

Mini-projets de méthodes numériques

Franck Le Petit & Jacques Le Bourlot

Janvier 2010

1 Introduction

Dans le cadre du cours commun à l’option “Numérique” du Master Pro OSAE (“Analyse Numérique”) et de la “méthodologie II” du M2R (“Calcul Numérique”), nous vous proposons de travailler (et d’être évalué) sous la forme d’un mini-projet.

Nous vous présentons ici les “conditions aux limites” de l’exercice, et la liste des sujets proposés.

La soutenance aura lieu le vendredi 26 février toute la journée, à raison d’une demi-heure par personne.

2 Description

L’objectif du cours et du projet est d’étudier “des” méthodes numériques de résolution de problème de physique. Chaque projet est donc basé sur un “argument physique” proche ¹ d’un problème d’intérêt astrophysique. Celui-ci a cependant été simplifié et idéalisé suffisamment pour pouvoir se ramener à un problème numérique simple pouvant être résolu en un temps limité (et court).

Il n’est donc pas question de se lancer dans un projet ambitieux, pouvant se transformer en “usine à gaz”, pour chercher à coller à une réalité supposée. Au contraire, nous vous demandons de simplifier au maximum la formulation pour parvenir rapidement à un problème numérique clair et bien posé. Dans un troisième temps (le deuxième, c’est de préparer une présentation de qualité), vous pourrez toujours élargir le sujet.

L’étude, le rapport et la présentation devront donc respecter un format précis et imposé :

1. Présentation du sujet. Elle doit être courte (2 ou 3 pages au maximum), et se conclure sur la définition d’un problème mathématique précis à résoudre numériquement.
2. Choix d’une méthode numérique. C’est ici qu’il faut discuter des différentes méthodes possibles, détailler la bibliographie et justifier le choix de la méthode retenue.
3. Discussion des résultats numériques. C’est la partie essentielle du rapport. Quelles ont été les difficultés à surmonter, quelle est la fiabilité des résultats, quelles sont les erreurs possibles, comment pourrait-on améliorer cette résolution numériques ? Ces questions doivent être abordées, mais vous pouvez en trouver d’autres.
4. Résultats physiques. L’exercice n’est malgré tout pas purement académique. Présentez quelques résultats physiques, et proposez des extensions possibles.

Ce plan de base doit être respecté dans ses grandes lignes. Cependant, il doit bien sûr être adapté à votre sujet. Certaines méthodes sont beaucoup plus simples à implémenter que d’autres. Dans ce cas, il faudra creuser un peu plus loin...

1. Cette proximité est cependant parfois toute relative...

3 Sujets

1. Excitation du Carbone Atomique - Système linéaire.
2. Excitation du Carbone Atomique - Système Non-Linéaire.
3. Excitation du Carbone Atomique - Évolution Temporelle.
4. Excitation du Carbone Atomique - Intégration (Champ de rayonnement).
5. Problème à 3 corps restreint - Évolution temporelle (RK4 vs. symplectique).
6. Système chimique chaotique - Évolution temporelle.
7. Milieu diffusif - Monte Carlo.
8. Vol de Lévy - Marche au hasard
9. Système Réaction-Diffusion - Crank-Nicholson.
10. Refroidissement Lune - Diffusion Chaleur
11. Catalyse en surface - CTRW + listes chaînées.
12. Trajectoire d'un photon autour d'un trou noir - Évolution temporelle.
13. Application de la FFT ?