



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Madame MERYEM CHAHIR

Discipline : Mathématiques
Spécialité : Mathématiques Appliquées

Sujet de la thèse

Méthodes nodales d'ordre élevé pour les équations aux dérivées partielles: Analyse d'erreurs à priori et à posteriori

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physique, Mathématiques et Informatique"

Thèse présentée et soutenue le **jeudi 01 octobre 2026 à 10h** à l'Ecole Normale Supérieure de Fès, devant le jury composé de :

NOM ET PRÉNOM	TITRE	ETABLISSEMENT	
LHOUSSAIN EL FADIL	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mehraz de Fès	Président
ZAKIA HAMMOUCH	PES	Ecole Normale Supérieure de Meknès	Rapporteur
JAMAL MESSAHO	PES	Centre Régional des Métiers et de la Formation de Fès	Rapporteur
ALI EL MYR	MCH	Ecole Normale Supérieure de Fès	Rapporteur
M'HAMED EL MASSOUDI	MCH	Faculté des Sciences Dhar El Mehraz de Fès	Examineur
RACHID EL AYADI	MCH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
MOHAMMED SHIMI	MCH	Ecole Normale Supérieure de Fès	Examineur
NAJIB GUESSOUS	PES	Ecole Normale Supérieure de Fès	Invité
YOUSSEF OUAKRIM	MCH	Ecole Normale Supérieure de Fès	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Mathématiques et Applications aux Sciences de l'Ingénieur
Etablissement : Ecole Normale Supérieure de Fès



Résumé de la thèse

Les équations aux dérivées partielles (EDPs) jouent un rôle central dans la modélisation de nombreux phénomènes physiques tels que le transfert de chaleur, la mécanique des fluides et les phénomènes de transport. Leur résolution numérique repose traditionnellement sur des méthodes classiques telles que la méthode des différences finies, la méthode des éléments finis ou la méthode des volumes finis. Toutefois, ces approches peuvent nécessiter des ressources computationnelles importantes pour atteindre une précision satisfaisante, en particulier pour des problèmes fortement non linéaires ou convection-dominants. Dans ce contexte, les méthodes nodales constituent une alternative prometteuse grâce à leur capacité à fournir des solutions précises sur des maillages relativement grossiers tout en réduisant le coût de calcul. Cette thèse vise à développer et analyser plusieurs variantes de méthodes nodales pour la résolution d'équations aux dérivées partielles fondamentales. Le travail s'articule autour de trois axes complémentaires. Dans un premier axe, plusieurs schémas basés sur la méthode nodale intégrale (NIM) sont développés pour résoudre l'équation de Burgers, qui constitue un modèle prototype en mécanique des fluides et en turbulence. Une analyse comparative met en évidence les performances de ces schémas en termes de précision et de temps de calcul, tout en révélant l'apparition d'oscillations numériques pour des nombres de Reynolds élevés, limitant leur fiabilité dans les régimes fortement convection-dominants. Le deuxième axe propose une méthode nodale intégrale modifiée (MNIM) spécifiquement conçue pour remédier à ces limitations. Cette approche permet d'éliminer les oscillations numériques observées dans les régimes fortement convection-dominants tout en préservant la stabilité et la précision des solutions. Les résultats numériques montrent une suppression complète des oscillations ainsi qu'une amélioration significative de la stabilité et de la précision par rapport aux schémas nodaux classiques et aux méthodes numériques traditionnelles. Le troisième axe étend le champ d'application des méthodes nodales à d'autres équations fondamentales. Une méthode NIM d'ordre élevé est développée pour la résolution de l'équation de convection-diffusion, démontrant la généralisation des techniques nodales aux problèmes de transport avec diffusion. Par ailleurs, la méthode CCNIM (Cell-Centered Nodal Integral Method) est appliquée pour la première fois à la résolution de l'équation des ondes. Les résultats obtenus confirment la robustesse, la précision et la polyvalence des méthodes nodales proposées pour le traitement d'une large classe de problèmes physiques. Les contributions majeures de ce travail résident dans le développement de nouveaux schémas

