

# 1 Equipe AEDP - Analyse des Equations aux Dérivées Partielles

## 1.1 Présentation de l'équipe

### 1.1.1 Membres de l'équipe

- BERNICOT Frédéric (CR CNRS, HDR)
- BIENAIMÉ Pierre-Yves, (agrégé, rattaché au LMJL)
- BOULKHEMAIR Abdesslam (MCF HDR)
- COULOMBEL Jean-Francois (DR CNRS)
- DEPAUW Nicolas (MCF)
- GREBERT Benoît (PR)
- HELFFER Bernard (PR émérite à Orsay, rattaché au LMJL)
- HERAU Frédéric (PR)
- MORAME Abderemane (MCF HDR)
- NICOLEAU Francois (MCF HDR)
- PATUREL Eric (MCF)
- POPOV Gueorgui (PR)
- ROBERT Didier (PR émérite)
- SAINT-RAYMOND Xavier (PR)
- THOMANN Laurent (MCF HDR)
- VIOLA Joseph (MCF)
- VODEV Georgi (CR CNRS, HDR)
- WANG Xue-Ping (PR)

### 1.1.2 Doctorants et Postdoctorants

- BENOIT Antoine, doctorant (J.-F. Coulombel)
- BOUTHELJA Moudhaffar, doctorant (B. Grébert)
- FREY Dorothee, Post-doc 2014-2015 (F. Bernicot, ANR HAB)
- GOBIN Damien, doctorant (F. Nicoleau)
- HAUS Emmanuele, postdoc 2012 (B. Grébert, ANR Handdy)
- IMEKRAZ Rafik, doctorant 2007-2010 (B. Grébert et E. Paturel)
- JEZEQUEL Tiphaine, ATER 2011-2012
- LI Wei-Xi, postdoc 2011-2012 (X.-P. Wang et F. Hérou, ANR NONAA)
- NOVAK Radek, doctorant (X.P. Wang, thèse en cotutelle avec Prague, codirecteur : D. Krejcirik)
- PIERRE Olivier, doctorant (J.-F. Coulombel)
- ROBBE Virgile, doctorant (F. Hérou)
- ROYER Julien, doctorant 2007-2010 (X.P. Wang)
- SAMOYEAU Valentin, doctorant (F. Bernicot)
- VILACA DA ROCHA Victor, doctorant (B. Grébert et L. Thomann)
- WALLEZ Thomas, doctorant (G. Popov)
- ZHU Lu, doctorant 2012-2014 (X. P. Wang, thèse en cotutelle avec Nanjing, codirecteur H. Yin)

Les anciens doctorants et post-doctorants ont principalement obtenu un poste de chercheur

ou enseignant-chercheur (D. Frey tenure track à Delft, R. Imekraz MCF à Bordeaux, W.-X. Li à Wuhan, J. Royer MCF à Toulouse 3 L. Zhu lecturer (equiv. MCF) à Hohai).

### 1.1.3 Visiteurs

2010: A. Kolotov (Montreal), C. Villegas Blas (Cuernavaca), L. Nedelec (Stanford)  
2011: J. Marzuola (Chapel Hill), J.-M. Fokam (Nigéria), H. Christianson (Chapel Hill)  
2012: Z. Ruan (Nanjing), D. Bambusi (Milan)  
2013: F. Aboud (Diyala), A. Sorrentino (Rome), V. Kovac (Zagreb), J. You (Nanjing),  
M. Williams (Chapel Hill), X. Hou (Wuhan), D. Bambusi (Milan)  
2014: J. Li (Nanjing)  
2015: H. Yin (Nanjing), M. Williams (Chapel Hill), R. Mazzeo (Stanford), A. Grygorian  
(Bielefeld), T. Kappeler (Zurich), D. Bambusi (Milan)

En 2015, les invités sont venus un mois dans le cadre du semestre du labex Lebesgue “EDP et temps long” sur une chaire du Labex Lebesgue.

### 1.1.4 Mouvement de personnels

Arrivées : Frédéric Hérau (Sept. 2010), Joseph Viola (Sept. 2012), Jean-François Coulombel  
(Nov. 2011), Frédéric Bernicot (Jan. 2012)

Départs : Luc Hillairet (Sept. 2012 promotion PR à Orléans), Laurent Thomann (Sept.  
2015, promotion PR à Nancy)

## 1.2 HDR soutenues dans la période [2010-2015]

- Luc Hillairet (Novembre 2011)
- Frédéric Bernicot (Juillet 2013)
- Laurent Thomann (Novembre 2013)

## 1.3 Présentation des activités et des résultats de la recherche

### 1.3.1 Vie de l'équipe

L'équipe d'Analyse des EDP (anciennement “Physique mathématique et EDP”) comprend précisément 18 membres au 1 juin 2015 (5 PR, 1 PR émérite, 1 DR, 7 MCF, 2 CR, 2 rattachés à l'équipe). Deux recrutements d'Enseignants chercheurs ont eu lieu (F. Hérau et J. Viola) et deux personnels CNRS ont été affectés au LMJL (F. Bernicot et J.-F. Coulombel). Par ailleurs deux extérieurs ont été accueillis au sein de l'équipe (B. Helffer actuellement PR émérite à Orsay en demande d'éméritat à Nantes, et P.-Y. Bienaimé, professeur agrégé). Deux MCF ayant soutenu dernièrement leur HDR ont par ailleurs été promus PR en externe ou sont sur le point de l'être (L. Hillairet à Orléans et L. Thomann à Nancy en septembre 2015). Si le nombre d'éléments de l'équipe a augmenté (18 contre 14 à la dernière évaluation), le nombre d'enseignants-chercheurs titulaires est par contre resté stable.

L'équipe se réunit périodiquement pour parler des orientations et activités de l'année (groupes de travail, semestres, cours en M2 recherche de l'année suivante, postes éventuels). Les activités marquantes et ou/récurrentes de ces 5 dernières années sont les suivantes :

**Journées Nantes-Rennes d'analyse :** Cette journée annuelle réunit les chercheurs et enseignants-chercheurs en EDP et analyse numérique des deux sites alternativement à Rennes et Nantes et a lieu en janvier.

**Séminaire hebdomadaire :** Le séminaire a lieu le vendredi à 14H. Une vingtaine d'exposés sont donnés chaque année, principalement par des invités extérieurs et quelques uns par des locaux (doctorants ou permanents).

**Groupes de travail :** Les groupes de travail réunissent environ une dizaine de chercheurs ou enseignants-chercheurs sur un thème. Ces dernières années, quelques groupes de travail inter-équipes sur des thématiques transverses ont également vu le jour. Les groupes de travail organisés par des membres de l'équipe ces dernières années sont les suivants :

- 2012-2013 : groupe de travail pression topologique (avec l'équipe GAG)
- 2013-2014 : groupe de travail analyse/probabilités (avec l'équipe SPAN), en alternance avec le groupe de travail scattering non-linéaire.
- 2014-2015 : groupe de travail quantification (avec GAG et TGA)
- 2014-2015 : groupe de travail entropie (avec TGA, GAG et SPAN)

**Séminaire mensuel de physique mathématique :** Ce séminaire né en 2015 est l'occasion d'inviter des chercheurs en physique et physique mathématique sur des problématiques communes.

**Semestre thématique "EDP et temps long" 2015** Le semestre thématique du labex Lebesgue 2015 a été coordonné par J.-F. Coulombel (coordinateur principal), F. Hérau et V. Duchêne (Rennes 1). Un total de 600 participants sont venus pour l'une des manifestations (2 écoles d'été, 2 conférences internationales couplées avec des GDR, une conférence "jeunes chercheurs", 4 workshop). Six invités d'un mois dont 5 sur Nantes sont venus également à cette occasion. L'ensemble de l'équipe EDP s'est mobilisé pour l'organisation des événements.

### 1.3.2 Bilan scientifique

Durant la période des cinq dernières années (2010–2015), l'équipe a poursuivi ses recherches dans des thèmes historiquement implantés au LMJL (Analyse semi-classique, Théorie KAM et Formes normales, Dispersion ...) et a aussi su s'ouvrir sur de nouvelles thématiques (Analyse Harmonique, EDP hyperboliques, équations cinétiques, liens entre EDP et aléatoire, ...).

**Formes normales** L'étude des formes normales en dimension finie ou infinie est un thème privilégié de l'équipe EDP, autour de B. Grébert, E. Paturel, L. Thomann, ainsi que G. Popov et leurs étudiants

B. Grébert et E. Paturel, en collaboration avec E. Faou ont développé une méthode de forme normale adaptée à certains schémas numériques de résolution d'EDP. De plus, pour des EDPs Hamiltoniennes B. Grébert et E. Faou ont construit une énergie modifiée pour certains schémas numériques, où cette énergie est conservée et permet ainsi d'établir la stabilité de ces schémas. Dans le même ordre d'idées, B. Grébert, D. Bambusi et E.

Faou ont étudié la stabilité du soliton numérique pour NLS et obtenu un théorème de type Nekhoroshev pour NLS.

Avec T. Kappeler, B. Grébert a fini l'écriture d'un livre sur NLS, qui reprend toutes les étapes permettant de démontrer l'existence de variables action-angle globales pour l'équation de Schrödinger non-linéaire sur le cercle. B. Grébert a aussi étudié le cas des formes normales résonantes pour NLS sur le cercle, avec C. Villegas pour le cas cubique, avec E. Paturel et L. Thomann pour le cas quintique et le cas d'un système. Avant son recrutement comme MCF à Bordeaux, R. Imekraz avait étudié dans sa thèse les formes normales pour les oscillateurs quantiques harmoniques (multi-D) et superquadratiques (1D).

G. Popov a construit une forme normale de Birkhoff dans les classes de Gevrey au voisinage de chaque tore invariant de Kronecker dont le vecteur de rotation est diophantien et sans aucune hypothèse de non-dégénérescence. Si l'Hamiltonien appartient à une classe de Gevrey alors la forme normale de Birkhoff est montrée être dans une classe de Gevrey. Cette forme normale implique la stabilité effective de la dynamique près du tore invariant. Elle est utilisée afin de construire une forme normale quantique et des quasi-modes avec un reste exponentiellement petit.

**Théorie KAM** La théorie KAM (Kolmogorov-Arnold-Moser) permet de montrer la persistance de tores invariants sous l'effet de petites perturbations, et est intimement liée à l'obtention successive de formes normales. Quelques développements en dimension finie, infinie et en EDP multi-dimensionnelles ont été obtenus autour de B. Grébert ou G. Popov ces dernières années.

B. Grébert et L. Thomann ont ainsi obtenu un théorème KAM pour l'oscillateur harmonique quantique. Il s'agit du premier résultat de type KAM pour une EDP sur un domaine non borné.

Avec H. Eliasson et S. Kuksin, B. Grébert a également travaillé sur une série de papiers permettant de mieux comprendre comment la théorie KAM peut s'appliquer aux équations aux dérivées partielles multi-dimensionnelles.

Tout récemment, B. Grébert a obtenu un théorème KAM pour l'équation de Klein Gordon sur  $S^2$  ainsi que pour une EDP sur une variété compacte, en l'occurrence KG sur la sphère. De son côté M. Bouthelja a obtenu pendant sa thèse un théorème KAM abstrait et étudié ses applications à l'équation des ondes sur le cercle.

Dans le cadre de la dimension finie, G. Popov a développé une nouvelle méthode qui relie le spectre de l'opérateur de Laplace-Beltrami aux tores invariants KAM du système classique. Cette méthode, basée sur la construction des quasi-modes continus par rapport au paramètre de la déformation, évite la formule de trace et les hypothèses techniques correspondantes. Elle permet aussi d'affaiblir les hypothèses sur l'iso-spectralité (on se permet d'avoir du bruit). La méthode est aussi appliquée dans le cas de certaines déformations continues dans la condition aux limites de Robin sur le bord.

**Estimées dispersives et NLS** Les estimations de type dispersif sont étudiées depuis plusieurs années par G. Vodev dans un cadre linéaire et plus récemment par F. Bernicot et ses collaborateurs et étudiants, en particulier dans un cadre bilinéaire.

F. Bernicot, avec P. Germain (New York) a systématisé (dans une série de 3 articles) l'étude de multiplicateurs de Fourier bilinéaires apparaissant dans la méthode des *résonances espace-temps*, afin d'obtenir une meilleure compréhension des résonances et l'impact sur les propriétés de scattering pour des EDPs dispersives semilinéaires.

F. Bernicot et V. Samoyeau ont initié l'étude de certaines propriétés analytiques d'un semi-groupe de la chaleur; le but est de comprendre comment les estimations de dispersion

pour le groupe de Schrödinger peuvent être caractérisées par des propriétés sur le semi-groupe de la chaleur.

De son côté, G. Vodev a poursuivi ses recherches sur les EDPs linéaires dispersives dans plusieurs directions. Avec F. Cardoso, A. Lassaad et M. Khenissi, il a étudié des problèmes de stabilisation pour les équations des ondes et de Schrödinger. En collaboration avec F. Cardoso et C. Cuevas, des estimées dispersives ont été obtenues pour les équations des ondes et de Schrödinger avec des potentiels électriques.

**Analyse semi-classique et théorie spectrale autoadjointe** L'analyse semi-classique est un thème historique de l'équipe EDP, développée depuis la création du LMJL, autour de D. Robert, X.-P. Wang, B. Helffer (professeur émérite à Orsay mais rattaché à Nantes depuis peu), A. Morame et plus récemment F. Hérau et J. Viola. Ce domaine est encore très actif.

B. Helffer a poursuivi ses recherches sur l'analyse semi-classique des bouteilles magnétiques (en collaboration avec Y. Kordyukov, N. Raymond (Rennes 1) et S. Vu Ngoc (Rennes 1)). Dans ce domaine, F. Hérau, avec V. Bonnaille et N. Raymond a étudié le spectre d'une famille de modèles purement magnétiques et a en particulier établi pour ces modèles les premiers développements BKW connus, avec en ligne de mire l'étude de l'effet tunnel purement magnétique.

B. Helffer continue l'étude de l'énergie de Ginzburg-Landau (avec A. Kachmar), l'analyse de la stabilité pour les équations de Ginzburg-Landau dépendant du temps (avec X. Pan et Y. Almog). Par ailleurs il continue un programme de recherche autour des partitions spectrales minimales et des partitions nodales (avec T. Hoffmann-Ostenhof, V. Bonnaille, P. Bérard), et également celle de problèmes magnétiques issus de la physique du solide (avec P. Kerdelhué et J. Royo-Letellier).

Avec F. Cardoso et C. Cuevas, G. Vodev a obtenu des estimations optimales de la résolvante à haute fréquence et aussi au régime semi-classique pour des perturbations du Laplacien Euclidien avec des potentiels électriques et magnétiques. Avec V. Petkov, il a étudié le comportement asymptotique des valeurs propres du problème de transmission intérieure.

D. Robert a poursuivi l'étude de problèmes aux valeurs propres non linéaires, pour lesquels il s'agit de comprendre la distribution des valeurs propres dans le plan complexe correspondant à un paramètre spectral polynômial. Avec F. Aboud, il a obtenu des résultats asymptotiques et donné une formulation rigoureuse d'un calcul connu en chimie sous le nom de formule de Herman-Kluk.

**Physique mathématique et géométrie** Même si l'étude des problèmes linéaires dans diverses géométries est un thème plus lié à l'équipe analyse globale, ce champ d'étude est encore actif au sein de l'équipe EDP, en particulier dans le cadre de géométries particulières ou bien du problème de la diffusion inverse en relativité générale autour de F. Nicoleau. La physique mathématique non forcément semi-classique est encore au coeur des préoccupations de plusieurs membres de l'équipe (physique statistique, états cohérents...)

Concernant la théorie du problème de la diffusion inverse en relativité générale, F. Nicoleau a poursuivi ses recherches liées aux trous noirs. Les trous noirs ont une existence prédite par la théorie de la relativité générale d'Einstein mais ne peuvent être étudiés que de façon indirecte, par exemple avec une expérience de diffusion : on étudie comment la trajectoire, la lumière des étoiles proches d'un trou noir est modifiée, diffractée. L'objectif

d'un problème de diffusion inverse est donc de savoir si, à partir de ces données de diffraction, on peut caractériser (et si possible reconstruire) la métrique d'un trou noir.

Dans ce cadre, D. Gobin, F. Nicoleau et T. Daudé (Cergy-Pontoise) ont étudié un problème de scattering inverse local dans les trous noirs. D. Gobin a poursuivi en étudiant un problème de scattering inverse pour des champs de Dirac massifs et chargés.

De son côté, A. Morame a étudié avec F. Truc (Grenoble) le spectre (estimations du type Weyl) de certaines variétés hyperboliques non compactes, quand on perturbe son Laplacien par un champ magnétique. Il a travaillé sur l'opérateur de Schrödinger perturbé par un champ de jauge non abélien en régime semi-classique.

Concernant l'étude spectrale fine du spectre du Laplacien dans le cadre de géométries particulières, L. Hillairet a étudié à Nantes avant son départ pour Orléans le cas du triangle autour de considérations liées à la reconstruction de la géométrie connaissant les propriétés spectrales.

De son côté, D. Robert a co-écrit avec M. Combescure une monographie sur les états cohérents et leurs applications, liée à ses travaux effectués dans ce cadre depuis de nombreuses années à Nantes.

**Analyse semiclassique et théorie spectrale non-autoadjointe** L'étude des problèmes spectraux non autoadjoints est un domaine de recherche relativement récent, dans lequel l'équipe EDP et le LMJL ont été moteurs au niveau national et international, avec deux projets ANR blancs consécutifs sur le thème portés à Nantes.

Un des thèmes majeurs développé dans ce cadre est l'étude des propriétés spectrales et du problème d'évolution des opérateurs de type Krammers-Fokker-Planck semi-classiques, correspondant à des modèles statistiques basse température.

Dans ce cadre, F. Héreau, en collaboration avec J. Sjostrand et M. Hitrik, continue l'étude des propriétés spectrales et de structure des opérateurs de type Krammers-Fokker-Planck semiclassique, entamée il y a presque dix ans. Les auteurs ont en particulier obtenu des résultats concernant l'asymptotique fine des valeurs propres exponentiellement petites dans le cas d'un potentiel de Morse multipuits. Dans ce cadre des propriétés de structure de type Witten-Hodge et PT-symétrique ont été établies. Dans cette direction V. Robbe a de son côté étudié des estimations et propriétés similaires pour des opérateurs cinétiques semi-classiques plus généraux non locaux, de type Boltzmann à basse température.

J. Viola, arrivé en 2012 au LMJL comme post-doctorant puis recruté comme MCF, a poursuivi ses recherches dans le domaine des opérateurs non-autoadjoints dans le cas quadratique, et plus généralement autour de la théorie spectrale et des problèmes de structure et d'évolution pour des opérateurs de type Fokker-Planck ou oscillateur harmonique non autoadjoint. Il a également travaillé sur des modèles pour lesquels le caractère non-autoadjoint provient des conditions au bord sur un domaine borné avec P. Siegl et D. Krejcirik.

De son côté, X.P. Wang s'est également intéressé à l'asymptotique en grand temps des solutions de l'équation de Kramers-Fokker-Planck mais avec un potentiel courte-portée et montre par la méthode de scattering que dans ce cas, la distribution spatiale des particules est encore décrite par le Maxwellien, mais leur densité décroît en fonction du temps.

X.-P. Wang étudie également l'opérateur de Schrödinger dissipatif et a obtenu des résultats concernant les valeurs propres, la complétude asymptotique de l'opérateur de diffusion et le comportement en grand temps du semigroupe engendré. Plus récemment, il a démontré des estimations de type Gevrey pour la résolvante au seuil d'une classe d'opérateurs de Schrödinger non-autoadjoints et les utilise pour obtenir la décroissance sous-exponentielle des énergies locales. Les mêmes idées permettent d'étudier les résonances de forme en

limite semiclassique au voisinage du seuil, travail en cours de réalisation en collaboration avec A. Martinez.

B. Helffer continue l'étude de la théorie spectrale des opérateurs non autoadjoints (avec Y. Almog) dans le cadre de problèmes modèles, ou bien dans le cadre d'applications en théorie du contrôle (travail en collaboration avec K. Beauchard, R. Henry et L. Robbiano).

**Interaction avec l'aléa** Ce thème est plutôt récent de l'équipe. L'utilisation de l'aléatoire permet par exemple d'obtenir de meilleures estimations et résultats sur les EDP considérées quand l'aléa intervient dans la condition initiale, ou encore de donner un sens à certaines équations.

Dans ce dernier cadre et très récemment, F. Bernicot et D. Frey, avec I. Bailleul (Rennes 1) ont participé au développement récent de la théorie du *calcul paracontrôlé*. Cette théorie permet de donner un sens à des EDPs singulières (stochastiques), et apparaît comme un analogue de la théorie des *structures de régularité* et *chemins rugueux* de M. Hairer.

L. Thomann a cherché à décrire certaines dynamiques, en mettant de l'aléatoire dans les conditions initiales, suivant les travaux précurseurs de N. Burq et N. Tzvetkov. Cela consiste à munir l'espace des conditions initiales d'une loi de probabilité et de traiter les trajectoires en leur ensemble au lieu de les considérer de façon isolée comme on le fait traditionnellement dans ce type de problème. Avec ces idées, L. Thomann a revisité les arguments classiques d'étude d'EDPs et construit des solutions sous des hypothèses de régularité plus faibles que celles connues jusqu'à présent.

L. Thomann et D. Robert ont étudié avec R. Imékraz (Bordeaux) et A. Poiret (Orsay) des phénomènes de régularisation aléatoire dans les espaces de Sobolev et des applications aux équations de Schrödinger non linéaires. Ils ont travaillé sur les combinaisons aléatoires de fonctions propres d'opérateurs de Schrödinger, en particulier pour l'oscillateur harmonique. De nouvelles estimées  $L^p$  aléatoires ont été obtenues ainsi qu'un surprenant résultat d'unique ergodicité quantique. Des applications ont été obtenues pour les équations de Schrödinger non linéaires dans des cas surcritiques.

**Équations cinétiques** Les équations cinétiques sont un thème également récent de l'équipe EDP, développé avec l'arrivée de F. Hérau. Il s'agit d'un thème permettant une interaction forte avec l'équipe SPAN. Une direction d'étude dans ce domaine est l'analyse semi-classique de l'équation de Fokker-Planck déjà évoquée. Dans un cadre non semi-classique, F. Hérau a étudié, avec W.-X. Li en postdoctorat d'une part puis W.-X. Li et R. Alexandre, les propriétés de régularisation des équations dont le linéarisé est diffusif, et obtenu des résultats globaux et quantitatifs sur l'hypoellipticité pour les modèles de Landau et de Boltzmann sans troncature angulaire.

Avec L. Thomann d'autre part, il a obtenu récemment des résultats d'existence et de retour à l'équilibre sur l'équation de Vlasov-Poisson-Fokker-Planck dans un cadre perturbatif, utilisant des arguments de type hypoellipticité en temps petit.

**Analyse harmonique et applications** L'analyse harmonique est un thème récent en tant que tel de l'équipe, mais est en filigrane de beaucoup de travaux concernant les problèmes d'évolution (diffusion hypoelliptique, dispersion pour NLS) déjà cités, ainsi que plus généralement l'analyse pseudo et paradifférentielle développée il y a quelques années (autour par exemple de la mécanique des fluides par N. Depauw et X. Saint-Raymond, ou encore par A. Boulkhemair autour des modèles non linéaires ou linéaires à coefficients peu réguliers).

En particulier depuis son arrivée à Nantes, F. Bernicot continue ses recherches en Analyse Harmonique, en lien avec ces diverses thématiques. Avec S. Keraani (Lille 1), un résultat d’existence et d’unicité a été obtenu pour Euler 2D, pour lequel la vorticité est estimée dans un espace intermédiaire entre  $L^\infty$  et  $BMO$ . Ce résultat est remarquable puisqu’il n’y a pas de perte de régularité entre la donnée initiale et la solution.

Dans une autre direction, F. Bernicot et D. Frey, avec T. Coulhon (Canberra), ont approfondi la compréhension sur une variété Riemannienne des liens entre régularité du noyau de la chaleur et propriétés géométriques (inégalités de Poincaré, Harnack, régularité elliptique, parabolique, ...) ainsi que la propriété d’algèbre des espaces de Sobolev. De son côté V. Samoyeau étudie dans sa thèse les propriétés dispersives avec perte de dérivée.

A. Boulkhemair et son étudiant P.-Y. Bienaymé ont étudié des équations de type NLS généralisées avec des outils d’analyse microlocale.

**EDP hyperboliques** L’étude des EDP hyperboliques au sein de l’équipe EDP est également un thème nouveau, développée en particulier par J.-F. Coulombel et ses étudiants et collaborateurs. Dans ce cadre, il a poursuivi ses travaux dans deux directions : La construction et la justification de développements asymptotiques haute-fréquence pour les problèmes aux limites hyperboliques d’une part , et d’autre part l’étude de la stabilité de schémas aux différences finies pour ces mêmes problèmes aux limites. Le phénomène caractéristique de ces problèmes est l’amplification des paquets d’ondes lors de leur réflexion sur le bord du domaine d’étude. J.F. Coulombel a justifié de tels phénomènes d’amplification dans des cas linéaires puis faiblement non-linéaires et a étendu la théorie existante pour les EDPs à leurs analogues discrets.

**Autres thématiques** D’autres thèmes connexes aux EDP ont part ailleurs été abordés par les membres de l’équipe. En particulier F. H rau a travaillé sur des conditions au bord de type Ventcel apparaissant dans certaines problématiques numériques d’approximation en mécanique du solide (conditions de transparence). A. Boulkhemair continue une série de travaux en optimisation de forme et en analyse convexe.

### 1.3.3 Bibliographie de l’équipe

#### Publications

#### References

- [1] F. Aboud et **D. Robert** , Asymptotic expansion for non-linear eigenvalue problems, *Journal de Mathématiques Pures et Appliquées*, **93**, (2014), 149–162.
- [2] L. Aloui, M. Khenissi et **G. Vodev**, Smoothing effect for the regularized Schrödinger equation with non controlled orbits, *Commun. Partial Diff. Equations* **38** (2013), 265–275.
- [3] P. Albin, H. Christianson, J. Marzuola et **L. Thomann**, Construction of nonlinear quasimodes near elliptic periodic orbits, *Physica D : Nonlinear Phenomena* **241**, (2012), no. 4, 409–425.
- [4] A. Aleman et **J. Viola**, Singular-value decomposition of solution operators to model evolution equations, *International Mathematics Research Notices*, (2014).
- [5] Y. Almog et **B. Helffer**, Global stability of the normal state of superconductors in the Presence of a strong electric current, *Comm. Math. Phys.*, **330** (2014), 1021–1094.



- [6] Y. Almog et **B. Helffer**, On the spectrum of non-selfadjoint Schrödinger operators with compact resolvent. arXiv:1410.5122. A paraître *Comm. PDEs*.
- [7] D. Bambusi, E. Faou et **B. Grébert** Existence and stability of ground states for fully discrete approximations of the nonlinear Schrödinger equation, *Numer. Math.* **123** (2013),461–492.
- [8] K. Beauchard, **B. Helffer**, R. Henry et L. Robbiano. Degenerate parabolic operators of Kolmogorov type with a geometric control condition. A paraître *ESAIM:COCV*.
- [9] **A. Benoit** , Geometrics optics expansions for linear hyperbolic boundary value problems and optimality of energy estimates for surfaces waves, *Differential and Integral Equations* **27**, (2014), 531–562.
- [10] **A. Benoit** , Finite speed of propagation in the WR class, *Communications in Pure and Applied Analysis* **13**, (2014),2351–2358.
- [11] A. Benyi, **F. Bernicot**, D. Maldonado, V. Naibo et R. Torres, On the Hörmander classes of bilinear pseudodifferential operators II, *Indiana Univ. Math.* **62** (2013), 1733–1764.
- [12] S. Benzoni-Gavage et **J.-F. Coulombel**, On the amplitude equations for weakly nonlinear surface waves, *Archive for Rational Mechanics and Analysis* **205**, (2012), 871–925.
- [13] S. Benzoni-Gavage, **J.-F. Coulombel** et N. Tzvetkov, Ill-posedness of nonlocal Burgers equations, *Advances in Mathematics* **227**, (2011), 2220–2240.
- [14] P. Bérard et **B. Helffer**, Remarks on the boundary set of spectral equipartitions. *Phil. Trans. R. Soc. A* 372:20120492 (2013).
- [15] **F. Bernicot**, Multi-frequency Calderón-Zygmund analysis and connexion to Bochner-Riesz multipliers, *Contemporary Mathematics* **612** (2014), 29–43.
- [16] **F. Bernicot**, T. Elgindi et S. Keraani, On the inviscid limit of the 2D Euler equations with vorticity along the  $(L^\alpha MO)_\alpha$  scale, *Ann. I. H. Poincaré - AN* (2015).
- [17] **F. Bernicot** et D. Frey, Pseudo-differential operators on a metric spaces, *J. Fourier Anal. Appl.* **20** (2014), no. 1, 91–118.
- [18] **F. Bernicot**, L. Grafakos et Y. Zhang, The Fourier transform of multiradial functions, *Monatsh. Math.* **175** (2014), no. 1, 43–64.
- [19] **F. Bernicot**, L. Grafakos, L. Song et L.X. Yan, Boundedness of bilinear multipliers and applications to bilinear Bochner-Riesz means, *J. Anal. Math.* (2015).
- [20] **F. Bernicot** et V. Kovač, Sobolev norm estimates for a class of bilinear multipliers, *Commun. Pure Appl. Anal.* **13** (2014), no. 3, 1305–1315.
- [21] **F. Bernicot** et P. Germain, Boundedness of bilinear multipliers whose symbols have a narrow support, *J. Anal. Math.* **119** (2013), 165–212.
- [22] **F. Bernicot** et P. Germain, Bilinear dispersive estimates via space-time resonances. Part I : the one dimensional case, *Anal. PDE* **6** (2013), no. 3, 687–722.
- [23] **F. Bernicot** et P. Germain, Bilinear dispersive estimates via space-time resonances, part II: dimensions 2 and 3, *Arch. Rational Mech. Anal.* **214** (2014), no. 2, 617–669.
- [24] **F. Bernicot** et S. Keraani, On the global well-posedness of the 2D Euler equations for a large class of Yudovich type data, *Ann. Sci. Éc. Norm. Supér. (4)* **47** (2014), no. 3, 559–576.
- [25] **F. Bernicot** et S. Keraani, Sharp constants for composition with a bi-Lipschitz measure-preserving map, *Math. Res. Lett.* **21** (2014), 937–952.
- [26] **F. Bernicot**, D. Maldonado, K. Moen et V. Naibo, Bilinear Sobolev-Poincaré inequalities and Leibniz-type rules, *J. Geom. Anal.* **24** (2014), 1144–1180.
- [27] **F. Bernicot** et El M. Ouhabaz, Restriction estimates via the derivatives of the heat

- semigroup and connexion with dispersive estimates, *Math. Res. Lett.* **20** (2013), no. 6, 1047–1058.
- [28] **F. Bernicot** et Y. Sire, Propagation of low regularity for solutions of nonlinear PDEs on a Riemannian manifold with a sub-Laplacian structure, *Ann. I. H. Poincaré - AN* **30** (2013), 935–958.
- [29] V. Bonnaillie-Noël, D. Brancherie, M. Dambrine, **F. Hérau**, S. Tordeux et G. Vial, Multiscale expansion and numerical approximation for surface defects, *ESAIM Proc.* **33** (2011), 22–35.
- [30] V. Bonnaillie-Noël, M. Dambrine, **F. Hérau** et G. Vial, On generalized Ventcel’s type boundary conditions for Laplace operator in a bounded domain, *SIAM J Math. Anal.* **42**, no 2 (2010), 931–945.
- [31] V. Bonnaillie-Noël, M. Dambrine, **F. Hérau** et G. Vial, Artificial conditions for the linear elasticity equations, *Math. of Comp.* **84**, no 94, (2015), 1599–1632.
- [32] V. Bonnaillie-Noël, **B. Helffer**, On spectral minimal partitions : the disk revisited. Annals of the University of Bucharest. Mathematical series (2013).
- [33] V. Bonnaillie-Noël, **B. Helffer**, A la découverte des partitions minimales. Images des Mathématiques (2013).
- [34] J.-F. Bony, **F. Hérau** et L. Michel, Tunnel effect for semiclassical random walk, *Anal PDE.* **8** (2015), 289–332.
- [35] **A. Boulkhemair**, Géométrie symplectique et analyse microlocale, *Algèbre, dynamique et analyse pour la géométrie : Aspects récents*, Editions Ellipses, 2010, 205–231.
- [36] **A. Boulkhemair** et A. Chakib, On a shape derivative in shape optimization, *Dokl. Nats. Akad. Nauk Azerb.* **68** (2012), no. 1, 31–38.
- [37] **A. Boulkhemair**, A. Chakib et A. Nachaoui, A shape optimization approach for a class of free boundary problems of Bernoulli type, *Applications of Mathematics* **58**, (2013), 205–221.
- [38] **A. Boulkhemair** et A. Chakib, On a shape derivative with respect to convex domains, *Journal of Convex Analysis* **21**, (2014), 67–87.
- [39] N. Burq, **L. Thomann** et N. Tzvetkov, Long time dynamics for the one dimensional non linear Schrödinger equation, *Annales de l’Institut Fourier* **63**, no. 6 (2013), 2137–2198.
- [40] N. Burq, **L. Thomann** et N. Tzvetkov, Global infinite energy solutions for the cubic wave equation, *Bulletin de la Société Mathématique de France*, À paraître.
- [41] F. Cardoso, C. Cuevas et **G. Vodev**, High frequency dispersive estimates for the Schrödinger equation in high dimensions, *Asymptot. Analysis* **71** (2011), 207–225.
- [42] F. Cardoso, C. Cuevas et **G. Vodev**, High frequency resolvent estimates for perturbations by large long-range magnetic potentials and applications to dispersive estimates, *Ann. Henri Poincaré* **14** (2013), 95–117.
- [43] F. Cardoso, C. Cuevas et **G. Vodev**, Resolvent estimates for perturbations by large magnetic potentials, *J. Math. Phys.*, **55**, (2014).
- [44] F. Cardoso, C. Cuevas et **G. Vodev**, Semi-classical dispersive estimates, *Math. Z.*, **278** (2014), 251–277.
- [45] F. Cardoso et **G. Vodev**, Boundary stabilization of transmission problems, *J. Math. Phys.*, **51**, (2010).
- [46] F. Cardoso et **G. Vodev**, Optimal dispersive estimates for the wave equation with  $C^{\frac{n-3}{2}}$  potentials in dimensions  $4 \leq n \leq 7$ , *Commun. Partial Diff. Equations* **37** (2012), 88–124.

- [47] M. Combes et **D. Robert**, Coherent States and Applications in Mathematical Physics, *Springer, TMP*, (2012), 420 pages.
- [48] H. Cornean, S. Fournais, R. Frank et **B. Helffer**. Sharp trace asymptotics for a class of 2D-magnetic operators, *Annales Institut Fourier*, **63** no. 6 (2013), 2457-2513. (arXiv:1108.0777)
- [49] **J.-F. Coulombel**, Stability of finite difference schemes for hyperbolic initial boundary value problems II, *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* **X**, (2011), 37–98
- [50] **J.-F. Coulombel**, The hyperbolic region for hyperbolic boundary value problems, *Osaka Journal of Mathematics* **48**, (2011), 457–469.
- [51] **J.-F. Coulombel**, Stability of finite difference schemes for hyperbolic initial boundary value problems, *Nonlinear hyperbolic PDEs, dispersive and transport equations: analysis and control*, American Institute of Mathematical Sciences, (2011), 97–225.
- [52] **J.-F. Coulombel**, On the strong stability of finite difference schemes for hyperbolic systems in two space dimensions, *Calcolo* **51**, (2014), 97–108.
- [53] **J.-F. Coulombel** et A. Gloria, Semigroup stability of finite difference schemes for multidimensional hyperbolic initial boundary value problems, *Mathematics of Computation* **80**, (2011), 165–203.
- [54] **J.-F. Coulombel**, T. Goudon, P. Lafitte et C. Lin, Analysis of large amplitude shock profiles for non-equilibrium radiative hydrodynamics: formation of Zeldovich spikes, *Shock waves* **22**, (2012), 181–197.
- [55] **J.-F. Coulombel** et O. Guès, Geometric optics expansions with amplification for hyperbolic boundary value problems: linear problems, *Annales de l'Institut Fourier* **60**, (2010), 2183–2233.
- [56] **J.-F. Coulombel**, O. Guès et M. Williams, Resonant leading order geometric optics expansions for quasilinear hyperbolic fixed and free boundary value problems, *Communications in Partial Differential Equations* **36**, (2011), 1797–1859.
- [57] **J.-F. Coulombel**, A. Morando, P. Secchi et P. Trebeschi, A priori estimates for 3D incompressible current-vortex sheets, *Communications in Mathematical Physics* **311**, (2012), 247–275.
- [58] **J.-F. Coulombel** et M. Williams, Nonlinear geometric optics for reflecting uniformly stable pulses, *Journal of Differential Equations* **255**, (2013), 1939–1987.
- [59] **J.-F. Coulombel**, O. Guès et M. Williams, Semilinear geometric optics with boundary amplification, *Analysis and PDE* **7**, (2014), 551–625.
- [60] **J.-F. Coulombel**, O. Guès et M. Williams, Singular pseudodifferential calculus for wavetrains and pulses, *Bulletin de la Société Mathématique de France* **142**, (2014), 719–776.
- [61] **J.-F. Coulombel** et M. Williams, Amplification of pulses in nonlinear geometric optics, *Journal of Hyperbolic Differential Equations* **11**, (2014), 749–793.
- [62] T. Daudé et **F. Nicoleau**, Inverse scattering in (de Sitter)-Reissner-Nordström black hole spacetimes, *Rev. Math. Phys.*, **22** (4), (2010), 431–484.
- [63] T. Daudé et **F. Nicoleau**, Inverse scattering at fixed energy in de Sitter-Reissner-Nordström black holes, *Annales Henri Poincaré*, **12**, (2011), 1–47.
- [64] T. Daudé et **F. Nicoleau**, Direct and inverse scattering at fixed energy for massless charged Dirac fields by Kerr-Newman-de Sitter black holes, *Memoirs of the AMS* (2015).
- [65] E. Faou et **B. Grébert**, Quasi-invariant modified Sobolev norms for semilinear reversible PDEs, *Nonlinearity* **23** (2010), 429–443.

- [66] E. Faou et **B. Grébert** Hamiltonian interpolation of splitting approximations for nonlinear PDEs, *Found. Comput. Math.*, **11** (2011), 381–415.
- [67] E. Faou et **B. Grébert**, A Nekhoroshev-type theorem for the nonlinear Schrödinger equation on the torus, *Anal. PDE* **6** (2013), 1243–1262.
- [68] E. Faou, **B. Grébert** et **E. Paturel**, Birkhoff normal form for splitting methods applied to semilinear Hamiltonian PDEs. Part I. Finite dimensional discretization, *Numer. Math.* **114** (2010), 429–458.
- [69] E. Faou, **B. Grébert** et **E. Paturel**, Birkhoff normal form for splitting methods applied to semilinear Hamiltonian PDEs. Part II. Abstract splitting, *Numer. Math.* **114** (2010), 459–490.
- [70] **D. Gobin**, Inverse scattering at fixed energy for massive charged Dirac fields in de Sitter-Reissner-Nordström black holes, *Inverse Problems*, **31**, (2015).
- [71] **B. Grébert**, T. Jézéquel et **L. Thomann**, Dynamics of Klein-Gordon on a compact surface near an homoclinic orbit, *Discrete and Continuous Dynamical Systems. Series A* **34**, (2014), no. 9, 3485–3510.
- [72] **B. Grébert**, T. Jézéquel et **L. Thomann**, Stability of large periodic solutions of Klein-Gordon near a homoclinic orbit, *Journal of Nonlinear Science* **25**, (2015), no. 2, 371–388.
- [73] **B. Grébert** et Th. Kappeler, The defocusing NLS equation and its normal form, *EMS Series of Lectures in Mathematics*, 2014, 166 pages.
- [74] **B. Grébert**, **É. Paturel** et **L. Thomann**, Beating effects in cubic Schrödinger systems and growth of Sobolev norms, *Nonlinearity* **26**, (2013), 1361–1376.
- [75] **B. Grébert**, **É. Paturel** et **L. Thomann**, Modified scattering for the cubic Schrödinger equation on product spaces: the nonresonant case, *Math. Res. Letters*, arXiv:1502.07699.
- [76] **B. Grébert** et **L. Thomann**, KAM for the quantum harmonic oscillator, *Communications in Mathematical Physics* **307**, (2011), no. 2, 383–427.
- [77] **B. Grébert** et **L. Thomann**, Resonant dynamics for the quintic non linear Schrödinger equation, *Annales de l'Institut Henri Poincaré. Analyse Non Linéaire* **29**, (2012), no. 3, 455–477.
- [78] **B. Grébert** et C. Villegas-Blas, On the energy exchange between resonant modes in nonlinear Schrödinger equations, *Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire* **28** (2011), 127–134.
- [79] Z. Hani et **L. Thomann**, Asymptotic behavior of the nonlinear Schrödinger equation with harmonic trapping, 40 pages, *Communications on Pure and Applied Mathematics*, À paraître.
- [80] E. Haus et **L. Thomann**, Dynamics on resonant clusters for the quintic non linear Schrödinger equation, *Dynamics of Partial Differential Equations* **10** (2013), no. 2, 157–169.
- [81] **B. Helffer**, Spectral theory and its applications. *Cambridge University Press* (2013).
- [82] **B. Helffer**, On non self-adjoint spectral problems occurring in superconductivity. Survey pour des proceedings de l'ICAAM 2013. A paraître.
- [83] **B. Helffer**, T. Hoffmann-Ostenhof, On a magnetic characterization of spectral minimal partitions, *Journ. Eur. Math. Soc.* **15** (2013), 2081–2092.
- [84] **B. Helffer**, T. Hoffmann-Ostenhof, Minimal partitions for anisotropic tori, *J. Spectr. Theory* **4** (2014), 221–233.
- [85] **B. Helffer**, A. Kachmar, The Ginzburg-Landau functional with a vanishing mag-

- netic field, *Arch. Ration. Mech. Anal.* (in press).
- [86] **B. Helffer**, P. Kerdelhué et J. Royo-Letelier, Chamber’s formula for the graphene and the Hou model with kagome periodicity and applications, A paraître à *Annales Henri-Poincaré* (2015).
  - [87] **B. Helffer**, M. Persson-Sundqvist, Nodal domains in the square—the Neumann case, A paraître dans *Moscow Mathematical Journal* (2015)
  - [88] **B. Helffer**, Y. Kordyukov, Eigenvalue estimates for a three-dimensional magnetic Schrödinger operator, *Journal of Asymptotic Analysis*, Volume 82, N1-2 (2013) p. 65-89.
  - [89] **B. Helffer**, Y. Kordyukov, Semi-classical spectral asymptotics for a two-dimensional magnetic Schrödinger operator, *Annales Henri Poincaré*, A paraître .
  - [90] **B. Helffer**, K. Pankrashkin, Tunneling between corners for Robin Laplacians, *Journal of the London Mathematical Society* (2015).
  - [91] **F. Hérau**, Hypoelliptic estimates for some linear diffusive kinetic equations, *AEDP Proc.* (2011).
  - [92] **F. Hérau**, M. Hitrik et J. Sjostrand, Tunnel effect and symmetries for Kramers Fokker-Planck type operator, *J. Inst. Math. Jussieu*, **10** (2011), 125–154.
  - [93] **F. Hérau**, M. Hitrik et J. Sjostrand, Supersymmetric structures for second order differential operators, *Algebra i analiz* **25** (2013), 125–154.
  - [94] **F. Hérau** et **W.-X. Li**, Global hypoelliptic estimates for Landau-type operators with external potential, *Kyoto J. Math.* **53** (2013), 533–565.
  - [95] **F. Hérau** et K. Pravda-Starov, Anisotropic hypoelliptic estimates for Landau-type operators, *J. Math. Pures Appl.* **95** (2011), 513–552.
  - [96] M. Hitrik et J. Sjöstrand, **J. Viola**, Resolvent estimates for elliptic quadratic differential operators, *Analysis & PDE* **6(1)**, (2013), 181–196.
  - [97] X. Hou et **G. Popov**, Rigidity of the Reducibility of Gevrey Quasi-periodic Cocycles on  $U(n)$ , *Bulletin de la SMF* (2015).
  - [98] R. Imekraz, **D. Robert** et **L. Thomann**, On random Hermite series, *Transactions of the American Mathematical Society*, À paraître.
  - [99] X.Y. Jia, **F. Nicoleau**, **X.P. Wang**, A new Levinson’s theorem for potentials with critical decay, *Annales Henri Poincaré*, **13**, (2012) 41–84.
  - [100] C. Lin et **J.-F. Coulombel**, The strong relaxation limit of the multidimensional Euler equations, *Nonlinear Differential Equations and Applications* **20**, (2013), 447–461.
  - [101] T. Mitev et **G. Popov**, Gevrey Normal Form and Effective Stability of Lagrangian Tori, *Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series S* **3** (2010), 643–666.
  - [102] **A. Morame** et F. Truc, Eigenvalues of Laplacian with constant magnetic field on non compact hyperbolic surfaces with finite area, *Letters in Math. Physics*, **97**, (2011), 203–211.
  - [103] **A. Morame** and F. Truc, On the counting function of the embedded eigenvalues for some manifold with cusps, and magnetic Laplacian, *Mathematical Research Letters*, **19** (2012), 417–429.
  - [104] V. Petkov et **G. Vodev**, Asymptotics of the number of the interior transmission eigenvalues, *J. Spectral Theory*, (2015).
  - [105] A. Poiret, **D. Robert** et **L. Thomann**, Probabilistic global well-posedness for the supercritical nonlinear harmonic oscillator, *Analysis & PDE* **7**, (2014), no. 4, 997–1026.
  - [106] A. Poiret, **D. Robert** et **L. Thomann**, Random weighted Sobolev inequalities on

- $\mathbb{R}^d$  and application to Hermite functions, *Annales Henri Poincaré* **16**, (2015), no. 2, 651–689.
- [107] **G. Popov** et P. Topalov, On the integral geometry of Liouville billiard tables, *Comm. Math. Phys.* **303** (2011), no. 3, 721–759.
- [108] **G. Popov** et P. Topalov, Invariants of isospectral deformations and spectral rigidity, *Comm. Partial Differential Equations* **37** (2012), no. 3, 369–446.
- [109] **D. Robert**, La Cohérence dans tous ses états, *La Gazette des Mathématiciens*, **132**, (2012), 16–45.
- [110] **D. Robert**, Sur les traces d’opérateurs, de Grothendieck à Lidskii, *La Gazette des Mathématiciens* **141**, (2014), 76–91.
- [111] **D. Robert** et **L. Thomann**, Random weighted Sobolev inequalities and application to quantum ergodicity, *Communications in Mathematical Physics* **335**, (2015), no. 3, 1181–1209.
- [112] **D. Robert** et **L. Thomann**, On random weighted Sobolev inequalities on  $\mathbb{R}^d$  and applications, *Contemporary Mathematics*, À paraître.
- [113] E. Skibsted et **X.P. Wang** Two-body threshold spectral analysis, the critical case. *J. Funct. Analysis*, 260(6) (2011), pp. 1766-1794.
- [114] **L. Thomann**, A remark on the Schrödinger smoothing effect, *Asymptotic Analysis* **69**, (2010), no. 1-2, 117–123.
- [115] **L. Thomann**, Low regularity for a quadratic Schrödinger equation on the circle, *Differential and Integral Equations* **24**,(2011), no. 11-12, 1073–1092.
- [116] **L. Thomann** et N. Tzvetkov, Gibbs measure for the periodic derivative nonlinear Schrödinger equation, *Nonlinearity* **23**, (2010), 2771–2791.
- [117] **J. Viola**, Resolvent estimates for non-selfadjoint operators with double characteristics, *Journal of the London Mathematical Society. Second Series*, **85(1)** (2012), 41–78.
- [118] **J. Viola**, Non-Elliptic Quadratic Forms and Semiclassical Estimates for Non-selfadjoint Operators, *International Mathematics Research Notices* **2013(20)** (2013), 4615–4671.
- [119] **J. Viola**, Spectral projections and resolvent bounds for partially elliptic quadratic differential operators, *Journal of Pseudo-Differential Operators and Applications*, **4(2)** (2013), 145–221.
- [120] **G. Vodev**, Semi-classical resolvent estimates for Schrödinger operators, *Asymptotic Anal.* **81** (2013), 157–170.
- [121] **G. Vodev**, Semi-classical resolvent estimates and regions free of resonances, *Math. Nachr.* **287** (2014), 825–835.
- [122] **G. Vodev**, Resolvent estimates for the magnetic Schrödinger operator, *Anal. PDE* **7** (2014), 1639–1648.
- [123] **G. Vodev**, Transmission eigenvalue-free regions, *Comm. Math. Phys.*, **336** (2015), 1141–1166.
- [124] **X.P. Wang**, Number of complex eigenvalues of dissipative Schrödinger operators under perturbation, *J. Math. Pure Appl.*, 96(5) (2011), 409-422.
- [125] **X.P. Wang**, Zero-threshold resolvent asymptotics of three-body Schrödinger operators, *Few-body Systems*, Special issue on Efimov Physics, 51 (2011), 181-189.
- [126] **X.P. Wang**, Uniform time-decay of semigroups of contraction, *Int. Eq. and Op. Th.*, 73 (2012), no. 1, 3-4.
- [127] **X.P. Wang** Time-decay of semigroups generated by dissipative Schrödinger operators, *J. Differential Equations*, 253 (2012), no. 12, 3523-3542.

- [128] **X.P. Wang** et Lu Zhu, On the wave operator for dissipative potentials with small imaginary part, *Asymptotic Analysis*, 86(2014), 49-57.
- [129] **X.P. Wang**, Large-time asymptotics of solutions to the Kramers-Fokker-Planck equation with a short-range potential, *Commun. in Math. Phys.*, 336 (2015), no. 3, 1435–1471

## 1.4 Prépublications

## References

- [1] A. Aleman et **J. Viola**, On weak and strong solution operators for evolution equations coming from quadratic operators, *arXiv:1409.1262*.
- [2] R. Alexandre, **F. Hérau** et **W.-X. Li**, Global hypoelliptic and symbolic estimates for the linearized Boltzmann operator without angular cutoff, (2014).
- [3] I. Bailleul et **F. Bernicot**, Heat semigroup and singular PDEs, *submitted* (2015).
- [4] **F. Bernicot** et **V. Samoyeau**, Dispersive estimates with loss of derivatives via the heat semigroup and the wave operators, *Submitted* (2014).
- [5] **F. Bernicot**, T. Coulhon et D. Frey, Gaussian heat kernel bounds through elliptic Moser iteration, *Submitted* (2014).
- [6] **F. Bernicot** et J. Venel, Sweeping process by prox-regular sets in Riemannian Hilbert manifolds, *submitted* (2015).
- [7] **F. Bernicot**, T. Coulhon et D. Frey, Sobolev algebras through heat semigroup, *submitted* (2015).
- [8] **A. Boulkhemair**, On a shape derivative formula in the Brunn-Minkowski theory (2015).
- [9] P. Bérard, **B. Helffer**, A. Stern’s analysis of the nodal sets of some families of spherical harmonics revisited, *ArXiv:1407.5564*.
- [10] P. Bérard, **B. Helffer**, On the number of nodal domains of the 2D isotropic quantum harmonic oscillator– an extension of results of A. Stern, *ArXiv:1409.2333*.
- [11] P. Bérard, **B. Helffer**, Pleijel’s theorem for the equilateral torus and the equilateral triangle, *arXiv:1503.00117*.
- [12] V. Bonnallie-Noël, **B. Helffer**, Nodal and spectral partitions. Chapitre d’un livre en préparation édité par A. Henrot.
- [13] V. Bonnallie-Noël, **F. Hérau** et N. Raymond, Magnetic WKB constructions, (2014).
- [14] V. Bonnallie-Noël, **F. Hérau** et N. Raymond, Semiclassical tunneling and magnetic flux effects on the circle, (2015).
- [15] N. Burq, **L. Thomann** et N. Tzvetkov, Remarks on the Gibbs measures for nonlinear dispersive equations, *arXiv:1412.7499*.
- [16] T. Daudé, **D. Gobin** et **F. Nicoleau**, Local inverse scattering at fixed energy in spherically symmetric asymptotically hyperbolic manifolds, (2013).
- [17] T. Daudé, N. Kamram et **F. Nicoleau**, Inverse scattering at fixed energy on asymptotically hyperbolic Liouville surfaces, *arXiv:1409.6229*.
- [18] T. Daudé et **F. Nicoleau**, Local inverse scattering at a fixed energy for radial Schrödinger operators and localization of the Regge poles, *arXiv:1502.02276*.
- [19] L.H. Eliasson, **B. Grébert** et S.B. Kuksin, KAM for the nonlinear beam equation 1: small-amplitude solutions.
- [20] L.H. Eliasson, **B. Grébert** et S.B. Kuksin, KAM for the nonlinear beam equation 2: a normal form theorem.

- [21] P. Germain, Z. Hani et **L. Thomann**, On the continuous resonant equation for NLS: I. Deterministic analysis, arXiv:1501.03760.
- [22] P. Germain, Z. Hani et **L. Thomann**, On the continuous resonant equation for NLS: II. Statistical study, arXiv:1502.05643.
- [23] **B. Grébert**, KAM for KG on  $\mathbb{S}^2$  and for the quantum harmonic oscillator on  $\mathbb{R}^2$ .
- [24] **B. Helffer**, Lower bound for the number of critical points of minimal spectral  $k$ -partitions for  $k$  large. ArXiv:1504.01015.
- [25] **B. Helffer**, A. Kachmar, From constant to non-degenerately vanishing magnetic fields in superconductivity, ArXiv:1503.08529.
- [26] **B. Helffer**, A. Kachmar, Eigenvalues for the Robin Laplacian in domains with variable curvature, ArXiv:1411.2700.
- [27] **F. Hérau** et **L. Thomann**, On global existence and trend to the equilibrium for the Vlasov-Poisson-Fokker-Planck system with exterior confining potential, (2015).
- [28] D. Krejčířík, P. Siegl, M. Tater et **J. Viola**, Pseudospectra in non-Hermitian quantum mechanics, arXiv:1402.108.
- [29] B. Mityagin, P. Siegl et **J. Viola**, Differential operators admitting various rates of spectral projection growth, ArXiv:1309.3751.
- [30] **A. Morame** and F. Truc, Semiclassical analysis for a Schrödinger operator with a  $U(2)$  artificial gauge: the periodic case, arXiv:1401.6447.
- [31] **D. Robert** Time Evolution of States for Open Quantum Systems. The quadratic case, arXiv:1208.1598.

## 1.5 Actes de conférence

### References

- [1] P. Bérard and **B. Helffer**, Dirichlet eigenfunctions of the square membrane: Courant's property, and A. Stern's and Å. Pleijel's analyses. arXiv:14026054. A paraître dans les proceedings du colloque en l'honneur de M.S. Baouendi.
- [2] **B. Helffer**, T. Hoffmann-Ostenhof. A review on large  $k$  minimal spectral  $k$ -partitions and Pleijel's Theorem. Proceedings of the congress in honour of J. Ralston (2013). *Contemporary Mathematics*, Vol. 640 (in press).
- [3] **B. Helffer**, Y. Kordyukov, Semi-classical spectral asymptotics for a magnetic Schrödinger operator with non-vanishing magnetic field. Proceedings of Bialowiesza (XXXIII Workshop on Geometric Methods in Physics 2013, *Trends in mathematics*, 259-278 (Birkhäuser).
- [4] F.H. Lin, **X.P. Wang** et P. Zhang, *Lectures on the analysis of nonlinear partial differential equations. Part 2. Morningside Lectures in Mathematics, 2*. International Press, Somerville, MA; Higher Education Press, Beijing, 2012. viii+331 pp. ISBN: 978-1-57146-238-1
- [5] F.H. Lin, **X.P. Wang** et P. Zhang, *Lectures on the Analysis of Nonlinear Partial Differential Equations Part 1. Morningside Lectures in Mathematics, 1*. Higher Education Press, Beijing, 2012. iv+317 pp. ISBN: 978-1-57146-235-0

## 1.6 Rayonnement et attractivité académique

### 1.6.1 Conférences internationales (avec titre de la conférence)

Année 2010 :



- B. Grébert, Workshop IRISA, Dinard, Janvier 2010.
- J.F. Coulombel, *Treizième conférence internationale sur les problèmes hyperboliques*, Pékin, Juin 2010.
- F. Hérau, *Workshop*, Lund (Suède), Juin 2010.
- X.P. Wang, Quatrième rencontre ANR NONAa, Reims, Juin 2010.
- X.P. Wang, *International Conference in PDE in honor of Wu Xinmei*, Pékin, Juillet 2010.
- F. Hérau, G. Vodev *2nd Math. conference*, Kairouan (Tunisie), Novembre 2010.
- X.P. Wang, ESF Exploratory Workshop *Mathematical aspects of the physics with non-self-adjoint operators*, Prague, 2010.

Année 2011 :

- B. Grébert, Workshop *Advanced Numerical Studies in Nonlinear PDE*, Edimbourg, Janvier 2011.
- L. Thomann, Colloque *GDR Dynamique Quantique*, Orléans, Février 2011.
- F. Hérau, Workshop *Math. Challenges in Mol. Dynamics*, Londres, Mars 2011.
- F. Nicoleau, Colloque *Resonances et scattering en relativité générale*, Dijon, Mars 2011.
- B. Grébert, Congrès *Hamiltonian and dispersive PDEs*, Ravello, Mai 2011.
- F. Hérau, workshop ANR Methchaos, Peyresq (France), juin 2011
- B. Grébert, E. Paturol, L. Thomann, Conférence *KAM and geometric integration*, Banff, Juin 2011.
- J.F. Coulombel, Conférence *Ninth meeting on hyperbolic conservation laws, fluid dynamics and transport equations*, Trieste, Juillet 2011.
- F. Hérau, Workshop *Boltzmann models in kinetic theory*, Brown University, Novembre 2011.
- Conférence *Spectral analysis of non-self adjoint operators*, CIRM, Décembre 2011.

Année 2012 :

- D. Robert, Colloque *Mécanique quantique*, en l'honneur de Monique Combescure, Lyon, Janvier 2012.
- B. Grébert, Workshop *Hamiltonian PDEs*, Capri, Mai 2012.
- X.P. Wang, *International Conference on Harmonic Analysis*, Nanjing, Mai 2012.
- J. Viola, Conférence *Microlocal Day*, Cergy-Pontoise, Mai 2012.
- F. Bernicot, Conférence *El Escorial*, El Escorial, Juin 2012.
- F. Bernicot, Conférence *Analyse Harmonique et Probabilités*, Angers, Septembre 2012.
- F. Hérau, *Workshop at the frontier of Analysis and Probability*, Warwick, Septembre 2012.
- B. Grébert et L. Thomann, Workshop *Hamiltonian PDEs*, Rome, Septembre 2012.
- G. Popov, Workshop *Dynamique et EDP*, CIRM, Septembre 2012
- L. Thomann, Colloque de l'ANR *Régime asymptotique de l'équation de Schrödinger*, CIRM, Septembre 2012.
- L. Thomann, Colloque *Ondes non linéaires*, Rome, Novembre 2012.

Année 2013 :

- B. Grébert, Journées *EDP nonlinéaires* du Labex CEMPI, Lille, Janvier 2013.

- F. Hérau et X.P. Wang, Conférence *Mathematical aspects of the physics with non-self-adjoint operators*, Edinburgh, Mars 2013.
- L. Thomann, Workshop *Randomness and PDEs* du Labex Lebesgue, Nantes, Avril 2013.
- F. Bernicot, Conférence *Harmonic Analysis, PDEs and Geometry*, Madrid, Mai 2013.
- B. Grébert, Congrès *Nonlinear waves*, Toronto, Mai 2013.
- F. Bernicot, *International AMS and RMS meeting*, Alba Iulia, Juin 2013.
- J.F. Coulombel, Conférence *Nonlinear conservation laws and related models*, Banff, Juin 2013.
- F. Hérau, G. Popov, D. Robert et X.P. Wang, Conférence *Analyse microlocale et théorie spectrale* en l'honneur de Johannes Sjöstrand, CIRM, Septembre 2013.
- D. Robert, Conférence *Spectral theory and partial differential equations*, en l'honneur de J. Ralston, Los Angeles, Juin 2013.
- X.P. Wang, Conférence *PDE's, dispersion, scattering theory and control theory*, Monastir, Juin 2013.
- B. Grébert, Workshop *Hamiltonian PDEs*, Maiori, Septembre 2013.

Année 2014 :

- J.F. Coulombel, École *Nonlinear dispersive waves: theory, numerics and applications*, Les Houches, Février 2014.
- F. Hérau, Colloque *Jeunes EDPistes français*, Frejus, Mars 2014.
- L. Thomann, Colloque *EDP et conditions initiales aléatoires*, Toulouse, Avril 2014.
- J. Viola, *Projecteurs spectraux et quasimodes des opérateurs non-autoadjoints*, Troisième rencontre de l'ANR NOSEVOL, Rennes, Avril 2014.
- B. Grébert, Workshop *Dispersive PDEs*, Banff, Mai 2014.
- Workshop *DynPDE*, Cargèse, 2014.
- F. Bernicot, *Analyse Harmonique, Probabilités et Applications*, Orléans, Juin 2014.
- J.F. Coulombel, Conférence *Mathematical Hydrodynamics*, Paris, Juin 2014.
- *10th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications*, Madrid, Juillet 2014.
- G. Vodev, *Mathematics days*, Sofia, Juillet 2014.
- F. Bernicot, *12e Colloque Franco-Roumain de Mathématiques Appliquées*, Lyon, Août 2014.
- L. Thomann, Colloque *Stochastic and PDE methods in mathematical physics*, Paris, Septembre 2014.
- J. Viola, *Pseudospectra of operators: spectral singularities, semiclassics, pencils and random matrices*, ICMS, Edinburgh, Septembre 2014.
- L. Thomann, Colloque *Asymptotic analysis of dispersive differential equations*, Pienza, Octobre 2014.
- J.F. Coulombel, Conférence *Revisiting decades of conservation laws*, Lyon, Novembre 2014.
- G. Vodev, International conference on *recent advances in hyperbolic partial differential equations*, Hiroshima, Décembre 2014.

Année 2015 :

- J.F. Coulombel, Conférence *Free surface and geophysical flows*, Rennes, Janvier 2015.
- B. Grébert, Congrès *Hamiltonian PDEs*, Shanghai, Janvier 2015.

- F. Bernicot, *Congreso de la RSME*, Grenade, Février 2015.
- J. Viola, Conférence *on Mathematical Physics*, Nantes, Février 2015.
- Journées Jeunes edpistes, St-Brévin, Mars 2015.
- F. Hérau, Workshop *Théorie spectrale*, Besançon, Avril 2015.
- F. Hérau, Workshop *Champs magnétiques et analyse semi-classique*, Rennes, Mai 2015.
- F. Bernicot, Congrès *Frontiers of Singular integrals*, Helsinki, Juin 2015.
- Journées EDP, Roscoff, Juin 2015.
- B. Grébert, Congrès *Hamiltonian systems and their applications*, St Petersburg, Juin 2015.

### Mini cours

- E. Paturol, “Numerical Integration” (Milan, Mars 2010)
- B. Grébert, “KAM and Cauchy theory for PDEs” (Naples, Mai 2011)
- F. Hérau, cours “Kramers-Fokker-Planck type equations”, (Rennes, juin 2011)
- E. Paturol, “Birkhoff normal forms and applications to PDEs” (Nanjing Normal University, Octobre 2013 )

### 1.6.2 Organisation de manifestations scientifiques

#### Organisation de rencontres diverses:

- B. Grébert : Congrès *KAM theory and Geometric Integration*, Juin 2011, Banff (Canada).
- J.F. Coulombel et F. Hérau : Journée EDP Rennes-Nantes, 2012.
- F. Hérau : Workshop *Randomness and PDEs*, Nantes, Avril 2013.
- F. Bernicot : Workshop *HAB et AFoMEN*, Septembre 2014, Bordeaux.
- X.P. Wang : co-organisation d’une série de rencontres / conférences / école (en total au nombre de 7) dans le cadre de projet ANR blanc NONAa pendant la période 2009-2011, en particulier, la conférence internationale intitulée “*Spectral Analysis of Non-selfadjoint Operators*”, Décembre 2011 au CIRM.

#### Semestre thématique 2015 du Centre Henri Lebesgue “EDP et temps longs”: (coordonné par JF. Coulombel, F. Hérau et V. Duchêne (Rennes 1))

- F. Hérau, F. Nicoleau et J. Viola : Colloque inaugural / Colloque annuel du GDR DynQua, Février 2015
- F. Bernicot : Workshop *Long time dynamics and regularity for hydrodynamical systems*, Mars 2015.
- JF. Coulombel et F. Hérau : Journées JEF (Jeunes EDPistes Français), Avril 2015.
- X.P. Wang : Workshop *Magnetic fields and semi-classical analysis*, Mai 2015, Rennes.
- J.-F. Coulombel (avec F. Rousset), Journées EDP Roscoff, juin 2015
- B. Grébert, E. Paturol et L. Thomann : Ecole d’été *Formes normales et comportement en temps long pour les EDP non-linéaires* : EDPs et temps long, Juin-Juillet 2015, Nantes.

#### Rencontres dans le cadre de l’ANR Handdy (coordonnée par E. Paturol, avec B. Grébert et L. Thomann):

- Journées thématiques à Nantes, Paris et Cergy-Pontoise (entre 2011 et 2013): (5 journées);
- Workshop HANDDY 2011 d'une semaine sur l'île de Berder (septembre 2011) ;
- Workshop HANDDY 2012 d'une semaine à Roscoff (octobre 2012) ;
- Conférence HANDDY 2013 d'une semaine au CIRM (juin 2013) ;
- Colloque final du projet DynPDE d'une semaine à Cargèse (novembre 2014) ;

**Rencontres dans le cadre de l'ANR NOSEVOL** (coordonnée F. Héreau, avec S. Vu Ngoc et T. Ramond):

- Worskhop NOSEVOL#1, 19-21 septembre 2012, Orsay (coorganisée avec D. Le Peutrec)
- École d'été NOSEVOL#2 *Nonselfadjoint operators, semiclassical analysis and evolution problems*, 8-12 juillet 2013, Berder (France) (coorganisée avec F. Nicoleau et X.P. Wang)
- Workshop NOSEVOL #3, 7-9 avril 2014, Rennes
- Conférence NOSEVOL#4, couplée avec la conférence d'ouverture du labex Lebesgue et le colloque annuel du GDR Dynqua, Nantes (février 2015, coorganisée avec J. Viola et F. Nicoleau)
- Conférence NOSEVOL#5, prévue au CIRM, 14-18 décembre 2015 ( coorganisée avec S. Futjie, J. Viola F. Nicoleau)

### 1.6.3 Séjour long à l'étranger (>1 mois)

- F. Bernicot: Novembre 2013 (1 mois) à ANU (Canberra, Australie)
- F. Bernicot: Décembre 2013 (1 mois) à Sun Yat-Sen University (Canton - Guangzhou, Chine)
- D. Gobin: Mars 2015 (1 mois) à Mc Gill university (Montréal)
- B. Helffer: (2 mois) à l'Institut Isaac Newton (Cambridge)
- L. Thomann: Septembre-Octobre 2013 (2 mois) au Courant Institute of Mathematical Sciences (New York)
- X.P. Wang: Dans le cadre du programme Qian Ren subventionné par le gouvernement chinois, environ 3 mois par an à Nanjing University pour la période 2010-2015

### 1.6.4 Gestion de réseaux scientifiques

- J.F. Coulombel: Co-coordonateur du GDR CNRS 2434 Analyse des équations aux dérivées partielles (2013-2016)
- F. Héreau: Co-coordonateur du GDR CNRS 2279 Dynqua (2013-2016).

### 1.6.5 Implication dans des projets nationaux ou internationaux, (ANR..)

#### Gestion de projets Projets ANR

- Projet ANR JcJc AFoMEN – Coordinateur F. Bernicot – 2012-2015 (Analyse de Fourier multinéaire et EDPs nonlinéaires)
- Projet ANR Blanc ANAE – Coordinateur L. Thomann – 2014-2017 (Analyse asymptotique des équations d'évolution)
- Projet ANR Blanc DynPDE – Coordinateur G. Popov – 2011-2014 (Dynamique et EDP)

- Projet ANR JcJc HANDDY – Coordinateur E. Paturel – 2011-2014 (Equations hamiltoniennes et dispersives : dynamique)
- Projet ANR JcJc INTOCS – Coordinateur J.F. Coulombel – 2009-2012 (Etude des interactions d’ondes compressibles)
- Projet ANR Blanc NONAa – Coordinateur X.P. Wang – 2009-2011 (Analyse spectrale et microlocale d’opérateurs non-autoadjoint)
- Projet ANR Blanc NOSEVOL – Coordinateur F. Hérau – 2012-2015 (Opérateurs non-autoadjoints, analyse semiclassique et problèmes d’évolution)

### Participation à des projets ANR

- Projet ANR Blanc AARG (Analyse Asymptotique en Relativité Générale)
- Projet ANR Blanc ARAMIS (Analyse de méthodes asymptotiques robustes pour la simulation numérique en mécanique)
- Projet ANR Blanc BoND (Boundaries, Numerics, Dispersion)
- Projet ANR Blanc HAB (Harmonic Analysis at its Boundary)

### Projets internationaux

- Programme Barrande (X.P. Wang) avec la République Tchèque (No. 26473UL), sur “Spectral Analysis of non-hermitian operators” (2012-2013).
- Programme Qian Ren (X.P. Wang) à Nanjing University sur “Spectral analysis of non-selfadjoint operators and applications” (2010-2015).

### Perspectives

- Projet ERC Starting Grant FAnFArE – F. Bernicot –, Juin 2015-2020.
- 1 projet ANR Blanc déposé et retenu en première phase 2015 : BeKam

### Participation à des instances nationales

- Conseil National des Universités, section 26 (J.F. Coulombel)
- Conseil National des Universités, section 25 (L. Thomann)
- Éditeur au Journal of Spectral Theory et à Annales Henri Poincaré (B. Helffer)
- Membre du comité éditorial des revues *Asymptotic Analysis* et *CUBO, A mathematical journal* (D. Robert)
- Membre du Conseil d’Administration de l’IAMP (association de Physique Mathématique) (B. Helffer)

## 1.7 Bilan SWOT

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• activité variée et cohérente</li> <li>• forte production scientifique</li> <li>• reconnaissance et implication nationale et internationale (GDR, ANR, ERC)</li> </ul>	
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attractivité de l'équipe avec des thématiques historiques ou nouvelles originales (KAM, semiclas-sique, analyse harmonique, equations cinétiques et hyperboliques)</li> <li>• Développement de l'activité autour de l'analyse harmonique avec l'ERC de F. Bernicot.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baisse du nombre de contrats ANR soutenant l'activité de recherche</li> <li>• peu de recrutement MCF potentiel dans les années à venir</li> </ul>

## 1.8 Projet scientifique

L'ensemble des thématiques actuelles de l'équipe a vocation à être développé. Les quelques thèmes présentés ci-dessous de manière non exhaustive peuvent être considérés comme prioritaires.

**Autour de l'Analyse Harmonique et de ses applications** Suite à l'arrivée de F. Bernicot et soutenue par le projet ANR Blanc HAB et l'ERC FAnFArE, l'Analyse Harmonique sera développée au LMJL, principalement dans trois axes, qui permettront aussi d'interagir avec d'autres équipes du LMJL:

- L'analyse *temps-fréquence* Euclidienne et ses applications pour l'étude des EDPs dispersives bilinéaires (étude fine de phénomènes de résonances).
- L'analyse des équations de la mécanique des fluides dans des espaces de type BMO.
- L'analyse harmonique adaptée à un semigroupe d'opérateurs, permettant une étude fine dans des contextes peu réguliers (en termes d'opérateurs considérés ou d'espace ambiant) et ayant des applications pour la géométrie Riemannienne ou des EDPs singulières.

Le projet ERC FAnFArE (Juin 2015-2020) va financer 4-5 années de post-doctorat afin de développer cette thématique, ainsi que diverses manifestations scientifiques autour de celle-ci (par exemple une session Analyse Harmonique des *États de la Recherche* prévue pour Juin 2016 à Nantes).

**Autour de la physique mathématique et de l'analyse semi-classique** L'analyse semi-classique et la physique mathématique sont des thèmes historiques de l'équipe. Sur ces thématiques générales, F. Hérau devrait porter le nouveau projet de GDR Dynqua qui sera présenté en 2016, dont il est actuellement un des coordinateurs.

Concernant l'analyse semi-classique, l'étude de divers problèmes linéaires et spectraux devrait se poursuivre. Plusieurs projets sont en cours concernant en particulier l'équation de Fokker-Planck. X.-P. Wang souhaite continuer l'étude fine du cas avec potentiel longue portée, et a un étudiant en thèse en cotutelle actuellement sur ce sujet (R. Novak, avec D. Krejcirik). Un projet à long terme entre J. Viola et F. Hérau concerne les estimations pseudospectrales pour l'opérateur associé et plus généralement pour des opérateurs non autoadjoints. Par ailleurs J. Viola souhaite étendre son domaine de recherche vers les applications naturelles de son expertise en opérateurs non autoadjoints vers les problèmes issus de mécanique statistique, de la géométrie et de la supersymétrie. F. Hérau a également entamé un projet en collaboration (K. Beauchard et J. Le Rousseau) afin d'établir des estimations de contrôle hypoelliptique sur le modèle plus simple de Kolmogorov dans le cas non tensorisé. L'étude spectrale des opérateurs non autoadjoints, ainsi que les applications au contrôle intéressent également B. Helffer et ses collaborateurs (collaborations avec Y. Almog d'une part, K. Beauchard, R. Henry et L. Robbiano d'autre part). L'étude théorique et numérique des valeurs propres de problèmes non-autoadjoints et du pseudospectre est également un thème privilégié de D. Robert, et une collaboration avec F. Jauberteau, G. Moebis et F. Aboud est en cours.

Outre les problèmes non-autoadjoints, les axes de recherche actuels de B. Helffer portent principalement sur l'analyse semi-classique des bouteilles magnétiques (travaux avec Y. Kordyukov, N. Raymond et S. Vu Ngoc). Le problème purement magnétique est également étudié par F. Hérau, dans le cadre d'un projet (2 articles soumis avec N. Raymond et V. Bonnaillie-Noël) dans lequel l'étude des estimées d'Agmon non locales ou anisotropiques fines semble central. B. Helffer continue par ailleurs l'étude de l'énergie de Ginzburg-Landau (travail en cours avec A. Kachmar), l'analyse de la stabilité pour les équations de Ginzburg-Landau dépendant du temps (collaboration avec X. Pan et Y. Almog), l'étude des propriétés des partitions spectrales minimales et des partitions nodales (collaboration avec T. Hoffmann-Ostenhof, V. Bonnaillie-Noël, P. Bérard), et également celle de problèmes magnétiques issus de la physique du solide (collaboration avec P. Kerdelhué et J. Royo-Letellier).

Concernant la physique mathématique, plusieurs sujets sont en cours dans l'équipe. D. Robert étudie les systèmes quantiques ouverts dans le cas de potentiels généraux (non quadratiques), a propos desquels il s'agit en particulier d'approfondir les aspects mathématiques de la décohérence quantique. Il espère mettre en évidence des aspects aléatoires dans les approches stationnaires et dépendant du temps.

F. Nicoleau et D. Gobin poursuivent l'étude du scattering inverse en relativité générale. F. Nicoleau étudie actuellement des problèmes inverses pour des perturbations exponentiellement petites de la métrique euclidienne, dans l'esprit du problème de Calderón. Avec F. Melnick, il regarde également le cas des variétés à deux bouts (avec un axe de symétrie), un des bouts étant asymptotiquement hyperbolique, l'autre étant asymptotiquement euclidien. De son côté D. Gobin travaille actuellement sur un modèle d'opérateur de Schrödinger magnétique en dimension deux, et sur un problème inverse pour des métriques de Staekel non diagonales en dimension 3.

Enfin dans la thématique autoadjointe, G. Vodev continue de travailler sur les estimations optimales de la résolvante à haute fréquence pour des perturbations différentes ainsi que sur les estimées dispersives pour les équations des ondes et de Schrödinger. G. Vodev

travaille également sur le comportement asymptotique des valeurs propres du problème de transmission intérieur, et la distribution des résonances près de l'axe réel pour certains problèmes de transmission extérieure.

**Autour de la théorie KAM et des formes normales** Malgré le départ pour promotion PR à Nancy de L. Thomann, l'équipe Hamiltonienne a de nombreux projets, en particuliers soutenus par le projet BeKam, mené par R. Krikorian, actuellement pré-sélectionné par l'ANR dans son appel générique 2015. Ce projet a pour but principal de développer une théorie KAM dans certaines situations où la théorie n'est actuellement pas valable, notamment quand les conditions diophantiennes ou d'autres restrictions de non-dégénérescence ne sont pas satisfaites, en dimension finie et infinie, en vue d'applications aux équations aux dérivées partielles et en théorie spectrale. Dans cette direction, B. Grebert et E. Paturel souhaitent poursuivre l'étude des formes normales et de la théorie KAM. Malgré son départ, L. Thomann souhaite également continuer la collaboration avec B. Grébert et E. Paturel, et plus généralement continuer à comprendre des méthodes de dynamique en dimension infinie et les appliquer aux équations aux dérivées partielles pour obtenir des résultats en temps long et exhiber des phénomènes non-linéaires dans les équations de Schrödinger et des ondes. De son côté, G. Popov continue ses programmes de recherche concernant les problèmes de rigidité spectrale et de billards de Liouville d'une part et la théorie KAM et la construction de quasimodes exponentiellement précis dans un cadre holomorphe ou quasi-holomorphe d'autre part.

**Autour des équations cinétiques et hyperboliques** Bien que récents, ces deux thèmes sont en forte expansion dans l'équipe autour de F. Hérau et J. F. Coulombel. Ces thèmes sont par ailleurs développés dans l'équipe SPAN et sont l'occasion d'interactions fortes.

J.-F. Coulombel souhaite notamment poursuivre l'étude des systèmes hyperboliques, autour des développements d'optique géométrique avec amplification dans des régimes fortement non-linéaires. Avec une orientation plus numérique, il souhaite également continuer à travailler sur des conditions aux limites numériques et de leur impact sur la stabilité des schémas numériques correspondants. Il s'agirait notamment de relier les estimations de résolvante obtenues pour des opérateurs en dimension infinie à des estimations de type pseudo-spectre pour des matrices de grande taille. Dans la poursuite d'un travail récent, J. F. Coulombel envisage de continuer l'étude des développements "haute-fréquence" pour des schémas numériques, et justifier des développements de type BKW pour des problèmes discrets.

Concernant les équations cinétiques, F. Hérau souhaite continuer de travailler autour de l'hypocoercivité et du retour à l'équilibre pour les modèles complexes avec potentiel extérieur générique. Un travail est en cours de rédaction concernant le modèle de Boltzmann (sphères dures) inhomogène, faisant apparaître un nouveau nombre de Grad (collaborations avec Mouhot, Dolbeault et Schmeiser). Le problème des estimations hypocoercives dans le cas de domaines à bord est également l'objet d'un projet à long terme avec D. Le Peutrec. Par ailleurs F. Hérau et L. Thomann en collaboration T. Goudon, continuent leur programme d'étude de l'équation de Vlasov-Poisson-Fokker-Planck, dans un cadre perturbatif voire complètement linéaire, concernant le problème de Cauchy et le comportement en temps long. Un dernier projet de F. Hérau d'origine numérique concerne l'étude théorique du splitting hypocoercif, et de sa validité en temps long (avec P. Laffite et G. Dujardin).

Un groupe de travail inter-équipes "entropie" (coordonné par F. Hérau, M. Bessemoulin et H. Mathis) a par ailleurs vu le jour en 2015, réunissant en particulier les deux thèmes



hyperboliques et cinétiques, autour de la notion d'entropie, apparaissant dans les problématiques d'existence, d'unicité, de temps long, et d'approximation numérique.