



CNRM-GAME, UMR 3589

SOUTENANCE DE THESE CNRM

N° 2016_06

lundi 5 décembre 2016 à 14h

ÉTUDE DES SCHÉMAS DE DISCRÉTISATION TEMPORELLE "EXPLICITE HORIZONTAL, IMPLICITE VERTICAL" DANS UNE DYNAMIQUE NON-HYDROSTATIQUE PLEINEMENT COMPRESSIBLE EN COORDONNÉE MASSE

**par Charles COLAVOLPE
(GMAP/OBS)**

en salle de conférences Joël Noilhan

Résumé :

La résolution numérique du système d'équations pleinement compressibles en vue de son utilisation pour des applications en Prévision Numérique du Temps (PNT) soulève de nombreuses questions. L'une de ces questions porte sur le choix des schémas de discrétisation temporelle à mettre en œuvre afin de le résoudre de la manière la plus efficace possible, pour permettre la continue amélioration qualitative des prévisions. Jusqu'alors, les schémas de discrétisation temporelle basés sur des techniques semi-implicites (SI) étaient les plus couramment employés PNT, compte tenu de leur robustesse et de leur grande propriété de stabilité. Mais avec l'émergence des machines massivement parallèles à mémoire distribuée, l'efficacité de ces techniques est actuellement remise en question, car leur confortable plage de stabilité est obtenue au prix de l'inversion d'un problème elliptique tri-dimensionnel très gourmand en communications. Ce travail de thèse vise à explorer d'autres méthodes de discrétisation temporelle, en remplacement des méthodes SI, qui s'appuient sur des approches de type HEVI (Horizontalement explicite Verticalement Implicite). Ces approches s'affranchissent d'une part de la contrainte numérique imposée sur le pas de temps par la propagation verticale des ondes rapides supportées par le système, par un traitement implicite des processus verticaux. D'autre part, elles exploitent le paradigme de programmation voulant que chaque processeur de la machine ait un accès global à la colonne verticale du modèle numérique, assurant ainsi le minimum de communications. Cependant, bien que ces approches HEVI apparaissent comme une solution attractive, rien ne garantit que leurs efficacités puissent être aussi compétitives que celles des schémas SI. Pour ce faire, ces schémas HEVI doivent permettre l'utilisation de pas de temps raisonnables pour une application en PNT.

L'objectif de ce travail de thèse est d'élaborer un schéma de discrétisation temporelle HEVI le plus efficace possible, ce qui se traduit par déterminer celui qui autorise le plus long pas de temps. Dans cette optique, deux voies ont été explorées : La première, issue des méthodes à pas de temps fractionné, a permis de revisiter et d'améliorer un schéma de discrétisation temporelle déjà proposé mais dont l'examen n'a jamais été approfondi dans la littérature; il s'agit du schéma d'avance temporelle saute-moutons trapézoïdal. Il a été mis en évidence que l'ajout d'un simple filtre temporel d'usage commun en PNT, améliore grandement la stabilité de ce schéma, lui permettant ainsi à moindre coût de rivaliser en terme de stabilité avec le schéma Runge-Kutta explicite d'ordre 3. La seconde voie, plus récente, c'est avérée la plus prometteuse. Elle repose sur l'utilisation des méthodes RK-IMEX (Runge-Kutta Implicite-Explicite) HEVI. Au cours l'étude, il a été tout d'abord mis en évidence certains problèmes de stabilité des schémas initialement suggérés dans la littérature en présence des processus d'advection. Puis, une nouvelle classe de schéma RK-IMEX HEVI s'appuyant sur un traitement temporel spécifique des termes d'ajustement horizontaux a été proposé. Ce nouveau traitement remédie non seulement aux problèmes de stabilité ci-avant identifiés, sans surcoût numérique, mais permet également l'utilisation de plus long pas de temps que ceux pouvant être envisagés via les méthodes HEVI à pas de temps fractionné. Outre le traitement des processus dynamiques affectant la propagation horizontale des ondes rapides, une étude annexe a mis en lumière l'apport bénéfique d'un traitement temporel implicite des termes non-linéaires orographiques résultants de l'utilisation d'une coordonnée verticale épousant le relief sur la stabilité du schéma HEVI. Enfin, tous les résultats théoriques obtenus ont été confrontés à des expérimentations numériques à l'aide d'un modèle plan vertical en équations pleinement compressibles en coordonnée masse suivant la topologie du relief.

Jury : Directeur de thèse : Fabrice Voitus - Co-directeur : Pierre Bénard - Rapporteur : Thomas Dubos, Piet Termonia et Laurent Debreu - Examinateur : Sarah-Jane Lock

Pour tout renseignement, contacter Y. Poirier (05 61 07 96 55) ou J.L. Sportouch (05 61 07 93 63)

Centre National de Recherches Météorologiques
42, Avenue G. Coriolis - 31057 Toulouse Cedex