

Ecole doctorale 305 « Energie Environnement »

**AVIS DE PRESENTATION DE TRAVAUX
EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT**

Monsieur Youssef FAKHREDDINE soutiendra sa thèse le **4 juin 2026 à 14h00** à **Université de Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan, en salle séminaire, bât. B, 2ème étage**, un doctorat de l'Université de Perpignan Via Domitia, spécialité **Informatique**.

TITRE DE LA THESE : Optimisation des formats de données dans les codes de calcul numérique

RESUME : Les micro-architectures modernes prennent en charge l'arithmétique en virgule flottante pour différents formats, chacune offrant des niveaux de précision différents. Alors que l'arithmétique en haute précision garantit souvent des résultats plus fiables, elle entraîne un coût de calcul significatif, tandis qu'une précision plus faible améliore les performances au détriment de l'exactitude. Un défi actuel consiste à équilibrer la précision numérique et les performances dans les simulations numériques à grande échelle grâce à l'optimisation automatique en précision mixte. Les approches existantes d'optimisation de précision utilisent l'analyse statique ou des méthodes de recherche dynamique pour explorer des configurations en précision réduite, mais elles opèrent généralement à une granularité grossière (variables, fonctions ou instructions) et manquent des opportunités d'optimisation à l'intérieur des boucles, qui dominent souvent le temps d'exécution. Cette thèse traite de la conception d'un outil d'auto-optimisation de la précision pour les routines itératives. Plus précisément, elle fournit un flux de travail complet permettant d'adapter la précision de certaines données sélectionnées dans des calculs itératifs de manière à améliorer les performances tout en satisfaisant le critère de précision requis. Après avoir présenté les bases nécessaires et le contexte, la thèse introduit DD-FP2MP, un cadre d'auto-optimisation de la précision centré sur les boucles qui explore des optimisations des formats en virgule flottante au niveau des itérations individuelles de boucle. L'approche combine des transformations de boucles telles que le découpage et le déroulage avec une recherche guidée par delta-debugging et une validation en haute précision utilisant FP2MP afin de garantir la correction numérique, et produit un ensemble de transformations valides. Les expériences montrent que cette approche peut réduire la précision d'un plus grand nombre d'instructions que les méthodes existantes et peut identifier des configurations valides même lorsque d'autres approches échouent. La thèse présente ensuite un outil de transformation source-à-source qui applique les décisions de découpage de boucles données par DD-FP2MP à des programmes C annotés et génère du code optimisé en précision mixte. Des expériences sur des benchmarks numériques, y compris un noyau de multiplication de matrices optimisé SIMD, démontrent des améliorations de performance allant jusqu'à 1,7× sans perte de précision.

Directeur de thèse :

Guillaume REVY, Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Micro-électronique de Montpellier - Université de Perpignan Via Domitia

Laboratoire où la thèse a été préparée : Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Micro-électronique de Montpellier

Le jury sera composé de :

Mme Mioara JOLDES, Directrice de recherche, Laboratoire de recherche spécialisé dans l'analyse et l'architecture des systèmes (LAAS) (**Rapporteur**)

M. Thibault HILAIRE, Professeur des universités, Université de la Sorbonne (**Rapporteur**)

M. Guillaume REVY, Maître de conférences, Université de Perpignan Via Domitia (**Directeur de thèse**)

M. Matthieu MARTEL, Professeur des universités, Université de Perpignan Via Domitia (**Examineur**)

M. Pascal GIORGI, Professeur des universités, Université de Montpellier (**Examineur**)

M. Pablo DE OLIVEIRA CASTRO, Professeur des universités, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ) (**Examineur**)