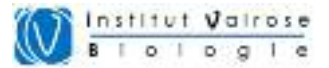


## Retraite scientifique Croissance et Développement

Organisateur : Pierre Léopold, Institut de Biologie Valrose (iBV), Nice  
Coordinateur : Gisele Jarretou  
Dates : 12 au 15 février 2013  
Participants : 13



## Développement des concepts pour modéliser la dynamique des limites de distribution géographique des espèces végétales et animales

Organisation : Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL  
Coordinateur : Signe Normand (co-organisateur : Christophe Randin, Niklaus Zimmermann et Heike Lischke)  
Financement : Danish Council for Independent Research - Natural Sciences (No. 10-085056 to SN)  
Dates : 29 avril au 5 mai 2013  
Participants :



Signe Normand, Christophe Randin, Niklaus Zimmermann, Heike Lischke, Rafael Wuest, Julia Nabel, Jane Elith, Antoine Guisan, Cory Merow, Kara Moore, Katja Schiffrers, Damaris Zuerell, Wilfried Thuiller, Frank Schurr, Tamara Muenkenmueller, Stefan Dullinger, Tom Edwards, Jörn Pagel, Justin Travis, Greta, Bocedi, Andreas Huth, Andrew Latimer, Jens-Christian Svenning, Marc Scherstjanoi, Michael Nobis, Björn Reineking et Rebecca Snell.

### Objectifs du séminaire :

Quels sont les facteurs et les processus sous-jacents qui déterminent les limites de distribution géographiques des espèces et qui contrôlent leur dynamique ?

Comment l'influence de ces facteurs et de ces processus varie selon les échelles temporelles et spatiales ?

Ces questions fondamentales intriguent et passionnent les écologistes depuis les études d'Augustin Pyrame de Candolle et Alexander von Humboldt il y a plus de 200 ans. Malgré des décennies de recherche, nous n'avons pas encore une réponse globale à ces questions.

Pourquoi ?

La compréhension de la dynamique des limites de distribution des espèces fait appel à de multiples domaines de l'évolution et de l'écologie. Par conséquent, les limites et la dynamique des aires de distribution géographique des espèces ne peuvent être appréhendées que par des approches intégratives des facteurs limitant et des processus écologiques et évolutifs à différentes échelles spatiales et temporelles.

Malheureusement et jusqu'à présent, les biologistes travaillant dans les différentes disciplines de l'écologie utilisent tous des concepts différents.

Dans le cadre de cette rencontre scientifique, les aspects conceptuels de la dynamique des limites de distribution ont été discutés pour proposer un cadre plus unifié et de nouvelles méthodes pour la modélisation et la prédiction de la dynamique de ces limites. Cette rencontre fait suite à un atelier similaire organisé en Août 2012 à Riederalp dans les Alpes suisses.

Durant les cinq premiers jours à Peyresq, les participants ont alterné les discussions plénières et le travail en petits groupes thématiques. Les deux derniers jours ont été dédiés à la synthèse des discussions et à l'élaboration d'articles.

Les résultats de ces deux ateliers ont donné lieu à 22 articles scientifiques dont la parution est prévue au cours du premier semestre 2014.



## Journées doctorales des atomes froids

Organisation : GDR Atomes froids, CNRS, INLN, Valbonne

Coordinateurs : Quentin Baudouin et Amandine Issautier

Dates : 2 au 5 juin 2013

Participants : Quentin Baudouin, Taha Rouabah, Djeylan Aktas, Louis Bellando, Abdoulaye Camara, Amandine Issautier, Citlali Cabrera, Lucas Beguin, Marco Cominotti, Bess Fang, Dany Benali, Indranil Dutta Florian Cartarius, Marion Delehayé, Dimitri Borsalino, Nicolas Bartolo, Maria Romuald Kamsap, Benjamin Szymanski, Florent Scol, Marie-Pierre Adam, Andrii Gudyma, Brenda Chng, Patrizia Vignolo, Guillaume Labeyrie.



C'est la deuxième journée des doctorants d'atomes froids en 2013 qui est organisée avec le soutien du projet GdR Atomes Froids.

deuxièmes JDAF étaient organisées en région niçoise par des doctorants locaux appartenant à l'INLN et au LPMC.

Les doctorants dans des équipes au sein du GDR ont décidé de créer des journées doctorales afin de se rencontrer et de présenter leur recherche. Le nombre d'étudiants dans ce domaine est en forte expansion et il nous paraissait intéressant de conserver ou de tisser des liens entre les différents groupes au travers des «jeunes» doctorants.

L'année dernière ont eu lieu les premières JDAF (Journées doctorales des atomes froids) à l'institut d'optique (Palaiseau) qui ont réuni une soixantaine de doctorants. Il a donc été décidé, pour les années suivantes, d'effectuer un roulement de l'organisation entre région parisienne et province. Cette année, les



## Journées doctorales des atomes froids

L'idée principale des JDAF est de donner la parole aux doctorants. C'est un exercice que les doctorants ne pratiquent pas forcément et qui est pourtant primordial dans le travail de diffusion de recherche. Nous voulons aussi privilégier du temps libre pour continuer les discussions engagées par ces présentations.

Les thésards participants sont amenés à exposer leurs travaux de thèse lors de courtes présentations d'une quinzaine de minutes (durée exacte à préciser) ou sous forme de posters. Les présentations sont réparties sur trois jours avec des journées assez aérées pour permettre discussions et échanges entre les talk.

Nous ont eu le plaisir de recevoir, en tant que conférenciers :

- **G. Labeyrie** :  
*Optomechanical self-structuring in cold atomic gases*

et

- **P. Vignolo** :  
*Hard-core bosons and spinless fermions in 1D harmonic confinement*



## 17<sup>ème</sup> “Aux rencontres de Peyresq” : “Morphogénèse: forces, formes et non linéarités”

Organisateurs : Xavier Noblin, membre du Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC)  
et Médéric Argentina, membre de l'INLN.

Collaboration : Alain Pocheau, Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors-Equilibre (IRPHE, Marseille)  
et le Laboratoire de Physique Statistique (LPS-ENS, Paris).

Site internet: <http://peyresq.unice.fr/>

Dates : 10 au 14 juin 2013

Participants : 39



### Objectifs :

L'étude de phénomènes non linéaires est un sujet relativement récent, dynamique et certainement très actif, qui trouve des champs d'application dans des domaines aussi variés que la dynamique des fluides, la biophysique, la mécanique quantique, la chimie physique et industrielle, la physique statistique, la biologie et l'environnement, pour n'en citer que quelques-uns.

Le but premier de cette école est de renforcer la communication et la cohérence entre les diverses communautés des sciences non linéaires autour de thèmes changeant chaque année. Cette école s'adresse aussi bien aux étudiants en thèse et aux jeunes chercheurs qu'aux chercheurs et enseignants-chercheurs plus expérimentés. Elle a un caractère pluridisciplinaire et permet aux participants d'acquérir ou d'approfondir des connaissances du non linéaire dans des domaines variés, éventuellement différents de leur propre spécialité.

La spécificité essentielle de l'école est d'organiser des cours longs, de 5 heures chacun permettant une prise de contact approfondie avec une thématique dont l'étudiant ou le chercheur n'est pas spécialiste. Les tables rondes et discussions scientifiques suivant les cours, entre personnes venant de communautés souvent différentes, sont toujours très animées et instructives.

### Cours 2013 :

#### Cours 1 : *Instabilités et symétries*

**Pierre Coulet**, INLN, UNS, Nice.

##### 1) Instabilités et Symétries

Instabilités, bifurcations et singularités

Forme normale d'une singularité et de son déploiement

Bifurcation et brisure de symétrie

Symétries internes et symétries externes

Des exemples en physique

##### 2) Instabilités et formation de structures spatiales

Commentaires de l'article fondateur d'Alan Turing sur la «Morphogénèse» (1952)

Forme normale de l'apparition de structures spatiales périodique

Analyse en une dimension d'espace

Analyse en deux dimensions d'espace

Des exemples en physique

##### 3) Description faiblement non-linéaire de l'apparition de structures spatiales et spatio-temporelles

Equations d'amplitude

Equations de phase

Artefacts de la description amplitude-phase

Sélection de la longueur d'onde de la structure spatiale

Sélection de la symétrie de la structure spatiale

Turbulence de phase

##### 4) Structures spatiales localisées

Défauts topologiques des structures spatiales

Structures localisées

Fronts dans les systèmes bi-stables

Phyllotaxie et l'article d' Alan Turing

#### Cours 2 : *Feuilles élastiques comprimées, torturées*

**Pascal Damman**, Univ. Mons, Belgique.

1) Feuilles libres - Crumpling et focalisation d'énergie dans les feuilles contraintes - Les hiérarchies de plis, des structures incompatibles avec la focalisation.

2) Feuilles déposées sur un substrat (problème 1D) - Fondation liquide - transition rides-pli. - Fondation élastique - bifurcations avec doublement de période

3) Propagation de fractures en interaction - Feuilles libres (fractures self-similaires) - Feuilles adhésives (courbure du substrat)

## 17<sup>ème</sup> “Aux rencontres de Peyresq” : “Morphogénèse: forces, formes et non linéarités”

### Cours 3 : *Morphogénèse et mouvement chez les plantes : une approche physique* Yoel Forterre, IUSTI, Marseille

Les plantes offrent quelques uns des plus élégants exemples de couplage entre géométrie, mécanique et hydrodynamique que l'on peut trouver dans la nature. Dans ce cours, nous discuterons des aspects physiques de la morphogénèse et des mouvements chez les plantes, de la croissance lente aux mouvements rapides. Les concepts de base seront illustrés par des travaux de recherche récents, menés à l'interface entre physique et biologie.

- 1) Notions de base (cellule et tissus, transport de l'eau, propriétés de la paroi)
- 2) Croissance, morphogénèse et mécano-perception
- 3) Mouvements hydrauliques
- 4) Instabilités mécaniques et mouvements rapides

### Cours 4 : *Morphogénèse animale: quelques idées anciennes et plus récentes et données expérimentales actuelles,* Vincent Hakim, LPS, ENS, Paris

Les avancées spectaculaires de la biologie moléculaire et de l'imagerie nous offrent une vue de plus en plus détaillée de la dynamique des cellules et des tissus. Comprendre précisément le développement animal demeure cependant un défi qui peut être relevé qu'en alliant une analyse théorique quantitative aux données expérimentales toujours plus nombreuses. Les notions et techniques développées pour l'analyse de la dynamique non-linéaire et de la formation de structures au sein de la matière inanimée y jouent un rôle clé. Ce cours présentera quelques idées centrales et des données expérimentales dans ce domaine en plein développement.

- 1) Une introduction à la biologie des réseaux de régulation génétiques
- 2) Expression localisée des gènes: instabilité de Turing, gradient morphogénétiques, segmentation, interaction entre cellules,...
- 3) Dynamique des cellules et des tissus : modèles, intercalation, adhésion et contraction, mouvements cellulaires collectifs,...

### Cours 5 : *Transport de sédiments et morphologie des rivières* Eric Lajeunesse, IPGP, Paris.

L'interaction entre écoulement et transport de sédiments en rivière est à l'origine d'une grande variété de morphologies qui se développent sur une gamme d'échelles allant du centimètre (rides) à l'échelle continentale (réseau de drainage). Ce cours sera consacré à la physique du transport de sédiments en rivière et à la façon dont il contrôle la forme des rivières à l'échelle du chenal (pente et largeur d'équilibre) et du réseau de drainage.

- 1) Introduction et notions de base sur les rivières,
- 2) Transport de sédiments,
- 3) Forme d'équilibre des rivières,
- 4) Croissance du réseau de drainage.

**XVII<sup>e</sup> Édition des Rencontres de Peyresq**  
du 10 au 14 juin 2013

**Comité scientifique**  
Paul Clozeil, IRPHE, Marseille  
Pierre Coullie, IRLN, Nice  
Anne De Wit, ULB, Bruxelles  
Franz Glorieux, POLAM, LdB  
Eric Paris, LPS-ENS, Paris  
Alex Prokhorov, IRPHE, Marseille  
Yves Poussat, LPS-ENS, Paris

**Comité d'organisation**  
Muriel Aguilera, IRLN, Nice  
Xavier Noblet, LPMC, Nice  
Alex Pochaux, IRPHE, Marseille

**École thématique d'été**  
**du non linéaire :**  
**« Morphogénèse:**  
**forces, formes et non linéarités »**

- Instabilités et systèmes  
Par Pierre Coullie (IRLN, UNS, Nice)
- Feuilles élastiques comprimées, tordues  
Par Pascal Dumais (Univ. Notts, Belgique)
- Morphogénèse et mouvement chez les plantes : une approche physique  
Par Yoel Forterre (IUSTI, Marseille)
- Morphogénèse animale: quelques idées anciennes et plus récentes et données expérimentales actuelles  
Par Vincent Hakim (LPS, ENS, Paris)
- Transport de sédiments et morphologie des rivières  
Par Eric Lajeunesse (IPGP, Paris)

Les thèmes et peut être aussi la possibilité de faire un court exposé pour présenter leur travail.

L'école thématique est financée par le Programme Partenariat du CNRS la PMA avec l'ANR (Nice, Aix-Marseille Université) et l'Université de Nice-Sophia Antipolis.

Pour toute information complémentaire (statistiques, hébergement, inscriptions, réservations), consultez le site Web à l'adresse suivante : <http://peyresq.unice.fr/rencontres/2013/>

## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”



- Organisation : Edgard Gunzig  
Coordinateur : Edgard et Diane Gunzig  
Dates : 15 au 21 juin 2013  
Participants : Eugenio Bianchi, Perimeter Institute for Theoretical Physics, Waterloo, Ontario (Canada)  
Cliff Burgess, Department of Physics and Astronomy, McMaster University, Hamilton, Ontario (Canada) and Perimeter Institute for Theoretical Physics, Waterloo, Ontario (Canada)  
Steve Carlip, Department of Physics, University of California at Davis, Davis, California (USA)  
Cédric Deffayet, APC-AstroParticle et Cosmologie (Université Paris Diderot, Observatoire de Paris, Sorbonne) CNRS-UMR, Paris Cedex (France)  
Larry Ford, Institute of Cosmology, Department of Physics and Astronomy, Tufts University, Medford, Massachusetts (USA)  
Valeri Frolov, Theoretical Physics Institute, University of Alberta, Edmonton, Alberta, (Canada)  
Edgard Gunzig, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles (Belgium)  
Bei-Lok Hu, Joint Quantum Institute and Maryland Center for Fundamental Physics, University of Maryland, College Park, Maryland (USA)  
Ted Jacobson, Center for Fundamental Physics, University of Maryland, College Park, Maryland (USA)  
Eugene Lim, Theoretical Particle Physics and Cosmology Group, Physics Department, King's College London, London (UK)  
Diana Lopez Nacir, Departamento de Física, Universidad de Buenos Aires and IFIBA, Buenos Aires (Argentina) and High Energy, Cosmology and Astroparticle Physics, International Center for Theoretical Physics, Trieste (Italy)  
Don Page, Department of Physics, University of Alberta, Edmonton, Alberta (Canada)  
Renaud Parentani, Laboratoire de Physique Théorique, CNRS-UMR, Université Paris-Sud 11, Orsay Cedex (France)  
Albert Roura, Institut für Quantenphysik, Universität Ulm, Ulm (Germany)  
Rafael Sorkin, Perimeter Institute for Theoretical Physics, Waterloo, Ontario (Canada) and Department of Physics, Syracuse University, Syracuse, New York (USA)  
Simone Speziale, Centre de Physique Théorique, CNRS-UMR, Luminy Case, Marseille (France)  
Bill Unruh, CIAR Cosmology and Gravity Program, Department of Physics, University of British Columbia, Vancouver (Canada)  
Enric Verdaguer, Departament de Física Fonamental and Institut de Ciències del Cosmos, Universitat de Barcelona, Barcelona (Spain)  
Aron Wall, University of California at Santa Barbara, Santa Barbara, California (USA)

---

#### Speakers with Titles-Abstracts

---

##### **Eugenio Bianchi**

*Entanglement entropy of vacuum perturbations and the Bekenstein-Hawking area law*

In quantum field theory, correlations at space-like separations result in a UV divergent entanglement entropy  $S_0$  for the vacuum state. In this talk I consider the entanglement entropy  $S_1$  for a small perturbation of the vacuum, and I discuss three results: (i) the difference in entanglement entropy  $dS = S_1 - S_0$  is finite; (ii) it satis-

fies the thermodynamic relation  $dS = dQ/T$ , where  $dQ$  is the Rindler energy crossing the horizon and  $T$  the Unruh temperature; (iii) when quantum gravitational back-reaction is taken into account, the energy  $dQ$  results in a change in the area of the Rindler horizon. As a result, the entanglement perturbation satisfies a Bekenstein-Hawking area law,  $dS = dA/4G$ . I discuss the regime of applicability of these results and some new perspectives it opens. Talk based on <http://arxiv.org/abs/1211.0522>

**Cliff Burgess***Acceleration, then and now*

Not sure yet what to say, but the 'then' part could touch on how well string inflation models fare in view of the Planck data (and why put up with their complexity). The 'now' part would summarize what is emerging as the low-energy 4D point of view for the 6D proposal for solving the cosmological constant problem using brane backreaction.

**Steve Carlip***Near-horizon symmetries revisited*

When restricted to configurations that have a local Killing horizon, general relativity acquires a new approximate conformal symmetry. Because this is not a symmetry on the whole configuration space, it is not a symmetry of the equations of motion. For two-dimensional dilaton gravity, though, I show that the anomalous transformations of the equations of motion are exactly those of a conformal field theory, with a central charge that reproduces the correct Bekenstein-Hawking entropy.

**Cédric Deffayet***Massive gravity with vierbeins***Larry Ford***Quantum lightcone fluctuations - phenomenology and analog models*

One of the key concepts in classical gravity theory is that of the lightcone. However quantum effects are expected to modify this concept drastically. Quantum fluctuations of spacetime geometry will in general lead to fluctuations of the lightcone. This talk will discuss several physical effects which these fluctuations might produce : variation in flight times of pulses, phase fluctuations of waves, and luminosity and redshift fluctuations of distant sources. Like other quantum gravity effects, these are usually very small. However, there seem to be two possibilities for larger effects. One is an analog model in a condensed matter system. The other is a secular effect which grows with increasing flight distance. Both possibilities will be discussed.

**Valeri Frolov***Charged particle motion in magnetized black holes*

There exist evidences that magnetic field plays an important role in the vicinity of astrophysical black

holes. In particular it is required for explanation of such phenomenon as jet formation. Study of such problems in all their complexity requires 3D numerical simulations of the magnetohydrodynamics in a strong gravitational field. Quite often, when dealing with such a complicated problem, it is instructive to consider first its simplifications, which can be treated either analytically, or by integrating ordinary differential equations. Motion of a charged particle in a weakly magnetized black hole is an important example. We consider a non-rotating black hole in the weak magnetic field which is homogeneous at infinity. In the talk I discuss the following problems: How does such a magnetic field affect charged particle motion in the equatorial plane? How does it change the radius of the innermost stable circular orbits (ISCO)? I shall demonstrate that the magnetic field increases the efficiency of the energy extraction from the black hole and that magnetized black holes can be used as «particle accelerators». Finally, I shall discuss out-of-equatorial plane motion and demonstrate that it is chaotic. Possible applications of these results to astrophysics are briefly discussed.

**Bei-Lok Hu***Understanding Macroscopic Quantum Phenomena*

Macroscopic quantum phenomena refer to quantum features in objects of «large» sizes, systems with many components or degrees of freedom, organized in some ways where they can be identified as macroscopic objects. This emerging field is ushered in by several categories of definitive experiments in superconductivity, electromechanical systems, Bose-Einstein condensates and others. Yet this new field which is rich in open issues at the foundation of quantum and statistical physics remains little explored theoretically (with the notable exception of [0]). This talk summarizes our thoughts while attempting a systematic investigation into some key foundational issues of quantum macroscopic phenomena with the goal of ultimately revealing or building a viable theoretical framework. Three major themes discussed in three recent essays are the large N expansion [1], the correlation hierarchy [2] and quantum entanglement [3]. We give a sketch of the first two themes and then discuss several key issues in the consideration of macro and quantum, namely, a) recognition that there exist many levels of structure in a composite body and only by judicious choice of an appropriate set of collective variables can one give the best description of the



## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

dynamics of a specific level of structure. Capturing the quantum features of a macroscopic object is greatly facilitated by the existence and functioning of these collective variables; b) quantum entanglement, an exclusively quantum feature, is known to persist to high temperatures and large scales under certain conditions, and may actually decrease with increased connectivity in a quantum network. We use entanglement as a measure of quantumness here and pick out these somewhat counter-intuitive examples to show that there are blind spots worthy of our attention and issues which we need to analyze closer. Our purpose is to try to remove the stigma that quantum only pertains to micro, in order to make way for deeper probes into the conditions whereby quantum features of macroscopic systems manifest.

Based on B L Hu, Y Subasi, Pathways toward understanding Macroscopic Quantum Phenomena, in Proceedings of the DICE 2012 meeting, J. Physics (Conf. Series) 2013.

[0] A J Leggett, Testing the limits of quantum mechanics: motivation, state of play, prospects J. Phys: Condens. Matter 14 (2002) R415-R451.

[1] C H Chou, B L Hu, Y Subasi, Macroscopic quantum phenomena from the large N perspective. J. Phys.: Conf. Ser. 306, 012002 (2011) [arXiv: 1106.0556].

[2] C H Chou, B L Hu, Y Subasi, Macroscopic Quantum Phenomena from the Correlation, Coupling and Criticality Perspectives, J. Phys.: Conf. Ser. 330, 012003 (2011) [arXiv:1107.3008].

[3] C H Chou, B L Hu, Y Subasi, Macroscopic Quantum Phenomena from the Quantum Entanglement Perspective, in preparation for Physica A.

#### **Ted Jacobson**

*Plasma without plasma : exact force-free magnetospheres without symmetry*

Force-free electrodynamics describes a plasma in the approximation that the matter energy-momentum tensor can be neglected compared with that of the electromagnetic field. This regime has long been thought to govern pulsar and black hole magnetospheres, as well as the solar corona and other settings. The theory of such fields is mathematically elegant and intriguing. I will explain how it works, and discuss new insights into exact solutions that my collaborators and I have recently obtained, including rotating oblique pulsar models and the Blandford-Znajek solution.

#### **Eugene Lim**

*A Scattering Theory of Ultra-relativistic Solitons*

I will show that there exists a novel perturbative theory for general periodic solitons with periodic potentials in the ultra-relativistic limit with the order parameter Lorentz factor inverse. I will show that one can calculate the velocity change, phase shift and the scalar debris spectra to arbitrary accuracy in linear theory -- a calculation hitherto only approachable numerically. I will argue that solitons interact strongly in the non-relativistic limit, and become free in the relativistic limit. This is the first step in a program to formulate an effective theory for solitons interactions.

#### **Diana Lopez Nacir**

*Dissipative effects in the Effective Field Theory of Inflation and the consistency condition for the three-point function*

In this talk I will summarize two recent papers where we generalized the so called Effective Field Theory (EFT) of Inflation to include dissipative effects. After some motivations and a summary of the theory, I will describe the inflationary scenarios we focus on and how we include the influence of additional degrees of freedom on the dynamics of the curvature perturbations within the EFT framework. Then, I will discuss under which circumstances a large friction term can boost the level of non-gaussianities, while preserving a consistency condition for the three-point function which was previously derived for single field inflationary models.

#### **Don Page**

*Extreme Cosmic Censorship for Cosmology and Black Holes*

A goal of theoretical cosmology is to find a quantum state of the universe that explains our observations. A goal of black hole physics is to find a quantum description of the evolution of black holes. In both cases it may be useful to find a restriction that eliminates unphysical states. I propose the following. Extreme Cosmic Censorship (ECC): The universe is entirely nonsingular (except for singularities inside black holes which go away when the black holes evaporate).

#### **Renaud Parentani**

*Dissipative effects and quantum entanglement in the context of the dynamical Casimir effect*

## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

**Albert Roura**

*One-loop Riemann correlator, stability and de Sitter-invariance*

We have performed an exact calculation of the Riemann correlator in de Sitter spacetime including one-loop corrections from conformal fields. The result is manifestly de Sitter invariant and supports the existence of a the de Sitter-invariant state for the interacting theory of metric perturbations and matter fields as well as its stability with respect to quantum vacuum fluctuations. Our result holds for general conformal field theories (with arbitrarily strong couplings) and we have also been able to extend it to non-conformal (free) scalar fields with arbitrary mass and curvature coupling.

A number of subtleties concerning secular terms will be discussed. These include their cancellation in perturbative calculations of correlators associated with de Sitter-invariant states of the interacting theory, and the need for nonperturbative methods in more general situations. In addition, the singular nature of the power spectrum when loop corrections are taken into account (and after standard renormalization has been carried out) will be emphasized and clarified.

**Rafael Sorkin**

*If spacetime is a causal set then Lorentz symmetry is unbroken*

**Simone Speziale**

*Twistors and loop quantum gravity*

I will describe how twistors can be used as variables for loop quantum gravity. This leads to a funny description of conformal transformations on spin networks, and new perspectives in understanding the dynamics of the theory.

**Bill Unruh**

*The accelerated sponge*

What happens when we accelerate a sponge in the vacuum in flat spacetime?

**Enric Verdaguer**

*Semiclassical stability of de Sitter spacetime*

The Einstein equations governing the dynamics of linear metric perturbations (of scalar, vector and tensor type) around de Sitter spacetime including the back-reaction from vacuum polarization effects of conformal fields are solved. An order reduction method is used to eliminate the spurious solutions associated with higher order derivatives. The exact nonperturbative solutions show that de Sitter spacetime is stable and a late-time attractor.

**Aron Wall**

*Quantum trapped surfaces*

The generalized second law says that the generalized entropy of a causal horizon always increases. However, not all null surfaces are causal horizons, and there are many examples of null surfaces for which the entropy is actually decreasing with time! I will show how to use these surfaces to prove an analogue of the Penrose singularity theorem.

---

#### Summary of the talks

---

**Eugenio Bianchi**

*Thermodynamics of vacuum entanglement*

The absolute zero temperature is the coldest state that can be attained in quantum mechanics. However, even in this vacuum state, subsystems can behave as if they were hot. This happens because of quantum correlations of the subsystem with the rest, i.e. because of entanglement.

We study thermodynamic properties of regions in spacetime, and connect them with the thermodynamics of black hole. More precisely, in quantum field theory correlations at space-like separations result in a UV divergent entanglement entropy  $S_0$  for the vacuum state. We

consider the entanglement entropy  $S_1$  for a small perturbation of the vacuum, and we discuss three results: (i) the difference in entanglement entropy  $dS = S_1 - S_0$  is finite; (ii) it satisfies the thermodynamic relation  $dS = dQ/T$ , where  $dQ$  is the Rindler energy crossing the horizon and  $T$  the Unruh temperature; (iii) when quantum gravitational back-reaction is taken into account, the energy  $dQ$  results in a change in the area of the Rindler horizon. As a result, the entanglement perturbation satisfies a Bekenstein-Hawking area law,  $dS = dA/4G$ . We discuss the regime of applicability of these results and their relevance for understanding the nature of black hole entropy.

## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

#### **Cliff Burgess**

##### *Acceleration, then and now*

There is good evidence that the universe underwent an epoch of accelerated expansion sometime in its very early history, and that it is entering a similar phase now. This talk is accordingly in two parts.

The first part describes how the predictions of theories suggested by quantum gravity (specifically string theory) have fared when compared with recently announced observations from the Planck satellite. Although it is too early for these predictions to be regarded as being comprehensive, I argue that a survey of those that were made shows they broadly agree with what was seen.

The second part provides an update on an approach to solving the «cosmological constant problem», which is a theoretical obstruction that makes it difficult to understand the origins of the present epoch of acceleration. (In a nutshell: observations agree well with what would be expected if the universe were now beginning to be dominated by the energy density of the vacuum, but the vacuum energy density required by observations is extremely tiny compared with all known calculations of its expected size.) In the approach described - Supersymmetric Large Extra Dimensions, or SLED - observations can be reconciled with a large vacuum energy because the energy curves the extra dimensions and not the ones we measure in cosmology. The update shows that various quantum effects did not ruin this picture, and the main remaining worry to verify that the theory's predictions do not alter the way other things gravitate in an observationally unacceptable way.

#### **Steven Carlip**

##### *Near-horizon symmetries revisited*

Forty years ago, we learned from Stephen Hawking and Jacob Bekenstein that black holes are «hot.» Just as an iron bar gives off light when it is heated - red when it is not too hot, gradually shifting toward blue and white as its temperature rises - a black hole also gives off light, called Hawking radiation, that indicates its temperature. In ordinary matter, thermal properties are signs of the underlying microscopic structure. When we say, «This room is hot,» what we really mean is, «The molecules of air in the room are moving rapidly.» We might hope that the thermal properties of black holes can tell us something about their underlying structure, the «molecules» of the event horizon.

In this talk, I describe a particular approach to this question, based on a research program that has been going on for a bit more than a decade. Ordinary empty space is «symmetric» - any point is the same as any other, and a physical process is the same no matter where it takes place. If a black hole is present, though, it «breaks» the symmetry: its event horizon picks out a special location, and microscopic distortions of the event horizon can be described as changes in this location.

We know from other branches of physics that the exact pattern of symmetry and symmetry-breaking can tell us a great deal about the «hidden» structure of a physical system. For black holes, the full story is not yet known. But we have now made some good progress in using this method to tease out information about the underlying microscopic physics of the event horizon. In my talk, I summarized this progress and discussed some of the remaining open questions.

#### **Cédric Deffayet**

##### *Some new results about massive gravity*

Il existe plusieurs propositions ayant pour objet de modifier la force gravitationnelle à grande distance dans le but de remplacer matière et/ou énergie sombre. Mon intervention concerne l'une de ces propositions: «la gravité massive» pour laquelle de nombreux progrès ont été faits ces dernières années. Je présente un court panorama de ces progrès et des questions reliées en insistant en particulier sur la preuve du «mécanisme de Vainshtein» que j'ai proposée avec mes collaborateurs.

#### **Larry Ford**

##### *Quantum lightcone fluctuations - phenomenology and analog models*

One of the key features of general relativity is that gravity alters the propagation of light rays. Thus a key feature of quantum gravity should be that this propagation will be subject to quantum fluctuations, the quantum lightcone fluctuations. This can include variations in the flight times of light pulses and possible broadening of spectral lines. The experimental detection of such effects would be a dramatic confirmation of the quantum nature of gravity. Unfortunately, lightcone fluctuations are normally much too small to be measured with present technology.

This talk suggests two possible ways around this difficulty. The first is an analog model in a non-gravitational system, such as non-linear optics. Here there are effects

## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

which bear a similarity to those of quantum gravity, but which are potentially measurable in the laboratory. The second possibility is enhanced quantum gravity effects through non-cancellation of anti-correlated fluctuations in a time dependent situation. There can be large transient fluctuations which are hard to observe because they are quickly cancelled by a compensating fluctuation of the opposite sign. However, time dependence, from the expansion of the universe or intrinsic variations in the gravitational coupling, might upset this cancellation, and lead to growing effects. This might lead to larger quantum gravity effects.

#### Valeri Frolov

##### *Charged particle motion in magnetized black holes*

One of the most intriguing prediction of the Einstein theory of General Relativity is possible existence of black holes, compact objects with so strong gravitational field that nothing (even light) can escape from them. Black hole remnants of massive star evolution were discovered. Moreover, astrophysics discovered also much more massive black holes (of millions and billions solar mass) in the center of many galaxies, including our own, Milky Way. Study of black holes is one of the hottest subject of modern theoretical physics and astrophysics. There exist evidences that magnetic field plays an important role in the vicinity of astrophysical black holes. In particular it is required for explanation of such phenomenon as jet formation. Study of such problems in all their complexity requires three dimensional numerical simulations of the magnetized plasma in a strong gravitational field. Quite often, when dealing with such a complicated problem, it is instructive to consider first its simplifications, which can be treated either analytically, or by simple mathematical tools. Motion of a charged particle in a weakly magnetized black hole is an important example. We consider a non-rotating black hole in the weak magnetic field which is homogeneous at infinity. In the talk I discuss the following problems : How does such a magnetic field affect charged particle motion in the equatorial plane? How does it change the radius of the innermost stable circular orbits? I shall demonstrate that the magnetic field increases the efficiency of the energy extraction from the black hole and that magnetized black holes can be used as "particle accelerators". Finally, I shall discuss out-of-equatorial plane motion and demonstrate that it is chaotic. Possible applications of these results to astrophysics are briefly discussed.

#### Bei-Lok Hu

##### *Understanding macroscopic quantum phenomena*

Macroscopic quantum phenomena refer to quantum features in objects of «large» sizes, systems with many components or degrees of freedom, organized in some ways where they can be identified as macroscopic objects. This emerging field is ushered in by several categories of definitive experiments in superconductivity, electro-mechanical systems, Bose-Einstein condensates and others. Yet this new field which is rich in open issues at the foundation of quantum and statistical physics remains little explored theoretically (with the notable exception of [0]).

This talk summarizes our thoughts while attempting a systematic investigation into some key foundational issues of quantum macroscopic phenomena with the goal of ultimately revealing or building a viable theoretical framework. Three major themes discussed in three recent essays are the large N expansion [1], the correlation hierarchy [2] and quantum entanglement [3]. We give a sketch of the first two themes and then discuss several key issues in the consideration of macro and quantum, namely, a) recognition that there exist many levels of structure in a composite body and only by judicious choice of an appropriate set of collective variables can one give the best description of the dynamics of a specific level of structure.

Capturing the quantum features of a macroscopic object is greatly facilitated by the existence and functioning of these collective variables; b) quantum entanglement, an exclusively quantum feature, is known to persist to high temperatures and large scales under certain conditions, and may actually decrease with increased connectivity in a quantum network. We use entanglement as a measure of quantumness here and pick out these somewhat counter-intuitive examples to show that there are blind spots worthy of our attention and issues which we need to analyze closer. Our purpose is to try to remove the stigma that quantum only pertains to micro, in order to make way for deeper probes into the conditions whereby quantum features of macroscopic systems manifest. Based on B L Hu, Y Subasi, Pathways toward understanding Macroscopic Quantum Phenomena, in Proceedings of the DICE 2012 meeting, J. Physics (Conf. Series) 2013.

[0] A J Leggett, Testing the limits of quantum mechanics: motivation, state of play, prospects J. Phys: Condens. Matter 14 (2002) R415-R451.

## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

[1] C H Chou, B L Hu, Y Subasi, Macroscopic quantum phenomena from the large N perspective. J. Phys.: Conf. Ser. 306, 012002 (2011) [arXiv: 1106.0556].

[2] C H Chou, B L Hu, Y Subasi, Macroscopic Quantum Phenomena from the Correlation, Coupling and Criticality Perspectives, J. Phys.: Conf. Ser. 330, 012003 (2011) [arXiv:1107.3008].

[3] C H Chou, B L Hu, Y Subasi, Macroscopic Quantum Phenomena from the Quantum Entanglement Perspective, in preparation for Physica A.

#### Ted Jacobson

*Plasma without plasma : exact force-free magnetospheres without symmetry*

Strong magnetic fields occur in the neighborhood of ultracompact spinning neutron stars and black holes. Their effects play a central role in channeling huge amounts of energy into the surrounding space. For many purposes in this setting, the energy of the charged particles can be neglected compared to the electromagnetic field energy, in which case the system is called «force-free». In my talk, I explained the nature of this type of system, and discussed new exact solutions to the equations governing its behavior, found recently by my collaborators and myself. Hopefully our work will help lead to a better understanding of why and how the energy is emitted by these mysterious astrophysical objects.

#### Eugene Lim

*A scattering theory of ultra-relativistic solitons*

Solitons are localized solitary waves - a single wavefront traveling along a medium such as water. For many years, except for some very special cases where exact analytic solutions exist, the study of their scattering (or collisions) are done using computers as such systems are non-perturbative and hence difficult to attack analytically.

However, it is recently realized that when the collisions occur at speeds close to the sound speed of the medium, the equations become simplified, allowing us to study their collisions analytically. The reason that this simplification occurs is due to the fact that at high velocities, the overlapping time and space for which solitons can interact with each other becomes tiny and hence they only interact weakly. In this talk, I discuss the formulation of such an analytic attack on soliton scattering theory.

#### Diana Lopez Nacir

*Dissipative effects in the effective field theory of inflation and the consistency condition for the three-point function*

Recently, there has been much progress on early Universe cosmology. From the observational point of view, precise measurements of the anisotropies of the cosmic background radiation (CMB) provide very valuable information about the various parameters that describe the universe on large scales. These precise measurements began in 1992 with the COBE satellite, and were continued by other experiments, such as WMAP [1] and Planck [2]. Recently, as a result of the observations made by the Planck space telescope, a very detailed map of the temperature anisotropies of CMB has been created, which reveals the existence of features that challenge the foundations of the current understanding of the Universe.

According to the most accepted paradigm, the primordial perturbations that give rise to the anisotropies of the CMB arose (and were stretched to cosmologically large scales) during a period of accelerated expansion known as inflation [3]. On one side, there are many models of the inflationary period which predict different statistical properties of the primordial perturbations, and on the other side, the precision of the current measurements allows one to infer some of those statistical properties; for instance, observational data are compatible with the hypothesis of gaussian primordial perturbations, and it is possible to put bounds on the level of nongaussianities. Therefore, in order to improve the understanding of the physical phenomena that generates the primordial perturbations, it is important to analyze the predictions obtained in different models of inflation and assess its compatibility with those inferred by observation.

In practice, instead of considering particular models and characterizing the relevant predictions for each of them, as a first step, one could consider an effective description which encompasses several models. In my talk I considered such an effective approach to characterize the predictions of some models where dissipative effects are important during inflation. The talk was based on two recent articles [4], where the so called Effective Field Theory of Inflation were generalized to include dissipative effects and computations of some relevant predictions of the theory were presented.

In particular, in the talk I discussed under which cir-

## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

cumstances a large friction term can boost the level of non-gaussianities of a particular type (known as Equilateral). In the cases where it is boosted, an upper bound on the friction coefficient is obtained for the predictions to be compatible with the results inferred from the Planck data [5]. However, in the models under consideration, other type of non-gaussianities (known as Local) can not be large, for which (as for simple models where there is only one light dynamical field during inflation [6]) there exists a consistency condition that implies this is very small.

[1] Jarosik, N., et.al., «Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results», arXiv:1001.4744.

[2] Planck Collaboration, "Planck 2013 Results Papers", [http://www.sciops.esa.int/index.php?project=PLANCK&page=Planck\\_Published\\_Papers](http://www.sciops.esa.int/index.php?project=PLANCK&page=Planck_Published_Papers)

[3] V.F. Mukhanov, «Physical Foundations of Cosmology», Cambridge University Press (2005); S. Weinberg, «Cosmology», Oxford University Press (2008); A.Linde, «Particle Physics and Inflationary Cosmology», Harwood, Chur, Switzerland,(1990); S. Dodelson, "Modern Cosmology", Academic Press (2003); M. S. Turner, «Cosmology: Inflation alive and well», Nature Physics 4, 89 - 91 (2008).

[4] D. Lopez Nacir, R. Porto, L. Senatore, and M. Zaldarriaga, «Dissipative effects in the Effective Field Theory of Inflation», JHEP01(2012)075 [arXiv:1109.4192v1 [hep-th]]. D. Lopez Nacir, R. Porto, and M. Zaldarriaga, «The consistency condition for the three-point function in dissipative single-clock inflation», JCAP09(2012)004 [arXiv:1206.7083 [hep-th]].

[5] Planck Collaboration, «Planck 2013 Results. XXIV. Constraints on primordial non-Gaussianity», arXiv:1303.5084.

[6] Maldacena, «Non-Gaussian features of primordial fluctuations in single field inflationary models», JHEP0305:013,2003; Creminelli and Zaldarriaga, «Single field consistency relation for the 3-point function», JCAP 0410:006,2004; Cheung et al. "On the consistency relation of the 3-point function in single field inflation", JCAP 0802:021,2008; Creminelli et al. «The (not so) squeezed limit of the primordial 3-point function», JCAP11 (2011)038; Senatore and Zaldarriaga, «A note on the consistency condition of primordial fluctuations», JCAP08(2012)001.

#### Don Page

*Extreme cosmic censorship for cosmology and black holes*

To understand the universe, it is not sufficient just to know the laws of how things evolve or change with time (the so-called dynamical laws of physics). One should also know which solution to these dynamical laws describes our universe. Various possibilities have been proposed, such as Vilenkin's «tunneling» proposal and the Hartle-Hawking `no-boundary' proposal. Here I propose a class of solutions in which there is neither a big bang beginning nor a big crunch end to the universe, a class obeying what I call extreme cosmic censorship (since universes with either beginnings or endings are censored out). These solutions would be universes in which the size bounces at some nonzero minimum size, so that there is no beginning or end. Extreme cosmic censorship also seems to eliminate the recently conjectured possibility of «firewalls» just inside sufficiently old black holes that would immediately destroy anyone falling in.

#### Renaud Parentani

*Quantum entanglement and dissipative effects in the context of the dynamical Casimir effect*

At the beginning of the 20th century, it became clear that the laws of classical mechanics are unable to account for the properties of atoms and light. In the 30's, physicists understood that these laws should be replaced by quantum mechanical ones. In spite of the radical novelty of these new laws, which are often presented as opposed to the classical ones, it was also progressively understood that there is no conflict between the two descriptions, since the classical laws emerge from the quantum when considering large massive objects or hot systems. Some 70 years later, at the end of the 20th century, there was a growing interest in analyzing in more detail the transition from the quantum mechanical description to the more familiar classical one. The novelty consisted in identifying, and measuring in experiments, subtle quantities that are sensitive to the degree of «quantum-mechanicalness» of a given system. For these quantities, one can show that a threshold value exists above which one can assert that the outcome of an experiment must be attributed to a quantum-mechanical system. This threshold value provides a precise operational definition of «quantum entanglement».

In principle, at zero temperature, when a sudden change

## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

is applied to a quantum system, such as a cloud of condensed atoms, there is an amplification of the quantum fluctuations that produces a very peculiar state which is quantum mechanically entangled. In practice, however, even at very low finite temperatures, and taking into account residual small interactions, the degree of entanglement is inevitably reduced. In fact, unless special care is taken, the quantum mechanical aspects are systematically erased – which thus explains why the physical world appears so classical to us. In this talk, I theoretically studied the tug of war between, on the one hand, the sudden change that produces the entanglement and, on the other, the temperature and weak dissipative effects that reduce it. In the near future, the outcome of this competition will be experimentally accessible in ultra cold atom clouds, and other systems where quantum fluctuations are not dominated by thermal fluctuations.

**Albert Roura**

*Initial conditions for our universe*

The 20th century witnessed a remarkable progress in our understanding of the microscopic structure of matter. The development of quantum mechanics provided the suitable framework for a successful description of atoms and their interaction with light. Moreover, by combining its principles with those of special relativity, quantum field theory was able to extend its domain of applicability to the realm of subatomic particles, including their electromagnetic, weak and strong nuclear interactions. Indeed, the Standard Model of particle physics has been spectacularly confirmed by high-energy physics experiments to date, in many cases with astounding precision. On the other hand, born nearly a century ago, General Relativity offers a satisfactory relativistic description of the gravitational interaction, formulated as a dynamical theory of (curved) spacetime. It has passed a number of precise tests in the solar system and in pulsar binaries, and plays a key role in the description of astrophysical phenomena involving strong gravitational fields, such as those in connection with neutron stars and black holes. Furthermore, it provides a natural framework for studying the evolution of the universe at large scales, corresponding to clusters and superclusters of galaxies and beyond. By combining it with the Standard Model of particle physics in order to describe the processes in the early universe, it has made possible the advent, at the end of the 20th century and beginning of the 21st, of precision cosmology.

Besides having a satisfactory theory for the dynamics of particles and their interactions, the problem of initial conditions is a central issue concerning the ability to make predictions in cosmology. Inflationary models, characterized by a period of quasi-exponential accelerated expansion in the very early universe, provide an interesting possibility in this respect. If one such patch of inflating space comes into being, there are fairly natural ways of maintaining its exponential expansion for sufficiently long times and this redshifts (stretches out) any classical perturbations originally present, effectively erasing them within regions with a size larger than that corresponding to our visible universe. Hence, this is a means of generating natural and simple initial conditions at the classical level.

Even more interesting is what happens at the quantum mechanical level. Already in flat-space the vacuum exhibits quantum (zero-point) fluctuations of all fields, but these do not grow and are confined to relatively small amplitudes and/or small wavelengths. In contrast, the exponential expansion stretches their wavelength to cosmologically relevant scales and amplifies their amplitude so that they become the seeds for the primordial inhomogeneities that give rise to the observed large-scale structure of the universe. The universality of the quantum vacuum state at short distances and the (approximate) symmetries of the inflating patch lead also to generic initial conditions for these primordial fluctuations. The alluded symmetries of the inflating patch are spatial homogeneity and isotropy as well as «scale invariance». The latter amounts to the fact that the amplitude (and other physical properties) of fluctuations with a given length-scale at some time is the same as for fluctuations of any other longer length-scales when they had that size, and its implications have been tested with increasing precision in observations of the angular anisotropies of the cosmic microwave background (CMB).

The existence of such generic initial conditions in inflationary models, which requires a sufficiently long period of quasiexponential expansion, is supported by a number of classical general relativistic calculations as well as a quantum mechanical treatment of the amplified vacuum fluctuations evolving on a classical background space-time. Nevertheless, there have been suggestions that the quantum back-reaction of these fluctuations on the dynamics of the background space-time or on the dynamics of the fluctuations themselves could alter this

## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

picture. We have investigated this question for certain kinds of matter fields and shown that the symmetries (spatial homogeneity and isotropy as well as scale invariance) of the spectrum for the quantum fluctuations of the space-time geometry, which is also treated quantum mechanically, are maintained when the quantum back-reaction effects are taken into account. We have also shown that the quasi-exponentially expanding background space-time remains a late-time attractor (when standard mechanisms eventually leading to a «graceful exit» of the inflationary regime are not taken into account).

#### Rafael Sorkin

*If spacetime is a causal set then Lorentz symmetry is unbroken*

I explain in what sense the basic assumptions of causal set theory imply that Lorentz-symmetry remains unbroken by quantum gravitational effects. From this it follows that - despite claims to the contrary - we should not expect to observe phenomena like high energy photons traveling at different speeds from those of lower energy. Although we cannot expect to observe such «modified dispersion relations», I describe other quantum gravity effects that we can hope to observe someday (or which we already have).

#### Simone Speziale

*Loop quantum gravity and twistors*

A twistor is an intriguing mathematical quantity introduced by Penrose in the seventies, with the property of capturing the causal structure of spacetime. In fact, a twistor describes the trajectory of a light ray in spacetime, and the set of all such rays starting from a point determines the boundary of the region of spacetime that can be in causal relation with the point. The description of the causal structure in terms of twistors introduces many mathematical tools that have proved useful in studying Einstein's theory of general relativity.

The idea behind my research is that twistors can be useful also to understand how general relativity can be reconciled with quantum theory. Finding a consistent description of quantum spacetime and quantum gravity is one of the most fascinating open problems in theoretical physics today, and many ideas and approaches to the problem exist. One such approach is called loop quantum gravity. In my talk, I showed how using ideas from loop quantum gravity, twistors can be used to des-

cribe discrete, curved metrics, which upon quantization turn into a collection of fuzzy polyhedra. This would be a description of what space looks like at the dizzying scale of  $10^{-33}$  cm. The current research focuses on the way these «quanta of space» interact among each other, and on how the smooth, continuum spacetime we observe at our scales emerges when we zoom out.

#### Bill Unruh

*The accelerated sponge*

An accelerated observer in the vacuum (the state with nothing in it) sees the world around himself as though it is bathed by thermal radiation with a temperature proportional to the acceleration. What happens when one tries to mop up this thermal radiation with a sponge something which can absorb that radiation without re-emitting it? The answer is that that sponge emits negative energy. The absence of that thermal acceleration radiation decreases the energy of the vacuum, leaving behind less energy density than the vacuum has. Since the vacuum has the least amount of energy possible, how can there be a flux of negative energy? The only way is if there is a compensating flux of positive energy which more than compensates for that negative energy elsewhere. In the case of the sponge, that occurs when you turn on the sponge (whether by opening it up so it can start absorbing, or starting it accelerating).

#### Enric Verdaguer

*Semiclassical stability of de Sitter spacetime*

According to our present understanding of the universe evolution there must have been an early period when the universe underwent a very rapid expansion. The unavoidable quantum fluctuations during that period may be the source of the large scale structure we see today. The period of rapid expansion is well approximated by a cosmological model known as de Sitter cosmology. We have studied whether the backreaction from quantum fluctuations could alter the evolution of that model and we have found that de Sitter cosmology is not only stable but also a late-time attractor.

#### Aron Wall

*The generalized second law as a quantum singularity theorem*

A black hole is an object with a gravitational field so strong that not even light can escape. Albert Einstein's theory of General Relativity predicts «singularities» in



## Peyresq Physics 18th

### “Micro and macro structure of spacetime”

the center of black holes. These are places where the curvature of spacetime becomes infinite and time comes to an end. Given certain assumptions, the «singularity theorem» of Roger Penrose proves that these singularities must exist. One of these assumptions concerns the energy, and roughly speaking says that the energy is always positive.

However, once you take quantum mechanics into account, it is possible to have negative energies in certain places (so long as they are balanced by positive energy somewhere else). This has led many researchers to speculate that maybe there aren't really any singularities in Nature. Once you get close to the singularity, you have to take into account quantum gravity effects, and perhaps these eliminate the singularity and cause it to «bounce» into some kind of new «baby universe» instead.

But in my talk, I argued that we should still expect singularities even in quantum gravity. I showed how to prove a new singularity theorem which does not rely on the assumption that energies are positive. Instead I used the «Generalized Second Law» as my assumption. The Second Law of thermodynamics tells us about oneway processes in Nature, for example that heat flows from hot things to cold things but not vice versa. The Generalized Second Law is a generalization of this result which applies to black holes and similar objects.

If the Generalized Second Law is true in all cases, there are lots of implications for what kind of spacetimes are possible. For example, one can show that singularities must exist inside black holes, that certain kinds of baby universes are ruled out, and that traversable wormholes, faster-than-light warp drives and time machines are impossible. This is sad for science fiction writers, but still very interesting to me!



## Les nouvelles techniques d'optimisation : applications en signal, images et télécommunications

Organisateurs : GRETSI et GdR CNRS ISIS

Coordinateurs : Walid Hachem (Télécom-ParisTech), Patrick Flandrin (CNRS-ENS de Lyon) et Cédric Richard (Université de Nice).

Dates : 23 au 29 juin 2013

Site Internet : <http://www.gretsi.fr/peyresq13>

Participants : Abboud Azary, Al Haj Hassan Hussein, Barrau Axel, Bastug Ejder, Beckouche Simon, Belhadj Amor Selma, Belmega Elena Veronica, Berlemont Samuel, Bianchi Pascal, Bourrier Anthony, Caillau Jean-Baptiste, Carcreff Ewen, Castella Marc, Chierchia Giovanni, Ciblat Philippe, Ferrari André, Fevotte Cédric, Flamary Rémi, Flandrin Patrick, Gassier Ghislain, Gasso Gilles, Gerzagué Robin, Ghadban Nisrine, Giovannelli Jean-François, Hachem Walid, Henry Morgane, Iutzeler Franck, Laraki Rida, Le Martret Christophe, Machart Pierre, Maille Patrick, Oreix François, Pereira da Silva Alex, Pesquet Jean-Christophe, Picaud Julien, Pirayre Aurélie, Pustelnik Nelly, Raja Suleiman Fazliza, Richard Cédric, Salmon Joseph, Seichepine Nicolas, Senecal Stéphane, Teboulle Henri, Theys Céline, Vincent Rémy, Zheng Yuling.



### OBJECTIFS

Cette manifestation s'inscrit dans le cadre de l'École d'Été annuelle en traitement du signal et des images, organisée par le GRETSI et le GdR CNRS ISIS depuis 2006. Ouverte à toute personne intéressée (étudiants, académiques ou industriels), elle s'adresse prioritairement à des doctorants ou chercheurs en début de carrière, et a pour but de présenter une synthèse ainsi que les avancées les plus récentes dans un thème de recherche d'actualité.

La session 2013 était dédiée à la théorie de l'optimisation et aux techniques qui en découlent occupent, domaine occupant aujourd'hui une place centrale en signal, image et télécommunications. Ces dernières années, ces questions ont connu de grandes avancées dans des domaines aussi divers que la théorie de l'estimation, la reconstruction, les représentations parcimonieuses, les réseaux de capteurs, le contrôle optimal, l'allocation de ressources pour les réseaux de télécommunications ou encore la conception de pré-décodeurs et de récepteurs pour les systèmes de transmission. La recherche dans ces domaines a largement bénéficié des progrès accomplis en théorie de l'optimisation, que ce soit dans une compréhension plus profonde de la structure d'un problème d'optimisation, dans la recherche de solutions acceptables à des problèmes complexes — typiquement via des techniques de relaxation —, dans le développement d'algorithmes simples et efficaces, ou dans les implantations distribuées à grande échelle.

L'objectif de l'École d'Été 2013 était de donner une couverture de l'état de l'art dans le domaine de

l'optimisation en lien avec le signal, l'image et les télécommunications, partant des fondements théoriques pour aller jusqu'aux applications, en passant par les grandes familles de méthodes de résolution et les algorithmes qui en découlent.

### COMPTE RENDU / REALISATION

L'École d'Été a comporté à la fois des cours tutoriaux (longs et courts) et des sessions ouvertes permettant aux participants de présenter leurs travaux et de confronter leurs idées.

1. Opérateurs maximaux monotones et algorithmes de recherche de zéro. Applications en optimisation convexe (5 h), par Jean-Christophe Pesquet, Professeur à l'Université Paris-Est / Laboratoire d'Informatique Gaspard Monge et Nelly Pustelnik, Chargée de Recherche CNRS à l'ENS de Lyon / Laboratoire de Physique
2. Régularisation et modèles pénalisés (5 h), par Jean-François Giovannelli, Professeur à l'Université de Bordeaux 1 / Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système
3. La théorie des jeux et l'optimisation (5 h), par Rida Laraki, Chargé de Recherche CNRS à l'École Polytechnique / Laboratoire d'Econométrie
4. Jeux non atomiques et routages dans les réseaux (2 h), par Patrick Maillé, Maître de Conférences à Télécom

### Les nouvelles techniques d'optimisation : applications en signal, images et télécommunications

Bretagne / Département Réseaux, Sécurité et Communications

5. Optimisation distribuée pour les systèmes multi-agents (2 h), par Pascal Bianchi, Maître de Conférences à Télécom ParisTech / Laboratoire Traitement et Communication de l'Information
6. Introduction au contrôle optimal (2 h), par Jean-Baptiste Caillau, Professeur à l'Université de Bourgogne / Institut de Mathématiques

L'édition 2013, avec 46 participants, a tenu toutes ses promesses, aussi bien en termes scientifiques qu'humains. Elle s'est déroulée dans une atmosphère studieuse et décontractée. Les échanges ont été nombreux et soutenus, se prolongeant généralement bien au-delà de la salle de conférence. Le cadre exceptionnel du site, les infrastructures, le service et la disponibilité d'un personnel dévoué et chaleureux ont grandement contribué à ce succès. Ceci nous a été confirmé par de nombreuses réactions, pendant et après la manifestation. Le succès de l'édition 2013 nous a conforté dans le choix de ce site pour cette Ecole d'Eté dans les années à venir.



## Ecole du Non Linéaire de Peyresq

Organisation : Axelle Amon, Université de Rennes, Institut de Physique de Rennes  
Y. Chembo, Université de Besançon, FEMTO-ST  
Mariana Haragus, Université de Besançon, Laboratoire de Mathématiques  
Laurent Larger, Université de Besançon, FEMTO-ST / Optique  
Stéphane Métens, Université Paris VII, Lab. Matière et Systèmes Complexes  
Luc Pastur, Université Paris Sud, LIMSI

Coordinateur : Laurent Larger  
Dates : 23 au 30 août 2013  
Site Internet : [http://www.enlpeyresq.u-psud.fr/Peyresq2013\\_en.htm](http://www.enlpeyresq.u-psud.fr/Peyresq2013_en.htm)  
Participants : 45



### 1. Objectifs de l'école

L'ambition clairement affichée de notre école thématique du CNRS a été de proposer des enseignements à vocation volontairement pluridisciplinaires de grande qualité, dispensés par des chercheurs reconnus comme des experts dans leur domaine. Les thématiques sélectionnées cette année avaient trait à la compréhension, à l'étude, et à l'exploitation, des phénomènes non linéaires tant en mathématiques, en physique (optique, électronique et théorie du signal) et en chimie. La rencontre de ces diverses disciplines, et la mise en commun des savoirs axés autour de la dynamique non linéaire au travers de notre École, a initié la mise en place de collaborations actives entre des étudiants en thèse de doctorat et des chercheurs, français ou étrangers, sur ces thématiques. Cette démarche permet de satisfaire à une demande pressante de formation de jeunes chercheurs pluridisciplinaires, émanant des Laboratoires d'Excellences (CEMPI, IPGG, SEAM, ACTION) ainsi que de divers programmes de recherche à grande échelle comme les ANR pluridisciplinaires (INPHOCITY, ORA), le GDR DYCOEC, les ERC (NEXTPHASE en Starting Grant, MultiWave en Advanced) et certains des PCRD (PHOCUS), mis en place par les instances européennes de recherche. Il est à noter que le programme ERC NEXTPHASE (NEXT generation of microwave Photonics systems for AeroSpace Engineering) de Y.K. Chembo a contribué de manière essentielle au financement de l'École en complément de la subvention du CNRS, ce qui montre, à nouveau, la capacité et l'effort du comité d'organisation à trouver, dans une certaine mesure, d'autres sources de financement si nécessaire.

### Les thèmes spécifiques abordés cette année

Comme cela est clairement identifié dans le contenu des cours décrits ci-dessous ainsi que dans le programme prévisionnel de l'édition 2014, l'École est de fait pluri-

disciplinaire, et ce depuis sa création (soutien de plusieurs instituts du CNRS depuis le début, INP, INSIS, INSMI). Cette pluridisciplinarité cultivée par l'École a effectivement contribué dans un passé récent à l'émergence de plusieurs projets de recherche de grande envergure pilotés par des participants / intervenants / organisateurs des précédentes années (FP6 PICASSO, FP7 PHOCUS, ERC NextPhase, ERC MultiWave, nombreuses ANRs).

Même si le cadre récurrent de l'École est celui des dynamiques non linéaires, chaque édition est proposée avec des intervenants nouveaux sur des thèmes complètement différents, choisis en fonction de l'actualité scientifique et de la demande émanant des jeunes chercheurs lors des «Rencontres du Non Linéaire» ainsi que lors des réunions des divers GDR de notre communauté.

A la demande insistante des étudiants en thèse, nous avons ainsi proposé deux cours d'introduction aux techniques spécifiques de la dynamique non linéaire, qui ont démarré les premiers jours de l'école. **Sylvie Benzoni-Gavage** (Institut Camille Jordan, Lyon) a présenté un cours de mathématiques sur l'étude des instabilités dans les systèmes présentant un caractère variationnel, ainsi que sur les systèmes Hamiltoniens. Des applications de ce formalisme ont été présentées pour caractériser les instabilités des ondes stationnaires et progressives (périodiques et localisées). Ensuite le problème des instabilités transverses à 3 dimensions a été discuté.

D'autre part, **Luc Pastur** (LIMSI, Université d'Orsay) a présenté, sous un angle de physicien théoricien, les classes les plus importantes de bifurcations locales et globales et en a discuté les formes normales correspondantes avec leurs principales caractéristiques et leurs applications en optique non-linéaire ainsi qu'en hydrodynamique.

## Ecole du Non Linéaire de Peyresq

Des cours plus spécialisés ont ensuite succédé à l'introduction de certains fondements des dynamiques non linéaires, comme indiqué sur le plan des mathématiques, ainsi que sur le plan de la physique. Cette année nous avons ajouté un cours supplémentaire, tout en gardant le même nombre d'exposés annexes dédiés aux participants.

Les quatre autres cours ont porté sur les thématiques suivantes :

Le premier cours, par **Nail Akhmediev** (The Australian National University, Canberra), a porté sur les ondes scélérates. Ces ondes ont fait, récemment, l'objet de nombreux travaux. Originellement observées à la surface de l'océan, avec des conséquences quelquefois spectaculaires, elles sont aussi observées en optique non-linéaire (génération de supercontinuum). Le cours a présenté le formalisme adapté à l'étude de ces objets, en se plaçant dans le contexte de la théorie des solitons et des ondes solitaires. Des aspects plus techniques tels que les cascades d'ondes scélérates, ainsi qu'une classification de leur apparition à des ordres supérieurs ont été discutés. Ainsi, d'autres caractéristiques peuvent être obtenues en considérant les équations d'Hirota et de Sasa-Satsuma.

Le second cours a été donné par **Goëry Genty** (Tampere Univ., Finlande). Il est le complémentaire du cours d'Akhmediev, dans le sens où il a été consacré à la propagation d'impulsions lumineuses dans les fibres optiques, avec une vision plus expérimentale que théorique. Le cours comportait trois parties, la première s'est attachée à l'étude de la génération de supercontinuum en optique non-linéaire. Elle a débuté par une introduction de base à l'optique non-linéaire, où tous les éléments essentiels ont été introduits de manière très pédagogique. Ensuite G. Genty a retracé pas à pas l'évolution de la génération de supercontinuum, tant du point de vue expérimental que théorique et a terminé cette partie par une discussion de résultats très récents, notamment liés à la cohérence du supercontinuum. La seconde partie a traité de nouveaux types de propagation dans les fibres optiques, comme par exemple l'interaction d'un soliton avec une onde dispersive ou encore la propagation dans des fibres de Kagome. La troisième partie a abordé l'étude des ondes scélérates en optique. Ceci a permis d'avoir un tableau complet et à jour sur cette thématique de recherche d'une très forte actualité en ce moment.

Le troisième cours donné par **Christian Klein** (Université de Bourgogne) a introduit les notions de calcul numérique nécessaires à l'intégration des équations différentielles et aux dérivées partielles non-linéaires. Le cours a successivement traité de la discrétisation spatiale et de l'importance du calcul des propriétés spectrales des opérateurs associés à la dynamique. La seconde thématique a abordé les aspects temporels de l'intégration et le problème du choix des algorithmes à effectuer en fonction de la régularité des équations (caractère raide de l'évolution), tandis que la troisième partie a été dévolue à des exemples concrets de résolutions numériques ainsi qu'à l'étude de la stabilité des solutions obtenues. Ont notamment été étudiées les situations de «blow-up» (explosion numérique d'une solution) et de chocs dispersifs.

Le dernier cours a été donné par **David Lannes** (Ecole Normale Supérieure Paris) et s'est attaché à l'étude des modèles de vagues en eau peu profonde. Une revue des méthodes asymptotiques a été présentée couvrant les régimes faiblement et fortement non-linéaires. Les modèles de Sette-Green Naghdi ont été analysés en détail avec certaines extensions possibles qui les rendent plus réalistes.

Aux côtés de ces cours, trois autres mini-cours d'une heure trente ont illustré des concepts et techniques théoriques ou expérimentaux. Notamment un cours sur les instabilités dans les écoulements granulaires a été donné (A. Amon, Université de Rennes), ainsi qu'un autre sur les oscillateurs superstables (Y. Chembo, CNRS, FEMTO-ST Besançon) et un sur les méthodes analytiques sur l'équation de Schrödinger non-linéaire (S. Métens, Université Paris Diderot).

### 2. Participants

L'attractivité, au niveau national et international, obtenue notamment grâce à la mise en place d'une meilleure communication du comité d'organisation de l'École, a permis de très rapidement converger vers le nombre maximum de participants pouvant être hébergés sur le site de Peyresq.

Nous avons donc compté cette année 30 participants, et 5 orateurs principaux, et 6 organisateurs / intervenants en mini-cours. Un excellent rapport, d'une part entre étudiants en thèse ou post-doctorants et chercheurs confirmés, et d'autre part entre français et étrangers (au nombre de 14, c'est-à-dire près de 50% des participants)



# SEMINAIRES SCIENTIFIQUES

## Ecole du Non Linéaire de Peyresq

nombreux participants natifs de pays anglo-saxons, ou provenant de pays non francophones (USA 1, Allemagne 4, Ukraine 2, Belgique 2, Danemark 1, Pays-Bas 1, Royaume-Uni 1, Irlande 1, Allemagne 1), ont maintenu notre volonté d'ouvrir de manière pérenne

l'École à l'international et donc de choisir l'anglais comme langue des cours. Les exposés des participants ont également été faits au libre choix des participants, en anglais, avec des échanges (questions, discussions) indifféremment en français ou en anglais.

### 3.a. Programme des cours

	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeu	Vendredi
9:00 - 9:30							
9:30 - 10:00	Benzoni	Klein	Benzoni	oxygénation	Klein	Akhmediev	Chembo
10:00 - 10:30	pause	pause	pause		pause	pause	
10:30 - 11:00							
11:00 - 11:30	Genty	Benzoni	Klein	oxygénation	Lannes	Lannes	Départ bus
12:00 - 12:30	déjeuner	déjeuner	déjeuner		déjeuner	déjeuner	
12:30 - 13:00	pause	pause	pause				
13:00 - 13:30							
13:30 - 14:00							
14:00 - 14:30	Pastur	oxygénation	Akhmediev	oxygénation	Métens	oxygénation	
14:30 - 15:00							
15:00 - 15:30							
15:30 - 16:00	exp. partic	exp. partic	exp. partic	exp. partic	exp. partic	exp. partic	
16:00 - 16:30	exp. partic	exp. partic	exp. partic	exp. partic	exp. partic	exp. partic	
16:30 - 17:00	pause		pause	pause	pause	pause	
17:00 - 17:30							
17:30 - 18:00	oxygénation	Genty	Genty	Lannes	Akhmediev	Amon	
18:00 - 18:30							
18:30 - 19:00							
19:00 - 19:30	dîner	dîner	dîner	dîner	dîner	dîner	
19:30 - 20:00							
20:00 - 20:30							

### 3.b. Exposés des participants

Les exposés des participants, comme déjà évoqué, ont rencontré un vif succès, et ont largement contribué à l'implication, aux échanges et interactions, et à la participation active des auditeurs. Spontanément des ateliers

de discussions tenus durant les après-midis ont permis d'initier plusieurs collaborations actives entre étudiants en thèse et chercheurs confirmés. Les exposés ont été programmés au début de la session des cours de l'après-midi. Nous avons successivement programmé les exposés suivants :

EXPOSES	
<b>SAMEDI</b>	
Pierre GAILLARD	Multi-parametric deformations of higher Penrose breathers, multi-rogue waves and their analytical expressions
Sheily WILSON	Immune response of biological systems
<b>DIMANCHE</b>	
Irina BALAKIREVA	Whispering Gallery Modes resonator and modal dynamics
Delyan ZEHLYASOV	Global stability and local bifurcations of a two-fluid model for Tokamak plasma
<b>LUNDI</b>	
Alexander EZERSKY	Description of bottom particles segregation by non-linear diffusion equation
Wladimir VLASOV	Synchronization of a Josephson junction array in terms of global variables
<b>MARDI</b>	
Zhen WANG	Nonlinear capillary-gravity waves
Amawry MATHIS	Highly nonparaxial accelerating beams and their applications to laser machining
<b>MERCREDI</b>	
Cyril GODEY	A simple criterion for transverse linear stability
Michael BERHANU	Capillary wave turbulence
<b>JEUDI</b>	
Remi HENRIET	Nonlinear dynamics of optoelectronic oscillators based on whispering gallery mode resonators
Nicolas RIMBERT	Waves, instabilities and (drops?)

## Ecole du Non Linéaire de Peyresq

### 3.c. Mini-cours

Les mini-cours, essentiellement proposés par les organisateurs, ont eu pour but d'illustrer pratiquement, autant que possible, les notions développées par les orateurs, et de rentrer ainsi dans des détails pratiques des recherches en dynamiques non linéaires (utilisation de logiciels de simulation dans des cas d'école, illustrations expérimentales, etc...).

### 4. Enquête de satisfaction

L'enquête a été réalisée comme chaque année et nous permet de réajuster certains paramètres pratiques de l'École pour mieux répondre à la demande des participants. Notre analyse de cette enquête nous a fait apparaître un excellent niveau de satisfaction et un large enthousiasme, avec quelques remarques organisationnelles que nous comptons mettre à profit lors de prochaines éditions pour améliorer encore le fonctionnement de l'École.

### 5. Préparation de la prochaine édition

Comme chaque année, le comité d'organisation s'est réuni sur place à Peyresq, pour ébaucher un nouveau programme pour l'année 2014. Les membres du comité ont à l'heure actuelle déjà quasiment établi le contenu de l'édition devant avoir lieu en août 2014, avec des engagements de principe de la plupart des intervenants qui ont commencé à être contactés dès fin juin. Les nouveaux thèmes que nous proposons sont les suivants :

**Alain Barrat** (Aix-Marseille Université) Dynamical Processes on complex networks

**Michel Le Bellac** (Université de Nice) An introduction to non equilibrium statistical mechanics : methods and applications

**Samuel Bottani** (Université Paris Diderot) The problematic of biological networks

**Hugo Touchette** (Queen Mary, University of London, UK) From Brownian motion to large deviation theory.

**Jens Rademacher** (Bremen University, Deutschland) An introductory tutorial to dynamical systems

**Laurent Larger** (Université de Franche-Comté) Theoretical and experimental basis of optoelectronic neuromorphic computer (mini-cours d'introduction)

La demande de financement a été déposée à la DR06, DR de rattachement du porteur de l'École, avec comme Institut porteur l'INSIS (resp. formation permanente : Jean-Marc Blondy).



**Rédacteur :** S. Métens pour le comité d'organisation

**Membres du comité d'organisation :**

Axelle Amon, Université de Rennes, Institut de Physique de Rennes UMR 6251

Yanne Chembo, Université de Besançon, FEMTO-ST / Optique, UMR 6174

Mariana Haragus, Université de Besançon, Laboratoire de Mathématiques, UMR 6623

Laurent Larger, Université de Besançon, FEMTO-ST / Optique, UMR 6174

Stéphane Métens, Université Paris VII, Lab. Matière et Systèmes Complexes, UMR 7057

Luc Pastur, Université Paris XI, LIMSI, UPR 3251



## 8<sup>th</sup> ALTER-Net Summer School

- Organizer : Sanna-Riikka Saarela, Researcher Environmental Policy Centre Finnish Environment Institute (SYKE) Finland
- Conveners : Allan Watt, NERC Centre for Ecology & Hydrology, Edinburgh, UK;  
Taru Peltola, Finnish Environment Institute (SYKE), Joensuu, Finland;  
Steve Redpath, Aberdeen University and James Hutton Institute, Aberdeen, UK
- Dates : 4 – 14 September 2013
- Speakers : Allan Watt, Martin Sharman, Leon Braat, Peter Verburg, Steve Redpath, Taru Peltola, Wolfgang Cramer, Mark Sutton, Michael Mirtl, Terry Parr, Ariella Helfgott, Mark Rounsevell, Kurt Jax, Francis Turkelboom, Francine Hughes, Bill Adams, Heidi Wittmer, Eeva Furman.
- Tutors : Uta Fritsch, Estelle Balian, Nicolas Dendoncker, Martin Wildenberg.
- Students : Anu Akujärvi, Roshni Arora, Fanny Boaraeve, Caroline Devaux, Piyush Dhawan, Paula Goncalves, Jesus Gutierrez, Zuzana Harmackova, Catarina Jakovac, André Junqueira, Markus Kerschbaumer, Bunnath Khun, Valérie Lehouck, André Mascarenhas, Weronika Maslanko, Germain Meulemans, Ina Neher, André Schmiedel, Samantha Scholte, Ana Sousa, Nina Stiehr, Joanna Storie, Anne Teller, Anne-Charlotte Vaissiere, Masha van der Sande, Sophie Vonk, Anja Wittich.



The 2013 ALTER-Net Summer School was organized in Peyresq September 4-14. Once more the Summer School focused on biodiversity and ecosystem services and the interdisciplinary challenges of conserving and ensuring their sustainable use. The aim of the Summer School was to contribute to durable integration and spread of excellence within and beyond the ALTER-Net network, with a view to promoting interdisciplinary approaches to the study of ecosystems. The ALTER-Net Summer School provides a unique opportunity to explore interdisciplinary ecosystem research with like-minded post-graduate students, young scientists and expert tutors mostly from Europe.

In 2013 twenty-six students from Belgium, France, Germany, Portugal, Netherlands, Czech Republic, Austria, Latvia, Finland, Italy, UK, Brazil and India attended the Summer School. The lectures were given by twenty-three lecturers and tutors. Topics discussed included valuing ecosystem services, the use of scenarios, arguments for nature conservation, the ecosystem approach, par-

ticipatory methods for ecosystem service assessment, managing biodiversity conflicts, governance and conservation, climate change, resilience and adaptability in both human and natural systems, habitat loss and fragmentation, and the value of long-term research. The students were also introduced to science-policy initiatives such as the European Habitats Directive, TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) and IPBES (the Intergovernmental Platform for Biodiversity and Ecosystem Services), and were invited to contribute their own ideas about future research priorities.



The students also worked on a project Socio-Ecological Systems in Transition - Evaluating Trends and Developing Sustainable Adaptation seques for the Verdon Catchment, gave poster presentations on their own work, and attended workshop sessions on making posters, giving presentations and submitting research proposals.

*I never expected the Summer School to be so interesting and inspiring....*



Most of the school was spent in Peyresq, where the staff, as usual, created the perfect atmosphere for all concerned.

*The staff are part of the friendly ALTER-Net summer school family.*

One day was spent in the Verdon catchment and half a day was spent on the «walk to the shepherds». The latter was led by Jean Vancompernelle, who also introduced the history of the village to the students and provided the exceptional welcome that is such a crucial part of the experience of Peyresq.

*Rooms are nice, the village is lovely, the staff is terrific and Jean makes it all even better.*

The ALTER-Net partners are very grateful to the Peyresq Foundation for its support to its summer schools.

Text: Allan Watt and Sanna-Riikka Saarela

see also :

<http://www.youtube.com/watch?v=ZhA8QeIfdQg>

## Méthodes de champ de phase pour l'évolution de structures complexes

- Organisateurs : Mathis Plapp, Laboratoire PMC, Ecole Polytechnique, Palaiseau  
Yann Le Bouar, Laboratoire LEM, ONERA, Châtillon
- Coordinateur : Mathis Plapp
- Dates : 29 septembre au 4 octobre 2013
- Participants : Mathis Plapp, Yann Le Bouar, Benoît Appolaire, Axel Voigt, Tamas Pusztai, Robert Spatschek, Hervé Henry, Janin Eiken, Yuanyuan Guan, Sebastian Reuther, Roberto Bergamaschini, Marco Salvalaglio, Carole Sarkis, Reza Darvishi Kamachali, Wei Guo, Durga Ananthanarayanan, Amina Younsi, Edoardo Vivo, Alain Cartalade, Bálint Korbuly, László Rátkai, Rachel Zucker, Patrícia Vasconcelos, Victor De Rancourt, Jihene Ghmadh, Pierre-Louis Valdenaire, Fanny Lalire, Miha Založnik, Vili Heinonen, Yanmei Yu, Mahmoud Saied, Supriyo Ghosh, Lynda Amirouche, Thomas Philippe, Zhang Geng, Cai Dan, Mostafa Mortazavifar, Oussama Boualy, Fatemeh Tabatabaei.



### Sujet

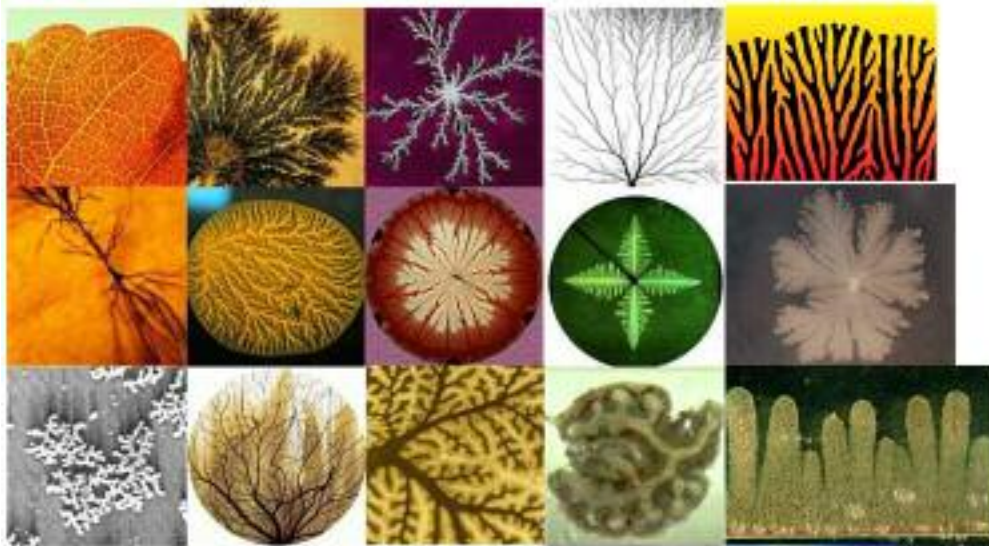
La méthode champ de phase est un outil compact et élégant pour la modélisation numérique des problèmes qui impliquent des frontières mobiles. Au cours des dernières années, elle a été appliquée à une grande variété de sujets, y compris l'évolution de la microstructure des matériaux (solidification, les précipitations, la croissance des grains), les flux multi-phase (doigté, la coalescence des gouttelettes), fracture, la matière molle et biophysique (dynamique membrane, vésicules). L'idée principale de cette méthode est de représenter les surfaces en mouvement par un champ auxiliaire, le champ de phase, qui présente une interface abrupte mais lisse (diffus). L'évolution de ce domaine est régi par des

équations qui peuvent être obtenus à partir des principes fondamentaux de la thermodynamique hors équilibre.

### But et portée

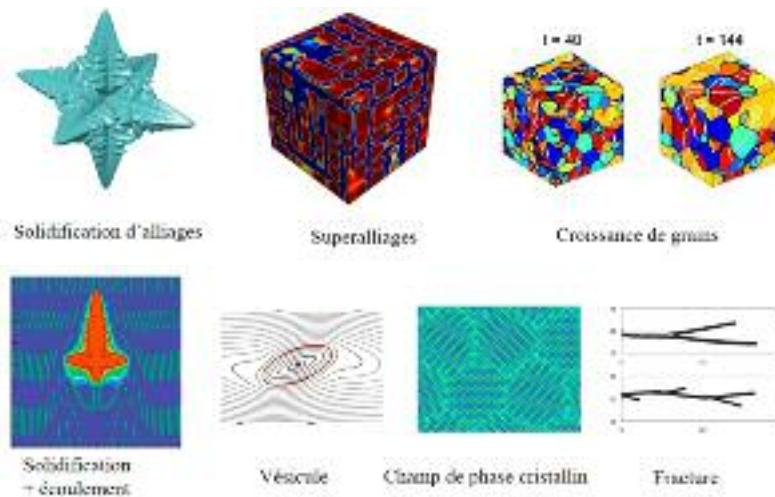
Cette école est principalement destiné Ph.D. étudiants et jeunes chercheurs qui ont déjà une première expérience avec la méthode champ de phase (sur n'importe quel sujet) et qui souhaitent approfondir leur compréhension des principes fondamentaux, et / ou si vous souhaitez voir des applications dans d'autres domaines afin d'élargir leurs connaissances sur les possibilités de le procédé. Les débutants complets dans le domaine de phase peuvent être acceptés si elles ont une solide expérience dans au moins un des domaines suivants:

## Méthodes de champ de phase pour l'évolution de structures complexes



*La méthode du champ de phase permet de modéliser et simuler les structures complexes qui changent dans le temps*

### Exemples



physique statistique, la science des matériaux, thermodynamique et transitions de phase. L'école a duré deux semaines. Dans la première semaine, l'accent était mis sur les fondamentaux, dans la deuxième semaine, différentes applications sont présentées. Des sessions pratiques sur plusieurs exemples numériques de problèmes modèles ont été également proposés. Les participants ont eu l'occasion de présenter leur travail par une affiche. Les conférenciers étaient disponibles pour des entretiens avec les participants pendant toute la session.

### Enseignants

Les conférenciers proviennent de différents pays euro-

péens et ont contribué à l'évolution des modèles de phase sur le terrain et de leurs applications au cours des dernières années :

Benoît Appolaire, ONERA, Châtillon, France

Janin Eiken, Access, Aachen, Allemagne

Yann Le Bouar, CNRS / ONERA, Châtillon, France

Hervé Henry, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France

Mathis Plapp, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France

Tamás Pusztai, Wigner RCP, Budapest, Hongrie

Robert Spatschek, Max-Planck-Institut de recherche de fer, Düsseldorf, Allemagne

Axel Voigt, l'Université technique de Dresde, Allemagne