



université PARIS-SACLAY

# ETUDE DE LA RÉUTILISABILITÉ SÉQUENTIELLE/PARALLÈLE POUR LA RÉSOLUTION DES ÉQUATIONS HAMILTON-JACOBI-BELLMAN PAR FLORIAN DANG

Présentée par : Florian Dang Discipline : informatique Laboratoire : PRISM

## Résumé :

La simulation numérique est indissociable du calcul haute performance. Ces vingt dernières années, l'informatique a connu l'émergence d'architectures parallèles multi-niveaux. Exploiter efficacement la puissance de calcul de ces machines peut s'avérer être une tâche délicate et requérir une expertise à la fois technologique sur des notions avancées de parallélisme ainsi que scientifique de par la nature même des problèmes traités. Le travail de cette thèse est pluridisciplinaire s'appuyant sur la conception d'une librairie de calcul parallèle réutilisable pour la résolution des équations Hamilton-Jacobi-Bellman. Ces équations peuvent se retrouver dans des domaines divers et variés tels qu'en biomédical, géophysique, ou encore robotique en l'occurrence sur les applications de planification de mouvement et de reconstruction de formes tri-dimensionnelles à partir d'images bi-dimensionnelles. Nous montrons que les principaux algorithmes numériques amenant à résoudre ces équations telles que les

méthodes de type fast marching, ne sont pas appropriés pour être efficaces dans un contexte parallèle. Nous proposons la méthode buffered fast iterative qui permet d'obtenir une scalabilité parallèle non obtenue jusqu'alors. Un des points sensibles relevés dans cette thèse est de parvenir à trouver une recette de compromis entre abstraction, performance et maintenabilité afin de garantir non seulement une réutilisabilité dans le sens classique du domaine de génie logiciel mais également en terme de réutilisabilité séquentielle/parallèle.

### **Abstract :**

Numerical simulation is strongly bound with high performance computing. Programming scientific softwares requires at the same time good knowledge on the mathematical numerical models and also on the techniques to make them efficient on today's computers. Indeed, these last twenty years, we have experienced the rising of multi-level parallel architectures. The work in this thesis dissertation is multidisciplinary by designing a reusable parallel numerical library for solving Hamilton-Jacobi-Bellman equations. Such equations are involved in various fields such as in biomedical, geophysics or robotics. In particular, we will show interests in path planning and shape from shading applications. We show that the methods to solve these equations such as the widely used fast marching method are not designed to be used efficiently in a parallel context. We propose a buffered fast iterative method which gives an interesting parallel scalability. This dissertation takes interest in the challenge to find compromises between abstraction, performance and maintainability in order to combine both software reusability and also sequential/-parallel reusability. We propose code abstraction allowing algorithmic and data genericity while trying to keep a maintainable and performant code potentially parallelizable.

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**Vassil ALEXANDROV**, Professeur des Universités, au Barcelona Supercomputing Center/IRCEA - Barcelone (Espagne) - Rapporteur

**Damien TROMEUR-DERVOU**, Professeur des Universités, à l'Université Claude Bernard Lyon 1/Centre de Développement du Calcul Scientifique Parallèle (CDCSP) - Villeurbanne - Rapporteur

**Nahid EMAD**, Professeur des Universités, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Parallélisme, Réseaux, Système, Modélisation (PRISM) - Versailles - Directeur de thèse

**William JALBY**, Professeur des Universités, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Parallélisme, Réseaux, Système,

Modélisation (PRISM) - Versailles - Examineur

**Laura GRIGORI**, Directeur de Recherche, à l'INRIA - Rocquencourt - Examineur

**Philippe RAVIER**, Directeur R&D, à Silkan - Meudon-la-Fôret - Examineur

**Contact :** dredval service FED : [theses@uvsq.fr](mailto:theses@uvsq.fr)