

Affectation sous contraintes d’emballages de pièces dans un nombre minimal de containers

Hervé Bricard¹

¹ Groupe Renault, Département Intelligence Artificielle Appliquée – Recherche Opérationnelle,
13, Avenue Paul Langevin (API :EQV NOV 3 88) F-92359 Le Plessis-Robinson Cedex, France
{herve.bricard}@renault.com

Mots-clés : *Bin-Packing, Container, Affectation, Contraintes, Strip packing*

1 Introduction

En logistique amont, nous avons des pièces qui doivent être expédiées depuis des entrepôts dans des containers jusqu’à nos usines de montage, chaque semaine. Ces pièces sont placées dans des emballages parallélépipédiques, et on peut disposer des emballages les uns sur les autres pour former des piles, lesquelles seront disposées dans des containers. Une fois les piles formées, le problème de disposer lesdites piles dans un minimum de containers est un problème de type bin-packing 2D.

Ce qui suit traite du problème unitaire que nous avons à résoudre : expédier les pièces d’une semaine pour une usine avec un nombre minimal de containers. Nous supposons que les piles – dont la construction est complexe – a déjà été effectuée. Autrement dit, nous avons construit un module de chargement pouvant traiter la partie placement 2D du challenge Renault ESICUP 2015 [1] : il peut traiter beaucoup de problèmes de Bin-Packing 2D rectangulaires sous contraintes, dont celui-ci. Ce problème posé par Renault pour le challenge ESICUP nous intéresse à des fins de comparaison, pour la mise au point de ce module de chargement 2D.

Nous avons à prendre en compte des contraintes de poids, dans le cadre de ce module de chargement 2D : un container ne peut dépasser une certaine masse : en général, 26,4 tonnes pour un container standard long de 12,090 m et large de 2,350 m.

2 Modélisation du problème

2.1 Idée fondamentale

L’idée fondamentale que nous avons eue est de détourner un algorithme de sa fonction originelle pour en faire une brique de base de notre module : cet algorithme, c’est l’algorithme de BestFit 2D, tel que décrit par Burke et al. [2] en 2004, et amélioré par Verstichel et al. [5] en 2013.

2.2 Notre brique de base : l’algorithme amélioré du BestFit 2D enrichi d’heuristiques adaptées à nos types de données

Aux améliorations apportées par l’équipe de Verstichel à cet algorithme, nous avons ajouté quelques heuristiques additionnelles spécifiques : par exemple, on cherche à mettre deux rectangles à la fois dans le *Lowest Gap* (voir FIG. 1) et non pas un seul, si on peut placer les deux rectangles

de telle sorte qu'horizontalement ils dépassent un pourcentage – paramétrable - de la largeur du Lowest Gap. On utilise aussi une faible proportion d'ordre aléatoire pour la liste des rectangles.

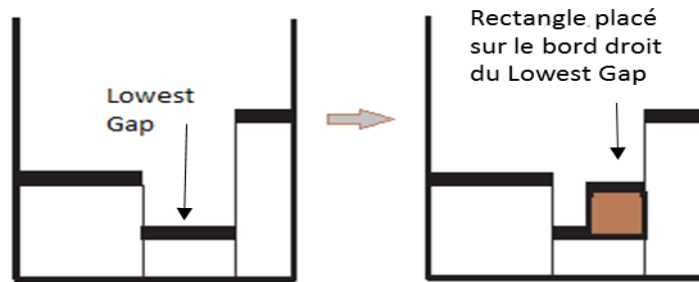


FIG. 1 – Algo BestFit 2D, Lowest Gap et Placement d'un rectangle

Pour n rectangles à placer dans un container, on rappelle que le BestFit 2D est en $o(n \log n)$, grâce au travaux de Shinji IMAHIRI et Al. [3].

2.3 Mise en œuvre de l'idée : Bin-Packing 2D à l'aide de la brique de base

Nous avons simplement *calculé* le nombre minimal de containers nécessaires, et essayé de les remplir *simultanément* sauf un (on ne veut pas de « lissage ») à l'aide de la brique de base, que nous avons simplifiée lorsque les containers sont peu remplis, et qui a un fonctionnement plus lent mais plus performant quant à la qualité des résultats, vers la fin du remplissage. Dans les très rares cas où ce nombre de containers n'est pas suffisant après du post-traitement, on met un container de plus et on reprend le processus du début ...

3 Conclusions et perspectives

Les tous premiers résultats obtenus sont très bons : en prenant des jeux de données d'ESICUP ayant conduit à remplir 406 containers en deux heures, nous obtenons 413 containers mais en deux fois moins de temps que l'algorithme spécifique élaborés par les vainqueurs. Sur 90% des jeux de données, nous sommes aussi bons.

Perspectives pour gagner en temps et en qualité de résultat :

- améliorer la brique de base avec les travaux de Shinji IMAHIRI et al. [3] et aussi en lui adjoignant les nouvelles possibilités décrites dans l'étude de J.F. OLIVEIRA et Al. [4].
- améliorer le mécanisme utilisant la brique de base.

Références

- [1] Model for the challenge Renault/ESICUP. <http://challenge-esicup-2015.org>
- [2] BURKE, E.K., KENDALL, G., WHITWELL, G.: A new placement heuristic for the orthogonal stock-cutting problem. *Oper. Res.* 52:655–671, 2004.
- [3] IMAHIRI Shinji, YAGIURA Mutsunori: An improved best-fit heuristic for the orthogonal strip packing problem. *METR* 2007-53, 2007.
- [4] OLIVEIRA J.F., NEUENFELDTJUNIOR A, SILVA E, CARRAVILLA M.A.: A survey on heuristics for the two-dimensional rectangular strip packing problem. *Pesqui. Oper.* 2016, vol.36: 197-226, 2016.
- [5] VERSTICHEL Jannes, DE CAUSMAECKER Patrick, VANDEN BERGHE Greet: An improved best-fit heuristic for the orthogonal strip packing problem. *ITOR* 20:711–730, 2013.