

Sommaire

1	Hybridation entre métaheuristiques	46
1.1	Classification hiérarchique	47
1.2	Classification plate	48
2	Hybridation métaheuristiques/méthodes exactes	49
2.1	Hybridations collaboratives	49
2.2	Hybridations intégratives	49

Introduction

L'hybridation est la combinaison de plusieurs méthodes dans le but d'avoir des méthodes plus efficaces. Il s'agit de rassembler les avantages des méthodes hétérogènes. Les méthodes métaheuristiques hybrides sont des méthodes composées de deux méthodes dont l'une est au moins une métaheuristique.

Ce chapitre a pour but de définir les techniques d'hybridation des métaheuristiques. On commence par la classification de l'hybridation entre métaheuristiques puis l'hybridation entre les méthodes exactes et les métaheuristiques. Ces classifications sont bien expliquées dans les travaux de ([Urli, 2014](#)), ([Talbi, 2009](#)), ([Talbi, 2002](#)).

1 Hybridation entre métaheuristiques

Selon ([Talbi, 2002](#)), l'hybridation entre métaheuristiques est fondée sur deux critères : l'ordre d'exécution (séquentiel ou parallèle) et sur la synchronisation pour les hybrida-

tions parallèles. Par conséquent, plusieurs classifications existent où chacune se base sur différents critères. Il existe deux vision de classification : la classification hiérarchique et la classification plate (Figure 7.1).

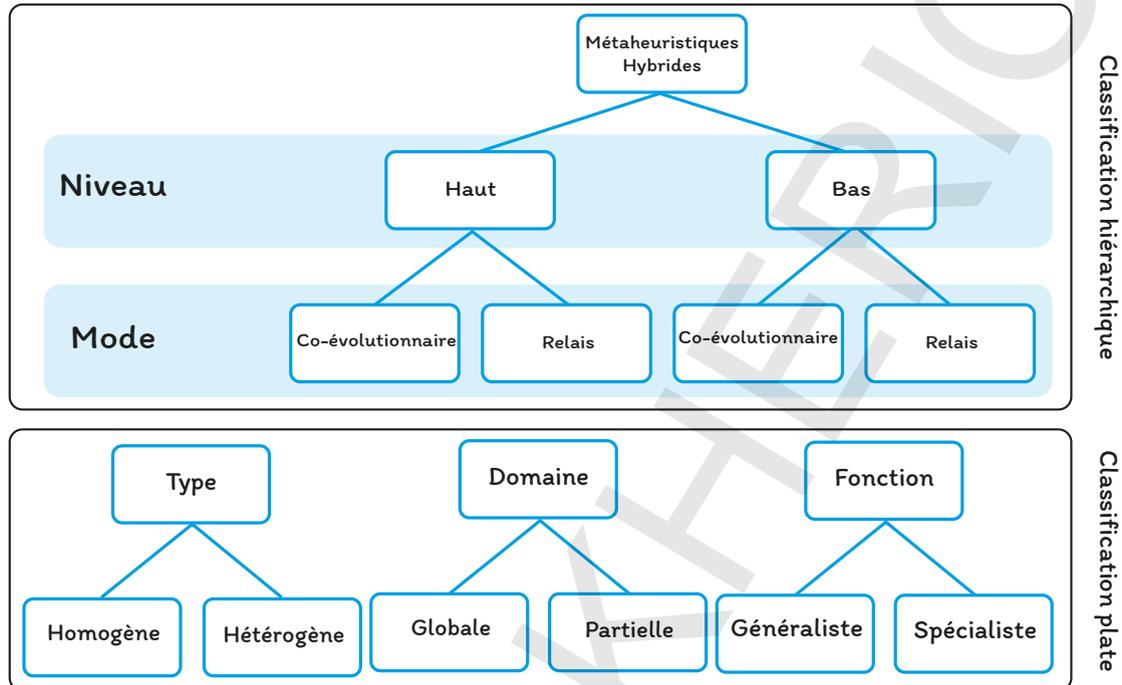


FIGURE 7.1 – Classification hiérarchique de l'hybridation

1.1 Classification hiérarchique

La classification hiérarchique se fonde sur le niveau de l'hybridation (bas ou haut) et sur son mode (en relais ou concurrente).

Le niveau d'hybridation peut être bas ou haut. Dans le niveau bas, une métaheuristique *remplace* un opérateur d'une autre méthode qui l'englobe. Par contre, dans le niveau haut de l'hybridation, chaque métaheuristique *garde* sa propriété au cours de l'hybridation.

Le mode de coopération ou d'exécution peut être en relais ou en co-évolution (concurrence). Dans le mode relais, les méthodes sont exécutées *séquentiellement*, c'est-à-dire le résultat de la première méthode est le début de la méthode suivante. Par contre, si les différentes méthodes fonctionnent en parallèle pour explorer l'espace de recherche, on parle de mode coévolutionnaire.

L'application de ces critères donne quatre classes des métaheuristiques hybrides : l'hybridation relais de bas niveau, l'hybridation co-évolutionnaire de bas niveau, l'hybridation relais de haut niveau et l'hybridation co-évolutionnaire de haut niveau.

1.1.1 Hybridation de bas niveau à relais

Cette classe regroupe les algorithmes dans lesquels une métaheuristique est incorporée dans une autre métaheuristique à **solution unique**.

Exemple : une méthode de Recherche Locale introduite dans un algorithme de Recuit Simulé pour résoudre le problème du voyageur de commerce.

1.1.2 Hybridation de bas niveau coévolutionnaire

Cette classe de méthodes hybrides consiste à incorporer un algorithme de recherche locale (pour l'intensification) à une métaheuristique à population (pour la diversification).

Exemple : Remplacer l'opérateur de mutation d'un Algorithme Génétique par une méthode de Recherche Locale.

1.1.3 Hybridation de haut niveau à relais

On parle d'hybridation de haut niveau à relais, lorsque des métaheuristicques complètes sont exécutées *séquentiellement*. Dans cette procédure, toutes les méthodes gardent leur intégrité.

Exemple : On peut améliorer la solution d'un algorithme à population en l'utilisant comme solution de départ d'un algorithme de recherche locale.

1.1.4 Hybridation de haut niveau coévolutionnaire

Cette classe regroupe l'ensemble de métaheuristicques qui travaillent en parallèle et coopèrent pour trouver la solution optimale d'un problème. Le principe consiste à échanger des informations au cours de l'exécution afin de trouver la solution optimale du problème posé.

1.2 Classification plate

La classification plate est caractérisée par le type des méthodes hybridées, leur domaine d'application et la nature de leurs fonctions.

1.2.1 Type : Homogène/Hétérogène

Selon le type d'hybridation, on trouve des méthodes hybridées homogènes ou hétérogènes.

- L'hybridation est **Homogène** lorsque les métaheuristicques combinées sont identiques, c'est-à-dire les algorithmes utilisés se basent sur la même métaheuristique.
- L'hybridation est **Hétérogène** lorsqu'on combine des métaheuristicques différentes.

1.2.2 Domaine : Globale/Partielle

Le domaine d'application des métaheuristiques hybridées permet de distinguer deux grandes classe d'hybridation, les hybridations globales et les hybridations partielles.

- L'hybridation **globale** a lieu lorsque toutes les méthodes hybridées explorent l'ensemble de l'espace de solutions.
- L'hybridation **partielle** décompose un problème en sous-problèmes ayant leurs propres espaces de recherche et chaque sous-problème est donné à un algorithme.

1.2.3 Fonction : Généraliste/Spécialiste

Généraliste : sont celles où tous les algorithmes résolvent le même problème d'optimisation.

Spécialistes : sont celles où chaque algorithme résout un problème d'optimisation différent.

2 Hybridation métaheuristiques/méthodes exactes

2.1 Hybridations collaboratives

L'hybridation collaborative séquentielle est exécutée de façon à ce que la méthode exacte soit un prétraitement de la métaheuristique, ou vice-versa.

Les algorithmes exactes et heuristiques peuvent aussi être exécutés de façon parallèle ou entrelacée. Ceci se fait en utilisant des agents qui communiquent entre eux.

2.2 Hybridations intégratives

Les combinaisons d'une méthode exacte et d'une métaheuristique de façon intégrative se font de manière à ce qu'un des deux algorithmes soit une composante intégrée à l'autre algorithme. On peut donc intégrer une méthode exacte à une métaheuristique, et inversement.

- Incorporer un algorithme exacte à une métaheuristique : guider heuristiquement la recherche dans un voisinage, le croisement, la mutation . (Exemple trouver le meilleur croisement possible entre deux individus dans un AG).
- Incorporer une métaheuristique dans un algorithme exact : On peut utiliser une métaheuristique pour calculer les bornes et les solutions sortantes pour la méthode exacte de séparation/évaluation.