

Sur l'hybridation des métaheuristiques Algorithmes Génétiques et Recherche Tabou pour la résolution de problèmes d'ordonnancement en industries agroalimentaires

Asma KARRAY^{1,2}, Mohamed BENREJEB¹, Pierre BORNE²

¹ LARA Automatique: Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, BP 48, Le Belvédère 1002 Tunis, Tunisie
karray.asma@gmail.com, Mohamed.benrejeb@enit.rnu.tn

² LAGIS: Ecole Centrale de Lille, Cité scientifique, BP 48, 59650 Villeneuve d'Ascq Cedex, France
pierre.borne@ec-lille.fr

Mots clés : Ordonnancement, industries agroalimentaires, hybridation, métaheuristique, Algorithmes Génétiques, Recherche Tabou.

1 Introduction

Dans cette communication, une nouvelle méthode pour la résolution des problèmes d'ordonnancement est proposée. Cette méthode repose sur l'hybridation des Algorithmes Génétiques et de la Recherche Tabou.

2 Formulation du problème

En industries agroalimentaires, les produits manipulés ont en général des durées de vie et des dates de mise en fabrication assez courtes. Ainsi dans un atelier agroalimentaire, une opération est caractérisée par sa date de début au plus tôt et sa date de fin au plus tard mais aussi par les dates de validités V_{ijk} des composants c_{ijk} nécessaires pour accomplir cette opération. Les critères C1, C2 et C3 mis en compte dans cette application sont :

- le coût des produits périmés, engendré par la péremption de certains composants primaires nécessaires pour la fabrication du produit fini P ;
- le coût du discount de distribution représentant la perte sur le prix de vente du produit fini, proportionnel à la durée du stockage du produit fini avant sa livraison ;
- La date de fin d'ordonnancement.

L'objectif de cette communication est de construire un ordonnancement qui a pour objectif de minimiser ces critères tout en respectant la contrainte de disponibilité de l'opération à ordonnancer selon sa date de début au plus tôt.

3 Hybridation séquentielle des algorithmes génétiques et de la recherche tabou proposée, SHGATS

Cette approche tire profit de la complémentarité des méthodes hybrides : les Algorithmes Génétiques (AGs) possèdent une connaissance globale à travers leurs populations et explorent l'espace de recherche tandis que la Recherche Tabou (TS) détient une connaissance locale et exploite le voisinage.

La résolution par cette approche se fait en deux étapes. La première étape est une application directe des algorithmes génétiques pour la prise en compte des critères C1 et C2. Dans cette étape la population initiale est générée aléatoirement. L'opérateur de sélection permet de choisir les meilleurs individus de la population courante. Les opérateurs de croisement et de mutation permettent la génération de nouvelles solutions. A la fin de cette étape, une population d'individus qui satisfait les deux critères C1 et C2 est obtenue.

Dans une deuxième étape, on a recours à la Recherche Tabou pour optimiser le critère C3. Dans ce cas, un individu quelconque de la population finale, obtenue dans la première étape, est choisi comme solution initiale. Cet individu servira de base pour la détermination des solutions ultérieures. Une fonction voisin permet de générer des nouvelles solutions à partir de la solution courante. La liste Tabou permet de conserver la trace des dernières solutions déjà visitées. Le critère d'aspiration permet de revenir à une solution déjà visitée et de redémarrer la recherche dans une autre direction. A la fin de cette deuxième étape, On obtient une solution qui satisfait le troisième critère. Finalement, on obtient une solution qui satisfait les trois critères.

4 Résultats de simulation

4.1 Cas d'une machine avec dix opérations, benchmark 1

Pour illustrer l'efficacité et les performances de l'approche d'optimisation proposée, un atelier à une machine et d'une gamme de produits P de dix opérations est traité. Ainsi cette approche est appliquée pour optimiser les trois critères cités précédemment.

4.2 Analyse des résultats

Pour valider notre approche, on va la comparer avec les méthodes classiques pour la résolution de problèmes multi-objectifs. La 1^{ère} méthode est basée sur l'approche Pareto, la 2^{ème} méthode est basée sur la pondération de fonctions objectives. Le tableau 1 résume les résultats obtenus par application des différentes méthodes utilisées pour traiter le benchmark 1.

Les paramètres suivants sont les mêmes pour toutes les exécutions des algorithmes génétiques : la taille de la population : 100, le taux de croisement : 0.7, le taux de mutation : 0.01. D'autre part l'opérateur de croisement utilisé est le croisement à deux points. Pour la Recherche Tabou, les paramètres choisis sont : le nombre de générations : 100, la taille de l'ensemble des voisins : 30, la taille de la liste tabou : 50, le critère d'aspiration : 20.

Tableau 1 : Résultats expérimentaux

Méthode choisie	C1	C2	C3	Temps (S)
Approche Pareto	11	138	22	2.059
Approche par pondération de fonctions objectives	14	74	25	1,339
SHGATS	8	54	22	0.876

A partir du tableau 1, on note que les résultats trouvés par l'approche proposée sont meilleurs que ceux trouvés par les méthodes classiques. Aussi, on note que l'approche SHGATS trouve la solution plus rapidement que l'Approche Pareto et l'Approche par pondération de fonctions objectives.

Finalement, on remarque que l'approche SHGATS proposée permet de trouver de bons résultats en un temps de calcul raisonnable.

5 Conclusion

Au cours de ce travail, une nouvelle approche de résolutions de problèmes d'ordonnancement multi-objectifs exploitant les Algorithmes Génétiques et la Recherche Tabou a été développée.

Cette méthode a été comparée par rapport aux méthodes classiques du point de vue critères choisis et temps de calcul. Les résultats obtenus ont montré que ces méthodes ont donné de meilleurs résultats en un temps de calcul raisonnable.