

# ÉQUIPE ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES ET PHYSIQUE MATHÉMATIQUE

RESPONSABLE : X.P. WANG

## 1. MEMBRES

### 1.1. Membres permanents.

- **Enseignants-Chercheurs(15)**

BARBE Jacques, Prag

BOLLEY Pierre, Professeur

BOULKHEMAIR Abdeslam, Maître de Conférences HDR

CHARBONNEL Anne-Marie, Maître de Conférences HDR

DAUMER Franck, Maître de Conférences

DEPAUW Nicolas, Maître de Conférences

GOULEAU Maxime, Maître de Conférences

GRÉBERT Benoît, Professeur

MORAME Abdereman, Maître de Conférences HDR

NICOLEAU François, Maître de Conférences

PATUREL Éric, Maître de Conférences

POPOV Georgi, Professeur

ROBERT Didier, Professeur

SAINT-RAYMOND Xavier, Professeur

WANG Xue Ping, Professeur

- **Chercheurs CNRS (2)**

NOVIKOV Roman, CR1 (HDR)

VODEV Georgi, CR1 (HDR)

### 1.2. Membre associé. (1)

- **Enseignant-chercheur**

ARDOUIN Daniel, Professeur

### 1.3. Membres non-permanents.

- **Doctorants(5)**

ABOUD Fatima

CASANAS Roch

RIVIERE Charles

SERRIER Frédéric

SOURISSE Arnaud

- **Chercheurs invités** (ayant séjourné plus d'un mois à Nantes)
  - BELISHEV, M.I. (St Petersburg), 1 mois en 2000 et 1 mois en 2002
  - CUEVAS, C. (Temuco), 3 mois en 2001.
  - CHEN, H. (Wuhan), 1 mois en 1999.
  - ROZENBLJUM G. (Göteborg), 1 mois en 1999.
  - SALMHOFER M. (Zürich), 1 mois en 1999.
  - KAWASHITA M. (Ibaraki), 1 mois en 1999.
  - STEFANOV, P (Purdue), 1 mois en juin 2001.
  - HOROZOV, E (Université de Sofia) 1 mois, janvier, 2000
  - CARDOSO F. (Récife), 1 mois en 2001.
  - Del RIO. R (Mexico), 1 mois en 2000.
  - PALAGACHEV, D. (Bari), 1 mois en 2002.
  - VASY, A. (MIT), 1 mois en 2002.
- **Post-Doctorants**
  - TOPALOV P. (Sofia) 2 mois en 1999, Associé CNRS 6 mois en 2000, boursier de la région 1 an en 2001.
  - ZOU B.-T (Pékin), boursier du MENRT, 1 an en 2000.

## 2. PARTICIPATION DE L'ÉQUIPE À DES RÉSEAUX

- ACI Modèles mathématiques pour la chimie quantique atomique et moléculaire, responsable : B. Grébert, membre : J. M. Barbaroux.
- TMR (Européen) Stabilité de la matière, responsable H. Siedentop (Munich), membre : J.M. Barbaroux.
- GDR Analyse des équations aux dérivées partielles, responsable : J.-Y. Chemin (École Polytechnique), membres : équipe EDP
- GDRE (Européen) Mathematics and Quantum Physics, responsable : M. Combescure (Lyon), membres : B. Grebert (correspondant local), D. Robert, A. M. Charbonnel, X. P. Wang, F. Nicoleau, J. M. Barbaroux, G. Popov, A. Morame, G. Vodev.
- Programme Franco-Bavarois sur le thème "Description du champ d'électrons - positrons dans l'approximation de Hartree-Fock", membres : JM. Barbaroux, B. Grébert.
- Programme SPECT (Spectral Theory and Partial Differential Equations) de l'European Scientific Foundation. Correspondant : D. Robert.
- Programme spécial de l'Académie des Sciences de la Chine : "Spectral Analysis of  $N$ -body Schrödinger Operators near Thresholds", membre : X. P. Wang.

### 3. ORGANISATION DE COLLOQUES ET CONGRÈS

- Journées semiclassiques, Nantes, février 1999.
- École d'été Géométrie symplectique et théories KAM, Nantes, septembre 2001
- École d'été sur les modèles quantiques relativistes, Piriac, août 2001
- Colloque National "Des Femmes en Physique Mathématique", Nantes, 9 et 10 novembre 2001.
- Colloque EDP 2000 et édition papier et électronique des actes du colloque avec soutien de la cellule Math. Doc.
- Journée EDP en l'honneur de Pham The Lai (28 juin 2001).
- Mathematical Results in Quantum Mechanics (Qmath8), décembre 2001, Taxco, Mexique.
- Semiclassical Conference, Nantes, janvier 2003.

### 4. RAPPORT D'ACTIVITÉ (01.1999-06.2002)

L'équipe d'Analyse (plus précisément : Equations aux Dérivées Partielles et Physique Mathématique) comprend actuellement 15 enseignants-chercheurs, 2 chercheurs du CNRS, 4 thésards. Pendant la dernière période, l'équipe s'est renforcée par le recrutement de plusieurs enseignants-chercheurs. B. Grébert et G. Popov (professeurs), J.M. Barbaroux, N. Depauw et Éric Paturel (maîtres de conférences). Deux enseignants-chercheurs ont quitté l'équipe : T. L. Pham (départ à la retraite) et J. M. Barbaroux (mutation).

Les recrutements de ces dernières années ont contribué à élargir et à renouveler les thèmes de l'équipe. B. Grébert travaille sur les méthodes KAM en dimension infinie et sur les fonctionnelles densité de la chimie quantique; J.M. Barbaroux travaille sur les opérateurs de Schrödinger aléatoires et sur la stabilité de la matière en électrodynamique quantique ; G. Popov est un expert en géométrie symplectique, systèmes dynamiques et leurs liens avec les EDP; E. Paturel s'intéresse à l'application des méthodes variationnelles à certains modèles de la physique mathématique tels que les systèmes hamiltoniens, l'équation de Dirac non linéaire, la chimie quantique relativiste. Ces recrutements renforcent également l'orientation de l'équipe vers la physique mathématique, ce qui constitue l'une de ses spécificités. Cette orientation est confortée par la constitution d'un pôle physique théorique et modélisation à l'université de Nantes, opération conjointe entre mathématiciens et physiciens.

Les travaux de l'équipe portent essentiellement sur l'étude des équations aux dérivées partielles de la physique, notamment de la mécanique quantique (analyse semi-classique, chimie quantique) mais aussi en relation avec la mécanique

des fluides (Navier-Stokes). D'autres travaux concernent des sujets fondamentaux en théorie des EDP comme l'étude du problème de Cauchy ou la théorie des opérateurs intégraux de Fourier. Certains thèmes sont communs avec l'équipe de Géométrie (les résonances, la diffusion), avec l'équipe de Topologie et Géométrie algébrique (géométrie symplectique), et avec l'équipe de Mathématiques appliquées (EDP non linéaires).

**4.1. Théorie spectrale, scattering et résonances.** L'étude de la distribution des résonances dans le plan complexe pour le problème de transmission décrivant la propagation des ondes acoustiques dans deux milieux différents a fait l'objet de plusieurs publications. Soit  $O \subset \mathbf{R}^n$ ,  $n \geq 2$ , un domaine borné, connexe, strictement convexe, à bord  $C^\infty$  tel que le complément  $\Omega = \mathbf{R}^n \setminus O$  soit connexe. Une onde acoustique qui se propage dans  $\Omega$  à vitesse 1 et dans  $O$  à vitesse  $c \neq 1$  est gouvernée par l'équation des ondes avec des conditions de transmission au bord. Suivant le signe de  $c - 1$ , l'existence ou la non-existence des résonances sont obtenues grâce à une analyse fine de la propagation des ondes. (1). Lorsque  $c < 1$ , les rayons à l'intérieur dont l'angle de réflexion au bord est assez petite se retrouvent dans la zone d'ombre (la zone elliptique) pour le problème extérieur. Ces rayons captés à l'intérieur de  $O$  sont appelés *rayons de réflexion totale intérieure*. Dans ce cas, G. Popov et G. Vodev ([P11]) ont montré l'existence des résonances très près de l'axe réel. Dans [P55], les auteurs obtiennent la formule de distribution asymptotique des résonances dans le cas  $c < 1$ . (2) Quand  $c > 1$ , on a le phénomène opposé, à savoir que les rayons à l'extérieur dont l'angle de réflexion au bord est assez petit (ces rayons sont proches de la zone de diffraction) se retrouvent dans la zone d'ombre (la zone elliptique) pour le problème intérieur, et donc ils ne peuvent pas entrer dans l'obstacle. Ces rayons sont appelés *rayons de réflexion totale extérieure*. Dans ce cas, F. Cardoso, G. Popov et G. Vodev ont montré dans [P13] que la résolvante tronquée admet une estimation similaire à la résolvante libre et en ont déduit qu'il existe une bande sans résonance.

Dans [P31] G. Vodev a obtenu une estimation exponentielle en énergie pour la résolvante du laplacien riemannien dans le complémentaire d'un obstacle, et dans [P70, P71] pour la résolvante de l'opérateur de Laplace-Beltrami sur des variétés riemanniennes de volume infini. Ces résultats donnent naturellement des informations sur la localisation des résonances et généralisent des résultats récents de N. Burq.

Les formules de trace sont l'objet des travaux [P6, P14]. Elles relient le spectre quantique aux orbites périodiques du système quantique correspondant. Dans [P6] AM. Charbonnel et G. Popov établissent une formule de trace semiclassique pour un système d'opérateurs qui commutent. Dans [P14] les auteurs donnent une nouvelle preuve de la formule de trace de Gutzwiller en utilisant une analyse basée sur la décomposition en états cohérents gaussiens au lieu de l'approche habituelle par les opérateurs intégraux de Fourier, techniquement plus délicate.

D. Robert poursuit ses travaux sur étude de la phase de diffusion (fonction spectrale de perturbation). Dans [P16] (collaboration avec V. Bruneau) il a obtenu des développements asymptotiques à grande énergie et en régime non relativiste

pour des opérateurs de Dirac perturbés. Dans [P50] Il obtient pour l'opérateur de Dirac des identités de trace contenant en particulier le théorème de Levinson.

J. Barbe [P35] a établi une formule asymptotique du type Weyl pour les valeurs propres d'une classe générale d'hamiltoniens hypoelliptiques au voisinage de la borne inférieure du spectre essentiel.

P. Bolley et Pham The Lai [P38] établissent des théorèmes d'indice dans les espaces de Hölder pour le problème extérieur avec conditions de Dirichlet et obtiennent dans [P39] une représentation des solutions pour le même type de problème.

A. Morame continue d'étudier le spectre de l'opérateur de Schrödinger ([P24, P25]). Il s'intéresse aussi à des problèmes mathématiques de la supra-conductivité. Dans [P43, P59, 4], B. Helffer et A. Morame étudient le niveau d'énergie fondamental de l'équation linéarisée de Ginsburg-Landau sur un ouvert. Ils démontrent la concentration d'énergie sur le bord pour l'état fondamental dans les régimes des champs magnétiques intenses ou critiques. Dans le cas bi-dimensionnel, ils montrent que l'énergie est localisée au point du bord où la courbure scalaire atteint le maximum. Ces résultats de localisation confirment et précisent des phénomènes connus des physiciens.

Dans [P57], X. P. Wang (collaboration avec T. Jecko et M. Klein) prouve la finitude de la section efficace totale pour la collision ion-atome avec des interactions coulombiennes dans le cas où il n'y a pas de moment dipolaire pour l'atome. C'est un phénomène connu des physiciens depuis longtemps. Ils obtiennent aussi l'asymptotique de la section efficace totale dans l'approximation de Born-Oppenheimer.

**4.2. Dynamiques classiques et quantiques. Théories KAM.** Les résultats obtenus par G. Popov dans les articles [P27, P28] lui valent le prix des Annales Henri Poincaré pour l'année 2000. Dans [P27], il construit une forme normale symplectique de Birkhoff dans les classes de Gevrey dans un voisinage des tores invariants KAM d'un hamiltonien analytique  $H$ . Ce résultat est utilisé dans [P28] pour construire une forme normale quantique de Birkhoff dans les classes de Gevrey pour l'opérateur de Schrödinger près des tores invariants du système classique. De plus, on obtient des quasimodes pour l'opérateur de Schrödinger dans la limite semi-classique ( $\hbar \searrow 0$ ) avec une erreur exponentiellement petite par rapport à  $\hbar$ . Comme corollaire, on obtient des résonances exponentiellement proches de l'axe réel et de densité maximale.

En collaboration avec T. Kappeler, B. Grébert étudie la théorie KAM en dimension infinie et ses applications aux EDP non-linéaires ([P41, P42, P61, P62, P76]). Ils ont démontré la persistance d'un grand nombre de tores invariants de dimension finie associés à l'équation de Schrödinger non linéaire "defocusing" après perturbations Hamiltoniennes petites. Les tores invariants ne sont pas nécessairement petits. Ce résultat fait appel à de nombreuses constructions intermédiaires. En effet, le fait de ne pas se restreindre à la perturbation de tores petits, requiert l'obtention de variables action-angles globales. Pour ce faire, ils utilisent des techniques issues de la géométrie algébrique en dimension finie qui permettent

d'obtenir des formules analytiques pour les variables d'actions au sens d'Arnold et pour les variables d'angle. Par ailleurs, ils ont besoin d'estimations précises sur le spectre périodique des systèmes de Zakharov-Shabat (qui interviennent dans la paire de Lax représentant l'équation de Schrödinger non linéaire). La difficulté (et la nouveauté) vient du fait qu'ils doivent considérer le cas non autoadjoint. Le passage de la dimension finie à la dimension infinie requiert un résultat de densité des potentiels de type "finite gaps" (c'est à dire tels que l'opérateur de Zakharov-Shabat associé n'ait qu'un nombre fini d'intervalles d'instabilité) dans les espaces de Sobolev d'ordre quelconque.

J.M. Barbaroux a étudié le lien entre la dynamique quantique et les dimensions fractales généralisées. Il a obtenu des théorèmes généraux qui montrent que l'étalement des paquets d'ondes solutions de l'équation de Schrödinger est en partie gouverné par les dimensions fractales généralisées des mesures spectrales. Ces résultats l'ont amené à développer parallèlement certains résultats théoriques concernant les dimensions fractales des mesures réelles. Il a étudié le cas particulier des matrices de Jacobi, construites à l'aide de mesures de Julia. Pour ce modèle il met en évidence un phénomène d'intermittence quantique.

Dans [P50], D. Robert poursuit l'étude de de l'évolution quantique des états cohérents. Il obtient des développements asymptotiques du type analytique ou Gevrey par rapport au paramètre semiclassique avec contrôle en temps. Dans [P49] (collaboration avec A. Bouzouina) il étudie la propagation des observables obéissant à l'équation de Heisenberg et met en évidence l'apparition d'un temps critique (temps de Ehrenfest) contrôlant la validité de l'"ansatz semiclassique" et dépendant de la stabilité du système classique. D'autre part dans [P37] il obtient par un méthode élémentaire une justification de l'approximation de Van-Vleck du propagateur quantique et applique ce résultat à l'effet Aharonov-Bohm dépendant du temps.

**4.3. Problèmes de scattering inverse.** Les travaux de R. Novikov portent sur le problème de diffusion inverse pour diverses équations aux dérivées partielles : l'équation de Newton (de la mécanique classique), l'équation de Schrödinger (de la mécanique quantique), l'équation acoustique, l'équation de transport parallèle (de la géométrie différentielle et de la tomographie d'émission). Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- Formules asymptotiques pour les données de diffusion pour l'équation de Newton à haute énergie (et, en général, dans le cas de la diffusion à angle petit) avec des applications immédiates au problème de diffusion inverse pour l'équation de Newton;
- Formules explicites d'une solution approchée du problème de diffusion inverse pour l'équation de Schrödinger à énergie fixée (en dimension 2) qui converge rapidement vers la solution exacte du problème quand l'énergie tend vers plus l'infini;

- Nouveaux théorèmes d'unicité sur la détermination de la transformée de Fourier d'un potentiel à partir de l'amplitude de diffusion (pour l'équation de Schrödinger et l'équation acoustique);
- Théorèmes d'unicité globale en dimension  $d = 3$ , nouveaux théorèmes d'unicité locale en dimension  $d = 2$  avec des preuves constructives, contre-exemples à l'unicité globale en dimension  $d = 2$  dans le problème de la détermination d'un champ de jauge sur  $R^d$  par sa transformée de Radon non-abélienne le long des droites orientées;
- Une formule explicite d'inversion pour la transformation de rayon  $X$  atténué;
- Une caractérisation de l'image (par des relations intégrales explicites) pour la transformation de rayon  $X$  atténué en dimension 2.

B. Grébert (en collaboration avec R. Del Rio) a résolu un problème spectral inverse pour l'opérateur de Zakharov-Shabat. Il est bien connu que la donnée de deux spectres (pour deux conditions aux bords différentes) associés à un système de AKNS détermine de manière unique le potentiel (complexe)  $\varphi$  sur  $[0, 1]$ . Ils ont montré que si le potentiel  $\varphi$  est à priori connu sur  $[a, 1]$  ( $0 < a < 1$ ) alors ils n'ont besoin que d'une partie de ces deux spectres pour déterminer  $\varphi$  sur  $[0, 1]$ .

F. Nicoleau travaille sur le problème de scattering inverse pour un opérateur avec champ magnétique. Il montre dans [P26] qu'en dimension supérieur ou égale à trois que le champ électrique et le champ magnétique sont déterminés par l'opérateur de scattering. En dimension deux apparaît une condition de quantification du flux magnétique liée à l'effet de Aharonov-Bohm. Il étudie aussi le problème de scattering inverse pour les Hamiltonians de Stark.

**4.4. Problèmes à plusieurs particules, stabilité de la matière, théorie des champs.** J. M. Barbaroux a obtenu des résultats sur l'électrodynamique quantique (relativiste) dans l'approximation de Hartree-Fock. Il étudie l'énergie relativiste des électrons et positrons pour le modèle de Coulomb-Dirac second quantifié, dans un champ magnétique classique, restreint aux cas des états de Hartree-Fock généralisés. Il démontre que l'énergie est positive (i.e. la stabilité de la matière) si la constante de structure fine est suffisamment petite, et ceci pour un choix d'espace électronique (respectivement positronique) associé au sous-espace spectral positif (respectivement négatif) de l'opérateur de Coulomb-Dirac.

B. Grébert a réalisé des travaux en relation avec la chimie quantique. Un des problèmes essentiels de la chimie quantique est de déterminer l'énergie fondamentale d'un système de  $N$  particules. Les chimistes ont développé de nombreuses méthodes numériques pour calculer ces énergies, les enjeux étant naturellement très importants. La finalité de ses travaux est de développer des méthodes alternatives permettant de simplifier le calcul pratique de ces énergies. L'outil utilisé est la Théorie de la fonctionnelle densité qui a pour but de ramener le calcul de l'énergie à un problème de minimisation d'une certaine fonctionnelle sur l'ensemble des densités électroniques. Dans cette direction il a montré (avec O. Bokanowski) comment engendrer explicitement des fonctionnelles densité puis il a étudié leur pertinence numérique (cf article paru dans Int. J. Quantum Chemistry). Par

ailleurs il a récemment démontré (avec O. Bokanowski et N. Mauser) des estimations rigoureuses de l'énergie cinétique et de l'énergie d'échange qui font intervenir la fonctionnelle (bien connue) de Thomas-Fermi-Dirac-Von Weizäcker. Ces estimations sont directement reliées à des conjectures de E. Lieb ([P8, P22]).

X.P. Wang s'intéresse à l'opérateur de Schrödinger à  $N$ -corps. Dans le travail [P73] en collaboration avec A. Vasy, il a démontré l'existence, la régularité  $C^\infty$  et les asymptotiques à haute énergie de la fonction spectrale de perturbation pour l'opérateur de Schrödinger à  $N$ -corps avec les interactions à décroissance rapide. Dans [17], il a donné une description complète du comportement asymptotique de la résolvante près du fond du spectre essentiel selon les cas où zéro est une résonance et/ou une valeur propre de l'opérateur. Ce résultat lui permet de démontrer dans [18] l'existence de l'effet Efimov à  $N$ -corps pour  $N \geq 4$ .

**4.5. Analyse microlocale, équations de l'hydrodynamique linéaires et non linéaires.** P. Bolley et T. L. Pham étudient des modèles d'hydrodynamique linéaires. Dans [P74], ils s'intéressent à certaines solutions du problème aux limites dans un ouvert du type  $\Omega = R^d \times ]-h, 0[$  et soumises à une condition de rayonnement sortant de type Sommerfeld. Il s'agit d'un modèle du problème linéarisé du mouvement de la houle. Ils donnent des résultats concernant l'existence, l'unicité, la régularité, le développement en modes et comportement asymptotique de la solution dans le cadre des espaces  $B^*$  et  $B$  de Agmon-Hörmander, et d'autre part ils donnent des résultats concernant la fonction de Green du problème. Ces résultats étendent les travaux faits par de nombreux auteurs (John, Beale, Lenoir,...) dans le cadre hilbertien basé sur l'espace de Sobolev  $H_{loc}^1$ . Dans [P74], ils étudient un modèle du problème linéarisé de résistance de vagues (modèle de Kelvin). Ils prouvent des résultats concernant l'existence, l'unicité et le comportement asymptotique de la solution de cette équation dans le cadre des fonctions de Kelvin.

A. Boulkhemair a établi des estimations  $L^2$  pour la quantification de Weyl avec des conditions de régularité faibles sur le symbole. Ce type de résultat est utile pour aborder l'étude des équations non linéaires par les méthodes microlocales.

N. Depauw travaille sur les équations de Navier-Stokes, qui régissent le mouvement d'un fluide incompressible et un peu visqueux. L'application aux EDP non linéaires de la décomposition de Littlewood-Paley construite elle-même à partir de la transformation de Fourier. Dans [P7] il montre comment adapter la technique de décomposition de Littlewood-Paley au cas d'un ouvert extérieur de l'espace, c'est à dire le complémentaire d'un compact (un obstacle dans l'écoulement par exemple). La présence du bord interdit l'usage de la transformation de Fourier, mais on peut remplacer dans la construction de Littlewood-Paley l'opérateur de Laplace sur l'espace entier par l'opérateur de Stokes sur l'ouvert extérieur. Il montre de cette manière que le résultat d'unicité est encore valable malgré la présence de l'obstacle.

Dans [P40] N. Depauw étudie les poches de tourbillons (modèle élémentaire de tornade), dans un écoulement plan incompressible. Il considère un champ de vitesse dont le rotationnel prend seulement deux valeurs, 0 ou 1. Il montre que



dans le cas d'un écoulement confiné dans un ouvert borné régulier du plan, le résultat de persistance de la régularité du bord de la poche, obtenu par J.Y. Chemin dans le plan entier, est encore valide.

Dans le cadre d'une algèbre nilpotente graduée de rang 3, M. Goulean ([P60]) a établi quelques résultats algébriques et topologiques d'une transformation de Fourier introduite par N.J. Wildberger sur un groupe de Lie nilpotent général. Il a construit une paramétrix pour une représentation unitaire irréductible d'un opérateur différentiel homogène invariant à gauche sur le groupe de Lie connexe et simplement connexe de l'algèbre de Lie. Sous certaine hypothèse, il a construit l'inverse exact de cette représentation et a montré que cet inverse est un opérateur pseudo-différentiel dont le symbole est dans une classe de R. Beals.

Les recherches de X. Saint Raymond concernent des inégalités de Gårding qui décrivent des liens entre des inégalités sur les symboles et des inégalités sur les opérateurs. Dans le travail en collaboration avec N. Lerner [P51], ils établissent une inégalité de Gårding localisée dans un demi-espace pour des opérateurs pseudo-différentiels d'ordre entier impair sous une condition de factorisation du symbole, puis ils utilisent cette inégalité pour résoudre un problème d'unicité. Dans ce travail, le point central est une estimation de deuxième microlocalisation à laquelle on se ramène en mélangeant des arguments de théorie pseudo-différentielle et de théorie abstraite des opérateurs sur un espace de Hilbert. Dans [P83], il a repris l'étude des inégalités de Gårding pour y discuter simultanément les questions de localisation et de régularité du symbole. Pour cela, il a fallu choisir un cadre extrêmement simple, et c'est pourquoi je me suis restreint au cas des opérateurs différentiels d'ordre entier pair. L'étude de cette situation lui a amené à discuter de difficiles problèmes de factorisation de polynômes.

X. Saint Raymond a dirigé la thèse de Philippe Delacour intitulée "Poches de tourbillon régulières en dimension trois", soutenue en décembre 2001. Dans sa thèse Philippe Delacour étudie le mouvement d'un fluide parfait, c'est-à-dire non-visqueux, et incompressible occupant tout l'espace  $\mathbf{R}^3$ . Les problèmes posés par les équations d'Euler qui gouvernent ce mouvement diffèrent sensiblement suivant que la dimension de l'espace est deux ou trois, et le but est ici d'obtenir des résultats en dimension trois analogues à ceux obtenus par J.-Y. Chemin pour les fluides bidimensionnels. Les résultats obtenus dans cette thèse sont de deux types. D'une part il est démontré que si le champ des vitesses initiales présente une singularité du type "poche de tourbillon" avec un bord de classe  $C^{1+r}$  avec  $r > 0$ , alors non seulement ce bord reste de classe  $C^{1+r}$  lorsqu'il évolue avec le temps, mais de plus si ce bord possède une meilleure régularité en un point, cette meilleure régularité se conserve aussi localement en suivant le flot.

## Thèses soutenues

- BILY Jean-Marie, Propagation d'états cohérents et applications (16 mars 2001).
- BOUCLET Jean-Marc, Distributions spectrales pour des opérateurs perturbés (22 décembre 2000).
- DELACOUR, Phillipe, Poches de tourbillon régulières en dimension trois (3 décembre 2001).

## 5. PROJETS POUR 2004-2007

- Dans le cadre de l'ACI sur les modèles mathématiques pour la chimie quantique, se pose le problème de trouver des modèles relativistes permettant de déterminer et de calculer une énergie fondamentale.
- La théorie quantique des champs est un sujet qui se développe actuellement au sein du laboratoire.
- L'étude des résonances et leur répartition dans le plan complexe est un thème toujours d'actualité. En particulier, on compte développer la théorie des résonances pour l'opérateur de Laplace-Beltrami sur des variétés Riemanniennes hyperboliques aux bords de rang non-maximal.
- Il en est de même pour les problèmes inverses approchés concernant l'équation de Schrödinger en dimension 3, les problèmes de caractérisation des images de la transformation de Radon et de la transformation rayons X et la création des algorithmes pour la résolution numérique des problèmes inverses multidimensionnels.
- L'analyse spectrale près des seuils dans la grande diversité des problèmes à plusieurs corps permettra d'exploiter des phénomènes inconnus jusqu'à présent.
- Les rapports entre la limite semiclassique et le comportement de la dynamique pour des grands temps sera un sujet d'étude actif, en particulier le problème de prouver l'équivalence entre ergodicité classique et ergodicité quantique ou encore la compréhension de ce qui se passe au moment où l'approximation semiclassique commence à diverger. Ces problèmes difficiles seront abordés à travers l'étude de modèles.
- Les constructions de quasimodes avec un terme d'erreur exponentiellement petit, la théorie KAM pour des hamiltoniens de régularité Gevrey et les problèmes inverses spectraux sont l'objet de travaux en cours.
- La forme normale obtenue B. Grébert et T. Kappeler pour l'équation de Schrödinger non linéaire (NLS) sera utilisée pour résoudre le problème de Cauchy pour NLS avec donnée initiale dans  $L^2$  et pour obtenir des résultats du type Nekhoroshev pour NLS.
- L'étude des équations d'hydrodynamique, de Klein-Gordon quasilinéaire 2D et des poches de toubillon de périmètre fini sera poursuivie.

- Les méthodes variationnelles pour la QED et la QCD et l'application de l'homologie de Floer aux problèmes variationnels fortement indéfinis sont des thèmes à développer.

## 6. PUBLICATIONS DE L'ÉQUIPE EDP

## PUBLICATIONS 1999

- [P1] D. Ardouin, Space-time characteristics of particle production in the domain of ultra-relativistic energies, *Fundamental Theories of Physics*. Vol 95, 385, Ed J.P. Blaizot, Dluwer Acad. Publishers.
- [P2] J.M. Barbaroux, H. Schulz-Baldes, Anomalous quantum transport in presence of self-similar spectra. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 75, n<sup>o</sup>5, 1-21.
- [P3] J.M. Barbaroux, S. Tcheremchantsev, Universal lower bounds for quantum diffusion.. *Journal of Functional Analysis*, 168, 327-354.
- [P4] J.M. Barbaroux, V. Bach, B. Helffer, H. Siedentop, On stability of the relativistic electron-positron field. *Commun. Math. Phys.*, 201, 445-460.
- [P5] A. Boulkhemair,  $L^2$ - estimates for Weyl quantization. *Journal of Functional Analysis*, 165, n<sup>o</sup>1, 173-204.
- [P6] A.M. Charbonnel, G. Popov, A semi-classical trace formula for several commuting operators. *Communication in PED* 24 (1-2), 283-323.
- [P7] N. Depauw, Poche de tourbillon pour Euler-2D dans un ouvert à bord. *J. Math. Pures Appl.*, 78, 313-351.
- [P8] B. Grébert, O. Bokanowski et N. Mauser, Approximations de l'énergie cinétique en fonction de la densité pour un modèle de Coulomb périodique, *C R Acad. Science*, t. 329, série I, 85-90.
- [P9] R. Novikov, Small angle scattering and X-ray transform in classical mechanics. *Arkiv för Matematik*, **37**, 141-169.
- [P10] R. Novikov, Approximate inverse quantum scattering at fixed energy in dimension 2. *Proceedings of the Steklov Mathematical Institute* **225**, 285-302.
- [P11] G. Popov et G. Vodev, Resonances near the real axis for transparent obstacles. *Commun. Math. Physics*, 207, 411-438
- [P12] G. Popov, G. Vodev, Distribution of the resonances and local energy decay in the transmission problem, *Asymptotic analysis*, 19, 253-265.
- [P13] G. Popov, G. Vodev, F. Cardoso, Distribution of the resonances and local energy decay in the transmission problem II. *Math; Res. Lett.*, 6, 377-396.
- [P14] D. Robert, M. Combescure, J. Ralston, A proof of the semiclassical trace formula using coherent states decomposition *CMP*. Vol 202, 463-480.
- [P15] D. Robert, Semiclassical asymptotics for the spectral shift function. *Amer. Math. Soc. Transl. (2)*, Vol. 189, 187-203.
- [P16] D. Robert, V. Bruneau, Asymptotics for the scattering phase for the Dirac operator : high energy, semiclassical and non-relativistic limits. *Ark. Mat.*, Vol. 37, 1-32.

- [P17] P.Topalov, Integrability criterion of geodesical equivalence. Hierarchies, Acta Appl. Math., 59(3) (December 1999), 271-298.
- [P18] G. Vodev, On the uniform decay of the local energy, Serdica Math. J. Vol.25, 191-206.

## PUBLICATIONS 2000

- [P19] D. Ardouin, Evidence for dynamical proton emission. Physic letters, B488, 211.
- [P20] D. Ardouin, Emission timescale of particle emission : a probe for dynamical emission. European Phys. Journ. A, Vol. 7, 245.
- [P21] D. Ardouin, Possibilities of strange quark matter and strangelets signatures. Symposium on fundamental issues in elementary matter, Bad-Honnef (Allemagne, Sept 2000).
- [P22] B. Grébert, O. Bokanowski, N. Mauser, Rigorous derivation of the " $X_\alpha$ " exchange potential : a deformation approach. Theochem (Journal of Molecular Structure), 501-502, p.47-58.
- [P23] B. Grébert, O. Bokanowski, N. Mauser Local density approximation for the energy of a periodic Coulomb medel. Mathematical methods in Quantum Chemistry, Ed. C. Lebris et M. Defranceschi, Lecture note in chemistry, 74.
- [P24] A. Morame, F. Truc, Semiclassical eigenvalue asymptotics for a Schroedinger operator with a degenerate potential. Asymptotic Anal., Vol 22, n<sup>o</sup>1, 39-49.
- [P25] A. Morame, The absolute continuity of the spectrum of Maxwell operator in a periodic media. Journal of Math. Physics, Vol 41, n<sup>o</sup> 10, 7099-7108.
- [P26] F. Nicoleau, An inverse scattering problem with the Aharonov-Bohm effect. Journal of Math. Physics, Issue 8, 5223-5237.
- [P27] G. Popov, Invariant tori, effective stability and quasimodes with exponentially small error terms I Birkhoff normal forms. Ann. Henri Poincaré, 1, 223-248.
- [P28] G. Popov, Invariant tori, effective stability and quasimodes with exponentially small error terms II, Quantum Birkhoff normal forms. Ann. Henri Poincaré, 1, 249-2279.
- [P29] P. Topalov, Families of metrics geodesically equivalent to the analogs of the Poisson sphere, J. Math. Physics, 41(11), 2000
- [P30] V. Matveev, P. Topalov, Metric with ergodic geodesic flow is completely determined by unparameterized geodesics, ERA of the American Mathematical Society, Volume 6, Pages 98-104, 2000
- [P31] G. Vodev, On the exponential bound of the cutoff resolvent, Serdica Math.J, **26**, 49-58.
- [P32] G. Vodev, Exponential bound of the resolvent of noncompactly supported perturbations of the Laplacian, Math. Res. Lett, **7**, 287-298.
- [P33] E. Paturel, Solutions of the Dirac-Fock equations without projector. Ann. Henri Poincaré 1, 1123-1157, 2000
- [P34] E. Paturel A new variational principle for non linear Dirac equation on the Schwarzschild metric. Commun. Math. Phys. 213, 249-266, 2000

## PUBLICATIONS 2001

- [P35] J. Barbe, Asymptotics of eigenvalues for hypoelliptic hamiltonians without homogeneity assumptions, *Mathematische Nachrichten*, 224, 17-48.
- [P36] J. Barbe, Bound states of perturbed Hamiltonians in the strong coupling limit, *Osaka J. Math.* 38 (2001), 711-736.
- [P37] J. M. Bily, D. Robert, The semiclassical Van-Vleck formula. Application to the Aharonov-Bohm effect. Dans "Long time behaviour of classical and quantum system systems". Editeurs : S. Graffi, A. Martinez. World Scientific. 89-106.
- [P38] P. Bolley, T. L. Pham, Propriétés d'indice en théorie holdérienne pour le problème extérieur de Dirichlet. *Commun. In Partial Differential Equations*, 26 (1-2), 111-130.
- [P39] P. Bolley, T. L. Pham, Représentation des solutions du problème extérieur de Helmholtz-Dirichlet. *J. Analyse Math.*, Vol. 84, 287-333.
- [P40] N. Depauw, Solutions des équations de Navier-Stokes incompressibles dans un domaine extérieur. *Revista Matematica Iberoamericana*, 17(1), 21-68.
- [P41] B. Grébert, T. Kappeler, KAM theorem for the nonlinear Schrödinger equation. *Journal of Nonlinear Mathematical Physics*, V. 8, suppl, 1-6.
- [P42] B. Grébert, T. Kappeler, Estimates on periodic and Dirichlet eigenvalues for the Zakharov-Shabat system. *Asymptotic Analysis*, 25, 201-237.
- [P43] A. MORAME (avec B. Helffer), Magnetic Bottles in Connection with Superconductivity, *Journal of Functional An.*, 185, (2001), pp. 604-680.
- [P44] R. Novikov, Une formule d'inversion pour la transformation d'un rayonnement X atténué. *C.R.A.S.* 332, 1059-1063.
- [P45] R. Novikov, Scattering for the Schrödinger equation in multidimension. Non-linear  $\bar{\partial}$ -equation characterization of scattering data and related results. Chap. 6.2.4 in *SCATTERING* edited by E.R.Pike and P. Sabatier
- [P46] R. Novikov, On determination of the Fourier transform of a potential from the scattering amplitude. *Inverse Problems* 17, 1243-1251 (2001)
- [P47] G. Popov, KAM tori and quantum Brkhoff normal forms, 2000-2001, Exposé XX, Séminaire de l'École Polytechnique
- [P48] D. Robert, M. Combescure, Rigorous semiclassical results for the magnetic response of an electron gas. *Math Phys. Review*, 13(9), 1055-1073.
- [P49] D. Robert, A. Bouzouina, Uniform semiclassical estimates for the propagation of quantum observables. *Duke Math. Journal*, 111(2), 223-252.
- [P50] D. Robert, Remarks on asymptotics solutions for time dependent Schrödinger equations. Conférence invitée en l'honneur de A. Bensoussan : *Optimal Control and Partial Differential Equations*. IOS Press, Editors: JL Menaldi, E. Rofman, A. Sulem. 188-197.
- [P51] X. Saint Raymond (en collaboration avec Nicolas Lerner) A Gårding inequality on a manifold with boundary, in *Carleman estimates and applications to uniqueness and control theory*, F. Colombini & C. Zuily edit., *PNLDE* 46, 129-138, Birkhäuser, Boston 2001.

- [P52] V. Matveev, P. Topalov, Integrability in the theory of geodesically equivalent metrics, *J. Phys. A: Math. Gen.*, 34 (2001)
- [P53] V. Matveev, P. Topalov, Quantum integrability of Beltrami-Laplace operator as geodesic equivalence, *Mathematische Zeitschrift* in 2001
- [P54] P. Topalov, Geodesic hierarchies and involutivity, *Journal of Mathematical Physics*, 42(8), 2001
- [P55] G. Vodev (avec F. Cardoso et G. Popov) Asymptotics of the number of the resonances in the transmission problem, *Commun. Partial Diff. Equations* **26** (2001), 1811-1859.
- [P56] G. Vodev, Resonances in the Euclidean scattering, *Cubo Mathematica Educacional*, **3**, 317-360.
- [P57] X.P. Wang (avec T. Jecko et M. Klein) Existence and Born-Oppenheimer asymptotics of the total scattering cross-section in ion-atom collision, pp 220-238 in *Long Time Behaviour of Classical and Quantum Systems*, World Scientific, 2000.
- [P58] E. Patrel, Multiple homoclinic orbits for a class of Hamiltonian systems. *Calcul Var.* 12, 117-143, 2001.

#### PUBLICATIONS 2002

- [P59] B. Helffer, A. Morame, Magnetic bottles for the Neumann problem: the case of dimension 3, *Proc. Indian Acad. Sci. (Math. Sci.)*, 112(1), pp. 71-84.
- [P60] M. Gouleanu, Algèbre de Lie nilpotente graduée de rang 3 et inverse d'un opérateur différentiel. *Journal of Lie Theory* 12 (2002) 325-356.
- [P61] B. Grébert, Symmetries of the Nonlinear Schrödinger Equation (avec T. Kappeler). *Bulletin de la SMF*, 2002.
- [P62] B. Grébert, Perturbations of the defocusing NLS equation (avec T. Kappeler). *Milan Journal of Math.*, 2002.
- [P63] B. Grébert, *Mathematical Result in Quantum Mechanics*, co-édité avec R. Weder et P. Exner, *Contemporary Mathematics*, 307, 2002.
- [P64] R. Novikov, An inversion formula for the attenuated X-ray transformation. *Arkiv för Matematik*, 40, 145-167.
- [P65] R. Novikov, On the range characterization for the two-dimensional attenuated X-ray transformation. *Inverse Problems* **18**, (2002)
- [P66] R. Novikov, About asymptotic formulas for the inverse Radon transform. *Bull. Sci. math.* **126**, 659-673 (2002)
- [P67] R. Novikov, Scattering for the Schrödinger equation in multidimension. Non-linear  $\bar{\partial}$ -equation, characterization of scattering data and related results. Chapter 6.2.4 in *SCATTERING* edited by E.R.Pike and P.Sabatier, Topic 6.2 Inverse scattering transform and nlpde edited by A.S.Fokas, Academic Press 2002
- [P68] R. Novikov, (Avec J.-P.Guillement, F.Jauberteau, L.Kunyansky et R.Trebossen) On single-photon emission computed tomography imaging based on an exact formula for the nonuniform attenuation correction. *Inverse Problems* **18**, L11-L19 (2002)

- [P69] D. Robert Semiclassical propagation on —logh— times scales (with S. DeBièvre) IMRN, 2003, No12, pp. 667-695
- [P70] G. Vodev, Uniform estimates of the resolvent of the Laplace-Beltrami operator on infinite volume Riemannian manifolds with cusps, *Commun. Partial Diff. Equations*, **27** (2002), 1437-1465
- [P71] G. Vodev (avec F. Cardoso) Uniform estimates of the resolvent of the Laplace-Beltrami operator on infinite volume Riemannian manifolds. II, *Anales Henri Poincaré*, 3(2002), 6713-691.
- [P72] G. Vodev (avec F. Cardoso) On the stabilization of the wave equation by the boundary, *Serdica Math. J.*, 28(2002), 233-240.
- [P73] X. P. Wang (avec A. Vasy), Smoothness and high energy asymptotics of the spectral shift function in many-body scattering, *Commun. in PDE*, Vol 27, (2002), 2139-2186.

## ARTICLES ACCEPTÉS POUR PUBLICATION

- [P74] P. Bolley, T.L. Pham, Sur un problème modèle d'hydrodynamique, à paraître dans *J. Math. Pures et Appl.*
- [P75] F. Cardoso, G. Popov, Quasimodes with exponentially small errors associated with elliptic periodic rays, à paraître dans *Asymptotic Analysis*.
- [P76] B. Grébert, Density of finite gap potentials for the Zakharov-Shabat system (avec T. Kappeler). À paraître dans *Asymptotic Analysis*, 2002.
- [P77] B. Grébert, Local density approximation for the energy of a periodic Coulomb medel (avec O. Bokanowski et N. Mauser). À paraître dans *M3AS*.
- [P78] B. Grébert (avec T. Kappeler) Perturbation of the defocusing NLS equation, À paraître dans *Milan Journal of Math.*
- [P79] F. Nicoleau, An inverse scattering problem with the Stark effect. À paraître dans *Asymptotic Analysis*.
- [P80] An inverse problem of classical mechanics. Proceedings of the Abel Bicentennial Conference (à paraître)
- [P81] R. Novikov, On the determination of a gauge field in  $\mathbf{R}^d$  from its non-abelian Radon transform along oriented straight lines. *Journal of Math. Inst. of Jussieu*, à paraître.
- [P82] D. Robert, Semiclassical results in the linear response theory (with M. Combescure). A paraître à *Annals of Physics* (2003)
- [P83] X. Saint Raymond, Remarks on Gårding inequalities for differential operators, accepté pour publication dans *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa*.

## PRÉPUBLICATIONS

- [1] P. Bolley, T. L. Pham, Réduction au bord d'un problème modèle de Kelvin, soumis pour publication.
- [2] A.M. Charbonnel, C. Anné, Localization of the joint spectrum of several commuting h-pseudodifferential operators with a periodic flow on a given energy level.

- [3] N. Depauw, Non unicité des solutions bornées pour un champ de vecteurs presque  $BV$ , soumis pour publication.
- [4] A. Morame, Magnetic bottles for the Neumann problem: the curvature effects in the case of dimension 3, (avec B. Helffer)
- [5] B. Grébert, Normal form theory for the NLS, livre sous forme préliminaire, 160 pages (avec T. Kappeler et J. Pöschel).
- [6] B. Grébert, Forme normale pour NLS en dimension quelconque, (avec D. Bambusi).
- [7] B. Grébert, Asymptotic of gap length and density of finite gap potentials (avec T. Kappeler et J. Pöschel).
- [8] F. Nicoleau, An inverse scattering problem in a semiclassical process, Rapport de Recherche Université de Nantes 00/04-3, UMR 6629, (avril 2000).
- [9] R. Novikov, On the determination of the Fourier transform of a potential from the scattering amplitude.
- [10] G. Vodev (avec C. Cuevas) Sharp bounds on the number of resonances for conformally compact manifolds with constant negative curvature near infinity, soumis pour publication.
- [11] G. Vodev, High frequency resolvent estimates and energy decay of solutions to the wave equation (avec F. Cardoso)
- [12] G. Vodev, Semi-classical propagation of singularities on Riemannian manifolds without boundary and applications.
- [13] G. Vodev, Local energy decay of solutions to the wave equation for nontrapping metrics.
- [14] G. Vodev, Local energy decay of solutions to the wave equation for short-range potentials.
- [15] P. Topalov, Geodesic compatibility and complete integrability of geodesic flows.
- [16] G. Popov, P. Topalov, An inverse spectral result for Liouville billiard tables.
- [17] X. P. Wang, Asymptotics of resolvents of N-body Schrödinger operators near a threshold, soumis pour publication.
- [18] X. P. Wang, On the existence of the N-body Efimov effect, soumis pour publication.
- [19] X. P. Wang, Semiclassical analysis of a nonlinear eigenvalue problem and non analytic hypoellipticity, (avec B. Helffer and D. Robert).

## 7. SÉJOURS ET CONFÉRENCES À L'EXTÉRIEUR DE NANTES

- D. Ardouin  
Coopération avec l'Institut de Physique Théorique de Francfort (JW Goethe Universität) et le Laboratoire de Physique Subatomique Subatech UMR 6457 Nantes
- J.M. Barbaroux  
– Aout 2000 école d'été " Quantum Field Theory", Sandbjerg manor (Danemark).



- juillet 2000 Colloque: "Quantum Spectra and Dynamics", Haifa/Jerusalem.
- février 2000: Colloque "Coulombic interactions, kinetic equations and asymptotic analysis", C.I.R.M., marseille.
- février 2000: Journées semi-classique, Université de Reims
- Aout 1999 Colloque " Large Coulomb Systems ", Oberwolfach (Allemagne).
- juin 1999: Colloque " Wave phenomena in complex media " Boulder University (USA).
- 3 séjours à l'université Ludwig Maximilian de Munich dans le cadre d'un projet de recherche ACI : 29 oct. au 5 nov. 2000; 28 janv. au 4 fev. 2001; 21 au 28 mars 2001.
- A. Boulkhemair
  - Invitations en Bulgarie, Inde, Suède.
- B. Grébert
  - conférence invitée au congrès NEEDS, Hania 20-30 juin 99, Grèce
  - *janvier 1999* : Conférence au séminaire de systèmes dynamiques de l'Université de Paris 7
  - *mars 1999* : Conférence au séminaire EDP de l'Université de Rennes.
  - *mars 1999* : Conférence au séminaire de mathématiques appliquées de l'Université de Bordeaux.
  - *mai 1999* : Invitation à l'université de Zürich et à l'université de Vienne.
  - *Aout 1999* : Invitation à l'université nationale de Mexico.
  - *novembre 1999* : Invitation à l'université de Zürich.
  - séjour de 4 mois à l'université de Zürich (mars-juin 2000)
  - conférence invitée au Clay Mathematics Institute Symposium and EuroWorkshop on Hamiltonian systems, ICMS, Edinburgh, 21 may-1 june 2001
  - conférence invitée au congrès SPT 2001, Cala Gonone, 6-13 mai 2001
  - conférence invitée au congrès "Perturbative Methods for Partial Differential Equations and Dynamical System", 23-28 octobre 2000, Cagliari.
  - *15 mars 2000-15 juillet 2000* : Semestre sabbatique à l'université de Zürich. *décembre 2000* : Invitation à l'université nationale de Mexico.
  - *février 2001* : Invitation au séminaire d'Orléans.
  - *mai 2001* : Invitation au congrès "Symmetry and Perturbation Theory", 3-13 mai 2001, Cala Gonone (Italie).
  - *mai 2001* : Invitation au Congrès "Analytic techniques for Hamiltonian Mechanics" 21-31 mai 2001 Edimbourg.
  - Octobre 2002 - janvier 2003, professeur invité, Univ. Milan.
- F. Nicoleau
  - Université Paris-Sud ( 05/01/99) : Un problème de diffusion inverse dans le cas des obstacles.
  - Sussex University Brighton (26/04/99) : An inverse scattering problem with the Aharonov-Bohm effect.

- Université de Rennes (Journées Scattering 13/09/01) : Un problème de diffusion inverse avec l'effet Aharonov-Bohm.
- Q-Math8, Mathematical results in quantum mechanics, Taxco, Mexique, décembre 2001 : An inverse scattering problem with the Aharonov-Bohm effect.
- R. Novikov
  - Clausthal (Allemagne), PDE conference, juillet 2000
  - Journées semiclassiques Paris-Nord, janvier 2001
  - St Petersburg (Russie), Dynamical inverse problems conference, 18-22 juin 2001
  - Göteborg (Suède) Second Göteborg conference in harmonic analysis and partial differential equation 4-10 juin 2001
  - Angleterre, Londres, "London Mathematical Society Workshop on Integrable Systems" 16 mai 2002
  - Norvège, Oslo, "Abel Bicentennial Conference 2002" 3-8 juin 2002
  - Courant Institute of Mathematical Sciences, New York, USA 24 avril -3 mai 2001.
- G. Popov
  - Journées équations aux dérivées partielles, Saint-Jean-de-Monts, 31 mai-4 juin 1999
  - Théorie des Résonances, CIRM (Luminy), 14 - 18 juin 1999
  - Systèmes Dynamiques, Cagliari, Italie, octobre, 2000
  - Schrödinger operators, Oberwolfach, mai 2001
  - Workshop: Scattering theory, Vienne, mai 2001
  - Atelier Billards, Montpellier, juin 2001
  - Johns Hopkins University, Baltimore, USA, avril, 2002,
  - University of North Carolina, Chapel Hill, USA, avril, 2002.
- D.Robert
  - Bologne (Italie) conférence APTEX, septembre 1999,
  - Stockholm (Suède), octobre 1999
  - Participation à jury de thèse à KTH (Stockholm), avril 2001.
  - Ulm (Allemagne) : mai 2000
  - Oberwolfach (Allemagne): octobre 2000
  - Vienne (Institut Schrödinger) mai 2001
  - Berkeley (MSRI) mai 2001
  - Taxco, Décembre 2001.
- X. Saint Raymond
  - Conférence invitée à Cortona (Italie) en septembre 1999
  - Conférence à Düsselford, mai 2000.
- G. Vodev
  - octobre 2000–Seminaire "Equations aux dérivées partielles", Univ. marseille.
  - mars 2002–Groupe de travail "Théorie des résonances", Institut Henri Poincaré, Paris.

- mars 2000–Seminaire "Equations aux dérivées partielles", Univ. Recife (Brésil);
- mai 2002–Seminaire "Equations aux dérivées partielles", Univ. Pise (Italie);
- mai 2002–Seminaire "Equations aux dérivées partielles", Polytechnique de Bari (Italie).
- mai 2000–Collogue "Scattering Theory and zeta functions", Univ. Göttingen, Allemagne.
- septembre 2000–Collogue "Resonances and semi-classical problems", Espagne.
- mai 2001–Collogue "Shrödinger operators", Oberwolfach, Allemagne.
- mai 2001–Workshop "Scattering Theory", Shrödinger Institut, Vienne, Autriche.
- Univ. de Pernambuco, Recife, Brésil–février 1999.
- Univ. de Pernambuco, Recife, Brésil–mars 2000.
- Shrödinger Institut, Vienne, Autriche–15 jours en mai 2001.
- Univ. de Pernambuco, Recife, Brésil–février 2002.
- Univ. de Pise, Italie–mai 2002.
- Université de Göttingen (Allemagne), mai 2000.
- X.P. Wang
  - APTEX Conference, Bologna, 09. 1999
  - Vienne, 05.2001
  - Lanzhou, 07.2001
  - Academia Sinica, 08.2001
  - Mittag Leffler Insitute, 10-11.2002

## 8. SÉMINAIRE ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉS PARTIELLES 1999-2001

- 8 octobre 1999, S. Tcheremchantsev (Orléans) Propriétés de propagation du modèle Markovien d'Anderson.
- 15 octobre 1999, G. Panasienko (St Etienne) Homogénéisation : étude asymptotique des milieux hétérogène.
- 22 octobre 1999, C. Le Bris (CERMICS) Trois exemples d'étude mathématique reliés à la chimie quantique.
- 29 octobre 1999, F. Héreau (Nantes) Fonction maximale associée à des symboles d'opérateurs pseudodifférentiels semi-bornés.
- 12 novembre 1999 X.P. Wang (Nantes) Sections efficaces pour la diffusion ion/atome.
- 19 novembre 1999 V. Petkov (Bordeaux) Estimations semi-classiques pour des perturbations captives.
- 26 novembre 1999 R. Del Rio (Mexico) Composition of Herglotz functions and mixed spectra.
- 10 décembre 1999 S. De Bièvre (Lille) Chaos quantique.

- 17 décembre 1999 D. Robert (Nantes) La propagation des observables de Heisenberg. Estimations semi-classiques uniformes en temps.
- 7 janvier 2000 R. Novikov (Nantes) Détermination d'un champ de jauge sur  $R^n$  par sa transformée de Radon non-Abélienne le long des droites orientées.
- 14 janvier 2000 E. Harozov (Sofia, Bulgarie) The Bispectral Problem.
- 21 janvier 2000 F. Klopp (Paris 13) Spectre d'opérateurs quasi-périodiques en dimension 1.
- 28 janvier 2000 J.M. Bouclet (Nantes) Sur la fonction spectrale de perturbations pour des potentiels à longue portée.
- 4 février 2000 N. Lerner (Rennes) Seconde microlocalisation vs théorie des opérateurs. Un exemple simple.
- 11 février 2000 G. Daviau (Nantes) Groupes de jauge et équation de Dirac
- 18 février 2000 C.J. Xu (Rouen) Théorèmes de trace sur la sphère de Heisenberg .
- 3 mars 2000 L. Amour (Reims) Existence, positivité et décroissance en norme  $L_1$  des solutions d'un système parabolique semi-linéaire.
- 10 mars 2000 J.C. Guillot (Paris 13) Hamiltonien de l'électro-dynamique quantique.
- 17 mars 2000 E. Paturel (Dauphine) Modèle de Dirac-Fock pour les atomes et les molécules.
- 24 mars 2000 San Vu-Ngoc (Grenoble) Systèmes intégrables hyperboliques à deux degrés de liberté en limite semiclassique.
- 31 mars 2000 G. Raikov (Sofia) Asymptotique de la densité d'état pour un opérateur magnétique ergodique.
- 7 avril 2000 J.M. Bily (Nantes) Propagation des états cohérents pour des systèmes.
- 14 avril 2000 G. Vodev (Nantes) Bornes exponentielles pour la norme des résolvantes tronquées.
- 5 mai 2000, T. Bouhennache (marseille) Non existence de valeur propre pour des systèmes elliptiques sur un demi cylindre.
- 12 mai 2000 F. Germinet (Lille) Sur un problème de localisation spectrale.
- 19 mai 2000, M. Zerzeri, Majoration du nombre de résonances près de l'axe réel.
- 2 juin 2000, R. Novikov (Nantes) Une formule d'inversion pour la transformation de rayon-X atténué..
- 9 juin 2000, V. Bruneau (Bordeaux) Représentation semi-classique de la fonction spectrale de perturbation.
- 16 juin 2000, T. Suslina(St Ptersbourg, Russie), Absolute continuity of the spectrum of the Schrödinger operator.
- 22 juin 2000, M. Solomyak (Weizmann Institute) On the negative discrete spectrum of a periodic elliptic operator in a waveguide-type domain.
- 13 octobre 2000, R. Krikorian (Ecole Polytechnique) Rigidité différentiable des cocycles quasi-périodiques à valeurs dans  $SL(2, R)$ .

- 27 octobre 2000 P. Roux (Rennes) Scattering à longue portée pour l'équation de Schrödinger.
- 3 novembre 2000, G. Carron (Nantes) Opérateur Dirichlet-to-Neumann et allure en zéro de la fonction de décalage spectrale.
- 10 novembre 2000 B. Grébert (Nantes) Approximation de l'énergie en fonction de la densité pour un modèle de Coulomb périodique.
- 17 novembre 2000 R. Brummelhuis ((Reims) Atomes dans le champ magnétique fort.
- 24 novembre 2000 M. Laurent (Bordeaux) Asymptotique semi-classique dans le cas captif.
- 1er décembre 2000 C. Anné (Nantes) Spectre conjoint et périodicité du flot hamiltonien en calcul semi-classique.
- 8 décembre 2000 P. Topalov (Sofia) Hierarchy of Riemannian structures.
- 15 décembre 2000 D. Robert (Nantes) Remarques sur des solutions asymptotiques de l'équation de Schrödinger dépendant du temps.
- 22 décembre 2000 J.M. Bouclet (Nantes) Distributions spectrales pour des opérateurs perturbés.
- 19 janvier 2001, A. Voros (CEA, Saclay) Quantification exacte pour l'opérateur de Schrödinger 1D polynomial et exemples.
- 26 janvier 2001 G. Popov (Nantes) Spectral inverse billiard problem.
- 2 février 2001 A. Morame (Nantes) Bouteilles magnétiques et supraconductivité.
- 9 février 2001 M. Esteban (Dauphine) Limite non-relativiste des équations de Dirac-Fock.
- 23 février 2001 A. Vasy (MIT) Resolvents and Martin boundaries of product spaces.
- 2 mars 2001 J. Moeller (Orsay) N-body systems with AC-Stark effect : spectral analysis.
- 9 mars 2001 J. Nourrigat (Reims) Exponentielle d'un opérateur en grande dimension.
- 16 mars 2001 A. Joye (Grenoble) Approximation de Born-Oppenheimer dépendant du temps.
- 23 mars 2001 J.C. Yoccoz Attracteurs étranges en dynamique des populations. (Collège de France)
- 30 mars 2001 L. Charles (Dauphine) Approche semiclassique des opérateurs de Toeplitz.
- 20 avril 2001 M. Dambrine (ENS Kerlan) Remarque sur la stabilité des formes critiques.
- 4 mai 2001 D. Sauzin (Institut de mécanique céleste) Stabilité et instabilité pour des hamiltoniens de classe Gevrey
- 11 mai 2001 R. Novikov (Nantes) Scattering inverse à énergie fixée.
- 15 juin 2001 L. Iliev (Sofia) Limit cycles in near integrable polynomial planar Systems.
- 22 juin 2001 B. Grébert (Nantes) Sur un problème spectral inverse pour les systèmes AKNS.