

# Étude de la diversité dans un contexte multi-critère

Vincent Barichard et Jin-Kao Hao

*LERIA - Université d'Angers*  
*2 Bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01*  
*(Vincent.Barichard,Jin-Kao.Hao)@info.univ-angers.fr*

Mots-clés : Optimisation combinatoire, multicritère, sac à dos, Tabou, diversité

## Résumé

Nous présentons une étude sur le rôle de la diversification pour un algorithme de recherche, un sujet important dans un contexte multi-objectif. Nous étudions en particulier la métaheuristique Tabou, combinée avec plusieurs mécanismes de diversification, dans le cadre du problème de sac à dos multidimensionnel multi-critère. Nous réalisons des comparaisons avec les meilleurs algorithmes actuels.

## 1 Introduction

La construction de méthodes de résolution performantes pour les problèmes multi-objectifs est une étape difficile. La manière d'évaluer et de comparer les solutions, mais aussi la façon d'explorer l'espace de recherche sont des concepts difficiles à mettre en œuvre.

La performance d'un algorithme de recherche dépend souvent de l'équilibre entre les deux concepts fondamentaux suivants : *la diversification* et *l'intensification*.

Nous nous intéressons dans cette étude au premier de ces deux concepts, la diversification d'une méthode, et ce à l'aide de la métaheuristique tabou appliquée au problème de sac à dos multi-critère.

La majorité des méthodes développées pour un problème multi-critère utilisent une population de solutions. Pour gérer cette population, la plupart des algorithmes réutilisent de manière naturelle certains principes de la communauté des algorithmes évolutionnaires. En particulier, toutes les méthodes de diversification employées : "niching", "fitness sharing", "clustering", ... [1]. Or tous ces mécanismes de diversification sont basés sur un calcul de distance entre deux ou plusieurs points de l'espace objectif, ces distances sont donc liées aux coûts des configurations issues de l'espace de recherche, et non aux configurations elles-mêmes.

## 2 Diversifier autrement

Nos travaux portent sur le développement d'algorithmes incorporant des mécanismes de diversification différents de ceux utilisés par les méthodes connues implémentées pour le multi-objectif.

Pour assurer la diversité d'une population, les méthodes se basent donc sur le coût des individus qui composent la population, et non sur la structure des individus. Lorsque la méthode visite deux solutions éloignées du point de la structure, mais ayant des coûts

peu distants, elle en vient à pénaliser, voir même retirer de la population l'une des deux solutions, bien qu'elles soient différentes structurellement. À l'inverse, la méthode peut conserver deux solutions dont l'évaluation donne deux points éloignés dans l'espace objectif, ceux-ci pouvant être très proches du point de vue de leur structure.

Pour mettre en évidence l'intérêt d'incorporer des mécanismes de diversification dans l'espace de recherche, nous avons développé plusieurs algorithmes tabous [4], chacun incorporant un principe connu de diversification dans l'espace de recherche. Trois types de diversification ont été testées :

1. Un mécanisme de diversification aléatoire, basé sur le principe de la marche aléatoire avec une probabilité  $p$ . L'algorithme obtenu est une extension pour le multi-objectif de l'algorithme bien connu "Tabou et Random Walk".
2. Un mécanisme de diversification brutale, permettant d'éloigner de manière non contrôlée la méthode d'une zone de l'espace de recherche lorsqu'elle commence à stagner.
3. Un mécanisme de diversification dirigée, orientant la recherche au fur et à mesure, en tirant parti d'informations récoltées durant cette recherche.

### 3 Résultats et conclusions

Nous avons testé nos algorithmes tabous sur plusieurs instances de sac à dos multi-objectif pour évaluer leurs performances, mais aussi mesurer la diversité des configurations visitées.

Pour évaluer les performances en terme de qualité, nous avons utilisé "la taille de l'espace non dominé" ainsi que "la couverture de deux ensembles" [2]. Pour mesurer la diversité, nous avons calculé la moyenne des distances de Hamming [3] des configurations visitées par la méthode. Nous avons ensuite effectué le même type de mesures sur des algorithmes connus.

Nous présenterons les résultats de ces expérimentations, et mettrons en évidence l'intérêt des mécanismes diversifiant dans l'espace de recherche. Nous verrons émerger des "classes" de méthodes en fonction du type de diversité employé, et interpréterons les différences de valeurs observées.

Enfin nous présenterons les résultats obtenus par les algorithmes tabous et montrerons que bien que les concepts employés soient simples, les performances observées rivalisent avec les meilleures méthodes actuelles à base de population [5].

[1] E. Zitzler , "Evolutionary Algorithms for Multiobjective Optimization: Methods and Applications", *Phd Thesis*, 1999

[2] E. Zitzler and L. Thiele, "Multiobjective optimization using evolutionary algorithms – a comparative case study", *Fifth International Conference on Parallel Problem Solving from Nature (PPSN-V)*, 1998, pp. 292-301. Springer

[3] Ronald W. Morrison and Kenneth A. De Jong, "Measurement of Population Diversity", *Proceedings of EA'01* 2001,

[4] F. Glover and N. Laguna, "Tabu Search", *Kluwer Academic Publisher* 1997.

[5] A. Jaszkiwicz, "On the performance of multiple objective genetic local search on the 0/1 knapsack problem – A comparative experiment", *RA-002/2000* 2000, pp. 15