
MAÎTRE DE CONFÉRENCES à l'Institut de Mathématiques de Toulouse,
équipe MIP, Université Paul Sabatier, depuis 1998.

- 1997 : Thèse de doctorat en Mathématiques Appliquées
(ENS Lyon - T. Gallouët), analyse numérique de schémas Volumes Finis.
- 1997-1998 : ATER ENS Lyon.
- Depuis 2002 : titulaire de la PEDR.
- 2007 : Habilitation à diriger des recherches (Université Paul Sabatier).
Modélisation mathématique et schéma préservant l'asymptotique quasi-neutre
pour décrire des plasmas et le transport de particules.

INSA Lyon et INSA Toulouse : 2^{ème} et 3^{ème} années

- ➡ TD : analyse et algèbre.
- ➡ Cours, TD, TP (Langage C) : analyse numérique.

ENS Lyon : 1^{ère} année

- ➡ TD : Optimisation, espaces de Sobolev, problèmes elliptiques.

Université Paul Sabatier :

LICENCE 1-2-3

- ➡ Cours, TD, TP : analyse, algèbre, arithmétique, probabilités, Maple, analyse numérique, outils math. pour la physique.

L3 FILIÈRE INGÉNIÈRIE MATHÉMATIQUE

- ➡ TP Matlab, TD Calculs scient. et diff., encadrement de projets

Université Paul Sabatier

MASTER 1 : (4 ans)

- ➡ Cours, TD : Equations aux dérivées partielles elliptiques et paraboliques, introduction aux éléments finis.

MASTER 2 :

- ➡ Cours d'harmonisation : introduction aux EDPs elliptiques et hyperboliques (2 ans).
- ➡ Cours modélisation mathématique des plasmas au service des technologies spatiales (1 an), [\(cours disponible sur page web\)](#)
Modèles cinétiques (Vlasov-Poisson), analyse asymptotique

▣▣▣▣ **Commissions :**

- Université Paul Sabatier : commission de spécialistes 2001-2008.
- Université Aix-Marseille 3 : commission de spécialistes 2007-2008.
- Université de Pau, Insa Toulouse : commission de spécialistes 2001-2004.

▣▣▣▣ **Conseils :**

- Conseil scientifique UFR, Toulouse 3, 1998-2002.
- Conseil de l'Institut de Mathématiques de Toulouse, depuis 2007.

▣▣▣▣ **Animation scientifique :**

- Participation organisation Canum99.
- Organisation mini-symposium "Plasmas", Canum08.

Co-encadrements de thèses avec P. Degond

- ⇒ D. Savelief (2006-...)
- ⇒ N. Lemarchant (2005-...)
- ⇒ P. Crispel (2002-2004), enseignant dans le secondaire.
- ⇒ C. Parzani (2000-2004), ingénieur chez Airbus.
- ⇒ R. Talaalout (1998-2001), ingénieur dans une filiale de MATRA.

Co-encadrements de Post-docs avec P. Degond, F. Deluzet

- ⇒ S. Brull (2008-2009)
- ⇒ A. Sangam (2007-2008), Maître de conférences Université de Nice.
- ⇒ S. Hirstoaga (2007-2008), Chercheur INRIA à Nancy.

1- Analyse asymptotique

- limites de modèles cinétiques : Particules confinées contre une paroi
(Contrat CNES)
- problème de couche limite pour Euler-Poisson

2- Modélisation, calcul scientifique, couplage de modèles mathématiques

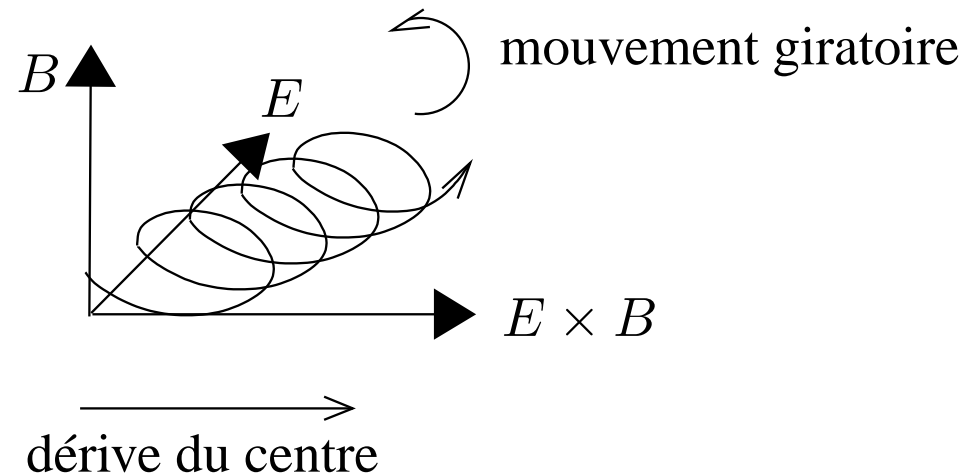
- équilibre quasi-neutre dans un plasma (Contrats CNES et CEA Bruyère)

3- Analyse numérique et calcul scientifique,

schémas asymptotiquement préservants,

- équilibre quasi-neutre dans un plasma (Contrats CNES)
- Confinement magnétique de particules
(ITER, Contrats CEA Cadarache et Saclay)

Exemple : Confinement magnétique de particules (ITER)



Mouvement d'une particule chargée dans un champ électromagnétique

- ➡ Régime : forces de Lorentz et de pression très fortes
- ➡ **Conséquence** : rayon de giration très petit, $\varepsilon = \mathbf{giro-période}$

Modèle microscopique $\xrightarrow{\varepsilon \rightarrow 0}$ Modèle macroscopique

Problèmes :

- Schémas usuels pour modèle micro $\Delta t = \mathcal{O}(\sqrt{\varepsilon})$, trop coûteux si $\varepsilon \ll 1$
- Modèle macroscopique non valide quand $\varepsilon = \mathcal{O}(1)$

Schémas asymptotiquement préservant pour le modèle microscopique

- Stabilité uniforme par rapport à $\varepsilon \Rightarrow \Delta t = \mathcal{O}(1)$
- Consistance : $\varepsilon \rightarrow 0 \Rightarrow$ schéma pour le modèle macroscopique

Idées de base

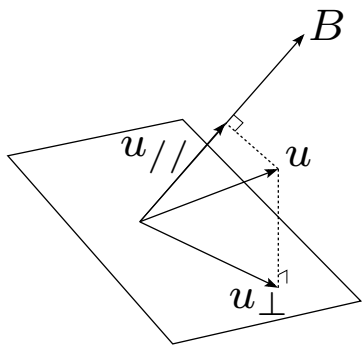
- faire apparaître le modèle macro. dans le modèle micro.
- impliciter les bons termes

Modèle microscopique : Système d'Euler-Lorentz adimensionné

$$\begin{cases} \partial_t n + \nabla \cdot (n u) = 0, \\ \varepsilon \left(\partial_t (n u) + \nabla (n u \otimes u) \right) + T \nabla n = n (E + u \times B). \end{cases}$$

Modèle macroscopique : $\varepsilon \rightarrow 0 \Rightarrow$ Modèle Fluide de Dérive

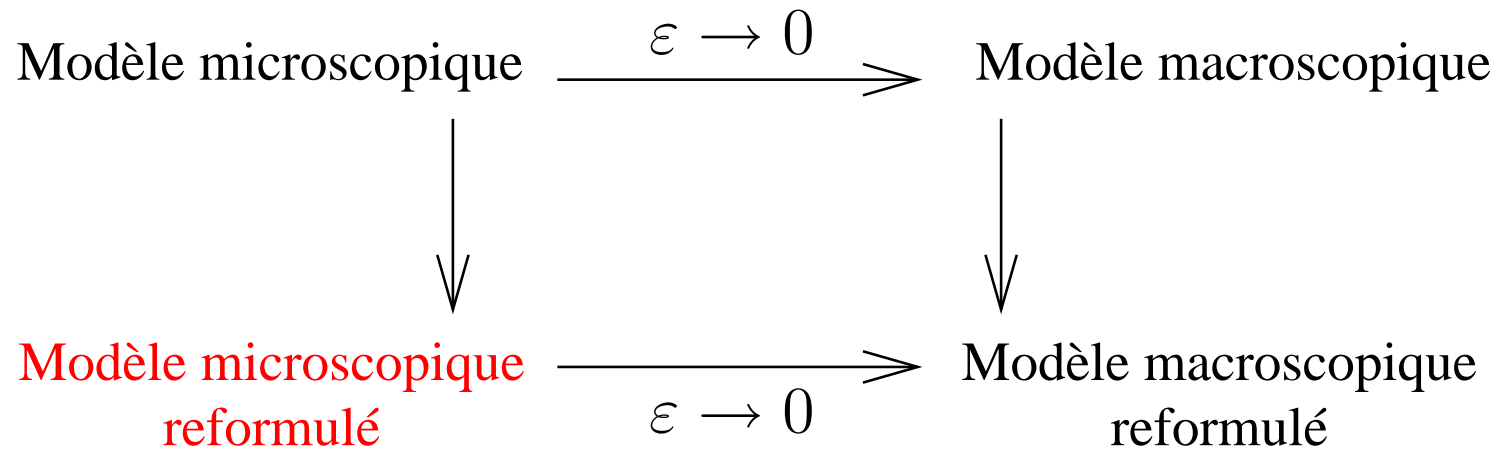
$$\begin{cases} \partial_t n + \nabla \cdot (n u) = 0, \\ T \nabla n - n E = n (u \times B). \end{cases}$$



Pas d'information sur $u_{//}$

Nécessité de reformuler le problème macroscopique

Faire apparaître le modèle macro dans le modèle microscopique



Discrétisation du modèle microscopique reformulé \Rightarrow consistance du schéma

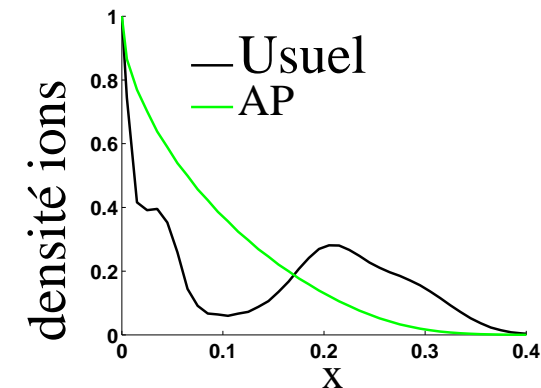
Impliciter les bons termes

$$\text{Modèle microscopique reformulé} \Rightarrow \varepsilon \partial_{tt}^2(nu_{//}) - \Delta_B(nu_{//}) = RHS$$

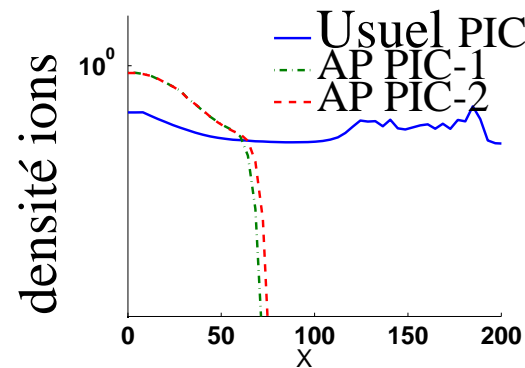
implication de $\Delta_B(nu_{//}) \rightarrow$ stabilité uniforme

Propriétés

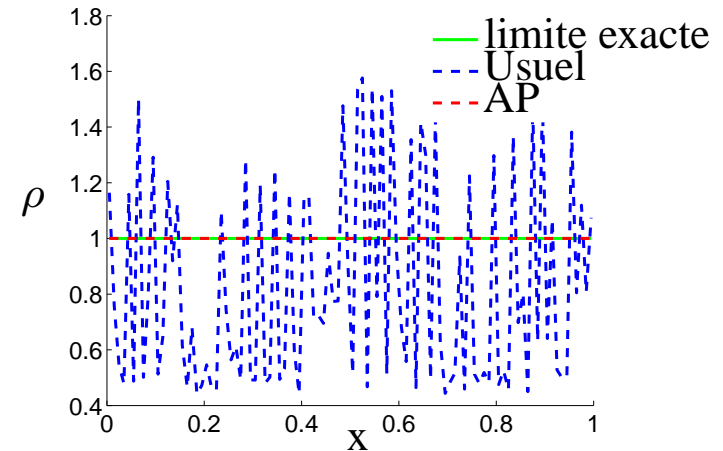
➡ Méthodologie indépendante du modèle



Quasi-neutre
Euler-Poisson



Quasi-neutre
Vlasov-Poisson



Dérive
Euler-Lorentz

➡ Calculs rapides, gains importants

limite de dérive pour Euler-Lorentz : AP 1.4 sec., explicite 1584 sec.

➡ Résultats théoriques :

limite quasi-neutre Euler-Poisson linéarisé : AP stable pour $\Delta t = \mathcal{O}(1)$

- ⇒ Problème de couche limite Euler-Poisson quasi-neutre
 - Analyse du régime transitoire initial
 - Extension à Euler complet

- ⇒ Analyse asymptotique confinement, Vlasov-Poisson
 - Justification du cas non linéaire
 - Correction d'ordre 1, modèle plus précis

- ⇒ Schémas AP : autres modèles, autres limites
 - Euler-Maxwell, limite quasi-neutre
 - Régime bas Mach pour Euler (**contrat CEA Saclay**)
 - Gyro-cinétiques, Couplage des limites (**contrat CEA Cadarache**)
 - Ordre plus élevé, meilleure précision : Galerkin discontinu

- ⇒