



## PROJET DE FIN D'ÉTUDE INFORMATIQUE

UNIVERSITÉ LILLE 1

---

# Méthode de résolution pour le problème de planification des tâches multi-objectif

*INRIA - Lille Nord Europe*

---

*Auteur:*

Emilie ALLART

*Tuteurs:*

Sophie JACQUIN

Laetitia JOURDAN

*27 janvier 2016*

## Remerciements

Je remercie ....

# Contents

Remerciements . . . . .	1
Introduction . . . . .	4
<b>1 Cahier des charges et contexte</b>	<b>5</b>
1.1 Contexte . . . . .	5
1.2 Algorithme Génétique . . . . .	5
1.2.1 Principe . . . . .	5
1.2.2 Crossover . . . . .	5
1.2.3 Mutation . . . . .	5
1.3 Paradiseo . . . . .	5
1.3.1 Descriptif . . . . .	5
1.4 Approche Pareto . . . . .	6
1.4.1 Principe . . . . .	6
1.5 Cahier des charges . . . . .	6
<b>2 Mise en oeuvre</b>	<b>7</b>
2.1 Phase d'apprentissage et documentation . . . . .	7
2.2 Etape 0 : Choix de représentation des données et des opérateurs .	7
2.2.1 data et bloc . . . . .	7
2.3 Etape 1 : Implémentation des opérateurs de mutation(swap, ex-	7
tract insert, subblock), de crossover (2-point) . . . . .	7
2.3.1 mutation . . . . .	7
2.3.2 crossover . . . . .	8
2.4 Etape 2 : Faire tourner la v1. . . . .	8
2.5 Etape 3 : Ajout des opérateurs de crossover + probabilité de	8
choix des opérateurs . . . . .	8
2.6 Etape 4 : Faire tourner la v2 . . . . .	8
2.7 Etape 5 : Comparaison avec Sophie . . . . .	8
<b>3 Validation</b>	<b>9</b>
Conclusion . . . . .	9
Glossaire . . . . .	10
Annexe . . . . .	11

# Introduction

Dans le cadre de ma dernière année de master, j'ai effectué mon projet de fin d'étude à INRIA Lille Nord Europe dans l'équipe Dolphin, afin de mettre en place une nouvelle méthode de résolution pour le problème de planification des tâches multi-objectif, encadrée par Sophie Jacquin (INRIA) et Laetitia Jourdan (INRIA/CRISTal). Je vais donc dans un premier temps, présenter INRIA et l'équipe Dolphin, puis Paradiseo et enfin le plan de mon rapport.

INRIA est un établissement public de recherche à caractère scientifique et technologique. Il a été créé en 1967 et a pour mission de produire une recherche d'excellence dans les champs informatiques et mathématiques des sciences du numérique et de garantir l'impact de cette recherche. Il couvre l'ensemble du spectre des recherches au coeur de ces domaines d'activités, et intervient sur les questions en lien avec le numérique, posées par les autres sciences et par les acteurs économiques et sociétaux. INRIA rassemble 1677 chercheurs de l'institut et 1772 universitaires ou chercheurs d'autres organismes, il compte plus de 4500 articles publiés en 2013 et est à l'origine de plus de 110 start-ups. L'institut est organisé en 8 centres : Bordeaux, Grenoble, Lille, Nancy, Rennes, Rocquencourt, Saclay et Sophia-Antipolis.

INRIA Lille - Nord Europe comporte 16 équipes de recherche et possède plusieurs partenariats tels que Lille1, Lille2, Lille3, Centrale Lille, le CNRS et le CWI. La stratégie du centre est de développer autour de la métropole lilloise un pôle d'excellence de rayonnement international (en priorité vers l'Europe du nord) et à fort impact local. Pour se faire, l'institut s'appuie sur des thématiques de recherche ambitieuses dans le domaine des sciences du numérique; l'intelligence des données et les systèmes logiciels adaptatifs, plus précisément :

- Internet des données et Internet des objets
- Couplage perception/action pour l'interaction homme-machine
- Modèle patient personnalisé dynamique
- Génie logiciel pour les systèmes éternels

L'équipe Dolphin (Discrete multi-objective Optimization for Large-scale Problems with Hybrid dIstributed techNiques) entretient plusieurs relations industrielles et internationales (EDF-GDF, bioinformatique, DHL, Univ. Montréal, ...) De nombreux secteurs de l'industrie sont concernés par des problèmes d'optimisation à grande échelle et complexes mettant en jeux des coûts financiers très importants et pour lesquels les décisions doivent être prises de façon optimales. Face à des applications qui nécessitent la résolution de problèmes de taille sans cesse croissante et ce dans des délais de plus en plus court, voire en temps réel, seule la mise en oeuvre conjointe des méthodes avancées issues de l'optimisation combinatoire en Recherche Opérationnelle, de la décision en IA

et de l'utilisation du Parallélisme et de la distribution permettrait d'aboutir à des solutions satisfaisantes.

L'équipe Dolphin a pour objectif la modélisation et la résolution parallèle de problèmes d'optimisation combinatoire (multi-objectifs) de grande taille. Des méthodes parallèles coopératives efficaces sont développées à partir de l'analyse de la structure du problème traité. Les problèmes ciblés appartiennent aussi bien à la classe des problèmes génériques (ordonnancement flow-shop, élaboration de tournées, etc...) que des problèmes industriels issue de la logistique, du transport, de l'énergie et de la bioinformatique.

Sophie Jacquin, chercheuse dans l'équipe, a développé lors de sa thèse un algorithme de planification de tâches multi-objectif. C'est pourquoi lors de mon stage, je devrais valider son algorithme en développant une méthode similaire inspirée de la littérature traitant le même problème.

La première partie, présente le contexte du stage ainsi que le cahier des charges. La deuxième partie explique plus en détail, étape par étape, le travail effectué. Pour finir par la validation présentant les données rentrées et les performances.

# Chapter 1

## Cahier des charges et contexte

### 1.1 Contexte

Problème Flow Shop de planification de tâche multiobjective : minimise le retard et l'avance et respecte une contrainte de démarrage.

Utilisation Algo génétique qui est ....

Plusieurs versions vont être mise en place...

Utilisation de Paradiseo.

Modèle nouveau : idle time, block

Ajout d'opérateur de mutation :

Ajout d'opérateur de crossover :

### 1.2 Algorithme Génétique

#### 1.2.1 Principe

#### 1.2.2 Crossover

#### 1.2.3 Mutation

### 1.3 Paradiseo

#### 1.3.1 Descriptif

Principe

## 1.4 Approche Pareto

### 1.4.1 Principe

## 1.5 Cahier des charges

Ayant posé les bases, nous pouvons à présent passer à la présentation du cahier des charges pour comprendre le travail qui a été fait durant ce projet. Voici donc la liste des tâches à effectuer ainsi qu'un descriptif de ce qui est attendu.

### **Apprentissage et documentation**

Avant de passer aux différentes étapes du schéma, il est nécessaire de s'informer sur le contexte

#### **Etape 0**

Choix de la représentation des données, choix des opérateurs

#### **Etape 1**

Implémentation des opérateurs de mutation (swap, extract insert, sub-block), de crossover (2-point).

#### **Etape 2**

Faire tourner la v1, sur chaque mutation.

#### **Etape 3**

Ajout des opérateurs de crossover (LOX et masque) + probabilité de choix de crossover et de mutation

#### **Etape 4**

Faire tourner la v2

#### **Etape 5**

Comparer les résultats avec ceux de Sophie

Il s'agit donc d'un stage riche niveau apprentissage et fort diversifié. Chaque étape va être expliquée dans le chapitre suivant.

## Chapter 2

# Mise en oeuvre

Ce chapitre va présenter le travail effectué lors de chaque étape. Partant de la réflexion jusqu'à l'aboutissement, en passant par les différentes possibilités envisagées et par les problèmes rencontrés.

### 2.1 Phase d'apprentissage et documentation

Le problème : contrainte r, ...

### 2.2 Etape 0 : Choix de représentation des données et des opérateurs

Pourquoi ces choix d'opérateurs ... Choix d'implémentation ...

#### 2.2.1 data et bloc

### 2.3 Etape 1 : Implémentation des opérateurs de mutation(swap, extract insert, subblock), de crossover (2-point)

Détailler chacun des opérateurs (Schéma + description)

#### 2.3.1 mutation

swap

extract insert

subblock



### **2.3.2 crossover**

**2-points**

## **2.4 Etape 2 : Faire tourner la v1.**

Premières conclusions, choix d'adaptation ...

## **2.5 Etape 3 : Ajout des opérateurs de crossover + probabilité de choix des opérateurs**

## **2.6 Etape 4 : Faire tourner la v2**

## **2.7 Etape 5 : Comparaison avec Sophie**

## Chapter 3

# Validation

### Conclusion

#### **Les compétences acquises**

Grâce au travail effectué à INRIA, j'ai pu acquérir plusieurs compétences:

#### **Les apports personnelles**

#### **Les apports à l'entreprise**

Ajout de fonctionnalité à Paradiseo Comparatif d'algo

## Glossaire

**INRIA** Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

**CRISTal** Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille

**CNRS** Centre National de la Recherche Scientifique

**CWI** Centrum Wiskunde Informatica, organisme de recherche d'Amsterdam

## Références

- <http://www.inria.fr/>
- <http://dolphin.lille.inria.fr/>