

Pierre Chainais

*né à Ste-Colombe le 30 mai 1972
marié, 3 enfants*

LIMOS - ISIMA
Campus des Cézeaux
63173 Aubière Cedex

☎ 04 73 40 53 67

✉ pchainai@isima.fr

www.isima.fr/~chainais

Fonction actuelle

Depuis 2002 **Maître de Conférences**, *Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II.*
ISIMA - LIMOS UMR CNRS 6158 (**titulaire de la PEDR depuis 2007**)

Fonctions précédentes

2008-2009 **Délégation au CNRS**, pour 1 an.

jan-sept.2002 **A.T.E.R. à l'ISIMA.**

sept-dec.2001 **Agrégé Préparateur à l'ENS Lyon.**

1998-2001 **Allocataire Moniteur, ENS Lyon.**

août 1997-août 1998 **Scientifique du Contingent (puis congé, enseignant vacataire).**

sept.1993-juil.1997 **Élève de l'École Normale Supérieure de Lyon.**

Titres universitaires

Sepembre 2009 **Habilitation à Diriger des Recherches**, *Université Blaise Pascal, Clermont II, Processus aléatoires invariants d'échelle et analyse multirésolution pour la modélisation d'observations de systèmes physiques .*

Jury : P. Flandrin (DR CNRS, section 7, rapporteur), B. Torrèsani (PR, section 29, rapporteur), B. Dubrulle (DR CNRS, section 2, rapporteur), M. Unser (PR EPF Lausanne, examinateur), A. Quilliot (PR, section 27, examinateur), P. Abry (DR CNRS, section 7, examinateur)

Novembre 2001 **Doctorat de Physique**, *ENS Lyon.*

Cascades log-infinitement divisibles et analyse multirésolution. Application à l'étude des intermittences en turbulence, dirigé par Patrice Abry, E.N.S. Lyon

1997 **D.E.A. Physique statistique et phénomènes non-linéaires**, *ENS Lyon.*
mention Bien

1996 **Agrégation de Sciences Physiques (option Physique)**, *reçu 47ème.*

1995 **Magistère de Sciences de la Matière**, *ENS Lyon*, mention Bien.

1994 **Licence de Mathématiques**, *ENS Lyon*, mention Assez-Bien.

Responsabilités administratives

2006-2009 **Membre élu du Conseil Scientifique de l'Université.**

Depuis 2009 **Membre élu du Conseil de laboratoire du LIMOS.**

2003-2007 **Membre de la Commission de Spécialistes de 61ème section.**

Vie de la communauté

Membre du GDR ISIS depuis 1998, *organisateur d'une journée Synthèse de processus à lois d'échelle*, 11 mars 2004, Télécom Paris.

Organisation d'un Groupe de Travail Math-Physique, à l'ENS Lyon (2000-2001)..

Rapporteur, *pour les revues* IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on Signal Processing, IEEE Transactions on Image Processing, Signal Processing, Image and Vision Computing, European Physical Journal B, Phys. Rev. Letters, Phys. Rev. E, IEE Proceedings on Generation, Transmission & Distribution, *et pour les conférences* ICWAPR 2008, GRETSI 2007.

Activités d'enseignement

Depuis 2002, j'ai effectué un service complet à l'école d'ingénieur ISIMA, Institut Supérieur d'Informatique, de Modélisation et leurs Applications, essentiellement en enseignement intégré :

- 2×34h **Traitement du Signal**, *cours intégré 1^{ère} année.*
- 20h **Analyse multi-échelle**, *cours intégré 3^{ème} année.*
- 22h **Modélisation des processus aléatoires**, *cours intégré 2^{ème} année.*
- 10h **Compression**, *cours intégré 3^{ème} année.*
- 33h **Physique pour les Télécommunications**, *cours intégré 2^{ème} année.*
option Réseaux & Télécom. Mise en place de Travaux Pratiques *Hyperfréquences*
- 22h **Mécanique des fluides**, *cours intégré 2^{ème} année.*

Entre 1997 et 2001, j'ai eu l'occasion de participer à divers enseignements. À l'ENS Lyon (moniteur puis Agrégé Pr.), j'ai encadré 50h (× 3 ans) de Travaux Pratiques d'Electromagnétisme en Préparation à l'Agrégation de Sciences Physiques. À l'école d'ingénieurs C.P.E. Lyon, j'ai encadré 48h de Travaux Pratiques de Traitement du Signal en 2^{ème} année. À l'école d'ingénieurs ITECH Lyon, j'ai donné 20h de Cours magistral de Transferts Thermiques en 1^{ère} année.

Activités d'encadrement

- Depuis novembre 2006 **Emilie Koenig**, *Thèse sur BDI CNRS*, d'abord co-encadrée à 80% (avec Vincent Barra, 20%, Professeur UBP) puis à 100% depuis l'HDR.
Titre : Modélisation d'images et de textures multi-dimensionnelles : application à des systèmes physiques, soutenance prévue printemps 2010.
- 2004-2008 **Zahra Hamou-Mamar**, *Thèse sur CDD SMTC (3 ans)*, co-encadrée à 50% avec Alexandre Aussem, Professeur Lyon 1, **soutenue le 18 juillet 2008.**
Titre : Analyse temps-échelle et reconnaissance des formes pour le diagnostic du système de guidage d'un tramway sur pneumatiques. Jury : A. Aussem, P. Chainais, P. Aknin (DR INRETS, Rapporteur), S. Canu (PR INSA Rouen, Rapporteur), A. Quilliot (PR UBP), P. Charlat (SMTC).
- avril-sept. 2006 **Hélène Toussaint**, *Stage ingénieur*, financement SMTC.
Développement et mise au point d'un logiciel de détection d'anomalie sur les galets de guidage du Translohr (tramway sur pneus clermontois).
- depuis 2002 **17 projets d'ingénieurs de 2^{ème} et 3^{ème} année**, *Projets de 120h à l'ISIMA.*

Bourses et Contrats

- 2008-2009 **Contrat avec PSA.**
Modélisation d'un champ de pression en paroi d'un véhicule; séparation des composantes turbulente et acoustique par méthodes multi-échelle (20000 €, 1 an).
- 2007 & 2008 **Projet Hubert Curien (EGIDE) Tournesol (communauté belge francophone)**,
Collaboration avec l'Observatoire Royal de Belgique.
Modélisation et segmentation d'images de la couronne solaire dans l'extrême ultra-violet.
- 2003-2006 **Contrat avec le SMTC**, *financement d'une thèse et d'un stage.*
Projet SYSCOGA : diagnostic du système de guidage d'un tramway sur pneumatiques.
- 2006 **Bonus Qualité Recherche**, (7000 €).
Modélisation d'images naturelles issues de systèmes physiques désordonnés.

Invitations

- Février 2010 **Werner-Reichardt Centre for Integrative Neuroscience**, *Université de Tübingen, Institute for Theoretical Physics*, séminaire invité.
- Décembre 2009 **Mathematical Image Analysis'2009**, *Paris*, orateur invité.
- Janvier 2009 **Workshop on Models and Images for Porous Media'2009**, *Paris*, orateur invité.
- Janvier 2007 **INRIA Rocquencourt**, séjour invité d'une semaine, collaboration avec J. Barral.
- Novembre 2001 **Rice University**, *Houston*, collaboration avec R. Riedi, 3 semaines.

Activités de recherche

Mes travaux ont essentiellement pour fil directeur une approche multirésolution de problèmes de modélisation des observations (signal, image) de systèmes physiques désordonnés (turbulents) présentant une propriété d'invariance d'échelle, à l'interface entre les observations expérimentales, le traitement du signal et des images et la construction de modèles mathématiques appropriés. Ma thèse en Physique portait sur les écoulements fortement turbulents en dynamique des fluides autour d'une problématique à l'interface entre physique expérimentale, analyse de données et modélisation statistique [11,26], ce qui m'a amené à investir de plus en plus en direction du traitement du signal. J'avais d'ailleurs aussi étudié les propriétés d'invariance d'échelle de signaux de trafic informatique [24,36] ainsi que la caractérisation d'estimateurs de paramètres de l'invariance d'échelle tels que les *exposants multifractals* [25]. Cette évolution s'est accentuée après mon arrivée au LIMOS, Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes.

Estimation de paramètres de l'invariance d'échelle. En collaboration avec Bruno Lashermes et Patrice Abry (ENS Lyon), nous avons caractérisé numériquement le comportement d'estimateurs couramment utilisés pour décrire les processus multifractals [10,20,22,23]. Plus récemment, dans le cadre de la thèse d'Emilie Koenig, nous nous sommes aussi penchés sur l'extension de l'analyse multifractale à base d'ondelettes sur la sphère [14].

Processus stochastiques invariants d'échelle. En collaboration avec P. Abry et R. Riedi (Rice University, Houston), nous avons défini les cascades infiniment divisibles ainsi qu'une famille de processus stochastiques invariants d'échelle en découlant [8,9]. Ce travail nous a aussi permis d'envisager la première méthode de synthèse de processus présentant un écart contrôlé à l'invariance d'échelle. J'ai ensuite étendu la définition des processus infiniment divisibles à plusieurs dimensions [7]. En collaboration avec F. Schmitt, DR2 CNRS à la *Station Marine de Wimereux (Lille 1)*, nous avons aussi identifié une famille originale de processus auto-similaires, cousine des cascades infiniment divisibles dans le cas α -stable, mais dont la simulation s'avère bien plus simple et rapide [6]. Enfin, en collaboration avec V. Pipiras, professeur à *University of North Carolina*, L. Coutin, professeur au Laboratoire de Mathématiques Appliquées de *Paris V* (UMR CNRS 8145) et P. Abry, nous avons proposé la validation formelle d'une méthode de synthèse de processus à dépendance longue reposant sur une intégration stochastique relativement à un mouvement brownien fractionnaire [1].

Modélisation des images et textures naturelles. J'ai pu montrer que les cascades infiniment divisibles (CID) 2D rassemblaient beaucoup de bonnes propriétés pour la modélisation d'images naturelles [5,18] et offraient un cadre formel réconciliant la plupart des approches existant dans la littérature. Les CID fournissent aussi un outil souple pour la synthèse de texture procédurale [7,32]. Nous travaillons actuellement en collaboration avec Y. Gérard et M. Chevaldonné (Laboratoire Algorithmique et Image de Clermont) sur l'utilisation des CID pour le développement d'un logiciel de synthèse de textures sur des surfaces maillées en 3D, sans découpage et sans mapping.

Modélisation des images de Soleil calme et des nuages. Ce travail est né en 2005 d'une collaboration avec l'équipe de Physique Solaire du Royal Observatory of Belgium (V. Delouille, J.-F. Hochedez, S. Gissot). Il a été soutenu par un projet Hubert Curien (Tournesol), dont j'étais le porteur français, sous le titre *CoSSMIC*, Couronne Solaire, Segmentation et Modélisation des Images par des Cascades. V. Delouille a en outre bénéficié d'un séjour invité de 1 mois à Clermont-Ferrand en 2005 et E. Koenig a passé 1 mois à Bruxelles en mai 2008. L'objectif principal de cette collaboration est de proposer à terme

une prédiction des propriétés des images de Soleil calme observées par les futures missions spatiales à haute résolution (1 pixel=80 km au lieu de 1800 km). Un travail d'analyse approfondie des images de Soleil calme reposant notamment sur une analyse multifractale à base d'ondelettes a permis de mettre en évidence et de caractériser les propriétés multifractales des images fournies dans l'extrême UV par le télescope E.I.T. à bord de la mission SoHO (Solar & Heliospheric Observatory) [2,4,15]. Dans le cadre de la thèse d'E. Koenig, nous venons de proposer une méthode d'extrapolation stochastique et invariante d'échelle des images à haute résolution [12,27]. Il s'agit maintenant d'exploiter cet outil pour dimensionner le prochain dispositif d'observation spatiale. J'ai par ailleurs contribué à la mise au point d'une méthode de reconstruction 3D des structures coronales du Soleil à partir d'images fournies par les télescopes SECCHI-EUVI de la mission STEREO [3]. Avec des outils similaires, en 3D cette fois, nous travaillons aussi sur la modélisation des nuages de type cirrus en collaboration avec Y. Gour et F. Szczap du Laboratoire de Météorologie Physique (UMR CNRS 6016). Cette collaboration bénéficie d'ailleurs du soutien financier du Programme National de Télédétection Spatiale (PNTS).

Applications industrielles. J'ai co-encadré la thèse de Z. Hamou concernant le diagnostic des galets de guidage du Translohr, un tramway sur pneumatiques, grâce à des méthodes mêlant apprentissage et traitement du signal [13,16]. Le système permet aujourd'hui un diagnostic automatisé de l'état d'usure du système de guidage du tramway. J'ai aussi travaillé sur la simulation de champs de pression en paroi d'un véhicule par des processus aléatoires ainsi que sur l'analyse de données par ridgelets et curvelets dans le cadre d'un contrat avec PSA [28] (+ 2 rapports techniques). Enfin je me suis aussi impliqué avec K.M. Hou (LIMOS) dans un projet de capteur d'électrocardiogramme embarqué [21].

Imagerie de nanotubes de carbone. En collaboration avec B. Lebental (LETI/CEA, Grenoble), je travaille depuis quelques mois sur la segmentation d'images de microscopie électronique de nanotubes de carbone en vue d'une extraction d'informations quantitatives (orientations, tailles...). Une difficulté importante provient de l'enchevêtrement des nanotubes qu'il s'agit de démêler. Une première présentation a eu lieu au GDR-I nanotubes et graphène (<http://dfa.upc.es/gdre09/>).

Astrophysique. Une collaboration a débuté en 2007 avec Guillaume Laibe et Jean-François Gonzalez (Centre de Recherche en Astrophysique de Lyon, UMR 5574) et Sarah Maddison (Swinburne University of Technology, Australie) autour de la simulation de galaxies de type disque en formation. Il s'agit d'introduire un désordre bien choisi dans des simulations "trop déterministes" pour appréhender les effets que peut avoir la turbulence sur les résultats de ces simulations numériques.

Publications

Articles de revue

- [1] P. Abry, P. Chainais, L. Coutin, et V. Pipiras. Multifractal random walks as fractional Wiener integrals, *IEEE Trans. on Information Theory*, Vol. 55 no 8, pp.3825-3846, 2009.
- [2] V. Delouille, P. Chainais, J.-F. Hochedez. Quantifying and containing the curse of high resolution coronal imaging. *Annales Geophysicae*, Vol. 26 no 10, pp.3169-3184, 2008.
- [3] S. Gissot, J.-F. Hochedez, P. Chainais, J.-P. Antoine, 3D reconstruction from SECCHI-EUVI images using an optical-flow algorithm : method description and observation of an erupting filament, *Solar Physics*, Vol. 252, no 2, pp. 397-408, 2008.
- [4] V. Delouille, P. Chainais, J.-F. Hochedez. Spatial and temporal noise in solar EUV observations, *Solar Physics*, Vol. 248, pp. 441-455, 2008.
- [5] P. Chainais. Infinitely divisible cascades for the statistical modeling of natural images. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 29, no 12, pp. 2105-2119, 2007.
- [6] F.G. Schmitt, P. Chainais. On causal stochastic equations for log-stable multiplicative cascades, *European Physical Journal B*, Vol. 58, pp. 149-158, 2007.
- [7] P. Chainais. Multidimensional infinitely divisible cascades. Application to the modelling of intermittency in turbulence. *European Physical Journal B*, Vol. 51 no. 2, pp. 229-243, 2006.
- [8] P. Chainais, R. Riedi, P. Abry. Non scale invariant infinitely divisible cascades. *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol. 51 no 3, pp 1063-1083, March 2005.
- [9] P. Chainais, R. Riedi, P. Abry. Warped infinitely divisible cascades : beyond power laws. *Traitement du Signal*, Vol. 22 no 1, 2005.

- [10] B. Lashermes, P. Abry, P. Chainais. New insights in the estimation of scaling exponents. *International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing*, Vol. 2 no 4, pp. 497-523, Dec. 2004.
- [11] P. Chainais, P. Abry, et J. Pinton. Intermittency and coherent structures in a turbulent flow : a wavelet analysis of joint pressure and velocity measurements. (15p.) *Phys. Fluids*, **11**, 11, pp. 3524–3539, 1999.
- Actes de conférences internationales (avec comité de lecture)**
- [12] E. Koenig, P. Chainais, Virtual resolution enhancement of scale invariant textured images using stochastic processes, *IEEE Proceedings of ICIP'09*, Le Caire, 2009.
- [13] Z. Hamou Mamar, P. Chainais, A. Aussem, Combining learning methods and time-scale analysis for defect diagnosis of a tramway guiding system, *IEEE Proceedings of MED'08*, Ajaccio, 2008.
- [14] E. Koenig, P. Chainais, Multifractal analysis on the sphere, *Proceedings of ICISP'08*, Cherbourg, 2008.
- [15] P. Chainais, V. Delouille, J.-F. Hochedez. Modeling images of the Quiet Sun in the extreme ultraviolet, *Proceedings of SPIE Wavelet XII*, (15 p.) San Diego, 2007.
- [16] Z. Hamou-Mamar, P. Chainais, A. Aussem Probabilistic classifiers and time-scale representations : application to the monitoring of a tramway guiding system *Proceedings of European Symposium on Artificial Neural Networks ESANN'2006*.
- [17] A. Aussem, P. Chainais. Modeling switching dynamics using prediction experts operating on distinct wavelet scales. *Proceedings of European Symposium on Artificial Neural Networks ESANN'2006*
- [18] P. Chainais. Infinitely divisible multiplicative cascades to model the statistics of natural images. *IEEE Proceedings of Int. Conf. on Image Processing ICIP 2005*.
- [19] V. Barra, V. Delouille, J.F. Hochedez, P. Chainais, Segmentation of EIT Images using a fuzzy clustering algorithm : a preliminary study, *Proceedings of European SPM-11*, Leuven, sept. 2005.
- [20] B. Lashermes, Ch. Baudet, P. Abry, P. Chainais. Limitation of scaling exponents estimation in turbulence. *Advances in Turbulence X*, ISBN : 84-95999-55-2, 2004.
- [21] H. Zhou, K. M. Hou, J. Ponsonnaille, L. Gineste, J. Coudon, G. de Sousa, C. de Vaulx, J.-J. Li, P. Chainais, R. Aufrère, A. Amamra, J.-P. Chanet. Remote continuous cardiac arhythmias detection and monitoring. *Proc. of 2nd International Conference on E-health in Common Europe*. Krakow, March 2004.
- [22] B. Lashermes, P. Abry, P. Chainais. Scaling exponent estimation for multiscaling processes. *Proc. of the Int. Conf. on Acoust. Speech and Sig. Proc.* IEEE, Montréal, 2004.
- [23] B.Lashermes, P. Abry et P. Chainais. New insights on the estimation of scaling exponents. *Wavelet and Statistics Conference*. Villard de Lans, Sept. 2003.
- [24] D. Veitch, P. Abry, P. Flandrin, et P. Chainais. Infinitely divisible cascade analysis of network traffic data. *Proc. of the Int. Conf. on Acoust. Speech and Sig. Proc.* IEEE, Istanbul, 2000.
- [25] P. Chainais, P. Abry, et D. Veitch. Multifractal analysis and α -stable processes : a methodological contribution. Dans *Proc. of the Int. Conf. on Acoust. Speech and Sig. Proc.* IEEE, Istanbul, 2000.
- [26] P. Chainais, E. Lévêque, P. Abry, et C. Baudet. Remarkable features of multiplier distributions in turbulence. *Advances in Turbulence VIII*, pp.755-758. Kluwer, 2000.
- Actes de conférences nationales (avec comité de lecture)**
- [27] E. Koenig, P. Chainais. Amélioration virtuelle de la résolution d'images du Soleil par augmentation d'information invariante d'échelle, *Actes du GRETSI*, Dijon, 2009.
- [28] P. Chainais, M. Pachebat. Simulation de champs de pression en paroi par des processus aléatoires, *Actes du GRETSI*, Dijon, 2009.
- [29] P. Chainais, F. Schmitt. Intégrales stochastiques et cascades multiplicatives log-stables, *Actes du GRETSI*, Troyes, 2007.
- [30] P. Chainais, F. Schmitt. Intégrales stochastiques et cascades multiplicatives log-stables, *Actes du GRETSI*, Troyes, 2007.
- [31] P. Chainais, V. Delouille, J.-F. Hochedez. Modélisation des images de Soleil calme dans l'extrême ultra-violet, *Actes du GRETSI*, Troyes, 2007.
- [32] P. Chainais, J.J. Li. Synthèse de champs scalaires multifractals : application à la synthèse de texture, *Actes du GRETSI 2005*.
- [33] B. Lashermes, P. Abry, P. Chainais. De l'estimation des exposants de lois d'échelle. *Actes du GRETSI*, Paris, 2003.
- [34] P. Chainais, R. Riedi, P. Abry. Non scale invariant infinitely divisible cascades. *Actes du GRETSI*. Paris, 2003.
- [35] P. Chainais, R. Riedi, P. Abry. Scale invariant infinitely divisible cascades. *PSIP'03*, Grenoble, 2003.
- [36] P. Chainais, S. Roux, P. Abry, et D. Veitch. Analyse et modélisation de séries temporelles à l'aide de cascades. Application à l'étude du trafic internet. *Actes du GRETSI*, Toulouse, 2001.