BURQ
Nicolas
Né le 30 novembre 1966
Nationalité Française
Marié, 3 enfants

Université Paris Sud,
Mathématiques, Bât. 425,
91405, ORSAY Cedex, France
Tel : 0169155812. Fax : 0169155768
Nicolas.Burq@math.u-psud.fr

Notice Biographique

1. Curriculum vitae

- 2008 - Situation actuelle : Professeur des universités en mathématiques à l'Université Paris 11. Membre de l'Institut Universitaire de France
- 2004 - Nommé à l'institut universitaire de France comme membre junior
- 2002-03 - Détaché auprès de l'Université de Californie, Berkeley. Miller professor.
- 1998 - Professeur à l'université Paris 11.
- 1997 - Habilitation à diriger les recherches en sciences de l'université de Paris XI, spécialité : mathématiques, soutenue le 8 janvier 1997
- 1996 - Maître de conférences à temps partiel à l' Ecole Polytechnique .
- 1995 - CR1 au CNRS.
- 1992 - Thèse de mathématiques de l'université de Paris XI soutenue le 21 mai 1992 sur le « Contrôle de l'équation des plaques en présence d'obstacles strictement convexes ». Directeur de thèse : G. Lebeau.
- 1991 - Chargé de Recherche au CNRS (CR2) (Centre de Mathématiques de l'Ecole Polytechnique. CMAT, UMR 7640 du CNRS).
- 1990-91 - Membre du CMAT, boursier du Ministère de la Recherche et de la Technologie.
- 1988-89 - Agrégation de mathématiques.
- 1987-88 - D.E.A de mathématiques pures de l'université Paris 7, mémoire sur un article de S. Ochanine « Genres elliptiques équivariants », sous la direction de M. Vergne.
- 1986-90 - Elève à l'Ecole Normale Supérieure.

2. Liste de mes publications

[1] N. Burq. Contrôle de l'équation des plaques en présence d'obstacles strictement convexes. *Mémoire de la S.M.F.*, 55, 1993. Supplément au Bulletin de la Société Mathématique de France.

[2] N. Burq. Un théorème de contrôle d'une structure multidimensionnelle. *Communications in Partial Differential Equations*, 19(1&2):199–211, 1994.

[3] N. Burq. Contrôle de l'équation des ondes dans des ouverts peu réguliers. *Asymptotic Analysis*, 14:157–191, 1997.

[4] N. Burq. Pôles de diffusion engendrés par un coin. *Astérisque*, 242, 1997.

[5] N. Burq and P. Gérard. Condition nécessaire et suffisante pour la contrôlabilité exacte des ondes. *Comptes Rendus de L'Académie des Sciences*, pages 749–752, 1997. t.325, Série I.

[6] N. Burq. Décroissance de l'énergie locale de l'équation des ondes pour le problème extérieur et absence de résonance au voisinage du réel. *Acta Mathematica*, 180:1–29, 1998.

[7] N. Burq. Contrôle de l'équation des ondes dans des ouverts comportant des coins. *Bulletin de la S.M.F.*, 126:601–637, 1998.

[8] N. Burq and G. Lebeau. Mesures de défaut de compacité, application au système de Lamé. *Ann. Sci. École Norm. Sup. (4)*, 34(6):817–870, 2001.

[9] N. Burq and M. Zworski. Resonance expansions in semi-classical propagation. *Comm. Math. Phys.*, 223(1):1–12, 2001.

[10] N. Burq. Lower bounds for shape resonances widths of long range Schrödinger operators. *American Journal of Mathematics*, 124:677–735, 2002.

[11] N. Burq. Semi-classical estimates for the resolvent in non trapping geometries. *Int. Math. Res. Notices*, 5:221–241, 2002.

[12] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. An instability property of the nonlinear Schrödinger equation on S^d. *Math. Res. Lett.*, 9(2-3):323–335, 2002.

[13] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Two singular dynamics of the non-linear Schrödinger equation on a plane domain. *Geom. Funct. Anal.*, 13(1):1–19, 2003.

[14] N. Burq. Global Strichartz estimates for nontrapping geometries: about an article by H. F. Smith and C. D. Sogge. *Comm. Partial Differential Equations*, 28(9-10):1675–1683, 2003.

[15] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. The Cauchy problem for the nonlinear Schrödinger equation on a compact manifold. *J. Nonlinear Math. Phys.*, Suppl. 1(10):12–27, 2003.

[16] N. Burq, F. Planchon, J. G. Stalker, and A. Shadi Tahvildar-Zadeh. Strichartz estimates for the wave and schrodinger equations with the inverse-square potential. *Jour. of Funct. Analysis*, 203(2):519–549, 2003.

[17] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. An example of singular dynamics for the nonlinear Schrödinger equation on bounded domains. In *Hyperbolic problems and related topics*, Grad. Ser. Anal., pages 57–66. Int. Press, Somerville, MA, 2003.

[18] N. Burq, F. Planchon, J. G. Stalker, and A. Shadi Tahvildar-Zadeh. Strichartz estimates for the wave and Schrödinger equations with potentials of critical decay. *Indiana University Mathematics Journal.*, 53(6):1667–1682, 2003.

[19] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Strichartz inequalities and the non linear Schrödinger equation on compact manifolds. *American Jour. of Mathematics*, 126:569–605, 2004.

[20] N. Burq. Smoothing effect for Schrödinger boundary value problems. *Duke Math. J.*, 123(2):403–427, 2004.

[21] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. On nonlinear Schrödinger equations in exterior domains. *Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire*, 21(3):295–318, 2004.

[22] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Multilinear estimates for the Laplace spectral projector on compact manifolds. *Comptes rendus de l'académie des sciences*, 338(Sér. I):359–364, 2004.

[23] N. Burq and M. Zworski. Geometric control in the presence of a black box. *Jour. of the American Math. Society*, 17(2):443–471, 2004.

[24] N. Burq. Quantum ergodicity of boundary values of eigenfunctions: a control theory approach. *Canad. Math. Bull.*, 48(1):3–15, 2005.

[25] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Bilinear eigenfunction estimates and the nonlinear Schrödinger equation on surfaces. *Inventiones Mathematicae*, 159(1):187 – 223, 2005.

[26] N. Burq and M. Zworski. Bouncing ball modes and quantum chaos. *S.I.A.M. Review*, 47(1):43–49, 2005.

[27] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Multilinear eigenfunction estimates and global existence for the three dimensional nonlinear Schrödinger equations. *Ann. Sci. École Norm. Sup. (4)*, 38(2):255–301, 2005.

[28] Nicolas Burq and Maciej Zworski. Instability for the semiclassical non-linear Schrödinger equation. *Comm. Math. Phys.*, 260(1):45–58, 2005.

[29] Nicolas Burq and Fabrice Planchon. Smoothing and dispersive estimates for 1D Schrödinger equations with BV coefficients and applications. *J. Funct. Anal.*, 236(1):265–298, 2006.

[30] Nicolas Burq and Michael Hitrik. Energy decay for damped wave equations on partially rectangular domains. *Math. Res. Lett.*, 14(1):35–47, 2007.

[31] Nicolas Burq, Andrew Hassell, and Jared Wunsch. Spreading of quasimodes in the Bunimovich stadium. *Proc. Amer. Math. Soc.*, 135(4):1029–1037 (electronic), 2007.

[32] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Restrictions of the Laplace-Beltrami eigenfunctions to submanifolds. *Duke Math. J.*, 138(3):445–486, 2007.

[33] N. Burq and F. Planchon. On well-posedness for the Benjamin-Ono equation. *Math. Ann.*, 340(3):497–542, 2008.

[34] N. Burq, G. Lebeau, and F. Planchon. Global existence for energy critical waves in 3-d domains. *Journal of the A.M.S.*, (21):831–845, 2008.

[35] N. Burq and F. Planchon. Global existence for energy critical waves in 3-d domains: Neumann boundary conditions. *to appear in American Journal of mathematics*, 2008.

[36] N. Burq and N. Tzvetkov. Invariant measure for a three dimensional nonlinear wave equation. *International Mathematics Research Notices*, 2007, 2007. (electronic).

[37] N. Burq and N. Tzvetkov. Random data cauchy theory for supercritical wave equations I: Local theory. *Inventiones Mathematicae*, 173:449–475, 2008.

[38] N. Burq and N. Tzvetkov. Random data cauchy theory for supercritical wave equations II: A global result. *Inventiones Mathematicae*, 173:477–496, 2008.

3. Séminaires Bourbaki

[1] N. Burq. Mesures semi-classiques et mesures de défaut. *Séminaire Bourbaki*, Mars 1997.

[2] N. Burq. Formules de trace, résonances et quasi pôles. *Séminaire Bourbaki*, Mars 1999.

[3] N. Burq. Explosion pour l'équation de Schrödinger au régime du "log log", d'après Merle-Raphael. *Exposé au séminaire Bourbaki 2005-06*, 2005.

4. Publications dans des actes de colloques

[1] N. Burq. Contrôle de l'équation de Schrödinger en présence d'obstacles strictement convexes. In *Journées "Équations aux Dérivées Partielles" (Saint Jean de Monts, 1991)*, pages Exp. No. XIV, 11. École Polytech., Palaiseau, 1991.

[2] Nicolas Burq and Gilles Lebeau. Micro-local approach to the control for the plates equation. In *Optimization, optimal control and partial differential equations. Proc. 1st Fr.-Rom. Conf., Iasi/Rom. 1992, ISNM 107, 111-122* . 1992.

[3] N. Burq. Résonances pour le problème de Dirichlet à l'extérieur d'obstacles convexes à coins en dimension 2. In *Séminaire sur les Équations aux Dérivées Partielles, 1992–1993*, pages Exp. No. XVII, 9. École Polytech., Palaiseau, 1993.

[4] N. Burq. Pôles de diffusion engendrés par un coin. In *Séminaire sur les Équations aux Dérivées Partielles, 1994–1995*, pages Exp. No. XIII, 9. École Polytech., Palaiseau, 1995.

[5] N. Burq. Vitesse de convergence vers le réel des résonnances. In *Journées "Équations aux Dérivées Partielles" (Saint-Jean-de-Monts, 1996)*, pages Exp. No. VII, 9. École Polytech., Palaiseau, 1996.

[6] Nicolas Burq. Absence de résonance près du réel pour l'opérateur de Schrödinger. In *Séminaire sur les Équations aux Dérivées Partielles, 1997–1998*, pages Exp. No. XVII, 9. École Polytech., Palaiseau, 1998.

[7] Nicolas Burq. Scattering resonances generated by corners. In *DeSanto, John A. (ed.), Mathematical and numerical aspects of wave propagation. Proceedings of the 4th international conference held at Mines in Golden, CO, USA, June 1-5, 1998. Philadelphia, PA: SIAM. Proc. Appl. Math. 360-363* . 1998.

[8] Nicolas Burq. Microlocal defect measures for systems. In *Carleman estimates and applications to uniqueness and control theory (Cortona, 1999)*, volume 46 of *Progr. Nonlinear Differential Equations Appl.*, pages 37–47. Birkhäuser Boston, Boston, MA, 2001.

[9] Nicolas Burq. Lower bounds for shape resonances widths of Schrödinger operators. In *European Congress of Mathematics, Vol. I (Barcelona, 2000)*, volume 201 of *Progr. Math.*, pages 247–257. Birkhäuser, Basel, 2001.

[10] Nicolas Burq, Patrick Gérard, and Nikolay Tzvetkov. The Schrödinger equation on a compact manifold: Strichartz estimates and applications. In *Journées "Équations aux Dérivées Partielles" (Plestin-les-Grèves, 2001)*, pages Exp. No. V, 18. Univ. Nantes, Nantes, 2001.

[11] Nicolas Burq Effet régularisant pour l'équation de Schrödinger, In *Premier colloque Franco-Tunisien d'équations aux dérivées partielles (Tunis, 2001)*, 2001

[12] Nicolas Burq. Estimations de strichartz pour des perturbations à longue portée de l'opérateur de schrodinger. *Séminaire E.D.P. de l'école Polytechnique*, XI, 2001-02.

[13] Nicolas Burq, Patrick Gérard, et Nikolay Tzvetkov. Inégalités de Sogge bilinéaires et équation de Schrödinger non linéaire, *Séminaire Équations aux Dérivées Partielles de l'école Polytechnique*, 2002-03.

[14] Nicolas Burq, Patrick Gérard, et Nikolay Tzvetkov. Estimées multilinéaires de projecteurs spectraux et équations de Schrödinger non linéaires. *Séminaire E.D.P. de l'école Polytechnique*, 2003-04.

[15] Nicolas Burq, Patrick Gérard et Nikolay Tzvetkov. The Cauchy problem for the nonlinear Schrödinger equation on compact manifolds, *Phase space analysis of partial differential equations*, Vol.I, Pubbl. Cent. Ric. Mat. Ennio Giorgi, 21–52, Scuola Norm. Sup. Pisa, 2004

[16] Nicolas Burq Patrick Gérard and Nikolay Tzvetkov, Global solutions for the nonlinear Schrödinger equation on three-dimensional compact manifolds , *Mathematical aspects of nonlinear dispersive equations,* 111–129, Ann. of Math. Stud., 163, Princeton Univ. Press, Princeton, NJ, 2007

[17] Nicolas Burq, Existence globale pour l'équation des ondes semi linéaire H^1-critique dans des domaines de dimension 3, *Séminaire E.D.P. de l'école Polytechnique*, I (2006-07)

[18] N. Burq, N. Tzvetkov, Global existence of strong solutions for a super-critical wave equation, R.I.M.S. Kyoto, Japan, Jan 15th, 2008

5. Une selection commentée de mes publications

[B1] N. Burq. Contrôle de l'équation des plaques en présence d'obstacles strictement convexes. *Mémoire de la S.M.F.*, 55, 1993. Supplément au Bulletin de la Société Mathématique de France.

[BL1] N. Burq and G. Lebeau. Mesures de défaut de compacité, application au système de Lamé. *Ann. Sci. École Norm. Sup. (4)*, 34(6):817–870, 2001.

[BZ1] N. Burq and M. Zworski. Geometric control in the presence of a black box. *Jour. of the American Math. Society*, 17(2):443–471, 2004.

Ces trois articles sont consacrés à la théorie du contrôle des équations aux dérivées partielles. Dans le premier, j'y étudie un cas où la géomt́rie de l'ensemble des trajectoires non contrôlées géométriquement est suffisament instable pour que néanmoins on puisse démontrer un théorème de controlabilité exacte. Dans le second, nous définissons les mesures de défaut de compacité adaptées au cas des systèmes, qui permettent de décrire la polarisation du système, et démontrons un résultat de propagation de la polarisation pour ces mesures. Dans le troisième, nous établissons un "dictionnaire" permettant de faire le lien entre la théorie de la diffusion pour des systèmes quantiques ouverts et la théorie du contrôle pour des systèmes confinés.

[B2] N. Burq. Décroissance de l'énergie locale de l'équation des ondes pour le problème extérieur et absence de résonance au voisinage du réel. *Acta Mathematica*, 180:1–29, 1998.

[B3] N. Burq. Lower bounds for shape resonances widths of long range Schrödinger operators. *American Journal of Mathematics*, 124:677–735, 2002.

[B4] N. Burq. Semi-classical estimates for the resolvent in non trapping geometries. *Int. Math. Res. Notices*, 5:221–241, 2002.

[B5] N. Burq. Smoothing effect for Schrödinger boundary value problems. *Duke Math. J.*, 123(2):403–427, 2004.

Ces quatres articles sont consacrées à l'étude des resonances et des estimations de résolvante. Dans les deux premiers je donne une borne exponentielle universelle pour la localisation des résonances à l'extérieur d'un obstacle borné dans un cadre classique ou semi-classique. Ces estimations donnent une minoration de l'effet tunnel dans un cadre très général. Les deux derniers articles sont en revanche consacrés a la démonstration et l'utilisation des estimations de résolvante sous des hypothèses de non capture (ou de faible capture). Dans ce cas les estimations sont bien meilleures.

[BGT1] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Strichartz inequalities and the non linear Schrödinger equation on compact manifolds. *American Jour. of Mathematics*, 126:569–605, 2004.

[BGT2] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Bilinear eigenfunction estimates and the nonlinear Schrödinger equation on surfaces. *Inventiones Mathematicae*, 159(1):187 − 223, 2005.

[BGT3] N. Burq, P. Gérard, and N. Tzvetkov. Multilinear eigenfunction estimates and global existence for the three dimensional nonlinear Schrödinger equations. *Ann. Sci. École Norm. Sup. (4)*, 38(2):255–301, 2005.

[BPL] N. Burq, G. Lebeau, and F. Planchon. Global existence for energy critical waves in 3-d domains. *Journal of the A.M.S. 21, 831–845*, 2008.

Dans ces quatre articles, je m'intéresse aux équations des ondes et de Schrödinger non linéarires. Dans le premier [**19**], nous utilisons une approche semi-classique pour démontrer des estimations de Strichartz très générales sur une variété compacte. Dans les deux suivants, [**25, 27**] nous démontrons des estimations bilinéaires pour les projecteurs spectraux et montrons comment les méthodes développées par Bourgain pour l'étude de l'équation de Schrödinger non linéaire sur le tore, permettent d'en déduire de nouveaux résultats dans le cas où la variété est une sphère. Dans le dernier [**34**], nous démontrons comment des estimations de projecteur spectraux permettent (en toute généralité) d'obtenir des estimations de Strichartz optimales, pour l'équation des ondes sur les variétés à bord.

[BT1] N. Burq and N. Tzvetkov. Random data cauchy theory for supercritical wave equations I: Local theory. *To appear in Inventiones Mathematicae*, 2008.

[BT2] N. Burq and N. Tzvetkov. Random data cauchy theory for supercritical wave equations II: A global result. *To appear in Inventiones Mathematicae*, 2008.

Ces deux derniers articles sont le début d'un projet en cours avec N. Tzvetkov, où nous esperons utiliser des arguments probabilistes pour démontrer que par exemple, si les données initiales sont choisies au hasard, alors les solutions d'équations aux dérivées partielles ont un comportement bien meilleur que ce à quoi on pourrait s'attendre dans un cadre déterministe. Ces deux articles sont des illustrations de ce type de phénomènes, puisque nous montrons dans le premier que pour des données choisies "au hasard"dans $H^{1/4}(M) \times H^{-3/4}(M)$ (M est une variété compacte sans bord de dimension 3), l'équation des ondes semi linéaire cubique est localement bien posée (alors que l'espace critique est $H^{1/2}(M) \times H^{-1/2}(M)$. Le deuxième article est une autre illustration de ce type de phénomènes, puisque nous démontrons qu'une équation des ondes surcritique dans la boule de $\mathbb{R}^3$ est globalement bien posée pour un grand nombre de données initiales *sur-critiques.*

6. Enseignement

(En raison de ma délégation auprès de l'Institut universitaire de France, je n'assure qu'1/3 de service depuis sept. 2004)

- 2004-05. Compléments de magistère (licence) : 39h, Cours de DEA : Analyse semi-classique et équations d'évolution : 26h.
- 2005-06. Cours de l'ecole doctorale de mathématiques d'Orsay (25H) sur les « Problèmes aux limites pour l'équation de Schrödinger linéaire et non linéaire ». Cours de l'Ecole doctorale de mathématiques et informatique de l'université de Bordeaux 1 (11H) : « L'équation de Schrödinger non linéaire sur une variété compacte ».
- 2006-07. Cours de Licence (L2) : Calcul différentiel et topologie
- 2007-08. Cours de Licence (L2) : Analyse et convergence (35 H), Cours de l'ecole doctorale de mathématiques d'Orsay (30H) : « Analyse semi-classique en géométrie hyperbolique »

7. Administration de la recherche

- *Activités passées :*
  - Membre (élu par le collège « Chargés de Recherche ») de la commission 01 du **Comité National de la Recherche Scientifique du CNRS** de septembre 1995 à septembre 1998 puis nommé de mars 1999 à septembre 2000.
  - Membre (exterieur) de la **Commission de Spécialistes**, 25$^{\text{ième}}$ section, de l'université Paris 6 en 1998

  - Membre (élu) de la **Commission de Spécialistes** 25-26 de l'université Paris Sud Orsay de mars 2000 à mars 2002.
  - Membre (nommé) de la **Commission de Spécialistes** 25-26 de l'Université de Nantes de 2000 à 2004.
  - Responsable de la **Licence** Mathématiques et Applications de l'Université d'Orsay de septembre 1999 à septembre 2000
  - **Directeur de l' Ecole Doctorale** 142 « Mathématiques de la région Paris Sud » de septembre 2000 à février 2002.
  - **Vice président** (recherche) du **département de mathématiques** de l'université Paris-Sud Orsay (2004–2008)
  - Membre élu du **Conseil national des universités**, section 25 (nov.2007–juin 2008), j'ai du démissionner suite à mon élection au bureau du Conseil Scientifique de l'Université Paris Sud 11.
- *Activités présentes :*
  - Membre (élu) de la **Commission de Spécialistes** 25-26 de l'université Paris Sud Orsay (depuis 2004).
  - **Directeur du GDR** 2434 du CNRS « Analyse des Equations aux Dérivées Partielles »depuis janvier 2006, responsable de l'organisation des « Journées équations aux dérivées partielles »(avec T. Gallay et T. Ramond)
  - **Responsable de l'option « Equations aux dérivées partielles et calcul scientifique »** du master « Mathématiques fondamentales et appliquées » de l'université de Paris-Sud (à compter de juin 2008).
  - Elu au **Conseil Scientifique** de l'Université Paris-Sud (juin 2008). Membre du bureau
- *Responsabilités éditoriales :*
  - **Editeur** à "Communications in Partial Differential Equations"
  - **Editeur** à "Analysis and P.D.Es."
- *Organisation de colloques et workshops :*
  - Journées équations aux dérivées partielles Evian 2006, 2007, 2008 (env. 90 participants).
  - Workshop d'hiver du GDR AEDP : Saint Etienne de Tinée fev 2007 (env. 20 participants).
  - Workshop d'automne du GDR AEDP : Saint Raphael octobre 2007 (env. 20 participants).
- *Financement de projets*
  - Responsable de l'**ACI** "Jeunes chercheurs" "Equations des ondes : oscillations, dispersion et contrôle" (5 jeunes chercheurs)
  - Responsable du projet "**ANR** blanc" "Equations non linéaires dispersives" (21 chercheurs)
- *Vulgarisation, animation*
  - Animation de l'atelier *Math en jeans* du Lycée Blaise Pascal à Orsay.

8. Encadrement de travaux de recherche

- Mémoires de mastère 2 (DEA) :
  - S. Bize (1998),

  - T. Duyckaerts (1999),
  - L. Thomann (2004),
  - O.Ivanovici (2005).
- Thèses de doctorat
  - P.Y. Jeanne (2000, Ingénieur chez Michelin)
  - T. Duyckaerts (2004, Maître de conférences à l'université de Cergy-Pontoise)
  - L. Thomann (2007, Maître de conférences à l'université de Nantes)
  - O. Ivanovici (thèse en cours, codirection avec G. Lebeau, univ. Nice)
  - S. Zhong (thèse en cours, codirection avec D. Fang, univ. Zhejiang)
  - T. Boulenger (debut sept 2008, codirection avec P. Raphael, univ. Toulouse)

9. Distinctions :

- Conférencier invité au 3ème congrès Européen des mathématiciens, Barcelone 2000
- Miller Professor, University of California, Berkeley, sept-déc. 2002
- Membre junior de l'Institut Universitaire de France (sept 2004–aout 2009)
- Prix 2004 de l'Institut Henri Poincaré (avec P. Gérard et N. Tzvetkov), pour notre article « On nonlinear Schrödinger equations in exterior domains »*(Annales de l'I.H.P. Vol. 21, n3, 2004, pp. 295-318).*
- Grand prix de l'état 2007 de l'académie des sciences.

10. Participation à des conférences internationales comme conférencier invité

38 "Strichartz estimates in hyperbolic geometries" *Mathematical Theory of Resonances, Banff 24-29 aout 2008*

37 "Strichartz estimates in hyperbolic geometries" *Asymptotics and Singularities in Nonlinear and Geometric Dispersive Equations, Banff 19-24 oct. 2008*

36 "Wave equations and random series" *Analyse et Probabilités, Nice 23-28 juin 2008.*

35 "Wave equations and random series : geometric control revisited" *Control of physical systems and PDEs, Paris 16-20 juin 2008.*

34 "Random data Cauchy theory for super-critical wave equations" *Conference on Partial Differential Equations and Applications, Tunis 25-28th march 2008.*

33 "Random data Cauchy theory for super-critical wave equations" *Conference of the Japan Math. Soc. Tokyo dec 13-15th 2007.*

32 "Random data Cauchy theory for super-critical wave equations" *Non-linear hyperbolic equations and related topics" September 3d 2007 - September 7th 2007, Centro de Giorgi, Pisa.*

31 "Global existence for energy-critical waves in $3-d$ domains" *Nonlinear Dispersive Equations" march 14th -march 18th 2007, Johns Hopkins University.*

30 "Instability for the super critical NLS in energy space" *Schrödinger evolution equations, Banff april 22-27 2006.*

29 "Well posedness for the Benjamin-Ono Equation in energy space" Phase space analysis of P.D.E's, Pienza, Italie 8-13 nov. 2005.

28 “Non linear Schrödinger equations on manifolds” *Colloquium, Australian National University, fév 2005.*

27 “Smoothing and dispersive estimates for 1D Schrödinger equations” *Nonlinear waves and dispersive equations, Oberwolfach, Oct 24-30 th 2004.*

26 “Global solutions of non-linear Schrödinger equations on $\mathbb{S}^3$” *Nonlinear Wave Equations, Fields Institute Toronto, March 15-19, 2004.*

25 “ Non linear Schrödinger equations on Manifolds” *Colloquium University of California, Berkeley, March 2004.*

24 “Multilinear eigenfunctions estimates and the non linear Schrödinger equation on spheres” *Deuxième colloque Franco-Tunisien, Hammamet, sept 2003.*

23 “Control in the presence of a black box” *Workshop Analyse semi-classique Math. Science Research Institute, Berkeley mars 2003.*

22 “Non-linear Schrödinger boundary value problems” *Congrès d’hiver de la Soc. Math. Canadienne, Ottawa Déc. 2002.*

21 “Non-linear Schrödinger equations on manifolds” *Conférence en l’honneur de R. Melrose, Boston march 2002.*

20 “Estimations de Strichartz pour des perturbations à longue portée de l’opérateur de Schrodinger” *Séminaire E.D.P. de l’Ecole polytechnique.*

19 “Strichartz inequalities for the Schrödinger equation on compact manifolds”, *Workshop on semi-classical Analysis, Vienne juin 2001.*

18 “Remarks on the smoothing effect for Schrödinger equations” *Premier colloque Franco-Tunisien, Tunis, avril 2001.*

17 “Lower bounds for shape resonances widths of long range Schrödinger operators” *3ème Congrès Européen des Mathématiciens, juillet 2000, Barcelone (Espagne).*

16 “Resonance expansions in wave propagation” *Waves 2000 (conférencier plénier), Colloque INRIA, juillet 2000, Santiago de Compostella, (Spain).*

15 “Décroissance pour le système de la Lamé” *Carleman Estimates and Unicity for the Cauchy Problem, Septembre 1999, Cortona, Italie.*

14 “Microlocal measures and résonances for Transmission problems” *Théorie des Résonances, CIRM, juin 1999.*

13 “Mesures microlocales pour les systèmes. Applications au contrôle” *Mesures de Wigner, théorie cinétique et ondes de Bloch, CIRM mars 1999.*

12 “Formules de trace, résonances et quasi-modes” *Séminaire Bourbaki, Mars 1999.*

11 “Décroissance de l’énergie locale de l’équation des ondes” *Colloquium de l’université de Nice, 1997-1998..*

10 “Absence de résonance près du réel” *Séminaire E.D.P du Centre de Mathématiques de l’Ecole Polytechnique, 1997-1998..*

9 “Mesures semi-classiques et mesures de défaut” *Séminaire Bourbaki n°826, Mars 1997.*

8 “Decay of the local energy of the solutions of the wave equation in an exterior domain” *Boundary control and inverse problems, Institut Steklov, St Petersbourg, juillet 1996.*

7 “Vitesse de convergence vers le réel des résonnances” *Journées E.D.P. de Saint Jean de Monts, 1996.*

6 “Poles de diffusion engendrés par un coin” *Séminaire E.D.P du Centre de Mathématiques de l’Ecole Polytechnique, 1994-1995.*

5 “Résonances pour le problème de Dirichlet à l’extérieur d’obstacles convexes à coins en dimension 2 d’espace” *Séminaire E.D.P du Centre de Mathématiques de l’Ecole Polytechnique, 1993-1994.*
4 “Pôles de diffusion engendrés par un coin” *Colloque Analyse Fonctionnelle, Han sur Lesse, 1995.*
3 “Scattering poles generated by a corner” *Workshop IMA Wave equations, Minneapolis, mai 1995.*
2 “Microlocal approach to the control for the plates equation”, *First Franco-Romanian Conference, Iasi, sept 1992.*
1 “Contrôle de l’équation de Schrödinger en présence d’obstacles strictement convexes”, *Journées E.D.P. de Saint Jean de Monts 1991.*

11. Domaines de recherche

Je m’intéresse à l’étude des propriétés des solutions d’équations aux dérivées partielles hyperboliques linéaires, dont les prototypes sont les équations des ondes et de Schrödinger. J’ai étudié ces questions d’une part dans le cadre de la contrôlabilité exacte et de la stabilisation, d’autre part en théorie de la diffusion (scattering) et finalement du point de vue du comportement des solutions des versions semi linéaires de ces équations.

11.1. Contrôle. — Le but général du contrôle est de savoir si étant donné un système dont l’évolution est décrite par une équation aux dérivées partielles (typiquement une équation d’onde dans un ouvert borné), on peut, en agissant uniquement sur une partie du bord (la région de contrôle), amener ce système à l’équilibre (ou atteindre un autre état donné à l’avance). On dit alors qu’on a contrôlabilité exacte. Dans un premier temps, on utilise généralement un argument de dualité (la méthode H.U.M. de J. L. Lions) qui permet de ramener cette question au problème dual d’observation. Il reste ensuite à étudier le rapport entre une certaine quantité définie sur le bord de l’ouvert (l’observation) et l’énergie de l’onde. Dans le même cadre, on peut étudier aussi la stabilisation où on impose sur une partie du bord des conditions aux limites absorbantes, le problème étant alors d’évaluer le taux de décroissance de l’énergie de l’onde.

Pour étudier ces questions, des méthodes d’énergie ont été développées en théorie du scattering ; puis utilisées dans le contexte de la théorie du contrôle.

L’application de techniques micro-locales aux problèmes du contrôle et de l’observation des ondes a permis, en particulier quand tout rayon de l’optique géométrique rencontre la partie du bord ou le contrôle agit (condition de controle geometrique), d’obtenir des resultats fort de controlabilite exacte. Néanmoins les résultats connus dans le cas où les hypothèses de contrôle géométriques ne sont plus satisfaites sont peu nombreux.

Mes travaux de recherche s’inscrivent dans ce cadre micro-local. En utilisant les mesures de défaut de compacité de P. Gérard et L. Tartar, j’ai pu étendre l’approche micro-locale à des géométries peu régulières [**3**] (domaines de classe C^3 et métriques C^2). J’ai aussi étendu cette approche au cas d’ouverts à coins [**7**] . D’autre part, en collaboration avec P. Gérard, nous avons remplacé les conditions nécessaires et les conditions suffisantes fortes de Bardos, Lebeau et Rauch par une C.N.S [**5**]). Enfin, toujours dans le cadre du contrôle j’ai établi (dans ma thèse [**1**]) un résultat de contrôlabilité exacte pour l’équation des plaques dans une situation où les conditions de contrôle géométriques ne sont plus satisfaites mais où les trajectoires captives (qui ne rencontrent pas la région de contrôle) sont toutes de type hyperbolique (et éventuellement en nombre infini). Enfin, nous avons (en collaboration avec G. Lebeau) [**8**] défini des mesures de défaut de compacité pour les systèmes, à symbole principaux réels scalaires et vérifiant les conditions de Lopatinskii uniformes au bord. Nous démontrons en particulier dans ce cadre très général un résultat de propagation de la polarisation pour ces systèmes. D'une part cette étude contient les cas *raisonnables* pour lesquels on peut espérer qu'un tel résultat de propagation soit vrai, et d'autre part elle nous permet d'étudier explicitement le système de Lamé et d'obtenir en corollaire de nouveaux résultats de stabilisation pour le système de la thermoélasticité.

Je viens d'appliquer ce genre de technique à l'étude de l'ergodicité des valeurs au bord des fonctions propres du Laplacien dans un domaine dont le billard est ergodique, étendant des résultats récents de S. Zelditch [**24**]. Cette approche permet de déduire l'ergodicité des valeurs au bord des fonctions propres de l'ergodicité des fonctions propres *à l'interieur*. J'ai aussi développé, en collaboration avec M. Zworski, une nouvelle approche, stationnaire, pour le contrôle de l'équation de Schrödinger [**23**], fondée sur des estimations de résolvante. Les avantages de cette nouvelle approche par rapport à une méthode temporelle sont multiples : d'une part la méthode est plus simple techniquement mais surtout elle permet d'utiliser les nombreux résultats de scattering (estimation de resolvante, non concentration de fonctions propres, etc...) disponibles dans la littérature et d'en déduire directement des résultats de contrôle (ou de stabilisation).

11.2. Théorie du scattering et fonctions propres de l'opérateur de Laplace. — Le second axe de mon travail de recherche concerne l'étude de la diffusion (scattering) pour l'équation des ondes à l'extérieur d'un obstacle compact. Il s'agit d'étudier des perturbations à support compact de l'équation des ondes sur $\mathbb{R}^d$, ces perturbations pouvant être des obstacles sur lesquels les ondes se réfléchissent ou des modifications de la métrique. On s'intéresse alors à la localisation des résonances qui généralisent la notion de valeurs propres pour le Laplacien perturbé. Outre les motivations directes (la plupart des problèmes que j'ai étudié sont issus de la mécanique et de la chimie quantiques), une motivation plus en lien avec les E.D.P. pour cette étude est par exemple qu'une localisation précise de ces résonances conduit à des résultats sur le comportement en grand temps des solutions de l'équation des ondes ou de Schrödinger (que nous utilisont dans nos articles sur l'équation de Schrödinger non linéaire avec P. Gérard et N. Tzvetkov). Les seules géométries captives connues avant mes travaux étaient d'une part un cas où l'obstacle est la réunion de deux (ou plus) convexes étudié par M. Ikawa puis C. Gérard ; les trajectoires captives sont alors de type hyperbolique, et d'autre part une classe d'exemples à symétrie sphérique étudiée par J. Ralston où l'obstacle est une boule de $\mathbb{R}^2$ et où la métrique est perturbée de telle manière qu'il existe une trajectoire captive stable.

J'ai étudié [**4**] un cas modèle, où l'obstacle a une seule trajectoire captive, qui connecte un coin à un autre, qui se rapproche du cas étudié par M. Ikawa et C. Gérard. Dans cette situation géométrique particulièrement favorable, j'ai pu donner un développement asymptotique de tous les pôles situés sous une courbe logarithmique arbitraire, $\mathbf{Im}\lambda \leq \mathbf{N} \log |\mathbf{Re}\lambda|$; $\mathbf{N} > \mathbf{0}$. D'autre part, dans un cadre général, c'est à dire sans hypothèse géométrique sur l'obstacle, j'ai donné une minoration de la vitesse de convergence vers l'axe réel des résonances [**6**]. Cette minoration montre que les exemples de J. Ralston illustrent, du point de vue de la diffusion, la situation la plus mauvaise possible. J'ai pu finalement déduire de ce dernier résultat une estimation, dans le cas d'un obstacle et d'une perturbation de la métrique quelconques, du taux de décroissance de l'énergie locale de l'équation des ondes qui, sans hypothèse sur la nature géométrique du flot géodésique est optimale. Je viens de généraliser ce résultat sur l'absence de résonance près du réel, autorisant des perturbations de la métrique ainsi que des termes d'ordre inférieurs non localisés dans un compact [**10**]. Ce dernier résultat dit essentiellement que pour des perturbations analytiquement dilatables d'un opérateur de Schrödinger semi-classique, convergeant vers 0 à l'infini, à tout niveau d'énergie strictement positif, les parties imaginaires des résonances sont d'ordre au moins $e^{-C/h}$. Les hypothèses utilisées sont à peu près celles qui assurent l'existence des résonances.

Ce théorème donne en particulier des estimations pour la résolvante de l'opérateur (considérée de L^2 à support compact dans L^2 local) dont on peut montrer sur des exemples bien choisis qu'elles sont optimales dans le cas général. Par ailleurs, motivé par des calculs numériques d'électromagnétisme de M. Balabane et V. Tirel, j'ai obtenu dans [**10**] que sans hypothèse sur la géométrie, la résolvante tronquée dans une couronne vérifie la même estimation que la résolvante libre ($1/|\lambda|$ au lieu de $e^{C|\lambda|}$!, pour $|\lambda|$ très grand). Ce dernier résultat dont les applications seront sans doute nombreuses, est déjà très utilisé par les spécialistes de théorie du scattering car il permet la première justification *rigoureuse* du fait (intuitivement admis depuis longtemps) que les états résonants proches de l'axe réel (et donc physiquement observables) sont effectivement localisés dans les régions captées de l'espace des phases. Enfin, en lien avec la théorie du contrôle de l'équation de Schrödinger, nous venons (avec M. Zworski) [**23**] de développer une approche de type « boite noire », permettant de d'obtenir de nouveaux résultats sur la vitesse de concentration des fonctions propres de l'opérateur de Laplace sur une variété compacte. Cette approche permet de donner une minoration logarithmique de cette vitesse sur toute trajectoire hyperbolique (instable) et par exemple sur les billards de Sinai (obstacle strictement convexe dans un tore) (voir aussi le prolongement avec A. Hassell et J. Wunsch [**31**]) et Bunimovich (stade) [**23**] qui sont classiquement ergodiques, d'exhiber une famille de mesures invariantes par le flot géodésique qui ne sont les mesures de concentration *d'aucune* suite de fonctions propres. Exceptée la situation (algébrique) sur les surfaces arithmétiques qui est maintenant (presque) complètement comprise, suite aux travaux de E. Lindenstrauss, il s'agit du premier résultat de ce type.

Enfin, nous nous sommes intéressés avec P. Gérard et N. Tzvetkov á l'étude de la concentration des fonctions propres du laplacien sur les courbes d'une surface [**32**]. Finalement, dans un travail en cours avec C. Guillarmou et A. Hassel, nous démontrons que dans une géométrie captive *hyperbolique*, la présence de trajectoires captives n'empèche pas que les estimations de Strichartz *sans pertes* restent vraies pour les solutions d'équations de Schrödinger et des ondes.

11.3. Equations des ondes et de Schrödinger non linéaires. — Je me suis intéressé à l'étude des équations des ondes et de Schrödinger non linéaires. J'ai obtenu en collaboration avec P. Gérard et N. Tzvetkov [**19, 15**] des inégalités de Strichartz sur toute variété compacte permettant de démontrer en dimension 2 l'existence globale pour l'équation de Schrodinger avec une non-linéarité de type u^p non focalisante (pout tout p) et en dimension 3 pour les linéarités du même type avec $p \leq 3$. Nous avons aussi obtenu des résultats du meme type pour le problème extérieur avec des conditions aux limites de Dirichlet (dans le cas d'une géométrie non captive) [**21**]. Enfin nous avons étudié l'effet de la géométrie sur le comportement des solutions de l'équation de Schrödinger (explosion ou instabilité sur des domaines ou des variétés) [**12, 13**]. En particulier, l'étude des sphères est très intéressante [**25, 27**] dans la mesure où elle permet d'exhiber des effets géométriques *globaux* (seuils d'instabilité différents de ceux obtenus pour une métrique plate). Je travaille aussi sur les effets régularisants pour l'équation de Schrödinger. J'ai démontré que l'hypothèse de non capture usuelle est nécessaire pour l'effet régularisant

$H^{1/2}$ mais que néanmoins dans certains cas en présence de trajectoires captées de type hyperbolique, un effet régularisant affaibli ($H^{1/2-\varepsilon}$) reste vrai [**20**]. Je me suis finalement intéressé plus récemment à l'étude des inégalités de Strichartz pour l'équation de Schrödinger : perturbation de la métrique [**14**] ou ajout d'un potentiel singulier en $1/|x^2|$, cette dernière étude en collaboration avec F. Planchon, J. Stalker et A. S. Tahvildar-Zadeh [**16**] étant justifiée par des modèles (très simplifiés) de relativité générale. Dans le cas particulier de la dimension 1, nous avons obtenu avec F. Planchon des résultats (optimaux) dans le cas de coefficients très peu réguliers (B.V.) [**29**]). Ce travail s'est prolongé par l'étude de l'équation de Benjamin-Ono dans l'espace d'énergie [**33**]. Nous nous sommes aussi intéressés (avec G. Lebeau et F. Planchon) à l'étude des problèmes aux limites pour l'équation des ondes. Nous avons en particulier démontré que pour les conditions de Dirichlet [**34**] ou de Neumann [**35**], on peut démontrer des estimations de Strichartz *sans pertes* dans une plage réstreinte d'indices, ce qui suffit pour obtenir que l'équation des ondes H^1-critique est globalement bien posée.

11.4. Equations aux dérivées partielles et données de Cauchy aléatoires. — Dans une série de travaux avec N. Tzvetkov [**36, 37, 38**], nous essayons de comprendre dans quelle mesure, le fait de considérer des données initiales « au hasard » permet d'obtenir de meilleurs résultats pour les solutions d'équations aux dérivées partielles que ceux donnés par la théorie déterministe (où on se place toujours dans un scénario du type « le pire possible »). Nous avons obtenus des résultats prometteurs dans cette direction : Les théorèmes d'existence locale de solutions sont vrais à des niveaux de régularité notablement moins élevés (dans un cadre très général) et nous sommes capables d'en déduire (dans un cas très particulier) un théorème d'existence globale pour des données initiales sur-critiques. Nous essayons aussi de comprendre comment de tels phénomènes peuvent se traduire en termes d'observabilité et de contrôle des équations d'ondes.

Les quatre thèmes que je viens de développer sont en fait intimement liés. Par exemple notre résultat sur l'existence globale pour Schrödinger non linéaire sur les variétés [**19**] repose en partie sur une approche semi-classique qui est a la base des résultats de ma thèse [**1**] ; l'effet régularisant pour l'équation de Schrödinger dans des domaines extérieurs, qui est un élément important de notre travail [**21**] repose sur des estimations de résolvante obtenus dans [**11**]... La ligne directrice qui sous tend l'ensemble de mes travaux est de comprendre, via les techniques d'analyse microlocale (classique ou semi-classique), comment la géométrie d'une équation aux dérivées partielles dicte les estimations a priori sur les solutions ; dans le régime des hautes fréquences.