

# Métaheuristique avec des inégalités et des objectifs cibles pour les programmes en nombres entiers mixtes

Saïd Hanafi<sup>1</sup> et Fred Glover<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LAMIH, Université de Valenciennes, F 59313 Valenciennes Cedex9, France

[said.hanafi@univ-valenciennes.fr](mailto:said.hanafi@univ-valenciennes.fr)

<sup>2</sup> OptTek Systems, Inc., Boulder, Colorado 80302

[glover@OptTek.com](mailto:glover@OptTek.com)

**Mots-Clés :** *Métaheuristiques, Pseudo-Coupes, Intensification, Diversification*

Le problème de programmation en nombres entiers mixtes (MIP) consiste à optimiser une fonction linéaire sous des contraintes linéaires d'inégalité et/ou d'égalité, où certaines ou toutes les variables sont des entiers. De nombreux problèmes d'optimisation peuvent être modélisés comme un problème MIP. Les résultats de complexité n'ont pas encore définitivement identifié le niveau de difficulté de ces problèmes mais des découvertes empiriques suggèrent que les ressources calculatoires requises pour résoudre certaines instances de problème MIP peuvent augmenter exponentiellement avec la taille du problème. Les méthodes de "Branch-and-bound" (B&B) et "branch-and-cut" (B&C) ont longtemps été considérées comme les méthodes de prédilection pour résoudre les problèmes de programmation en nombres entiers mixtes. Depuis plusieurs décennies beaucoup de contributions ont conduit à des améliorations successives de ces méthodes. Dans les années récentes, ces efforts pour créer des approches de résolution B&B et B&C se sont intensifiés et ont produit des bénéfices significatifs, comme l'existence des procédures MIP qui sont appréciablement plus efficaces que leurs prédécesseurs.

Cependant, beaucoup de problèmes MIP résistent à la résolution par les meilleures méthodes courantes de B&B et B&C. Il n'est pas inhabituel de rencontrer des problèmes qui font échouer les solveurs commerciaux les plus performants, résultant en des situations où ces solveurs sont incapables de trouver des solutions réalisables même modérément bonnes après des heures, des jours ou des semaines d'effort calculatoire. Comme conséquence, les méthodes heuristiques ont attiré l'attention comme des alternatives possibles ou des compléments aux approches plus classiques. Aujourd'hui encore, le niveau d'effort consacré à développer de bonnes métaheuristiques pour les problèmes MIP est négligeable comparé à l'effort consacré à développer des versions raffinées des méthodes classiques.

Le point de vue adopté dans ce papier est que ces métaheuristiques peuvent bénéficier d'un changement de perspective pour améliorer les modèles MIP [1, 2, 3, 4].

Des métaheuristiques récentes à mémoire adaptative et évolutives pour les programmes en nombres entiers mixtes introduisent des inégalités et des objectifs cibles pour guider la recherche. Ces approches de guidage sont utiles dans les stratégies d'intensification et de diversification reliées pour fixer des sous-ensembles de variables à des valeurs particulières et dans des stratégies qui utilisent la programmation linéaire pour générer des solutions d'essai dont les variables sont induites pour recevoir des valeurs entières. Nous montrons comment améliorer de telles approches par de nouvelles inégalités qui dominent celles précédemment proposées et par des objectifs cibles associés qui sous-tendent la création à la fois d'inégalités et de solutions d'essai. Nous proposons également des modèles de programmation linéaire supplémentaires qui exploitent les nouvelles inégalités pour

l'intensification et la diversification et introduisons des inégalités additionnelles à partir de solutions élites qui étendent la portée de ces modèles.

## Références

- [1] E. Balas et R. Jeroslow. Canonical Cuts on the Unit Hypercube. *SIAM Journal of Applied Mathematics*, 23, No. 1, :60-69, 1972.
- [2] K. Spielberg et M. Guignard. A Sequential (Quasi) Hot Start Method for BB (0,1) Mixed Integer Programming. *Mathematical Programming Symposium, Atlanta*, 2000.
- [3] S. Hanafi et C. Wilbaut. Improved convergent heuristics for the 0-1 multidimensional knapsack problem. *Annals of Operations Research*, pp. doi 10.1007/s10479-009-0546-z, 2009.
- [4] F. Glover et S. Hanafi. Metaheuristic Search with Inequalities and Target Objectives for Mixed Binary Optimization. accepted in *International Journal of Applied Metaheuristic Computing*, 2010.