

Rapport d'activité de recherche et d'enseignement

Philippe Durand, CNAM Paris

Equipe : Modélisation Mathématiques et Numérique (M2N)

février 2013

Identité

Nom	Durand		
Prenom	Philippe		
Numen	25S9332793ULI	MCF	25

Page internet (Site Web : phdrecherche.sitego.fr/)

Synthèse de la carrière

Maître de conférences à Cergy 1989 – 1993

Après ma thèse obtenue en 1988 sur les méthodes physiques en télédétection (traitements mathématiques d'images numériques radar), j'ai tout d'abord intégré l'enseignement secondaire (CAPES de mathématiques). J'ai été titularisé en juin 1989 comme professeur certifié de mathématiques. La même année (septembre 1989), j'ai été nommé maître de conférences à l'école nationale supérieure de l'électronique et de ses applications (l'**ENSEA de Cergy**). Je suis resté dans cette école jusqu'à la fin de l'année scolaire 1992 – 1993. J'y ai principalement enseigné les mathématiques de l'ingénieur : l'analyse fonctionnelle en troisième année spécialisation traitement du signal, les mathématiques du signal mais aussi les mathématiques de l'informatique. Parallèlement j'ai enseigné au **pôle scientifique de l'univer-**

sité de Cergy les mathématiques en Deug A et B sous la responsabilité de **Françoise Piquard**, **Françoise Demangel** et **Franck Merle**. J'ai aussi enseigné en cours et travaux dirigés la théorie de la mesure et l'intégration fonctionnelle en second cycle, en collaboration avec **Thierry Coulomb**.

Lors de ma dernière année à l'ENSEA, j'ai été chargé de l'enseignement des mathématiques de l'informatiques et du Signal au centre associé du Val d'Oise du CNAM.

Durant toute cette période, je me suis intéressé, en recherche, au traitement mathématique des images. J'ai abordé la **topologie appliquée** avec la **morphologie mathématique**, mais aussi la **géométrie différentielle**, pour l'analyse du signal non bruité et l'aspect statistique de l'analyse de textures. J'ai été amené à utiliser certaines méthodes de relaxation comme les réseaux de neurones ou l'approche markovienne (recuit simulé) pour classer des textures. Cette dernière utilise le **modèle d'ISING** du ferromagnétisme ce qui expliquera l'intérêt que je porte maintenant aux théories des champs en physique mathématique.

Maître de conférences au CNAM : depuis 1993

Le professeur titulaire de la chaire de mathématiques en vue des applications aux arts et métier, de l'époque, **Jacques Velu**, m'a proposé alors de candidater sur un poste en section 25 au **Conservatoire National des Arts et Métiers** à Paris. J'ai enseigné sous sa responsabilité jusqu'en 2010 en cours, TD, TP les mathématiques générale et les mathématiques discrètes en premier et second cycle, la géométrie différentielle et la topologie algébrique appliqué au théorie topologiques des champs en troisième cycle. En lien avec la chaire de mathématiques de l'ingénieur, j'ai enseigné en mathématiques du signal.

Depuis 2008, je suis impliqué dans d'autres départements du CNAM (**génie électrique**, **génie mécanique**) pour enseigner en première et seconde année de L'IUT du CNAM à Saint Denis et **préparer le concours d'entrée**. J'interviens également en présentiel et en **FOD : Formation à Distance**, **organisation de séances de regroupement national et Dom-Tom** dans la chaire de Chimie Biologie en collaboration avec **Marinette Vialle**, **Joel Doussot**, et **Elisabeth Bardez**.

En recherche j'ai étendu mes centres d'intérêts vers la physique mathématiques. J'ai noué sur place des collaborations avec **Pierre Marry** spécia-

liste de géométrie différentielle et **Michel Valton** spécialiste de théorie des champs. Ensemble nous avons monté un petit groupe de travail autour de la géométrisation de la physique mathématique. J'ai continué par la suite en me rapprochant de groupes de travail à l'université à continuer l'étude des mathématiques de la théorie des champs, cordes symétrie miroir cf (suite). Depuis quelques temps, je m'intéresse en collaboration avec **Olivier Maurice** et **François Dubois** aux applications de l'analyse tensorielle et des théories de champs, à l'analyse topologique appliquée à des réseaux électromagnétiques (**méthode de Kron**).

Activité scientifique

1- Présentation des thématiques de recherche

Mathématiques de l'image, classification de textures

J'ai commencé mon travail de recherche dans le domaine du traitement mathématique des images : **correction géométrique** d'images radar, **filtrage du Speckle**, **segmentation de texture** à partir d'outils mathématiques comme l'analyse fractale ou la morphologie mathématique (approche discrète de la topologie **de Mathéron G.**)). Ces travaux sont référencés dans les **publications** [1]-[5]. Il ont été principalement appliqués à **l'imagerie satellitaire** et la classification de textures urbaines à partir de tamisage granulométriques (régularisée par variogramme), outils préconisés par l'école de morphologie mathématiques de Fontainebleau. Cela a débouché sur la **publication** [5]. Un des principaux résultats obtenus a été la classification automatique des textures provenant d'une banque d'images complexes à partir de systèmes experts à base de règles. Elle a permis entre autre une reconnaissance pertinente de textures. Ce travail a été repris pour classifier des textures nuageuses à partir des outils de l'analyse fractale (**Congrès nationaux, internationaux** [1]-[7]). Un apprentissage **cognitif** : par Réseau de Neurones a permis d'affiner les résultats et d'obtenir une segmentation efficace. Ce **dernier travail** a été récemment actualisé et **publié dans un congrès international avec actes et comité de lectures** [2012-3]. Certaines des techniques de traitement d'images comme l'analyse fractale ou l'approche markovienne, ont des liens étroits avec la théorie des champs de la physique mathématique. Par exemple, le modèle d'Ising, du ferromagnétisme a été adapté à l'analyse de textures (chaînes de Markov) par **Robert**

Azencott. C'est tout naturellement que je me suis tourné vers la physique mathématique à mon arrivée au CNAM. Cela m'a permis d'étudier d'un point de vue conceptuel ces méthodes et apprendre la physique mathématique.

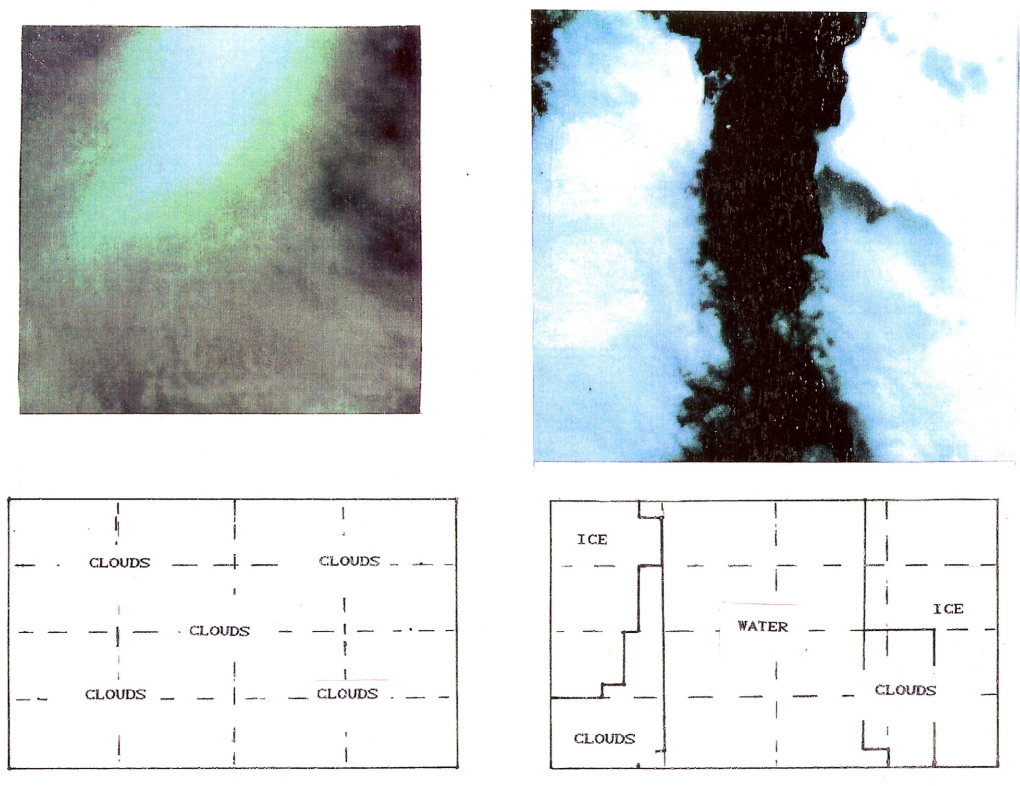


FIGURE 1 – La texture nuageuse sur la banquise

Physique mathématique

Je travaille depuis septembre 1993, date de mon arrivée au département mathématique du CNAM, en physique mathématique autour des outils de géométrisation de la physique. Le point de départ a été l'étude des très importants travaux d'Atiyah sur le théorème de l'indice, obtenue de manière différente (et complémentaire), sous l'angle de la topologie (à partir de la ***K*-théorie topologique**) et de l'analyse, à partir de la diffusion du **noyau**

de la chaleur sur une variété. L'étude de ces travaux a fait l'objet d'un séminaire interne au CNAM de 1997 à 2003 organisé par Pierre Marry, alors MCF au département de mathématiques, Michel Valton, MCF au département de physique et moi même. Par la suite, nous étions convaincus que comprendre des géométries de plus en plus "complexes" était un enjeu capital en physique comme cela a été confirmé grâce à l'essor de la théorie des cordes (entre autre). Le théorème de l'indice est une forme particulière analytique d'un outil essentiel de la géométrie algébrique : la formule de Riemann-Roch. Elle permet d'obtenir la dimension (virtuelle) d'un espace qui paramétrise des variétés d'un type donné, l'espace de modules permettant le calcul de quantités invariantes. Un exemple très simple d'invariants obtenus depuis fort longtemps en géométrie énumérative prédit que par deux points ne passe qu'une seule droite. Ce résultat a été généralisé complètement et récemment au cas des courbes de tout degré dans \mathbb{P}^2 par Maxim Kontsevich en combinant physique et géométrie ! Plus précisément, les fonctions de corrélations (provenant de l'intégrale de chemin) et des techniques de **géométrie énumérative** (provenant de la géométrie algébrique). Ces techniques ont permis à leur auteur de compter le nombre de courbes de degré donné \mathbb{P}^2 passant par un certain nombre de points. Il obtient une formule de récurrence permettant de calculer des **invariants** dit de **Gromov-Witten**. De manière similaire, l'étude d'invariants (invariants de Donaldson, Seiberg Witten (ref :[5], dans le **paragraphe présentation dans les séminaires (texte sur ma page Web)**)) issus d'espaces de modules provenant d'espaces de configurations différents, l'espace des variétés différentielles de dimension 4 muni de connexions adaptées, permettent de comprendre la géométrie de l'espace temps de dimension 4. Dans un autre ordre d'idée, les physiciens ont montré que la prise en compte de la supersymétrie purement spéculative pour l'instant est une voie prometteuse pour l'avenir. Elle a donnée naissance à une "super-géométrie" ainsi qu'à des espaces de configuration de dimension 10 voir 11 (M -théorie). Ces théories, correctement compactifiées, font apparaître l'espace-temps comme la base d'un espace fibré en variétés de Calabi-Yau de dimension complexe 3. Entre 1998 et 2003 a eu lieu à l'ICTP" de Trieste en Italie une série d'écoles d'été autour des méthodes de géométrie symplectique et algébrique des espaces de modules liés à la physique des cordes auxquelles j'ai participé à plusieurs reprises. Les théories supersymétriques de la physique ont entraînés un développement considérable de la théorie des cordes, (théorie des super-cordes). Un des handicap certain de la théorie est le nombre de modélisations possibles (pas moins de cinq théories

possibles de supercordes). Witten a conjecturé que ces théories ne sont pas indépendantes les unes des autres mais sont reliées par d'étranges dualités. Ainsi, la T -dualité provient de la création d'une nouvelle tour d'états quantiques (états d'enroulement issues de la quantification) en dualité avec les états provenant de la quantification du moment cinétique de la corde. Cette dualité est à l'origine de la symétrie miroir (ref. [2] à [4] et ref :[8] à [10] **dans le paragraphe présentation dans les séminaires (texte sur ma page Web)**), dans le paragraphe de présentation dans les séminaires (texte sur ma page Web) conjecturée par Kontsevich et de manière différente par Strominger (et all). Actuellement je poursuis donc mes recherches autour de la ces thèmes. J'ai disposé durant le premier semestre 2009 d'un premier semestre de recherches et reconversion thématique et la rédaction d'un rapport sur ces activités a fait l'objet d'un dépôt sous **HAL**. Ce travail m'a aussi permis de proposer un **cours sur la symétrie miroir des cordes fermées** (modèles A et B de Witten) à l'école d'été : **Geometric, algebraic and topological methods for quantum field theory, Villa de leyva CIMPA 2011** coorganisée par **Sylvie Paycha** en Colombie (**Présentation séminaires écoles d'été [10]**) Je compte par la suite me concentrer sur un rapport d'habilitation à diriger des recherches autour de ces thèmes, ainsi que participer à la recherche de nouveaux invariants et tenter de contribuer à définir un langage cohérent permettant aux physiciens et aux mathématiciens de mêler de plus en plus facilement leurs travaux.

Activité récente

Symétrie miroir

J'ai donné récemment plusieurs exposés dans un séminaire d'analyse et physique mathématique de l'université de Caen sur la symétrie miroir des cordes fermés. L'an dernier, j'ai exposé la philosophie de la **symétrie miroir des cordes ouvertes** qui postule une équivalence de la catégorie entre la géométrie symplectique (homologie de Floer, catégorie de Fukaya), et de la géométrie complexe (catégorie des faisceaux cohérents). Cela a été conjecturé par Maxim Kontsevich en 1994 et démontré de manière élégante par Eric Zaslow en 1998 dans le cas des courbes elliptiques. Les présentations effectuées depuis 2004 (references [2] à [10]) sont représentatives de mes centres d'intérêts récents.

Analyse tensorielle et topologie algébrique appliquée.

En parallèle j'ai entamé une collaboration en **analyse tensorielle appliquée** et **topologie algébrique appliqué** : la méthode de Kron appliquée à l'analyse des circuits électromagnétiques avec Thalès Gerac (Collaborateur : **Olivier Maurice** Thalès, **François Dubois** Cnam Paris) Plusieurs travaux ont été acceptés dans des congrès nationaux et un congrès international avec comité de lecture et actes (ref[2012-4,5]). Une publication a été soumise. Les théories de l'analyse tensorielle et de géométrie Riemannienne s'appliquent aux problématiques de la compatibilité électromagnétique.

2- Travaux récents (avec lien @ sur les résumés)

Les résumés des principaux travaux publiés et (pré-publiés) sont rassemblés **en annexe à fin de ce document**

Références

- [1] [2012-1]P. Durand, (2011). Geometric, Algebraic and Topological Methods for Quantum Field Theory Geometry of closed strings, A and B side of Witten Part I : A side and enumerative geometry, hal-00680122, version 1 -17 Mar 2012. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00680122>
- [2] [2012-2]P. Durand, (2011). Geometric, Algebraic and Topological Methods for Quantum Field Theory Geometry of closed strings, A and B side of Witten Part II : B side and mirror symmetry, hal-00680125, version 1 - 17 Mar 2012. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00680125>
- [3] [2012-3] P.Durand, L. Jaupi D. Ghorbanzandeh (2012). Automatic segmentation of textures on a database of remote-sensing images and classification by neural network, in Image and signal processing vol. XVIII. Proceedings of SPIE Edingburg 24-26 september. ISBN : 9780819492777 <http://maths.cnam.fr/M2N/spip.php?article53>
- [4] [2012-4] P. Durand, F. Boussandel O. Maurice (2012). Power Chopper Modelling using Krons Method, The IASTED International Conference on Engineering and Applied Science Colombo IEEE Sri Lanka Section December 27-29, in Engineering and Applied Science, Acta Press ISBN 9780889869417 <http://maths.cnam.fr/M2N/spip.php?article87>

- [5] [2012-5]A. Reineix, O. Maurice P. Durand, F.Dubois (2012). On Mathematical Definition of Chords Between Networks, Euroem 2012, 2-6 juillet. <http://maths.cnam.fr/M2N/spip.php?article54>
- [6] [2012-6]L. Jaupi, D. Ghorbanzadeh P. Durand, Dyah E. Herwindiati (2012). Variable selection in the context of multivariate process monitoring, 20th International Conference on COMPUTATIONAL STATISTICS (COMPSTAT 2012) , Limassol, Cyprus, 27-31 August, RIS. <http://maths.cnam.fr/M2N/spip.php?article55>

(Pour les référence [2012]-3,4,5,6 Login :phdcnam, Mot de passe :220660)

3- Encadrement et animation recherche

J'ai participé à la **formation doctorale** suivante :DEA (Master II) de **traitement de l'information de l'I.N.S.T.N** (Institut national des sciences et techniques nucléaires, de septembre 1993 à juin 1995. (**Volume horaire annuel 20h.**)

J'ai enseigné des techniques modernes d'analyse mathématiques de l'images : **topologie** et morphologie mathématique, **analyse statistique** et géostatistique de l'image, **analyse fractale** adaptée à l'analyse multi-échelle. Les outils mathématiques (**Fractals, matrices de co-occurrences, filtres adaptatifs**), pendant les séances de travaux dirigés, ont été appliqués sur des images pour appréhender et critiquer les différentes méthodes d'analyses.

Encadrement de Stages ingénieurs, D.E.A, Thèses de Doctorat

1. 1989-1993 Mémoires ingénieurs (3 par années scolaires)
2. 1989-1990 Encadrement stage de DEA : Salim Hamidou DEA GBM ENSEA- Université Paris Val de Marne : Analyse texturale de l'image en multirésolution et application a la télédétection.
3. 1989-1990 Encadrement de stage de DEA : **Laurence Hafemeister** DEA GBM ENSEA-Université Paris Val de Marne Analyse de la Houle sur images de télédétection, maintenant MCF Equipe ETIS ENSEA
4. 1992-1997 Direction de la thèse de **Salim Hamidou** : Intégration de données multiéchelles dans un système d'information géographique. Doctorat de l'université Paris 13, année 1997 Paris Est Creteil Val de Marne.

5. 2012 correction de la thèse d'**Olivier Maurice** sur l'analyse tensorielle des reseaux.

Participation à des projets GDR CNRS, industrie

1. Année 1990 Programme national de télédétection spatiale 1990 : Imagerie radar en géologie (ma part chercheur : 15%)
2. Année 1991 Programme national de télédétection spatiale 1991 : Connaissance de l'environnement Littoral par télédétection (ma part chercheur 50%)

Séminaires bimensuels suivis

Je participe au séminaire d'analyse algébrique de l'université Paris 6 Organisé par **Pierre Schapira**, et **Frederic Paugam** à celui de **Alexandru Oancea** de géométrie symplectique et de contact et au séminaire de physique mathématique et supersymétrie organisé par **Daniel Bennequin**.

4- Valorisation de la recherche

Création d'un groupe de travail au CNAM

De la rentrée 1997 et jusqu'en juin 2004 j'ai animé avec Pierre Marry, *maître* de conférences en mathématiques et Michel Valton *maître* de conférences au département de physique, un séminaire de géométrie et physique mathématiques. Ce séminaire a été proposé aux membres des départements de mathématiques et de physique entre 1997 et 2004 .

Des notes sont disponibles sur mon site web du CNAM (Onglet ancien séminaire de physique mathématique) accessible sur la page annuaire du département d'ingénierie mathématique du CNAM :

Aller sur la page ingénierie mathématique, cliquer en haut sur l'onglet "Le département" puis "annuaire". La chronologie des thèmes abordés est :

1. 1997-1998 : **Algèbre de Clifford**, structures spinorielles formule de Bochner-Lichnérowicz, modules de Clifford.
2. 1998-1999 : Opérateur de Dirac sur une variété, **noyau de la chaleur théories locales de l'indice**.

3. 1998-1999 : Algèbre de clifford, structures spinorielles et application à la mécanique quantique. ***K*-théorie et indice topologique.**
4. 1999-2000 : **Géométrie algébrique** généralisation des théorèmes d'indices, théorème de **Riemann Roch.**
5. 2000-2001 : **Géométrie de la dimension 4**, invariants de Gromov-Witten et Seiberg-Witten.
6. 2001-2002 : Les théories de champs en physique.
7. 2002-2003 **Théories topologiques des champs**, et théorie des cordes
8. 2003-2004 Cordes, **variétés de Calabi-Yau** et symétrie miroir.

5- Rayonnement échange internationaux (récents)

1. Janvier 2010 : **Invitation par D. Auroux, L. Katzarkov, P. Seidel** pour participer à la :
Workshop on Homological Mirror Symmetry (U. of Miami, January 18-23, 2010)
2. Juin 2010 : **Invitation par D. Auroux, L. Katzarkov, P. Seidel** pour participer à la :
Workshop on Mirror Symmetry, Symplectic Geometry and Related Topics (MIT, July 19-23, 2010)
3. Janvier 2011 : **Invitation par D. Auroux, L. Katzarkov, P. Seidel** pour participer à la :
Workshop on Homological Mirror Symmetry (U. of Miami, January 24-29, 2011)
4. Juillet 2011 : **Invitation par Sylvie Paycha et Alexander Cardona** à la l'école de recherche CIMPA :
Méthodes géométriques, algébriques et topologiques pour la théorie des champs à Villa de Leyva (Colombie), Pour participer et donner **un mini-cours sur les invariants de Gromov-Witten et la symétrie miroir** des cordes fermées.
5. Mai 2012 : **Invitation par Christian Blanchet et Hamid Abchir**, à la l'école de recherche CIMPA :
Géométrie symplectique et topologie géométrique (Meknès Maroc)

Activités pédagogiques

J'ai débuté ma carrière à l'éducation nationale comme professeur certifié de mathématiques et effectué mon stage dans l'Académie de Creteil par la suite j'ai été titularisé comme professeur de mathématiques dans l'académie de Versailles. A l'issue de mon stage pendant lequel j'ai soutenu mon Doctorat, j'ai été recruté comme maître de conférences à l'Ecole Nationale Supérieure de l'Electronique et de ses Applications (ENSEA CERGY). J'ai enseigné pendant quatre ans à des élèves ingénieurs l'informatique (l'algorithme, les mathématiques de l'informatique, la théorie des langages, la compilation, la reconnaissance des formes), les mathématiques (l'analyse fonctionnelle, l'analyse hilbertienne, les éléments finis, les probabilités et les statistiques).

En parallèle, je donnais des cours en formation continue pour des auditeurs du CNAM au centre associé du Val d'Oise et j'ai participé à la création du pôle scientifique de l'université de Cergy. J'ai enseigné les mathématiques en DEUG A et B (maintenant licence I e II), pendant trois ans, et la **théorie de la mesure et l'intégration** en second cycle sous la direction de Françoise Piquard et de Thierry Coullhon une année universitaire (Volume horaire 30h, cours TD intégrés). Au même moment, j'ai eu l'opportunité de rejoindre le CNAM à Paris où j'ai enseigné dans la chaire du professeur Jacques Velu au département de mathématiques. J'ai été en charge, au début, des enseignements de mathématiques pour l'informatique et j'ai été chargé des corrections de problèmes en amphithéâtre (au début milieu des années 1990 environ 400 auditeurs), par la suite j'ai enseigné toutes les valeurs de mathématiques appliquées aux Arts et Métiers. J'ai travaillé aussi en collaboration avec d'autres départements de l'établissement : mécanique, électricité et Chimie biologie pour des **enseignements à distance (FOAD)**, ou **en alternance : IUT**. je donne une description détaillée dans la suite de ce rapport.

Initiative Pédagogique : Création d'un cours de niveau : enseignements fondamentaux de troisième cycle

J'ai révisé et modernisé un ancien cours de calcul tensoriel autrefois enseigné au CNAM. Ce cours est maintenant proposé en deux parties, analyse tensorielle I, analyse tensorielle II. La première partie de ce cours permet d'assimiler le passage du calcul différentiel ordinaire au calcul tensoriel et à la géométrie différentielle et Riemannienne. Les aspects "modernes" ne sont

pas négligés : comme la présentation de la cohomologie de De Rham. La deuxième partie introduit et développe les outils de topologie algébrique, homotopie, homologie, les éléments d'algèbre homologique. Il est prévu aussi d'introduire les méthodes de théorie de jauge (fibrés et connexions). Cette valeur a même attiré un étudiant de M2 en physique mathématiques à l'Ecole Normale qui suivait les cours en parallèle à l'ENS et au CNAM. Il est allé ensuite faire une thèse de physique au Canada.

Projet de livre :

Un livre de géométrie et physique mathématiques est en cours d'écriture.

Enseignement dans le département de mathématiques

Les **matières que j'ai enseigné au CNAM** à Paris ainsi que dans le centre associé du Val d'Oise, en cours, aussi bien qu'en travaux dirigés sont :

Les mathématiques de l'informatiques : (Théorie des ensembles mathématiques discrète et logique booléenne ainsi que la théorie des langages, les automates finis ainsi que la théorie des codes linéaires). (**Volume horaire 30h de cours 30h de TD**)

J'ai enseigné les mathématiques discrètes pendant 17 ans en cours, et exercices dirigés au CNAM Paris et dans le centre associé de Cergy Pontoise. J'ai été responsable des fascicules de problèmes distribués aux auditeurs pendant trois ans. au CNAM j'ai assuré par années plusieurs groupes de travaux dirigés, au Centre associé j'ai aussi assuré les cours.

Les mathématiques générales ("CALCULUS") :

Fonctions d'une et plusieurs variables, algèbre linéaire, espaces propres, diagonalisation et jordanisation. Intégrales multiples jusqu'à la formule de Stokes.

J'ai enseigné les mathématiques générales pendant 15 ans dans plusieurs groupes d'exercices dirigés ainsi qu'en Cours-TD intégrés au CNAM Paris. (**Volume annuel 30h de cours, 30h de TD, 45h cours-TD intégré**)

Les mathématiques du signal : Espaces L_2 théorème de projection orthogonale, bases hilbertiennes, série et transformée de Fourier dans L_p , $p = 1, 2$, théorie des distributions, fonctions tests \mathcal{D} , et \mathcal{S} , transformées de Fourier au sens des distributions, transformées de Laplace (fonction et distributions).

J'ai enseigné cette discipline pendant dix ans en exercices dirigés au CNAM Paris et en cours-TD dans le centre associé de Cergy Pontoise. (**pour un volume annuel (30h TD, 30h de cours)**)

Analyse tensorielle I :Géométrie différentielle, Riemannienne et relativité générale

Cours de niveau M1-M2 exposant les techniques de calcul et analyse tensorielles, (**Volume annuel 30h de cours, 30h de TD**)

Analyse tensorielle II :topologie algébrique appliquée à la physique mathématique

Cours de niveau M1-M2 exposant l'homotopie, l'homologie et le calculus d'algèbre homologique pour les physiciens mathématiciens, (**Volume annuel 30h de cours, 30h de TD**)

J'ai enseigné la géométrie différentielle et Riemannienne pendant deux ans, la topologie algébrique pendant deux ans. Le public était constitué d'auditeur du CNAM (en majorité ingénieurs) et quelques étudiants de master des universités. Le cours va très certainement être proposé en formation à distance dans le futur.

Enseignement dans les autres départements du CNAM

J'ai aussi eu l'occasion d'enseigner les mathématiques dans les départements de l'établissement suivants :

Mathématiques appliquées à la chimie et la biologie

Depuis l'année universitaire 2008 – 2009, j'enseigne dans le **département de Chimie Biologie** les mathématiques appliquées à la Chimie. Il s'agit d'un enseignement de mathématiques générales mais qui porte l'accent, au début, sur les calculs numériques, le calcul des erreurs et les approximations. (**Volume annuel 20h de cours, 20h de TD**)

D'autre part, après en avoir discuté, en réunions pédagogiques, j'ai organisé des **travaux dirigés** contenant des séances de **d'applications des mathématiques à la physique et la chimie** enseignées par un professeur de physique du CNAM. Ainsi nous alternons d'une semaine sur l'autre une séance de TD de math et une séance de math appliquée pour être au plus près des besoins des élèves

Depuis trois ans, cet enseignement est aussi organisé en **FOD (Formation a distance)** au niveau national. Nous échangeons avec les élèves par l'intermédiaire du **logiciel Pleiad**. Nous **centralisons les copies** venant de **France métropolitaine**, des **Dom-Tom** et de **Madagascar**. D'autre part, j'organise avec une collègue physicienne des **séances de regroupements FOD à Paris** pour les auditeurs isolés. Nous répondons aux questions qui nous sont posées par les auditeurs présents et donnons des rappels de cours et de nombreux exercices. Il est organisé trois séances de ce type de quatre heures (deux en mathématiques et une pour la partie statistique.)

Formation en alternance dans les département de génie mécanique et génie électrique du CNAM

J'enseigne un module de seconde année IUT (**volume horaire 30h**) cours TD intégrés en **génie mécanique**. Cette partie traite de courbes paramétrées, géométrie différentielles des courbes et des surfaces, courbure torsion, analyse vectorielle.

Je suis responsable de l'enseignement des mathématiques de la **première année** du DUT **génie électrique (Volume horaire 100h)** le public est très inhomogène, allant de **Bac S**, à **Bac Professionnel** ce qui crée des difficultés spécifiques. On doit rappeler les bases du secondaires mais aussi tirer les élèves vers le haut pour qu'ils puissent suivre l'enseignement de mathématique de seconde année axé sur les mathématiques du génie électrique (transformées de Laplace, par exemple). Pour cela il faut introduire les polynômes et fraction rationnelles et apprendre les décompositions en éléments simples pour l'intégration, mais aussi les nombres complexes et les développements limités.

Dans le Cadre de cette formation, j'**organise le concours d'entrée** en ce qui concerne les mathématiques. Il s'agit de réaliser un sujet, le saisir puis de le corriger. Depuis l'année dernière, la charge de travail a été alourdie par le nombre croissant de candidats postulant à cette formation. Ainsi la charge de correction correspond à environs 400 copies.

Responsabilités collectives

A l'ENSEA j'ai participé en tant que rapporteur à plusieurs commissions de Specialistes section 27.

Au CNAM j'ai participé aux commissions de spécialiste sections 25-26.
-Dans le cadre du **réseau CNAM** j'ai participé à la **vérification des sujets d'examens** proposés par les enseignants responsables des mes matières dans les centres associés pendant une dizaine d'année (A l'heure actuelle le choix a été fait de proposer un examen national).
-J'ai émis des **avis concernant le recrutement** ou non d'enseignants responsables des enseignements de mathématiques dans les centres associés.
-Dans le cadre de la **FOD**, j'ai coordonné l'enseignement des mathématiques pour la chimie au niveau national et participé à l'organisation du contrôle de connaissances du réseau. J'ai été examinateur au jury d'admission du Concours Centrale Lille (ex IDN) ENSEA (de 1992 à 2000)

Depuis 2003, je suis correcteur et concepteur de sujets au concours commun CENTRALE-SUPELEC. dans la section Mathématique, Epreuve Math II P.C

Annexes

Publications dans les revues scientifiques

Références

- [1] Rudant J.P. , Chorowicz J., Durand Ph. *Problèmes d'interprétation géomorphologique et modélisation géométrique d'images radar a partir d'un modèle numérique de terrain*, C.R.A.S v.306 n1, Gauthier Villars Paris, 1988 . [http ://cat.inist.fr/?aModele=afficheNcpsidt=7501395](http://cat.inist.fr/?aModele=afficheNcpsidt=7501395)
- [2] Rudant J.P, Cervelle B., Chorowicz J., Durand Ph. Kamoun P., Louhala S., Polidori L., Riazanoff S. Simonin A., Tannous I. *Evaluation des données VARAN en géologie,géomorphologie sur le sud est de la France*), ESA , Paris, France, 1988. [http ://cat.inist.fr/?aModele=afficheNcpsidt=7834869](http://cat.inist.fr/?aModele=afficheNcpsidt=7834869)
- [3] Durand Ph. ,Mekarnia A, Chorowicz J. *Téléanalyse géologique du radar aéroporté VARAN sur la montagne Sainte Victoire (Provence sud-est de la France*, Photointerprétation Eska Paris, 1988. [http ://cat.inist.fr/?aModele=afficheNcpsidt=7298931](http://cat.inist.fr/?aModele=afficheNcpsidt=7298931)
- [4] Cuq F., Durand Ph., Hamidou S., Simonin A. *Utilisation de filtres géostatistiques pour l'analyse de changement d'échelle à partir d'images satellitaires* Photointerprétation Eska Paris, 1990. [http ://cat.inist.fr/?aModele=afficheNcpsidt=5406667](http://cat.inist.fr/?aModele=afficheNcpsidt=5406667)
- [5] Durand Ph. ,Hakdaoui M, Chorowicz J. Rudant J.P., *Caractérisation des textures urbaines sur images radar VARAN par approche morphologique et statistique Application a la ville du Luc Sud Est de la France*, International journal of remote sensing vol. 15, n 5, Taylor and Francis, Royaume Uni 1994. www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431169408954134

Présentation avec actes dans les Congrès, nationaux et internationaux

Références

- [1] Rudant J.P, Cervelle B., Chorowicz J., Durand Ph. Kamoun P., Louhala S., Polidori L., Riazanoff S. Simonin A., Tannous I. *Evaluation des don-*

nées VARAN en géologie, géomorphologie sur le sud est de la France), Aussois CNRS, Décembre 1988.

- [2] Brunet G. ,Durand Ph. *Interactive and automatic aerial image recognition*, dixième conférence européenne sur la télémessure, Garmisch Partenkirchen, Mai 1990.
- [3] Brunet G. ,Durand Ph., J Devars *System for automatic knowledge-based detection of Clouds in aerial images*, Artificial intelligence applications and neurals networks, Zurich Juin 25-27 1990.
- [4] Brunet G. ,Durand Ph., J Devars *Analysis and Classification of satellite pictures by a knowledge-based approach*, Conférence internationale sur le traitement d'information et la gestion d'incertitudes dans les systèmes à base de connaissance IPMU ENSTA Paris Juillet 1990.
- [5] Brunet G. P Durand, Rudant JP. *Automatic interpretation of radar images* CNRS, IASTED, International Symposium Expert Systems And Neural Networks, Theory Applications, Honolulu 15 Aout 1990.
- [6] Brunet G. P Durand, Rudant JP. *Interactive and automatic Interpretation of Mountain Scenes* International symposium and Exhibition, Computational Intelligence 90 sept. 24-28 1990 Milano, Italy
- [7] Brunet G. P Durand, Rudant JP. *A knowledge-based system for interpretation of satellite pictures* IEEE International Geoscience And Remote Sensing Symposium and Helsinki (IGARSS), Finland, June 3-6 1991
- [8] Durand Ph., Gaussier Ph., Hamidou S. *Classification Neuronales d'une banque d'images de textures nuageuses a partir d'outils géostatistiques* CNRS, Groupement Scientifique de Télédétection Spatiales Strasbourg Mai 1993.
- [9] [2012-1] P.Durand, L. Jaupi D. Ghorbanzandeh (2012). Automatic segmentation of textures on a database of remote-sensing images and classification by neural network, in Image and signal processing vol. XVIII. Proceedings of SPIE Edingburg 24-26 september. ISBN : 9780819492777
- [10] [2012-2] P. Durand, F. Boussandel O. Maurice (2012). Power Chopper Modelling using Krons Method, The IASTED International Conference on Engineering and Applied Science Colombo IEEE Sri Lanka Section December 27-29, in Engineering and Applied Science, Acta Press ISBN 9780889869417

- [11] [2012-3]A. Reineix, O. Maurice P. Durand, F.Dubois (2012). On Mathematical Definition of Chords Between Networks, Euroem 2012, 2-6 juillet.
- [12] [2012-4]L. Jaupi, D. Ghorbanzadeh P. Durand, Dyah E. Herwindiati (2012). Variable selection in the context of multivariate process monitoring, 20th International Conference on COMPUTATIONAL STATISTICS (COMPSTAT 2012) , Limassol, Cyprus, 27-31 August, RIS.

Présentations dans les séminaires, intervention dans les écoles d'été

Références

- [1] Durand Ph. *Spineurs de la sphère S^4 (d'après le cours du collège de France d'Alain Connes)* Séminaire d'analyse Paul Kree Institut mathématique de jussieu avril 1996.
- [2] Durand Ph *Symetrie Miroir I* , Séminaire Renormalisation et supersymétrie Daniel Bennequin, Jacques Dunau, Institut mathématique de jussieu 5 fevrier 2004.
- [3] Durand Ph *Symetrie Miroir II* , Séminaire Renormalisation et supersymétrie Daniel Bennequin, Jacques Dunau, Institut mathématique de jussieu 19 fevrier 2004.
- [4] Durand Ph *Symetrie Miroir III* , Séminaire Renormalisation et supersymétrie Daniel Bennequin, Jacques Dunau, Institut mathématique de jussieu 18 mars 2004.
- [5] Durand Ph *Invariants en topologie et physique* , Séminaires bi-mensuels sur le thème MATHÉMATIQUES et APPLICATIONS Conservatoire national des arts et métier Paris mathématique de jussieu juin 2004.
- [6] Durand Ph. *Invariants de Seiberg Witten* Séminaire d'analyse Guy La-ville, Ivan Ramadanoff équipe d'analyse du laboratoire LMNO Université de Caen 15 janvier 2008.
- [7] Durand Ph. *Le problème des cordes en cosmologie, une première explication* Groupe de travail sur les systèmes dynamiques CNAM Paris 14 Mai janvier 2009.

- [8] Durand Ph. *Invariants de Gromov Witten et symétrie miroir* Séminaire d'analyse Guy Laville, Ivan Ramadanoff équipe d'analyse du laboratoire LMNO Université de Caen 27 avril 2010. www.math.unicaen.fr/lmno/semana/documents/divers/caen2010_slides.pdf
- [9] Durand Ph. *Invariants de Gromov Witten et symétrie miroir (suite)* Séminaire d'analyse Guy Laville, Ivan Ramadanoff équipe d'analyse du laboratoire LMNO Université de Caen 7 juin 2011. www.math.unicaen.fr/lmno/semana/documents/divers/caen2011_slides.pdf
- [10] Durand Ph. From QFT to 2-d supersymmetric TFT :Autoduality Mirror symmetry between maths and physics. Geometric, Algebraic and Topological Methods for Quantum Field Theory, Villa de Leyva Colombie July 4-22 2011. <http://www.cimpa-icpam.org/archivescoles/20111103144359/index.html>
- [11] Durand Ph. *La symétrie miroir des cordes ouvertes* Séminaire d'analyse Guy Laville, Ivan Ramadanoff équipe d'analyse du laboratoire LMNO Université de Caen 7 juin 2012. www.math.unicaen.fr/lmno/semana/documents/divers/caen2012_slides.pdf

Participations et invitations à des groupes de travail, et écoles d'été

1. Aspects mathématiques de la Théorie quantique des champs I.H.E.S septembre 1996
2. Ecole d'été de topologie algébrique Grenoble, Juin 1997 (France)
3. Summer school of Algebraic K theory ICTP Trieste, Septembre 1997 (Italie)
4. Algebraic Cycles summer school Banff, , Juin 1998 (Canada)
5. Summer school of Differential Geometry ICTP Trieste, Mars 1999 (Italie)
6. Summer school of Algebraic Geometry ICTP Trieste, Août 1999 (Italie)
7. Nouveaux invariants en géométrie et topologie Clermond Ferrand, septembre 1999 (France)
8. Semestre d'études supergravité supercordes et théories M, I.H.P Paris (France) septembre 2000-fevrier 2001

9. School and conference on Algebraic K-Theory and its applications ICTP Trieste , Juillet 2002 (Italie)
10. School and conference on Intersection theory and Moduli ICTP Trieste, septembre 2002 (Italie)
11. Advanced school in Basic Algebraic Geometry ICTP Trieste, Juillet 2003 (Italie)
12. Juin 2004 Invariants de Gromov-Witten SISSA Trieste (Italie)
13. Groupe de travail sur la symetrie miroir Institut Max Planck Boon juillet 2008
14. Groupe de travail sur les espaces de modules MSRI université de Berkeley février 2009
15. Groupe de travail sur la symetrie miroir symplectique, organisateur Denis Auroux MIT Cambridge (USA) 22-26 juin 2009
16. Ecole d'été sur les nouvelles homologies en théorie des noeuds Paris VI juin 2009
17. Rencontre du CIRM Lumigny Invariants de gromov-Witten et équations de Vortex juillet 2009
18. BPS Branes école d'été Hambourg 31 août-4 septembre 2009
19. Groupe de travail sur la symetrie miroir homologique, organisateur Denis Auroux Université de MIAMI (USA) 18-25 janvier 2010
20. Connections in geometry and physics Perimeter institute Waterloo (Canada) May 2010
21. Groupe de travail sur la symetrie miroir homologique, organisateur Denis Auroux Université de MIAMI (USA) 18-25 janvier 2011
22. Workshop on geometry and quantum symetries in mathematical physics Hsinchu (Taiwan) Feb. 21-25 2011
23. Connections in geometry and physics fields institute Toronto (Canada) May 2011
24. Geometric, algebraic and topological methods for quantum field theory, Villa de leyva Colombie, 4, 22 juillet 2011 Research Schools CIMPA 2011
25. Géométrie symplectique et topologie géométrique Meknès Maroc Mai 2012

Résumé des principales (pré-) et publications

Durand Ph. ,Hakdaoui M, Chorowicz J. Rudant J.P., "Caractérisation des textures urbaines sur images radar VARAN par approche morphologique et statistique Application a la ville du Luc Sud Est de la France", International journal of remote sensing vol. 15, n 5, Taylor and Francis, Royaume Uni 1994.

Radar images have a peculiar texture, which is essentially finegrained. They necessitate therefore an appropriate specific processing technique, in order to enhance their thematic interpretation. The objective of this paper is to present an original methodology applied to the differentiation of urban areas from VARAN radar images of the town of Luc (in the Var, South-cast of France). Mathematical morphology methods enable the preprocessing of radar images necessary for subsequent textural analysis. Variogram analysis is later used to resolve the confusion between the fine-grain of speckle and the urban grain.

P.Durand, L. Jaupi D. Ghorbanzandeh (2012). Automatic segmentation of textures on a database of remote-sensing images and classification by neural network, SPIE remote sensing, Edinburg 24-27 september, RIS, BibTeX.

Analysis and automatic segmentation of texture is always a delicate problem. Objectively, one can opt, quite naturally, for a statistical approach. These techniques very reliable mathematically based study of higher order moment is very accurate but very expensive experimentally. We propose in this paper, a well-proven approach for texture analysis in remote sensing, based on morphological and geostatistics. The labeling of different textures like ice, clouds, water, forest on a sample test image is then learned by a neural network. The texture parameters are extracted from the shape of the autocorrelation function, calculated on the appropriate window sizes for the optimal characterization of textures. a mathematical model from fractal geometry is particularly well suited to the characterization of the cloud texture. It provides a very fine segmentation between the texture and the cloud from the ice. The geostatistical parameters are entered as a vector of size ten entries individualized by characterizing the textures. A neural network and robust multilayer is then asked to rank all the images in the database from a

training set correctly selected. In the design phase, several alternatives were considered and it turns out that a network has three layers is very suitable for the proposed classification. It therefore contains a layer of input neurons, an intermediate layer and a layer of output. With the coming of the learning phase the results of the classifications are very good. This approach can be used within a geographic information system, bringing precious information. such as the exploitation of the cloud texture (or disposal) if we want to focus on other thematic deforestation, changes in the ice...

P. Durand, F. Boussandel O. Maurice (2012). Power Chopper Modelling using Krons Method, The IASTED International Conference on Engineering and Applied Science Colombo IEEE Sri Lanka Section December 27-29, RIS, BibTeX.

The aim of this article is to present the main aspect of an numerical implementation under the Krons method of a power chopper modelling developed by Denis Labrousse, Bertrand Revol and François Costa from SATIE laboratory, France. We name the model LRC. The Krons method is based on a tensorial analysis of networks (TAN). The aim of our study is to show that this method can be very efficient to compute serial chopper with one inverter arm through the LRC modelling, including a command law $fsw(t)$ applied on both switchers. Once this work done, the TAN will allow us to easily add the other elements of the system : cables, battery, electrical machine

A. Reineix, O. Maurice P. Durand, F.Dubois (2012). On Mathematical Definition of Chords Between Networks, Euroem 2012, 2-6 juillet, RIS, BibTeX.

This paper deals with a tentative to define mathematically the chords used in the tensorial analysis of networks (TAN), usually employed by electricians to describe some magnetic interaction in transformers for example, and more generally in the TAN to describe any interaction between branches or meshes. While the formalism is well accepted by the users of the TAN method, it appears that it seems there is no mathematical definition for these objects. In order to insert the TAN in a general mathematical context including algebraic topology and graph theory, we try to propose a rigorous definition of these chords. Firstly we briefly recall the TAN method then the chords concept. Secondly we place the concept in the category context. In this theory, the chords appear to be the functors linking between various connex

but separate networks. In conclusion we speak of futures works always in the idea to enforce the links between the TAN method and the algebraic topology

P. Durand, (2011). Geometric, Algebraic and Topological Methods for Quantum Field Theory Geometry of closed strings, A and B side of Witten Part I : A side and enumerative geometry, hal-00680122, version 1 -17 Mar 2012, RIS, BibTeX.

The intimate connection that links the modern geometry and physics is discovered by Einstein from the elegant formulation of general relativity. The main actors are Lorentzian or Riemannian manifolds in four dimension, its tangent bundle (geometry) and the energy-momentum tensor (Physics). The tangent bundle has the structure of a vector bundle, we can associate a principal bundle : the bundle of orthonormal Lie group $O(n)$ with maximal holonomy. All this was taken in the years 50 to give rise to geometrical theories of electromagnetism : the Yang-Mills theory from the theory of bundles and connections developed ten years earlier in mathematics [Steenrod, Ehresmann]. The advent of string theory has enriched this setting, we can truly say that modern geometry in all its forms has an entrance ticket for physics. The proof of a conjecture in the last century, in enumerative geometry has even found its inspiration in the physical field theory [Kontsevich 1990]. The advent of supersymmetric theories in physics has led to the theory of superstrings. It also led to extended particles live in "more realistic" space of ten topological dimensions. One can indeed define a "perfectly free" theory, by replacing a particle moving in classic space-time (1.3) with vibrating "bosonic" string undemanding nature of the geometric space which it operates, the classical Lorentzian spacetime (1, D) but with $D = 26$ to exorcise the space of ghosts : these negative mass to the ground state, in this scenario the geometric setting is almost exactly that of general relativity. However, the constraints of supersymmetry are very strong, they lead to replace a space-time (1.9) by a fibration on the classical spacetime (1.3) in varieties known as Calabi-Yau. The six remaining dimensions, to do so, must be properly compactified to generate our universe (and this is not so simple). At this price you can define complex manifolds (Kahler) very special holonomy which is lower (holonomy $SU(n)$ which imposes a zero Ricci curvature). The simplest example of such a variety is provided by the torus complex : an elliptic curve or complex manifold of dimension 1. In this talk, we will initially discuss the A side string theory, namely the of Gromov-Witten invariants. In a next

talk, we discuss mirror symmetry B-model which generalizes the T duality in string theory and to calculate the invariants through the "mirror"

P. Durand, (2011). Geometric, Algebraic and Topological Methods for Quantum Field Theory Geometry of closed strings, A and B side of Witten Part II : B side and mirror symmetry, hal-00680125, version 1 - 17 Mar 2012, RIS, BibTeX.

The mirror symmetry postulate that there are two viewpoints to represent the physics of fermionic strings. The relevance comes from the fact that some problems not solvable from a certain point of view are on the other. Mirror symmetry is very accomplished in the form of the T-duality appeared in bosonic theory which states that the partition function remains unchanged in the change R in $1/R$, where R denotes the radius of compactification of extra dimension. In a bosonic field theory, where the source space is the cylinder and target a torus, one can notice that the T-duality exchange symplectic structure deformation (area) and deformation of complex structure. In this "survey", we will introduce tools from physics and mathematics for understanding some aspects of mirror symmetry. Especially we construct the mirror map locally as historically Morrison has presented this theory for closed strings. In addition, we briefly explain the implications in enumerative geometry.