

## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le **28-10-2019**  
A **13h30** Amphi A104  
École des Mines de Saint-Étienne  
158 Cours Fauriel  
42023 Saint-Étienne

Soutiendra en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne dans la spécialité : **MATHEMATIQUES APPLIQUEES**

**David**

**GAUDRIE**

Une thèse ayant pour sujet :

Optimisation Bayésienne multi-objectif en haute dimension

### **MEMBRES DU JURY :**

**Président**

(Le président est désigné le jour de la soutenance)

### **Rapporteurs :**

Duvigneau	Régis	Chargé de recherches	INRIA Sophia Antipolis
Emmerich	Michael	Associate Professor	Leiden Institute

### **Examineurs :**

Villon	Pierre	Professeur	Uni. Tech. de Compiègne
Brockhoff	Dimo	Chargé de recherche	Inria Saclay
Le Riche	Rodolphe	Dir. de recherche	Mines de Saint-Etienne
Picheny	Victor	Chargé de recherche	Prowler.io

Thèse préparée dans le centre **FAYOL** à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Travail co-encadré par : **LE RICHE** Rodolphe

**ENAUX**

**Benoît**

**Destinataires :** DRI, Accueil, SCIDEM, Centre,  
D.CORTIAL « Le Progrès », 24 rue de la robotique – 42000 Saint-Etienne

**Direction Recherche et Innovation**

158, Cours Fauriel

CS62362 - 42023 Saint-Etienne cedex 2 - Tél : 04 77 49 97 10

Page 1 - 1

## Résumé

Dans cette thèse, nous nous intéressons à l'optimisation simultanée de fonctions coûteuses à évaluer et dépendant d'un grand nombre de paramètres. Cette situation est rencontrée dans de nombreux domaines tels que la conception de systèmes en ingénierie au moyen de simulations numériques. L'optimisation bayésienne, reposant sur des méta-modèles (processus gaussiens) est particulièrement adaptée à ce contexte.

La première partie de cette thèse est consacrée au développement de nouvelles méthodes d'optimisation multi-objectif assistées par méta-modèles. Afin d'améliorer le temps d'atteinte de solutions Pareto optimales, un critère d'acquisition est adapté pour diriger l'algorithme vers une région de l'espace des objectifs plébiscitée par l'utilisateur ou, en son absence, le centre du front de Pareto introduit dans nos travaux. Outre le ciblage, la méthode prend en compte le budget d'optimisation, afin de restituer un éventail de solutions optimales aussi large que possible, dans la limite des ressources disponibles.

Dans un second temps, inspirée par l'optimisation de forme, une approche d'optimisation avec réduction de dimension est proposée pour contrer le fléau de la dimension. Elle repose sur la construction, par analyse en composantes principales de solutions candidates, de variables auxiliaires adaptées au problème, hiérarchisées et plus à même de décrire les candidats globalement. Peu d'entre elles suffisent à approcher les solutions, et les plus influentes sont sélectionnées et priorisées au sein d'un processus gaussien additif. Cette structuration des variables est ensuite exploitée dans l'algorithme d'optimisation bayésienne qui opère en dimension réduite.

## Abstract:

This thesis focuses on the simultaneous optimization of expensive-to-evaluate functions that depend on a high number of parameters. This situation is frequently encountered in fields such as design engineering through numerical simulation. Bayesian optimization relying on surrogate models (Gaussian Processes) is particularly adapted to this context.

The first part of this thesis is devoted to the development of new surrogate-assisted multi-objective optimization methods. To improve the attainment of Pareto optimal solutions, an infill criterion is tailored to direct the search towards a user-desired region of the objective space or, in its absence, towards the Pareto front center introduced in our work. Besides targeting a well-chosen part of the Pareto front, the method also considers the optimization budget in order to provide an as wide as possible range of optimal solutions in the limit of the available resources.

Next, inspired by shape optimization problems, an optimization method with dimension reduction is proposed to tackle the curse of dimensionality. The approach hinges on the construction of hierarchized problem-related auxiliary variables that can describe all candidates globally, through a principal component analysis of potential solutions. Few of these variables suffice to approach any solution, and the most influential ones are selected and prioritized inside an additive Gaussian Process. This variable categorization is then further exploited in the Bayesian optimization algorithm which operates in reduced dimension.

**David GAUDRIE**