

**THÈSE PRÉSENTÉE A L'UNIVERSITÉ D'ORLÉANS
POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ D'ORLÉANS**

PAR
Gauthier SORNET

ÉCOLE DOCTORALE MIPTIS
Discipline : INFORMATIQUE

Parallélisme des calculs numériques appliqué aux géosciences

Soutenue Publiquement

Le 10/10/2019 à 14H

UFR Sciences et Techniques – Rue de Chartres – 45067 ORLEANS

Bâtiment 3IA Amphi H

MEMBRES DU JURY :

- **MÉHAUT Jean-François - Professeur des Universités, Université Grenoble Alpes**
- **BARTHOU, Denis – Professeur des Universités, Université Bordeaux**
- **DUPROS Fabrice – Ingénieur de recherche, ARM**
- **BOULAHYA Faiza – Ingénieur, BRGM**
- **HALFELD FERRARI ALVES Mirian – Professeur d'Université, Université d'Orléans**
- **LIMET, Sébastien – Professeur des Universités, Université d'Orléans**

RÉSUMÉ

La résolution discrète de modèle par calcul numérique profite à un nombre vertigineux d'applications autant industrielles que d'intérêt général. Aussi, il est nécessaire que les évolutions hétérogènes des machines soient exploitées par les logiciels de calcul. Ainsi, cette thèse vise à explorer l'impact du parallélisme d'architecture moderne à destination des calculs géoscientifiques. Par conséquent, ces travaux de thèse s'intéressent tout particulièrement aux catégories de noyaux de résolution stencil et éléments finis spectraux. Des travaux déjà réalisés sur ces noyaux consistent à structurer, découper et attaquer le calcul de façon à exploiter en parallèle les ressources des machines. De plus, ils apportent également des méthodes, modèles et outils d'analyse expérimentale. Notre approche consiste pour un noyau de calcul donné à y cumuler différentes capacités de parallélisme. En effet, les dernières évolutions de processeur Intel x86 disposent de multiples capacités de parallélisme superscalaire, vectoriel et multi-coeurs. Les résultats de nos travaux concordent avec ceux de la littérature. Tout d'abord, on constate que les optimisations vectorielles automatisées des compilateurs sont décevantes. Par ailleurs, les travaux de cette thèse parviennent à affiner les modèles d'analyse. Ainsi, on observe une adéquation des modèles affinés avec les observations expérimentales. De plus, les performances atteintes dépassent des implémentations parallèles de références. Ces découvertes confortent la nécessité d'intégrer ces optimisations à des solutions d'abstraction de calcul. En effet, ces solutions intégreraient davantage la finalité des calculs à optimiser et peuvent ainsi les coupler davantage au fonctionnement des architectures cibles.