

# Recherches à voisinage variable cycliques pour un problème d'ordonnancement industriel

Quentin Perrachon, Alexandru-Liviu Olteanu, Marc Sevaux

Université de Bretagne Sud, Lab-STICC, F-56321 Lorient, France  
{quentin.perrachon,alexandru.olteanu,marc.sevaux}@univ-ubs.fr

**Mots-clés** : *ordonnancement, flexible job-shop, méta-heuristique, VND*

## 1 Introduction

La société Hérakles développe et distribue un ERP-GPAO partout en France. Sa clientèle est principalement composée d'industries de très petite, petite et moyenne taille. Hérakles souhaite proposer et fournir des solutions intelligentes d'ordonnancement à ses clients. Dans le cadre d'une thèse CIFRE en collaboration entre la société Hérakles et l'équipe DECIDE du laboratoire Lab-STICC, nous présentons donc une première méthode de résolution pour des problèmes d'ordonnancement d'atelier industriel.

## 2 Modèle

Nous modélisons notre problème par un Job Shop avec plusieurs ressources nécessaires par opérations, flexibilités des ressources (Flexible Job Shop Multi-Resource)[1] et des contraintes de calendrier sur ces ressources. Toutes les ressources nécessaires pour une opération ne sont pas nécessaires durant tout le long du temps de production de l'opération, nous divisons nos opérations en deux macro-opérations, une de réglage et une de production. Une ressource peut être nécessaire uniquement pendant la macro-opération de réglage.[2] Le cheminement des opérations d'un job donné n'est pas forcément linéaire. À chaque ressource est associée un calendrier des périodes de disponibilités de la ressource. Les opérations ne sont pas préemptables, mais peuvent traverser les périodes d'indisponibilités. Chaque job ne peut commencer qu'après sa date de disponibilité et on souhaite terminer nos jobs avant leur date échue. Plusieurs objectifs sont considérés : le retard des jobs, le temps d'attente entre deux opérations consécutives d'un même job et l'avance des jobs.

## 3 Méthode de résolution

La résolution de ce modèle peut être décomposée en trois décisions : premièrement, l'affectation des ressources et le séquençement des opérations, suivi du calcul du timing des opérations. Nous développons l'idée de résoudre itérativement les deux premières décisions l'une après l'autre, optimisant en premier lieu l'affectation avec un séquençement fixé puis l'inverse, chaque itération dépendant ainsi du résultat de la précédente. Nous décidons d'optimiser ces deux étapes à l'aide d'une métaheuristiques de type VND (Variable Neighbourhood Descent), des descentes déterministes permettant au programme de converger vers un optimum local. Pour chaque VND, plusieurs voisinages de plus en plus large sont parcourus. On retrouve des voisinages basés sur des mouvements classiques en ordonnancement, tels des mouvements de changement et d'échange d'affectation ainsi que des mouvements API (Adjacent Pairwise Interchange), GPI (General Pairwise Interchange) et des mouvements d'insertions pour le séquençement. Nous calculons les valeurs objectives d'un couple affectation/séquençement

donnée en calculant le timing des opérations qui est déterminé par une heuristique constructive minimisant le retard, l'avance et les temps d'attente de manière lexicographique. Cela nous permet d'avoir un compromis satisfaisant entre la rapidité du calcul et la qualité de la solution.

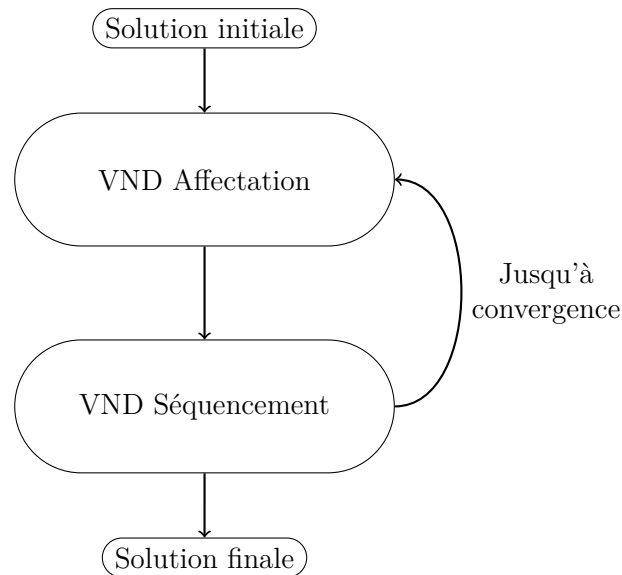


FIG. 1 – Déroulement de l'algorithme d'optimisation de l'affectation et du séquencement

## 4 Pistes d'améliorations et perspectives futures

Notre algorithme est ralenti par les tailles très élevées des voisinages pour des instances de taille industrielle. Nous considérons chaque mouvement, et ainsi évaluons chacun de ces mouvements en calculant le timing des opérations. Pour résoudre ce problème, nous envisageons plusieurs pistes : évaluer les mouvements plus rapidement au prix d'une perte de précisions sur l'évaluation des mouvements ou alors faire de l'élitisme sur les mouvements à l'aide de caractéristiques plus simple à mesurer.

Une piste supplémentaire que nous souhaitons aborder au cours de la thèse est d'améliorer et guider nos VNDs à l'aide de méthode de fouille de données, par exemple à l'aide d'un modèle déterminant quel voisinage à le plus de potentiels d'amélioration pour un couple affectation/séquencement donnée.

## Références

- [1] Imran Ali Chaudhry and Abid Ali Khan. A research survey : review of flexible job shop scheduling techniques. *International Transactions in Operational Research*, 23(3) :551–591, 2016.
- [2] Stéphane Dauzère-Pérès and Claire Pavageau. Extensions of an integrated approach for multi-resource shop scheduling. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 33(2) :207–213, 2003.