

Génération de colonnes pour un problème de découpe avec possibilité d'utilisation et revente de chutes

Victor Senergues^{1,2,4}, Nadjib Brahim^{2,3}, François Klein⁴, Olivier Péton^{1,2}

¹ IMT Atlantique, Nantes, France

{victor.senergues, olivier.peton}@imt-atlantique.fr

² Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N, UMR CNRS 6004), Nantes, France

³ Rennes School of Business, Rennes, France

nadjib.brahimi@rennes-sb.com

⁴ Reverse Systems, Nantes, France

francois.klein@reverse-systems.com

Keywords : *problème de découpe, chutes ré-employables, génération de colonnes, heuristiques*

1 Introduction

Les problèmes de découpe (*Cutting Stock Problem, CSP*) revêtent une importance cruciale dans la planification de la production de nombreuses industries, notamment celles qui manipulent des rouleaux de papier, des bobines d'acier, des barres d'acier, des panneaux de fibres de bois. Le CSP implique de découper des pièces volumineuses (objets) disponibles en stock en un ensemble de pièces plus petites (articles) présentant des quantités et des dimensions spécifiées, le tout dans le but d'optimiser une fonction objectif.

Cette fonction peut consister à minimiser la longueur ou l'aire totale des objets découpés, à réduire les déchets ou encore à minimiser le coût des objets découpés. Nous modélisons une variante du CSP à une dimension permettant l'utilisation ou la revente de chutes (*Cutting Stock Problem with Usable Leftovers, CSPUL*).

2 Description du problème

Notre contexte industriel impose une résolution rapide afin de simuler et comparer plusieurs plans de découpe. Le modèle mathématique minimise les coûts de production. Il considère plusieurs origines possibles pour les objets à découper : le stock interne, les fournisseurs externes et les partenaires. Notre modèle évalue les coûts associés à chaque objet, en incluant la possibilité d'utiliser ou de revendre des chutes découlant de découpes antérieures. Cette approche permet un calcul précis et rapide du coût total de la production.

La méthode de résolution proposée associe la génération de colonnes à plusieurs heuristiques d'arrondi des fréquences permettant de répondre aux besoins de différents industriels. Les variables de décision sont les suivantes :

X_{jo} : nombre d'objets de type $o \in O$ découpés selon le pattern $j \in J_o$,

Y_{jou} : nombre d'objets de type o découpés selon le pattern j , générant une chute $u \in U$,

$Send_o$: nombre d'objets de type $o \in O$ résultant de la découpe,

V_o : nombre d'objets de type $o \in O$ vendus

Le problème maître s'écrit de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
\text{Min } C(x) = & \sum_{o=1}^O \sum_{j \in J_o} X_{jo} \times P_o + \sum_{u=1}^U \sum_{o=1}^O \sum_{j \in J_o(u)} Y_{jou} \times P_o \\
& + \left(\sum_{o=1}^O \sum_{j \in J_o} X_{jo} \times W_{jo} + \sum_{u=1}^U \sum_{o=1}^O \sum_{j \in J_o(u)} Y_{jou} \times W_{jou} \right) \times R \\
& + \sum_{o=1}^O (Send_o \times CS_o) - \sum_{o=1}^O (V_o \times SP_o)
\end{aligned} \tag{1}$$

s.c.

$$\sum_{o=1}^O \sum_{j \in J_o} a_{ijo} X_{jo} + \sum_{o=1}^O \sum_{u=1}^O \sum_{j \in J_o(u)} a_{ijou} Y_{jou} = D_i \quad \forall i \in I \tag{2}$$

$$\sum_{j \in J_o} X_{jo} + \sum_{u=1}^O \sum_{j \in J_o(u)} Y_{jou} + V_o \leq Sini_o \quad \forall o \in O \tag{3}$$

$$Send_o + V_o + \sum_{j \in J_o} X_{jo} + \sum_{u=1}^O \sum_{j \in J_o(u)} Y_{jou} - \sum_{k=1}^O \sum_{j \in J_k(o)} Y_{jko} = Sini_o \quad \forall o \in O \tag{4}$$

$$V_o \leq D_o \quad \forall o \in O \tag{5}$$

$$\sum_{u=1}^O SE_u \leq CapS \tag{6}$$

$$X_{jo} \geq 0, Y_{jou} \geq 0, V_o \geq 0, Send_o \geq 0 \tag{7}$$

3 Méthode d'optimisation et résultats

La présentation à la conférence ROADEF englobera une explication détaillée du modèle, de la méthode de génération de colonnes, ainsi qu'une heuristique facilitant la transition d'une solution continue à une solution entière.

Des résultats concrets issus de jeux de données réels seront présentés. Nous présenterons également une contribution originale liée à nos jeux de données : le développement d'heuristiques spécifiques pour les articles dont la demande est unitaire. Cette approche complète fournira un aperçu approfondi des capacités et de la pertinence du modèle dans des situations industrielles concrètes.

References

- [1] Arenales, Marcos Nereu and Cherri, Adriana Cristina and do Nascimento, Douglas N. and Vianna, Andréa newblock *A new mathematical model for the cutting stock/leftover problem* Pesquisa Operacional 2015.
- [2] Coelho, Karen Rocha and Cherri, Adriana Cristina and Baptista, Edméa Cassia and Jabbour, Charbel José Chiappetta and Soler, Edilaine Martins *Sustainable operations: The cutting stock problem with usable leftovers from a sustainable perspective* Journal of cleaner production, 2017.