Lacroix-Violet Ingrid

☛ **Sept.2003-Déc.2006 :** Thèse à l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand en co-tutelle avec l'Université Johannes Gutenberg de Mainz en Allemagne

Existence of solutions and asymptotic limits of the Euler-Poisson and the quantum drift-diffusion systems. Applications to plasmas and semiconductors.

Directeurs de thèse : Yue-Jun Peng et Ansgar Jüngel

☛ **2007-... :** MCF à l'Université de Lille 1 (Equipe ANEDP), membre de l'équipe SIMPAF de l'INRIA Lille-Nord Europe.

Travaux de thèse

Système d'Euler-Poisson (cas stationnaire pour un flot potentiel)

☛ Existence de solutions supersoniques, limites asymptotiques : masses d'électrons, temps de relaxation et quasi-neutralité et simulations numériques.

Système de dérive-diffusion quantique (cas 1-D bi-polaire)

☛ Existence de solutions et limite de quasi-neutralité

Equation de Derrida, Lebowitz, Speer et Sphon (DLSS) (cas 1-D)

☛ Régularité et stricte positivité des solutions

Système d'Euler-Poisson

Cas sationnaire pour un flot potentiel

$n(x),\ \psi(x),\ V(x)$ la densité d'électrons, le potentiel de vitesse des électrons et le potentiel électrostatique

$$
\begin{aligned}
-\mathrm{div}(n\nabla\psi) &= 0, \\
\frac{\varepsilon}{2}|\nabla\psi|^2 + h(n) &= V + \frac{\varepsilon\psi}{\tau}, \\
-\lambda^2 \Delta V &= C(x) - n, && \text{dans } \Omega \\
n = n_D,\ \psi &= \psi_D && \text{sur } \Gamma = \partial\Omega
\end{aligned}
$$

avec

- $C(x)$ le profile de dopage ou la densité fixé des ions
- $h(n) = p'(n)/n$ l'enthalpie du système (p fonction pression)
- ε, τ et λ la masse d'électrons, le temps de relaxation et la longueur de Debye (constantes a-dimensionnées)

Système d'Euler-Poisson

Cas sationnaire pour un flot potentiel

$n(x),\ \psi(x),\ V(x)$ la densité d'électrons, le potentiel de vitesse des électrons et le potentiel électrostatique

$$\begin{aligned} -\mathrm{div}(n\nabla\psi) &= 0, & \\ \frac{\varepsilon}{2}|\nabla\psi|^2 + h(n) &= V + \frac{\varepsilon\psi}{\tau}, & \\ -\lambda^2\Delta V &= C(x) - n, & \text{dans } \Omega \\ n = n_D,\ \psi &= \psi_D & \text{sur } \Gamma = \partial\Omega \end{aligned}$$

avec

- $C(x)$ le profile de dopage ou la densité fixé des ions
- $h(n) = p'(n)/n$ l'enthalpie du système (p fonction pression)
- ε, τ et λ la masse d'électrons, le temps de relaxation et la longueur de Debye (constantes a-dimensionnées)

Système d'Euler-Poisson

Cas sationnaire pour un flot potentiel

$n(x),\ \psi(x),\ V(x)$ la densité d'électrons, le potentiel de vitesse des électrons et le potentiel électrostatique

$$
\begin{aligned}
-\mathrm{div}(n\nabla\psi) &= 0, \\
\frac{\varepsilon}{2}|\nabla\psi|^2 + h(n) &= V + \frac{\varepsilon\psi}{\tau}, \\
-\lambda^2\Delta V &= C(x) - n, && \text{dans } \Omega \\
n = n_D,\ \psi &= \psi_D && \text{sur } \Gamma = \partial\Omega
\end{aligned}
$$

avec

- $C(x)$ le profile de dopage ou la densité fixé des ions
- $h(n) = p'(n)/n$ l'enthalpie du système (p fonction pression)
- ε, τ et λ la masse d'électrons, le temps de relaxation et la longueur de Debye (constantes a-dimensionnées)

Système d'Euler-Poisson

Cas sationnaire pour un flot potentiel

$n(x),\ \psi(x),\ V(x)$ la densité d'électrons, le potentiel de vitesse des électrons et le potentiel électrostatique

$$\begin{aligned} -\mathrm{div}(n\nabla\psi) &= 0, \\ \frac{\varepsilon}{2}|\nabla\psi|^2 + h(n) &= V + \frac{\varepsilon\psi}{\tau}, \\ -\lambda^2\Delta V &= C(x) - n, \qquad \text{dans } \Omega \\ n = n_D,\ \psi &= \psi_D \qquad \text{sur } \Gamma = \partial\Omega \end{aligned}$$

avec

- $C(x)$ le profile de dopage ou la densité fixé des ions
- $h(n) = p'(n)/n$ l'enthalpie du système (p fonction pression)
- ε, τ et λ la masse d'électrons, le temps de relaxation et la longueur de Debye (constantes a-dimensionnées)

Système d'Euler-Poisson

Cas sationnaire pour un flot potentiel

$n(x),\ \psi(x),\ V(x)$ la densité d'électrons, le potentiel de vitesse des électrons et le potentiel électrostatique

$$
\begin{aligned}
-\mathrm{div}(n\nabla\psi) &= 0, \\
\frac{\varepsilon}{2}|\nabla\psi|^2 + h(n) &= V + \frac{\varepsilon\psi}{\tau}, \\
-\lambda^2\Delta V &= C(x) - n, && \text{dans } \Omega \\
n = n_D,\ \psi &= \psi_D && \text{sur } \Gamma = \partial\Omega
\end{aligned}
$$

avec

- $C(x)$ le profile de dopage ou la densité fixé des ions
- $h(n) = p'(n)/n$ l'enthalpie du système (p fonction pression)
- ε, τ et λ la masse d'électrons, le temps de relaxation et la longueur de Debye (constantes a-dimensionnées)

Système d'Euler-Poisson (Etude numérique)

☛ Mise au point et implémentation d'un schéma itératif faisant intervenir des schémas type volumes finis permettant le calcul de la solution du système dans le cas subsonique.

Système d'Euler-Poisson (Etude numérique)

☛ Mise au point et implémentation d'un schéma itératif faisant intervenir des schémas type volumes finis permettant le calcul de la solution du système dans le cas subsonique.

☛ Problème de l'approximation du gradient par maille :

- Schéma VF4 + formule de reconstruction d'un vecteur à partir de ses flux (Droniou/Eymard, '06)
- Implémentation du schéma volumes finis mixtes de Droniou/Eymard (06).

Système d'Euler-Poisson (Etude numérique)

☛ Mise au point et implémentation d'un schéma itératif faisant intervenir des schémas type volumes finis permettant le calcul de la solution du système dans le cas subsonique.

☛ Problème de l'approximation du gradient par maille :

- Schéma VF4 + formule de reconstruction d'un vecteur à partir de ses flux (Droniou/Eymard, '06)
- Implémentation du schéma volumes finis mixtes de Droniou/Eymard (06).

☛ Avantages du schéma Droniou/Eymard :

- Reconstruction du gradient intrinsèque au schéma
- Pas de condition d'admissibilité sur le maillage

Système d'Euler-Poisson (Etude numérique)

☛ Mise au point et implémentation d'un schéma itératif faisant intervenir des schémas type volumes finis permettant le calcul de la solution du système dans le cas subsonique.

☛ Problème de l'approximation du gradient par maille :

- Schéma VF4 + formule de reconstruction d'un vecteur à partir de ses flux (Droniou/Eymard, '06)
- Implémentation du schéma volumes finis mixtes de Droniou/Eymard (06).

☛ Avantages du schéma Droniou/Eymard :

- Reconstruction du gradient intrinsèque au schéma
- Pas de condition d'admissibilité sur le maillage

☛ Etude de la limite $\varepsilon \to 0$, étude du cas test d'une diode ballistique et calcul des courbes courant/tension.

Système de dérive-diffusion quantique (QDD)

Cas uni-dimensionnel

$n(x,t),\ p(x,t),\ V(x,t)$ la densité d'électrons, la densité de trous et le potentiel électrostatique dans $Q_T = \Omega \times (0,T)$ avec $\Omega = (0,1)$:

$$n_t + \frac{\epsilon^2}{2}\big(n(\log n)_{xx}\big)_{xx} - \Big((P_n(n))_x - nV_x\Big)_x = 0,$$
$$p_t + \frac{\epsilon^2}{2}\big(p(\log p)_{xx}\big)_{xx} - \big((P_p(p))_x + pV_x\big)_x = 0,$$
$$\lambda^2 V_{xx} = n - p - C(x),$$

avec

- $C(x)$ le profile de dopage
- $P_n,\ P_p$ fonctions pression
- ϵ et λ la constante de Planck et le quotient de la longueur de Debye et de la longueur caractéristique (constantes a-dimensionnées)

Système de dérive-diffusion quantique (QDD)

Cas uni-dimensionnel

$n(x,t),\ p(x,t),\ V(x,t)$ la densité d'électrons, la densité de trous et le potentiel électrostatique dans $Q_T = \Omega \times (0,T)$ avec $\Omega = (0,1)$:

$$n_t + \frac{\epsilon^2}{2}\Big(n(\log n)_{xx}\Big)_{xx} - \Big((P_n(n))_x - nV_x\Big)_x = 0,$$

$$p_t + \frac{\epsilon^2}{2}\Big(p(\log p)_{xx}\Big)_{xx} - \Big((P_p(p))_x + pV_x\Big)_x = 0,$$

$$\lambda^2 V_{xx} = n - p - C(x),$$

avec

- $C(x)$ le profile de dopage
- $P_n,\ P_p$ fonctions pression
- ϵ et λ la constante de Planck et le quotient de la longueur de Debye et de la longueur caractéristique (constantes a-dimensionnées)

Equation DLSS

Cas uni-dimensionnel

$n(t,x)$ pour $x \in \Omega = (0,1)$ et $t > 0$:

$$n_t + (n(\log n)_{xx})_{xx} = 0,$$

complétée par des conditions aux bords périodiques et une condition initiale.

Ré-écriture de l'équation

On ré-écrit l'équation sous une nouvelle forme :

$$\frac{1}{\alpha} n^{1-\alpha} \partial_t (n^\alpha) + (n(\log n)_{xx})_{xx} = 0,$$

avec $\alpha \in (\alpha_0, 1),\ \alpha_0 = \frac{2}{53}(25 - 6\sqrt{10})$.

Travaux de recherche "actuels" (autres que l'ANR)

☛ **Estimation d'entropie mixte**

Travail réalisé avec A. Jüngel pour l'équation des milieux poreux avec convection en utilisant une généralisation de la méthode de construction algorithmique d'entropie présentée par A. Jüngel et D. Matthes.

☛ **Décomposition de domaine (EDF)**

Travail en cours avec T. Goudon

☛ **Etude de phénomène de charges de satellites (Thales AleniaSpace)**

Travail en cours avec T. Goudon et C. Besse

Perspectives dans le cadre de l'ANR (1/2)

☛ "A review of transparent and artificial boundary conditions techniques for linear and nonlinear Schrödinger equations", X. Antoine, A. Arnold, C. Besse, M. Ehrhardt, A. Schädle, *Communications in computational physics, Vol. 4, No. 4*, (2008).

☛ "Etude mathématique et numérique de la propagation des ondes dans des milieux périodiques localement perturbés", S. Fliss, *Thèse*, (2009).

☛ "Implementing exact absorbing boundary condition for the linear one-dimensional Schrödinger problem with variable potential by Titchmarsh-Weyl theory", M. Ehrhardt, C. Zheng, *Preprint*, (2009).

☛ ...

Perspectives dans le cadre de l'ANR (2/2)

☛ **CLTs pour Schrödinger 2-D**

Voir si on peut appliquer les travaux de S. Fliss au cas 2-D pour Schrödinger

☛ **CLTs pour un système**

Voir si on peut déterminer des CLTs pour le système de Schrödinger/Poisson.

☛ **Helmholtz 1-D**

Voir si on peut généraliser les travaux de S. Fliss pour l'équation de Helmholtz en 1-D à un potentiel quelconque en utilisant les travaux d'Ehrhardt/Zheng pour Schrödinger.