Curriculum Vitae
Eva Löcherbach

Contents

1 Etat civil

LÖCHERBACH Eva
1, rue des Saules
94410 Saint Maurice
Tél.: 01 77 99 68 55

Date et lieu de Naissance: 21 décembre 1970 à Bergisch-Gladbach, Allemagne
Nationalité: allemande
Etablissement actuel: Laboratoire d'Analyse et de Mathématiques Appliquées
CNRS UMR 8050
Faculté des Scienes et Technologies
Université Paris Est Créteil Val de Marne
61 avenue du Général de Gaulle
94010 Créteil Cedex
Tél.: 01 45 17 16 55
email: locherbach@univ-paris12.fr

Web: http://perso-math.univ-mlv.fr/users/locherbach.eva
Fonction actuelle: Maître de conférences à l'Université Paris Est Créteil Val de Marne depuis fevrier 2001

Thèmes de recherche

Théorèmes limites pour des processus de Markov récurrents, méthode de régénération en temps continu, statistique des processus, inégalités de déviation, systèmes de particules en interaction, couplage et simulation parfaite, chaînes et champs de Markov d'ordre variable.

2 Formation et Diplômes

2008: Habilitation à diriger les recherches en Mathématiques.

- Titre : “De l'étude statistique de certains systèmes de particules aux théorèmes limites pour des processus de Markov récurrents”.
- Soutenue et acceptée le 8 décembre 2008 à l'université Paris 12-Val de Marne à Créteil.
- Jury: Nicolas Fournier, Valentine Genon-Catalot, Arnaud Guillin, rapporteur, Reinhard Höpfner, Jean Jacod, rapporteur, Michael Sørensen, rapporteur.

1999 - 2000: Post-doctorat au sein du réseau T.M.R. *Stochastic Analysis* à l'Université Pierre et Marie Curie, Paris.

1997 - 1999: Thèse de Doctorat en Mathématiques.

- Titre : “Statistical models and likelihood ratio processes for interacting particle systems with branching and immigration”.
- Soutenue et acceptée avec mention “Mit Auszeichnung” (“Félicitations du jury”) le 18 mars 1999 à Paderborn.
- Directeur de thèse: Prof. Dr. R. Höpfner, Paderborn.
- Jury: K. D. Bierstedt, H. M. Dietz, R. Höpfner (Directeur), Yu. Kutoyants (Rapporteur), M. Specovius-Neugebauer, A. Wakolbinger (Rapporteur).

28 mai 1997: Diplôme de mathématiques (“Diplom”) de l'Université de Bonn, responsable Prof. Dr. R. Höpfner, avec mention: “Avec félicitations” (“Mit Auszeichnung”).

Activités de recherche

octobre 2009–février 2010 Professeur invité au laboratoire de probabilités de l'université de Freiburg, Allemagne.
depuis 2008 Membre de l'ANR “MADCOF” (Méthodes aléatoires et déterministes pour des processus de collision, coalescence et fragmentation)
fevrier 2008–septembre 2008 Délégation au CNRS au sein du laboratoire MAP5, 8145, Université Paris V.
depuis 2001 Membre du Laboratoire d'Analyse et de Mathématiques Appliquées UMR CNRS 8050.
1997–2003 Membre du réseau européen “Statistical Methods for Dynamical Stochastic Models”.
1997–2001 Membre du réseau “Interagierende stochastische Systeme von hoher Komplexität” (“Interacting stochastic systems of high complexity”) financé par la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

3 Activités liées à l'enseignement

Cours magistraux

à Créteil
Cours M1 Mathématiques, Processus stochastiques et applications en finance (9 h)
Cours M1 Mathématiques, Statistiques (18 h)
Cours M1 "Bioressources", Statistiques et modélisation mathématique (20 h)
Cours L3 Mathématiques, Probabilités (36 h)
Cours L3 Sciences de l'ingénieur, Probabilités et distributions (30 h)
Cours/TD Licence 1 Mathématiques, Arithmétique et groupes (72 h)
Cours Licence 2 Mathématiques, Probabilités discrètes (36 h)

à Freiburg
Cours L3 Mathématiques, Théorie de la mesure et probabilités (42 h)
Cours M1 Mathématiques, Chaînes de Markov : Couplage et régénération (28 h)

Travaux dirigés

TD DEUG MIAS II, analyse II (39 h)
TD DEUG MIAS II, probabilités (30 h)
Cours/TD DEUG MIAS I, algèbre linéaire (49,5 h)
TD Licence Math, Intégration (36 h)
TD DEUG SM I, Outils mathématiques (30 h)
TD Licence Math, Proba & Fourier (36 h)
TD Maîtrise Math, Math. Financières (27 h)
TD Maîtrise Math, Statistiques (27 h)
TD M1 Math., Processus Stochastiques (27 h)

Activités antérieures

1993-97	**Studentische Hilfskraft** (Moniteur) à l'Université de Bonn.
1997-99	**Wissenschaftlicher Mitarbeiter** (Poste d'enseignement et de recherche d'une durée de deux ans avant l'obtention de la thèse) à l'Université de Paderborn.
1999	**Wissenschaftlicher Mitarbeiter** (Poste d'enseignement et de recherche) à l'Université de Mainz.
2000	**ATER** à l'Université de Paris VI.

Direction d'étudiants à Paris 12

Plusieurs Travaux d'Etude et de la Recherche (TER, en M1 Mathématiques) à l'Université de Paris 12, sur les thèmes des processus de branchement, du mélange des cartes, des chaînes de Markov, des processus auto-regressifs, des statistiques descriptives.

4 Responsabilités administratives

10/2001 – 09/2003	responsable du tutorat pour le DEUG MIAS à l'université de Paris 12
depuis octobre 2002	membre du conseil de gestion de la faculté des Sciences et Technologie de l'Université de Paris 12-Val de Marne
depuis mars 2004	membre des commissions de spécialistes de la 26ième section de Paris XII et des 25-26ièmes sections de l'Université de Marne la Vallée

5 Responsabilités scientifiques et autre responsabilités

- août 2008 : organisation de la session *Méthodes régénératives et applications aux statistiques,* Journées MAS, Rennes.
- Rapporteur d'articles pour les revues *Stochastic Processes and Applications, Probability Theory and Related Fields, Brazilian Journal of Probability and Statistics, Scandinavian Journal of Statistics, Statistical Inference for Stochastic Processes, Electronic Communications in Probability*
- Rapporteur de projets pour l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), programme *Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs*

Prime d'encadrement doctoral

J'ai bénéficié de la prime dencadrement doctoral et de recherche entre octobre 2003 et octobre 2007, et j'en bénéficie depuis le 1er octobre 2008.

6 Publications

On peut télécharger tous les articles sous format pdf sur la page http://perso-math.univ-mlv.fr/users/locherbach.eva/hdr.html

Thèse et Habilitation

1. Löcherbach, E.: Statistical models and likelihood ratio processes for interacting particles systems with branching and immigration. Université de Paderborn, mars 1999.
2. Löcherbach, E.: De l'étude statistique de certains systèmes de particules aux théorèmes limites pour des processus de Markov récurrents. Université Paris Est, Créteil, décembre 2008.

Articles dans des revues internationales avec comité de lecture

1. Höpfner, R., Löcherbach, E.(1998): Birth and death on a flow: local time and estimation of a position-dependent death rate. Statist. Inf. Stoch. Proc. **1**, 225-243.
2. Höpfner, R., Löcherbach, E.(1999): Statistical models for birth and death on a flow: local absolute continuity and likelihood ratio processes. Scand. J. Statist. **26**, 107-128.
3. Höpfner, R., Löcherbach, E.(1999): Local asymptotic normality for birth and death on a flow. Stoch. Proc. Appl. **83**, 61-77.
4. Löcherbach, E.(2000): Likelihood ratio processes and asymptotic statistics for systems of interacting diffusions with branching and immigration. Dans: Gardy, D. et Mokkadem, A. (eds.), Mathematics and computer science: algorithms, trees, combinatorics and probabilities, pages 265-274. Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser.
5. Löcherbach, E.(2002): Likelihood ratio processes for Markovian particle systems with killing and jumps. Statist. Inf. Stoch. Proc. **5**, 153-177.
6. Löcherbach, E.(2002): LAN and LAMN for systems of interacting diffusions with branching and immigration. Ann. I. H. Poincaré **38, 1**, 59-90.
7. Höpfner, R., Hoffmann, M., Löcherbach, E.(2002): Nonparametric estimation of the death rate in branching diffusions. Scand. J. Statist. **29**, 665–692, 2002.
8. Höpfner, R., Löcherbach, E.(2003): Limit theorems for null-recurrent Markov processes. Memoirs AMS **161**, Number 768, 2003.
9. Löcherbach, E.(2004): Smoothness of the intensity measure density for interacting branching diffusions with immigrations. J. Func. Analysis **215**, 130-177, 2004.
10. Höpfner, R., Löcherbach, E.(2005): Remarks on ergodicity and invariant occupation measure in branching diffusions with immigration. Ann. I. H. Poincaré PR **41**, 1025-1047, 2005.
11. Löcherbach, E., Loukianova, D.(2008): On Nummelin Splitting for continuous time Harris recurrent Markov processes and application to kernel estimation for multidimensional diffusions. Stoch. Proc. Appl. **118**, No. 8, 1301–1321, 2008.

12. Fournier, N., Löcherbach, E.(2009): Stochastic coalescence with homogeneous-like interaction rates, Stoch. Proc. Appl. **119**, 45–71, 2009.

13. Galves, A., Löcherbach, E.(2008): Stochastic chains with memory of variable length. Festschrift in honour of the 75th birthday of Jorma Rissanen, 2008.

14. Löcherbach, E., Loukianova, D.(2009): The law of iterated logarithm for additive functionals and martingale additive functionals of Harris recurrent Markov processes, Stoch. Proc. Appl., **119**, 2312–2335, 2009.

15. Löcherbach, E., Loukianova, D., Loukianov, D.(2009): Penalized nonparametric drift estimation in a continuous time one-dimensional diffusion process. Accepté pour publication à ESAIM : P&S.

16. Löcherbach, E., Loukianova, D., Loukianov, D.(2009): Polynomial bounds in the Ergodic Theorem for positive recurrent one-dimensional diffusions and integrability of hitting times. Accepté pour publication aux Annales de l'IHP.

17. Galves, A., Löcherbach, E., Orlandi, E.(2009): Perfect simuation of infinite range Gibbs measures and coupling with their finite range approximations. J. Statistical Physics, 2009, DOI 10.1007/s10955-009-9881-3.

Autres publications

18. Galves, A., Garcia, N.L., Löcherbach, E.(2008): Perfect simulation and finitary coding for multicolor systems with interactions of infinite range. arXiv.org/abs/0809.3494. Soumis.

19. Löcherbach, E., Loukianova, D. (2009): Deviation inequalities for centered additive functionals of recurrent Harris processes having general state space. arxiv.org/abs/0903.2408. Soumis.

20. Löcherbach, E. (2009): Regeneration for interacting particle systems with interactions of infinite range. arXiv.org/abs/0911.4572. Soumis.

Travaux en cours

21. Löcherbach, E., Orlandi, E.: Consistency of the Context estimator for Variable neighborhood random fields. En fin de rédaction.

22. Löcherbach, E.: Polynomial Regeneration time moments for recurrent Harris processes having general state space.

7 Séjours de recherche

- Université de Bonn, une semaine en juillet 2009, invitée par Anton Bovier.
- Université de Copenhague, une semaine en juin 2009, invitée par Michael Sørensen.

- Université de Roma Tre, deux semaines en avril 2009, dix jours en septembre 2009, huit jours en avril 2010, invitée par Enza Orlandi.
- Université de Sao Paulo, Brésil, deux semaines en novembre 2007 et deux semaines en janvier 2008, invitée par Antonio Galves.
- CIMAT, Guanajuato, Mexique, trois semaines en septembre 2004, invitée par José Alfredo Lopez-Mimbela.
- Université de Mainz, Allemagne, plusieurs fois, invitée par Reinhard Höpfner.
- Université du Maine, Le Mans, une semaine en novembre 1998, invitée par Yuri Kutoyants.

8 Communications orales

Conférences invitées en congrès internationaux

Löcherbach, E., Asymptotic statistics for Markovian particle systems with killing and jumps, Colloque *Mathematische Stochastik*, Oberwolfach, Allemagne, 2000.

Höpfner, R., Löcherbach, E., A very strange invariant measure, Colloque *Asymptotical Statistics of Stochastic Processes IV*, Le Mans, 2002.

Löcherbach, E., Regularity of the invariant density of branching diffusions with immigration, Colloque *Branching Processes,* Oberwolfach, Allemagne, juillet 2003.

Löcherbach, E., Estimation of the branching rate and intensity measure in systems of branching diffusions with immigration, Conférence *20th Mexican Statistical Association Conference*, Guanajuato, Mexique, septembre 2005.

Löcherbach, E., On moderate deviations for (null-)recurrent Markov processes and some statistical applications, DYNSTOCH 2009, Berlin, octobre 2009.

Löcherbach, E., Polynomial bounds in the ergodic theorem for one-dimensional diffusions and integrability of hitting times. Choice and Calibration of Models of Natural Phenomena, Berlin, décembre 2009.

Conférences en congrès internationaux

Löcherbach, E., Likelihood ratio processes for Markovian particle systems with killing and jumps and some applications to branching diffusions with interactions and immigrations, Colloque *Hamburger Stochastik-Tage*, Hamburg, Allemagne, 2000.

Bally, V., Löcherbach, E., On the invariant density of branching diffusions, Colloque *Interagierende stochastische Systeme von hoher Komplexität*, WIAS, Berlin, Allemagne, 2002.

Löcherbach, E., On the invariant density of branching diffusions, Colloque *Statistical models for Dynamical Stochastic Models*, Carthagène, Espagne, 2002.

Löcherbach, E., On the invariant density for interacting branching diffusions. Colloque *Wechselwirkende Stochastische Prozesse*, Cologne, Allemagne, 2003.

Löcherbach, E., Regularity of the intensity measure of interacting branching diffusions with immigrations. Colloque *Karlsruher Stochastik-Tage*, Karlsruhe, Allemagne, 2004.

Fournier, N., Löcherbach, E., Stochastic coalesence with homogeneous interaction rates. Colloque *Frankfurter Stochastik-Tage*, Frankfurt, Allemagne, 2006.

Fournier, N., Löcherbach, E., Stochastic coalescence with homogeneous like kernels. Colloque *Journées MAS*, Lille, France, septembre 2006.

Fournier, N., Löcherbach, E., Stochastic coalescence with homogeneous like kernels. Colloque *International Multidisciplinary Workshop on Stochastic Modeling*, Sevilla, juin 2007.

Löcherbach, E., Nummelin splitting for continous time Harris recurrent Markov processes and applications. Colloque *DYNSTOCH*, Padoue, Italie, juin 2008.

Löcherbach, E., How to introduce regeneration times for general recurrent Markov processes in continuous time and some applications, *9ème Colloque Franco-Roumain de Mathématiques Appliquées*, Brasov, Roumanie, septembre 2008.

Autres communications

Höpfner, R., Hoffmann, M., Löcherbach, E., Estimating the branching rate of a branching diffusion, Colloque *Mathematical Statistics and Applications: Statistical Learning, Mathematical Genetics and Pollution Data*, Garchy, France, 2000.

Höpfner, R., Löcherbach, E., Nummelin's splitting method in continuous time and its application to limit theorems for recurrent Markov processes, Colloque *Journées de probabilités*, Luminy, France, 2000.

Löcherbach, E., Likelihood ratio processes and asymptotic statistics for systems of interacting diffusions with branching an immigration, Colloque *Informatique et Mathématiques: Algorithmes, Arbres, Combinatoire, Probabilités*, Versailles, France, 2000.

Höpfner, R., Hoffmann, M., Löcherbach, E., Sur l'estimation du taux de mort dans un système de diffusions avec branchement et immigration, groupe de travail *Probabilités numériques, statistiques des processus*, laboratoire de Probabilités et Modèles aléatoires, Universités Paris VI et VII, 2000.

Höpfner, R., Hoffmann, M., Löcherbach, E., Estimateurs à noyau pour le taux de mort d'un système de diffusions avec branchement et immigration, séminaire du Laboratoire de Mathématiques de l'Université de Rouen, 2000.

Löcherbach, E., LAN et LAMN pour des systèmes de particules en interaction avec diffusion, branchement et immigration, groupe de travail *Méthodes stochastiques et finance*, Université de Marne la Vallée, 2000.

Höpfner, R., Hoffmann, M., Löcherbach, E., L'estimation non-paramétrique du taux de mort dans un système de diffusions avec branchement et immigration, séminaire de Probabilités, Statistique et Théorie Ergodique de l'Université d'Amiens, 2000.

Höpfner, R., Löcherbach, E., Théorèmes limites pour les processus de Markov récurrents-nuls, séminaire de l'Université de Paris 13, 2000.

Höpfner, R., Löcherbach, E., Récurrence de Harris, théorèmes limites pour les processus de Markov récurrent-nuls, groupe de travail *Probabilités numériques, statistiques des processus*, laboratoire de Probabilités et Modèles aléatoires, Universités Paris VI et VII, 2001.

Bally, V., Löcherbach, E., Sur la densité invariante de diffusions avec brancement, groupe de travail *Méthodes stochastiques et finance*, Université de Marne la Vallée, 2001.

Löcherbach, E., Mesures invariantes des diffusions avec branchement. Séminaire "Processus Stochastiques et Statistique", Rennes, 2003.

Löcherbach, E., Sur la densité invariante d'un système de diffusions avec branchement et immigration. Groupe de travail Modal'X, Unversité de Paris X, Paris, 2003.

Löcherbach, E., Sur la mesure invariante de diffusions avec branchements et immigrations. Séminaire *Probabilités–Statistiques*, Université Paris 13, Villetaneuse, juin 2003.

Löcherbach, E., Sur la mesure d'intensité de diffusions avec branchements et immigrations. Colloque *Journées de probabilités*, Toulouse, France, septembre 2003.

Löcherbach, E., Sur la mesure d'intensité de diffusions en interaction avec branchement et immigrations. Séminaire de modèles stochastiques, Ecole Polytechnique, octobre 2003.

Löcherbach, E., Sur quelques problèmes statistiques liés à des diffusions avec branchements et immigratons. Séminaire du SAMOS, Université Paris I, mars 2004.

Löcherbach, E., Autour de la mesure d'intensité de diffusions avec branchements et immigrations. Séminaire "Calcul Stochastique", Université de Strasbourg I, Strasbourg, janvier 2005.

Löcherbach, E., Autour des diffusions avec branchement et immigration: Existence d'une mesure invariante et étude de la mesure d'intensité. Colloquium de l'université de Paris V, Paris, mars 2006.

Löcherbach, E., Loukianova, D., Sur le splitting de Nummelin pour des processus de Markov en temps continu; application à l'estimation à noyau pour des diffusions multidimensionnelles. Séminaire de l'université d'Evry, novembre 2006.

Fournier, N., Löcherbach, E., Coalescence stochastique avec noyau d'interaction homogène. Séminaire de Probabilités et Statistiques du LATP, Université d'Aix-Marseille I, juin 2007.

Löcherbach, E., Sur le splitting de Nummelin pour des processus de Markov en temps continu. Colloque *Journées de Probabilités*, La Londe les Maures, septembre 2007.

Löcherbach, E., On Nummelin's splitting for continuous time recurrent Markov processes. Séminaire du NUMEC, Université de Sao Paulo, novembre 2007.

Löcherbach, E., Sur des théorèmes limites pour des fonctionnelles additives de processus de Markov récurrents nuls. Séminaire de Probabilités, Université de Nancy, décembre 2007.

Löcherbach, E., Comment introduire des temps de regeneration pour des processus de Markov recurrents en temps continu et quelques applications aux statistiques. Séminaire Probabilités Statistiques, Université Paris 13, janvier 2008.

Löcherbach, E., Comment introduire des temps de renouvellement pour des processus de Markov recurrents en temps continu et application aux asymptotiques des fonctionnelles additives? Séminaire de Mathématiques Appliquées, Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand, janvier 2008.

Löcherbach, E., Régénération pour des processus de Markov en temps continu et loi du logarithme itéré pour des fonctionnelles additives. Journée de Probabilités de l'Ecole polytechnique, mai 2008.

Löcherbach, E., Nummelin-Splitting fuer Harris-rekurrente Markovprozesse in stetiger Zeit und Gesetze des iterierten Logarithmus fuer additive Funktionale, Kolloquium der Wahrscheinlichkeitstheorie, FU Berlin, mai 2008.

Löcherbach, E., Sur la simulation parfaite de systèmes de particules avec interactions du type "long range". Séminaire de Statistiques et Probabilités, Université Lille 1, novembre 2008.

Löcherbach, E., Perfect simulation for particle systems having interactions of infinite range. Université Roma Tre, avril 2009.

Löcherbach, E., Simulation parfaite pour des systèmes de particules en interaction de portée infinie. Séminaire de Statistiques et Probabilités, Université Paris 13, avril 2009.

Löcherbach, E., Simulation parfaite pour des systèmes de particules en interaction de portée infinie. Séminaire de Probabilités, Université de Poitiers, avril 2009.

Löcherbach, E., On context-tree estimation for Gibbs-fields. Séminaire de Probabilités, Université de Copenhague, juin 2009.

Löcherbach, E., Perfect simulation for particle systems having interactions of infinite range. Universität Bonn, juillet 2009.

Löcherbach, E., Regeneration und perfektes Simulieren von Teilchensystemen mit unendlicher Interaktionsreichweite. Universität Freiburg, séminaire de probabilités, octobre 2009.

Löcherbach, E., Vom Jungbrunnen zur Regeneration : Nummelin-Splitting für Harris-rekurrente Markovprozesse in stetiger Zeit und Grenzwertsätze für additive Funktionale. Universität Freiburg, Kolloquium, janvier 2010.

Löcherbach, E., Simulation parfaite de mesures de Gibbs à interactions de portée infinie et couplage avec des approximations de portée finie. Séminaire de probabilités, Université de Toulouse, février 2010.

Löcherbach, E., Comment utiliser la méthode de régénération pour l'estimation non-paramétrique de la dérive d'une diffusion uni-dimensionnelle. Séminaire de Statistiques de l'IRMAR, Université de Rennes, mars 2010.

9 Activités de recherche

Thèmes de recherche

Mes activités de recherche se sont organisées autour des thèmes privilégiés suivants :

- statistiques des processus
- systèmes de particules du type "diffusions avec branchement"
- étude de la mesure invariante, calcul de Malliavin
- théorèmes limites pour les processus de Markov récurrents (nuls), méthode de scission de Nummelin en temps continu, inégalités de déviation
- systèmes de particules en interaction avec portée d'interaction infinie, coalescent stochastique, méthodes de couplage, simulation parfaite

J'ai développé les trois premiers thèmes durant ma thèse et mes premières années de maître de conférences. Je me suis ensuite concentrée sur les quatrième et cinquième axes de recherche.

Recherche depuis fevrier 2001

Les chiffres données ci-dessous se reportent aux numéros dans la liste des publications. Les articles [1.] – [3.] datent d'avant la thèse.

Théorèmes limites pour les processus de Markov récurrents (nuls), méthode de scission de Nummelin en temps continu, inégalités de déviation

- Théorèmes limites pour des fonctionnelles additives normalisées et des martingales fonctionnelles additives d'un processus de Markov X récurrent-nul ([8.]).

  Nous établissons d'abord des théorèmes de convergence dans une situation où X admet un point récurrent a. Dans ce cas, la convergence en loi d'une fonctionnelle additive renormalisée vers une limite non-dégénerée est équivalente au fait que la loi du temps de retour en a appartient au domaine d'attraction d'une loi stable. Par ailleurs, dans cette situation, toutes les lois limites sont caractérisées, il s'agit en fait des lois de Mittag-Leffler.

  La deuxième partie du travail généralise ces résultats aux processus de Markov sans point (ou atome) récurrent. Ceci représente un résultat nouveau. La condition nécessaire et suffisante pour la convergence des fonctionnelles additives s'exprime maintenant en terme de variation régulière autour de 0 de la résolvante du processus.

- Scission de Nummelin en temps continu pour un processus de Markov, récurrent dans le sens de Harris, à valeurs dans un espace polonais, ayant une mesure invariante μ ([11.]).

  Nous introduisons une suite de temps d'arrêts $R_n, n \geq 1$, pour le processus en temps continu qui généralise l'idée d'une décomposition en cycles de vie et qui satisfait aux propriétés suivantes :

  1. Pour tout n, $R_n < \infty$ p.s. et $R_{n+1} = R_n + R_1 \circ \theta_{R_n}$.
  2. Pour toute fonction f qui est $\mu-$intégrable et positive, la fonctionnelle additive associée $A_t := \int_0^t f(X_s)ds$ peut eître décomposée en blocs $(A_{R_{n+1}} - A_{R_n})_{n\geq 1}$ qui sont indépendants dans un sens faible telle que pour toute mesure initiale π, $E_\pi(A_{R_{n+1}} - A_{R_n}) = \mu(f)$.

- Equivalent déterministe d'un processus de Markov récurrent (nul) ([11.]).

  La scission de Nummelin s'applique de plusieurs manières. Tout d'abord, nous en déduisons l'existence d'un équivalent déterministe du processus. C'est une fonction $t \mapsto v_t$ telle que $v_t \to \infty$ lorsque $t \to \infty$ et

  $$\lim_{M\to\infty} \lim \inf_{t\to\infty} P_\pi(1/M \leq A_t/v_t \leq M) = 1.$$

  Ici, A est une quelconque fonctionnelle additive du processus qui est $\mu-$intégrable. L'existence d'un équivalent déterministe a de nombreuses applications en statistiques:

  Nous traitons ensuite le problème de *l'estimation à noyau* de la dérive d'une diffusion récurrente (nul) en dimension $d \geq 2$ – problème qui jusqu'àlors n'a pu être traité que dans le cas $d = 1$ à l'aide du temps local. Nous montrons en particulier que l'estimateur à noyau de Nadaraya-Watson atteint la vitesse de convergence $v_t^{-\alpha/(2\alpha+d)}$ lorsque la dérvive appartient à une classe de Hölder de régularité α.

- Loi du logarithme itéré pour des fonctionnelles additives de processus de Markov récurrents ([14.])

  Nous obtenons une loi du logarithme itéré pour des fonctionnelles additives A_t intégrables positives du processus dont la bonne renormalisation est du type

  $$v(\frac{t}{\log\log v(t)}) \log\log v(t),$$

  ou pour des martingales fonctionnelles additives M_t dont la bonne renormalisation est

  $$\sqrt{v(\frac{t}{\log\log v(t)})} \log\log v(t),$$

  où $v(t)$ est l'équivalent déterministe du processus.

- Inégalités de Déviations ([19.].

  En utilisant la méthode de régéneration, nous obtenons dans [19.] des inégalités de déviation pour des fonctionnelles de processus de Markov centrées : Soit f une fonction spéciale, bornée, telle que $\mu(f) = 0$, où μ est la mesure invariante du processus. Alors nous obtenons des bornes non-asymptotiques du type suivant. Pour tout $\eta \in]0, \frac{1}{2}[$,

  $$P_\pi \left(| \int_0^t f(X_s)ds| \geq v(t)^{\frac{1}{2}+\eta} x \right) \quad \leq \quad C_1 \exp\left(-C_2 v(t)^\eta \ (x^2 \wedge x)\right) + R_t.$$

Ici, R_t est un terme de reste qui est de l'ordre de $O(\exp\left(-\sqrt{v(t)}\right))$.

L'intérêt de notre méthode est donné par le fait que nous obtenons des constantes C_1 et C_2 explicites en termes du processus et de sa mesure invariante et que l'inégalité est vraie pour toute mesure de départ et dans un cadre non-asymptotique (t est fixé).

- Inégalités de Déviations et intégrabilité de temps d'atteinte pour des diffusions unidimensionnelles ([16.]

  Nous considérons une diffusion récurrente positive avec loi initiale ν et probabilité invariante μ. Pour tout $a \in I\!R$, soit T_a le temps d'atteinte du point a. Supposons qu'il existe $p > 1$ et un point $a \in I\!R$ tels que pour tout $x \in I\!R$, $E_x T_a^p < \infty$ et $E_\nu T_a^{p/2} < \infty$. Alors nous obtenons l' inégalité de déviation non-asymptotique suivante :

  $$P_\nu\left(\left|\frac{1}{t}\int_0^t f(X_s)ds - \mu(f)\right| \geq \varepsilon\right) \leq K(p)\frac{1}{t^{p/2}}\frac{1}{\varepsilon^p}A(f)^p,$$

  où f est une fonction bornée ou une fonction bornée à support compact. Ici, $A(f) = \|f\|_\infty$ dans le cas d'une fonction bornée et $A(f) = \mu(|f|)$ dans le cas d'une fonction bornée à support compact.

  De plus, sous certaines conditions sur les coefficients de la diffusion, nous obtenons une minoration et majoration, polynomiale en x, de $E_x T_a^p$. Ce résultat est basé sur une formule de Kac généralisée pour les moments $E_x f(T_a)$ où f est une fonction dérivable.

- Estimation non-paramétrique et adaptative de la dérive dans un modèle de diffusion, à l'aide de la méthode de sélection de modèles ([15.]).

Systèmes de particules en interaction avec portée d'interaction infinie, coalescent stochastique, méthodes de couplage, simulation parfaite

- Coalescence stochastique avec taux homogène ([12.]).

  Généralisation des résultats d'Aldous concernant le coalescent additif et multiplicatif à des modèles de coalescence avec taux homogène, c'est-à-dire un taux vérifiant $K(ux, uy) = u^\lambda K(x, y)$ pour un $\lambda \in I\!R$. Nous montrons l'existence de la coalescence en tant que processus de Markov fort à valeurs dans $l_\lambda := \{m = (m_1, m_2, m_3, \ldots) : \sum m_k^\lambda < \infty\}$ où les particules sont ordonnées de manière décroissante lorsque $\lambda > 0$, de manière croissante pour $\lambda < 0$.

  Méthodes utilisées : Couplage de deux solutions partant de conditions initiales différentes. Contrôle du moment d'ordre λ du processus. Représentation du coalescent à l'aide d'un processus à valeurs dans les partitions de $I\!N$ qui permet de garder la trace de l'histoire d'une particule. Pour $\lambda \in (1, 2]$, un couplage avec le coalescent multiplicatif permet d'avoir recours aux résultats d'Aldous pour contrôler le moment d'ordre λ. Pour $\lambda > 2$, une comparaison avec le coalescent multiplicatif n'est plus possible. Dans ce cas, un autre couplage permet de comparer l'effet produit par l'addition d'une particule supplémentaire à un système donné et d'obtenir le résultat souhaité.

- Simulation parfaite de systèmes de particules en interaction de portée infinie ([18.])

  Nous étudions des systèmes de particules situées dans dans $Z\!\!\!Z^d$ en interaction. La portée d'interaction est infinie et dépend de l'état actuel du système. Sous des conditions de régularité des probabilités de transition, on peut montrer que le taux de saut $c_i(a, \eta)$ (taux avec lequel le site i obtient la valeur a, lorsque le système entier est dans la configuration η) peut s'écrire comme une combinaison convexe

$$c_i(a, \eta) = \sum_{k \geq 0} \lambda_k c_i^{[k]}(a, \eta),$$

où $\sum \lambda_k = 1$, et où $c_i^{[k]}(a, \eta)$ dépend au plus un voisinage de taille k autour du site i.

En utilisant des arguments via un *processus dual*, nous obtenons le critère d'ergodicité suivant. Si

$$\sum k\lambda_k < 1 \ (d = 1),$$

alors le processus est exponentiellement ergodique et nous disposons d'un *algorithme de simulation parfaite* de la mesure invariante. De plus, il existe un *codage finitaire* de la mesure invariante par un nombre fini de variables i.i.d. Bernoulli.

- Couplage de mesures de Gibbs de portée infinie et de portée finie ([17.])

  Considérons un alphabet A fini et une mesure de Gibbs sur $A^{\mathbb{Z}^d}$ avec des interactions de portée infinie. Sous l'hypothèse que les interactions "décroisent" suffisamment vite, nous présentons un algorithme de simulation parfaite de la mesure de Gibbs dans un régime de haute température et un couplage avec une approximation de portée d'interactions finie. L'approche est probabiliste et basée sur l'étude d'une dynamique de Glauber associée. L'ingrédient principal est une représentation du taux de change à portée infinie comme combinaison convexe de taux de change à portée finie. Ce travail continue la méthode développée dans [18.]. Cette approche nous permet également de décrire les propriétés de décorrélation spatiale de la mesure de Gibbs.

- Régénération pour des systèmes de particules à interactions à portée infinie ([20.])

  Nous considérons un système de particules en interactions comme dans [18.], dans un régime du type *high noise*. Sous l'hypothèse que la fonction de taux du système est continue et qu'une condition du type Dobrushin est satisfaite, nous montrons que le processus est récurrent dans le sens de Harris. Nous construisons ensuite des temps de régénération explicites, pour l'évolution du processus sur un cylindre fini. La durée d'une période de régénération admet des moments exponentiels. La preuve utilise la construction couplée d'un processus de *château de cartes*.

Chaînes et champs de Markov d'ordre variable et estimation du contexte

- Chaînes de mémoire variable ([13.]).

  Récemment, en collaboration avec Antonio Galves, j'ai commencé à m'intéresser aux chaînes de Markov de mémoire variable, introduit par Rissanen (1983). Ce sont des chaînes d'ordre infini dont la longueur de mémoire dépend du passé et est en fait une fonction déterministe du passé tout entier. La partie du passé dont on a besoin pour prédire le prochain symbôle s'appelle *contexte*. Le processus est déterminé par l'arbre des contextes et l'ensemble des transitions de probabilité associé.

  Nous donnons un résumé des travaux récents concernant l'algorithme *Context* qui estime l'arbre de contexte et les probabilités associées à partir d'un ensemble de données. Cet algorithme a d'abord été introduit par Rissanen (1983) dans le cadre des arbres bornés et puis généralisé par Duarte et al. (2006) et Leonardi (2007) au cas des arbres non bornés. Commençant avec un arbre maximal, on l'élage au fur et à mesure en partant des feuilles et allant vers la racine de l'arbre. A chaque étape, la décision de couper ou pas est basée sur un test du log de vraisemblance. Les résultats sur la consistance des estimateurs obtenus et la vitesse de convergence se démontrent en utilisant l'approximation canonique d'une chaîne de Markov d'ordre variable par des chaînes d'ordre k, où $k \to \infty$.

- Estimateur du contexte pour des champs de Markov d'ordre variables ([21.])

  Nous introduisons une nouvelle notion de champs de Gibbs, qui est celle des *champs aléatoires à voisinage variable*; ce qui veut dire en gros que les interactions sont de portée infinie, dépendant de la configuration actuelle du champs. Plus précisément, les probabilités conditionnelles, la *spécification*, qui décrivent le modèle, sont supposées dépendre d'un voisinage qui n'est pas fixé mais qui dépend de la configuration entière du système. Ceci revient à adopter une description *parsimonieuse* du champs, utilisant des voisinages plus grands là où c'est nécessaire mais se contentant de voisinages plus petits si c'est suffisant. Contrairement à une description Markovienne, le voisinage de base n'est donc plus fixé mais change avec la configuration entière, et les interactions dépendent, elles aussi, de la réalisation du champs. Nous appelons ce voisinage minimal dont dépend la réalisation d'un nombre fini de sites *contexte*, en suivant la terminologie utilisée pour des chaînes de Markov.

  Dans une première partie nous menons à bien la construction probabiliste du modèle et donnons des examples. Dans une deuxième partie statistique nous construisons un estimateur du rayon du contexte. Il s'agit d'une généralisation de l'algorithme *Context* de Rissanen aux champs aléatoires. La consistance de cet estimateur peut être montrée si la condition d'unicité de Dobrushin est satisfaite. L'ingrédient principal de la preuve est une inégalité de déviation ainsi qu'un couplage du champs de Gibbs de voisinage variable avec un champs de Gibbs de voisinage bornée en utilisant la méthode de contraction de Dobrushin.

Statistiques des processus et systèmes de particules du type "diffusions avec branchement", étude de la mesure invariante

- Théorème de Girsanov et structure du processus de vraisemblance pour des systèmes de particules du type "diffusions avec branchement" ([5.]). Propriété LAN et LAMN ([6.]). Estimation non-paramétrique à l'aide d'un estimateur du type Nadarya-Watson du taux de branchement ([7.])

- Ergodicité "forte" de diffusions avec branchement et immigration (ergodicité plus existence de la mesure d'intensité) dans le cas sans interactions, dans un cadre où le branchement n'est pas uniformément sous-critique. Conditions nécessaires et suffisantes. Etude de la résolvante de la diffusion sousjacente. Conditions "minimales" pour l'existence d'une densité de Lebesgue continue de la mesure d'intensité sans condition de non-dégenerescance ([10]).

- Etude de la mesure d'intensité dans le cas des diffusions avec branchement et immigration en interaction à l'aide du *calcul de Malliavin* ([9.]).

10 Projets de recherche

Nous essayons ci-dessous de dégager quelques pistes de recherche.

Estimation non-paramétrique dans des modèles de diffusions multidimensionnelles et les Lévy flights

L'estimation non-paramétrique dans des modèles de diffusions multidimensionnelles est généralement menée à bien sous des conditions de mélange plus ou moins fortes qui assurent une vitesse de convergence suffisamment rapide vers la mesure invariante. Nous proposons d'utiliser la méthode de régénération en temps continu (la scission de Nummelin) pour obtenir des conditions *minimales* pour contrôler par exemple la vitesse de convergence dans le théorème ergodique. Le travail [22.] a été commencé dans cette direction, dans le but de trouver des conditions qui sont formulées de manière explicite en les paramètres du processus pour obtenir une ergodicité polynomiale. Pour ceci faire, nous utiliserons des résultats obtenus par Douc, Fort et Guillin (2009) sur les *moments modulés* de temps d'atteinte de *petites sets*.

Une autre question qui sort du cadre classique des diffusions, motivée par des applications en climatologie (voir les modèles considérés par Imkeller et Pavlyukevich), est celle de *conditions de récurrence* pour des diffusions dont le bruit n'est pas un Brownien mais un processus de *Lévy*.

Inégalités de déviations pour le théorème de Chacon-Ornstein

Soit X un processus de Markov récurrent, éventuellement récurrent-nul. Le théorème de Chacon-Ornstein assure que pour toute fonction f, g, telle que $\mu(f), \mu(g) \in]0, +\infty[$,

$$\frac{\int_0^t f(X_s)ds}{\int_0^t g(X_s)ds} \to \frac{\mu(f)}{\mu(g)} \text{ lorsque } t \to \infty. \tag{1}$$

Dans un cadre d'estimation, sans savoir a priori si le processus X est ergodique ou seulement récurrent-nul, il s'avère intelligent de choisir une *vitesse aléatoire*

$$V_t = \int_0^t f(X_s)ds,$$

pour n'importe quelle fonction f positive fixée, au lieu de travailler avec l'équivalent déterministe. Pour ceci faire, nous avons besoin de contrôler la vitesse de convergence dans (1), c'est-à-dire d'établir des inégalités de déviations pour le théorème de Chacon-Ornstein.

Champs de Gibbs de voisinage variable

Nous allons continuer le travail commencé dans [21.] sur l'estimation de l'arbre de contexte dans des champs de Gibbs de voisinage variable. D'abord, dans une optique d'éventuelle implémentation de l'algorithme, il faut étudier le problème de la *simulation parfaite* du champ de Gibbs à interactions de longueur variable en s'appuyant sur des idées développées dans [17.].

L'algorithme "Context" et les méthodes de maximum de vraisemblance pénalisée nécessitent la spécification de certaines constantes. Cette constante apparaît par exemple en facteur du terme de pénalisation. La consistance de l'algorithme est établie pour toute une plage de valeurs de la constante, mais pour des échantillons finis (et même pour des échantillons de grande taille), le choix de la constante est très important. Différentes constantes peuvent donner des solutions très différentes. L'obtention d'une méthode adaptative de sélection de constante, guidée par les données, est cruciale pour le succès de l'approche.

Il semble prometteur d'essayer d'adapter à ces problèmes les méthodes de type Lepski, issues des développements récents de la théorie de l'apprentissage statistique non asymptotique.

Inhomogénéités en temps dans des modèles d'activité de neurones

Un projet de recherche avec S. Ditlevsen, Copenhague, R. Höpfner, Mainz, M. Thieullen, Paris VI, et M. Reiss, Berlin ("DFG-Forschergruppe") concerne des modèles pour l'activité de potentiel de membrane de neurones. Dans de tels modèles on est naturellement amené à étudier des processus dont le comportement est *périodique en temps*. Höpfner (2007) étudie par exemple des modèles du type

$$dX_t = [b(X_t) + S(t)]dt + \sigma(X_t)dW_t, \tag{2}$$

où S est une fonction déterministe de périodicité T (connue ou inconnue). Nous pensons également à des processus de Poisson doublement stochastiques avec intensité stochastique de périodicité T.

Pour des processus de Markov qui ne sont pas homogènes en temps (presque) tout reste à faire. Nous nous proposons tout d'abord d'établir une théorie d'*ergodicité périodique* pour de tels processus et de trouver des critères vérifiables de récurrence. Ceci semble assez classique dans des modèles de diffusions comme dans (2), mais plus difficile pour les processus de Poisson doublement stochastiques ou encore pour des diffusions du type

$$dX_t = -\frac{\partial}{\partial x}U(t, X_t)dt + \sigma dW_t,$$

qui évoluent dans un potentiel avec deux puits ("double-well-potential") et montrent un comportement de métastabilité.

D'autres questions suivent naturellement : par exemple l'estimation (paramétrique ou non-paramétrique) de la fonction S dans (2), l'estimation de la périodicité T, ...

Théorie des populations

Un projet de recherche avec Nicolas Fournier concerne des systèmes de particules utilisés pour modéliser la dispersion de plantes dans l'espace. Il s'agit d'un modèle introduit en biologie par Bolker et Pacala et ensuite étudié d'un point de vue mathématique par Sylvie Méléard et Nicolas Fournier. Chaque particule subit une mort naturelle mais aussi une mort due à la compétition locale avec les autres particules. De plus, après un temps aléatoire, la plante donne naissance à une graine qui subit une dispersion dans l'espace en suivant un certain noyau de dispersion qui est le même pour toutes les plantes. Dans un cas d'interaction très particulière, Fournier et Méléard ont réussi à montrer l'existence et la convergence vers une mesure d'équilibre en s'appuyant sur des résultats connus pour le processus de contact. Nous nous proposons d'étudier l'existence d'un équilibre dans le cas de dimension un en considérant en particulier l'évolution de la particule la plus à droite.

De plus, nous nous intéressons à un problème de statistiques lié à ce modèle: l'estimation non-paramétrique du taux de compétition. Notons que cette fonction n'est "observable" que s'il n'y a que deux particules dans le système. Dès que le nombre de particules dépasse deux, ce que nous pouvons estimer est une combinaison linéaire du taux de compétition. Nous aimerions construire un estimateur qui tient compte de toutes les observations (eventuellement pondérées par leur fréquence empirique), et contrôler les constantes exactes.