Projet de **G**roupe de **R**echerches **I**nteractions de **P**articules

12 Avril 2002

Directeur : Thierry Goudon (Nice), `mel : goudon@math.unice.fr`

Conseil Scientifique :
J. Bertoin (P6),
Y. Brenier (Nice),
P. Degond (Toulouse 3),
F. Golse (P7),
S. Olla (Cergy),
M. Pulvirenti (Roma),
D. Talay (INRIA Sophia).

Comité d'Organisation :
N. Ben Abdallah (Toulouse 3),
F. Castella (Rennes 1),
S. Cordier (Orléans),
L. Desvillettes (ENS Cachan),
C. Graham (X),
S. Méléard (P10),
E. Sonnendrucker (Strasbourg).

Coordonnées : `grip@acm.emath.fr`
`http ://acm.emath.fr/grip`

Table des matières

1 Introduction

Ce projet de GDR est né de l'expression d'un besoin d'une structure nationale permettant les rencontres à intervalles réguliers sur les sujets liés aux équations cinétiques et participant à la formation des doctorants impliqués dans cette thématique. Au-delà de ce simple constat, les points saillants de ce projet sont les suivants :

- d'une part une volonté très nette d'associer probabilistes et edpistes,

- d'autre part le souhait d'ouvrir la thématique sur des questions et applications “nouvelles”.

Sur les liens probabilités/edp

Alors que très souvent probabilistes et edpistes étudiaient indépendamment les mêmes équations et les mêmes modèles physiques, de nombreux travaux récents incitent à un rapprochement plus fort. Cet enthousiasme peut parfois se heurter à de réelles difficultés de communication. Le premier objet du projet est donc de faciliter ces échanges et de contribuer à ce rapprochement. En effet, les problématiques sont bien souvent communes, à tous les niveaux :

- modélisation : les équations étudiées peuvent être dérivées ou interprétées très souvent en termes probabilistes ou déterministes ;

- numérique : les méthodes numériques mises en oeuvre comme les méthodes particulaires peuvent être déterministes ou aléatoires ;

- théorique : de nombreuses questions sont traitées par les deux types de techniques : existence et propriétés des solutions, homogénéisation périodique ou stochastique,...

Ce constat appelle donc tout d'abord à un réel effort de formation, notamment destinée aux plus jeunes, tant il vrai que la méconnaissance de techniques de base peut être très vite un frein à toute communication (méthode d'énergie, de point fixe, différentes notions de convergence...). Ensuite, il convient de relever la volonté de développer les échanges et collaborations entre les deux communautés, volonté qui a pu déjà se concrétiser en certaines occasions (voir le paragraphe Historique). On note par ailleurs l'essor de techniques assez bien établies en probabilités pour étudier le comportement en temps grand de certaines edp (méthodes d'entropie/dissipation d'entropie et exploitation des inégalités de type Sobolev logarithmique...) ou les problèmes de transport optimal de mesures qui ont ouvert ces dernieres annees un nouveau domaine particulièrement propice aux interaction entre edpistes et probabilistes.

Le projet de GDR vise à renforcer les quelques collaborations qui sont d'ores et déjà bien établies et surtout à en susciter de plus nombreuses.

Sur les thématiques nouvelles

Depuis quelques temps on peut voir émerger un certain nombre de sujets qui se démarquent assez nettement des champs d'application habituels des équations cinétiques et des problèmes "classiques" d'interactions de particules (aérodynamique, plasmas, semi-conducteurs...). Parmi ces sujets, on choisit de présenter plus précisèment :

- les problèmes de coagulation/fragmentation et les modèles cinétiques de transition de phase,

- la description des sprays et les interactions fluide/particules, liés par exemple à des phénomènes de combustion,

- la modélisation du trafic routier,

- la modélisation de certains phénomènes de biologie et de dynamique des populations.

Ces thèmes en développement réclament un effort certain en modélisation, en techniques numériques ou en développement théorique. En particulier, on cherche à discuter les propriétés qualitatives des solutions, à établir des liens entre les différentes modélisations (systèmes de particules, descriptions statistiques, modèles "continus") et à développer des méthodes numériques précises, rapides et stables.

2 Historique

Historiquement, les liens entre équations aux dérivées partielles non linéaires, en particulier cinétiques, et probabilités ont été mis à jour par Kac dans les années cinquante, à travers l'étude de l'équation de Boltzmann. De par la nature statistique du terme de collision, c'est le prototype d'une équation que l'on peut étudier par une approche probabiliste. Cette approche a été ensuite prolongée par McKean, Tanaka, Sznitman du point de vue théorique. Un travail analogue a été réalisé pour l'équation de Vlasov (voir Dobrushin, Braun et Hepp, Neunzert, Spohn). En parallèle, Chorin a introduit pour les équations de Navier-Stokes une méthode numérique de nature probabiliste, dite méthode des vortex, qui a aussi suscité des échanges entre probabilistes et analystes. Puis à partir de ces travaux se sont développées des méthodes numériques particulaires aléatoires, en particulier à travers les travaux de l'équipe Omega de l'INRIA. Toute cette activité a été ensuite abordée de manière plus systématique, et probabilistes, analystes et numériciens se sont trouvés alors des intérêts communs.

C'est pourquoi depuis quelques années se sont développées un certain nombre d'actions concertées liant les cultures probabiliste et des équations aux dérivées partielles. Citons les principales :

- CEMRACS 99 : Il s'agissait de décrire des méthodes numériques pour la résolution des équations de Boltzmann et les organisateurs (parmi lesquels S. Cordier) ont eu l'idée de mixer des approches probabiliste (par un cours de Graham et Méléard) et déterministe (par des cours de Russo et Pareschi). Un volume de la série ESAIM-Proceedings a été édité et est disponible sur internet[1].

- ASCI 2000 : S. Méléard a été déléguée au CNRS dans le but d'animer une interaction entre probabilistes, "edpistes" et numériciens autour du calcul scientifique, en collaboration avec A. Debussche. Plusieurs journées ont été organisées, chaque fois sur un thème très ciblé, comportant le matin des cours pédagogiques sur l'approche analytique ou probabiliste du thème, et l'après-midi des exposés plus axés sur le calcul scientifique, souvent présentés par des jeunes doctorants. Ces journées correspondaient à un intérêt certain dans la communauté et l'audience a été nombreuse. Le programme de l'année a été : Equations de Boltzmann et méthodes particulaires, Simulation d'équations stochastiques, Méthodes particulaires pour les équations de Burgers et de Navier-Stokes, Finances numériques, Equations de Landau.

- Semestre IHP 2001 : Un semestre s'est tenu à l'IHP de septembre à décembre 2001 sur le thème "Limites hydrodynamiques", organisé par F. Golse et S. Olla. De nombreux exposés ont réuni à la fois des auditeurs

[1] http ://www.emath.fr/Maths/Proc/Vol.10/contents.htm

probabilistes et analystes. En particulier, dans le cadre de ce semestre, un congrès “jeunes chercheurs”, très interactif entre les deux domaines, a été organisé par S. Boatto et L. Desvillettes.

- Mars 2002 : Journées “Sobolog” à Orléans, organisé par P. Maheux, sur le thème des inégalités Log-Sobolev et leurs applications dans les comportements en temps long. Un cours a été donné par un probabiliste, M. Ledoux et l'autre par un analyste, C. Villani[2].

En ce qui concerne les “nouvelles applications”, on peut citer les actions suivantes :

- Le workshop du réseau européen “cinétique” (TMR ERB FMRX CT97 0157) a porté sur les applications non conventionnelles (biologie, milieux granulaires par exemple) de la théorie cinétique en juin 2000 à Göteborg, Suède.

- Une série de journées sur des thématiques liées notamment à la modélisation des sprays ont été organisées (18 mars 2002 : Journée “Couplage fluide-cinétique”, à l'ENS de Cachan, organisée par L. Boudin et L. Desvillettes - 7 décembre 2001 : Journée “Modélisation mathématique de brouillards polydispersés”, à Lyon, organisée par M. Massot et P. Villedieu - 14 et 15 juin 2001 : Journées “Écoulements complexes”, à Orléans (LCSR et MAPMO), organisées par F. James et I. Gokalp). Lors de la dernière rencontre, la nécessité de structurer cette communauté et d'informer les personnes susceptibles d'être concernées, notamment les nouveaux doctorants, est apparue clairement à l'occasion d'une table ronde.

- Dans le cadre des ouvertures sur la biologie, un séminaire est organisé chaque semaine, à l'ENS Ulm par P.-E. Jabin, B. Perthame et H. Zaag sur le thème “Maths-Bio”, où se retrouvent des chercheurs des différentes communautés dont le but est d'interagir avec des biologistes.

[2]voir également http ://www.univ-orleans.fr/SCIENCES/MAPMO/colloques/logsob/

3 Actions

L'objectif de ce GDR sera notamment de :

- compléter la formation des chercheurs et notamment des doctorants. Ces compléments de formation porteront sur les apports et les besoins réciproques. Par exemple, on présentera des résultats de regularité sur les solutions, techniques variationnelles ou de semi-groupes,... qui sont souvent nécessaires pour les représentations probabilistes et l'analyse de vitesse de convergence des algorithmes stochastiques qui en découlent. Réciproquement, on donnera des détails sur des techniques probabilistes qui peuvent fournir efficacement des résultats d'existence, d'unicité ou de regularité pour les EDP sous-jacentes ;

- donner des occasions aux doctorants de faire connaître leurs travaux et de rencontrer des chercheurs confirmés de leur spécialité ;

- favoriser les échanges entre les membres du projet et susciter des collaborations ;

- fournir des moyens de communications et de travail collaboratif tirant profit des nouvelles technologies.

A cette fin, les actions envisagées dans le GDR seront les suivantes :

• Organisation du CEMRACS 2003 du 21 juillet au 31 août 2003 (voir annexe). Le CEMRACS, initialisé par Yvon Maday en 1996, se déroule chaque année durant l'été en deux phases. La première phase consiste en une ou deux semaines de cours (traditionnellement en région parisienne) et la deuxième en une période de six semaines au CIRM à Luminy. Lors de cette deuxième phase chaque participant travaille sur un projet proposé par un industriel ou une équipe universitaire. L'organisation vise à faire travailler sur ces projets de jeunes chercheurs, encadrés par un personnel plus confirmé présent au CIRM. Un séminaire quotidien est organisé afin de susciter des échanges entre les participants et de permettre l'acquisition de nouvelles connaissances.

• Organisation d'une Ecole d'Eté par an à partir de 2004. Cette école se déroulera sur un des sites partenaires du CNRS (CIRM, Oléron, Aussois, Cargèse...). D'une durée d'une semaine, elle devrait regrouper environ 70 personnes, reprennant le format des écoles du GdR SPARCH. Le partage du temps se fera entre :

- des cours "de base" (présentation de techniques mathématiques, revue et état de l'art sur un problème par un chercheur confirmé ou introduction à un sujet par un expert extérieur, ingénieur, physicien ou biologiste) ;

- des exposés de recherche, dont au moins 80 % par des doctorants ou post-docs ;

- du temps "libre" réservé aux échanges informels.

Bien entendu, les organisateurs veilleront à un strict respect des équilibres entre analyse et probabilités. La formation continue du CNRS sera contactée pour aporter un complément de financement à cette action.

• Organisation de deux Ateliers par an, dédiés à un thème bien délimité, pour une durée d'au moins deux jours et qui devraient attirer environ 50 participants. Là encore, on veillera à ce que ces manifestations s'adressent aux deux communautés partenaires du projet. Les exposés de recherche seront donnés pour au moins 50 % par des doctorants ou post-docs et ces manifestations pourront être l'occasion d'inviter des experts extérieurs au projet.

Le premier de ces Ateliers aurait lieu au deuxième trimestre 2003 et concernerait les phénomènes de coagulation-fragmentation. Le second de ces Ateliers pourrait se tenir au dernier trimestre 2003 et il serait consacré à la dynamique des populations. Nous espérons que ces Ateliers, tout comme les cours et exposés des écoles d'été, donneront lieu à publication d'actes.

• Développement d'outils d'information et de calcul : site web, inspiré du serveur de Clermont-Ferrand sur les équations de Navier-Stokes[3] avec une liste de diffusion archivée, inspirée du projet Mathrice[4], annonces de conférences, écoles, workshops.

Il est également envisagé d'utiliser les nouvelles technologies d'information et de communication, comme par exemple les outils de visio-conférences, dont certains centres (Toulouse, Orléans, Paris, Bordeaux...) sont déjà équipés et d'autres pourraient l'être rapidement. Ces technologies ne sont pas des-

[3]Voir http ://wwwlma.univ-bpclermont.fr/NSenet/

[4]http ://www.math.cnrs.fr/

tinées à remplacer les rencontres indispensables à des collaborations scientifiques mais à faciliter les échanges ponctuels entre spécialistes éloignés. Il est en effet très difficile d'expliquer un problème mathématique sans le support écrit (tableau, papier) que peuvent offrir ces outils. Des séminaires diffusés en temps réel sur internet (afin de permettre une interactivité à distance) et/ou archivés afin d'être consultés à la demande seront également mis en place si les moyens financiers le permettent.

En outre, il est envisagé de mener des expériences de calcul partagé sur des ordinateurs de sites distants. La résolution numérique des équations cinétiques étant très coûteuse en ressources informatiques, elle appelle naturellement au développement de grilles de calcul basées sur l'utilisation de ressources informatiques distribuées sur le Web. Des premiers travaux ont été entamés dans le cadre de l'ACI GRID TAG[5]. Les recherches dans cette direction et la diffusion de ces méthodes pourra être un des objectifs du GRIP.

• Financement de visites de courtes durées pour des doctorants dans des laboratoires français différents de leur laboratoire d'origine : ces visites sont particulièrement profitables car elles permettent au doctorant de "changer de point de vue" et, souvent, de débloquer ainsi une situation. Ces visites sont aussi des occasions d'élargir son spectre de compétences. Un appel à projets sera lancé à destination des doctorants et le conseil scientifique attribuera des bourses de financement sur proposition du conseil d'organisation. Nous envisageons de financer ainsi une douzaine de visites d'une semaine chaque année.

Une partie de ces actions pourra être menée en partenariat avec, d'une part, de grands projets européens comme le réseau HYKE[6] et, d'autre part, des organismes de recherche naturellement impliqués dans ces thématiques (CEA, ONERA, INRIA...). De même, le projet compte un certain nombre de bénéficiaires de bourses jeunes chercheurs ou projets ACI[7] qui joueront certainement un rôle moteur.

---

[5]http ://grid.u-strasbg.fr/

[6]http ://www.hyke.org/

[7]Par exemple : http ://www-irma.u-strasbg.fr/irma/general/simul/aci.html

4 Projet scientifique

Les applications (tant traditionnelles que nouvelles) seront au coeur de notre démarche. Nous commençons par présenter quelques unes de ces applications avant de détailler les trois grandes thématiques qui structurent notre projet.

4.1 Présentation de quelques applications

Ces vingt dernières années, l'étude mathématique des modèles microscopiques, macroscopiques et de leurs relations a été motivée par des applications traditionnelles issues de la physique et de l'ingénierie : gaz raréfiés (pour la rentrée dans l'atmosphère de véhicules spatiaux), neutronique (pour l'étude du coeur des réacteurs nucléaires), semiconducteurs et plasmas (pour la fusion contrôlée). Les modélisations correspondant à ces applications ont en commun qu'elles reposent sur des systèmes d'équations où les inconnues sont de même nature. Ainsi, au niveau microscopique, ces inconnues sont les positions et vitesses de N particules ; elles résolvent un système d'équations différentielles ordinaires, éventuellement stochastiques. Au niveau mésoscopique, l'inconnue est la densité dans l'espace des phases, $f(t, x, v)$, de particules qui à la position x et au temps t possèdent la vitesse v ; cette quantité vérifie alors une équation cinétique. Enfin, au niveau macroscopique les inconnues sont des quantités telles que la densité $\rho(t, x)$, la vitesse moyenne $u(t, x)$ et la température $T(t, x)$ qui satisfont à des systèmes d'équations aux dérivées partielles (par exemple paraboliques ou hyperboliques).

Toutes ces applications gardent un grand intérêt aujourd'hui et font toujours l'objet de nombreux travaux. On a vu néanmoins apparaître récemment d'autres domaines des “sciences de la nature” dans le champ de l'étude mathématique. Pour ces applications, les objets élémentaires, que nous appellerons encore particules, ne sont plus des molécules, atomes, électrons, photons ou neutrons mais sont en fait remplacés par des objets plus gros : macromolécules, gouttelettes, véhicules ou individus, suivant les applications visées.

Parmi ces nouvelles applications, nous retiendrons :

4.1.1 La Coagulation-Fragmentation

Il s'agit de l'ensemble des processus par lesquels des macromolécules se segmentent et s'agrègent. Ces processus peuvent aussi concerner des objets solides tels que les roches des anneaux de Saturne. La particularité de cette application est que la taille des “particules” intervient dans les inconnues du problèmes. Des noyaux de collision spécifiques y jouent un rôle important ([52, 24]).

4.1.2 Sprays

Il s'agit de brouillards de gouttellettes en suspension dans un fluide. Ils interviennent dans des phénoménes naturels (nuages par exemples) et dans de nombreuses applications industrielles (lits fluidisés, moteurs diesel, boosters d'Ariane V) ou médicales (aérosols). Les gouttelettes jouent alors le rôle des molécules dans la théorie classique. Outre l'existence de noyaux de collision spécifiques entre gouttelettes (qui ont de nombreuses similitudes avec ceux que l'on observe dans les phénomènes de coagulation), il est essentiel pour cette application de tenir compte de l'interaction entre le gaz porteur (qui satisfait une équation de type “mécanique des fluides”, éventuellement prenant en compte la turbulence) et les gouttelettes ([58], [53], [49]). Une problématique proche est celle des fluides contenant des polymères ([51]).

4.1.3 Trafic

L'idée de modéliser le trafic routier en exploitant l'analogie entre les véhicules et des objets microscopiques est ancienne. Néanmoins, les progrès récents de la théorie cinétique et l'intérêt croissant au niveau applicatif ont relancé l'activité autour de ce thème ([5]).

4.1.4 Dynamique des populations

Il s'agit là d'écrire des modèles permettant d'expliquer le devenir de populations (par exemple de bactéries) subissant des influences complexes : sélection naturelle dépendant de la position dans l'espace, effets dus au vieillissement, etc... ([37]). Les inconnues qui interviennent peuvent alors être, outre le temps t et l'espace x, l'âge a des individus et un ou plusieurs traits quantitatifs (tels que la taille des individus). Une des spécificités ici est que l'évolution spatiale de la population se fera en général plutôt par diffusion que par transport.

Bien entendu cette liste n'est qu'indicative et ne prétend pas à l'exhaustivité des applications envisagées dans le cadre de ce projet.

4.2 Du microscopique au macroscopique

Il s'agit là d'étudier les rapports qu'entretiennent les divers niveaux de modélisation des phénomènes auxquels on s'intéresse. On peut distinguer trois grandes catégories de modèles : le plus détaillé est le niveau microscopique. On dispose en général d'un système de N équations différentielles (N est proportionnel au nombre de particules et donc très grand). Une description intermédiaire (dite mésoscopique, ou cinétique) fait intervenir une densité $f(t, x, v)$ de particules dans l'espace des phases, qui vérifie en général une équation cinétique de la forme

$$\partial_t f + v \cdot \nabla_x f + F \cdot \nabla_v f = Q(f),$$

où F est une force agissant sur les particules et Q un noyau de collision. Enfin la description macroscopique est celle des équations aux dérivées partielles traditionnelles : équations d'Euler et de Navier-Stokes de la mécanique des fluides, équations paraboliques de dérive-diffusion des semi-conducteurs, etc... L'idée sous-jacente est alors que la forme de la densité dans l'espace des phases f est fixée en ce qui concerne la variable v (par exemple une densité gaussienne) et que l'on n'écrit des équations que pour des paramètres de cette forme fixe (par exemple la moyenne u et la variance T de la Gaussienne).

Le lien entre les solutions des différents systèmes est un problème très ancien sur lequel on dispose d'une part d'avancées récentes dans le cadre très étudié de la mécanique des fluides et d'autre part du vaste champ de recherche créé par les nouvelles applications : ainsi la question de l'obtention rigoureuse d'équations macroscopiques à partir des équations des sprays est très importante pour les applications.

L'étude du passage du microscopique vers le mésoscopique ou le macroscopique fait intervenir de manière naturelle les probabilités dès que le comportement microscopique est modélisé par un phénomène aléatoire (approche de l'hydrodynamique par exemple) ou que les équations différentielles sont écrites en milieu aléatoire (cette approche a été abordée par des analystes ([33], [65]) ou des probabilistes ([41]). La comparaison avec les dérivations totalement déterministes ([23], [16]) est particulièrement intéressante.

L'étude du passage du mésoscopique vers le macroscopique a connu un développement récent très important avec la justification rigoureuse du passage à la limite de l'équation de Boltzmann vers les équations de Navier-Stokes ([44], [55]). Un intérêt a aussi été apporté aux problèmes de perturbations singulières d'équations de Vlasov, conduisant aussi à des équations fluides ([17]). Certaines de ces asymptotiques, de type champ fort, pouvent conduire à des phénomènes de concentration ([62] pour des problèmes d'astrophysique et physique des plasmas, [50] pour des problèmes d'interaction fluide/particules).

Un autre aspect des relations entre les divers niveaux de modélisation est l'obtention à partir des équations microscopiques de coefficients effectifs ou de conditions au bord pour les équations macrocopiques. On mentionnera dans ce domaine la recherche des coefficients de diffusion en mécanique des fluides ([43], [28]), ou dans les problèmes d'homogénéisation ([40], [2], [45]) ainsi que les problèmes de couche limite, apparaissant notamment lorsqu'on couple plusieurs niveaux de modélisation ([63]).

4.3 Comportement qualitatif des solutions

On propose d'intensifier l'étude qualitative des solutions des équations qui apparaissent dans les phénomènes précédemment décrits.

En particulier, on s'intéressera aux problèmes de régularité des solutions. Cette question fait appel à des techniques très diverses, allant de l'analyse de Fourier au calcul de Malliavin ([46], [38]). On exploitera de manière systématique les processus stochastiques associés aux équations aux dérivées partielles :
- processus de branchement pour les équations elliptiques ([1], [29], [35]) ;
- processus non linéaires de saut pour l'équation de Boltzmann ([31], [46]) ;
- solution d'equation différentielle stochastique non linéaire pour l'équation de Landau [47], de Burgers [15] ou des vortex en dimension 2 [7], [59], [60].

Une autre grande catégorie de problèmes qualitatifs qui nous intéresse est celle qui concerne le comportement en temps grand ou aux bords du domaine (éventuellement à l'infini) des solutions. Le lien entre les inégalités de Sobolev logarithmiques et le comportement des solutions d'équations cinétiques (de type Fokker-Planck) et de leur processus stochastique associé a été très étudié. Des résultats récents ont été ainsi obtenus concernant les équations de Landau, Boltzmann ou des milieux granulaires ([6], [3], [57], [66]). Depuis peu, le cas d'équations inhomogènes en espace a commencé à être pris en compte ([32]).

4.4 Méthodes numériques

Enfin, nous souhaitons laisser une grande place aux aspects concernant la simulation numérique. En particulier, les méthodes particulaires interviennent de manière naturelle dans la simulation des équations qui nous intéressent. Elles consistent en effet à discrétiser les inconnues sous la forme de sommes de masses de Dirac, que l'on interprète comme des particules. Ces particules miment ensuite (de manière plus ou moins précise en fonction des méthodes choisies) le comportement des véritables particules physiques. Si dans certains cas les méthodes particulaires peuvent être déterministes, il arrive souvent qu'elles soient stochastiques (elles sont alors dites de Monte-Carlo).

On propose à la fois une étude de la vitesse de convergence de ces méthodes ([56], [25] pour les équations de la mécanique des fluides par des méthodes particulaires déterministes, [15] pour l'équation de Burgers, [31] pour l'équation de Boltzmann, [48] pour l'équation de Landau, par des méthodes particulaires aléatoires) et une programmation effective dans le cadre de simulations réalistes. On confrontera également leurs performances avec celles des schémas de type différences finies/volumes finis ([36], [61], [64], [18]), des schémas multipolaires ([54]) et des schémas spectraux, à l'image de l'étude [14] pour l'équation de Burgers ou de [19] pour les opérateurs de Fokker-Planck.

On insistera sur les méthodes récemment mises au point qui permettent de traiter des situations où l'un des paramètres de l'équation tend vers l'infini ("asymptotic preserving scheme'", Cf [20]), et sur les méthodes qui permettent de coupler des calculs numériques pour d'une part une équation mésoscopique et d'autre part une équation macroscopique. Ces questions font intervenir divers types de techniques : couplage d'équations, décomposition de domaine, traitement de couches limites... Finalement, on accordera une grande attention au traitement numérique de conditions aux limites qui est un problème délicat et qui demeure en grande partie ouvert.

Cette liste est une sélection — non exhaustive — d'articles récents dont au moins un auteur est participant au projet.

Références

[1] Abraham R., *Reflecting Brownian snake and a Neumann-Dirichlet problem*, Stoc. Proc. and their Appl. 89 (2000) 239–260.

[2] Allaire G., Bal G., *Homogenization of the criticality spectral equation in neutron transport*, M2AN 33 (1999) 721–746.

[3] Ané C., Blachère S., Chafaï D., Fougères P., Gentil I., Malrieu F., Roberto C., Scheffer G., *Sur les inégalités de Sobolev logarithmiques*, préface de D. Bakry, M. Ledoux, Panoramas et Synthèses, 10, (Société Mathématique de France, Paris, 2000).

[4] Alexandre R., Villani C., *On the Boltzmann equation for long-range interactions.* Comm. Pure Appl. Math. 55 (2002) 30–70.

[5] Aw A., Rascle M. *Resurrection of "second order" models of car traffic.* SIAM J. Appl. Math. 60 (2000) 916–938.

[6] Ben Abdallah N., Dolbeault J., *Relative entropies for kinetic equations in bounded domains*, Preprint Ceremade no. 0133, 2002. annoncé dans CRASMath. 330 (2000) 867–872.

[7] Benachour S., Roynette B., Vallois P., *Branching process associated with 2d Navier-Stokes equation*, Rev. Mat. Ibero. 17 (2002) 331–373.

[8] Bertoin J., Le Gall J.-F., *The Bolthausen-Sznitman coalescent and the genealogy of continuous-state branching processes*, Probab. Th. Rel. Fields 11 (2000) 249-266.

[9] Bertoin J., *Eternal additive coalescents and certain bridges with exchangeable increments*, Ann. Probab. 29 (2001), 344–360.

[10] Bobkov S., Ledoux M., Gentil I., *Hypercontractivity of Hamilton-Jacobi equations*, J. Math. Pures Appl. 80 (2001) 669–696.

[11] Bodineau T., Guionnet A., *About the stationnary states of vortex systems*, Annales de l'IHP 35 (1999) 205–237.

[12] Bodineau T., Helffer B., *The log-Sobolev inequality for unbounded spin systems*, J. Funct. Anal. 166 (1999) 168–178.

[13] Bonami A., Bouchut F., Cépa F., Lépingle D., *A nonlinear stochastic differential equation involving the Hilbert transform*, Journal Functional Analysis 165 (1999) 390–406

[14] Bossy M., Fezoui L., Piperno S., *Comparison of a stochastic particle method and a finite volume deterministic method applied to Burgers equation*, Monte-Carlo Methods and Appl. 3 (1997) 113–140.

[15] Bossy M., Talay D., *A stochastic particle method for the McKean-Vlasov and the Burgers equation*, Math. Comp. 66 (1997) 157–192.

[16] Brenier Y., *Derivation of the Euler equations from a caricature of Coulomb interaction*, Comm. Math. Physics, 212 (2000) 93–104.

[17] Brenier Y., *Convergence of the Vlasov-Poisson system to the incompressible Euler equations*, Comm. PDE 25 (2000) 737–754.

[18] Buet C., Cordier S., Degond P., Lemou M., *Fast algorithms for numerical conservative and entropic approximations of the Fokker-Planck-Landau operator*, J. of Comp. Phys. 133 (1997) 1036–1053.

[19] Buet C., Cordier S., Filbet F., *Comparison of numerical schemes for Fokker-Planck-Landau equation*, ESAIM : Proc., 10, (2000) 161–181

[20] Buet C., Cordier S., Lucquin B., Mancini S., *Diffusion limit of the Lorentz Model : Asymptotic preserving schemes*, to appear M2AN (2002).

[21] Cabanal-Duvillard T., Guionnet A. *Large deviations upperbounds for the laws of matrix-valued processes and non-commutatives entropies*, Ann. Prob. 29 (2001) 1205–1261.

[22] Campillo F., Lejay A., *Homogenization of divergence-form operators with lower-order terms in random media*, Probability Theory and Related Fields 120 (2001) 255–276.

[23] Castella, F., *From the Von-Neumann equation to the quantum Boltzmann equation in a deterministic framework*, J. Stat. Phys. 104 (2001) 387–447.

[24] Collet J.-F., Goudon T., Poupaud F. and Vasseur A., *The Becker-Döring system and its Lifshitz-Slyozov limit*, to appear SIAM J. Appl. Math.

[25] Cohen A., Perthame B., *Optimal approximations of transport equations by particle and pseudoparticle methods*, SIAM J. Math. Anal. 32 (2000) 616–636.

[26] Deaconu M., Tanré E., *Smoluchowski's coagulation equation : probabilistic interpretation of solutions for constant, additive and multiplicative*

kernels, Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Serie IV, Vol. XXIX (2000) 549–580.

[27] Deaconu M., Fournier N., Tanré E., *A pure jump Markov process associated with Smoluchowski's coagulation equation*, accepté pour publication à Annals of Probability.

[28] Degond P., Lemou M., *On the viscosity and thermal conduction of fluids with multivalued internal energy*, Eur. J. Mech. B Fluids 20 (2001) 303–327.

[29] Delmas J.-F., Dhersin J.-S., *Characterization of G-regularity for super Brownian motion and consequences for parabolic P.D.E* Annals of Prob. 27 (1999), 731–750.

[30] Del Moral P., Miclo L., *Genealogies and increasing propagation of chaos for Feynman-Kac and genetic models*, Ann. Appl. Probab. 11 (2001) 1166–1198.

[31] Desvillettes L., Graham C., Méléard S., *Probabilistic interpretation and numerical approximation of a Kac equation without cutoff*, Stoch. Proc. and Appl. 84 (1999) 115–135.

[32] Desvillettes L., Villani C., *On the trend to global equilibrium in spatially inhomogeneous entropy-dissipating systems : the linear Fokker-Planck equation.*, Comm. Pure Appl. Math. 54 (2001) 1–42.

[33] Desvillettes L., Pulvirenti M., *The linear Boltzmann equation for long-range forces : a derivation from particle systems*, Math. Models Methods Appl. Sci. 9 (1999) 1123–1145.

[34] Dhersin J.-S., Serlet L., *A stochastic calculus approach for the Brownian snake*, Can. J. Math. 52 (2000) 92–118.

[35] Duquesne T., Le Gall J.-F., *Random trees, Lévy processes and spatial branching processes*, monographie soumise à Astérisque (2002).

[36] Filbet F., Sonnendrücker E., Bertrand P., *Conservative numerical schemes for the Vlasov equation*, J. Comp. Phys. 172 (2001) 166–187.

[37] Fitzgibbon W.E., Langlais M., Morgan J.-J., *A mathematical model of the spread of Feline Leukemia Virus (FeLV) through a highly heterogeneous spatial domain*, SIAM J. Math. Analysis 33 (2001) 570–588.

[38] Fournier N., *Existence and regularity study for a 2-dimensional Kac equation without cutoff by a probabilistic approach*, Annals of Applied Probability 10 (2000) 434–462.

[39] Fournier N., Méléard S., *A stochastic particle numerical method for 3D Boltzmann equations without cutoff*, to appear in Mathematics of Computation (2001).

[40] Frénod E., Watbled F., *The Vlasov equation with strong magnetic field and oscillating electric field as a model for isotop resonant separation*, Elec. J. Diff. Eq. 2002 (2002) 1–20.

[41] Gaudron G., Pardoux E., *EDSR, convergence en loi et homogénéisation d'EDP paraboliques semi-linéaires*, Ann. Inst. H. Poincaré Probab. Statist. 37 (2001) 1–42.

[42] Giacomin G., Olla S., Spohn H., *Equilibrium fluctuations for $\nabla\phi$ interface model*, Ann. Probab. 29 (2001) 1138–1172.

[43] Giovangigli V. *Multicomponent flow modeling*, Modeling and Simulation in Science, Engineering, & Technology (Birkhäuser Boston, Inc., Boston, MA, 1999).

[44] Golse F., Saint Raymond L., *The Navier-Stokes limit of the Boltzmann equation : convergence proof* soumis Annals of Math. annoncé dans CRAS 333 (2001) 897–902.

[45] Goudon T., Mellet A., *Diffusion approximation in heterogeneous media*, Asymptot. Anal. 28 (2001) 331–358.

[46] Graham C., Méléard S., *Existence and regularity of a solution of a Kac equation without cutoff using the stochastic calculus of variations*, Commun. Math. Phys. 205 (1999) 551–569.

[47] Guérin H., *Existence and regularity of a weak function-solution for some Landau equation with a stochastic approach*, à paraîre dans Stochastic Processes and their Applications (2002).

[48] Guérin H., Méléard S., *Convergence from Boltzmann to Landau process with soft potential and particle approximations*, à paraîre.

[49] Herrero H., Lucquin-Desreux B., Perthame B., *On the motion of dispersed balls in a potential flow : a kinetic description of the added mass effect*, SIAM J. Appl. Math. 60 (2000) 61–83.

[50] Jabin P.-E., *Macroscopic limit of Vlasov type equations with friction*, Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire 17 (2000) 651–672.

[51] Jourdain B., Lelièvre T., Le Bris C., *Numerical analysis of micro-macro simulations of polymeric fluid flows : a simple case* Preprint CERMICS 2001-214, soumis à M3AS.

[52] Laurençot P., *On a class of continuous coagulation-fragmentation equations,* J. Differential Equations 167 (2000) 245–274.

[53] Laurent F., Massot M., *Multi-Fluid Modeling of Laminar Poly-dispersed Spray Flames : Origin, Assumptions and Comparison of Sectional and Sampling*, Methods, Combustion Theory and Modelling (2001) 537–572.

[54] Lemou M., *Multipole expansions for the Fokker-Planck-Landau operator*, Numer. Math. 78 (1998) 597–618.

[55] Lions P.-L., Masmoudi N., *From Boltzmann equation to Navier-Stokes equation*, Arch. Rat. Mech. Anal. 158 (2001) 173–193.

[56] Lions P.-L., Mas-Gallic S., *Une méthode particulaire déterministe pour des équations diffusives non linéaires*, CRAS 332 (2001) 369–376.

[57] Malrieu F., *Logarithmic Soblev inequalities for non linear PDE*, Stoch. Proc. Appl. 95 (2001) 109–132.

[58] Massot M., Villedieu P., *Modélisation multi-fluide eulérienne pour la simulation de brouillards denses polydispersés*, CRAS 332 (2001) 869–874.

[59] Méléard S., *A trajectorial proof of the vortex method for the two-dimensional Navier-Stokes equation*, Annals of Applied Probability 10 (2000) 1197–1211.

[60] Méléard S., *Monte-Carlo approximations of the solution of 2d N avier-stokes equations with finite measure initial data*, P.T.R.F. 121 (2001) 367–388.

[61] Mieussens L., *Discrete velocity model and implicit scheme for the BGK equation of rarefied gas dynamics* M3AS 10 (2000) 1121–1149.

[62] Nieto J., Poupaud, F., Soler, J., *High-field limit for the Vlasov-Poisson-Fokker-Planck system*, Arch. Ration. Mech. Anal. 158 (2001) 29–59.

[63] Nouri A., Omrane A., Vila J. P., *Boundary conditions for scalar conservation laws from a kinetic point of view* J. Stat. Phys. 94 (1999) 779–804.

[64] Palczewski A., Schneider J., *Existence, stability, and convergence of solutions of discrete velocity models to the Boltzmann equation*, J. Statist. Phys. 91 (1998) 307–326.

[65] Poupaud F., Vasseur A., *Classical and quantum transport in random media*, Preprint 2001.

[66] Villani C., *A review of mathematical topics in collisional kinetic theory*, Preprint, to appear in Handbook of fluid mechanics, S. Friedlander-D. Serre Eds.

5 Listes des participants

Compte tenu du nombre de participants à ce projet (environ 150), nous avons préféré les regrouper par zones géographiques de tailles a peu près équivalentes, en reprenant plus ou moins la classification téléphonique, dans l'ordre inverse (de 05 pour le Sud-Est à 01 pour Paris).

Chaque groupe est constitué d'une trentaine de chercheurs permanents ou "Doctorants et Non-permanents" (cette dénomination incluant de jeunes chercheurs post-docs, ATER...). Chacun de ces groupes a un contact chargé de relayer les informations (dans les deux sens). Ces contacts sont T. Goudon (Sud-Est), N. Ben Abdallah (Sud-Ouest), E. Sonnendrucker (Nord-Est), F. Castella (Nord-Ouest) et B. Lucquin-Desreux (Paris).

Les personnes mentionnées ci-dessous ont été contactées et ont donné leur accord de principe pour participer à ce projet. Cette liste est susceptible d'être complétée avant le dépôt du dossier final.

5.1 Groupe Sud-Est

* Université Nice Sophia Antipolis
- Permanents : Y. Brenier, F. Poupaud, M. Rascle, J.-F. Collet, T. Goudon, A. Vasseur
- Doctorants et non-permanents : M. Brassart, S. Brull, P. Bagnerini, G. Loeper

* INRIA Sophia
- Permanents : D. Talay, M. Bossy
- Doctorants et non-permanents : O. Bardou, C. Berthelot, A. Diop, M. Martinez

* Université de Toulon et du Var
Permanent : J. Schneider

* Université Aix-Marseille I
- Permanents : A. Nouri, E. Pardoux, E. Andjel, H. Owhadi, R. Schinazi
- Doctorants et non-permanents : F. Delarue, A. Dhiedhiou

* Université et ENS Lyon
- Permanents : E. Grenier, C. Villani, S. Génieys, A. Guionnet, M. Massot
- Doctorants et non-permanents : F. Bolley, M. Maida, C Mouhot

5.2 Groupe Sud Ouest

* Université Toulouse 3
- Permanents : D. Bakry, N. Ben Abdallah, P. Degond, M. Ledoux, P. Del Moral, K. Domelevo, P. Laurençot, M. Lemou, F. Mehats, L. Miclo, L. Mieussens
- Doctorants et non-permanents : A. El Ayyadi, J.-P. Bourgade, N. Crouseilles, I. Gentil, J. Kefi, F. Malrieu, A. Mellet, L. Nicolas, C. Parzani, O. Pinaud, O. Saut

* Université Bordeaux 1
- Permanents : M. Langlais, P. Charrier, B. Ainseba, A. Noussair, D. Aregba-Driollet
- Doctorants et non-permanents : R. Turpault, J.-M. Naulin, S. Gaucel

* Université de Clermont-Ferrand
- Permanent : C. Bahadoran

5.3 Groupe Nord-Est

* Université Strasbourg
- Permanents : E. Sonnendrucker, M. Gutnic
- Doctorants et non-permanents : I. Paun, N. Besse, F. Filbet

* Université Besançon
- Permanents : M. Mokhtar-Karroubi, M. Bostan
- Doctorants et non-permanents : L. Thévenot, B. Lods

* Université Nancy-INRIA
- Permanents : S. Benachour, M. Deaconu, N. Fournier, J.S. Giet, A. Lejay, B. Roynette, P. Vallois
- Doctorants et non-permanents : C. Ackermann, E. Tanré

* Université Cergy
- Permanent : S. Olla
- Doctorants et non-permanents : C. Bernardin

* CERMICS
- Permanents : E. Cancès, J.-F. Delmas, B. Jourdain, C. Le Bris
- Doctorants et non-permanents : X. Blanc, Y. Gati, T. Lelievre

5.4 Groupe Nord Ouest

* Université d'Orléans
- Permanents : S. Cordier, F. James, D. Lépingle, H. Maillot,
- Doctorants et non-permanents : F. Berthelin, R. Bouhired, Nguyen Thao Thi

* ENS Cachan
- Permanents : L. Desvillettes, T. Duquesne
- Doctorants et non-permanents : C. Baranger, C. Prevost

* Université Rennes 1
- Permanents : F. Castella, P. Briand, B. Delyon, F. Coquet, J. Yao, Y. Hu
- Doctorants et non-permanents : E. Fouassier

* Université Vannes-Bretagne Sud
- Permanents : E. Frénod, F. Watbled
- Doctorants et non-permanents : F. Granger

* Université d'Evry
- Permanents : S. Mas Gallic, L. Corrias
- Doctorants et non-permanents : S. Boatto

* Université Versailles-Saint Quentin
- Permanent : S. Mischler

* Ecole Polytechnique
- Permanents : G. Allaire, C. Graham, M. Giovangigli, P.-A. Raviart

5.5 Groupe Paris

* Université Paris 5
- Permanents : R. Abraham, J.-S. Dhersin, L. Serlet, B. Ycart
- Doctorants et non-permanents : M. Lachaud, O. Rivière

* Université Paris 6
- Permanents : J. Bertoin, L. Boudin, L. Dumas, B. Lucquin-Desreux, L. Saint-Raymond
- Doctorants et non-permanents : J. Berestycki, B. Haas, C. Giraud, S. Mancini, G. Miermont

* Université Paris 7
- Permanents : C. Bardos, F. Golse, G. Giacomin, T. Bodineau, F. Lagouttière

* Université Paris 9
- Permanents : P.-L. Lions, J. Dolbeault

* Université Paris 10
- Permanents : P. Cattiaux, C. Léonard, S. Méléard
- Doctorants et non-permanents : J.-S. Bardet, N. Champagnat, J. Fontbona, N. Gozlan, H. Guérin, J. Najim

* ENS Ulm
- Permanents : J.-F. Le Gall, B. Perthame, F. Bouchut, P.-E. Jabin
- Doctorants et non-permanents : B. Mselati

5.6 Organismes de recherche

Dans cette dernière partie, nous donnons quelques noms de personnes appartenant à des organismes de recherche et intéréssés par le projet.
* Organismes de recherche
- CEA Bruyères : C. Buet, J.-F. Clouet, B. Desjardins, P. Hoch, R. Sentis
- CEA Saclay : S. Dellacherie, A. Ambroso
- CEA CESTA : B. Dubroca
- Onera CERT : P. Villedieu