



# Optimisation Combinatoire

## Projet

### ***« Autour du problème d'ordonnancement sur machines parallèles identiques »***

Le projet qui vous est proposé dans ce module OC présente un problème d'Optimisation Combinatoire en Recherche Opérationnelle.

Son objectif est de traiter un sujet issu d'un problème industriel jusqu'à la réalisation d'un logiciel de résolution en utilisant différentes méthodes approchées et exactes. Il s'agit ainsi de développer un logiciel permettant de résoudre des instances du problème en tenant compte de sa vitesse d'exécution et surtout de la qualité de la solution obtenue.

Nous nous intéressons ici au problème d'optimisation Combinatoire connu dans la littérature scientifique sous le nom de « machines parallèles identiques »

Une première partie va s'intéresser à une variété de ce problème connue sous le nom de « minimisation du makespan pour 2 machines parallèles identiques avec contraintes de mold ».

Une deuxième partie vous propose d'aborder certains aspects plus vastes et récents de ce problème connu sous le nom « minimisation du makespan pour 2 machines parallèles identiques avec contraintes de Mold et des intervalles d'indisponibilités ».

#### **1. Méthodes de résolution à implémenter**

- Heuristiques gloutonnes, heuristiques gloutonnes aléatoires, ...
- Méta-heuristiques : recherche locale, Tabu search, Recuit simulé, Algorithme Génétique, Algorithme de colonies de fourmis, Algorithme de colonies d'abeilles,...
- Méthode exacte : Branch and Bound,...

#### **2. Intérêt de la résolution approchée**

Même si le but de ce projet est une résolution exacte du problème, il est utile de commencer votre étude par la mise en place d'une heuristique ou d'une méta-heuristique. Cela vous permettra d'appréhender facilement le problème et ses instances, ainsi que d'avoir un élément de comparaison pour le reste du projet.

D'autre part, la nature NP-difficile des problèmes traités issus d'applications réelles rendent nécessaires la mise au point d'une telle approche heuristique. Les objectifs sont :

- permettre de produire une première solution utile aux méthodes exactes,
- produire une solution quel que soit la taille de l'instance à traiter,
- la comparaison entre cette méthode et les bornes obtenues par les méthodes exactes vous permettra dans certains cas d'avoir une garantie expérimentale de vos solutions.

### **3. Travail demandé**

Il est souhaité que l'ensemble des binômes aient ainsi une diversité importante dans les sujets et dans les approches considérées.

Le projet est ainsi divisé en deux parties. Pour chacune des parties, il est demandé de mettre en œuvre les trois programmes : résolution heuristique, résolution exacte et évaluation expérimentale.

Comme évoqué ci-dessus, une évaluation expérimentale est nécessaire pour valider vos différentes méthodes approchées et exactes, en utilisant des bornes pour obtenir des garanties expérimentales. La meilleure façon de convaincre de la qualité de votre travail est de pouvoir donner des statistiques (courbes, chiffres éloquents,...) pour illustrer la performance de vos outils. N'hésitez pas à avoir recours à des tableurs ou des logiciels de tracé de courbes (gnuplot par exemple).

### **4. Instances**

Les instances vous seront communiquées ainsi qu'une description détaillée de chaque type d'instances. Il vous est demandé d'utiliser un ensemble d'instances de tailles et de dimensions suffisantes pour effectuer des tests expérimentaux.

La nature de ces instances (particularités, corrélation, ...) est aussi à examiner de près. Il est aussi très utile d'avoir une visualisation de ces instances.

### **5. Rendu du projet**

Le projet nécessite un travail qui s'étale sur tout le semestre : il vous sera demandé :

- un rapport synthétique
- une production logicielle
- une validation expérimentale
- une présentation finale de votre projet.

Le projet est à réaliser en binômes. Il vous est demandé un travail régulier afin de pouvoir rendre le projet complet à temps.

Le sujet est assez libre surtout au niveau des heuristiques et des algorithmes gloutonnes pour laisser place à l'intuition et à l'initiative.

## **6. Evaluation du projet**

Plusieurs facteurs seront pris en compte dans l'évaluation :

- Le but de ce projet est d'aboutir à un produit fini : c'est-à-dire à un logiciel complet permettant de résoudre un problème d'Optimisation Combinatoire allant de l'instance à une solution compréhensible. Pour cela, vous pouvez par exemple utiliser en entrée un fichier texte contenant les données du problème pratique et en sortie une visualisation compréhensible de la solution (graphique,...).
- Un des objectifs est d'obtenir un logiciel performant. Vous devez fournir une évaluation de ses performances par rapport aux instances fournies et à des instances générées aléatoirement, en utilisant des mesures expérimentales.
- L'apport d'idées nouvelles (originalité), de recherche dans la littérature scientifique, de mise au point d'algorithmes fins, ... sera bien évidemment pris en compte.

Le projet proposé est vaste : à chacun de trouver la partie et le développement qui convient à ses capacités informatiques et mathématiques.

## **Références**

- [1] Cours ordonnancement de production, chapitre 2. [https://elearn.univ-tlemcen.dz/pluginfile.php/76346/mod\\_resource/content/1/chapitre2.pdf](https://elearn.univ-tlemcen.dz/pluginfile.php/76346/mod_resource/content/1/chapitre2.pdf)
- [2] Adjiri Hadjer, mémoire de Master, « *Les problèmes d'ordonnancement d'atelier : M-Machine identique en parallèle* », 2018. <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5028/Adjiri%20Hadjer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [3] A.Ben Hmida and M.Jemmali, “*Near-Optimal Solutions for Mold Constraints on Two Parallel Machines*”, Studies in Informatics and Control, 31(1) 71-78, March 2022. [https://www.researchgate.net/profile/Mahdi-Jemmali/publication/359603802\\_Near-Optimal\\_Solutions\\_for\\_Mold\\_Constraints\\_on\\_Two\\_Parallel\\_Machines/links/6249b2cd7931cc7ccf12432d/Near-Optimal-Solutions-for-Mold-Constraints-on-Two-Parallel-Machines.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mahdi-Jemmali/publication/359603802_Near-Optimal_Solutions_for_Mold_Constraints_on_Two_Parallel_Machines/links/6249b2cd7931cc7ccf12432d/Near-Optimal-Solutions-for-Mold-Constraints-on-Two-Parallel-Machines.pdf)
- [4] Tsuiping Chung et al., “*Minimizing the makespan on two identical parallel machines with mold constraints*”, *Computers & Operations Research*, Volume 105, May 2019, Pages 141-155.
- [5] Leonardo C.R.Souares et al., “*Application of a hybrid evolutionary algorithm to resource-constrained parallel machine scheduling with setup times*”, *Computers & Operations Research* Volume 139, March 2022, 105637