudier ces trois problèmes simultanément.

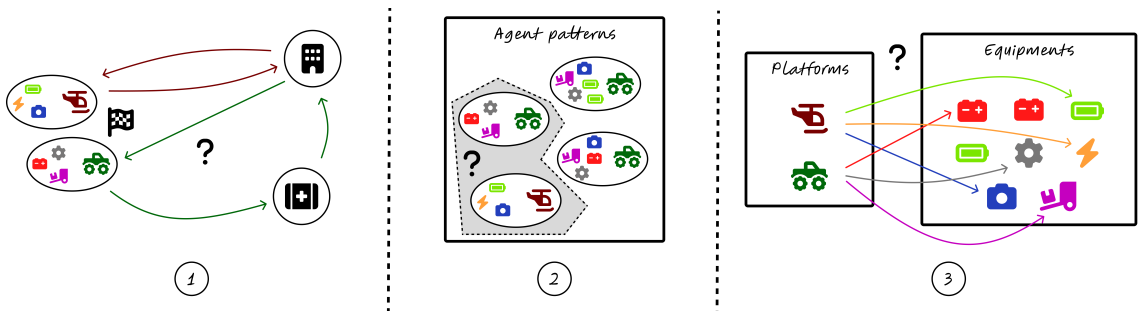


FIG. 1 – Les trois problèmes de configuration. De gauche à droite : le problème de configuration du plan PCP (1), de flotte FCP (2) et d'agents ACP (3).

2 Description du problème

Une instance du problème est composée d'un graphe et d'un catalogue. Sur chaque sommet du graphe, un ensemble de tâches doivent être réalisées. Chaque tâche nécessite une compétence

et requiert une certaine durée pour être réalisée. Chaque arête du graphe est définie par un ensemble de traficabilités permettant à certains agents de la parcourir (*e.g.* voie aérienne, terrestre ou maritime) et par une longueur de parcours. Le catalogue est composé d'un ensemble de plateformes et d'un ensemble d'équipements. Chaque plateforme est définie par son coût, sa vitesse, sa charge maximale et son ensemble d'équipements compatibles. Il existe quelques ensembles d'équipements obligatoires : au moins un équipement de chacun de ces ensembles doit être associé à chaque plateforme (*e.g.* un moteur, une batterie). Une plateforme possède également une liste de traficabilités lui permettant d'atteindre certains sommets. Chaque équipement est défini par son prix, son poids, sa quantité d'énergie initiale, sa consommation énergétique au cours du temps, son ensemble de compétences et son ensemble d'équipements compatibles. De plus, chaque plateforme et chaque équipement sont associés à une base appartenant aux sommets du graphe. Cette base sert de point de départ et de point de retour pour effectuer l'ensemble des tâches.

Pour résoudre ce problème, il faut décider de la configuration de chaque agent du point de vue des équipements, de la composition de la flotte et du déploiement opérationnel de la flotte pour exécuter la mission. Pour cela, il est nécessaire de respecter un certain nombre de contraintes, telles que des contraintes de capacité, d'endurance (liées à l'énergie), de compatibilités, de compétences et de traficabilités. Des indicateurs de performance sont étudiés, tels que le nombre d'agents utilisés, la distance totale parcourue par les agents, le *makespan* (date de fin de la dernière tâche) ou encore le coût total de configuration d'agents.

3 Modélisation et résolution du problème

Le problème décrit en Section 2 mêle des aspects propres aux problèmes de tournées de véhicules (*routing*) et à l'ordonnancement de tâches (*scheduling*). Il est donc naturel de proposer deux modélisations pour résoudre ce problème. La première modélisation considère le problème comme un problème de tournées de véhicules pour lequel les véhicules sont configurables. Il faut donc décider de l'ensemble des équipements associés à chaque agent et de la route empruntée par chacun pour exécuter les tâches. Cette modélisation est mise en œuvre grâce au solveur global *Hexaly*¹. La seconde modélisation représente le problème comme un problème d'ordonnancement de tâches avec des contraintes de non-chevauchement et de temps de préparation entre les tâches. Cette modélisation, adaptée à la résolution par programmation par contraintes, est mise en œuvre grâce à *Choco-solver*². Une mission de *Recherche & Sauvetage* est prise comme exemple pour valider les méthodes de résolution.

Les travaux en cours consistent à étudier la qualité des solutions obtenues à l'aide des deux méthodes ainsi que leur capacité à passer à l'échelle. Nous envisageons pour la suite de prendre en compte des indicateurs de performance en lien avec la robustesse de la configuration, en ajoutant un aspect dynamique à la mission (ajout de tâche en ligne, aléa sur les robots, etc.).

Remerciements

Recherche financée par l'Agence de l'innovation de défense (AID) du Ministère des Armées.

Références

- [1] Thomas Pouré, Elise Vareilles, Stéphanie Roussel, and Gauthier Picard. Configuration of heterogeneous agent fleet : a preliminary generic model. In *ConfWS'24 : 26th International Workshop on Configuration*. CEUR Workshop Proceedings, 2024.

1. <https://www.hexaly.com/>

2. <https://choco-solver.org/>