

Cours SCA-4010 (Session Hiver 2008)

Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère

Université du Québec à Montréal

Introduction à la modélisation numérique des écoulements géophysiques

Professeur: Pierre Gauthier (gauthier.pierre@uqam.ca)

LUNDI : 15 :00-16:30 (PK-S1590)

MARDI : 10 :30-12:00 (PK-S1590)

DESCRIPTION

1.1 ELÉMENTS DE BASE

- Représentation finie et erreur d'arrondi : application à la résolution de systèmes d'équations linéaires.
- Interpolation et approximation polynomiale.
- Différentiation par différences finies.
- Intégration numérique: quadrature gaussienne.

1.2 RÉOLUTION NUMÉRIQUE D'ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES ORDINAIRES.

- Schémas du premier et deuxième ordre : méthodes de Taylor
- Méthodes de Runge-Kutta
- Méthodes de types prédicteur-correcteur : algorithme d'Adams-Bashforth
- Analyse de stabilité numérique
- Schéma centré et mode computationnel: le schéma du 'saute-mouton'

1.3 SOLUTION APPROXIMÉE AUX ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES: APPLICATION AUX ÉCOULEMENTS GÉOPHYSIQUES

- Classification des types d'équation aux dérivées partielles : elliptique, parabolique et hyperbolique
- Problèmes elliptiques : équation de Laplace, de Poisson et de Helmholtz
- Problème parabolique : équation de diffusion
- Problème hyperbolique : équation d'ondes.

1.3.1 Exemple : ondes de Rossby et ondes de gravité dans un modèle atmosphérique simple

1.4 EQUATION D'ADVECTION

- Discrétisation du problème d'advection à 1 dimension.
- Approche aux différences finies.
- Méthodes implicite et semi-implicite
- Méthode semi-lagrangienne
- Propriétés de conservation des schémas numériques.

1.5 MÉTHODES SPECTRALES

- Représentation de fonctions par développement en série de Fourier
- Aliasing et instabilité computationnelle nonlinéaire.
- Représentation de fonctions sur la sphère : les harmoniques sphériques
- Application à l'équation du tourbillon barotrope quasi-géostrophique
- Méthodes de Galerkin

ÉVALUATION

- | | |
|---------------------------|-----|
| • Travaux pratiques | 30% |
| • Examen No.1 (4 février) | 20% |
| • Examen No.2 (17 mars) | 20% |
| • Examen final (21 avril) | 30% |

RÉFÉRENCES

1.1 APPLICATIONS AUX ÉCOULEMENTS GÉOPHYSIQUES

→ Durran, D.R., 1998: *Numerical methods for wave equations in geophysical fluid dynamics*. Ed. Springer-Verlag, 482 pages.

Haltiner, G.J. et R.T. Williams, 1980: *Numerical prediction and dynamic meteorology*. Ed. John Wiley & Sons, 477 pages.

→ Kalnay, E., 2003: *Atmospheric Modeling, data assimilation and predictability*. Cambridge University Press, 341 pages.

Robert, A.: Notes de cours.

Staniforth, A.N.: Notes de cours.

1.2 GÉNÉRAL

→ Burden, R.L., J.D. Faires et A.C. Reynolds, 1978: *Numerical analysis*. Ed Prindle, Weber et Schmidt, 579 pages.

Golub, G.H. et C.F. van Loan, 1996: *Matrix computations*. 3^e Edition, John Hopkins University Press, 694 pages.

Press, W.H., S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling et B.P. Flannery, 1992: *Numerical recipes: the art of scientific computing (Second Edition)*. Cambridge University Press, 963 pages

1.3 SITE WEB

Les documents reliés au cours seront affichés sur la page Web suivante :

<http://people.sca.uqam.ca/~gauthier/SCA-4010>