

Curriculum Vitæ

Nils BERGLUND

Né le 14 décembre 1969 à Lausanne, Suisse

Citoyen suédois

Bilingue français-allemand, anglais

Adresse professionnelle

Institut Denis Poisson

Université d'Orléans, Université de Tours, CNRS – UMR 7013

Bâtiment de Mathématiques, Route de Chartres, BP 6759

F-45067 **Orléans** Cedex 2

nils.berglund@univ-orleans.fr

<https://www.idpoisson.fr/berglund>

Déroulement de carrière

Education, diplômes et thèses

- 2004: Habilitation à Diriger des Recherches, spécialité mathématiques, Université de Toulon et du Var, *"Equations différentielles stochastiques singulièrement perturbées"*. Rapporteurs: Gérard Ben Arous, Anton Bovier, Lawrence E. Thomas.
Jury: Jean-François Le Gall, Etienne Pardoux, Pierre Picco, Claude-Alain Pillet.
- 1998: Thèse à l'Institut de Physique Théorique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), *"Adiabatic Dynamical Systems and Hysteresis"*.
Directeur de thèse: Hervé Kunz.
Rapporteurs: Jean-Philippe Ansermet, Serge Aubry, Oscar E. Lanford III.
- 1993: Diplôme (master) en physique à l'EPFL.
Mémoire de diplôme: *"Billiards magnétiques"*. Direction: Hervé Kunz.
- 1988-1993: Etudes de physique à l'EPFL.

Parcours professionnel

- Depuis septembre 2007: Professeur des universités, Université d'Orléans.
Professeur de classe exceptionnelle depuis septembre 2020.
Membre de l'Institut Denis Poisson (IDP-CNRS, UMR 7013).
- Septembre 2001 – août 2007: Maître de Conférence, Dép. de Mathématiques, Université de Toulon et du Var. Membre du CPT Marseille (CNRS, UMR 6207).
- Octobre 2000 – septembre 2001: Position postdoctorale avec enseignement, Département Mathematik, ETH-Zürich.
- Avril – septembre 2000: Boursier TMR au Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics (WIAS), Berlin.
- Avril 1999 – mars 2000: Boursier FNRS, School of Physics, Georgia Institute of Technology, Atlanta.
- Septembre 1998 – mars 1999: Boursier TMR au Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics (WIAS), Berlin.
- 1994 – 1998: Assistant doctorant, Institut de Physique Théorique, EPFL.

Liste de publications

Monographie

- [40] N. Berglund, B. Gentz, *Noise-Induced Phenomena in Slow-Fast Dynamical Systems. A Sample-Paths Approach* (Springer, Probability and its Applications, 276 + xiv pages, 2005)
<https://www.idpoisson.fr/berglund/book.html>

Monographie/chapitre en préparation

- [39] Chapitre basé sur les notes de cours de l'École "From kinetic equations to statistical mechanics", Juin-Juillet 2021, 58 pages: N. Berglund, *Long-time dynamics of stochastic differential equations*, Preprint (2019), [arxiv/2106.12998](https://arxiv.org/abs/2106.12998).
- [38] Monographie en préparation, 214 pages, basée sur les notes de cours, Sarajevo Stochastic Analysis Winter School, January 2019: N. Berglund, *An introduction to singular stochastic PDEs: Allen-Cahn equations, metastability and regularity structures*, Preprint (2019), [arxiv/1901.07420](https://arxiv.org/abs/1901.07420).

Articles soumis

- [37] N. Berglund, Y. Bruned, *BPHZ renormalisation and vanishing subcriticality limit of the fractional Φ_d^3 model*, Preprint (2019), [arxiv/1907.13028](https://arxiv.org/abs/1907.13028)

Articles publiés dans des revues avec comité de lecture

- [36] N. Berglund, R. Nader, *Stochastic resonance in stochastic PDEs*, Preprint (2021), [arxiv/2107.07292](https://arxiv.org/abs/2107.07292). 34 pages, à paraître dans *Stochastics and Partial Differential Equations: Analysis and Computations*.
- [35] N. Berglund, Christian Kuehn, Christian Bick, Maximilian Engel, Tobias Hurth, Annalisa Iuorio, and Cinzia Soresina, *A General View on Double Limits in Differential Equations*, Preprint (2021), [arxiv/2106.01160](https://arxiv.org/abs/2106.01160). 32 pages, à paraître dans *Physica D*.
- [34] N. Berglund, *An Eyring-Kramers law for slowly oscillating bistable diffusions*, Preprint (2020), [arxiv/2007.08443](https://arxiv.org/abs/2007.08443). 52 pages, à paraître dans *Probability and Mathematical Physics*.
- [33] N. Berglund, C. Kuehn, *Corrigendum to "Regularity structures and renormalisation of FitzHugh-Nagumo SPDEs in three space dimensions"*, [Electronic J. Probability](https://arxiv.org/abs/1901.07420) **24**:1–22 (2019).
- [32] M. Baudel, N. Berglund, *Spectral theory for random Poincaré maps*, *SIAM J. Math. Anal.* **49**:4319–4375 (2017).
- [31] N. Berglund, C. Kuehn, *Model Spaces of Regularity Structures for Space-Fractional SPDEs*, *J. Statistical Physics* **168**:331–368 (2017).

- [30] N. Berglund, G. Di Gesù, H. Weber, *An Eyring–Kramers law for the stochastic Allen–Cahn equation in dimension two*, [Electronic J. Probability](#) **22**:1–27 (2017).
- [29] N. Berglund, C. Kuehn, *Regularity structures and renormalisation of FitzHugh–Nagumo SPDEs in three space dimensions*, [Electronic J. Probability](#) **21**:1–48 (2016).
- [28] N. Berglund, S. Dutercq, *Interface dynamics of a metastable mass-conserving spatially extended diffusion*, [J. Statistical Physics](#) **162**:334–370 (2016).
- [27] N. Berglund, *Noise-induced phase slips, log-periodic oscillations, and the Gumbel distribution*, [Markov Processes Relat. Fields](#) **22**:467–505 (2016).
- [26] N. Berglund, S. Dutercq, *The Eyring–Kramers law for Markovian jump processes with symmetries*, [J. Theoretical Probability](#) **29**:1240–1279 (2016).
- [25] N. Berglund, B. Gentz, C. Kuehn, *From random Poincaré maps to stochastic mixed-mode-oscillation patterns*, [J. Dynamics Differential Equations](#) **27**:83–136 (2015).
- [24] N. Berglund, B. Gentz, *On the noise-induced passage through an unstable periodic orbit II: General case*, [SIAM J. Math. Anal.](#) **46**:310–352 (2014).
- [23] N. Berglund, B. Gentz, *Sharp estimates for metastable lifetimes in parabolic SPDEs: Kramers’ law and beyond*, [Electronic J. Probability](#) **18**:no. 24,1–58 (2013).
- [22] N. Berglund, *Kramers’ law: Validity, derivations and generalisations*, [Markov Processes Relat. Fields](#) **19**:459–490 (2013).
- [21] N. Berglund, D. Landon, *Mixed-mode oscillations and interspike interval statistics in the stochastic FitzHugh–Nagumo model*, [Nonlinearity](#) **25**:2303–2335 (2012).
- [20] N. Berglund, B. Gentz, C. Kuehn, *Hunting French Ducks in a Noisy Environment*, [J. Differential Equations](#) **252**:4786–4841 (2012).
- [19] N. Berglund, B. Gentz, *The Eyring–Kramers law for potentials with nonquadratic saddles*, [Markov Processes Relat. Fields](#) **16**:549–598 (2010).
- [18] N. Berglund, B. Gentz, *Anomalous behavior of the Kramers rate at bifurcations in classical field theories*, [J. Phys. A: Math. Theor.](#) **42**:052001 (9 pages) (2009).
- [17] J.-P. Aguilar, N. Berglund, *The effect of classical noise on a quantum two-level system*, [J. Math. Phys.](#) **49**:102102 (23 pages) (2008).
- [16] N. Berglund, B. Fernandez, B. Gentz, *Metastability in interacting nonlinear stochastic differential equations I: From weak coupling to synchronisation*, [Nonlinearity](#) **20**:2551–2581 (2007).
- [15] N. Berglund, B. Fernandez, B. Gentz, *Metastability in interacting nonlinear stochastic differential equations II: Large- N regime*, [Nonlinearity](#) **20**:2583–2614 (2007).
- [14] N. Berglund, B. Gentz, *Universality of first-passage- and residence-time distributions in nonadiabatic stochastic resonance*, [Europhys. Lett.](#) **70**:1–7 (2005).
- [13] N. Berglund, B. Gentz, *On the noise-induced passage through an unstable periodic orbit I: Two-level model*, [J. Statist. Phys.](#) **114**:1577–1618 (2004).

- [12] N. Berglund, B. Gentz, *Geometric singular perturbation theory for stochastic differential equations*, *J. Differential equations* **191**:1–54 (2003).
- [11] N. Berglund, B. Gentz, *Metastability in simple climate models: Pathwise analysis of slowly driven Langevin equations*, *Stoch. Dyn.* **2**:327–356 (2002).
- [10] N. Berglund, B. Gentz, *Beyond the Fokker–Planck equation: Pathwise control of noisy bistable systems*, *J. Phys. A* **35**:2057–2091 (2002).
- [9] N. Berglund, B. Gentz, *The effect of additive noise on dynamical hysteresis*, *Nonlinearity* **15**:605–632 (2002).
- [8] N. Berglund, B. Gentz, *A sample-paths approach to noise-induced synchronization: Stochastic resonance in a double-well potential*, *Ann. Appl. Probab.* **12**:1419–1470 (2002).
- [7] N. Berglund, B. Gentz, *Pathwise description of dynamic pitchfork bifurcations with additive noise*, *Probab. Theory Related Fields* **122**:341–388 (2002).
- [6] N. Berglund, T. Uzer, *The averaged dynamics of the hydrogen atom in crossed electric and magnetic fields as a perturbed Kepler problem*, *Found. Phys.* **31**:283–326 (2001).
- [5] N. Berglund, *Control of dynamic Hopf bifurcations*, *Nonlinearity* **13**:225–248 (2000).
- [4] N. Berglund, H. Kunz, *Memory Effects and Scaling Laws in Slowly Driven Systems*, *J. Phys. A* **32**:15–39 (1999).
- [3] N. Berglund, H. Kunz, *Chaotic Hysteresis in an Adiabatically Oscillating Double Well*, *Phys. Rev. Letters* **78**:1691–1694 (1997).
- [2] N. Berglund, A. Hansen, E.H. Hauge, J. Piasecki, *Can a Local Repulsive Potential Trap an Electron?*, *Phys. Rev. Letters* **77**:2149–2153 (1996).
- [1] N. Berglund, H. Kunz, *Integrability and Ergodicity of Classical Billiards in a Magnetic Field*, *J. Stat. Phys.* **83**:81–126 (1996).

Contributions à des livres

- [41] N. Berglund, B. Gentz, *Stochastic dynamic bifurcations and excitability*, in C. Laing, G. Lord (Eds.), *Stochastic Methods in Neuroscience* (Oxford University Press, Oxford, 2009)
- [42] N. Berglund, *Bifurcations, scaling laws and hysteresis in singularly perturbed systems*, in B. Fiedler, K. Gröger, J. Sprekels (Eds.), *Equadiff '99* (World Scientific, Singapore, 2000)
- [43] N. Berglund, K.R. Schneider, *Control of dynamic bifurcations*, dans D. Aeyels, F. Lamnabhi-Lagarrigue, A. van der Schaft (Eds.), *Stability and Stabilization of Nonlinear Systems* (Lecture Notes in Contr. and Inform. Sciences 246, Springer, Berlin, 1999)

Actes de congrès

- [44] N. Berglund, *Stochastic dynamical systems in neuroscience*, [Oberwolfach Reports](#) **8**:2290–2293 (2011). Proceedings of the miniworkshop *Dynamics of Stochastic Systems and their Approximation*, Oberwolfach, Germany, August 2011.
- [45] N. Berglund, *Dynamic bifurcations: hysteresis, scaling laws and feedback control*, [Prog. Theor. Phys. Suppl.](#) **139**:325–336 (2000). Proceedings of the conference “Let’s face chaos through nonlinear dynamics”, Maribor, Slovenia, June/July 1999.
- [46] N. Berglund, *Classical Billiards in a Magnetic Field and a Potential*, *Nonlinear Phenomena in Complex Systems* **3**:61–70 (2000). Proceedings of the conference “Let’s face chaos through nonlinear dynamics”, Maribor, Slovenia, June/July 1996.
- [47] N. Berglund, *On the Reduction of Adiabatic Dynamical Systems near Equilibrium Curves* (1998). Proceedings of the conference “Celestial Mechanics, Separatrix Splitting, Diffusion”, Aussois, France, June 1998.

Mémoires

- [48] N. Berglund, *Equations différentielles stochastiques singulièrement perturbées*, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Toulon (2004).
<https://www.idpoisson.fr/berglund/hdr.html>
- [49] N. Berglund, *Adiabatic Dynamical Systems and Hysteresis*, Thèse de doctorat, EPFL (1998).
<https://www.idpoisson.fr/berglund/these.html>
- [50] N. Berglund, *Billards magnétiques*, Travail de diplôme, EPFL (1993).

Popularisation

- [51] [Metastability of Stochastic Partial Differential Equations and Fredholm Determinants](#), EMS Newslette 177, 6–14, EMS, 2020
- [52] [Métastabilité d’EDP stochastiques et déterminants de Fredholm](#), Gazette des Mathématiciens 163, 14–25, SMF, 2020
- [53] [Des ondes dans mon billard](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2021
- [54] [Modèles simples du climat, parts 1–3](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2020
- [55] [Résoudre des équations en comptant des arbres](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2018
- [56] [Les diagrammes de Feynman, parts 1–3](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2016
- [57] [Mayonnaise et élections américaines](#), Dossier Pour la Science, 2016
- [58] [Probabiliser](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2015
- [59] [Des canards dans mes neurones](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2015

- [60] [Qu'est-ce qu'une Équation aux Dérivées Partielles Stochastique ?](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2014
- [61] Le climat et ses aléas, Microscop CNRS, Hors-série 22, 2013
- [62] [Notre univers est-il irréversible ?](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2013
- [63] [Hasard et glaciations](#), Mathématiques de la Planète Terre, 2013
- [64] [La probabilité d'extinction d'une espèce menacée](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2013
- [65] [Rangez-moi ces bouquins !](#), Images des Mathématiques, CNRS, 2012

Logiciels

- [66] YouTube simulations: Tool to create videos of particles or waves in different 2D domains. <https://github.com/nilsberglund-orleans/YouTube-simulations>

Enseignement

Cours et travaux dirigés

- **2007-2022:** Université d'Orléans (cours avec parfois travaux dirigés):
 - Master 2 recherche de mathématiques: Martingales et calcul stochastique
 - Master 2 professionnel de mathématiques: Processus aléatoires
 - Master 2 de mathématiques: Modélisation, preparation à l'Agrégation en Mathématiques (à Tours)
 - Master 1 et 2 professionnel de mathématiques: Mathématiques financières
 - Master 1 de mathématiques: Probabilités
 - Master 1 de sciences du management: Analyse de données
 - Master 1 d'économétrie: Analyse de données qualitatives
 - Licence 3 de mathématiques: Probabilités et statistiques
 - Licence 3 de sciences du management: Optimisation et aide à la décision
 - Licence 2 math/MASE/MP: Analyse (TD)
 - Licence 1 math/info: Algèbre
- **2001-2007:** Université du Sud Toulon-Var:
 - Cours:
 - * Master 2 de physique mathématique: Option systèmes ouverts
 - * Master 1 de mathématiques: Probabilités
 - * Maîtrise de mathématiques: Option physique mathématique
 - * Licence MASS (3e année): Probabilités
 - * Ecole d'ingénieurs (3e année): Processus stochastiques
 - * Ecole d'ingénieurs (2e année): Mathématiques financières
 - * DEUG1 MIAS: Algèbre
 - * DEUG1 SM: Calcul matriciel
 - Travaux dirigés:

- * Maîtrise de mathématiques: Algèbre
- * Licence MASS (3e année): Probabilités
- * DEUG2 MIA: Calcul différentiel, géométrie, séries
- * DEUG2 SV: Probabilités et statistiques
- * DEUG1 SV: Analyse
- **2000-2001:** Cours à l'ETH-Zürich:
 - “Geometrical Theory of Dynamical Systems”
 - “Perturbation Theory of Dynamical Systems”
- **1994-1998:** Travaux dirigés à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne:
 - Mécanique générale
 - Relativité générale et cosmologie
 - Phénomènes non-linéaires et chaos
 - Électrodynamique

Notes de cours

1. *Long-time dynamics of stochastic differential equations* (From kinetic equations to statistical mechanics, 2021, 58 pages)
 2. *An introduction to singular stochastic PDEs: Allen–Cahn equations, metastability and regularity structures* (Sarajevo Stochastic Analysis Winter School, 2019, 95 pages)
 3. *Martingales et calcul stochastique, Master 2 Recherche* (MAPMO, 2012, 125 pages)
 4. *Processus aléatoires et applications, Master 2 Pro* (MAPMO, 2011, 123 pages)
 5. *Probabilités et Statistiques, Licence 3* (MAPMO, 2010, 63 pages)
 6. *Théorie des Probabilités, Licence MASS* (USTV, 2006, 76 pages)
 7. *Introduction aux équations différentielles stochastiques* (CPT, 2005, 22 pages)
 8. *Geometrical Theory of Dynamical Systems* (ETHZ, 2001, 85 pages)
 9. *Perturbation Theory of Dynamical Systems* (ETHZ, 2001, 111 pages)
- <https://www.idpoisson.fr/berglund/teaching.html>

Activités de recherche

Domaines de recherche

- **Probabilités:** Equations différentielles stochastiques, equations aux dérivées partielles stochastiques, problème de sortie stochastique, métastabilité, grandes déviations, théorie du potentiel, structures de régularité
- **Systèmes dynamiques:** Théorie des perturbations singulières, bifurcations dynamiques, oscillations multimodales, systèmes spatialement étendus, systèmes hamiltoniens, applications symplectiques
- **Applications:** Physique statistique, systèmes ouverts classiques et quantiques, neurosciences, modèles climatiques

Collaborations internationales

- Hervé Kunz (Lausanne), Alex Hansen, Eivind Hauge (Trondheim), Jaroslav Piasecki (Varsovie): billards.
- Hervé Kunz (Lausanne): systèmes dynamiques adiabatiques.
- Klaus Schneider (Berlin): théorie du contrôle.
- Turgay Uzer (Atlanta): systèmes hamiltoniens.
- Barbara Gentz (Berlin/Bielefeld): équations différentielles stochastiques.
- Bastien Fernandez (Marseille): systèmes spatialement étendus.
- Christian Kuehn (Vienne/Munich): systèmes dynamiques lents-rapides, structures de régularité.
- Giacomo Di Gesù (Paris/Vienne), Hendrik Weber (Warwick/Bath), Yvain Bruned (Edinburgh): équations aux dérivées partielles stochastiques.

Ces collaborations ont été partiellement financées par le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique (FNRS), l'Union Européenne (projet TMR), le Forschungsinstitut Mathematik (FIM) de l'ETH Zurich, la European Science Foundation (ESF), et la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

Distinctions

- Depuis 2004: Titulaire de la PEDR/PES (renouvelée en 2008, 2012, 2016, 2020).
- "Prix des doctorats 1999" de l'EPFL.

Délégations, séjours invités (une semaine et plus)

- Octobre – novembre 2019: 2 semaines au Hausdorff Center, Bonn
- Septembre – décembre 2018: 3 semaines au Isaac Newton Institute, Cambridge
- Juillet 2018: 10 jours au WIAS, Berlin
- Février – août 2017: Chercheur délégué au CNRS (MAPMO, UMR 7349 et IHP).
- Visites d'une semaine à l'University of Warwick (décembre 2015, janvier 2017).
- Visite de deux semaines à la TU Vienne (mars 2015).
- Février – août 2015: Chercheur délégué au CNRS (MAPMO, UMR 7349).
- Visites d'un mois au CRC 701, Université de Bielefeld (2007, '08, '09, '10, '11, '12, '13, '14).
- Visites d'un mois au Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS), Berlin (2001, '02, '03, '04, '05, '06).
- Mars – septembre 2006: Chercheur délégué au CNRS, Centre de Physique Théorique Marseille-Luminy (CPT, UMR 6207).
- Mars – septembre 2005: Chercheur délégué au CNRS, CPT Marseille et WIAS Berlin.
- Avril 1999: Visite de Jacques Laskar, Bureau des Longitudes, Paris.

Participation à des projets de recherche

- GDR GREFI-MEFI (correspondant local)
- GDR DYNQUA (correspondant local)
- Projet Région MADACA

Administration et animation scientifique

Activités d'administration

- Depuis 2021: Directeur de l'Ecole Doctorale MIPTIS Orléans-Tours.
- 2017–2021: Directeur adjoint de l'Ecole Doctorale MIPTIS Orléans-Tours.
- Depuis 2020: Membre du Comité de Culture Mathématique de l'IHP.
- 2014-2017: Responsable de la communication du MAPMO.
- 2014: Membre externe du Comité de Sélection 26, Université de Poitiers.
- 2013: Membre externe du Comité de Sélection 26, Université de Tours.
- 2012-2018: Président du Comité d'Experts Disciplinaires 25/26, Univ. d'Orléans, devenu Comité de Représentants Disciplinaires (ex-Commission de Spécialistes).
- 2010: Membre externe du Comité de Sélection 26, Université Paris 7.
- 2010: Membre externe du Comité de Sélection 26, Université de Poitiers.
- Depuis 2009: Membre élu du Comité d'Experts Disciplinaires 25/26, Univ. d'Orléans.
- Depuis 2008: Membre élu du Conseil de Laboratoire, MAPMO-CNRS.
- Depuis 2008: Membre de la Commission des Thèses Orléans-Tours.
- 2004-2007: Membre de la Commission de Spécialistes 25/26, Université Toulon-Var.
- 2005-2007: Membre externe de la Comm. de Spécialistes 25/26, U. Aix-Marseille I.
- 2005-2007: Membre nommé du Conseil de Laboratoire, CPT-CNRS.
- 2004-2007: Responsable Tableau de Bord, Dép. de Mathématiques, Univ. Toulon-Var.

Direction de projets scientifiques

- Porteur du projet ANR PERISTOCH, Phénomènes Périodiques dans les Systèmes Stochastiques, Budget: 209'593.– Euro (Février 2020 – Juillet 2024)
- Responsable local du projet ANR blanc MANDy, Mathematical Analysis of Neuronal Dynamics, Budget pour Orléans: 25'000.– Euro (Septembre 2009 – Août 2012)
- Responsable de l'ACI Jeunes Chercheurs "Modélisation stochastique de systèmes hors équilibre", Ministère de la Recherche, Budget: 70'000.– Euro (Août 2004 – Avril 2008).

Organisation de séminaires et conférences

- "Stochastic Partial Differential Equations", CIRM, Marseille (Mai 2018).
- "Journées de Probabilités 2013", Orléans (Juin 2013).
- "Third meeting of the GDR Quantum Dynamics", Orléans (Février 2011).
- "Fourth Workshop on Random Dynamical Systems", Bielefeld (Novembre 2010), avec Barbara Gentz.
- Conférence "Stochastic Models in Neuroscience", CIRM, Marseille-Luminy (Janvier 2010), avec Simona Mancini et Michèle Thieullen (Paris 6).
- Responsable du séminaire du MAPMO (depuis 2008), avec Simona Mancini et Aurélien Alvarez (2011–2013), puis Luc Hillairet (depuis 2013).
- Atelier "Maths et billard" (Orléans, mars 2008), avec Stéphane Cordier (Orléans) et Emmanuel Lesigne (Tours).
- Rencontre finale de l'ACI Jeunes Chercheurs "Modélisation stochastique de systèmes hors équilibre" (Orléans, février 2008).

- “Journées de Probabilités 2007”(La Londe, septembre 2007), avec K. Bahlali, Y. Lacroix (Toulon), P. Picco (Marseille).
- Minisymposium “Recent developments in the stochastic exit problem” à la conférence internationale ICIAM07 (Zurich, juillet 2007), avec Samuel Herrmann (Nancy).
- Conférence internationale QMath9 (Giens, septembre 2004), avec J. Asch, J.-M. Barabroux, J.-M. Combes, J.-M. Ghez (Toulon), A. Joye (Grenoble).
- Colloquium “Equations Différentielles Stochastiques”, Université de Toulon et du Var (2003), avec K. Bahlali, P. Briet (Toulon), P. Picco (Marseille).
- “Séminaire de Dynamique Quantique et Classique”, CPT (2002).

Activités d’encadrement

- Encadrement de thèses:
 - Rita Nader (depuis 2019)
 - Manon Baudel (depuis 2014)
 - Sébastien Dutercq (2011–2015)
 - Damien Landon (2008–2012)
 - Jean-Philippe Aguilar (2005–2008)
- Encadrement de stages de master:
 - Lamia Bouaouda et Prescilla Njabuka (2021)
 - Sébastien Dutercq (2011)
 - Kanal Hun (2009)
 - Damien Landon (2008)
 - Antoine Loyer (2005, en collaboration avec Barbara Gentz, Berlin)
 - Jean-Philippe Aguilar (2004 et 2005)
 - Evelyne Vas (2004, en collaboration avec Emmanuel Buffet, Dublin)

Comités d’HDR

- Dorian Le Peutrec (Orsay, novembre 2019): rapporteur
- Jonathan Touloul (Collège de France, juin 2015)

Comités de thèse

- Gray Manicom (University of Auckland, New Zealand, 2022): rapporteur
- Christian Wiesel (University of Bielefeld, July 2018): rapporteur
- Maximilian Engel (Imperial College London, January 2018): rapporteur
- Boris Nectoux (Ecole des Ponts Paris, November 2017): rapporteur
- Christophe Poquet (Université Paris Diderot, octobre 2013): rapporteur
- Julian Tugaut (Université Nancy 1, juillet 2010): rapporteur
- Bénédicte Aguer (Université Lille 1, juin 2010): rapporteur
- Guillaume Voisin (Orléans, décembre 2009): président du jury
- Laurent Marin (Orléans, novembre 2009)

Activités d'expertise

Referee pour les revues Alea, Annales Faculté Toulouse, Annales Institut Henri Poincaré, Annals of Probability, Annals of Applied Probability, Archive for Rational Mechanics and Analysis (ARMA), Bernoulli, Chaos, Comm. Mathematical Physics (CIMP), Comm. Nonlinear Science Numerical Simul., Comm. Pure and Applied Mathematics (CPAM), Discrete Contin. Dyn. Syst. A, Electron. J. Differential Equations, European Journal of Applied Mathematics, Inverse Problems, J. Computational Dynamics, J. Dynam. Diff. Eq., J. Mathematical Biology, J. Mathematical Neuroscience, J. Nonlinear Science, J. Phys. A, J. Statist. Physics, J. Theoretical Probability, Mathematics Computers Simulation, New J. Phys., Nonlinear Analysis, Nonlinear Dynamics, Nonlinearity, Pacific Journal of Mathematics, PI, Physica A, Physica D, Physical Biology, Probability Theory Related Fields (PTRF), SIAM J. Appl. Dynamical Systems (SIADS), SIAM J. Appl. Math. (SIAP), SIAM J. Scient. Comp. (SISC), Stochastic Process. Appl. (SPA), Syst. Contr. Letters., Transactions of the AMS.

Evaluation de projets scientifiques pour

- ANR (France)
- DFG (Allemagne)
- NSF (Etats-Unis)
- NWO (Pays-Bas)
- ECOS-ANID (Chili)

Conférences invitées et exposés (depuis 1999)

Un certain nombre de présentations sont disponibles à

<https://www.idpoisson.fr/berglund/restalks.html>

Conférences invitées dans des congrès

- **18/11/2021.** “Higher Structures Emerging from Renormalisation”, ESI, Vienna, *Discussion of “Singular kinetic equations and applications” by Rongchan Zhu* (Invitation: Pierre Clavier, Kurusch Ebrahimi-Fard, Peter K. Friz, Harald Grosse, Dominique Manchon, Sylvie Paycha, Sylke Pfeiffer).
- **8/3/2021.** “Stochastic Pathwise Analysis and their Applications”, CIRM, Marseille, *Renormalisation when approaching the subcriticality threshold: A simple example (par vidéoconférence)* (Invitation: Laure Coutin, Paul Gassiat, Antoine Lejay, Nicolas Marie, Samy Tindel).
- **22/10/2020.** “ANR QuAMProcs Workshop”, Nantes, *An Eyring–Kramers law for periodically forced bistable systems* (Invitation: Laurent Michel).
- **21/11/2019.** “Long-Time Behaviour and Statistical Inference for Stochastic Processes: from Markovian to Long-Memory Dynamics”, Centrale–Supelec, Gif-sur-Yvette, *Convergence to equilibrium in some singular parabolic SPDEs* (Invitation: Nicolas Marie, Fabien Panloup, Alexandre Richard).
- **24/10/2019.** “Singular SPDEs and Related Topics”, Hausdorff Center Bonn, *BPHZ renormalisation and vanishing subcriticality limit of the fractional Φ_d^3 model* (Invitation: Yvain Bruned).

- **12/7/2019.** “Equadiff 2019”, Leiden, *Trace process and metastability* (Invitation: Barbara Gentz, Christian Kuehn).
- **20/6/2019.** “Scaling Limits and Large Deviations”, IDP, Orléans, *Convergence to equilibrium in some singular parabolic SPDEs* (Invitation: Julien Barré, Raphaël Chetrite).
- **23/4/2019.** “Random Partial Differential Equations”, CIRM, Marseille, *Convergence to equilibrium in some singular parabolic SPDEs* (Invitation: Ismaël Bailleul, Paul Gassiat, Benjamin Gess, Cyril Labbé).
- **12-13/11/2018.** “Stochastics Meeting Lunteren”, *Trace process and metastability, Metastable dynamics of stochastic PDEs* (Invitation: Frank den Hollander).
- **20/9/2018.** “Advances in Computational Statistical Physics”, CIRM, Marseille, *Trace process and metastability* (Invitation: Tony Lelièvre, Gabriel Stoltz, Grigorios Pavliotis).
- **5/6/2018.** “Simulation and probability: recent trends”, Centre Henri Lebesgue, Rennes, *Metastable Markov chains, trace process and spectral theory* (Invitation: Frédéric Cérou, Mathias Rousset, Fabien Panloup).
- **6/12/2017.** “Random Dynamical Systems”, Lorentz Center, Leiden, *Theory and applications of random Poincaré maps* (Invitation: Ale Homburg, Jeroen Lamb, Martin Rasmussen).
- **28/7/2017.** “39th Conference on Stochastic Processes and their Applications”, Moscow, *Metastability for interacting particles in double-well potentials and Allen–Cahn SPDEs* (Invitation: Cédric Bernardin, Patricia Gonçalves).
- **24/7/2017.** “39th Conference on Stochastic Processes and their Applications”, Moscow, A “thermodynamic” characterization of some regularity structures near the sub-criticality threshold (Invitation: Lorenzo Zambotti).
- **17/6/2017.** “9th Workshop on Random Dynamical Systems”, Bielefeld, *Metastability in stochastic Allen–Cahn PDEs* (Invitation: Barbara Gentz).
- **24/5/2016.** “Journées de Probabilités 2016”, Le Mans, *EDPs stochastiques et métastabilité* (Invitation: Anis Matoussi, Alexandre Popier).
- **20/4/2016.** “Workshop on Metastability”, Eurandom, Eindhoven, *Metastability of stochastic Allen–Cahn PDEs* (Invitation: Roberto Fernandez, Francesca Nardi, Julien Sohler).
- **8/4/2016.** “SIAM Conference on Uncertainty Quantification”, EPF Lausanne, *Theory and Applications of Random Poincaré Maps* (Invitation: Xiaoying Han, Habib N. Najm).
- **2/2/2016.** “Computational statistics and molecular simulation”, Paris, *Sharp estimates on metastable lifetimes for one- and two-dimensional Allen–Cahn SPDEs* (Invitation: Arnaud Guyader, Tony Lelièvre, Gabriel Stoltz).
- **5/11/2015.** “8th Workshop on random dynamical systems”, Bielefeld, *Regularity structures and renormalisation of FitzHugh–Nagumo SPDEs in three space dimensions* (Invitation: Barbara Gentz, Peter Imkeller).
- **8/7/2015.** “Equadiff 2015”, Lyon, *On FitzHugh–Nagumo SDEs and SPDEs* (Invitation: Hans Crauel, Ale Jan Homburg).
- **16/6/2015.** ENS Lyon, “Statistical mechanics and computation of large deviation rate functions”, *Metastability in systems of coupled multistable SDEs* (Invitation: Freddy Bouchet).
- **20/3/2015.** Paris, Institut des Systèmes Complexes, ANR project meeting, *A tool-*

box to quantify effects of noise on slow-fast dynamical systems (Invitation: Mathieu Desroches).

- **12/12/2014.** “7th Workshop on random dynamical systems”, Bielefeld, *Extreme-value theory and the stochastic exit problem* (Invitation: Barbara Gentz).
- **18/11/2014.** “Multi-scale models, slow-fast differential equations, averaging in ecology”, Centre Bernoulli, Lausanne, *Noise-induced transitions in slow-fast dynamical systems* (Invitation: Mathieu Desroches).
- **28/7/2014.** “37th Conference on Stochastic Processes and their Applications”, Buenos Aires, *Some rigorous results on interspike interval distributions in stochastic neuron models* (Invitation: Jonathan Touboul).
- **8/7/2014.** “10th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications”, Madrid, *A group-theoretic approach to metastability in networks of interacting SDEs* (Invitation: Georgi Medvedev).
- **28/1/2014.** “Inhomogeneous Random Systems”, Institut Henri Poincaré, Paris, *Noise-induced phase slips, log-periodic oscillations and the Gumbel distribution* (Invitation: Giambattista Giacomin).
- **31/10/2013.** “6th Workshop on random dynamical systems”, Bielefeld, *From random Poincaré maps to stochastic mixed-mode-oscillation patterns* (Invitation: Barbara Gentz).
- **6/6/2013.** “Workshop on Slow-Fast Dynamics: Theory, Numerics, Application to Life and Earth Sciences”, CRM, Barcelona, *Random Poincaré maps and noise-induced mixed-mode-oscillation patterns* (Invitation: Mathieu Desroches).
- **8/2/2013.** “5ème Rencontre du GDR Dynamique Quantique”, Lille, *Irreversible diffusions and non-selfadjoint operators: Results and open problems* (Invitation: Stephan De Bièvre, Gabriel Rivière).
- **5/10/2012.** “5th Workshop on Random Dynamical Systems”, Bielefeld, *Some applications of quasistationary distributions to random Poincaré maps* (Invitation: Barbara Gentz).
- **5/7/2012.** “Random models in neuroscience”, Université Paris 6, *Some results on interspike interval statistics in conductance-based models for neuron action potentials* (Invitation: Michèle Thieullen).
- **21/3/2012.** “Critical Transitions in Complex Systems”, Imperial College London, *Sample-path behaviour of noisy systems near critical transitions* (Invitation: Jeroen Lamb, Greg Pavliotis, Martin Rasmussen).
- **12/12/2011.** EPSRC Symposium Workshop “Multiscale Systems: Theory and Applications”, Warwick Mathematics Institute, *Canards, mixed-mode oscillations and interspike distributions in stochastic systems* (Invitation: Martin Hairer, Greg Pavliotis, Andrew Stuart).
- **2/11/2011.** “Stochastic Dynamics in Mathematics, Physics and Engineering”, ZiF, Bielefeld, *Does noise create or suppress mixed-mode oscillations?* (Invitation: Barbara Gentz, Max-Olivier Hongler, Peter Reimann).
- **22/8/2011.** “Dynamics of Stochastic Systems and their Approximation”, Mathematisches Forschungszentrum Oberwolfach, *Stochastic dynamical systems in neuroscience* (Invitation: Evelyn Buckwar, Barbara Gentz, Erika Hausenblas).
- **21/7/2011.** ICIAM 2011, Vancouver, *On the Interspike Time Statistics in the Stochastic FitzHugh–Nagumo Equation* (Invitation: Jinqiao Duan, Barbara Gentz).
- **26/1/2011.** “Inhomogeneous Random Systems”, Institut Henri Poincaré, Paris, *The*

Kramers law: Validity, derivations and generalizations (Invitation: Christian Maes).

- **2/12/2010.** “Open quantum systems”, Institut Fourier, Grenoble, *Metastability in a class of parabolic SPDEs* (Invitation: Alain Joye).
- **19/11/2009.** 3rd Workshop “Random Dynamical Systems”, Universität Bielefeld, *Metastability for Ginzburg-Landau-type SPDEs with space-time white noise* (Invitation: Barbara Gentz).
- **14/5/2009.** “Deterministic and Stochastic Modeling in Computational Neuroscience and Other Biological Topics”, CRM, Barcelona, *Stochastic models for excitable systems* (Invitation: Antony Guillemon).
- **12/3/2009.** “Journées Systèmes Ouverts”, Institut Fourier, Grenoble, *Metastability for the Ginzburg-Landau equation with space-time noise* (Invitation: Alain Joye).
- **18/11/2008.** 2nd Workshop “Random Dynamical Systems”, Universität Bielefeld, *Metastability in systems with bifurcations* (Invitation: Barbara Gentz).
- **19/6/2008.** Workshop “Applications of spatio-temporal dynamical systems in biology”, Laboratoire Dieudonné, Nice, *Metastability in a system of coupled nonlinear diffusions* (Invitation: Elisabeth Pécou).
- **30/11/2007.** Workshop “Random Dynamical Systems”, Universität Bielefeld, *Metastable lifetimes and optimal transition paths in spatially extended systems* (Invitation: Barbara Gentz).
- **23/2/2007.** Workshop “Multiscale Analysis and Computations in Stochastic Differential Equation Modelling 2007”, University of Sussex, *Noise-induced phenomena in slow-fast dynamical systems* (Invitation: Greg Pavliotis).
- **12/10/2006.** Conference “Chaos and Complex Systems”, Novacella, *Desynchronization of coupled bistable oscillators perturbed by additive noise* (Invitation: Marco Robnik).
- **27/6/2006.** AIMS conference “Dynamical Systems and Differential Equations”, Poitiers, *Metastability and stochastic resonance in slow-fast systems with noise* (Invitation: Jianzhong Su).
- **9/6/2005.** Stochastic Partial Differential Equations and Climatology, ZIF, Universität Bielefeld, *Geometric singular perturbation theory for stochastic differential equations* (Invitation: Friedrich Götze, Yuri Kondratiev, Michael Röckner).
- **31/5/2005.** Period of Concentration, Stochastic climate models, Max-Planck Institut, Leipzig, *Geometric singular perturbation theory applied to stochastic climate models* (Invitation: Peter Imkeller).
- **19/5/2005.** Period of Concentration, Metastability, ageing, and anomalous diffusion, Max-Planck Institute, Leipzig, *Metastability in irreversible diffusion processes and stochastic resonance* (Invitation: Anton Bovier).
- **22/6/2004.** Coupled Map Lattices 2004, Institut Henri Poincaré, Paris, *Special session on effect of noise on synchronization* (Invitation: Bastien Fernandez).
- **28/4/2004.** European Geophysical Union meeting (EGU04), Nice, *Universal properties of noise-induced transitions* (Invitation: Daniel Scherzer).
- **31/5/2003.** 4th European Advanced Studies Conference, Novacella, *On the noise-induced passage through an unstable periodic orbit* (Invitation: Marko Robnik).

Conférences invitées à des séminaires

- **24/09/2021.** University of Campinas (UNICAMP), Brazil, Seminar in stochastic anal-

ysis, *Stochastic resonance in stochastic PDEs (en visioconférence)* (Invitation: Christian Horacio Olivera).

- **26/03/2021.** NTNU Trondheim, DNA Seminar, *Metastable dynamics of stochastic Allen-Cahn PDEs on the torus (en visioconférence)* (Invitation: Kurush Ebrahimi-Fard).
- **27/01/2021.** Brandeis University, Brandeis Mathematical Biology seminar, *Theory and applications of random Poincaré maps (en visioconférence)* (Invitation: Jonathan Touboul).
- **27/10/2020.** Imperial College London, DynamIC Seminar, *Precise estimates on noise-induced transitions in oscillating double-well potentials (en visioconférence)* (Invitation: Jeroen Lamb, Martin Rasmussen).
- **30/4/2020.** Lille, Séminaire Analyse Numérique – Equations aux Dérivées Partielles, *Convergence vers l'équilibre dans des EDPs stochastiques paraboliques singulières (en visioconférence)* (Invitation: Maxime Herda, Thomas Rey, Stephan de Bièvre).
- **24/2/2020.** Oxford, Stochastic Analysis & Mathematical Finance Seminars, *Sharp estimates for metastable transition times in Allen-Cahn SPDEs on the torus* (Invitation: Rama Cont, Terry Lyons).
- **22/2/2019.** Edinburgh, North British Probability Seminar, *Sharp estimates for metastable transition times in Allen-Cahn SPDEs on the torus* (Invitation: Yvain Bruned).
- **18/7/2018.** Bielefeld, Bielefeld Stochastic Afternoon, *Metastable Markov chains, trace process and spectral theory* (Invitation: Barbara Gentz).
- **9/7/2018.** FU and WIAS Berlin, Oberseminar Nonlinear Dynamics, *Metastable dynamics of Allen-Cahn SPDEs on the torus* (Invitation: Bernold Fiedler and Matthias Wolfrum).
- **6/7/2018.** TU Berlin, Symposium of the Collaborative Research Center 910, *Theory and applications of random Poincaré maps* (Invitation: Mathias Wolfrum).
- **19/1/2018.** Imperial College London, Applied PDEs Seminar, *Sharp estimates for metastable transition times in Allen-Cahn SPDEs on the torus* (Invitation: Greg Pavliotis).
- **21/12/2017.** Lyon, Séminaire de Probabilités commun ICJ/UMPA, *Une approche "mécanique statistique" aux structures de régularité près du seuil de sous-criticalité* (Invitation: Fabio Toninelli).
- **2/11/2017.** Warwick, Statistical Mechanics Seminar, *Metastability in stochastic Allen-Cahn PDEs* (Invitation: Daniel Ueltschi, Hendrik Weber).
- **9/5/2017.** Paris, Séminaire du LPMA, *Une approche "mécanique statistique" aux structures de régularité près du seuil de sous-criticalité* (Invitation: Lorenzo Zambotti).
- **3/5/2017.** IHP, Paris, Stochastic Dynamics Out of Equilibrium, General Seminar, *Metastability in stochastic PDEs* (Invitation: Giambattista Giacomin, Stefano Olla, Ellen Saada, Herbert Spohn, Gabriel Stoltz).
- **22/3/2017.** TU Wien, DK Seminar, *Metastability of stochastic Allen-Cahn equations on the torus* (Invitation:).
- **19/1/2017.** Warwick, Statistical Mechanics Seminar, *A "thermodynamic" characterisation of some regularity structures near the subcriticality threshold* (Invitation: Daniel Ueltschi, Hendrik Weber).
- **7/10/2016.** Utrecht, Marc Kac Seminar, *Metastable dynamics of Allen-Cahn equations* (Invitation: Roberto Fernandez, Wouter Kager).

- **15/6/2016.** École des Ponts ParisTech, Séminaire du CERMICS, *Regularity structures and renormalisation of FitzHugh–Nagumo SPDEs in three space dimensions* (Invitation: Giacomo Di Gesù).
- **10/5/2016.** Augsburg, Mathematisches Kolloquium, *Sharp asymptotics for metastable transition times in one- and two-dimensional Allen–Cahn SPDEs* (Invitation: Lisa Beck).
- **11/4/2016.** EPF Lausanne, Séminaire de Probabilités, *Regularity structures and renormalisation of FitzHugh–Nagumo SPDEs in three space dimensions* (Invitation: Robert Dalang).
- **17/12/2015.** TU Darmstadt, Oberseminar Stochastik, *Synchronisation, noise-induced phase slips and the Gumbel distribution* (Invitation: Volker Betz).
- **9/12/2015.** Warwick, Probability Seminar, *An Eyring–Kramers formula for one-dimensional parabolic SPDEs with space-time white noise* (Invitation: Hendrik Weber).
- **13/11/2015.** Strasbourg, Séminaire de Calcul stochastique, *Structures de régularité et renormalisation d’EDPS de FitzHugh–Nagumo* (Invitation: Nicolas Juillet).
- **26/3/2015.** Le Havre, Séminaire du LMAH, *Phénomènes induits par le bruit dans les systèmes dynamiques lent-rapides* (Invitation: Benjamin Ambrosio).
- **12/3/2015.** LMA Poitiers, Séminaire de probabilités, statistique et applications, *Distribution de spikes pour des modèles stochastiques de neurones et chaînes de Markov à espace continu* (Invitation: Hermine Biermé).
- **4/3/2015.** TU Vienna, Institute for Analysis und Scientific Computing, *An Eyring–Kramers formula for parabolic SPDEs with space-time white noise* (Invitation: Christian Kuehn).
- **5/12/2014.** LMPT Tours, Séminaire de probabilités et théorie ergodique, *Distribution de spikes pour des modèles stochastiques de neurones et chaînes de Markov à espace continu* (Invitation: Kilian Raschel).
- **16/4/2014.** Ruhr-Universität Bochum, *Synchronization, noise-induced phase slips and extreme-value theory* (Invitation: Christof Külske).
- **13/3/2014.** Évry, Séminaire de Probabilités et mathématiques financières, *Problème de sortie stochastique à travers une orbite instable* (Invitation: Dasha Loukinaova).
- **9/12/2013.** IRMAR, Université de Rennes, Séminaire de Probabilités, *Chaînes de Markov à espace continu, distributions quasi-stationnaires, et diffusions irréversibles* (Invitation: Jean-Christophe Breton).
- **1/2/2013.** Rhein-Main Kolloquium Stochastik, Gutenberg-Universität Mainz, *Quantifying neuronal spiking patterns using continuous-space Markov chains* (Invitation: Reinhard Höpfner).
- **2/11/2012.** Heriot-Watt University, Edinburgh, *Quantifying the effect of noise on neuronal spiking patterns* (Invitation: Sébastien Loisel, Gabriel Lord).
- **7/2/2012.** Séminaire de Probabilités, Institut de Mathématiques de Toulouse, *Oscillations multimodales et chasse aux canards stochastiques* (Invitation: Clément Pellegrini).
- **5/5/2011.** Groupe de travail modélisation, LPMA, Paris 6, *Oscillations multimodales dans les équations différentielles stochastiques* (Invitation: Gianbattista Giacomin).
- **15/3/2011.** Groupe de travail Neuromathématiques et modèles de perception, IHP, Paris, *Geometric singular perturbation theory for stochastic differential equations with applications to neuroscience* (Invitation: Alessandro Sarti).

- **14/3/2011.** Groupe de travail mathématiques et neurosciences, IHP, Paris, *Chasse aux canards en environnement bruité* (Invitation: Michèle Thieullen).
- **11/2/2011.** Laboratoire Dieudonné, Nice, *Chasse aux canards en environnement bruité* (Invitation: Jean-Marc Gambaudo, Bruno Marcos).
- **18/1/2011.** Institut du Fer à Moulin, Paris, *Quantifying the effect of noise on oscillatory patterns* (Invitation: Jacques Droulez).
- **12/11/2010.** Séminaire de probabilités, EPF Lausanne, *Metastability in a class of parabolic SPDEs* (Invitation: Charles Pfister).
- **18/6/2010.** IGK-Seminar, Bielefeld, *Stochastic differential equations in neuroscience* (Invitation: Sven Wiesinger).
- **1/4/2010.** Groupe de travail systèmes dynamiques, LJLL, Paris 6, *Systèmes lents-rapides perturbés par un bruit — Applications dans les neurosciences* (Invitation: Jean-Pierre Francoise, Alain Haraux).
- **26/6/2009.** Journée en l'honneur d'Hervé Kunz, EPF Lausanne, *Métastabilité dans des équations de Ginzburg–Landau avec bruit blanc spatiotemporel* (Invitation: Vincenzo Savona).
- **27/11/2008.** Groupe de Travail Modélisation de l'Evolution du Vivant, Ecole Polytechnique, Paris/Palaiseau, *Equations différentielles stochastiques lentes–rapides* (Invitation: Sylvie Méléard).
- **27/10/2008.** Theoretical Physics Seminar, KU Leuven, *Kramers rate theory at bifurcations* (Invitation: Christian Maes).
- **24/6/2008.** Séminaire de physique mathématique, Lille, *L'effet d'un bruit classique sur un système quantique à deux niveaux* (Invitation: Stephan de Bièvre).
- **27/5/2008.** Séminaire de probabilités, Paris 6 & 7, *Métastabilité dans un système de diffusions couplées* (Invitation: Jean Bertoin).
- **10/3/2008.** Séminaire de probabilités Nord-Ouest, Angers, *Métastabilité dans un système de diffusions couplées* (Invitation: Loïc Chaumont).
- **13/6/2007.** Seminar on Stochastic Analysis, University of Warwick, *Metastability in a chain of coupled nonlinear diffusions* (Invitation: Martin Hairer).
- **18/4/2007.** Berliner Kolloquium Wahrscheinlichkeitstheorie, WIAS Berlin, *Metastability in a chain of coupled nonlinear diffusions* (Invitation: Anton Bovier).
- **2/4/2007.** Séminaire de Probabilités, Université Rennes 1, *Metastabilité dans un système de diffusions non-linéaires couplées* (Invitation: Ying Hu, Florent Malrieu).
- **10/1/2007.** Oberseminar Math. Statistik & Wahrscheinlichkeitstheorie, Universität Bielefeld, *Metastability in a system of interacting nonlinear diffusions* (Invitation: Barbara Gentz).
- **7/12/2006.** Séminaire de probabilités, Nancy, *Synchronisation de diffusions couplées* (Invitation: Samy Tindel).
- **15/11/2006.** Seminar on Stochastic processes, Zürich, *Metastability in a system of interacting diffusions* (Invitation: Erwin Bolthausen).
- **10/3/2006.** Séminaire de probabilités, LATP Marseille, *Synchronisation de diffusions couplées* (Invitation: Laurent Miclo).
- **18/11/2003.** Institut Fourier, Grenoble, *Passage sous l'effet d'un bruit à travers une orbite périodique instable* (Invitation: Alain Joye).
- **29/10/2003.** WIAS Berlin, *On the noise-induced passage through an unstable periodic orbit* (Invitation: Barbara Gentz).
- **8/11/2002.** LATP, Marseille, *Théorie géométrique des perturbations singulières pour*

équations différentielles stochastiques (Invitation: Yvan Velenik).

- **26/6/2002.** Humboldt-Universität zu Berlin, *Geometric singular perturbation theory for stochastic differential equations* (Invitation: Peter Imkeller).
- **8/5/2001.** EPFL, *Résonance stochastique et hystérèse* (Invitation: Charles Pfister).
- **21/3/2001.** CPT Marseille, *Résonance stochastique et synchronisation induite par bruit* (Invitation: Claude-Alain Pillet).
- **14/11/2000.** Institut Fourier, Grenoble, *L'effet de bruit additif sur les bifurcations dynamiques* (Invitation: Alain Joye).
- **18/10/2000.** WIAS Berlin, *Dynamic pitchfork bifurcations with additive noise* (Invitation: Barbara Gentz).
- **5/9/2000.** Universität Augsburg, *The effect of additive noise on dynamic pitchfork bifurcations* (Invitation: Fritz Colonius).
- **23/9/1999.** University of Victoria, BC, *Hysteresis and scaling laws in dynamic bifurcations* (Invitation: Florin Diacu).
- **6/5/1999.** Bureau des Longitudes, Paris, *Bifurcations dynamiques* (Invitation: Jacques Laskar).
- **24/2/1999.** Universität Augsburg, *Control of dynamic Hopf bifurcations* (Invitation: Fritz Colonius).

Minicours

- **Juin-Juillet 2021.** Saint Jean de Monts, Master class “From kinetic equations to statistical mechanics”, *Long-time dynamics of stochastic differential equations* (Invitation: Frédéric Hérau).
- **Octobre 2019.** Nancy, Première conférence du GdR TRAG, *Introduction à la renormalisation BPHZ* (Invitation: Antoine Lejay).
- **Janvier 2019.** Sarajevo, Stochastic Analysis Winter School, *An introduction to singular stochastic PDEs: Allen–Cahn equations, metastability and regularity structures* (Invitation: Frank Proske, Abdol-Reza Mansouri et Oussama Amine).
- **Novembre 2015.** Nice, Laboratoire Dieudonné, 2 cours, *Modèles neuronaux et structures de régularité* (Invitation: François Delarue).
- **Octobre 2011.** CIRM, Marseille Luminy, 5 cours, *Bifurcations in stochastic systems with multiple timescales* (Invitation: Olivier Faugeras).
- **Avril 2011.** IGK, Bielefeld, 5 cours, *Stochastic differential equations with multiple timescales* (Invitation: Barbara Gentz).

Exposés dans des séminaires locaux

- **5/10/2017.** Séminaire du MAPMO, Orléans, *Résoudre des EDPS en comptant des arbres.*
- **1/12/2016.** Séminaire du MAPMO, Orléans, *Métastabilité, théorie du potentiel et déterminants de Carleman–Fredholm : une introduction.*
- **6/2015.** Tours, Séminaire tournant de probabilités et statistiques, *Théorie des valeurs extrêmes et problème de sortie stochastique.*
- **16/4/2015.** Séminaire du MAPMO, Orléans, *Introduction aux EDPS et aux structures de régularité.*
- **2/2013.** Groupe de travail probabilités, Orléans, *Markov loops, paths and fields I-III.*

- **14/12/2010.** Evaluation AERES, Orléans, *Quantifying the effect of noise on oscillatory patterns.*
- **10-12/2008.** Groupe de travail de probabilités, Orléans, *Métastabilité.*
- **15/11/2007.** Journée de la Fédération Denis Poisson, Orléans, *EDS lentes-rapides, métastabilité et résonance stochastique.*
- **2-3/2007.** Groupe de travail Systèmes Ouverts, CPT Marseille, *Grandes déviations et processus d'exclusion I-III.*
- **10/11/2006.** Open Systems Days, Marseille, *Métastabilité dans une chaîne classique bruitée.*
- **17/11/2003.** Colloquium Equations Différentielles Stochastiques, Université de Toulon, *Modèles climatiques stochastiques.*
- **14/11/2003.** Séminaire de Travail en Physique Mathématique, CPT Marseille, *L'évasion stochastique à travers une orbite périodique instable.*
- **2/10/2003.** Colloquium Equations Différentielles Stochastiques, Université de Toulon, *Mouvement Brownien, intégration stochastique.*
- **13/6/2003.** Séminaire de Travail en Physique Mathématique, CPT Marseille, *Equations différentielles stochastiques singulièrement perturbées.*
- **6/12/2002.** Séminaire de Travail en Physique Mathématique, CPT Marseille, *Equations différentielles singulièrement perturbées.*
- **25/1/2002.** Colloquium du Groupe 3, CPT Marseille, *Atome d'hydrogène en champs croisés.*
- **6/6/2001.** Seminar on Stochastic Processes, ETH/Universität Zürich, *Stochastic resonance and hysteresis.*
- **30/11/2000.** Talks in Mathematical Physics, ETH Zürich, *Slowly time-dependent systems with additive noise: delay and resonance phenomena.*
- **10/12/1999.** Séminaire de Physique Théorique, EPFL, *Atome d'hydrogène en champs croisés.*
- **11/1999.** Physics Colloquia, Georgia Tech, *Adiabatic Dynamical Systems and Hysteresis.*

Autres exposés dans des congrès

- **8/2020.** Bernoulli-IMS One World Symposium 2020, Session on Stochastic processes: *"An Eyring-Kramers law for periodically forced bistable systems"* (en visioconférence).
- **23/6/2017.** Journées de Probabilités, Aussois: *"Structures de régularité et mécanique statistique"*.
- **26/7/2016.** ICME 13, Hamburg: *"Images des Mathématiques"*, a website dedicated to current research topics for the general public.
- **27/5/2015.** Journées de Probabilités, Toulouse: *Structures de régularité et renormalisation d'EDPS de FitzHugh-Nagumo.*
- **27/5/2014.** Journées de Probabilités, CIRM, Marseille: *Théorie des valeurs extrêmes et problème de sortie stochastique.*
- **9/6/2009.** Journées de Probabilités, Poitiers: *Métastabilité dans des EDPS du type Ginzburg-Landau.*
- **4/9/2008.** Journées de Probabilités, Lille: *Métastabilité et loi de Kramers pour les diffusions dans des potentiels à selles non-quadratiques.*
- **4/6/2007.** CCT07, Marseille: *Metastability in interacting nonlinear stochastic differ-*

ential equations.

- **20/9/2006.** Journées de Probabilités, CIRM, Marseille: *Synchronisation dans les diffusions couplées.*
- **5/9/2005.** Journées de Probabilités, Nancy: *Distribution des temps de résidence pour la résonance stochastique.*
- **13/9/2004.** QMath9, Giens: *On the stochastic exit problem — irreversible case.*
- **8/9/2004.** Journées de Probabilités, CIRM, Marseille: *Le problème de sortie d’une diffusion d’un domaine borné par une orbite périodique instable: Au-delà des grandes déviations.*
- **6/7/2002.** Let’s face chaos through nonlinear dynamics, Maribor: *Stochastic resonance: Some new results.*
- **5/6/2000.** Second Nonlinear Control Network (NCN) Workshop, Paris: *Effect of noise and open loop control on dynamic bifurcations.*
- **2/8/1999.** Equadiff’99, Berlin: *Bifurcations, scaling laws and hysteresis in singularly perturbed systems.*
- **30/6/1999.** Let’s face chaos through nonlinear dynamics, Maribor: *Dynamic bifurcations: hysteresis, scaling laws, and feedback control.*
- **15/3/1999.** Nonlinear Control Network (NCN) Workshop “Stability and Stabilization”, Ghent: *Effect of noise and open loop control on dynamic bifurcations.*

Autres participations à des congrès

- **3–7/6/2019.** Walking through the Brownian zoo, Paris.
- **13–15/2/2019.** 11e rencontre du GDR DYNQUA, Bordeaux.
- **22–23/1/2019.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **21–23/2/2018.** 10es rencontres du GDR DYNQUA, Lille.
- **23–24/1/2018.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **22–24/2/2017.** 9es rencontres du GDR DYNQUA, Toulon.
- **20–24/6/2016.** Conférence finale du projet région MADACA, Chalès.
- **6–10/6/2016.** SMF 2016, Tours.
- **26–27/1/2016.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **3–5/6/2015.** Journées en l’honneur de Marc Yor, Paris.
- **2–6/2/2015.** 7ème Rencontre du GDR Dynamique Quantique, Nantes.
- **27–28/1/2015.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **5–7/2/2014.** 6ème Rencontre du GDR Dynamique Quantique, Roscoff.
- **15–17/7/2013.** Stochastics and Real World Models, IGK, Bielefeld.
- **22–23/1/2013.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **18–22/6/2012.** Journées de Probabilités, Roscoff.
- **8–10/2/2012.** 4ème Rencontre du GDR Dynamique Quantique, IMT Toulouse.
- **24–25/1/2012.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **3–6/8/2011.** Limit theorems in Probability, Statistics and Number Theory, Bielefeld.
- **20–24/6/2011.** Journées de Probabilités, Nancy.
- **25–27/11/2010.** Quantum dynamics, CIRM, Marseille.
- **14–16/10/2010.** Workshop on Probabilistic Techniques in Statistical Mechanics, Berlin.
- **24–26/3/2010.** Second meeting of the GDR “Quantum Dynamics”, Dijon.
- **26–27/1/2010.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.

- **1-8/6/2008.** Hyperbolic dynamical systems, Erwin Schrödinger Institute, Wien.
- **22-23/1/2008.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **5-9/11/2007.** Entropy, turbulence and transport, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **9-13/7/2007.** ICIAM 07, Zürich.
- **23-24/1/2007.** Inhomogeneous Random Systems, Institut Henri Poincaré, Paris.
- **15-19/1/2007.** Vth Meeting of the GDRE Mathematics and Quantum Physics, CIRM, Marseille.
- **4-29/7/2005.** Mathematical Statistical Physics, Les Houches.
- **16-19/3/2005.** Workshop random spatial models from physics and biology, Berlin.
- **18-23/4/2004.** Equilibrium and Dynamics of Spin Glasses, Ascona.
- **3-28/3/2003.** Statistical Mechanics and Probability Theory, CIRM, Marseille.
- **27-31/5/2002.** Aspects Mathématiques des Systèmes Aléatoires et de la Mécanique Statistique, CIRM, Marseille.
- **9-11/7/2001.** Workshop on stochastic climate models, Chorin.
- **2-7/7/2001.** Stochastic analysis, Berlin.
- **11-17/3/2001.** Stochastics in the sciences, Oberwolfach.
- **5-9/7/1999.** ICIAM 99, Edinburgh.

Exposés de vulgarisation

- **17/12/2019.** Blois, Fenêtre sur Sciences, Lycée Dessaignes: *Les mathématiques à la rescousse de la physique quantique – et inversement.*
- **18 & 25/6/2018, 17 & 24/6/2019.** Centre Galois, Orléans: *Résoudre des équations par le dessin.*
- **1/3/2016.** Mardis de la Science, Hôtel Dupanloup, Orléans: *Modèles aléatoires en biologie.*
- **5/10/2014.** Fête de la Science, Orléans: *Mathématiques du Quotidien.*
- **20 & 27/6/2014, 19 & 26/6/2015, 24 & 29/6/2016, 19 & 26/6/2017.** Centre Galois, Orléans: *Mathématiques et Biologie.*
- **22 & 29/6/2011, 28/6/2013.** Centre Galois, Orléans: *Probabilités et Physique Statistique.*

Chaîne YouTube:

<https://www.youtube.com/c/NilsBerglund/> (plus de 24000 abonnés)

Description des Activités de Recherche

Activités passées

Systèmes Hamiltoniens

Avec Hervé Kunz, ainsi que Alex Hansen, Eivind Hauge et Jarek Piasecki, j'ai analysé des systèmes dynamiques du type billard. Ceux-ci sont décrits par des applications symplectiques du plan, et peuvent présenter une grande variété de comportements, d'intégrable à chaotique.

En particulier, nous avons utilisé des méthodes de la théorie des perturbations (théories de Kolmogorov–Arnold–Moser et de Nekhoroshev) pour décrire la dynamique de billards dans un champ magnétique [BK96] ainsi que dans des champs électromagnétiques [BHHP96, Ber00b].

Avec Turgay Uzer, j’ai étudié la dynamique d’atomes en champs électromagnétiques croisés, à l’aide de méthodes de mécanique céleste (variables de Delaunay, moyennisation) [BU01].

Théorie des perturbations singulières

Avec Hervé Kunz, j’ai étudié les équations différentielles ordinaires lentes–rapides, ainsi que les systèmes dépendant de paramètres lentement variables. Ceux-ci sont décrits par des équations singulièrement perturbées de la forme

$$\varepsilon \dot{x} = f(x, t), \quad x \in \mathbb{R}^n$$

où ε est un petit paramètre.

En utilisant des méthodes de théorie des perturbations singulières analytique [Was87] et géométrique [Fen79], nous avons analysé en particulier les aspects suivants:

- La dynamique dans un voisinage des branches d’équilibre $t \mapsto x^*(t)$, $f(x^*(t), t) = 0$. La théorie géométrique de Fenichel montre l’existence de variétés invariantes de la forme $x = \bar{x}(t, \varepsilon)$, $\bar{x}(t, \varepsilon) = x^*(t) + \mathcal{O}(\varepsilon)$. En particulier, nous avons montré que ces variétés pouvaient être approximées par des développements asymptotiques avec une précision exponentielle.
- Les hypothèses garantissant l’existence de variétés invariantes ne sont plus vérifiées au voisinage de points de bifurcation, c’est-à-dire aux points $(x^*(t_0), t_0)$ où la matrice jacobienne $\partial_x f(x^*(t_0), t_0)$ admet des valeurs propres de partie réelle nulle. On parle dans ce cas de bifurcations dynamiques. Nous avons développé une méthode permettant de déterminer le comportement en loi d’échelle des solutions au voisinage de ces points, dans un cadre très général, en utilisant le polygone de Newton du point de bifurcation [BK99, Ber01, Ber98, Ber00d, Ber00a]. Cette méthode nous a également permis de décrire le comportement d’échelles de la surface de cycles d’hystérésis [Ber01].
- Dans un système mécanique, nous avons prouvé l’existence d’hystérésis chaotique, qui peut être décrite par des méthodes géométriques [BK97].

Avec Klaus Schneider, j’ai appliqué ces méthodes à des problèmes de contrôle par rétroaction de bifurcations dynamiques [Ber00c, BS99].

Equations différentielles stochastiques lentes–rapides

Avec Barbara Gentz, j’ai étudié le comportement trajectorien des solutions d’équations différentielles stochastiques à deux échelles de temps, de la forme

$$\begin{aligned} dx_t &= \frac{1}{\varepsilon} f(x_t, y_t, \varepsilon) dt + \frac{\sigma}{\sqrt{\varepsilon}} F(x_t, y_t, \varepsilon) dW_t, & x &\in \mathbb{R}^n, \\ dy_t &= g(x_t, y_t, \varepsilon) dt + \sigma' G(x_t, y_t, \varepsilon) dW_t, & y &\in \mathbb{R}^m, \end{aligned}$$

où ε , σ et σ' sont de petits paramètres. De telles équations décrivent des systèmes avec des variables rapides et lentes, perturbées par un bruit aléatoire. Elles jouent

un rôle important dans des applications en physique (par exemple l'hystérésis dans les ferroaimants, les jonctions de Josephson), en climatologie (modèles de la circulation thermohaline, des époques glaciaires), en biologie (dynamique de neurones, réseaux de régulation génique).

La monographie [BG06] décrit une nouvelle méthode constructive pour la description quantitative du comportement trajectorien des solutions de telles équations. Cette approche combine des méthodes de théorie des perturbations singulières (la théorie géométrique de Fenichel [Fen79], les développements asymptotiques) avec des méthodes d'analyse stochastique (grandes déviations [FW98], le problème de sortie stochastique, les propriétés des lois de premier passage de certaines martingales). Une grande partie du livre est consacrée à des applications de cette approche à des problèmes concrets de la physique, de la climatologie et de la biologie.

Les étapes principales de notre approche sont les suivantes:

- Une variété lente du système est un ensemble de la forme

$$\{(x^*(y), y) \in \mathbb{R}^{n+m} : f(x^*(y), y) = 0, y \in \mathcal{D}_0\}.$$

Elle est stable si toutes les valeurs propres de la matrice jacobienne $\partial_x f(x^*(y), y)$ ont une partie réelle négative, à distance finie de zéro, pour tous les $y \in \mathcal{D}_0$. Dans ce cas on construit un voisinage $\mathcal{B}(h)$ de la variété, où h mesure la taille du voisinage, telle que le temps de première sortie $\tau_{\mathcal{B}(h)}$ des trajectoires de $\mathcal{B}(h)$ satisfait une estimation de la forme

$$C_-(t, \varepsilon) e^{-\kappa - h^2/2\sigma^2} \leq \mathbb{P}^{x^*(y_0), y_0} \{\tau_{\mathcal{B}(h)} < t\} \leq C_+(t, \varepsilon) e^{-\kappa + h^2/2\sigma^2}.$$

Ceci implique que les trajectoires ont une grande probabilité de passer un temps exponentiellement long dans $\mathcal{B}(h)$, pourvu que h soit choisi un peu plus grand que σ .

- Au cas où la variété lente est instable, on peut montrer que les trajectoires quittent le voisinage de la variété typiquement en un temps d'ordre $\varepsilon |\log \sigma|$.
- La variété lente admet des points de bifurcation aux $y \in \mathcal{D}_0$ tels que certaines valeurs propres de la matrice jacobienne $\partial_x f(x^*(y), y)$ sont purement imaginaires ou nulles. Dans de telles situations, la variété lente peut se replier sur elle-même, ou se séparer en plusieurs variétés. L'analyse de tels cas procède en deux pas. Premièrement, on réduit le problème à un problème de dimension plus petite par projection sur la variété centrale. Ensuite, on fait une analyse locale de la dynamique réduite. En utilisant des informations sur la dynamique déterministe, des partitions de l'intervalle de temps, et la propriété de Markov forte, on arrive à décrire le comportement des trajectoires typiques. Selon la situation, les trajectoires choisissent de suivre l'une des variétés créées au point de bifurcation, ou sautent sur une variété lente éloignée.

En plus de la théorie générale [BG03], nous avons décrit plus particulièrement les phénomènes et applications suivants:

- *Bifurcations dynamiques avec bruit*: Bifurcation fourche [BG02d], noeud-col [BG02b] et de Hopf [BG06, Chapitre 5]. Un fait remarquable est que le bruit peut faciliter les transitions entre variétés, qui peuvent avoir lieu plus tôt que dans le cas déterministe.
- *Résonance stochastique*: [BG02e, BG04, BG05, BG14]. Ce phénomène apparaît lorsqu'une perturbation déterministe périodique est combinée au bruit, produisant des

transitions presque périodiques entre variétés stables, qui seraient impossibles en l'absence de bruit. L'analyse de la distribution des temps d'attente entre transitions nécessite une extension de la théorie classique de Wentzell–Freidlin [FW98] à des systèmes admettant des orbites périodiques.

- *Hystérésis*: Effet de bruit sur les lois d'échelle de la surface de cycles d'hystérésis [BG02b].
- *Modèles de la physique*: En particulier de physique du solide [BG02a].
- *Modèles climatiques*: Modèles des Epoques Glaciaire et du Gulf Stream [BG02c].
- *Applications en biologie*: Modèles de neurones, tels que les équations de Hodgkin–Huxley, où le bruit est responsable du phénomène de l'excitabilité [BG06, Chapitre 6].
- *Dynamique quantique*: Le cas d'un système quantique interagissant avec un bruit classique a été considéré dans le cadre de la thèse de Jean-Philippe Aguilar [AB08].

Effet de bruit sur les systèmes spatialement étendus

Avec Barbara Gentz et Bastien Fernandez j'ai examiné des systèmes spatialement étendus soumis à des perturbations stochastiques. Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'ACI Jeunes Chercheurs "Modélisation stochastique de phénomènes hors équilibre". De tels systèmes modélisent en particulier l'influence de différents réservoirs de chaleur, qui peuvent engendrer des courantes de chaleur à travers le système [EPRB99].

Dans [BFG07a, BFG07b], nous avons examiné la dynamique d'une chaîne d'unités bistables couplées, décrite par une diffusion sur $\mathbb{R}^{\mathbb{Z}/N\mathbb{Z}}$ de la forme

$$dx_i^\sigma(t) = f(x_i^\sigma(t))dt + \frac{\gamma}{2}[x_{i+1}^\sigma(t) - 2x_i^\sigma(t) + x_{i-1}^\sigma(t)]dt + \sigma\sqrt{N}dW_i(t).$$

Ici la bistabilité est due à la forme de f , par exemple le choix $f(x) = x - x^3$ conduit les unités à hésiter entre les valeurs $+1$ et -1 . De l'autre côté, le terme de couplage aux plus proches voisins force les unités à coopérer, ce qui tend à synchroniser les unités. Le système admet deux états fondamentaux, donnés par $I^+ = (1, 1, \dots, 1)$ et $I^- = -I^+$. Le bruit produit des transitions entre ces deux états fondamentaux, et éventuellement d'autres états d'équilibre métastables.

Avec l'aide de la théorie de Wentzell–Freidlin, nous avons pu prouver les propriétés suivantes:

- En couplage γ faible, le système admet 2^N états d'équilibre locaux (métastables). Les transitions entre ces états sont similaires à celles d'un modèle d'Ising avec dynamique de Glauber, en effet elles se font par la croissance d'une goutte d'une phase plongée dans la phase du signe opposé [dH04].
- A couplage fort (de l'ordre N^2), au contraire, le système se synchronise: seuls les deux états d'équilibre métastables I^\pm subsistent. Pendant les transitions entre les deux états, les éléments de la chaîne gardent la même position dans leur potentiel local respectif avec grande probabilité.
- L'aspect le plus intéressant est la transition entre les deux régimes, qui implique une suite de bifurcations de brisure de symétrie. La description de ces bifurcations utilise la théorie équivariante des bifurcations, qui tient compte des symétries du système. En particulier, dans la limite des grandes longueurs de chaîne N , nous avons pu déterminer le diagramme de bifurcation avec l'aide de la théorie des applications

symplectiques, permettant la détermination des échelles de temps métastables et la géométrie des trajectoires de transition.

Dans tous ces régimes, la théorie de Wentzell–Freidlin permet de déterminer les temps de transition moyens entre états métastables au niveau des grandes déviations. Des résultats de Bovier et collaborateurs [BEGK04, BGK05] permettent d’aller au delà de l’asymptotique exponentielles, et de déterminer les préfacteurs des temps de transition (en prouvant la formule dite de Kramers, voir par exemple [Ber13]).

Activités présentes et à venir

Métastabilité

Le modèle discuté ci-dessus est un exemple de système dépendant de paramètres, qui effectue des bifurcations chaque fois que le déterminant de la matrice Hessienne du potentiel s’annule en un point critique. La formule de Kramers classique ne s’applique plus dans ces cas, car elle prédirait un temps de transition nul ou infini. Dans avons étendu la formule de Kramers à des situations avec bifurcations [BG10, BG09a], en tenant compte de l’effet de termes d’ordre supérieur du développement du potentiel aux points critiques.

Une autre extension possible de la formule de Kramers est celle au cas de dimension infinie des équations aux dérivées partielles stochastiques. Dans [BG13], nous avons obtenu des estimations précises de l’espérance des temps de transition pour une classe d’équations paraboliques unidimensionnelles de la forme

$$du_t(x) = [\Delta u_t(x) - U'(u_t(x))]dt + \sqrt{2\varepsilon} dW(t, x) .$$

Le résultat utilise une approximation de Galerkin spectrale du système, ainsi que des estimations précises de capacités, avec des termes d’erreur uniformes dans la dimension. Dans le travail [BDGW17] avec Giacomo Di Gesù (Vienne) et Hendrik Weber (Warwick), nous avons obtenu un résultat analogue pour l’équation d’Allen–Cahn bidimensionnelle, lorsque l’état de transition est la fonction identiquement nulle. Cette équation doit être renormalisée pour être bien posée, ce qui a pour effet de remplacer le déterminant de Fredholm dans le préfacteur d’Eyring–Kramers par un déterminant de Carleman–Fredholm.

Une autre particularité des exemples discutés ci-dessus est qu’ils sont invariants sous un groupe de symétrie, ce qui sort également du cadre classique de l’applicabilité de la formule de Kramers. La thèse de Sébastien Dutercq [Dut15] s’attache à la description de tels systèmes, en dérivant notamment une version modifiée de la formule de Kramers tenant compte des symétries du système [BD16a]. Ces résultats ont notamment été appliqués à une variante du système étudié dans [BFG07a, BFG07b], dans laquelle la somme des coordonnées est contrainte à rester nulle. On obtient alors à faible couplage une dynamique du type Kawasaki, avec une expression explicite pour le trou spectral [BD16b].

Application aux Neurosciences

Plusieurs modèles pour la génération de potentiels d’action dans des neurones, tels que les équations de Hodgkin–Huxley, de FitzHugh–Nagumo et de Morris–Lecar, font

intervenir des systèmes d'équations différentielles lentes-rapides. Pour des valeurs de paramètre appropriées, ces systèmes présentent le phénomène de l'excitabilité : Ils admettent un point d'équilibre stable, qui, toutefois, est tel qu'une petite perturbation déterministe ou aléatoire pousse le système à faire une grande excursion dans l'espace de phase, correspondant à un spike. Une question importante est de déterminer la statistique des intervalles de temps entre spikes. Dans certains cas, effectivement unidimensionnels, la distribution des intervalles entre spikes est proche d'une exponentielle [BG09b]. Dans des cas multidimensionnels, on observe souvent des distributions différentes, présentant par exemple des clusters de spikes [MVE08]. Une difficulté majeure dans la description mathématique de ces phénomènes provient du fait que les équations sont loin d'être réversibles.

En nous basant sur les méthodes de [BG06], nous avons commencé à développer une description mathématique de l'effet de bruit sur des systèmes excitable. Ce travail s'inscrit dans le projet ANR MANDy, Mathematical Analysis of Neuronal Dynamics, porté par Michèle Thieullen (Université Paris 6). La thèse de Damien Landon porte sur la caractérisation de la distribution des intervalles entre spikes dans le modèle de FitzHugh–Nagumo [Lan12]. En utilisant des propriétés des chaînes de Markov sous-stochastiques et des distributions quasistationnaires, nous sommes parvenus à décrire cette distribution dans le cas où le point stationnaire est un foyer. Nous avons montré en particulier que la distribution est asymptotiquement géométrique [BL12].

Un aspect intéressant des modèles tridimensionnels est qu'ils peuvent produire des oscillations multimodales, qui sont des motifs alternant des oscillations de grande et petite amplitude (voir [DGK⁺12] pour une revue). En collaboration avec Barbara Gentz et Christian Kuehn (Vienne), nous avons commencé une étude systématique de l'effet de bruit sur ces systèmes. Des premiers résultats dans [BGK12] quantifient l'effet de bruit, qui masque les petites oscillations et décroît le nombre de petites oscillations entre spikes. Cette description a été étendue à la dynamique globale à l'aide d'une étude de sections de Poincaré du système stochastique [BGK15].

La thèse de Manon Baudel s'attache à une formalisation de la théorie des sections de Poincaré aléatoires, en particulier à la théorie spectrale de ces objets. Les résultats dans [BB17] fournissent des expressions pour les valeurs propres exponentiellement proches de 1 d'applications de Poincaré aléatoires, ainsi que pour les fonctions propres à gauche et à droite correspondantes, en termes de committors entre voisinages d'orbites périodiques.

Structures de régularité

Avec Christian Kuehn (Vienne), j'ai récemment entrepris d'appliquer la théorie des structures de régularité de Martin Hairer [Hai14] à des systèmes couplés EDPS–EDO de la forme

$$\begin{aligned}\partial_t u &= \Delta u + f(u, v) + \xi, \\ \partial_t v &= g(u, v),\end{aligned}$$

où u et v sont des fonctions de $t \geq 0$ et $x \in \mathbb{T}^d$, le tore de dimension $d \in \{2, 3\}$, et ξ désigne un bruit blanc spatio-temporel. Pour des f cubiques en u et v et des g linéaires, nous avons pu montrer [BK16] l'existence de solutions locales à ce système hautement singulier, en adaptant la théorie de [Hai14]. Ceci inclut le cas de l'équation de

FitzHugh–Nagumo qui décrirait une population d’un grand nombre de neurones couplés de manière diffusive. Il est bien entendu souhaitable d’obtenir des résultats plus quantitatifs, par exemple sur le comportement d’ondes en spirales dans ce genre de système.

Dans [BK17], nous considérons des EDPS spatialement fractionnaires de la forme

$$\partial_t u = \Delta^{\rho/2} u + f(u) + \xi ,$$

où $\Delta^{\rho/2}$ dénote le Laplacien fractionnaire de paramètre $\rho \in (0, 2]$. Nous étudions comment la taille de l’espace modèle d’une structure de régularité décrivant cette équation diverge lorsque ρ approche par la droite une valeur critique, qui dépend de la dimension de l’espace et du degré de la non-linéarité.

Dans [BB19], nous utilisons ces résultats afin de dériver l’asymptotique précise des termes de renormalisation lorsque ρ approche sa valeur critique, dans le cas où $f(u)$ est quadratique. La preuve utilise des résultats sur la renormalisation BPHZ développés par Bruned, Chandra, Hairer and Zambotti.

Références

- [AB08] Jean-Philippe Aguilar and Nils Berglund, *The effect of classical noise on a quantum two-level system*, Journal of Mathematical Physics **49** (2008), 102102 (23 pages).
- [BB17] Manon Baudel and Nils Berglund, *Spectral Theory for Random Poincaré Maps*, SIAM J. Math. Anal. **49** (2017), no. 6, 4319–4375. MR 3719020
- [BB19] Nils Berglund and Yvain Bruned, *BPHZ renormalisation and vanishing subcriticality limit of the fractional ϕ_d^3 model*, Preprint arXiv/1907.13028, July 2019.
- [BD16a] Nils Berglund and Sébastien Dutercq, *The Eyring-Kramers law for Markovian jump processes with symmetries*, J. Theoret. Probab. **29** (2016), no. 4, 1240–1279. MR 3571245
- [BD16b] ———, *Interface dynamics of a metastable mass-conserving spatially extended diffusion*, Journal of Statistical Physics **162** (2016), 334–370.
- [BDGW17] Nils Berglund, Giacomo Di Gesù, and Hendrik Weber, *An Eyring-Kramers law for the stochastic Allen-Cahn equation in dimension two*, Electron. J. Probab. **22** (2017), 1–27.
- [BEGK04] Anton Bovier, Michael Eckhoff, Véronique Gayrard, and Markus Klein, *Metastability in reversible diffusion processes. I. Sharp asymptotics for capacities and exit times*, J. Eur. Math. Soc. (JEMS) **6** (2004), no. 4, 399–424.
- [Ber98] Nils Berglund, *On the reduction of adiabatic dynamical systems near equilibrium curves*, Preprint mp-arc/98-574. Proceedings of the international workshop *Celestial Mechanics, Separatrix Splitting, Diffusion*, Aussois, France, 1998.
- [Ber00a] ———, *Bifurcations, scaling laws and hysteresis in singularly perturbed systems*, International Conference on Differential Equations, Vol. 1, 2 (Berlin, 1999), World Sci. Publishing, River Edge, NJ, 2000, pp. 79–81.
- [Ber00b] ———, *Classical billiards in a magnetic field and a potential*, Nonlinear Phenom. Complex Syst. **3** (2000), no. 1, 61–70.
- [Ber00c] ———, *Control of dynamic Hopf bifurcations*, Nonlinearity **13** (2000), no. 1, 225–248.
- [Ber00d] ———, *Dynamic bifurcations: hysteresis, scaling laws and feedback control*, Prog. Theor. Phys. Suppl. **139** (2000), 325–336.
- [Ber01] N. Berglund, *Perturbation theory of dynamical systems*, ETH Zuerich lecture notes, 2001.
- [Ber13] Nils Berglund, *Kramers’ law: Validity, derivations and generalisations*, Markov Process. Related Fields **19** (2013), no. 3, 459–490.
- [BFG07a] Nils Berglund, Bastien Fernandez, and Barbara Gentz, *Metastability in interacting nonlinear stochastic differential equations: I. From weak coupling to synchronization*, Nonlinearity **20** (2007), no. 11, 2551–2581.

- [BFG07b] ———, *Metastability in interacting nonlinear stochastic differential equations II: Large- N behaviour*, *Nonlinearity* **20** (2007), no. 11, 2583–2614.
- [BG02a] Nils Berglund and Barbara Gentz, *Beyond the Fokker-Planck equation: Pathwise control of noisy bistable systems*, *J. Phys. A* **35** (2002), no. 9, 2057–2091.
- [BG02b] ———, *The effect of additive noise on dynamical hysteresis*, *Nonlinearity* **15** (2002), no. 3, 605–632.
- [BG02c] ———, *Metastability in simple climate models: Pathwise analysis of slowly driven Langevin equations*, *Stoch. Dyn.* **2** (2002), 327–356.
- [BG02d] ———, *Pathwise description of dynamic pitchfork bifurcations with additive noise*, *Probab. Theory Related Fields* **122** (2002), no. 3, 341–388.
- [BG02e] ———, *A sample-paths approach to noise-induced synchronization: Stochastic resonance in a double-well potential*, *Ann. Appl. Probab.* **12** (2002), 1419–1470.
- [BG03] ———, *Geometric singular perturbation theory for stochastic differential equations*, *J. Differential Equations* **191** (2003), 1–54.
- [BG04] ———, *On the noise-induced passage through an unstable periodic orbit I: Two-level model*, *J. Statist. Phys.* **114** (2004), 1577–1618.
- [BG05] ———, *Universality of first-passage and residence-time distributions in non-adiabatic stochastic resonance*, *Europhys. Letters* **70** (2005), 1–7.
- [BG06] ———, *Noise-induced phenomena in slow-fast dynamical systems. a sample-paths approach*, *Probability and its Applications*, Springer-Verlag, London, 2006.
- [BG09a] ———, *Anomalous behavior of the kramers rate at bifurcations in classical field theories*, *J. Phys. A: Math. Theor* **42** (2009), 052001.
- [BG09b] ———, *Stochastic dynamic bifurcations and excitability*, *Stochastic Methods in Neuroscience* (Carlo Laing and Gabriel Lord, eds.), Oxford University Press, 2009, pp. 64–93.
- [BG10] ———, *The Eyring-Kramers law for potentials with nonquadratic saddles*, *Markov Processes Relat. Fields* **16** (2010), 549–598. MR 2759772 (2011i:60139)
- [BG13] ———, *Sharp estimates for metastable lifetimes in parabolic SPDEs: Kramers’ law and beyond*, *Electron. J. Probab.* **18** (2013), no. 24, 58. MR 3035752
- [BG14] ———, *On the Noise-Induced Passage through an Unstable Periodic Orbit II: General Case*, *SIAM J. Math. Anal.* **46** (2014), no. 1, 310–352. MR 3151386
- [BGK05] Anton Bovier, Véronique Gayraud, and Markus Klein, *Metastability in reversible diffusion processes. II. Precise asymptotics for small eigenvalues*, *J. Eur. Math. Soc. (JEMS)* **7** (2005), no. 1, 69–99.
- [BGK12] Nils Berglund, Barbara Gentz, and Christian Kuehn, *Hunting French ducks in a noisy environment*, *J. Differential Equations* **252** (2012), no. 9, 4786–4841.
- [BGK15] ———, *From Random Poincaré Maps to Stochastic Mixed-Mode-Oscillation Patterns*, *J. Dynam. Differential Equations* **27** (2015), no. 1, 83–136. MR 3317393
- [BHHP96] Nils Berglund, Alex Hansen, Eivind H. Hauge, and Jaroslaw Piasecki, *Can a local repulsive potential trap an electron?*, *Phys. Rev. Letters* **77** (1996), 2149–2153.
- [BK96] Nils Berglund and Hervé Kunz, *Integrability and ergodicity of classical billiards in a magnetic field*, *J. Statist. Phys.* **83** (1996), no. 1-2, 81–126.
- [BK97] ———, *Chaotic hysteresis in an adiabatically oscillating double well*, *Phys. Rev. Letters* **78** (1997), 1691–1694.

- [BK99] ———, *Memory effects and scaling laws in slowly driven systems*, J. Phys. A **32** (1999), no. 1, 15–39.
- [BK16] Nils Berglund and Christian Kuehn, *Regularity structures and renormalisation of FitzHugh-Nagumo SPDEs in three space dimensions*, Electron. J. Probab. **21** (2016), Paper No. 18, 48. MR 3485360
- [BK17] ———, *Model spaces of regularity structures for space-fractional SPDEs*, Journal of Statistical Physics (2017), 331–368.
- [BL12] Nils Berglund and Damien Landon, *Mixed-mode oscillations and interspike interval statistics in the stochastic FitzHugh–Nagumo model*, Nonlinearity **25** (2012), no. 8, 2303–2335.
- [BS99] Nils Berglund and Klaus R. Schneider, *Control of dynamic bifurcations, Stability and stabilization of nonlinear systems* (Ghent, 1999), Lecture Notes in Control and Inform. Sci., vol. 246, Springer, London, 1999, pp. 75–93.
- [BU01] Nils Berglund and Turgay Uzer, *The averaged dynamics of the hydrogen atom in crossed electric and magnetic fields as a perturbed Kepler problem*, Found. Phys. **31** (2001), no. 2, 283–326, Invited papers dedicated to Martin C. Gutzwiller, Part III.
- [DGK⁺12] M. Desroches, J. Guckenheimer, C. Kuehn, B. Krauskopf, H. Osinga, and M. Wechselberger, *Mixed-mode oscillations with multiple time scales*, SIAM Review **54** (2012), no. 2, 211–288.
- [dH04] F. den Hollander, *Metastability under stochastic dynamics*, Stochastic Process. Appl. **114** (2004), no. 1, 1–26.
- [Dut15] Sébastien Dutercq, *Métastabilité dans les systèmes avec lois de conservation*, Ph.D. thesis, Université d’Orléans, 2015.
- [EPRB99] J.-P. Eckmann, C.-A. Pillet, and L. Rey-Bellet, *Non-equilibrium statistical mechanics of anharmonic chains coupled to two heat baths at different temperatures*, Comm. Math. Phys. **201** (1999), no. 3, 657–697.
- [Fen79] Neil Fenichel, *Geometric singular perturbation theory for ordinary differential equations*, J. Differential Equations **31** (1979), no. 1, 53–98.
- [FW98] M. I. Freidlin and A. D. Wentzell, *Random perturbations of dynamical systems*, second ed., Springer-Verlag, New York, 1998.
- [Hai14] Martin Hairer, *A theory of regularity structures*, Inventiones Mathematicae **198** (2014), no. 2, 269–504.
- [Lan12] Damien Landon, *Perturbation et excitabilité dans des modèles stochastiques de transmission de l’influx nerveux*, Ph.D. thesis, Université d’Orléans, 2012, <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00752088>.
- [MVE08] Cyrill B. Muratov and Eric Vanden-Eijnden, *Noise-induced mixed-mode oscillations in a relaxation oscillator near the onset of a limit cycle*, Chaos **18** (2008), 015111.
- [Was87] Wolfgang Wasow, *Asymptotic expansions for ordinary differential equations*, Dover Publications Inc., New York, 1987, Reprint of the 1976 edition.