



CentraleSupélec

— Sujet de stage de M2R —

## Optimisation bayésienne fondée sur des modèles non-gaussiens

*Mots-clés* — Mathématiques appliquées ; optimisation ; méthodes bayésiennes ; plans d'expériences numériques ; estimation paramétrique et non-paramétrique ; simulations numériques.

### Contexte

Les *méthodes d'optimisation bayésiennes* permettent de converger rapidement vers l'optimum global d'une fonction. Ces méthodes constituent un sujet de recherche considéré avec très grand intérêt aujourd'hui, notamment dans le domaine de la conception de systèmes par simulations numériques (les simulations numériques sont souvent très coûteuses en temps de calcul, ce qui limite fortement le nombre d'itérations envisageable au cours d'une procédure d'optimisation).

De manière informelle, le principe d'un algorithme d'optimisation bayésienne repose sur l'utilisation d'un a priori sur la fonction à optimiser, exprimé sous la forme d'un processus aléatoire. En calculant les lois a posteriori de certaines fonctions de ce processus, on peut évaluer le gain qui peut être attendu d'une nouvelle évaluation de la fonction en un point donné. Plusieurs études ont montré empiriquement l'efficacité et la pertinence de ces algorithmes, d'où leur popularité croissante.

### Objectifs du stage

En optimisation bayésienne, l'approche la plus courante pour construire les modèles a priori des fonctions à optimiser consiste à utiliser des modèles bayésiens hiérarchiques fondés sur des *processus aléatoires gaussiens stationnaires*. Toutefois, lorsque les fonctions à optimiser présentent de fortes non-linéarités (discontinuités, variations rapides...), de tels modèles donnent lieu à de faibles vitesses de convergence vers l'optimum.

L'objectif du stage proposé est d'étudier des *modèles non-gaussiens pour l'optimisation bayésienne* : transformations non-linéaires de processus gaussiens, warped Gaussian processes, patchwork kriging, réseaux de neurones bayésiens (bays by backprop)... Parmi les méthodes de la littérature, quelles sont celles qui présentent des garanties de consistance ? De vitesse de convergence ? Quels sont les coûts algorithmiques de ces méthodes ?

Ce stage peut donner lieu à une poursuite en thèse CIFRE avec SAFRAN (Safran Tech et Safran Aircraft Engines) dans le cadre d'un sujet plus général sur l'optimisation multi-objectifs sous contraintes.

### Compétences requises du futur stagiaire

#### *Connaissances spécifiques*

- Mathématiques appliquées : probabilités/statistiques et méthodes numériques (en particulier optimisation).
- Maîtrise d'au moins un langage de programmation « scientifique » de haut niveau (type Python, Matlab/Octave, R).
- Bon niveau en anglais écrit et parlé (TOEIC > 800).

#### *Aptitudes personnelles souhaitées*

- Autonomie, ouverture d'esprit, sens du travail en équipe, écoute, synthèse...

### Informations complémentaires

- Durée et commencement prévus : 5 à 6 mois à partir d'avril 2018
- Contacts : Julien Bect et Emmanuel Vazquez (prenom.nom@centralesupelec.fr)