

Recherche à voisinage large pour la découpe de verre, appliquée au challenge ROADEF 2018

Gabriel Gouvine¹

¹ LocalSolver, Paris, France
ggouvine@localsolver.com

Keywords : *Découpe guillotine, découpe de verre, recherche à voisinage large.*

Introduction

Les problèmes de découpe guillotine apparaissent fréquemment dans les applications industrielles, en particulier les procédés de fabrication de verre ou de feuilles métalliques. Bien que le problème de découpe guillotine soit largement étudié, la résolution de grandes instances reste difficile d'accès. Pour encourager la recherche dans ce domaine, Saint-Gobain s'est associé avec le congrès ROADEF pour proposer le sujet du challenge 2018 et un corpus d'instances issues de données réelles [1].

L'approche que nous proposons est basée sur une recherche locale combinée à la résolution exacte de sous-problèmes. Cette méthode obtient de bons résultats pratiques, et a remporté la phase de « sprint » du challenge. Nous présenterons la technique utilisée et ses performances sur les instances du challenge.

Présentation du problème

Le problème d'optimisation résolu est une découpe guillotine, où l'on cherche à minimiser la quantité de matériau utilisée pour obtenir les pièces demandées. S'y ajoutent des contraintes liées au procédé de fabrication et aux propriétés physiques du verre :

- une limite de trois niveaux de découpe ;
- la présence de défauts, qui doivent être évités dans les pièces et lors des coupes ;
- des distances maximale et minimale entre coupes ;
- des contraintes de précédence : certaines pièces doivent être découpées selon un ordre imposé.

Les instances proposées correspondent à la découpe de vitres dans des « jumbos » de 3m par 6m. Les tailles de découpe sont données au mm près, et il est interdit de découper une pièce de moins de 2cm de large. Chaque jumbo compte moins d'une dizaine de défauts, de quelques mm chacun.

Méthode de résolution

Notre algorithme se base sur une recherche locale simple. Celle-ci est couplée à des méthodes exactes ciblant le voisinage de la meilleure solution courante, permettant ainsi d'explorer un large espace de solutions potentielles.

Le challenge étant encore en cours, nous ne décrirons pas l'algorithme complet dans ce résumé, mais celui-ci sera présenté durant le congrès ROADEF.

Résultats

Notre implémentation de la méthode s'avère efficace pour résoudre le problème en pratique, et une première version a remporté la phase de sprint du challenge, obtenant la meilleure solution sur 16 des 20 instances. Nous comparons ci-dessous nos solutions avec les meilleurs résultats publiés lors de la phase de qualification – la limite de temps est fixée à 60 minutes sur un processeur à 4 cœurs.

	Pièces	Meilleure solution	Notre approche
A1	5	425 486 (8,61%)	425 486 (8,61%)
A2	72	7 686 599 (9,05%)	6 222 839 (7,46%)
A3	68	3 056 340 (6,81%)	4 022 550 (8,78%)
A4	68	3 396 600 (7,52%)	5 431 740 (11,50%)
A5	97	3 662 433 (6,08%)	4 869 393 (7,93%)
A6	37	3 312 600 (7,11%)	4 015 590 (8,49%)
A7	57	4 832 160 (6,44%)	5 105 010 (6,78%)
A8	129	9 518 504 (6,45%)	14 416 964 (9,46%)
A9	63	3 441 096 (7,12%)	3 945 066 (8,08%)
A10	86	4 472 791 (5,92%)	6 652 381 (8,56%)
A11	86	5 382 919 (7,71%)	6 881 989 (9,65%)
A12	50	2 184 904 (6,97%)	2 393 554 (7,58%)
A13	272	13 751 463 (6,05%)	28 068 063 (11,62%)
A14	361	14 020 308 (5,83%)	31 376 778 (12,17%)
A15	392	14 937 701 (5,89%)	33 558 911 (12,33%)
A16	38	3 380 333 (8,30%)	3 380 333 (8,30%)
A17	21	3 617 251 (15,56%)	3 617 251 (15,56%)
A18	73	5 317 458 (8,11%)	7 073 328 (10,50%)
A19	47	3 599 804 (8,06%)	3 323 744 (7,49%)
A20	17	1 467 925 (9,07%)	1 467 925 (9,07%)

TAB. 1 – Surface de matériau perdue sur les instances A du challenge (ramenée à la surface totale)

Conclusion

Les méthodes hybridant la recherche locale et des approches exactes peuvent bénéficier des avantages des deux approches. De telles méthodes sont prometteuses pour des problèmes industriels riches, hors d'atteinte d'une solution exacte mais où un voisinage simple ne suffit pas à une bonne recherche locale. Nous travaillerons à améliorer encore notre modèle durant la compétition, en espérant à terme généraliser notre implémentation à une large gamme de problèmes de découpe.

Références

- [1] Lydia Tlilane and Quentin Viaud. *Challenge ROADEF / EURO 2018 Cutting Optimization Problem Description*, May 2018.