

Colloque organisé par l'Ecole Doctorale Galilée,  
Université Paris 13

# Une vision transversale des sciences

Yves d'Angelo,  
Louis-Georges Soler,  
Jean-Michel Pouvesle,  
Maximilien Cottat,  
Yann Chevaleyre & Florian Yger



**Mardi 22 mai 2018**

Institut Henri Poincaré,  
Amphithéâtre Hermite  
11 rue Pierre et Marie Curie  
75231 Paris



**Inscription obligatoire** (mais pas de frais d'enregistrement)  
avant le 10 mai. (ecole-doctorale.galilee@univ-paris13.fr)

## **Le mot de la direction**

L'École Doctorale « Sciences, Technologie, Santé - Galilée » organise cette année la première édition de la journée « Une vision transversale des sciences ». Notre École Doctorale, comme son nom l'indique, est pluridisciplinaire et couvre un spectre très large de disciplines scientifiques (Sciences aux interfaces du vivant, Éthologie, Informatique, Informatique biomédicale, Traitement de l'information, Mathématiques, Physique, Santé et Santé publique, Sciences des matériaux, Sciences pour l'ingénieur, Sciences de la vie et de la santé). Mais au-delà de cette pluridisciplinarité, nous aspirons à tisser des liens féconds entre ces disciplines, à créer de l'interdisciplinarité. Cette journée est une des initiatives menées pour cette action.

L'objectif principal de cette conférence est donc de montrer les synergies qui peuvent naître des travaux à l'interface de plusieurs disciplines ; montrer comment les sciences peuvent s'entrelacer pour produire de nouvelles théories et de nouveaux concepts ; comment un regard ouvert et constructif sur le monde dans sa diversité peut illuminer des horizons nouveaux. L'Union Européenne et la France ont clairement décidé de promouvoir l'interdisciplinarité en recherche. Pour témoin, les défis sociétaux de l'appel à projet Horizon 2020 sont tous intrinsèquement transdisciplinaires.

Cette journée est aussi le moment pour rappeler que la science du XXI<sup>ème</sup> siècle est et sera la science des actions en commun. Que la richesse et la profondeur de nos disciplines demandent maintenant d'interagir entre nous, car le chercheur omniscient est sans doute une espèce éteinte ! Peut-on en effet concevoir les grands défis de l'Informatique sans les Mathématiques ? L'apprentissage artificiel nécessite de mutualiser nos forces et nos compétences. Les nano-technologies mettent en œuvre conjointement Chimie, Physique et Électronique. De même, le séquençage du génome allie Biologie et Informatique. Les prothèses et implants nécessitent des compétences en Physique des matériaux, en Mécanique et en Biologie... Et nous serions, si nombreux sont-ils, bien incapable de faire une liste exhaustive des défis appelant à des échanges entre les disciplines. Il paraît donc aujourd'hui plus que jamais nécessaire de joindre nos forces afin de progresser sur ces questions contemporaines.

Cette année nous avons mis à l'honneur les interactions entre les sciences dites dures et les sciences de la vie. Les cinq exposés dont vous trouvez ci-après les résumés forment cinq exemples de recherches fructueuses à l'interface de champs disciplinaires : Médecine et Physique des plasmas, Biologie et Nanotechnologies, Biologie et Mathématiques, Santé publique et Économie, Biologie et Informatique.

Nous avons aussi souhaité inviter un jeune docteur de l'Université Paris13. Ce chercheur a bénéficié d'un contrat doctoral « Double Culture » pour lequel la direction de thèse devait nécessairement être assurée par deux encadrants de deux disciplines différentes.

Nous vous souhaitons une journée enrichissante et scientifiquement épanouissante !

**La direction de l'École Doctorale**

**Dominique LEDOUX**

**Olivier BODINI**

# PROGRAMME

09h00 - 9h30

Enregistrement et collation

09h30 - 9h40

Introduction

09h40 - 10h55

**Dynamics of Multi-Scale Expanding Networks : the example of the constrained hyphal growth in the filamentous fungus *Podospora anserina***  
*Intervenant : Yves d'Angelo*

10h55 - 11h15

Pause café

11h15 - 12h30

**Nutrition et Économie : quelle complémentarité pour l'évaluation des politiques nutritionnelles ?**  
*Intervenant : Louis-Georges Soler*

12h30 - 14h00

Déjeuner (non compris)

14h00 - 15h15

**Applications Biomédicales des plasmas froids à pression atmosphérique : contexte, principales avancées, problèmes et défis**  
*Intervenant : Jean-Michel Pouvesle*

15h15 - 16h00

**Detection and structure characterization of proteins by surface enhanced Raman spectroscopy**  
*Intervenant : Maximilien Cottat*

16h00 - 16h15

Pause café

16h15 - 17h30

**Machine Learning and Deep Learning for Medical Applications**  
*Intervenants : Yann Chevaleyre & Florian Yger*

17h30 - 17h35

Mot de la fin

# Dynamics of Multi-Scale Expanding Networks : the example of the constrained hyphal growth in the filamentous fungus *Podospora anserina*

Yves d'Angelo

Laboratoire J.A. Dieudonné, UMR CNRS 7351, Université Nice Sophia-Antipolis

We wish to address both by analytic/numerical means, and parallel & interacting lab-scale experimental realizations and post-processing, the interdisciplinary problem of the analysis, modelling and simulation of multi-scale spatial exploration, spreading & morphogenesis of dynamic expanding networks under constraints. As an «animal model», we focus on the specific case of the filamentous fungus *Podospora anserina* hyphal growth. Coupling a mathematical modelling approach with detailed experimental investigations can allow for a real-world archetypal versatile benchmark model, whose settings are quite easy to vary experimentally. Changing the type of the constraints applied to the network will assess the relevance & robustness of the mathematical modelling & analysis, provide some insight on the expected emergence of an «optimal» resilient design and also guide the comprehension of the (here biological) on-going process. Thanks to a positive continuous back-and-forth interaction, we wish to build a very general numerical framework, able to bridge the gap between the different scales of complex expanding networks. Linked to a homogenization process, the articulation of macro-scale and micro-scale modelling, through intermediate (meso) scales, will be all the more crucial. Note that the expected applications are more general than the sole biology of filamentous fungi: tumour growth, disease spread & vaccination, network growth in mammals organs, plants, bacteria, neural networks are other examples of applications in biology and medicine, as well as networks in ecology, economics, thermodynamics, physics, power supply, social science....

Joint work with LJAD Nice, LIED Paris 7, CMAP Palaiseau, LMO Orsay, Università di Pisa.

# Nutrition et Économie : quelle complémentarité pour l'évaluation des politiques nutritionnelles ?

**Louis-Georges Soler**

ALISS, UR1303 INRA, Ivry

Dans de nombreux pays, le développement des maladies chroniques liées aux pratiques alimentaires conduit les pouvoirs publics à mettre en place des actions visant à faire évoluer les comportements de consommation. Campagnes d'information et réglementation de l'étiquetage nutritionnel sont ainsi destinées à sensibiliser les consommateurs aux liens entre alimentation et santé et à leur permettre de faire des choix alimentaires mieux informés. Les taxes nutritionnelles visent à modifier les arbitrages des consommateurs en changeant les prix relatifs des aliments. Les politiques portant sur l'offre alimentaire ont pour finalité d'améliorer la qualité nutritionnelle de l'alimentation des consommateurs.

Afin de progresser dans l'évaluation des impacts de ces différents types d'intervention, de nombreuses collaborations ont été mises en place entre nutritionnistes, épidémiologistes et chercheurs en sciences sociales depuis une quinzaine d'années. Celles-ci se situent à différents niveaux :

- celui de la compréhension des comportements des individus et de leurs déterminants physiologiques, psychologiques, économiques et sociaux.
- celui de l'évaluation des effets attendus ou observés des interventions menées en population générale ou sur des catégories ciblées de la population.

# Applications Biomédicales des plasmas froids à pression atmosphérique : contexte, principales avancées, problèmes et défis

Jean-Michel Pouvesle

GREMI, UMR 7344 CNRS/Université d'Orléans

Les recherches concernant les applications biomédicales des plasmas froids à la pression atmosphérique ont connu un développement fulgurant au cours des dix dernières années. A côté de la décontamination / stérilisation et du traitement de surface, qui ont déjà une longue histoire grâce à la recherche et aux développements liés aux plasmas à basse pression, les applications médicales connaissent aujourd'hui un essor considérable souligné par de nombreux essais cliniques. Les applications médicales des plasmas à basse température concernent désormais un très large éventail de domaines, notamment l'hémostase primaire et la coagulation sanguine, les soins dentaires, la décontamination et l'hygiène cutanée, le traitement des plaies et des ulcères, la dermatologie, le traitement du cancer. Les applications biologiques sont aussi maintenant étendues à l'agriculture et, plus récemment, à la cosmétique. Malgré le grand nombre d'expériences *in vitro* et *in vivo*, il reste encore de nombreuses questions concernant les processus conduisant aux résultats observés et le rôle spécifique des différents « composants » du plasma, eux-mêmes liés à la fois aux dispositifs utilisés et à la présence de la cible vivante (tissus et matériaux biologiques, organes et leur environnement direct). Outre la production de radicaux, nous soulignerons le rôle potentiel du champ électrique généré autour de la plume plasma produite par les jets de plasma atmosphérique et discuterons des changements possibles induits dans le microenvironnement des tissus ou des tumeurs. Nous insisterons également sur le fait que les diagnostics liés aux plasmas doivent être réalisés dans les conditions réelles de traitement.

Au cours de cet exposé, après une présentation du contexte, des dispositifs plasma et des principales applications, en considérant le cas spécifique du traitement du cancer, nous aborderons ce qui a déjà été démontré au travers d'expériences *in vitro* et *in vivo*, évoquerons les problèmes directement liés aux décharges produites, les défis et les principales perspectives dans le domaine.

# Detection and structure characterization of proteins by surface enhanced Raman spectroscopy

**Maximilien Cottat.** Docteur de l'Université Paris 13. Diplômé 2014.

LTM-CNRS/CEA / LETI / Minatec, Université Joseph-Fourier.

Proteins play various and important roles in development and life of cells. This means that any dysfunction in their expression and/or activity could induce disease. In order to detect proteins and to characterize their structures, we developed a biosensor based on the surface enhanced Raman scattering (SERS), which exploits the optical properties of metallic nanostructures and specially the localized surface plasmon resonance (LSPRS). Gold nanostructures arrays were made by electron-beam lithography (EBL) that ensures the control of the electromagnetic field enhancement through the excitation of the LSPR.

One of the most important characteristic for biosensors is to be specific to the target protein. Specificity can be obtained thanks to a functionalization layer of an aptamer, which is a DNA sequence designed to have a strong affinity with one protein. With functionalized gold nanostructures, we are able to detect a pathological marker, the manganese superoxide dismutase protein (MnSOD). Using cylinders and coupled rods dimers as gold nanostructures, this protein was detected at low concentration (nanomolar range) in solution. Thanks to the specificity provided by the aptamer layer, the protein detection was also performed in biological media, like saliva and serum, at same concentration range as in solution.

Furthermore, SERS can provide information on protein structures and its interaction with gold surface. Protein structures are sensitive to mutation or any others post-translational modification, such as glycosylation or phosphorylation. Based on SERS spectra of the protein spleen tyrosine kinase (Syk), the difference between the wild type form and a mutated one is noticeable. The impact of the phosphorylation status on the Syk protein structure, which is related to its activity, was also investigated. Analysis of the crystal structure and of the SERS spectrum of the unphosphorylated protein lead us to propose a model of the interaction between the protein and gold surface, which is different as the one suggest for the phosphorylated form.

# Apprentissage artificiel appliqué à des problématiques médicales

**Yann Chevaleyre et Florian Yger**

LAMSADE, UMR CNRS 7243. Université Paris Dauphine.

In this talk, we will talk about applying machine learning and deep learning algorithms to prediction problems in the medical domain, in particular on sequences (ECG and EEG). First, we will show how deep learning can tackle supervised learning problems on ECG (Electro cardiogram sequences), in particular in predicting the cardiac reaction of patients to specific treatments. In the second part, we will first present few paradigms of Brain-Computer Interfaces and how Machine Learning approaches were used to tackle them. For most of those applications, Riemannian geometry is the new golden standard. Hence, after a brief introduction to those non-Euclidean (i.e. curved) spaces, I will discuss how to derive algorithms in those spaces.

## **Remerciements.**

L'Institut Henry Poincaré a été inauguré en 1928 sous l'impulsion des mathématiciens Émile Borel et George Birkhoff. C'est un haut lieu, internationalement reconnu, des Mathématiques en France.

Nous remercions vivement la direction de l'Institut d'avoir accepté de nous inviter dans ces locaux.