

# Sujet de stage M2

## Applications du bayésien variationnel

**Contexte scientifique** — Notre équipe de recherche, le Groupe des Problèmes Inverses (GPI), s'intéresse de plus en plus à des problèmes mettant en œuvre un très grand nombre de données (plus d'un million). En effet, les récentes avancées technologiques ont permis l'acquisition de données de taille de plus en plus importantes. Par exemple, en imagerie médicale, en imagerie astrophysique, ou en contrôle non destructif, on cherche à reconstruire des images 3D ou des séquences d'images 3D (3D+T). Un autre objectif de l'équipe est de développer des méthodes où les paramètres de réglage de la méthode sont ajustés automatiquement. Le GPI travaille depuis presque 20 ans sur ce domaine en utilisant une méthodologie bayésienne.

L'objectif de ce stage est de contribuer aux recherches en cours au GPI sur le développement de méthodes non-supervisées, pour des problèmes de très grandes tailles. Plus précisément, les méthodes bayésiennes classiques appartenant à la famille des Monte Carlo par Chaînes de Markov (MCMC), ne permettent pas de traiter des problèmes linéaires de très grande taille, sauf dans certains cas particuliers (problème de déconvolution) [3]. Pour résoudre, des problèmes linéaires quelconques de grande taille nous utilisons la méthodologie Bayésienne Variationnelle introduite par D. MacKay [2]. Le principe du bayésien variationnel est d'approximer la vraie densité du vecteur de grande dimension par une loi séparable. Le problème de départ se ramène donc à un problème d'optimisation convexe dans un espace de densité de probabilités. Néanmoins l'efficacité de l'approche Bayésienne Variationnelle reste limitée par la structure alternée de la maximisation. Nous avons alors proposé des algorithmes basés entièrement sur la structure de l'espace des mesures de probabilités pour améliorer ces résultats [1, 4].

### Travail demandé

Le but de ce stage est de développer les applications de ces méthodes dans d'autres cadres, en particulier pour la sélection de modèles, l'estimation aveugle et l'estimation robuste. Le stagiaire sera amené, pour illustrer son travail, à aborder l'une des applications suivantes :

- Application à la super résolution d'images.
- Reconstruction de cartes sur-résolue du rayonnement, infrarouge du milieu interstellaire à partir des données Herschel/Planck
- Reconstruction pour de la tomographie par émission de positons (TEP).

### Profil du candidat

Le candidat doit avoir de solides connaissances en traitement du signal. Des connaissances mathématiques (connaissance des méthodes de l'optimisation convexe) serait un vrai plus.

**Perspectives** — Ce travail peut déboucher sur une thèse à travers la prolongation des travaux du stage au cadre plus général de l'estimation bayésienne non paramétrique.

### Encadrement :

- Aurélia Fraysse, Responsable du Groupe des Problèmes Inverses, MCF UPS, L2S, fraysse@lss.supelec.fr, 01 69 85 17 39
- Thomas Rodet, PR ENS Cachan, SATIE, thomas.rodet@ens-cachan.fr, 01 47 40 21 20

## Références

- [1] A. Fraysse and T. Rodet, *A gradient-like variational bayesian algorithm*, IEEE Workshop on Statistical Signal Processing (SSP), 2011, pp. 605–608.
- [2] D. J. C. MacKay, *Ensemble learning and evidence maximization*, Tech. report, Proc. NIPS, 1995.
- [3] François Orioux, J.-F. Giovannelli, and Thomas Rodet, *Deconvolution with gaussian blur parameter and hyperparameters estimation*, ICASSP 2010, 2010, DOI : 10.1109/ICASSP.2010.5495444, pp. 1350 — 1353.
- [4] Y. Zheng, A. Fraysse, and T. Rodet, *A subspace-based variational Bayesian method*, Proceedings ICASSP 2013 (Vancouver, Canada), 2013, p. id 4489.