

# Optimisation multi objectif par les essais particulières utilisant une dominance et une sélection de guide améliorée

*Gérard Dupont, Sébastien Adam, Yves Lecourtier*

Laboratoire d'Informatique, de Traitement de l'Information et des Systèmes (LITIS)  
Université de Rouen, Avenue de l'université, 76801 Saint-Étienne-du-Rouvray, France

## Contexte et enjeux

Depuis que l'optimisation par essais particuliers a été introduite par James Kennedy et Russel Eberhart en 1995 [[KennedyEberhart1995](#)], de nombreuses recherches ont été liées à cette technique novatrice. Celle-ci met en exergue ses capacités face à d'autres algorithmes évolutionnaires (voir [[KwokLiuDissanayake2006](#)], [[MouserDunn2005](#)], [[Matthew2003](#)]). Cependant de nombreux travaux sont encore nécessaires pour améliorer son efficacité et donc pour optimiser l'algorithme d'optimisation.

Parmi les champs de recherche actuels, l'introduction de multiples objectifs permet de se rapprocher des problèmes réels d'ingénierie rencontrés dans le monde industriel. Cependant, l'optimisation demande alors la prise en compte de nouveaux paramètres comme la qualité de la description de cet ensemble de solutions, à la fois dans l'espace des paramètres et dans l'espace des critères. Ce qui comprend la notion d'homogénéité de la répartition sur le front de Pareto.

Les possibilités offertes par les essais particuliers pour résoudre ces problèmes sont intéressantes. En effet, la simplicité du cœur de l'algorithme fait qu'il est aisé d'envisager des variantes à de multiples niveaux : sur l'équation d'évolution de la vitesse d'une particule, sur la gestion des différents paramètres, sur la prise en compte des contraintes, sur le choix des guides et leur mode de sélection, sur la gestion de l'ensemble des solutions... (voir [[Reyes-SierraCoello2006](#)]).

## Étude proposée

L'étude proposée ici porte sur ce qui apparaît comme le cœur de l'optimisation par les essais particuliers pour des problèmes multi objectifs : la sélection des guides, la dominance et la gestion du voisinage dans l'espace des critères.

En effet, si les paramètres standards de l'algorithme ont une influence certaine, c'est au niveau de la gestion et l'utilisation de l'archive des solutions que semblent apparaître les plus grandes différences pour l'optimisation multi objectif. La stratégie de comparaison des solutions apportées au problème, à travers la dominance et la gestion du voisinage, est en effet essentielle à la construction de l'archive. De même, le mode de sélection d'un guide pour l'évolution des particules dans l'espace des paramètres est fortement lié à l'archive. En influençant fortement la trajectoire des particules, les guides sélectionnés déterminent en partie la vitesse de convergence de l'essaim vers un ensemble de solutions satisfaisantes.

Différentes propositions existent pour améliorer ces deux aspects. Notamment, de nombreuses variantes de dominance sont envisageables. Dans cette étude, nous proposons deux contributions :

- Une nouvelle approche de dominance basée sur l'épsilon dominance (voir [[MostaghimTeich2003](#)]) afin de gérer de manière simple à la fois le problème de comparaison de solutions et une gestion du voisinage améliorée dans l'espace des critères.
- Une réflexion sur les différentes approches à envisager sur la sélection/mémorisation d'un guide issu de l'archive et notamment une proposition de sélection probabiliste basée sur une mesure de densité dans l'espace des critères.

Après une description complète des propositions, celles-ci seront validées de façon expérimentale à travers des tests comparatifs prenant en compte de manière concrète l'aspect aléatoire du système. Ceux-ci ont été réalisés sur des problèmes « classiques » d'optimisation multi objectif de différents niveaux de difficulté.

Puis l'implémentation proposée est appliquée sur un problème réel issu du monde industriel : la discrimination de chiffres manuscrits dans des courriers selon une méthode originale basée sur les travaux de Clément, Adam et Lecourtier [[Chatelain2006](#)]. Celle-ci mets en jeu une sélection de modèles de classifieur SVM en modifiant les paramètres de ce dernier par une optimisation multi objectif.

Enfin, les propositions seront discutées afin de dégager les prochaines pistes de réflexion qui permettront d'améliorer encore l'efficacité de l'algorithme.

## Quelques Références

[CagninaEsquivelCoello2005]

*Cagnina, Leticia and Esquivel, Susana and Coello, Carlos A. Coello*  
[A Particle Swarm Optimizer for Multi-Objective Optimization](#)  
Journal of Computer Science & Technology  
Vol. 5, - 2005 -

[Chatelain2006]

*Chatelain, Clément*  
[Extraction de séquences numériques dans des documents manuscrits quelconques](#)  
Phd Thesis  
- 2006 -

[KennedyEberhart1995]

*Kennedy, J. and Eberhart, R.*  
[Particle swarm optimization](#)  
Neural Networks, 1995. Proceedings., IEEE International Conference on  
Vol. 4, p.1942-1948, - 1995 -

[KwokLiuDissanayake2006]

*Kwok, N. M. and Liu, D. K. and Dissanayake, G.*  
[Evolutionary computing based mobile robot localization](#)  
Engineering Applications of Artificial Intelligence  
Vol. 19, p.857-868, - 2006 -

[LiuTanGohEtAl2006]

*Liu, D.S. and Tan, K.C. and Goh, C.K. and Ho, W.K.*  
[On Solving Multiobjective Bin Packing Problems Using Particle Swarm Optimization](#)  
p.2095-2102, - 2006 -

[Matthew2003]

*Matthew Settles, Brandon Rodebaugh, Terence Soule*  
[Comparison of Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimizer When Evolving a Recurrent Neural Network](#)  
Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2723/2003, p.148-149, - 2003 -

[MostaghimTeich2003]

*Mostaghim, Sanaz and Teich, Jürgen*  
[The role of  \$\epsilon\$ -dominance in Multi-objective Particle Swarm Optimization](#)  
p.1764-1771, - 2003 -

[MouserDunn2005]

*Mouser, C. R. and Dunn, S. A.*  
[Comparing genetic algorithms and particle swarm optimisation for an inverse problem exercise](#)  
ANZIAM J.  
Vol. 46, p.C89-C101, - 2005 -

[Reyes-SierraCoello2006]

*Reyes-Sierra, Margarita and Coello, Carlos A. Coello*  
[Multi-Objective Particle Swarm Optimizers: A Survey of the State-of-the-Art](#)  
International Journal of Computational Intelligence Research (IJCIR)  
Vol. 2, p.287-308, - 2006 -