

Monsieur Maxime BOUTON

Spécialité "Traitement du signal et des images"

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Algorithmes MCMC Plug-and-Play distribués pour l'inférence bayésienne en grande dimension

dirigés par Monsieur Pierre-Antoine THOUVENIN et Monsieur Pierre CHAINAIS

Soutenance prévue le **mardi 09 décembre 2025** à 10h00

Lieu : UMR CRISTAL Université de Lille - Campus scientifique Bâtiment ESPRIT Avenue Henri Poincaré 59655 Villeneuve d'Ascq
Salle : Atrium

Composition du jury proposé

M. Pierre-Antoine THOUVENIN	Centrale Lille	Directeur de thèse
Mme Julie DELON	Université Paris Cité	Rapporteuse
M. Marcelo PEREYRA	Heriot-Watt University	Rapporteur
M. Andrés ALMANSA	Université Paris Cité	Examineur
M. Bruno GALERNE	Université d'Orléans	Examineur
M. Pierre CHAINAIS	Centrale Lille	Co-directeur de thèse
Mme Audrey REPETTI	Heriot-Watt University	Invitée

Mots-clés : Inférence Bayésienne, Algorithmes MCMC, Calcul distribué, Approches Plug-and-Play,

Résumé :

Les algorithmes de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) sont des approches standard pour résoudre les problèmes inverses d'imagerie et quantifier les incertitudes d'estimation, qui sont essentielles en l'absence de données de validation. Afin d'améliorer la qualité des estimations, des algorithmes MCMC Plug-and-Play, tels que PnP-ULA, ont récemment été développés pour prendre en compte les a priori encodés par un réseau neuronal de débruitage. La conception d'échantillonneurs pouvant passer à l'échelle pour les problèmes inverses d'imagerie à haute dimension reste un défi : la génération et le stockage d'échantillons en grande dimension peuvent être prohibitifs, en particulier pour les images à haute résolution. Pour remédier à ce problème, les travaux présentés dans cette thèse proposent un échantillonneur distribué basé sur l'augmentation de données approchée et des algorithmes d'échantillonnage Plug-and-Play afin de résoudre des problèmes de très grande taille. L'échantillonneur proposé utilise un réseau neuronal convolutif de débruitage encodé par un faible nombre de paramètres, combiné à des noyaux de transition basés sur Langevin, afin d'exploiter efficacement plusieurs GPU sur une architecture Single Program Multiple Data. Une librairie modulaire a été introduite pour faciliter le développement des algorithmes MCMC distribués. Elle tire parti de la structure générique des algorithmes MCMC pour permettre une intégration plus simple de différents échantillonneurs, tout en mettant l'accent sur l'efficacité de la communication et l'adaptabilité à des environnements multi-GPU. Les performances de reconstruction et de passage à l'échelle sont évaluées sur plusieurs problèmes d'imagerie. Les coûts de communication et de calcul liés au débruiteur sont comparés et discutés. L'approche distribuée proposée combine de manière notable trois qualités très précieuses : elle permet de passer à l'échelle, sans altérer la qualité d'estimation obtenue grâce à des a priori profonds riches, et d'en quantifier l'incertitude.