

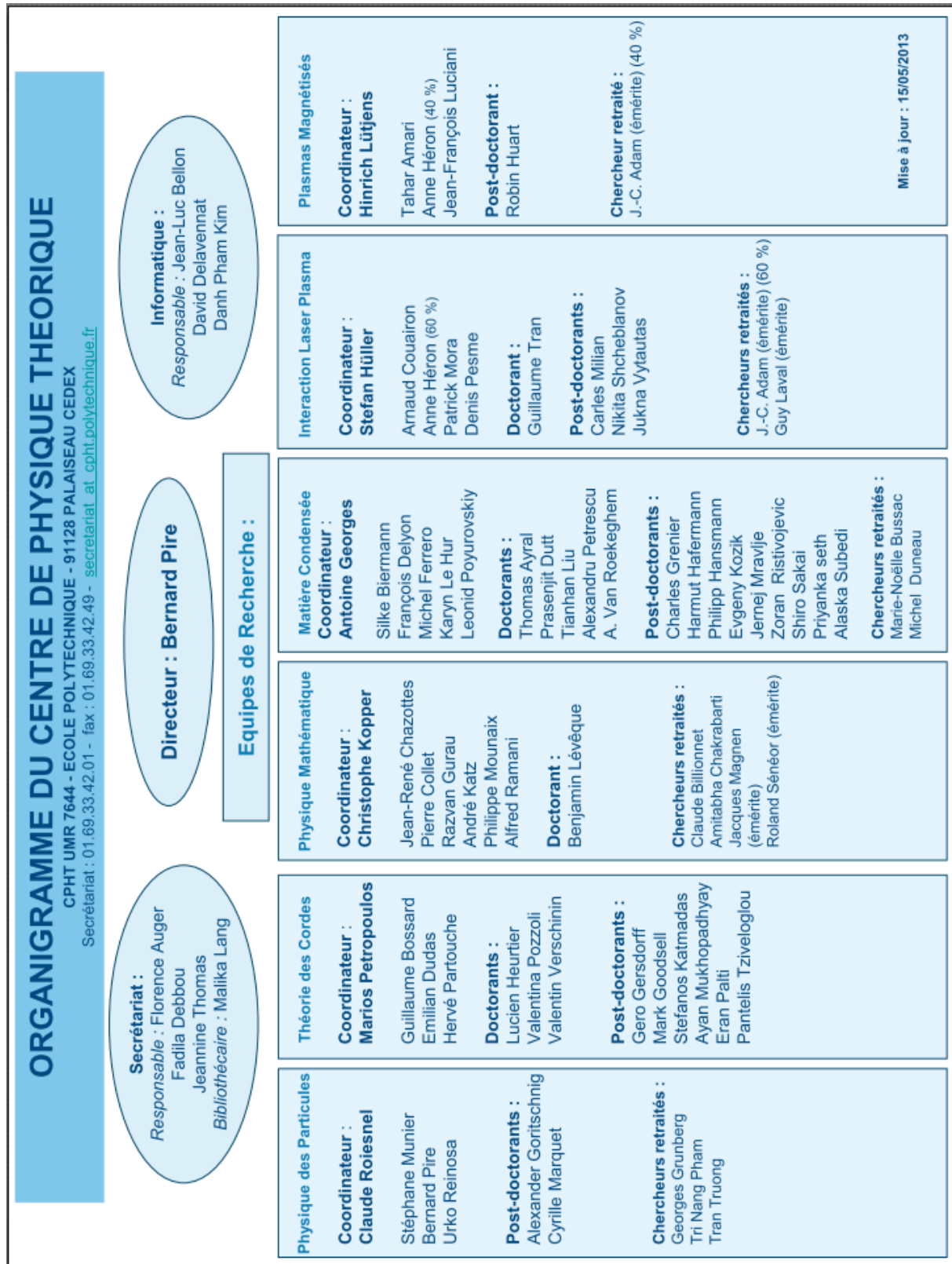
TABLE DES MATIERES

Organigramme	2
Présentation générale	3
Physique des Particules	11
Enseignement – Collaborations internationales - Publications	18
Théorie des Cordes	30
Enseignement – Collaborations internationales - Publications	37
Physique Mathématique	52
Enseignement – Collaborations internationales - Publications	59
Matière condensée	69
Enseignement – Collaborations internationales - Publications	76
Interaction Laser-Plasma	90
Enseignement – Collaborations internationales - Publications	98
Plasmas Magnétisés	107
Enseignement – Collaborations internationales - Publications	114

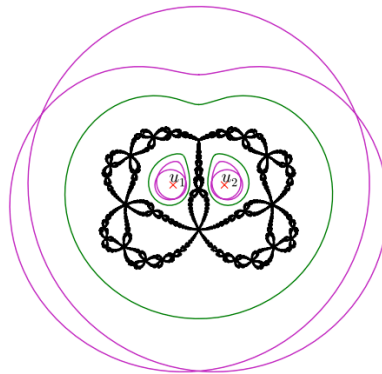
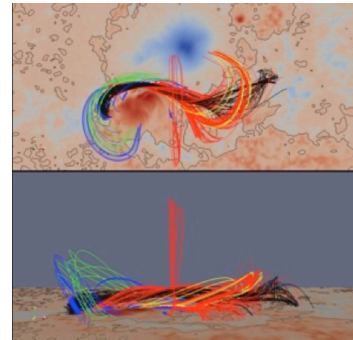
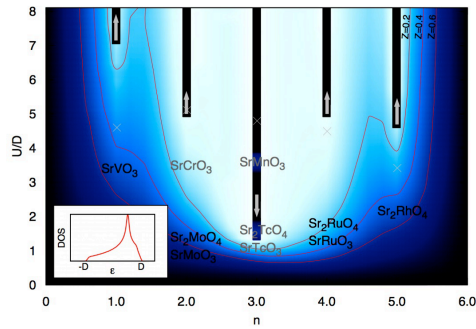
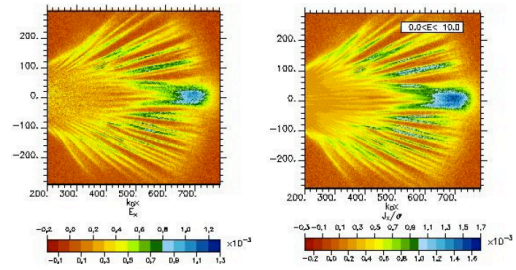
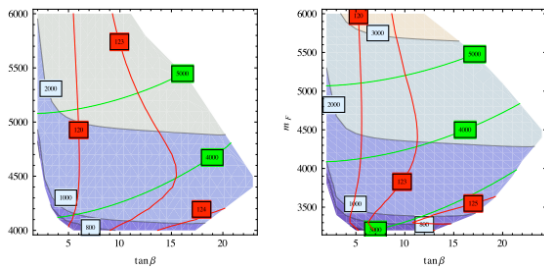
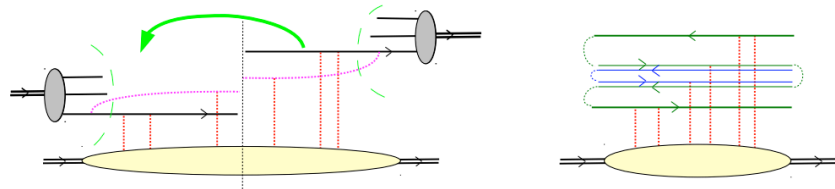
ANNEXES

Personnel permanent du laboratoire par corps et par grade	120
Arrivées et départs du personnel permanent entre 2008 et 2013	123
Pyramide des âges des chercheurs permanents	124
Thèses	125
Composition du conseil du laboratoire	128
Ressources 2008-2013	129

Organigramme



PRESENTATION GENERALE



Synthesis

The Centre of Theoretical Physics (CPhT) at Ecole Polytechnique groups together research scientists active in developing new physical theories in quite varied domains. The overall coherence is assured by the corpus of common, transposable, mathematical and numerical methods. The CPHT is on the campus of Ecole Polytechnique in Palaiseau. Since a fire destroyed one of its buildings in 2012, the laboratory is now located in two almost adjacent areas: the south part of building 06 and the ground floor of the most eastern wing (wing 0) of building 05.

The CPhT is a joint laboratory (“unité mixte de recherche”) funded and managed in a partnership of Ecole polytechnique and CNRS. We are now proposing that College de France, which already partly supports the physics program of the Condensed Matter group of CPhT, shares this institutional support and becomes fully involved in a triangular partnership for the management of CPhT.

The CPhT is structured in six groups

- Particle physics (4 permanent members on July 1st 2013, 5 from October 1st 2013)
- String theory, including beyond the standard model particle physics (4 members)
- Mathematical Physics, including statistical physics (7 members+2 emeritus)
- Condensed matter physics (5+1 members)
- Laser-plasma interactions (5 members+1 emeritus)
- Magnetized plasma physics, including plasma astrophysics (3 members).

Patrick Mora served as director of the CPhT until July 1st 2012. I (B.P.) was appointed to succeed him by the director of the CNRS and Ecole polytechnique after the “Conseil de laboratoire” gave its approval.

Scientific Themes developed in CPhT during the 2008-2013 period

The scientific domains where CPhT’s members contribute are diverse and span many themes from very abstract and fundamental aspects of field and string theory to the modelling of concrete systems very near applied physics. Four groups have strong collaboration with experimental teams, both inside Ecole polytechnique or neighbouring CNRS and CEA laboratories and research centres around the world. For example, the « Interaction laser-plasma » group has very strong ties with LULI (laboratoire d’Utilisation des Lasers Intenses) and LOA (Laboratoire d’Optique Appliquée) at Ecole polytechnique, and with laboratories of CEA (Commissariat à l’Energie Atomique), while the « Plasmas magnétisés » group collaborates frequently with physicists from CEA/Cadarache and from JET. These are just examples and there are many other national and international scientific collaborations between members of all groups and promising young physicists as well as senior colleagues internationally recognized as experts in their fields.

However diverse their domains of application, there exists an underlying unity of the laboratory, based on a common way to deal with mathematical tools to analyze physical processes and a widespread respect for colleagues' achievements and expertise. Local seminars gather from time to time members of different groups, and the recent disastrous destruction of one of our buildings has shown the solidarity of our community in action.

The domains of research are detailed below in six contributions. To grossly oversimplify the picture, one may say that

- The particle physics group studies mostly perturbative and non-perturbative aspects of quantum chromodynamics, the theory believed to describe strong interaction physics, including both phenomenological applications in relation with experimental measurements and more formal aspects of field theory.
- The string theory group has diverse activities. Gravity, supergravity, including cosmology and black-hole physics are important components. Physics beyond the standard model and low-energy applications are also thoroughly developed, while gravity/gauge holographic duality has brought new interests to the team, lying outside high-energy physics.
- The mathematical physics group has been working on dynamical systems and Gibbs measures, partial differential and discrete difference equations, integrable systems and on mathematical aspects of statistical and quantum field theory, in particular on random tensor models and non-commutative field theory.
- The condensed matter physics group is active in a variety of domains ranging from the study of strongly correlated electrons in specific materials to quantum optics and quantum information theory, including the study of electronic properties of nanosystems. The techniques used are both analytical and numerical.
- The laser-plasma interactions group studies plasma physics through the development of sophisticated simulation techniques, both for high power (Mega Joule laser) and very short pulse lasers, and to the modelling of filamentation phenomena. Applications to particle acceleration and to X-ray generation have also been developed.
- The magnetized plasma physics group is mostly interested in tokamak physics including the challenges related to the ITER project, and develops specific tools to understand instabilities in magnetohydrodynamics. Solar plasmas are also studied in the group, in relation with the developing space meteorology projects.

A few achievements in the 2008 – 2013 period

A somewhat detailed description of the achievements of each of the six groups is given in the following sections of this report. Here I will just briefly outline in a very biased way a few results obtained in the reporting period.

The condensed matter group demonstrated that key aspects of the phenomenology of cuprate superconductors (such as the pseudogap) are indeed captured by the two-dimensional Hubbard model. The emergence of topological phases due to the interplay between spin-orbit coupling, artificial gauge-fields and interactions in graphene-type and nano-systems was proposed and studied. Significant progress was made on the realistic electronic structure of correlated materials: i) by demonstrating that Hund's coupling induces strong correlations in metals far from the Mott transition (such as 4d oxides), and ii) in the treatment of screening

from first-principles.

The Laser-Plasma group has succeeded in advancing the modelling of laser-plasma transport and acceleration mechanisms in expanding plasmas and channels for electrons and ions. Important steps were made in the modelling of parametric instabilities in plasmas relevant in inertial confinement fusion and proved the importance of kinetic auto-resonant effects in Stimulated Raman scattering. Furthermore, a better understanding of filamentation and pulse-shortening phenomena in gaseous and solid matter has been achieved for ultra short laser pulses.

A noteworthy result of the particle physics group pertains to QCD at high energy. A conjectured equivalence has been demonstrated to next-to-leading order in perturbation theory between two quite distinct observables, namely the total scattering cross-section of colour dipoles off nuclei on the one hand and the Fourier transform of the semi-inclusive cross-section of production of a jet of particles with a transverse momentum which is function of the dipole size, on the other hand.

In the string group, new models for TeV scale « beyond the standard model » physics were proposed, in particular a model of dark matter with a monochromatic gamma ray line signature. In supergravity theories, a general method has been developed for obtaining stationary, interacting black holes; this method allows the production of non-supersymmetric solutions. Meanwhile, a new program was initiated in the subject of higher-dimensional black-hole physics in order to develop a systematic long-distance effective field theoretical description of black-brane solutions in general theories of (super)gravity.

The « magnetized plasmas » group has developed a hybrid numerical code named XTOR-K which allows to describe the dynamics of the plasma generated in tokomaks, taking into account both fluid dynamics aspects and the exact trajectories of produced ions (as alpha particles). Their new code MESHMHD allows them to compute the magnetic environment of the solar atmosphere and the earth magnetosphere, which paves the way for a realistic model of solar coronal mass ejection by a mechanism based on converging photospheric flows.

In mathematical physics, the dynamical system experts have demonstrated unexpected results on the zero-temperature limit of Gibbs states. They also studied the cellular automaton analogue of the sine-Gordon equation solving a long-standing paradox. In the domain of field theory, members of the group constructed the $1/N$ expansion of tensor models beyond perturbation theory, established a link between constructive field theory and stochastic calculus and obtained an (unexpected) result on the convergence of the perturbative operator product expansion.

Scientific perspectives

The domain of physics corresponding to the interaction of extremely high intensity laser fields with plasmas has been poorly explored so far, when it is of great interest for both plasma physics and quantum field theory. Therefore, the new technological developments leading to ultra-high-intensity laser pulses have a strong potential of physical impact. Consequently, our activities in acceleration mechanisms and laser penetration in dense plasmas are of high contemporary relevance in this domain. In the domain of inertial confinement fusion, laser-plasma interaction (LPI) now appears to be a hot topic because the recent campaigns on the MegaJoule laser facilities lead to the conclusion that the LPI effects have been greatly underestimated so far. Our group has a high competence in this field and

works closely with experimental groups. Finally, the study of laser-matter interaction with ultra-short pulses at moderate intensity has also a rich potential for what concerns the understanding and the control of laser pulse filamentation. Challenging practical applications range from the generation of new sources of radiation (harmonics, synthesis of sub-femtosecond pulses, THz pulses) to laser micro and nanomachining. These domains involve a rich pool of collaborations between the ILP group of CPhT and other theoretical and experimental groups around the world.

The nonlinear interaction of MHD activity and a kinetic ion population remains poorly understood, but is crucial issue in long time discharges in future fusion devices such as ITER. The new fluid/kinetic hybrid code XTOR-K now gives us access to this physics. Main issues targeted are the interaction of hot or thermal ion populations with MHD modes, impurity migrations towards the plasma core due to MHD activity and real time control of MHD activity during a long time discharge using external heating sources. The group will increase his effort in understanding the way coronal heating occurs in the sun and other convective stars, develop models for sun-earth plasmas from both the theoretical point of view, as well as for the space weather program of the European Space Agency, since the group has been recently chosen to be one major model provider.

During the next few years, the LHC collider will remain the best experimental facility to study elementary particles. Whereas the prospects for signals of beyond the standard model physics look bleak, we know for sure that the exploration of new ranges of energies will help refine the poorly understood features of the standard model, such as the interface of perturbative and non-perturbative properties of quantum chromodynamics. This is precisely the domain of expertise of the group of particle physics, as exhibited by the results recalled in detail below. The recent hiring of Cyrille Marquet, who also specializes in this domain, will reinforce even more the ability of this group to interpret the forthcoming experimental results. In addition, the group will engage further efforts into the preparation of the physics case for the electron-ion collider, a QCD laboratory foreseen as the next high-energy nuclear physics facility. The group is also interested in describing the (thermo)-dynamic properties of the system created in high-energy nuclear collisions using methods that could cope with the regime of densities where lattice gauge theory shows its limitations.

Over the next years, part of the string group's activity will focus on physics beyond the standard model of particles and cosmology. The existence of dark matter being confirmed by Planck data, candidates for its identity allowed by the latest LHC constraints will be studied. The development of cosmological scenarios in the context of string theory will be pursued. In particular, models that give an account of the observed CMB power spectrum will be analyzed. More formal studies on black holes and their holographic applications will also be pursued further. Solution-generating methods in gravity and (gauged) supergravity, embedding in higher dimensions, relation with string theory is one of the axes. Determination of supergravity amplitudes using functional methods in quantum field theory and string-theory is another. Finally, the study of holographic fluids will be pushed closer to condensed-matter interests, where experimental results in cold-atom physics call for understanding strong-coupling regimes.

The condensed matter theory group will pursue the development of methods to handle strong electronic correlations, both for models and for real materials, especially by taking advantage of the recent advances combining many-body methods and first-principles treatments of screening. New opportunities are also opened by the study of materials at the nano-scale and the recent interest in non-equilibrium physics and in topological states, as well as the development of interfaces between condensed matter physics and other fields, such as

cold atomic gases, quantum optics and quantum information theory. The recent hiring of Karyn Le Hur will reinforce research on these topics. New opportunities for the development of condensed matter theory at CPHT are also opened by the ERC-SYNERGY project "Frontiers in Quantum Materials Control"(ultra-fast laser control of solids) and the synergy with the new Physics Institute at College de France.

The recent results of the mathematical physics group open new perspectives in various domains of its expertise: these include certainly new insight into approach to equilibrium in statistical physics and into nonlinear stochastic dynamics. There are many interesting open questions in the domain of discrete integrable systems in particular concerning discrete Painlevé equations and cellular automata. In field theory the main long term challenges remain the mathematical analysis of four-dimensional models, the way from tensor models to quantum gravity and the impact of field theory methods on pure mathematics.

Recent evolution of manpower and perspectives.

The main manpower development of CPhT these last five years has been in the domain of condensed matter. This group benefits from the recruitment of Michel Ferrero (2010), Leonid Poyurovski (2010) and Karyn Le Hur (2011), (one may add the recruitment in the CNRS of Corinna Kollath before she left for Geneva). Let us note that three other groups obtained a new permanent staff member: Strings (2010), Math. Phys. (2012) and Particle Physics (2013), which gives an almost balanced landscape to the newcomers in CPhT. However, and contrarily to our hope and desire, already pointed out five years ago when discussing the past period, we did not succeed in attracting a new physicist to the two plasma groups. This is very unpleasant and we are now trying to ask authorities both at Ecole polytechnique and at the CNRS to act vigorously for a specific position to be opened for our laboratory.

A distinctive feature of CPhT is the high proportion of full time CNRS physicists: only three professors (1 Professor at Collège de France, 1 professor and 1 professor « chargé de cours » at Ecole polytechnique) and one « Ingénieur de recherche » (Ecole polytechnique) with a high level research activity, versus 25 CNRS members. The 25 CNRS members divide into 13 « directeurs de recherche » and 12 « chargés de recherche ». We would like to gradually add more physicists with one or more (full-time) teaching positions at Ecole polytechnique or elsewhere.

These last 5 years, CPhT thus benefited from 6 new staff members, almost balancing 7 retirements (Tri Nang Pham and Jean-Claude Adam in 2008, Georges Grunberg in 2009, Marie Noelle Bussac in 2011, Claude Billionnet and Jacques Magnen in 2012, Pierre Collet in 2013). The next 5 years will see 4 retirements (Denis Pesme, Bernard Pire, Patrick Mora and André Katz), which we very much hope to be overcompensated by the addition of new staff members.

The technical and administrative support to research with our laboratory is very efficient in all respects. Our administrative secretariat manages in a very smooth way all the difficult aspects related to the financial and legal subtleties of the various kinds of contracts that add much to our financial and non-permanent manpower resources. Our computer staff (which takes care at the same time of the facilities of the Centre de Mathématiques Laurent Schwartz) is highly appreciated by everyone. There has been a complete turn-over of the members of this group during these last five years, but the transition has been very smooth thanks to the dedication and cleverness of past and present engineers and technicians. The

administration and management and technical support are thus very well taken care of. We however lack a computer expert to help researchers make the most efficient use of our computing (either local or national) facilities. We thus ask Ecole Polytechnique to provide us with a permanent position of « Ingénieur de recherche », typically for a young expert in developing computer simulations with massively parallel codes.

PhD students

Between 2008 and 2013, 13 PhD theses have been defended by CPhT students who were either on a full time basis or shared between two laboratories. An additional one chose not to defend his almost finished work (obtaining a permanent teaching position in a french high school « classe préparatoire »). The number of PhD students is very different from one group to another, which shows how some subjects are more attractive at some times.

Post-docs and senior visitors

We are very happy to be able to accommodate a quite high number of non-permanent young physicists, through various contracts and support (Ecole Polytechnique and CNRS, european Marie Curie or ERC grants, ANR projects, LABEX P2IO and PALM, DGA, ...). Although the numbers of post-doc positions are not equally distributed among the six groups, practically all permanent members have collaborated at some time with a post doc present in his or her group during the reporting period.

We also have the possibility to host a few senior scientists for typically 1 to 3 month periods, thanks to Ecole Polytechnique and CNRS support. This obviously has a high impact on the quality of our international collaborations and finally on the high level of many of our publications. We sincerely hope that, in the near future, tight budgets will not interfere too destructively with this important aspect of our scientific life.

Seminars

Most seminars are organized within a specific group, a few are co-organized by two groups. Less specialized colloquia gathering the whole laboratory (physicists as well as administrative and technical staff) have been organized. The monthly seminar of Ecole polytechnique physics department gathers physicists from all physics laboratories.

National and international collaborations

The researchers of our laboratory are engaged in many national and international collaborations, as shown in the annexes of each group report. The lists of authors of our publications demonstrate the success of these collaborations. The large participation in international workshops and conferences is also a positive sign of the international dimension of our work. Moreover, members of the CPhT also participated in the organization of national and international conferences.

With respect to the ANR program, the success of the projects coordinated by CPhT members, or with a participation of CPhT physicists, is real: 19 accepted projects, 5 of them locally coordinated, did provide us funds during the reported period. At the date of October 1st 2013, 4 are still active.

Financial aspects

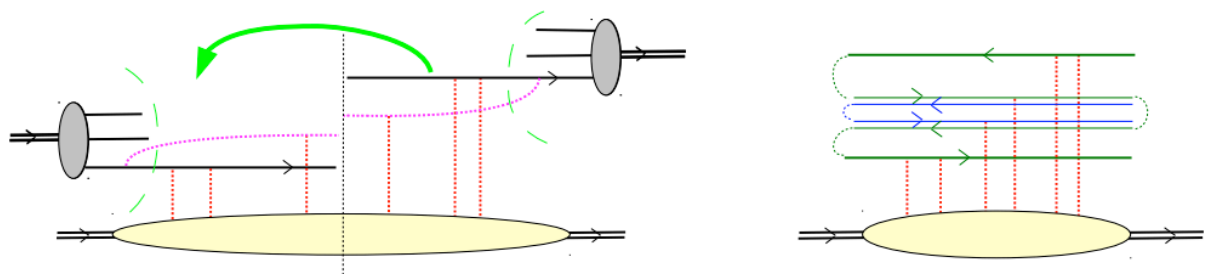
Financial resources of the CPhT come on the one hand from CNRS and Ecole polytechnique, and on the other hand from various « ressources propres », mostly from european or ANR contracts. They are unevenly distributed among the 6 groups, as a consequence of the international and national strategies to support mostly projects rather than laboratories. A large part of these resources is used to support post doc salaries. Details are given in the administrative annexes.

Conclusion

Let me finish with thanking the members of the committee to kindly examine our latest achievements and our near future perspectives, in particular by scrutinizing the three following items:

- our strategy to continue to develop our research programs along its current 6 axes, with a particular emphasis on the plasma groups that did not benefit of recent recruitment.
- the commitment of College de France as a third component of the Ecole polytechnique-CNRS partnership to fund and support the CPhT.
- our will to reinforce our implication in academic teaching at Ecole polytechnique and the future Université Paris-Saclay.

PHYSIQUE DES PARTICULES



PHYSIQUE DES PARTICULES

La chromodynamique quantique (QCD) est la théorie moderne des interactions fortes. Bien qu'elle ait été découverte il y a 40 ans environ, beaucoup de ses aspects parmi les plus importants ne sont toujours pas bien compris. La difficulté théorique majeure réside dans le fait que la QCD est une théorie des champs en interaction avec une constante de couplage dont la valeur élevée n'autorise a priori pas de développement perturbatif. Cependant, ce couplage tend vers zéro aux très petites distances. Cette propriété, appelée liberté asymptotique, garantit que la théorie des perturbations est bien définie dès que les échelles d'énergie pertinentes sont grandes par rapport à l'échelle naturelle donnée par la masse typique des hadrons. Les travaux du groupe de physique des particules ont porté sur les aspects perturbatifs et non-perturbatifs de la chromodynamique quantique (QCD) et leur application à l'étude du comportement des interactions fortes à très haute énergie et à l'exploration de la structure des hadrons. De nombreuses collaborations, en particulier avec des chercheurs invités de qualité, ont aidé à mener à bien un programme de recherche ayant pour but général de tenter de cerner les propriétés du Modèle Standard en analysant des situations expérimentalement accessibles et en contribuant au développement des outils théoriques nécessaires à leur compréhension.

QCD À HAUTE ÉNERGIE *Stéphane Munier, F. Schwennsen (postdoc)*
Principaux collaborateurs : A.H. Mueller (Univ. Columbia), G. Salam (LPTHE, Paris), G. Soyez (SphT, Saclay).

On étudie le régime de très haute énergie des collisions de nucléons et de noyaux.

Théorie ; relation avec des processus stochastiques plus généraux

Lorsqu'un hadron est accéléré, on sait que le nombre effectif de ses constituants (quarks et gluons, appelés génériquement "partons"), qui détermine la section efficace d'interaction avec une cible, augmente exponentiellement avec la rapidité du hadron. Ceci est dû au fait que les lois de la mécanique quantique permettent à un parton d'être entouré d'un nombre arbitraire de gluons virtuels, dont la durée de vie apparente croît avec l'énergie. La multiplication effective de ces gluons lorsque la rapidité du hadron augmente est capturée par des équations établies en QCD, qui peuvent être interprétées comme décrivant un processus stochastique de branchement diffusif. À très haute énergie, des phénomènes de recombinaison des partons deviennent également importants, et conduisent à une saturation des densités de partons dans chaque cellule de l'espace des phases.

Qualitativement, les processus que nous venons de décrire sont analogues à la multiplication exponentielle avec le temps d'une population, résultant de la reproduction de ses individus, couplée à un processus de sélection qui limite leur nombre dans chaque région géographique. Certains aspects de ce genre de problème physique sont décrites par des équations dites de Fisher-Kolmogorov, qui sont des équations de diffusion non linéaires (et stochastiques). Certaines propriétés des réalisations de ces équations sont universelles, c'est-à-dire indépendantes des détails du modèle. Tirant parti de cette universalité, nous avons transposé à la QCD des résultats connus en physique statistique, et nous avons ainsi pu proposer des formules analytiques pour les sections efficaces de diffusion de hadrons dans une limite asymptotique bien définie [49]. Dans l'article [48], nous avons également analysé plus en détail le lien entre les amplitudes d'interaction en QCD et les modèles de physique statistique. Dans le même cadre, nous avons étudié, d'abord numériquement [47] puis analytiquement [45], les corrélations des distributions de partons dans l'espace transverse à l'axe de la collision.

Phénoménologie

Les considérations très théoriques exposées ci-dessus doivent être appliquées aux observables mesurées dans les expériences de physique des particules. L'application à la diffusion profondément inélastique d'électrons sur des protons est bien comprise : on peut en effet montrer que la section efficace totale pour un tel processus est reliée à l'amplitude d'interaction d'une paire quark-antiquark d'une certaine taille avec le proton. Cette propriété permet de construire une famille de modèles qui autorisent des prédictions phénoménologiques, connus sous le nom de "modèles des dipôles".

Les observables qui permettent de sonder le régime de haute énergie/haute densité de la QCD au LHC sont par contre plus difficiles à formuler, car elles sont nécessairement moins inclusives, les sections efficaces totales hadroniques n'étant pas calculables en QCD perturbative. Heureusement, il existe une équivalence formelle (et très inattendue a priori) entre la section efficace totale d'un dipôle de taille donnée et la transformée de Fourier de la section efficace semi-inclusive de production d'un jet, où la taille du dipôle est en correspondance avec l'impulsion transverse du jet. Cette équivalence était jusqu'à présent conjecturée : elle n'était vérifiée analytiquement qu'à l'ordre le plus bas en théorie des perturbations. Nous avons prouvé qu'elle est aussi correcte au premier ordre sous-dominant ("next-to-leading order") [44]. Ce travail, particulièrement technique, est une contribution majeure pour ces dernières années à ce domaine de la QCD.

Les processus qui impliquent plus d'une particule ou plus d'un jet dans l'état final peuvent être mis en correspondance, de la même manière, avec une combinaison de sections efficaces totales d'interaction de dipôles et de quadrupôles. Les propriétés des quadrupôles sont très mal connues à la fois analytiquement et numériquement. Nous avons étudié les propriétés de base des sections efficaces d'interaction de quadrupôles dans l'article [24], en établissant l'équation qui régit leur évolution avec l'énergie de la réaction et en étudiant ses solutions dans différents régimes asymptotiques.

QCD PERTURBATIVE *Bernard Pire, K. Semenov-Tian-Shansky (postdoc), T. Altironuk (postdoc), A. Goritschnig (postdoc), M. El Beiyad (doctorant)*
Principaux collaborateurs : I. Anikin (JINR, Dubna), D. Ivanov (IM Sobolev, Novosibirsk), J.P. Lansberg (IPN, Orsay), L. Szymanowski (INS, Varsovie), J. Wagner (INS, Varsovie), S. Wallon (LPT, Orsay).

Les distributions de partons généralisées (GPD) et les réactions exclusives dures

Les principaux résultats obtenus concernent

- Diffusion Compton virtuelle (DVCS) et corrections QCD.
- Photoproduction d'une paire de leptons : Timelike Compton Scattering (TCS).
- Photoproduction d'une paire de deux mésons et GPDs de transversité.
- Susceptibilité magnétique du vide et mesure de la DA du photon.

Nous sommes parvenus à sommer une classe infinie de diagrammes représentant l'amplitude DVCS, dans le cadre des doubles logarithmes dominants (il s'agit des $\log(x-x_i)$ où x est la fraction d'impulsion et x_i est la variable de skewness caractéristique des GPDs). Ce résultat [3] a une forme surprenante et nous nous interrogeons sur sa compatibilité avec les célèbres facteurs de forme de Sudakov qui somment en général les effets des gluons mous dans de telles amplitudes. L'importance phénoménologique de notre résultat semble cependant restreinte.

Il est démontré que le processus $\gamma N \rightarrow \gamma^* N$ (appelé timelike Compton scattering ou TCS) est accessible dans la réaction $\gamma N \rightarrow e^+e^-N$. Son étude est assez similaire à celle du

dVCS et une observable particulièrement intéressante est l'asymétrie de charge, qu'on peut mesurer par une asymétrie azimutale de l'électron final. Si à l'ordre de Born, l'amplitude TCS est semblable à l'amplitude du DVCS, les corrections QCD sont différentes et nous avons pu les relier aux propriétés d'analyticité (en Q^2) de l'amplitude factorisée. Nous avons démontré en 2009 [57] que même le LHC permettait d'accéder aux GPDs, en tirant profit des collisions ultrapériphériques dans lesquelles les protons émettent d'intenses faisceaux de photons quasi-réels, et en étudiant la production exclusive de paires de leptons. Une étude phénoménologique précise sur les corrections QCD aux diffusions Compton de genre espace et de genre temps a montré l'importance – fort sous estimée jusqu'à notre travail - des contributions gluoniques, même à énergie modeste.

La photoproduction de deux mésons de grande masse invariante donne aussi accès aux GPDs, et en particulier à celles qui sont impaires de chiralité, pourvu qu'un des deux mésons ait une DA impaire de chiralité. Nous avons étudié comment mesurer expérimentalement les distributions généralisées (GPDs) de transversité dans quelques réactions exclusives accessibles. A moyenne énergie, l'échange de quarks est dominant et nous avons analysé le problème dans toute sa complexité à l'ordre le plus bas (en α_s). Les résultats obtenus sont très encourageants [26]. Des mesures pourraient aussi être faites dans l'expérience Compass au Cern. Nous avons d'autre part découvert en 2009 [56] que la photoproduction d'une paire de leptons de grande masse invariante pourrait s'avérer un précieux moyen d'accéder à la distribution de transversité des quarks dans le proton. Notre proposition originale consiste à coupler dans une observable la distribution de transversité des quarks à une autre quantité impaire de chiralité, à savoir l'amplitude de distribution du photon réel qui est proportionnelle la susceptibilité magnétique du vide de la QCD. L'enjeu d'une détermination expérimentale de la susceptibilité magnétique du vide est reconnu important par tous les experts de la QCD, mais la mesure semblait sans espoir : nous avons montré qu'elle est à la portée des expérimentateurs de JLab et de Compass au CERN.

Les amplitudes de distribution de transition (TDA).

Les principaux résultats obtenus concernent

- Factorisation de l'amplitude de l'électroproduction exclusive dure vers l'arrière.
- Propriétés des TDAs.
- Phénoménologie des TDAs dans l'électroproduction et l'annihilation $p \bar{p}$.

Le programme de l'accélérateur intense d'antiprotons qui est en chantier à GSI manquait d'outil adéquat pour les collisions semi-dures auquel il aura accès. Nous avons inventé en 2005 le concept de TDA (amplitude de distribution de transition) [Phys. Rev. D71, Phys. Lett. B622], élément de matrice entre un proton et un méson ou un photon, d'un opérateur usuel sur le cône de lumière. Nous avons développé la phénoménologie de l'électroproduction de mésons vers l'arrière et avons écrit l'amplitude de diffusion sous la forme factorisée. Nous avons obtenu une intéressante contrainte sur l'amplitude de distribution de transition proton méson en analysant la limite du méson π^0 . Nous avons ensuite développé des modèles cohérents des TDA et les avons appliqué à l'annihilation proton antiproton en une paire de leptons et un méson [39], ainsi qu'à un charmonium et un méson léger [61]. Ceci nous a permis d'estimer le taux de comptage dans les expériences actuelles et futures à Jlab et GSI-FAIR. Nous sommes en contact avec des expérimentateurs qui analysent leurs données dans le sens que nous suggérons. Nous avons aussi développé un modèle « double handbag » pour la production de deux mésons charmés dans l'annihilation proton antiproton [31].

1. Aspects conceptuels du formalisme dit de l'action effective deux-particules irréductible

Le formalisme de l'action effective deux-particules irréductible (2PI) est une approche prometteuse permettant une description unifiée des aspects dynamiques et d'équilibre de systèmes dans des conditions extrêmes (haute température, haute densité, évolution loin de l'équilibre) qui nécessitent des approches au delà de la théorie des perturbations. Malgré ses succès, certaines questions restent ouvertes quant à la consistance d'une telle approche en théorie quantique des champs. Nous avons été les premiers à proposer une théorie complète de la renormalisation de l'action effective 2PI dans le cas de QED [62]. L'une des originalités de notre travail a été la mise en évidence de deux familles distinctes d'identités de Ward jouant toutes les deux un rôle dans le programme de renormalisation. Nous avons également été les premiers à effectuer un calcul auto-cohérent d'observable dans le formalisme 2PI [11] et à en étudier les dépendances de jauge présentes dans ce type d'approches (comme dans la plupart des approches non-perturbatives d'ailleurs). Nos résultats indiquent que ces dépendances sont comparables à celles liées au schéma de renormalisation. Nous observons également que la jauge de Landau permet de minimiser toutes ces dépendances. Nous avons enfin approfondi la compréhension de la renormalisation des approximations 2PI en montrant sur un exemple que, malgré l'aspect non-perturbatif de ces approximations, la renormalisation devait reposer sur des considérations perturbatives [64]. Nous avons également mis en évidence un lien étroit entre le formalisme de l'action effective 2PI et les équations du groupe de renormalisation exact [10].

2. Applications du formalisme 2PI à l'étude de la transition chirale

Nous avons utilisé le formalisme de l'action effective 2PI afin d'étudier de la brisure de symétrie chirale dans le cadre du modèle $O(N)$. Dans ce contexte un problème connu de l'approche 2PI est que l'ordre dominant prédit une transition du premier ordre, au lieu d'une transition du second ordre [63]. Nous avons montré que la prise en compte de l'ordre suivant dans le développement en boucles 2PI, permettait de résoudre cette difficulté. Nous avons montré ceci en calculant diverses grandeurs thermodynamiques dans les diverses phases du modèle, dans le cas $N=1$ [40] tout d'abord puis dans le cas $N=4$ [41], plus intéressant pour la phénoménologie des mésons légers. En particulier, nous avons montré que notre modèle permettait d'accommoder une masse réaliste pour le méson sigma, tout en préservant la renormalisabilité.

3. Corrélateurs de la théorie de Yang-Mills à température finie et copies de Gribov

Les nombreux résultats existants sur les fonctions à deux points dans la jauge de Landau, obtenus soit sur le réseau soit par des méthodes continues, semblent converger vers un scénario dit de découplage où le propagateur du gluon notamment devient massif dans l'infrarouge. Ceci a conduit à l'introduction d'une nouvelle famille de jauges de Landau à un paramètre qui prennent en compte les copies de Gribov sous forme de moyenne et qui, d'un point de vue perturbatif, pourraient être équivalentes au modèle de Curci-Ferrari avec "gluons" massifs. Les corrélateurs à une boucle dans ce modèle ont d'ailleurs été calculés à température nulle et sont en remarquable accord avec les données réseau pour la théorie de Yang-Mills. Afin de tester plus avant cette hypothèse nous avons étendu les calculs de corrélateurs à une boucle dans le modèle de Curci-Ferrari à température finie. Nos résultats

[en préparation] montrent un bon accord qualitatif avec les données réseau.

4. Renormalisation en théorie des champs hors de l'équilibre

De nombreux phénomènes (en cosmologie ou dans les collisions d'ions lourds) mettent en jeu des champs quantiques hors de l'équilibre. Si les équations gouvernant la dynamique de ces champs et leurs corrélations sont bien comprises, il n'en est pas complètement de même des conditions initiales, notamment en rapport avec la renormalisation. Par exemple, s'il est très souvent admis, la plupart du temps sur des bases physiques, qu'il est possible de choisir des conditions initiales gaussiennes, celles-ci ne semblent pas être compatibles avec un passage à la limite continue comme nous avons pu le mettre en évidence dans la référence [12]. Nous avons argumenté que l'origine du problème se trouvait dans le fait que les conditions initiales gaussiennes ne décrivent pas correctement les modes ultraviolets et, afin d'illustrer ce point, nous avons construit des conditions initiales non-gaussiennes censées décrire ces modes de manière plus réaliste. Nous avons alors vérifié que la dynamique résultante était insensible aux détails macroscopiques.

QCD NON-PERTURBATIVE *Claude Roiesnel, C. Marquet (postdoc)*
Principaux collaborateurs : S. Wallon (LPT, Orsay).

Correspondance ADS/QCD

L'étude de la diffusion Compton sur une cible hadronique permet de sonder la structure électromagnétique des hadrons aussi bien à grand transfert d'impulsion qu'à basse énergie. Un certain nombre de modèles prétendent pouvoir reproduire les propriétés non-perturbatives de QCD dans le cadre du formalisme AdS/CFT, mais en faisant une approximation dans la limite du couplage de 't Hooft faible, approximation dite correspondance AdS/QCD ou dualité « jauge/gravité », qui consiste à écrire un Lagrangien phénoménologique dans un espace à cinq dimensions muni d'une métrique choisie pour reproduire certaines des propriétés de QCD. Nous avons mis en évidence dans la référence [54], par des considérations phénoménologiques, les défauts de tels modèles, comme le modèle de Polchinski et Strassler, pour la description de la diffusion profondément inélastique.

Dans la référence [42] nous avons fait le calcul de la structure complète de l'amplitude de la diffusion Compton sur une cible hadronique scalaire dans le cadre de AdS/QCD, et nous avons comparé ses propriétés aux théorèmes généraux qui peuvent être déduits en théorie quantique des champs à partir des propriétés d'invariance de jauge et de Lorentz, de symétrie de croisement et d'unitarité. Cette étude n'avait jamais été faite. Elle suppose le calcul de fonctions à quatre points dans le formalisme AdS/QCD alors que beaucoup d'applications de AdS/QCD ne repose que sur le calcul des fonctions à deux ou trois points. L'amplitude de Compton que nous avons obtenue a une structure très particulière quand les photons sont réels. En effet, du moins dans ces modèles les plus simples, elle n'est autre que l'amplitude de Born de l'électrodynamique d'une particule scalaire ponctuelle. Nous en avons déduit que le calcul des polarisabilités électrique et magnétique s'avère être un test non-trivial pour la correspondance AdS/QCD. Il est aussi facile de comprendre comment une amplitude triviale pour des photons réels devient non-triviale pour des photons de grande virtualité. Nous avons étudié la structure de l'amplitude de Compton dans le régime de la diffusion Compton virtuelle profondément inélastique (DVCS), avec un photon sortant réel. Là encore cette structure DVCS est très spéciale car l'amplitude AdS/QCD n'a pas de partie imaginaire ce qui interdit toute interprétation partonique.

QCD sur réseau

Il est très difficile de simuler numériquement QCD sur réseau avec des masses physiques pour les quarks légers car il est impossible de reproduire sur un réseau discret les propriétés de localité et d'invariance chirale de l'opérateur de Dirac de masse nulle dans la limite continue. Le choix universellement adopté, malgré de sérieux inconvénients, est de conserver une formulation locale de l'opérateur de Dirac sur réseau et de briser l'invariance chirale explicitement.

Nous avons attaqué le problème sous un nouvel angle. Dans le continu, les définitions de l'opérateur de Dirac et de l'opérateur de dérivation covariante de jauge sont très étroitement liées. Dans la référence [65] nous reconsidérons la discrétisation naïve, locale, de la dérivée covariante et identifions des opérateurs unitaires locaux qui permettent une définition naturelle sur réseau d'une dérivée covariante de jauge anti-Hermitique et non-locale qui coïncide dans le cas libre avec la dérivée dite de SLAC. L'opérateur de Dirac associé D_U , est anti-Hermitique, invariant chirale, avec le même nombre de degrés de liberté fermioniques que dans le continu, et non-local, en accord avec le théorème de Nielsen-Ninomya.

La formulation de fermions non-locaux couplés à un champ de jauge sur réseau a fait l'objet d'objections il y a une trentaine d'années selon lesquelles il n'était pas possible de retrouver la théorie des perturbations à couplage faible dans la limite du continu. Mais aucune des objections avancées n'a le statut d'un « no-go » théorème car elles ont été formulées pour un réseau infini. Or l'opérateur D_U dépend des conditions aux limites sur un réseau de taille finie. Nous avons calculé explicitement les éléments de matrice de D_U pour des conditions aux limites périodiques et trouvé des termes additionnels à volume fini qui doivent être pris en compte dans l'étude de la théorie des perturbations. Soulignons également que la complexité numérique du calcul de D_U se compare très favorablement à celle des opérateurs de Dirac dits "étendus". Il est possible, pour la première fois, de simuler numériquement des fermions de type SLAC couplés à un champ de jauge compact.

Annexe 1 : Enseignement

- Cours doctoral dans le cadre de l'International Graduate School Bielefeld-Paris-Helsinki, Orsay, mars 2010, par C. Marquet et S. Munier.
- Cours et Travaux Dirigés par S. Munier au M2 « high energy physics » ETH Zurich – Polytechnique.

Annexe 2 : Principales collaborations nationales et internationales

Les travaux de notre équipe de recherche s'inscrivent dans le cadre de collaborations nationales et internationales dont les principaux collaborateurs ont été indiqués dans l'exposé de chaque thème de recherche. Le financement de ces collaborations a été assuré par (*la liste ci-dessous n'est pas exhaustive*):

2.1) Collaborations au niveau national

- LABEX P2IO dont B. Pire est membre du comité de pilotage.
- GDR NUCLEON dont B. Pire a été directeur adjoint (2007-2010).
- Contrat ANR Numérique 2012-2015 (avec IrFu/Saclay).

2.2) Collaborations internationales

Columbia university, New-York (USA)

Bogoliubov Lab, JINR, Dubna (Russie)

NCBJ, Warsaw (Pologne)

Graz Universität, Graz (Autriche)

Université de Liège, Liège (Belgique)

Eötvös University et Academy of science, Budapest (Hongrie)

Sobolev lab, Novosibirsk (Russie)

Ruhr Universität, Bochum (Allemagne)

- Financement de l'équipe par le 7^{ème} PCRD I3-Hadronic Physics 3-JRA.
- Financement de postdoctorants par le Département de Physique et la Direction des Relations Extérieures de l'École Polytechnique.
- Financement de deux ans dans le cadre du programme d'échange Balaton entre la France et la Hongrie, dans le cadre des programmes Hubert Curien.
- Financement de deux ans dans le cadre du programme d'échange Polonium entre la France et la Pologne, dans le cadre des programmes Hubert Curien.
- Financement de deux ans dans le cadre du programme d'échange Amadeus entre la France et l'Autriche, dans le cadre des programmes Hubert Curien.

PUBLICATIONS

Publications dans des revues avec comité de lecture

1. Abelleira Fernandez J. L. [et al...], for LHeC study group, (inclut B.Pire)
A Large Hadron Electron Collider at CERN, Report on the Physics and Design Concepts for Machine and Detector.
Journal of Physics G-Nuclear and Particle Physics 2012; 39: 075001.
2. Ahmad S., Honkanen H., Liuti S., Taneja S.K.
Generalized parton distributions from hadronic observables: zero skewness.
European Physical Journal C 2009; 63(3): 407-421.
3. Altinoluk T., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Resumming soft and collinear contributions in deeply virtual Compton scattering.
Journal of High Energy Physics 2012; 10: 49.
4. Amrath D., Diehl M., Lansberg J. P.
Deeply virtual Compton scattering on a virtual pion target.
European Physical Journal C 2008; 58(2): 179-192.
5. Anikin I., Ivanov D. Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
On the description of exclusive processes beyond the leading twist approximation.
Physics Letters B 2010; 682: 413-418.
6. Anikin I., Ivanov D. Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
QCD factorization of exclusive processes beyond leading twist : $\gamma^* \rho_T$ impact factor with twist three accuracy.
Nuclear Physics B 2010; 828: 1-68.
7. Anikin I., Besse A., Ivanov D. Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
A phenomenological study of high energy exclusive leptonproduction of the rho meson.
Physical Review D 2011; 84: 054004.
8. Anikin I.V., Pasechnik R. S., Pire B., Teryaev O.V.
Gauge invariance of DVCS off an arbitrary spin hadron: the deuteron target case.
European Physical Journal C 2012; 72(7): 2055.
9. Balitsky I., Chirilli G.A.
High-energy amplitudes in N=4 SYM in the next-to-leading order.
Physics Letters B 2010; 687(2-3): 204-213.
10. Blaizot J. P., Pawlowski J. M., Reinoso U.
Exact renormalization group and Phi-derivable approximations.
Physics Letters B 2011; 696(5): 523-528.
11. Borsanyi S., Reinoso U.
The pressure of QED from the two-loop 2PI effective action.
Physics Letters B 2008; 661: 88-94.
12. Borsanyi S., Reinoso U.
Renormalised nonequilibrium quantum field theory: scalar fields.
Physical Review D 2009; 80(12): 125029.
13. Brambilla N., ... Lansberg J. P.
Heavy quarkonium: progress, puzzles, and opportunities.
European Physical Journal C 2011; 71: 1534.
14. Brodsky S.J., de Teramond G. F.
Light-front dynamics and AdS/QCD correspondence: Gravitational form factors of composite hadrons.

Physical Review D 2008; 78(2): 025032.

15. Brodsky S.J. , Lansberg J. P.
heavy-quarkonium production in high energy proton-proton collisions at RHIC.
Physical Review D 2010; 81: 051502.
16. Chirilli G.A.
Small-x evolution in the next-to-leading order.
Modern Physics letters A 2009; 24(35-37): 3052-3061.
17. Chirilli G.A., Szymanowski L., Wallon S.
Uncovering the triple pomeron vertex from Wilson line formalism.
Physical Review D 2011; 83(1): 014020.
18. Ciafaloni M., Munier S.
Hamiltonian solutions of the 3-body problem in (2+1)-gravity.
Classical and Quantum Gravity 2011; 28(19): 195018.
19. Colangelo P., De Fazio F., Ferrandes R., Pham T. N.
FCNC B_s and Λ_b transitions: Standard model versus a single universal extra dimension scenario.
Physical Review D 2008; 77(5): 055019.
20. Colferai D., Schwennsen F., Szymanowski L., Wallon S.
Mueller Navelet jets at LHC - complete next-to-leading BFKL calculation.
Journal of High Energy Physics 2010; (12): 026.
21. Deak M., Schwennsen F.
Z and W production associated with quark-antiquark pair in k_T -factorization at the LHC.
Journal of High Energy Physics 2008; 9: 035.
22. d'Enterria D., Lansberg J. P.
Study of Higgs boson production and its $b\bar{b}$ decay in $\gamma\text{-}\gamma$ processes in proton- nucleus collisions at the LHC.
Physical Review D 2010; 81(1): 014004.
23. Diehl M., Szymanowski L.
The transverse spin structure of the pion at short distances.
Physics Letters B 2010; 690(2): 149-158.
24. Dominguez F., Mueller A. H., Munier S., Xiao B.W.
On the small-x evolution of the color quadrupole and the Weizsacker-Williams gluon distribution.
Physics Letters B 2011; 705(1-2): 106-111.
25. El Beiyad M., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Diphoton generalized distribution amplitudes.
Physical Review D 2008; 034009.
26. El Beiyad M., Pire B., Segond M., Szymanowski L., Wallon S.
Photoproduction of a $\pi^0 \rho_T$ pair with a large invariant mass and transversity generalized parton distribution.
Physics Letters B 2010; 688(2-3): 154-167.
27. Fajfer S., Pham T. N., Kosnik N.
Dalitz plot analysis of the $B \rightarrow K \eta \gamma$ decays.
Physical Review D 2008; 78(7): 074013.
28. Fejos G., Szep Z.
Broken symmetry phase solution of the ϕ^4 model at two-loop level of the Phi-derivable approximation.
Physical Review D 2011; 84(5): 056001.
29. Ferreira E. G., Fleuret F., Lansberg J. P., Rakotozafindrabe A.

- Centrality, rapidity, and transverse-momentum dependence of cold nuclear matter effects on J/ψ production in d Au, Cu Cu, and Au Au collisions at $\sqrt{s(NN)}^{1/2}=200$ GeV.
Physical Review C 2010; 81(6): 064911.
30. Gardi E., Grunberg G.
A dispersive approach to Sudakov resummation.
Nuclear Physics B 2008; 794(1-2): 61-137.
31. Goritschnig A. T., Pire B., Schweiger W.
Double handbag description of proton-antiproton annihilation into a heavy meson pair.
Physical Review D 2013; 87: 014017.
32. Grunberg G.
Large- x structure of physical evolution kernels in deep inelastic scattering.
Physics Letters B 2010; 687(4-5): 405-409.
33. Grunberg G., Ravindran V.
On threshold resummation beyond leading $1-x$ order.
Journal of High Energy Physics 2009; 10: 055.
34. Grunberg G.
On threshold resummation of singlet structure and fragmentation functions.
Nuclear Physics B 2011; 851: 30-56.
35. Haborzettl H., Lansberg J.P.
Possible solution of the J/ψ production puzzle.
Physical Review Letters 2008; 100(3): 032006.
36. Lansberg J. P., Pham T. N.
Effective Lagrangian for two-photon and two-gluon decays of P-wave heavy quarkonium $\chi(c0,2)$ and $\chi(b0,2)$ states.
Physical Review D 2009; 79(9): 094016.
37. Lansberg J. P.
QCD corrections to J/ψ polarisation in pp collisions at RHIC.
Physics Letters B 2011; 695: 149-156.
38. Lansberg J. P., Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L.
Consistent model for pN transition distribution amplitudes and backward pion electroproduction.
Physical Review D 2012; 85: 054021.
39. Lansberg J. P., Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L.
Accessing baryon to meson transition distribution amplitudes in meson production in association with a high invariant mass lepton pair at GSI-FAIR with PANDA.
Physical Review D 2012; 86(11): 114033.
40. Marko G., Reinoso U., Szep Z.
Broken phase effective potential in the two-loop Φ -derivable approximation and nature of the phase transition in a scalar theory.
Physical Review D 2012; 86(8): 112305.
41. Marko G., Reinoso U., Szep Z.
Thermodynamics and phase transition of the $O(N)$ model from the two-loop Φ -derivable approximation.
Physical Review D 2013; 87: 105001.
42. Marquet C., Roiesnel C., Wallon S.
Virtual Compton scattering off a spinless target in AdS/QCD.
Journal of High Energy Physics 2010; 04: 051.
43. Moutarde H., Pire B., Sabatié F., Szymanowski L.

Timelike and spacelike deeply virtual Compton scattering at next-to-leading order.
Physical Review D 2013; 87(5): 054029.

44. Mueller A. H., Munier S.
pT-broadening and production processes versus dipole/quadrupole amplitudes at next-to-leading order.
Nuclear Physics A 2012; 893: 43-86.

45. Mueller A. H., Munier S.
Correlations in impact-parameter space in a hierarchical saturation model for QCD at high energy.
Phys. Rev. D 2010; 81: 105014.

46. Müller D., Pire B., Szymanowski L., Wagner J.
Timelike and spacelike hard exclusive reactions.
Physical Review D 2012; 86: 031502.

47. Munier S., Salam G.P., Soyez G.
Travelling waves and impact-parameter correlations.
Physical Review D 2008; 78(5): 054009.

48. Munier S., Schwennsen F.
Resummation of projectile-target multiple scatterings and parton saturation.
Physical Review D 2008; 78: 034029.

49. Munier S.
Quantum chromodynamics at high energy and statistical physics.
Physics Reports 2009; 473: 1-49.

50. Pham T. N.
Nonet symmetry in η , η' and $B \rightarrow K\eta, K\eta'$ decays.
Physical Review D 2008; 77: 014024.

51. Pham T. N.
 η - η' mixing angle from vector meson radiative decays.
Physics Letters B 2010; 694(2): 129-133.

52. Pham T. N., Pham X. Y.
Chiral anomaly effects and the BaBar measurements of the $\gamma\gamma^* \rightarrow \pi^0$ transition form factor.
International Journal of Modern Physics A 2011; 26: 4125-4131.

53. Pham T.N.
Test of SU(3) Symmetry in Hyperon Semileptonic Decays.
Physical Review D 2013; 87: 016002.

54. Pire B., Roiesnel C., Szymanowski L., Wallon S.
On AdS/QCD correspondence and the partonic picture of deep inelastic scattering.
Physics Letters B 2008; 670: 84.

55. Pire B., Schwennsen F., Szymanowski L., Wallon S.
Hard Pomeron-Odderon interference effects in the production of $\pi^+\pi^-$ pairs in high energy gamma gamma collisions at the LHC.
Physical Review D 2008; 78: 094009.

56. Pire B., Szymanowski L.
Probing the nucleon's transversity and the photon's distribution amplitude in lepton pair photoproduction.
Physical Review Letters 2009; 103: 072002.

57. Pire B., Szymanowski L., Wagner J.
Can one measure timelike Compton scattering at LHC ?
Physical Review D 2009; 79: 014010.

58. Pire B., Semenov-Tian-Shansky Kirill M., Szymanowski L.
Spectral representation for baryon to meson transition distribution amplitudes.
Physical Review D 2010; 82(9): 094030.
59. Pire B., Szymanowski L., Wagner J.
Next-to-leading order corrections to timelike, spacelike, and double deeply virtual Compton scattering.
Physical Review D 2011; 83(3): 034009.
60. Pire B., Semenov-Tian-Shansky Kirill M., Szymanowski L.
 πN transition distribution amplitudes: their symmetries and constraints from chiral dynamics.
Physical Review D 2011; 84: 074014.
61. Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L.
QCD description of charmonium plus light meson production in antiproton-nucleon annihilation.
Physics Letters B 2013; 724: 99-107.
62. Reinoso U., Serreau J.
2PI functional techniques for gauge theories: QED.
Annals of Physics 2010; 325(5): 969-1017.
63. Reinoso U., Szep Z.
Broken phase scalar effective potential and Phi-derivable approximations.
Physical Review D 2011; 83: 125026.
64. Reinoso U., Szep Z.
Critical look at the role of the bare parameters in the renormalization of phi-derivable approximations.
Physical Review D 2012; 85(4): 045034.
65. Roiesnel C.
Definition of the covariant lattice Dirac operator.
Physical Review D 2013; 87: 074505.
66. Semenov-Tian-Shansky K. M.
The dual parametrization for gluon GPDs.
European Physical Journal A 2010; 45(2): 217-232.

Articles soumis

67. Albacete J. L., Dumitru A., Marquet C.
The initial state of heavy-ion collisions.
68. Altinoluk T., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Soft - collinear resummation in deeply virtual Compton scattering.
69. Marquet C., Royon C., Saimpert M., Werder D.
Probing the Pomeron structure using dijets and photon+jet events at the LHC.
70. Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Chiral-odd pion generalized parton distributions beyond leading twist.
Journal of High Energy Physics.

Comptes rendus de conférence

71. LHeC Study Group (J.L.Abelaira Fernandez, [et al.])
A Large Hadron Electron Collider at CERN.
In: proceedings of the workshop on the European Strategy for Particle Physics, October 2012, Cracow.
72. LHeC Study Group (J.L.Abelaira Fernandez, [et al.])
On the Relation of the LHeC and the LHC.
In: proceedings of the workshop on the European Strategy for Particle Physics, October 2012, Cracow.

73. LHeC Study Group (J.L.Abelaira Fernandez, [et al.])
On the Relation of the LHeC and the LHC.
In: CERN Council Open Symposium on European Strategy for Particle Physics 10 - 12 September 2012 and Satellite Closed Meetings 9, 12, 13 September 2012.
74. Altinoluk T., Kovner A.
Particle production at high energy and large transverse momentum.
In: QNP2012 : Sixth International Conference on Quarks and Nuclear Physics, April 16-20, 2012, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Paris.
PoS (QNP2012).
75. Altinoluk T., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Resummation of soft-collinear contributions in deeply virtual Compton scattering.
In: proceedings of the XXI International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subject -DIS2013, 22-26 April 2013 Marseille, France.
76. Altinoluk T., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Double logarithms resummation in exclusive processes : the surprising behavior of DVCS.
In: Low x workshop, May 30 - June 4 2013, Rehovot and Eliat, Israel.
77. Anikin I., Besse A., Ivanov D. Yu, Pire B. , Szymanowski L., Wallon S.
On high energy exclusive leptonproduction of the rho meson up to twist 3.
In: International Europhysics Conference on high energy physics EPS-HEP 2011" , July 21-27, 2011 Grenoble, France.
78. Anikin I., Ivanov D. Yu, Pire B. , Szymanowski L., Wallon S.
Exclusive electroproduction of rho T meson with twist three accuracy.
In: 35th International Conference of High Energy Physics : ICHEP 2010, July 22-28, 2010, Paris, France.
PoS ICHEP2010:121 (2010).
79. Anikin I., Pasechnik R. S., Pire B. , Teryaev O. V.
DVCS off deuteron and twist three contributions.
In: 35th International Conference of High Energy Physics : ICHEP 2010, July 22-28, 2010, Paris, France.
PoS ICHEP2010:137 (2010).
80. Anikin I., Pire B., Szymanowski L., Teryaev O., Wallon S.
 $\gamma^* \rightarrow \rho(T)$ impact factor with twist three accuracy.
In: International Workshop on Diffraction in High Energy Physics, SEP 09-14, 2008 Londe-le-Maures, France.
Acta Physica Polonica 2009; 40: 2131.
81. Anikin I. V. , Besse A., Ivanov D. Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
High Energy exclusive Leptonproduction of the rho meson: Theory and Phenomenology.
In: proceedings de la conference DIS 2012.
82. Anikin I. V., Besse A., Ivanov D. Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Theory and Phenomenology of helicity amplitudes for high energy exclusive leptonproduction of the rho meson.
In: QNP2012 : Sixth International Conference on Quarks and Nuclear Physics, April 16-20, 2012, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Paris.
POS (QNP2012).
83. Anikin I.V., Ivanov D.Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
QCD factorization beyond leading twist in exclusive rho(T) meson production.
In: Cracow Epiphany Conference on Hadron Interactions at the Dawn of LHC Era, JAN 05-07, 2009.
Acta Physica Polonica 2009; 40: 2131-2138.
84. Anikin I.V., Ivanov D.Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
QCD factorization beyond leading twist in exclusive processes: rho(T) -meson production.
In: Proceedings of the European Physical Society Europhysics Conference on High Energy Physics, EPS-HEP 2009, July 2009 Krakow, Poland.

Proceedings of Science (EPS-HEP 2009).

85. Anikin I.V., Ivanov D.Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Hard diffractive processes and non-perturbative matrix elements beyond leading twist : $\rho(T)$ -meson production.
In: Proceedings of the Tenth Workshop on Non-Perturbative Quantum Chromodynamics, Paris (France), June 8-12, 2009.
86. Anikin I.V., Ivanov D.Yu., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Hard exclusive electroproduction of ρ_T at twist 3.
In: XVIII Int Workshop on Deep Inelastic Scattering and Related Subjects, DIS 2010, Firenze, Italie, April 2010.
87. Borsanyi S., Reinosa U.
Renormalisation of out-of-equilibrium quantum fields.
In: proceedings of SEWM08, Amsterdam, The Netherlands, 26-29 August 2008 Nuclear Physics A 820: 147c-150c (2009).
88. Chirilli G.A.
Small- x Evolution in the Next-to-Leading Order.
In: Recent Advances in Perturbative QCD and Hadronic Physics" held in Trento on 20-25 of July 2009.
89. Chirilli G.A.
High-energy amplitudes and impact factors at next-to-leading order.
In: Proceeding of Science.
90. El Beiyad M., Pire B., Friot S., Szymanowski L., Wallon S.
Probing photon structure in DVCS on a photon target.
In: proceedings de la conference PANIC ,Eilat, Israel, Novembre 2008. Nuclear Physics A.
91. El Beiyad M., Pire B., Segond M., Szymanowski L., Wallon S.
Transversity generalized parton distributions from $\gamma p \rightarrow \pi \rho_T n$ with a large $\pi - \rho_T$ invariant mass.
In: DSPIN-2009, Dubna (Russie), Aout 2009.
92. El Beiyad M., Pire B., Segond M., Szymanowski L., Wallon S.
Chiral-odd transversity GPDs from a leading twist hard amplitude.
In: XVIII Int Workshop on Deep Inelastic Scattering and Related Subjects, DIS 2010, Firenze, Italie, April 2010.
93. El Beiyad M., Pire B., Segond M., Szymanowski L., Wallon S.
On chiral-odd Generalized Parton Distributions.
In: 35th International Conference of High Energy Physics : ICHEP 2010, July 22-28, 2010, Paris, France. PoS ICHEP2010:178 (2010).
94. El Beiyad M., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Two Photon Distribution Amplitudes.
In: Hadronic physics : joint meeting Heidelberg-Liège-Paris-Wroclaw, HLPW 2008, Spa, Belgium 6-8 March 2008 / Cugnon J, Lansberg JP, Matagne N, editors. American Institute of Physics, 2008. - (AIP conference proceedings ; 1038). p. 305-310.
95. El Beiyad M., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
Photoproduction of a π - ρ pair and transversity GPDs.
In: 4th Workshop on Exclusive Reactions at High Momentum Transfer Thomas Jefferson National Accelerator Facility , Newport News, Virginia USA (May 18-21, 2010).
96. El Beiyad M., Pire B., Szymanowski L., Wallon S.
New ways to access the transverse spin content of the nucleon.
In: Spin 2010, 19th International Spin Physics Symposium, September 27 - October 2, 2010, Jülich, Germany. Journal of Physics: Conf Ser 295: 012047 (2011).

97. Lansberg J. P.
Total J/ψ and Upsilon production cross section at the LHC:
theory vs. experiment.
In: ICHEP conference, Paris july 2010.
98. Lansberg J. P., Pham T. N.
Two-photon decay of pseudoscalar quarkonia.
In: Hadronic physics : joint meeting Heidelberg-Liège-Paris-Wroclaw, HLPW 2008, Spa, Belgium 6-8 March 2008 / Cugnon J, Lansberg J-P, Matagne N, editors. American Institute of Physics, 2008. - (AIP conference proceedings ; 1038). p. 259-267.
99. Lansberg J. P., Pire B., Szymanowski L.
On the physical Relevance of the Study of $\gamma^* \gamma \rightarrow \pi\pi$ at small t and large Q^2 .
In: international conference on the structure and the Interactions of the photon, PHOTON 2009, DESY, Hamburg, May 2009.
100. Lansberg J. P., Pire B., Szymanowski L.
Hard exclusive processes in the backward region.
In: 35th International Conference of High Energy Physics : ICHEP 2010, July 22-28, 2010, Paris, France. PoS ICHEP2010:157 (2010).
101. Lansberg J. P., Pire B., Szymanowski L.
Spin observables in transition distribution amplitude studies.
In: Spin 2010, 19th International Spin Physics Symposium, September 27 - October 2, 2010, Jülich, Germany. Journal of Physics: Conf Ser 295: 012090 (2011).
102. Marquet C., Roiesnel C., Wallon S.
Virtual Compton scattering off a spinless target in the AdS/QCD correspondence.
In: 35th International Conference of High Energy, July 22-28, 2010, Paris, France. Physics Proceedings of Science.
103. Moutarde H., Pire B., Sabatié F., Szymanowski L., Wagner J.
On the importance of gluon contributions to timelike and spacelike DVCS.
In: proceedings of the XXI International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subject -DIS2013, 22-26 April 2013 Marseille, France.
104. Mueller A. H., Munier S.
Correlations in impact-parameter space in saturation models.
In: XVIII International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, Convitto della Calza, Firenze, 19th - 23th April 2010.
105. Munier S.
Traveling waves and impact-parameter correlations In high energy Qcd.
In: Cracow Epiphany Conference On Hadronic Interactions At The Dawn Of The LHC: Dedicated To The Memory Of Jan Kwiecinski, 5-7 Jan 2009, Cracow, Poland. Acta Physica Polonica B 2009; 40:2033.
106. Munier S.
On a relation between production processes and total cross sections.
In: XXI International worksop on deep-inelastic scattering and related subjects, 22-26 april 2013, Marseille, France. PoS.
107. Pham T. N.
 $B \rightarrow K \eta, K \eta'$ Decays.
In: QCD 08, 14th High-Energy Physics International Conference On Quantum ChromoDynamics, Montpellier, 7-12 /07/2008. Nuclear Physics B - Proceedings Supplements 2009; 186: 391-394.
108. Pham T. N.

Two-Photon and Two-gluon Decays of $0(++)$ and $2(++)$ P-wave Heavy Quarkonium States.
In: QCD AT WORK 2010 : International Workshop on Quantum Chromodynamics: Theory and Experiment,
JUN 20-23, 2010 Martina Franca ITALY.
AIP Conference Proceedings 1317: 233-240 (2011).

109. Pham T. N.
BaBar and Belle Measurements of the $\gamma\gamma^* \rightarrow \pi^0$ Transition Form Factor and Chiral Anomaly.
In: QCD 12 : 16th QCD International Conference, 2nd - 6th july 2012 - Montpellier.

110. Pham T. N.
Chiral Anomaly and the BaBar and Belle Measurements of the $\gamma\gamma^* \rightarrow \pi^0$ Transition Form Factor.
In: Proceedings of the QCD@WORK 2012, Lecce, juin 2012
AIP Conf Proc 1492 (2012) 139-145
DOI: 101063/14763507
Conference: C12-06-181.

111. Pire B., Boer D.
Gluons and the quark sea at high energies: distributions, polarization, tomography.
In: report on the joint BNL/INT/Jlab program on the science case for an Electron-Ion Collider, September 13 to November 19, 2010, Institute for Nuclear Theory, Seattle.

112. Pire B., Schwennsen F., Szymanowski L., Wallon S.
Pomeron-Odderon interference in production of $\pi^+ \pi^-$ pairs in ultraperipheral collisions.
In: International Workshop on Diffraction in High Energy Physics, SEP 09-14, 2008 Londe-le-Maures, France.
AIP Conference Proceedings 2009 ; 1105 : 377-380.

113. Pire B., Schwennsen F., Szymanowski L., Wallon S.
Looking for the Odderon in photon collisions.
In: Comptes rendus de la conference : international conference on the structure and the Interactions of the photon, PHOTON 2009, DESY, Hamburg, May 2009.

114. Pire B., Schwennsen F., Szymanowski L., Wallon S.
Pomeron Odderon interference in production of $\pi^+ \pi^-$ pairs at LHC.
In: XVII International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, DIS 2009, 26-30 April 2009, Madrid
Publié en ligne : http://wwwsciwebpubcom/proceedings/DIS2009/172_schwennsen_florianpdf.

115. Pire B., Schwennsen F., Szymanowski L., Wallon S.
Pomeron Odderon interference in production of $\pi^+ - \pi^-$ pairs at LHC and ILC.
In: European Physical Society Europhysics Conference on High Energy Physics, EPS-HEP 2009, July 2009 Krakow, Poland
Proceedings of Science (EPS-HEP 2009) http://pos.sissa.it/archive/conferences/084/339/EPS-HEP%202009_339pdf.

116. Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L.
Baryon to meson transition distribution amplitudes and their spectral representation.
In: Diffraction' 2010.

117. Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L.
Nucleon-to-pion transition distribution amplitudes and backward electroproduction of pions.
In: QNP2012 : Sixth International Conference on Quarks and Nuclear Physics, April 16-20, 2012, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Paris.
PoS (QNP2012).

118. Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L.
Nucleon-to-pion transition distribution amplitudes and backward electroproduction of pions.
In: QNP2012 : Sixth International Conference on Quarks and Nuclear Physics, April 16-20, 2012, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Paris.

PoS (QNP2012).

119. Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L., Wagner J.
Exploring the nucleon structure through GPDs and TDAs in hard exclusive processes.
In: PHOTON 2011, International Conference on the Structure and the Interactions of the Photon, Spa, Belgique, 22-27 Mai 2011.
120. Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L., Wagner J.
New results in exclusive hard reactions.
In: International Europhysics Conference on high energy physics EPS-HEP 2011", July 21-27, 2011 Grenoble, France.
121. Pire B., Semenov-Tian-Shansky K. M., Szymanowski L., Wagner J.
Cross section and single transverse target spin asymmetry for backward pion electroproduction.
In: compte rendus du XIV Workshop on High Energy Spin Physics ", Dubna, Russie, September 20-24, 2011.
122. Pire B., Szymanowski L.
Probing non-perturbative QCD through hadronic matrix elements extracted from exclusive hard processes.
In: Tenth Workshop on Non-Perturbative Quantum Chromodynamics, Paris (France), June 8-12, 2009.
123. Pire B., Szymanowski L.
The nucleon's transversity and the photon's distribution amplitude probed in lepton pair photoproduction.
In: 35th International Conference of High Energy Physics : ICHEP 2010, July 22-28, 2010, Paris, France.
PoS ICHEP2010:173 (2010).
124. Pire B., Szymanowski L., Wagner J.
Timelike Compton Scattering at LHC.
In: International Meeting on Excited QCD, Zakopane, POLAND, feb 08 -14, 2009.
Acta Physica Polonica B Proceedings Supplement 2 (2): 373-378 (2009).
125. Pire B., Szymanowski L., Wagner J.
On timelike Compton scattering at medium and high energies.
In: "30 years of strong interactions", Spa, Belgium, 6-8 April 2011.
Few-Body Syst 53:125-131 (2012).
126. Pire B., Szymanowski L., Wagner J.
Timelike Compton Scattering from JLAB to RHIC and LHC energies.
In: QNP2012 : Sixth International Conference on Quarks and Nuclear Physics, April 16-20, 2012, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Paris.
PoS (QNP2012).
127. Pire B., Szymanowski L., Wagner J.
Timelike Compton Scattering - New Theoretical Results and Experimental Possibilities.
128. Rakotozafindrabe A., Ferreira E. G., Fleuret F., Lansberg J. P.
On the theoretical and experimental uncertainties in the extraction of the J/ψ absorption cross section in cold nuclear matter.
In: 14th International Conference on Strangeness in Quark Matter, Sep 27-Oct 02, 2009, Rio de Janeiro, Brasil.
Journal of Physics G-Nuclear and Particle Physics 37(9): 094055 (2010).
129. Reinos U., Serreau J.
2PI functional techniques for abelian gauge theories.
In: proceedings of SEWM08, Amsterdam, The Netherlands, 26-29 August 2008.
Nuclear Physics A 820: 139c-146c (2009).
130. Truong T.N.
Bethe-Schwinger effective range theory and Lehmann and Weinberg chiral perturbation theories.
In: ICFP 09, September 24-30, 2009, Hanoi, Vietnam.
131. Wagner J., Pire B., Szymanowski L.

Timelike Compton scattering in ultraperipheral collisions.

In: XVII International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, DIS 2009, 26-30 April 2009, Madrid Publié en ligne : http://wwwsciwebpubcom/proceedings/DIS2009/174_wagner_jakubpdf.

132. Wagner J., Moutarde H., Pire B., Sabatié F., Szymanowski L.

Next to leading order analysis of DVCS and TCS.

In: EPJ Web of Conference.

Vulgarisation

133. Pire B.

La fusion nucléaire : réalités et perspectives. In. Universalia 2009. Editions Encyclopaedia Universalis; 2009. p 335.

134. Pire B.

Les théories meurent aussi. In. Universalia 2009. Editions Encyclopaedia Universalis; 2009. p 401.

135. Pire B.

Le LHC, dernier accélérateur de protons ? In. Science au Présent 2011 -. Encyclopaedia Universalis; 2011.

136. Pire B.

Les 50 ans du Laser. In. Universalia 2011. Encyclopaedia Universalis; 2011.

137. Pire B.

Matière et Matériaux, De quoi est fait le monde ? In. Universalia 2011. Encyclopaedia Universalis; 2011.

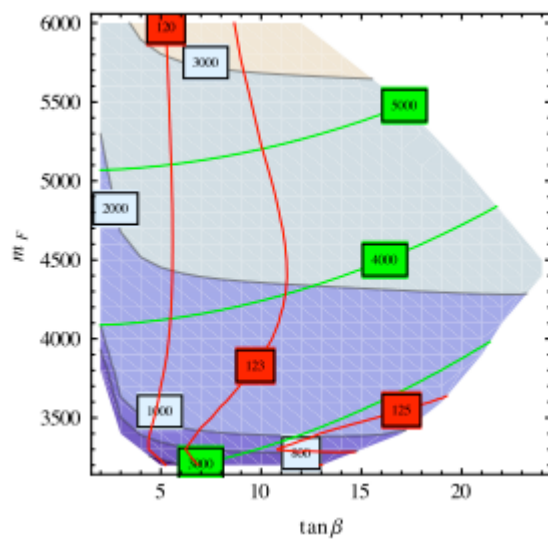
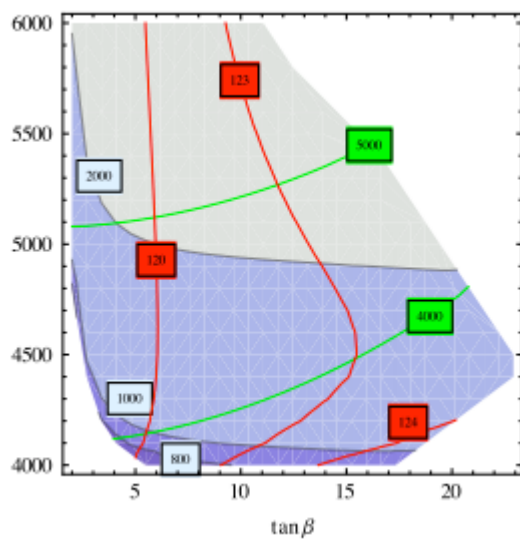
138. Pire B.

La Découverte du boson de Higgs. In. La science au Présent 2013. Encyclopaedia Universalis; 2013. p 115-121.

Rapport technique

139. PANDA Collaboration (W. Erni et al). Physics Performance Report for PANDA, Strong Interaction Studies with Antiprotons; 2009.

THEORIE DES CORDES



THEORIE DES CORDES

La théorie des cordes s'est beaucoup développée et diversifiée depuis qu'elle est apparue sous l'appellation de « modèles duaux » à la fin des années 60 en physique hadronique. Son bon comportement ultraviolet, l'avènement de la chromodynamique quantique, la présence de modes du type « graviton » et « bosons de jauge » ont rapidement étayé l'idée d'une théorie alternative au modèle standard, valable à toute échelle. Ce programme a perduré jusqu'à nos jours, embrassant les notions de supersymétrie, de grande unification et de surdimensionnalité.

Quoiqu'apparentée à la physique des hautes énergies, la théorie des cordes a permis d'aborder avec succès un éventail de sujets de la physique théorique et mathématique : les trous noirs et leurs propriétés thermodynamiques, la cosmologie, les théories de jauge et les régimes de coulage fort. La pléthore de dualités, en particulier la dualité holographique, ont débouché sur des applications insoupçonnées qui font aujourd'hui de la théorie des cordes un outil d'usage universel qui rappelle la théorie des champs.

C'est dans cette diversité, et avec une dynamique internationale¹, que s'inscrit l'activité de l'équipe des cordes. Les thèmes abordés concernent à la fois la phénoménologie des particules, la gravité, la cosmologie et les applications formelles (D-branes, supergravité, trous noirs...) ou moins formelles (QCD holographique, dynamique des fluides...) des cordes. La production scientifique est de plusieurs dizaines d'articles publiés dans les meilleurs périodiques de la discipline et de nombreuses conférences et communications². A cette activité contribuent permanents, collaborateurs étrangers, doctorants et post-doctorants. Ces derniers, en grand nombre³, traduisent l'implication de l'équipe à la formation par la recherche. Ils sont financés par divers programmes européens (réseaux RTN/ITN, ERC, bourses Marie-Curie) et nationaux/binationaux (ANR, PICS, PEPS, CEFIPRA, GIS P2I, LABEX P2IO). A noter aussi le souci constant de l'équipe de créer une synergie dans la discipline avec les autres institutions de la région parisienne⁴.

I. Aspects formels de cordes et de (super)gravité

A. *Gravité, flux et jaugeages*. Les compactifications sur des espaces où la géométrie est accompagnée de champs de tenseurs antisymétriques (compactifications avec « flux ») ont permis d'entrevoir une solution à trois problèmes notoires en théorie des cordes : l'élimination des scalaires sans masse (modules), la brisure de la supersymétrie et le contrôle de la constante cosmologique. En collaboration avec J.-P. Derendinger, C. Kounnas et F. Zwirner, M. Petropoulos a développé en 2005 une méthode originale permettant d'établir la correspondance entre flux en dimension dix et paramètres de jaugeage de la supergravité à quatre dimensions. Cette méthode évite la résolution des équations en dimension dix et implémente d'emblée les contraintes phénoménologiques. Elle a été par la suite appliquée à la condensation de jauginos, aux jaugeages axioniques et à la réalisation d'espaces hyperboliques à quatre dimensions (M. Petropoulos avec J.-P. Derendinger, C. Kounnas, D. Lüst, D. Tsimpis).

Les compactifications avec flux peuvent être abordées directement en dimension plus

¹ En particulier, l'équipe de cordes a toujours été associée à l'organisation d'événements internationaux majeurs et ateliers en région parisienne ou ailleurs.

² A signaler également la contribution de l'équipe à la dissémination vers le monde scientifique et vers le grand public : conférences, articles et animations.

³ Nous avons encadré 21 post-doctorants et 7 étudiants en thèse à plein temps, et accueilli 5 doctorants étrangers en stage et 9 étudiants stagiaires depuis 2008.

⁴ Séminaire commun « Rencontres théoriciennes », coorganisation de nombreux ateliers et conférences, participation fédérative à des projets de financement ...

élevée. Cette méthode, alternative à celle décrite ci-dessus, consiste à étudier les espaces de dimension 6 à holonomie restreinte : les structures $SU(3)$. De tels espaces, ont été étudiés dans l'équipe par P. Camara (en collaboration avec G. Aldazabal et M. Graña. Cette activité a été également soutenue dans le groupe dans le cadre de projets plus phénoménologiques (E. Dudas, E. Palti) ou cosmologiques (H. Partouche et J. Estes) où la question de la stabilisation des modules est cruciale (voir plus bas).

B. Solutions de supergravité étendue, cordes et trous noirs. Les solutions supersymétriques jouent un rôle majeur dans le calcul de l'entropie des trous noirs dans les théories des cordes préservant 8 charges de supersymétrie en quatre dimensions. Leur existence explique les propriétés de saut des invariants de Donaldson-Thomas lorsque des modules traversent des murs de stabilité marginale. Dans le but de généraliser les méthodes de théorie de cordes à l'étude des trous noirs plus réalistes, une première étape consiste à étudier les solutions extrémales non supersymétriques. Les travaux récents de G. Bossard dans ce domaine, basés sur les symétries cachées des équations du mouvement, ont permis l'obtention explicite de classes de solutions composées de trous noirs en interaction. En collaboration avec S. Katmadas, G. Bossard a travaillé sur l'application de ces méthodes aux théories de supergravité $N = 2$. Leurs travaux ont permis de décrire les solutions de ce type en terme de géométrie de Kähler spéciale. Cette formulation s'avère utile pour étudier les espaces de modules de ces solutions.

Il convient également de souligner dans ce registre les travaux de S. Katmadas et V. Pozzoli, qui ont montré que, au voisinage de l'horizon et dans une théorie jaugée sans potentiel scalaire, les solutions extrémales préservent des charges de supersymétrie.

Les méthodes utilisées pour engendrer des solutions de supergravité sont souvent inspirées de la méthode originale de Geroch introduite dans les années 70. En l'absence de constante cosmologique, celle-ci consiste à utiliser comme générateur de solution un groupe de symétrie cachée, le groupe de Geroch, explicite en dimension plus basse. L'extension de ce groupe au cas d'espaces anti de Sitter est un problème difficile qui a été clarifié par R. Leigh, T. Petkou, M. Petropoulos et P. Tripathy.

La réalisation de solutions des équations d'Einstein dans des théories définies en dimension supérieure (comme l'instanton hétérotique d'Eguchi-Hanson) a également été abordée dans les travaux de L. Carlevaro, D. Israël et M. Petropoulos. Dans ce contexte un sujet important est le devenir des singularités présentes dans les solutions originales. Cette question se pose plus généralement pour les solutions de type trou noir en dimension supérieure à 4. Des outils adaptés ont été développés dans ce sens (Y. Bardoux, M. Caldarelli, C. Charmousis, O. Dias, R. Emparan, T. Harmark, B. Gouteraux, V. Niarchos, N. Obers, J. Santos) et ont permis de mieux comprendre les géométries avec horizons exotiques, les phénomènes critiques de changement de topologie d'horizon et d'autres aspects de la gravité en dimension élevée. Les propriétés thermodynamiques de ces environnements ont également été étudiées.

C. Flots géométriques, instantons gravitationnels et gravité modifiée. Les instantons gravitationnels sont des solutions remarquables des équations d'Einstein et ont été développés dans le cadre de la gravitation quantique. Un résultat intéressant a été obtenu dans le groupe (F. Bourliot, J. Estes, M. Petropoulos, V. Pozzoli, K. Siampos, Ph. Spindel) : pour les solutions autoduales de la relativité générale dans le vide, décrites en termes de feuilletages tridimensionnels homogènes de type Bianchi, l'évolution temporelle est équivalente à un flot géométrique du feuilletage. Ceci résulte de propriétés algébriques et géométriques du tenseur de courbure des espaces de Bianchi et a permis de découvrir un nouvel instanton pour la classe de Bianchi III. Le développement de ces techniques pour des géométries d'Einstein est en phase d'élaboration et des relations avec les formes quasimodulaires voient le jour (J.-P.

Derendinger, M. Petropoulos, P. Vanhove). Les flots géométriques apparaissent également comme équations du mouvement de théories de gravité de type Horava-Lifshitz. L'étude systématique des conséquences cosmologiques et des instantons de ces théories a été réalisée par I. Bakas, F. Bourliot, D. Lüst et M. Petropoulos.

Ce chapitre de l'activité est à la frontière entre la physique et les mathématiques. Il a reçu dans l'équipe des soutiens financiers interdisciplinaires.

D. Amplitudes de supergravité à ordre élevé. On utilise ici des méthodes de calcul de théorie des champs basées sur l'unitarité qui ont permis de dériver explicitement des amplitudes de supergravité à des ordres qui semblaient *a priori* inaccessibles. Le bon comportement ultra-violet de la théorie supersymétrique maximale ($N = 8$) suggère que la théorie pourrait être dépourvue de divergence logarithmique à tous les ordres en perturbation. Les travaux de G. Bossard (avec P. Howe, K. Stelle et P. Vanhove) dans ce domaine ont consisté à montrer qu'on pouvait expliquer les bonnes propriétés ultra-violettes de la théorie jusqu'à sept boucles, en utilisant les identités de Ward de la théorie. Il apparaît que les seuls contre-termes supersymétriques disponibles à trois, cinq et six boucles, brisent la symétrie de dualité E_7 , mais qu'il en existe un compatible avec les symétries de la théorie qui pourrait supporter une divergence logarithmique à sept boucles. Le cas des théories semi-maximales ($N = 4$) est en cours d'examen.

E. Configurations de branes, solutions exactes de cordes et correspondance AdS/CFT. La correspondance AdS/CFT⁵ est une conjecture de dualité entre fonds gravitationnels de type anti de Sitter, engendrés par des distributions de membranes, et théories de jauge invariantes conformes définies sur le « bord » de l'espace. Les déformations de l'environnement créé par une distribution circulaire de NS5-branes ont été étudiées dans le groupe (L. Carlevaro, A. Fotopoulos, M. Petropoulos, N. Prezas et K. Sfetsos). Cette dernière décrit une théorie de cordes exacte et les perturbations considérées sont dues à des déformations du lieu de la distribution. Il a été montré comment décrire ces perturbations en terme d'opérateurs marginaux du modèle sigma bidimensionnel et comment les engendrer au moyen d'opérateurs de la théorie conforme duale (dite « théorie de la petite corde » – *little string theory*). Une correspondance précise est établie entre le spectre infini d'opérateurs marginaux du feuillet d'univers et celui de leurs homologues holographiques, et ce dans le cadre d'une théorie de cordes exacte.

II. Applications holographiques

F. Holographie et QCD. Obtenir une formulation analytique de la dynamique en couplage fort de théories de jauge asymptotiquement libres est un problème majeur, dont l'application directe est la chromodynamique quantique. De nombreux membres de l'équipe de cordes et de collaborateurs étrangers se sont attelés à cette tâche (A. Armoni, A. Givon, U. Gursoy, D. Israël, E. Kiritsis, G. Michalogeorgakis, L. Mazzanti, V. Niarchos, F. Nitti). Les projets abordés se rangent en 2 grandes classes : (i) utiliser la dynamique des D-branes et des cordes ouvertes dans des théories de cordes non critiques afin de créer et de contrôler des théories de type QCD *ab initio* ; (ii) partir de bases moins microscopiques mais plus souples comme la gravité avec dilaton à 5 dimensions afin d'améliorer le potentiel phénoménologique de la théorie.

Les résultats sont variés. Une fenêtre conforme pour des théories de type QCD a été mise en évidence au travers d'une dualité de type Seiberg-Witten. Ce résultat mérite d'être souligné parce qu'il est rare que l'on puisse déterminer exactement des fenêtres conformes. Dans le cadre de l'holographie AdS₄/CFT₃, l'étude de la théorie (sur le bord) de Chern-Simons a permis d'obtenir des informations du côté gravitationnel pour la dynamique des M-

⁵ Correspondance anti de Sitter/théorie des champs conforme.

branes sous-jacentes à l'espace AdS_4 . Enfin la dynamique des saveurs en QCD dans le régime trempé (*quenched*) a été amorcée.

En gravité dilatonique à 5 dimensions, il a été montré qu'un choix adéquat du potentiel permet de rapprocher ces modèles phénoménologiques de la théorie microscopique de Yang-Mills à grand N et à température finie. Les outils mis en place ont permis de déterminer les fonctions thermodynamiques, de calculer les coefficients de transport (viscosité, force d'entraînement...) et d'aborder les applications à la physique du plasma de quarks et gluons.

G. Holographie, fluides et transitions. Parmi applications physiques de la dualité holographique on trouve la correspondance AdS/matière condensée (R. Leigh, M. Caldarelli, A. Mukhopadhyay, T. Petkou, M. Petropoulos, V. Pozzoli, K. Siampos). La description de certains mécanismes de la transition superfluide exigent la maîtrise du régime de couplage fort et ont pu être appréhendés grâce à l'élaboration d'une théorie appropriée de gravitation. Les résultats récemment obtenus mettent en évidence le rôle de la charge nul⁶ comme ingrédient gravitationnel dual à la vorticité des fluides conformes. D'autres aspects sont à l'étude en vue de la compréhension holographique de la transition superfluide et de l'apparition de vortex dans les condensats de Bose-Einstein, du calcul des coefficients de transport, de la propagation de modes au travers des frontières sub/supersoniques, ... Ce dernier aspect établit la possibilité de décrire par voie holographique les environnements de gravité analogue (connus comme « trous noirs acoustiques ») servant à l'étude de la propagation de quasi-particules dans certains systèmes fluides. Enfin, c'est par le biais de cette étude que l'on a pu établir la version holographique de la dualité mass-nut en 4 dimensions : sur le bord, celle-ci opère comme une dualité tenseur énergie impulsion / tenseur de Cotton.

III. Applications phénoménologiques

H. Construction de modèles, spectres, corrections instantoniques et corrections de seuil. En phénoménologie des cordes des modèles microscopiques sont élaborés au sein même de la théorie ou dans une approximation de basse énergie comme la supergravité. Ces approches sont complémentaires et nombre de leurs facettes ont été examinées.

En matière de construction de modèles c'est autour de la théorie F (version de la théorie des cordes en couplage fort) que les efforts ont été concentrés, avec l'examen original des conditions de cohérence de modèles de grande unification $SU(5)$, ainsi que de leurs conséquences phénoménologiques en matière d'hiérarchie de masse ou de changement de saveur (E. Dudas, E. Palti). Les compactifications avec flux sont également possibles dans le contexte de la théorie F (flux d'hypercharge) et permettent d'aborder les questions récurrentes de stabilisation des modules et de brisure de supersymétrie (E. Dudas, Y. Mambrini, S. Pokorski, A. Romagnoni, M. Trapletti).

C'est cependant dans le domaine des théories de supergravité jaugée que les études phénoménologiques des flux sont les plus systématiques. Elles se déploient en trois volets : (i) détermination du spectre, (ii) brisure de supersymétrie et (iii) corrections de seuil perturbatives et non perturbatives. Dans l'ensemble des situations examinées, il est possible de déterminer le spectre de masse, les couplages de Yukawa et les corrections de seuil, le tout en fonction du type de brisure de supersymétrie mis en œuvre. On retiendra que les modes d'enroulement sont altérés par les flux des cordes fermées avec des effets notables sur les corrections de seuil. Outre les corrections de seuil perturbatives, on estime aussi les corrections non perturbatives dues aux instantons de jauge ou de corde. Cette analyse a été menée systématiquement – en utilisant les propriétés de dualité S – et a conduit à la possible stabilisation des modules par effets (multi)instantoniques (P. Camara, C. Condeescu, E.

⁶ Source de singularité de coordonnées analogue à une corde de Dirac (en gravité corde de Misner).

Dudas, G. Pradisi).

I. Couplages de Yukawa, supersymétrie / brisure de supersymétrie et matière noire. Les couplages de Yukawa et les corrections de seuil sont des données importantes pour les applications phénoménologiques. Elles ont été calculées pour une classe de modèles de type IIB avec des branes sur des singularités (J.P. Conlon, M. Goodsell et E. Palti).

Dans une perspective différente, une analyse phénoménologique combinée et comparative des propriétés de brisure de supersymétrie et des propriétés d'hierarchie de certaines familles de modèles a été réalisée par J.A. Cabrer, E. Dudas, G. Gersdorff, J. Parmentier, S. Pokorski et M. Quiros.

Certains parmi les modèles microscopiques ci-dessus s'apparentent à des modèles phénoménologiques définis directement à 5 dimensions. Ces derniers fournissent un cadre où une analyse systématique des propriétés de basse énergie peut être réalisée : stabilisation de l'échelle électrofaible, rôle du couplage aux modes de Kaluza-Klein, hiérarchie de Yukawa, mélanges dans les spectres et suppression des effets de courants neutres (FCNC). Ont contribué à cette analyse G. Gersdorff avec ses collaborateurs J.A. Cabrer et M. Quiros, ainsi que E. Dudas et J. Parmentier.

Les extensions supersymétriques du modèle standard sont le foyer d'investigations sur la matière noire et l'inflation, sujet apparenté à la cosmologie. De nombreux modèles supersymétriques de basse énergie ont été élaborés dans l'équipe, caractérisés par de grandes masses des scalaires stabilisés (régime dit de haute stabilisation) ou par une hiérarchie inversée (E. Dudas, G. Gersdorff, A. Linde, K. Olive, S. Pokorski et autres collaborateurs). Ces modèles sont potentiellement intéressants pour leurs applications en matière noire. Dans l'un de ceux-ci (E. Dudas, Y. Mambrini et S. Pokorski), une raie monochromatique dans la désintégration des candidats de matière noire est une signature potentiellement observable (p. ex. dans l'expérience FERMI).

IV. Applications cosmologiques

J. Modifications de la gravité et groupe de renormalisation. Un problème majeur est celui de la constante cosmologique, qui appartient aujourd'hui au domaine de l'infrarouge et dont la connexion avec une théorie microscopique des interactions pourrait se faire via le groupe de renormalisation. Cette idée est soutenue par le fait que la constante de Newton est elle-même sensible à des effets de groupe de renormalisation, produisant des modifications de la gravité. Dans une théorie de cordes, l'implémentation de ces modifications peut se faire par l'introduction d'un opérateur scalaire non local (S. Patil et collaborateurs), similaire à l'inflaton et apparaissant ici comme un module de cordes.

K. Modèles de cordes ab initio. La théorie des cordes, vue comme une théorie des particules et des interactions, permet de décrire l'évolution cosmologique de l'univers qui résulte de son contenu matériel, lui-même dépendant du temps et à température finie. Le rôle des champs scalaires (et de leur potentielle stabilisation) semble important dans ces approches qui permettent, entre autres, d'aboutir à des successions de transitions de phases définissant des ères cosmologiques distinctes.

Dans une série de travaux, H. Partouche avec F. Bourliot, J. Estes, C. Kounnas, L. Liu, N. Toubas ont étudié les effets de température finie, de flux parcourant l'espace interne et de « flux gravitomagnétiques ». Ceux-ci font apparaître une dualité haute-basse température. Une fois atteinte la température auto-duale, l'univers subit une transition de phase, qui se substitue, en l'évitant, à la singularité initiale. Les modèles décrivent un rebond de l'univers, où se succèdent des ères de pré- et de post-big bang sans singularité de courbure ou de type Hagedorn. Aux temps ultérieurs, l'échelle de brisure spontanée de supersymétrie chute au même rythme que celui de la température et conduit naturellement à une hiérarchie d'échelle par rapport à celle de Planck. Les modules sont stabilisés par les flux et quand la température

de l'univers atteint l'échelle électrofaible et que la transition électrofaible survient, l'univers reprend le cours des scénarios cosmologiques standard.

Dans la même veine d'approche microscopique signalons enfin les travaux de E. Dudas, S. Patil, N. Kitazawa et A. Sagnotti. Là, un phénomène nouveau apparaît dans le comportement d'un champ scalaire qui pourrait se conjuguer à l'inflaton et conduire à l'altération de certains modes du rayonnement de fond. Même si les résultats de l'expérience PLANCK ont posé des limites sévères sur la structure de ce rayonnement, des écarts de ce type méritent d'être confrontés spécifiquement à l'expérience.

Perspectives

Même si beaucoup des questions initiales sont toujours dans l'attente d'une réponse satisfaisante, la théorie des cordes a été à l'origine de développements fascinants et reste aujourd'hui un laboratoire fédérateur entre plusieurs communautés, unique dans le foisonnement d'idées et l'effervescence qu'il a créés. C'est dans cet état d'esprit que se dessinent les perspectives des prochaines années. Une partie de notre activité, celle sur les aspects formels et les études de la gravitation, supergravité, gravité quantique et trous noirs, sera poursuivie et adaptée au contexte international. Dans le sujet des applications holographiques, un rapprochement avec la matière condensée pourrait être envisagé (notamment dans le domaine des atomes froids). Concernant la phénoménologie et la cosmologie, la construction de modèles microscopiques ou macroscopiques reste indispensable à l'une et l'autre de ces disciplines. Cependant, la confirmation des modèles standards des particules (LHC) et de la cosmologie (PLANCK) doit amener à une réflexion profonde sur la physique au delà de ceux-ci, trop longtemps peut-être articulée autour de la supersymétrie.

Annexe 1 : Enseignement

L'équipe intervient dans l'enseignement à l'Ecole Polytechnique et son organisation.

- Guillaume Bossard enseigne en M2 Physique des Hautes Energies et M2 de Physique Théorique.
- Emilian Dudas est PCC à l'Ecole Polytechnique et intervient dans les premières années ainsi qu'en M2 de Physique des Hautes Energies.
- Marios Petropoulos est PCC à l'Ecole Polytechnique et intervient en 2^e et 3^e années et est le représentant du M2 de Physique Théorique à l'Ecole Polytechnique.

Annexe 2 : Collaborations

2.1) Collaborations au niveau national

- LPT Orsay
- IHES Bures-sur-Yvette
- IPhT Gif-sur-Yvette
- LPT ENS Paris
- LMPT Tours
- ENS Lyon
- IPN Lyon
- Université de Clermont-Ferrand

2.2) Collaborations au niveau international

- Université de British Columbia, Vancouver, CA
- Université d'Illinois, Urbana Champaign, USA
- Institute of Physics, Natal, Brésil
- Institute of Physics, Bubhaneswar, Inde
- Indian Institute of Technology, Chennai, Inde
- Imperial College, London, RU
- King's College, London, RU
- Université de Surrey, RU
- Université de Liverpool, RU
- CERN-TH, CH
- AEI Bern, CH
- AEI Potsdam, D
- LMU, Munich, D
- SNS, Pise, I
- Turin University, I
- Rome II University, I
- Patras University, GR
- Ioannina University, GR
- Thessalonique University, GR
- Cyprus University, CY
- Crete University, GR
- Université de Mons Hainaut, B
- Université Libre de Bruxelles, B
- Univ. et l'Institut de Physique Théorique de Varsovie, Pologne
- TMU-Munich, D

- ICTP South American Institute, Sao Paolo, Brésil
- TPI et University of Minnesota, USA
- University of Stanford, USA
- Univ. Autonoma, Madrid, Espagne
- Univ. de Cambridge, UK
- IFIN-HH, Bucarest, Roumanie
- Tokyo Metropolitan Univ, Japon
- ICC, Univ. de Barcelone, Espagne
- Mc Master Univ, Canada
- Univ. de Hawaii, USA
- INFN Padoue, I
- SISSA Trieste, I
- Mc Gill University, CA
- Niels Bohr Institute, Copenhague, Danemark

PUBLICATIONS

Publications dans des revues avec comité de lecture

1. Achucarro A., Gong J. O., Hardeman S., Palma G. A., Patil S. P.
Features of heavy physics in the CMB power spectrum.
Journal of Cosmology and Astroparticle Physics 2011; (1): 030.
2. Achucarro A., Gong J.-O., Hardeman S., Palma G. A., Patil S. P.
Mass hierarchies and nondecoupling in multi-scalar-field dynamics.
Physical Review D 2011; 84(4): 043502.
3. Achucarro A., Atal V., Cespedes S., Gong J. O., Palma G. A., Patil S. P.
Heavy fields, reduced speeds of sound and decoupling during inflation.
Physical Review D 2012; 86(12): 121301.
4. Achucarro A., Gong J.-O., Hardeman S., Palma G. A., Patil S. P.
Effective theories of single field inflation when heavy fields matter.
Journal of High Energy Physics 2012; (5).
5. Aldazabal G., Camara P. G., Rosabal J. A.
Flux algebra, Bianchi identities and Freed-Witten anomalies in F-theory compactifications.
Nuclear Physics B 2009; 814: 21-52.
6. Ambrosetti N., Antoniadis I., Derendinger J. P., Tziveloglou P.
Nonlinear supersymmetry, brane-bulk interactions and super-Higgs without gravity.
Nuclear Physics B 2010; 835(1-2): 75-109.
7. Ambrosetti N., Antoniadis I., Derendinger J. P., Tziveloglou P.
The hypermultiplet with Heisenberg isometry in N=2 global and local supersymmetry.
Journal of High Energy Physics 2011; (6): 139.
8. Anderson B., Gray J., Lukas A., Palti E.
Heterotic line bundle standard models.
Journal of High Energy Physics 2012; (6): 113.
9. Angelantonj C., Condescu C., Dudas E., Lennek M.
Stringy instanton effects in magnetized D-brane models.
Nuclear Physics B 2009; 818(1-2): 52-94.
10. Angelantonj C., Kounnas C., Partouche H., Toumbas N.
Resolution of Hagedorn singularity in superstrings with gravito-magnetic fluxes.
Nuclear Physics B 2009; 809(1-2): 291-307.
11. Angelantonj C., Condescu C., Dudas E., Pradisi G.
Non-perturbative transitions among intersecting-brane vacua.
Journal of High Energy Physics 2011; (7): 123.
12. Antoniadis I., Dudas E., Ghilencea D.M.
Supersymmetric Models with Higher Dimensional Operators.
Journal of High Energy Physics 2008; 3: 045.
13. Antoniadis I., Dudas E., Ghilencea D. M., Tziveloglou P.
MSSM with dimension-five operators (MSSM5).
Nuclear Physics B 2009; 808(1-2): 155-184.
14. Antoniadis I., Derendinger J. P., Maillard T.
Nonlinear N = 2 supersymmetry, effective actions and moduli stabilization.
Nuclear Physics B 2009; 808(1-2): 53-79.

15. Antoniadis I., Boyarsky A., Espahbodi S., Ruchayskiy O., Wells J. D.
Anomaly driven signatures of new invisible physics at the Large Hadron Collider.
Nuclear Physics B 2010; 824(1-2): 296-313.
16. Antoniadis I., Dudas E., Ghilencea D. M., Tziveloglou P.
MSSM Higgs with dimension-six operators.
Nuclear Physics B 2010; 831(1-2): 133-161.
17. Antoniadis I., Dudas E., Ghilencea D. M., Tziveloglou P.
Non-linear MSSM.
Nuclear Physics B 2010; 841(1-2): 157-177.
18. Antoniadis I., Dudas E., Ghilencea D. M., Tziveloglou P.
Beyond the MSSM Higgs with d=6 effective operators.
Nuclear Physics B 2011; 848(1): 1-32.
19. Antoniadis I., Dudas E., Ghilencea D. M.
Goldstino and sgoldstino in microscopic models and the constrained superfields formalism.
Nuclear Physics B 2012; 857(1): 65-84.
20. Antoniadis I., Dudas E., Ghilencea D. M., Tziveloglou P.
Nonlinear supersymmetry and goldstino couplings to the MSSM.
Theoretical and Mathematical Physics 2012; 170(1): 26-38.
21. Armoni A., Israel D., Moraitis G., Niarchos V.
Non-supersymmetric Seiberg duality, orientifold QCD and noncritical strings.
Physical Review D 2008; 77(10): 105009.
22. Armoni A., Giveon A., Israel D., Niarchos V.
Brane dynamics and 3D Seiberg duality on the domain walls of 4D N=1 SYM.
Journal of High Energy Physics 2009; 07: 061.
23. Assel B., Christodoulides K., Faraggi A.E., C. Kounnas, Rizos J.
Exophobic quasi-realistic heterotic string vacua.
Physics Letters B 2010; 683(4-5): 306-313.
24. Assel B., Christodoulides K., Faraggi A. E., Kounnas C., Rizos J.
Classification of heterotic Pati-Salam models.
Nuclear Physics B 2011; 844(3): 365-396.
25. Badziak M., Dudas E., Olechowski M., Pokorski S.
Inverted sfermion mass hierarchy and the Higgs boson mass in the MSSM.
Journal of High Energy Physics 2012; (7): 155.
26. Bakas I., Bourliot F., Luest D., Petropoulos P. M.
Geometric flows in Horava-Lifshitz gravity.
Journal of High Energy Physics 2010; 4: 131.
27. Bakas I., Bourliot F., Luest D., Petropoulos P. M.
The mixmaster universe in Horava-Lifshitz gravity.
Classical and Quantum Gravity 2010; 27(4): 045013.
28. Banerjee, N., de Wit B., Katmadas S.
The Off-Shell 4D/5D Connection.
Journal of High Energy Physics 2012; 12(03): 061.
29. Bardoux Y., Caldarelli M., Charmousis C.
Shaping black holes with free fields.
Journal of High Energy Physics 2012; (5): 055.

- 30.** Bargheer T., Beisert N., Loebbert F., McLoughlin T.
Conformal anomaly for amplitudes in $N=6$ superconformal Chern-Simons theory.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2012; 45(47): 475402.
- 31.** Bernard L., Faraggi A. E., Glasser I., Rizos J., Sonmez H.
String derived exophobic $SU(6) \times SU(2)$ GUTs.
Nuclear Physics B 2013; 868(1): 1-15.
- 32.** Bianchi M. S., Penati S., Romagnoni A., Siani M.
Nonanticommutative $U(1)$ SYM theories: renormalization, fixed points and infrared stability.
Journal of High Energy Physics 2009; 7: 039.
- 33.** Bossard G., Howe P. S., Lindström U., Stelle K. S.
Integral invariants in maximally supersymmetric Yang-Mills theories.
Journal of High Energy Physics 2011; (5): 021.
- 34.** Bossard G., Nicolai H.
Counterterms vs. Dualities.
Journal of High Energy Physics 2011; (8): 074.
- 35.** Bossard G., Katmadas S.
Duality covariant non-BPS first order systems.
Journal of High Energy Physics 2012; (9): 100.
- 36.** Bossard G., Ruef C.
Interacting non-BPS black holes.
General Relativity and gravitation 2012; 44(1): 21-66.
- 37.** Bossard G.
Octonionic black holes.
Journal of High Energy Physics 2012; (5): 113.
- 38.** Bossard G., Howe P. S., Stelle K. S.
Anomalies and divergences in $N=4$ supergravity.
Physics Letters B 2013; 719(4-5): 424-429.
- 39.** Bossard G., Howe P., Stelle K. S.
Invariants and divergences in half-maximal supergravity theories.
Journal of High Energy Physics 2013; 13(07): 117.
- 40.** Bossard G., Katmadas S.
Duality covariant multi-centre black hole systems.
Journal of High Energy Physics 2013; 13(08): 007.
- 41.** Bourliot F., Kounnas C., Partouche H.
Attraction to a radiation-like era in early superstring cosmologies.
Nuclear Physics B 2009 2009; 816(1-2): 227-255.
- 42.** Bourliot F., Estes J., Kounnas C., Partouche H.
Cosmological phases of the string thermal effective potential.
Nuclear Physics B 2010; 830(1-2): 330-373.
- 43.** Bourliot F., Estes J., Petropoulos P. M., Spindel Ph.
Gravitational instantons, self-duality and geometric flows.
Physical Review D 2010; 81(10): 104001.
- 44.** Bourliot F., Estes J., Petropoulos P. M., Spindel Ph.
 G_3 -homogeneous gravitational instantons.
Classical and Quantum Gravity 2010; 27(10): 105007.

- 45.** Burgess C.P., Camara P.G. , de Alwis S. , Giddings S.B. , Maharana A. , Quevedo F., Suruliz K.
Warped Supersymmetry Breaking.
Journal of High Energy Physics 2008; 4: 053.
- 46.** Burgess C. P., Horbatsch M. W., Patil S. P.
Inflating in a trough: single-field effective theory from multiple-field curved valleys.
Journal of High Energy Physics 2013; (1): 133.
- 47.** Cabrer J.A., von Gersdorff G., Quiros M.
Suppressing electroweak precision observables in 5D warped models.
Journal of High Energy Physics 2011; (5): 083.
- 48.** Cabrer J. A., von Gersdorff G., Quiros M.
Warped electroweak breaking without custodial symmetry.
Physics Letters B 2011; 697(3): 208-214.
- 49.** Cabrer J. A., von Gersdorff G., Quiros M.
Improving naturalness in warped models with a heavy Higgs boson.
Physical Review D 2011; 84(3): 035024.
- 50.** Cabrer J. A., von Gersdorff G., Quiros M.
Flavor phenomenology in general 5D warped spaces.
Journal of High Energy Physics 2012; 1: 033.
- 51.** Caldarelli M., Dias O. J. C., Monteiro R., Santos J. E.
Black funnels and droplets in thermal equilibrium.
Journal of High Energy Physics 2011; (5): 013.
- 52.** Caldarelli M., Emparan R., Van Pol B.
Higher-dimensional Rotating Charged Black Holes.
Journal of High Energy Physics 2011; (4): 013.
- 53.** Caldarelli M., Camps J., Gouteraux B., Skenderis K.
AdS/Ricci-Flat correspondence and the Gregory-Laflamme instability.
Physical Review D 2013; 87(6): 061502.
- 54.** Camara P.G., Dudas E.
Multi-instanton and string loop corrections in toroidal orbifold models.
Journal of High Energy Physics 2008; 8: 069.
- 55.** Camara P.G. , Grana M.
No-scale supersymmetry breaking vacua and soft terms with torsion.
Journal of High Energy Physics 2008; 2: 017.
- 56.** Camara P.G. , Dudas E., Maillard T., Pradisi G.
String instantons, fluxes and moduli stabilization.
Nuclear Physics B 2008; 795(1-2): 453-489.
- 57.** Camara P.G. , Marchesano F.
Open string wavefunctions in flux compactifications.
Journal of High Energy Physics 2009; 10: 017.
- 58.** Camara P.G., Condeescu C., Dudas E.
Holomorphic variables in magnetized brane models with continuous Wilson lines.
Journal of High Energy Physics 2010; 4: 029.
- 59.** Camara P.G., Condeescu C., Dudas E., Lennek M.
Non-perturbative vacuum destabilization and D-brane dynamics.
Journal of High Energy Physics 2010; 6: 062.

- 60.** Camara P. G., Dudas E., Palti E.
Massive wavefunctions, proton decay and FCNCs in local F-theory GUTs.
Journal of High Energy Physics 2011; 12: 112.
- 61.** Campoleoni A., Francia D., Mourad J., Sagnotti A.
Unconstrained higher spins of mixed symmetry I. Bose fields.
Nuclear Physics B 2009; 815(3): 289-367.
- 62.** Carlevaro L., Israel D., Petropoulos M.
Double-scaling limit of heterotic bundles and dynamical deformation in CFT.
Nuclear Physics B 2010; 827(3).
- 63.** Carlevaro L., Israel D.
Heterotic resolved conifolds with torsion, from supergravity to CFT.
Journal of High Energy Physics 2010; 1: 083.
- 64.** Carlevaro L., Israel D.
Gauge threshold corrections for N=2 heterotic local models with flux, and mock modular forms.
Journal of High Energy Physics 2013; 3: 049.
- 65.** Casero R., Nunez C., Paredes A.
Elaborations on the String Dual of N=1 SQCD.
Physical Review D 2008; 77(4): 046003.
- 66.** Cassel S., Ghilencea D. M., Kraml S., Lessa A., Ross G. G.
Fine-tuning implications for complementary dark matter and LHC SUSY searches.
Journal of High Energy Physics 2011; (5): 120.
- 67.** Catelin-Jullien T., Kounnas C., Partouche H., Toumbas N.
Thermal/quantum effects and induced superstring cosmologies.
Nuclear Physics B 2008; 797(1-2): 137-178.
- 68.** Catelin-Jullien T., Kounnas C., Partouche H., Toumbas N.
Thermal and quantum superstring cosmologies.
Fortschritte der Physik / Progress of Physics 2008; 56(7-9): 792-799.
- 69.** Catelin-Jullien T., Kounnas C., Partouche H., Toumbas N.
Induced superstring cosmologies and moduli stabilization.
Nuclear Physics B 2009; 820(1-2): 290-316.
- 70.** Cerdeno D.G., Mambrini Y., Romagnoni A.
Gravitino dark matter in hybrid gauge-gravity models.
Journal of High Energy Physics 2009; 11: 113.
- 71.** Conlon J. P., Palti E.
Aspects of flavour and supersymmetry in F-theory GUTs.
Journal of High Energy Physics 2010; 1: 029.
- 72.** Conlon J. P., Goodsell M., Palti E.
One-loop Yukawa Couplings in Local Models.
Journal of High Energy Physics 2010; 10(11): 087.
- 73.** Conlon J. P., Goodsell M., Palti E.
Anomaly mediation in superstring theory.
Fortschritte Der Physik-Progress of Physics 2011; 59(1-2): 5-75.
- 74.** D'Hoker E., Estes J., Gutperle M., Krym D.
Exact Half-BPS Flux Solutions in M-theory II: Global solutions asymptotic to AdS₇ x S⁴.
Journal of High Energy Physics 2008; 08(12): 044.

- 75.** D'Hoker E., Estes J., Gutperle M., Krym D.
Exact half-BPS flux solutions in M-theory III: existence and rigidity of global solutions asymptotic to AdS(4) x S-7.
Journal of High Energy Physics 2009; 9: 067.
- 76.** D'Hoker E., Estes J., Gutperle M., Krym D.
Janus solutions in M-theory.
Journal of High Energy Physics 2009; 6: 018.
- 77.** Dienes K. R., Lennek M., Senechal D., Wasnik V.
Is SUSY Natural?
New Journal of Physics 2008; 10: 085003.
- 78.** Dienes K. R., Lennek M.
Correlation Classes on the Landscape: To What Extent is String Theory Predictive?
Physical Review D 2009; 80(10): 106003.
- 79.** Dudas E., Mambrini Y., Pokorski S., Romagnoni A.
Moduli stabilization with Fayet-Iliopoulos uplift.
Journal of High Energy Physics 2008; 4: 015.
- 80.** Dudas E.
Supersymmetry breaking.
Pramana - Journal of Physics 2009; 72(1): 131-141.
- 81.** Dudas, Palti E.
Froggatt-Nielsen models from E-8 in F-theory GUTs.
Journal of High Energy Physics 2010; 1: 127.
- 82.** Dudas E., Lavignac S., Parmentier J.
A light neutralino in hybrid models of supersymmetry breaking.
Nuclear Physics B 2009; 808(1-2): 237-259.
- 83.** Dudas E., Mambrini Y., Pokorski S., Romagnoni A.
(In)visible Z' and dark matter.
Journal of High Energy Physics 2009; 8: 014.
- 84.** Dudas E., Mambrini Y., Pokorski S., Romagnoni A., Trapletti M.
Gauge vs. Gravity mediation in models with anomalous U(1)'s.
Journal of High Energy Physics 2009; 3: 011.
- 85.** Dudas E., N Kitazawa, Sagnotti A.
On climbing scalars in String Theory.
Physics Letters B 2010; 694(1): 80-88.
- 86.** Dudas E., von Gersdorff G., Parmentier J., Pokorski S.
Flavour in Supersymmetry: horizontal symmetries or wave function renormalization.
Journal of High Energy Physics 2010; (12): 015.
- 87.** Dudas E., Palti E.
On hypercharge flux and exotics in F-theory GUTs.
Journal of High Energy Physics 2010; 9: 013.
- 88.** Dudas E., Lavignac S., Parmentier J.
On messengers and metastability in gauge mediation.
Physics Letters B 2011; 698(2): 162-170.
- 89.** Dudas E., Kitazawa N., Patil S. P., Sagnotti A.
CMB Imprints of a Pre-Inflationary Climbing Phase.
Journal of Cosmology and Astroparticle Physics 2012; (5): 012.

- 90.** Dudas E., Mambrini Y., Mustafayev A., Olive K. A.
Relating the CMSSM and SUGRA models with GUT-scale and super-GUT-scale supersymmetry breaking.
European Physical Journal C 2012; 72(9): 2138.
- 91.** Dudas E., von Gersdorff G.
Universal contributions to scalar masses from five dimensional supergravity.
Journal of High Energy Physics 2012; (10): 100.
- 92.** Dudas E., Mambrini Y., Pokorski S., Romagnoni A.
Extra U(1) as natural source of a monochromatic gamma ray line.
Journal of High Energy Physics 2012; (10): 123.
- 93.** Dudas E., von Gersdorff G., Ghilencea D. M., Lavignac S., Parmentier J.
On non-universal goldstino couplings to matter.
Nuclear Physics B 2012; 855(3): 570-591.
- 94.** Dudas E., Petersson C., Tziveloglou P.
Low scale supersymmetry breaking and its LHC signatures.
Nuclear Physics B 2013; 870(2): 353-383.
- 95.** Emparan R., Harmark T., Niarchos V., Obers N.A.
World-volume effective theory for higher-dimensional black holes.
Physical Review Letters 2009; 102(19): 191301.
- 96.** Emparan R., Harmark T., Niarchos V., Obers N.A.
Essentials of Blackfold Dynamics.
Journal of High Energy Physics 2010; 3: 063.
- 97.** Emparan R., Harmark T., Niarchos V., Obers N.A.
New Horizons for Black Holes and Branes.
Journal of High Energy Physics 2010; 4: 046.
- 98.** Estes J., Kounnas C., Partouche H.
Superstring cosmology for $N(4)=1 \rightarrow 0$ superstring vacua.
Fortschritte der Physik / Progress of Physics 2011; 59(9): 861-895.
- 99.** Estes J., Liu L., Partouche H.
Massless D-strings and moduli stabilization in type I cosmology.
Journal of High Energy Physics 2011; (6): 060.
- 100.** Florakis I., Kounnas C., Partouche H., Toumbas N.
Non-singular string cosmology in a 2d Hybrid model.
Nuclear Physics B 2011; 844(1): 89-114.
- 101.** Fotopoulos A., Petropoulos P.M., Prezas N., Sfetsos K.
Holographic approach to deformations of NS5-brane distributions and exact CFTs.
Journal of High Energy Physics 2008; 2: 087.
- 102.** Giataganas D., Lozano Y., Picos M., Siampos K.
Non-singlet baryons in less supersymmetric backgrounds.
Journal of High Energy Physics 2012; (6): 123.
- 103.** Grimm T. W., Kerstan M., Palti E., Weigand T.
Fluxed instantons and moduli stabilization in type IIB orientifolds and F theory.
Physical Review D 2011; 84(6): 066001.
- 104.** Gursoy U., Kiritsis E.
Exploring improved holographic theories for QCD : Part I.
Journal of High Energy Physics 2008; 2: 032.

- 105.**Gursoy U., Kiritsis E., Nitti F.
Exploring improved holographic theories for QCD : Part II.
Journal of High Energy Physics 2008; 2: 019.
- 106.**Gursoy U.
Deconfinement and Thermodynamics in Improved Holographic QCD.
Nuclear Physics B-Proceedings Supplements 2009; 186: 252-255.
- 107.**Gursoy U., Kiritsis E., Mazzanti L., Nitti F.
Holography and Thermodynamics of 5D dilaton-gravity.
Journal of High Energy Physics 2009; 05: 033.
- 108.**Gursoy U., Kiritsis E., Mazzanti L., Nitti F.
Improved holographic Yang–Mills at finite temperature: Comparison with data.
Nuclear Physics B 2009; 820(1-2): 148-177.
- 109.**Gursoy U., Kiritsis E., Michalogiorgakis G., Nitti F.
Thermal transport and drag force in improved holographic QCD.
Journal of High Energy Physics 2009; 12: 056.
- 110.**Hristov K., Katmadas S., Pozzoli V.
Ungauging black holes and hidden supercharges.
Journal of High Energy Physics 2013; (1): 110.
- 111.**Israel D., Carlevaro L.
Local models of heterotic flux vacua: spacetime and worldsheet aspects.
Fortschritte Der Physik-Progress of Physics 2011; 59(7-8): 716-722.
- 112.**Kiritsis E., Lennek M., Schellekens B.
Free fermion orientifolds.
Journal of High Energy Physics 2009; 02: 030.
- 113.**Kiritsis E., Lennek M., Schellekens B.
SU(5) orientifolds, Yukawa couplings, stringy instantons and proton decay.
Nuclear Physics B 2010; 829(1-2): 298-324.
- 114.**Kiritsis E., Niarchos V.
(Multi)matrix models and interacting clones of Liouville gravity.
Journal of High Energy Physics 2008; 8: 044.
- 115.**Kiritsis E., Schellekens B., Tsulaia M.
Discriminating MSSM families in (free-field) Gepner Orientifolds.
Journal of High Energy Physics 2008; 10: 106.
- 116.**Kiritsis E., Niarchos V.
Interacting string multi-verses and holographic instabilities of massive gravity.
Nuclear Physics B 2009; 812(3): 488-524.
- 117.**Kounnas C., Partouche H.
Instanton transition in thermal and moduli deformed de Sitter cosmology.
Nuclear Physics B 2008; 793(1-2): 131-159.
- 118.**Kounnas C., Partouche H.
Inflationary de Sitter solutions from superstrings.
Nuclear Physics B 2008; 795(1-2): 334-360.
- 119.**Kounnas C., Partouche H., Toumbas N.
S-brane to thermal non-singular string cosmology.
Classical and Quantum Gravity 2012; 29(9): 095014.

- 120.**Kounnas C., Partouche H., Toumbas N.
Thermal duality and non-singular cosmology in d-dimensional superstrings.
Nuclear Physics B 2012; 855(2): 280-307.
- 121.**Leigh R. G., Petkou A. C., Petropoulos P. M.
Holographic three-dimensional fluids with nontrivial vorticity.
Physical Review D 2012; 85(8): 086010.
- 122.**Leigh R. G., Petkou A. C., Petropoulos P.M.
Holographic fluids with vorticity and analogue gravity.
Journal of High Energy Physics 2012; (11): 121.
- 123.**Liu L., Partouche H.
Moduli stabilization in type II Calabi-Yau compactifications at finite temperature.
Journal of High Energy Physics 2012; (11): 079.
- 124.**Lozano Y., Picos M., Sfetsos K., Siampos K.
ABJM baryon stability and Myers effect.
Journal of High Energy Physics 2011; (7): 032.
- 125.**Luest D., Petropoulos P. M.
Comment on superluminality in general relativity.
Classical and Quantum Gravity 2012; 29(8): 085013.
- 126.**Maharana A., Palti E.
Models of particle physics from type II string theory and F-theory: a review.
International Journal of Modern Physics A 2013; 28(5-6): 1330005.
- 127.**Mazzanti L.
7D Randall-Sundrum cosmology, brane-bulk energy exchange and holography.
Physical Review D 2008; 78(6): 066016.
- 128.**Niarchos V.
Seiberg duality in Chern-Simons theories with fundamental and adjoint matter.
Journal of High Energy Physics 2008; 11: 001.
- 129.**Niarchos V.
Phases of higher dimensional black holes.
Modern Physics letters A 2008; 23(31): 2625-2643.
- 130.**Niarchos V.
R-charges, chiral rings and RG flows in supersymmetric Chern-Simons- matter theories.
Journal of High Energy Physics 2009; 05: 054.
- 131.**Niarchos V.
Multi-string theories, massive gravity and the AdS/CFT correspondence.
Fortschritte der Physik / Progress of Physics 2009; 57(5-7): 646-653.
- 132.**Niarchos V.
Hairpin-Branes and Tachyon-Paperclips in Holographic Backgrounds.
Nuclear Physics B 2010; 841(1-2): 268-302.
- 133.**Niarchos V., Siampos K.
M2-M5 blackfold funnels.
Journal of High Energy Physics 2012; (6): 175.
- 134.**Niarchos V., Siampos K.
Entropy of the self-dual string soliton.
Journal of High Energy Physics 2012; (7): 134.

- 135.**Nibbelink S. G., Klevers D., Ploger F., Trapletti M., Vaudrevange P. K. S.
Compact heterotic orbifolds in blow-up.
Journal of High Energy Physics 2008; 4: 060.
- 136.**Nibbelink S. G., Correia F. P., Trapletti M.
Non-Abelian bundles on heterotic non-compact K3 orbifold blowups.
Journal of High Energy Physics 2008; 11: 044.
- 137.**Nibbelink S. G., Heldl J., Ruehle F., Trapletti M., Vaudrevange P.
Heterotic Z(6-II) MSSM orbifolds in blowup.
Journal of High Energy Physics 2009; 3: 005.
- 138.**Nitti F.
Holography and emergent 4D gravity.
Modern Physics letters A 2008; 23(5): 289-303.
- 139.**Palti E.
Wavefunctions and the point of E8 in F-theory.
Journal of High Energy Physics 2012; (7): 065.
- 140.**Palti E.
A note on hypercharge flux, anomalies, and U(1)s in F-theory GUTs.
Physical Review D 2013; 87(8): 085036.
- 141.**Pasquali S., Nitti F., Maggs A.C.
Numerical methods for fluctuation-driven interactions between dielectrics.
Physical Review E 2008; 77(1): 016705.
- 142.**Penati S., Romagnoni A. , Siani M.
A renormalizable $N=1/2$ SYM theory with interacting matter.
Journal of High Energy Physics 2009; 3: 112.
- 143.**Petropoulos P.M.
Non-unimodular reductions and $N=4$ gauged supergravities.
Fortschritte der Physik / Progress of Physics 2008; 56(7-9): 752-760.
- 144.**Petropoulos P.M., Prezas N., Sfetsos K.
Supersymmetric deformations of F1-NS5-branes and their exact CFT description.
Journal of High Energy Physics 2009; 9: 085.
- 145.**Petropoulos P. M., Pozzoli V., Siampos K.
Self-dual gravitational instantons and geometric flows of all Bianchi types.
Classical and Quantum Gravity 2011; 28(24): 245004.
- 146.**Petropoulos P. M., Vanhove P.
Gravitational instantons and quasimodular forms.
Annales Mathématiques Blaise Pascal 2012; 19: 379.
- 147.**Sfetsos K., Siampos K.
Stability issues with baryons in AdS/CFT.
Journal of High Energy Physics 2008; 08: 071.
- 148.**von Gersdorff G.
From Soft Walls to Infrared Branes.
Physical Review D 2010; 82(8): 086010.
- 149.**Zuntz J., Zlosnik T. G., Bourliot F., Ferreira P. G., Starkman G. D.
Vector field models of modified gravity and the dark sector.
Physical Review D 2010; 81(10): 104015.

Articles soumis

- 150.**Carlevaro L.
Heterotic string on a warped Eguchi-Hanson space with line bundles.
2013.
- 151.**Condeescu C., Dudas E.
Kasner solutions, climbing scalars and big-bang singularity.
2013.
- 152.**Dudas E., Heurtier L., Mambrini Y., Zaldivar.
Extra U(1), effective operators, anomalies and dark matter.
2013.
- 153.**Dudas E., Linde A., Mambrini Y., Mustafayev A., Olive K.
Strong Moduli Stabilization and phenomenology.
2012.
- 154.**Dudas E., von Gersdorff G., Pokorski S., Ziegler R.
Linking natural supersymmetry to flavour physics.
2013.
-
- ## Comptes rendus de conférence
- 155.**Bossard G.
Toward the consistency of N=8 supergravity as a quantum field theory.
In: Quantum theory and gravitation, ETH Zurich, Switzerland, 14 - 24 June 2011.
- 156.**Caldarelli M., Leigh R. G., Petkou A. C., Petropoulos P. M., Pozzoli V., Siampos K.
Vorticity in holographic fluids.
In: Proceedings of the Corfu Summer Institute 2011 School and Workshops on Elementary Particle Physics and Gravity September 4-18, 2011 Corfu, Greece
PoS(CORFU2011)076.
- 157.**Condeescu C.
Stringy instantons and magnetized brane models.
In: School and Workshops on Elementary Particle Physics and Gravity, Date: AUG 30-SEP 13, 2009 Corfu Greece Fortschritte der Physik / Progress of Physics 58(7-9): 875-878 (2010).
- 158.**Doikou A., Karaiskos N.
Junction Type Representations of the Temperley-Lieb Algebra and Associated Symmetries.
In: Workshop on the Recent Advances in Quantum Integrable Systems (RAQIS10), Annecy-le-Vieux, France, Jun 15-18, 2010 - Symmetry Integrability and Geometry-Methods and Applications 6: 089 (2010).
- 159.**Dudas E.
Field Theory and the Standard Model.
In: Ecole du CERN, septembre 2011.
- 160.**Dudas E.
Climbing scalars in strings and cosmology.
In: 17th International seminar on high energy physics QUARKS'2012, Yaroslavl, Russie, du 4 au 10 juin 2012.
- 161.**Emparan R., Harmark T., Niarchos V., Obers N.A.
Blackfold approach for higher-dimensional black holes.
In: 49th Cracow School of Theoretical Physics, Zakopane, Poland, May 31-June 10, 2009 Acta Physica Polonica B 40 (12): 3459-3477.
- 162.**Fotopoulos A., Petropoulos P.M., Prezas N., Sfetsos K.
NS5-branes, holography and CFT deformations.

In: School and Workshops on Elementary Particle Physics and Gravity, Date: AUG 30-SEP 13, 2009 Corfu
Greece Fortschritte der Physik - Progress of Physics 58(7-9): 888-892 (2010).

163.Gursoy U.

Deconfinement and Thermodynamics in Improved Holographic QCD.

In: QCD 08, 14th High-Energy Physics International Conference On Quantum ChromoDynamics, Montpellier,
7-12 /07/2008 Nuclear Physics B - Proceedings Supplement 2009 ; 186 : 252-255.

164.Liu L.

Moduli stabilization in early superstring cosmology.

In: 7th International Conference Quantum Theory and Symmetries, Prague, Czech Republic, August 7-13, 2011
Journal of Physics: Conference Series 343 : 012068 DOI: 101088/1742-6596/343/1/012068 (2012).

165.Mazzanti L.

5D dilaton-gravity and gluon plasma thermodynamics.

In: Cargese Summer School in High Energy Physics and Astrophysics, Inst Etudes Sci Cargese, Cargese,
FRANCE, JUN 16-28, 2008 Nuclear Physics B - proceedings supplements 2009; 192-93: 163-165.

166.Partouche H.

Attractions to radiation-like eras in superstring cosmologies.

In: School and Workshops on Elementary Particle Physics and Gravity, Date: AUG 30-SEP 13, 2009 Corfu
Greece Fortschritte der Physik - Progress of Physics 58(7-9): 797-801 (2010).

167.Partouche H.

Non-singular superstring cosmology in two dimensions.

In: 10th Hellenic School and Workshops on Elementary Particle Physics and Gravity", Corfu, Greece,
September 4 - 18, 2010 Fortsch Phys 59:1169 (2011).

168.Partouche H.

Thermal duality and non-singular superstring cosmology.

In: Corfu Summer Institute 2011 "School and Workshops on
Elementary Particle Physics and Gravity" September 4-18, 2011 Corfu, Greece.

169.Partouche H.

Thermal duality and non-singular superstring cosmology.

In: Fourth Southeastern European Workshop

Particle Physics from TeV to Planck Scale - BW2011

Donji Milanovac, Serbia, 28 August - 1 September 2011 Romanian Journal of Physics 57(5-6): 938-949 (2012).

170.Partouche H.

Thermal duality and non-singular superstring cosmologies.

In: 7th International Conference Quantum Theory and Symmetries, Prague, Czech Republic, August 7-13, 2011
Journal of Physics: Conference Series 343 : 012092.

DOI: 101088/1742-6596/343/1/012092 (2012).

171.Petropoulos P.M.

Domain walls and anti-de Sitter vacua in four dimensions.

In: String phenomenology and dynamical vacuum selection, Liverpool University, Liverpool, UK, March 27 - 29
2008

<http://www.maths.liv.ac.uk/TheorPhys/people/staff/tatar/spdvs07/Petropoulos-Liverpool-30pdf>.

172.Petropoulos P.M.

Anti-de Sitter vacua, branes and domain walls.

In: XXVI Workshop on Recent Developments in High-Energy Physics and Cosmology, HSSHEP, Olympia,
Greece, 16 - 19 April 2008

<http://www.inp.demokritos.gr/conferences/HEP2008Olympia/Petropoulos.pdf>.

173.Petropoulos P.M.

Gravitational instantons, Ricci flows and integrable structures.

In: Workshop on Field Theory and Geometric Flows, LMU, Munich, Allemagne, 23 - 28 November 2008.

- 174.**Petropoulos P.M.
Self-duality, gravitational instantons and geometric flows.
In: Centro Ennio de Giorgi-Scuola Normale Superiore, Pisa, Italie, 22 - 26 June 2009.
- 175.**Petropoulos P. M.
Geometric flows and applications.
In: School and Workshops on Elementary Particle Physics and Gravity, Date: AUG 30-SEP 13, 2009 Corfu Greece Fortschritte der Physik - Progress of Physics 58(7-9): 839-845 (2010).
- 176.**Petropoulos P.M.
Geometric flows and gravitational instantons.
In: Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics, AdS4/CFT3 and the holographic states of matter, automne 2010.
- 177.**Petropoulos P.M.
Non-relativistic gravity and geometric flows.
In: Centro di Ricerca Matematica " Ennio De Giorgi ", Ricci Solitons Days in Pisa, Italie, 4 - 8 avril 2011.
- 178.**Petropoulos P. M.
Holographic fluids, vortices and magnetic monopoles.
In: EISA, Summer Institute on Elementary Particle Physics, Corfou, Grèce, 14 - 18 September 2011.
- 179.**Petropoulos P. M.
Holographic fluids, vorticity and analogue gravity.
In: XXX Workshop on Recent Developments in High-Energy Physics and Cosmology, HSSHEP, Ioannina, GR, 5 - 9 avril 2012.
- 180.**Petropoulos P. M.
Vortices, ergodicity and chaos from a holographic perspective.
In: Kounnas-Fest, University of Cyprus, Nicosie, 29 septembre 2012.
- 181.**Petropoulos P. M.
Vortices, Cotton tensor and ergodicity from a holographic perspective.
In: Banff Center, BIRS workshop Holography and applied string theory, 10-16 février 2013.

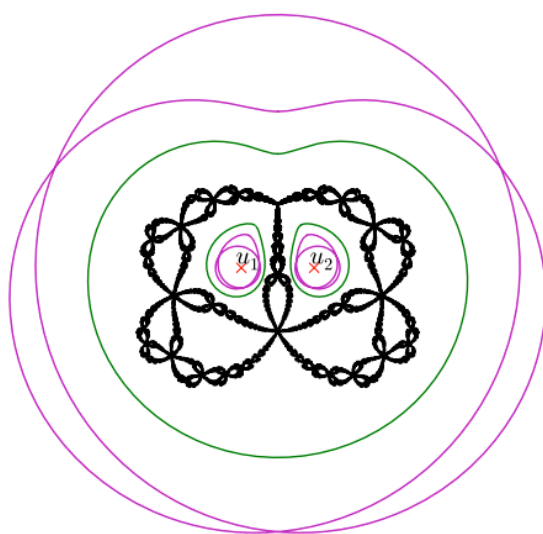
Livres ou sections de livre

- 182.**Partouche H.
Thermal and quantum induced early superstring cosmology. Thèse d'habilitation à diriger des recherches. 2010.

Vulgarisation

- 183.**Petropoulos P.M.
Histoire de la théorie des cordes : des hadrons aux trous noirs, P.M. Petropoulos.
Reflets de la Physique (bulletin de la SFP) 2010; 22: 8.
- 184.**Petropoulos P.M.
Cordes et théories d'unification : l'éther du 20ème siècle.
Reflets de la Physique (bulletin de la SFP) 2012; 30: 12.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE



PHYSIQUE MATHEMATIQUE

La physique mathématique recouvre l'ensemble des résultats mathématiquement rigoureux obtenus en physique et a pour ambition de développer des outils conceptuels nouveaux utiles en physique théorique. Ces outils peuvent aussi renouveler les sources d'inspiration des mathématiciens, comme le montrent les développements issus de la théorie des champs et des cordes. Les méthodes principalement utilisées sont issues de la théorie des champs, de la physique statistique, des équations aux dérivées partielles et de la géométrie différentielle. Ainsi les travaux présentés concernent principalement :

- les systèmes dynamiques et les mesures de Gibbs
- les équations aux dérivées partielles,
- la théorie des champs perturbative et constructive.

SYSTEMES DYNAMIQUES ET PHYSIQUE STATISTIQUE

Inégalités de concentration et applications, mesures de Gibbs, systèmes dynamiques étendus

J.-R. Chazottes, P. Collet

Principaux collaborateurs : S. Gouëzel (Univ. de Rennes), S. Martinez (Univ. du Chili), S. Méléard (CMAP - Ecole Polytechnique), F. Redig (Univ. de Delft – Pays-Bas), J. San Martin (Univ. du Chili)

Nous avons utilisé les inégalités de concentration pour estimer la vitesse de relaxation vers l'équilibre de systèmes de particules (par ex. pour le processus d'exclusion symétrique). Nous avons démontré des inégalités de concentration optimales pour une vaste classe de systèmes dynamiques non uniformément hyperboliques.

Nous avons démontré la convergence des mesures de Gibbs pour des potentiels à portée finie, en dimension 1, quand la température tend vers 0. Nous sommes capables de caractériser la limite. Toujours en dimension 1, nous avons démontré un résultat négatif : il existe des potentiels décroissant exponentiellement vite tels que la suite des mesures de Gibbs associée ne converge pas (alors qu'il n'y a jamais transition de phase). En dimension plus grande que 3, nous avons exhibé une classe de potentiels de portée finie telle que la famille des états d'équilibre associée ne converge pas. Ce résultat surprenant s'appuie sur de nouvelles idées de dynamique symbolique multidimensionnelle.

Nous avons démontré que le nombre de visites des boules pour une classe de systèmes dynamiques non-uniformément hyperboliques, convenablement normalisé, suit approximativement une loi de Poisson, avec un contrôle de l'approximation pour un ensemble de centres de mesure tendant vers 1 lorsque le rayon des boules tend vers 0. La classe de systèmes considérée contient notamment l'attracteur de Hénon.

Nous avons étudié la conjecture de Gromov sur la croissance exponentielle du nombre de triangulations (tétraédrisation) de la boule 3d en fonction du nombre de tétraèdres. Nous avons montré que toute triangulation pouvait se construire en termes de noyaux qui sont des triangulations dont tous les nœuds sont externes et dont toutes les faces internes ont au moins deux liens internes. La conjecture de Gromov suivrait d'une borne exponentielle sur le

nombre d'atomes (travail soumis à CMP).

Nous avons publié un ouvrage "Quasi-Stationary Distributions Markov Chains, Diffusions & Dynamical Systems" qui fait le point sur un certain nombre de sujets dans le domaine des distributions quasi stationnaires (série "Probability and Its Applications", Springer).

Nous avons publié un article sur la détermination du module d'Young complexe dans une barre visco-élastique en fonction de la fréquence. Notre méthode permet en particulier une correction du bruit.

Nous avons montré l'existence de mesures quasi stationnaires pour un modèle de chémostat de Monod individu centré. Nous avons aussi obtenu des propriétés de régularité. La question de l'unicité reste ouverte. L'un des intérêts de ce modèle est qu'il combine un aspect discret : les individus (bactéries) avec un aspect continu : le nutriment. Stochastic models for a chemostat and long time behavior, Journal of Applied Probability, à paraître).

Nous avons étudié un modèle individu centré de reproduction sexuée avec mutation. Nous avons pu montrer la convergence en grande population vers un modèle de substitution de traits qui converge vers une équation canonique de dynamique adaptative dans la limite des petites mutations.

Références : 23,24,26,29,30,32;27,28,31;33,25;39

Champs aléatoires, équations stochastiques

Ph. Mounaix

Principaux collaborateurs : A. Banerjee (IIT Kanpur, Inde), J. L. Lebowitz (Rutgers Univ. USA), S. Majumdar (LPTMS, Orsay), W.-M. Wang (Cergy-Pontoise)

La concentration des réalisations à grande norme L^2 d'un champ aléatoire gaussien dans un domaine borné présente des analogies avec le modèle sphérique du ferromagnétisme. La connexion entre le modèle sphérique et le gaz parfait de Bose suggère alors la possibilité d'interpréter la concentration des réalisations à grande norme L^2 comme une condensation de Bose-Einstein. Nous avons déterminé les critères de condensation en fonction de la dimension de l'espace et du comportement infrarouge de la covariance du champ. Dans la phase condensée nous avons prouvé l'existence d'un condensat « anormal » non gaussien en plus du condensat « normal » gaussien. En 1D, nous avons réalisé une analyse détaillée du condensat anormal et nous avons montré la nature gaussienne du condensat à la transition normal/anormal mais avec des fluctuations anormalement grandes.

Nous avons étudié l'approche vers l'équilibre pour l'équation de Schrödinger non linéaire stochastique avec cut-off ultraviolet sur un tore à d dimensions. Lorsque l'hamiltonien est convexe, nous avons prouvé l'approche exponentielle vers la mesure de Gibbs aussi bien dans le cas focalisant que défocalisant. Quand la mesure de Lebowitz-Rose-Speer (LRS) existe, nous avons montré que la contrainte sur l'hamiltonien peut être remplacée par la contrainte sur la norme L^2 considérée par LRS. Ceci nous a permis de prouver l'approche exponentielle vers la mesure LRS (quand elle existe). Notre méthode est basée sur l'utilisation d'outils supersymétriques (complexe de Witten) qui permettent d'établir l'existence d'un trou spectral uniforme vis-à-vis de la fréquence de coupure pour l'opérateur non auto-adjoint de Fokker-Planck qui gouverne l'évolution temporelle de la mesure associée

à la dynamique stochastique. Ce résultat permet d'envisager de faire tendre la fréquence de coupure vers l'infini et de généraliser à l'équation de Schrödinger non linéaire stochastique sans cut-off ultraviolet.

Référence : 76,77,75,64

Systèmes intégrables

A. Ramani.

Principaux collaborateurs : B. Grammaticos (Univ. Paris XI), A. S. Carstea (I.P.N.E. – Bucarest – Roumanie), R. Willox, (Tokyo U., Japon)

Deux axes principaux : équations de Painlevé discrètes et automates cellulaires. Les équations de Painlevé discrètes sont des systèmes discrets intégrables qui ont pour limite continue une équation de Painlevé. Leur classification a été obtenue en terme de groupes de Weyl affines. Toutes les équations de Painlevé discrètes connues peuvent être associées à un des groupes de Weyl affines partant du groupe exceptionnel $W(E_8^{(1)})$ et en considérant toutes ses formes dégénérées. D'ailleurs, une bien meilleure définition d'une équation de Painlevé discrète, sans référence à sa limite continue, pourrait être donnée à l'aide des groupes de Weyl affines. En conséquence il existe une infinité d'équations distinctes associées à chacun des groupes de Weyl affine, sauf pour les quatre dégénérescences de codimension sept. Parmi cette infinité d'équations il existe déjà des nombreux exemples intéressants qui ont fait leur apparition dans la littérature. Leur interprétation géométrique et leurs relations avec d'autres équations précédemment étudiées ont fait l'objet de plusieurs publications. Outre leur classification, notre étude des équations de Painlevé discrètes a aussi porté sur d'autres propriétés telles que solutions spéciales, formes bilinéaires, et leurs relations avec des équations aux différences partielles dont elles sont les réductions.

Par ailleurs nous avons poursuivi l'étude d'automates cellulaires qui sont les analogues des systèmes intégrables discrets. Quoique simplifiés à l'extrême, ces systèmes peuvent avoir des comportements étonnamment riches. En particulier, nous avons étudié les solutions solitoniques de l'équation de sine-Gordon ultradiscrete et nous avons montré que ces solitons peuvent interagir de façon élastique (ce qui était prévu) mais aussi de façon inélastique (ce qui est surprenant). Dans le régime inélastique un soliton peut, à la suite d'une interaction, devenir plus long ou plus court que son état initial. Nous avons pu expliquer ce comportement totalement inhabituel grâce à la relation, que nous avons découverte récemment, entre les formes discrètes de l'équation de sine-Gordon et de l'équation de KdV. Nous avons introduit pour la description de la dynamique de KdV, une nouvelle notion, l'oïston, ce qui nous a permis non seulement d'expliquer l'habillage des solitons de sine-Gordon mais aussi le fait que ce processus a une capacité finie (en parfait accord avec les résultats des simulations).

Le domaine des systèmes intégrables discrets est très loin d'avoir été épuisé. Les équations de Painlevé discrètes, leur interprétation géométrique et l'étude de leurs propriétés feront l'objet des travaux à venir. Le domaine des équations ultra-discrètes est lui aussi en pleine expansion et nous ne sommes sûrement pas au bout des surprises que nous réserve la dynamique de ces équations d'évolution pourtant si simplifiées.

Dans le domaine de la modélisation de phénomènes biologiques l'activité s'est poursuivie. Un problème particulièrement curieux concerne un système prédateur-proie où on constate une variation périodique du nombre de prédateurs à nombre de proies constant ce qui

paraît *a priori* paradoxal. Comme précédemment, ces travaux ont en commun l'étude du même problème sous trois modalités différentes, comme systèmes différentiels, comme systèmes aux différences, où le temps est traité comme évoluant par pas finis, et comme systèmes ultra-discrets (automates cellulaires).

Références : 89,90,115;53,58,100,107;17,91,106

THEORIE DES CHAMPS

Théorie des perturbations et groupe de renormalisation

Ch. Kopper

Principaux collaborateurs : V. F. Müller (Univ. Kaiserslautern - Allemagne), R. Guida (CEA Saclay), S. Hollands, (Univ. Leipzig- Allemagne)

Les travaux suivants font partie d'un programme qui a pour but d'établir la théorie de la renormalisation dans son intégralité et de façon rigoureuse à partir des équations du groupe de renormalisation de Wilson-Wegner-Polchinski. Nous avons terminé la preuve de la renormalisabilité de la théorie Yang-Mills SU(2) dans ce schéma. La difficulté réside dans la démonstration du rétablissement des identités de Slavnov-Taylor de la théorie, nécessairement brisées par le régulateur à partir duquel le flot du groupe de renormalisation est défini (avec V.F. Müller). Pour des théories chirales abéliennes, où la symétrie de jauge est brisée par les corrections quantiques, nous avons mis en évidence la relation entre anomalie et divergences infrarouges. On a établi une preuve à tous les ordres en perturbations pour l'absence d'anomalies en théorie abélienne sous conditions que celles-ci sont absentes au niveau d'une boucle (avec B. Lévêque, doctorant au CPHT).

Nous avons établi des bornes précises dans l'espace des moments pour des théories avec particules de masse nulle. Elles montrent que le comportement des fonctions de Schwinger connexes est donné (en bornes) par celui des diagrammes sans boucles (à des corrections logarithmiques près), à condition de généraliser légèrement la notion de diagrammes en arbre admissibles. Ce travail implique une analyse rigoureuse du problème des moments exceptionnels en théorie des champs de masse nulle (avec R. Guida).

En utilisant des bornes à grands ordres en théorie des perturbations établies précédemment, nous avons démontré un résultat plutôt inattendu en théorie des champs : le développement en produits d'opérateurs introduit par Wilson pour analyser le comportement à courte distance, converge en théorie perturbative (pour la théorie scalaire massive). C'est un des rares résultats mathématiques concernant ce développement qui montre que son statut mathématique est meilleur que ce qu'on avait pensé (avec S. Hollands).

Dans la suite du programme nous envisageons une preuve d'absence d'anomalies dans le modèle standard à tous les ordres en perturbations, un élargissement du résultat concernant le développement en produits d'opérateurs vers d'autres théories, et l'analyse des équations du flot au-delà du régime perturbatif.

Références: 61,108,60,56

Théorie des champs constructive

J. Magnen

Principaux collaborateurs : Vincent Rivasseau (LPT- Paris-Sud), J. Unterberger (Univ. de Nancy)

Nous avons proposé des développements en amas dans lesquels chaque terme est caractérisé par un arbre perturbatif. Ces développements sont à échelle fixée, mais le but est de simplifier les développements multi-échelles utilisés pour mettre en œuvre le groupe de renormalisation.

Nous avons défini un modèle non commutatif, renormalisable et invariant par translation (contrairement au modèle de Grosse et Wulkenhaar). Les théories des champs sur un groupe (group field theories) sont des modèles étudiés dans le cadre de la quantification de la gravité ; ce sont des généralisations des théories non-commutatives. Nous avons donné des bornes sur les diagrammes perturbatifs de certains de ces modèles. Nous avons également proposé des modèles linéarisés qui permettent d'étudier les aspects perturbatifs des théories sur un groupe.

Le mouvement brownien fractionnaire (moins régulier que le mouvement brownien) pourrait permettre d'étendre l'utilisation du calcul stochastique à des phénomènes peu réguliers. Nous avons construit une mesure (proposée par J. Unterberger) sur les chemins browniens fractionnaires ; elle ouvre la voie à l'extension du calcul de Malliavin. Cette construction repose sur un développement multi-échelles et constitue une synthèse réussie de deux domaines (des mathématiques et de la physique mathématique) jusqu'ici disjoints.

Références : 54,55,67,62,66,68,69

R. Sénéor

Un livre sur la théorie des champs, sous le titre: « From classical to quantum field » est soumis à l'éditeur (850 pages ; auteurs *Laurent Beaulieu, Jean Iliopoulos, Roland Sénéor*).

Roland Sénéor est co-inventeur d'un brevet lié à la détection de mines anti-personnelles.

Référence : 126

Modèles de tenseurs aléatoires

R. Gurau

Principaux collaborateurs : T. Krajewski (CPT, Marseille), V. Rivasseau (LPT-Paris-Sud), J. Ryan (AEI, Berlin), G. Schaeffer (LIX, Polytechnique), A. Tanasa (LIPN, Univ Paris 13)

Les modèles de matrices aléatoires ont été introduits par 't Hooft dans le but d'étudier l'interaction forte. Ils se sont révélés comme un outil puissant de la physique théorique moderne, avec des applications aussi bien en mathématique (étude des courbes algébriques, théorie des probabilités libres, hypothèse de Riemann, etc.) qu'en physique (étude des surfaces aléatoires, théories conformes, gravité quantique à 2 dimensions, etc.). Les modèles de matrices aléatoires fournissent une théorie canonique des surfaces aléatoires. Les modèles des tenseurs aléatoires généralisent les modèles des matrices aléatoires à dimensions plus grands. Ainsi ils constituent le bon cadre pour l'étude des espaces aléatoires et sont pertinents pour l'étude de ces questions en dimension élevée. On a démontré avec J. Ryan que la phase

dominante de tels modèles est une phase polymère branchée et on a montré que le développement en $1/N$ de tels modèles peut être effectué au sens constructif (en donnant une solution au problème des divergences de la série perturbative). Deux projets qui concernent l'étude des ordres sousdominants sont près d'aboutir (avec G. Schaeffer, et avec V. Rivasseau et S. Dartois)

Références : 106-109

Matrices de tresse et intrications quantiques

A. Chakrabarti

On a étudié certaines classes d'intrications quantiques engendrées par les intrications topologiques apportées par l'action de certaines classes de matrices de tresse. Les fonctions elliptiques des matrices "8-vertex" engendrent ainsi intrications quantiques à doubles périodes. Une classe de "spin-chain" est construite à partir d'une nouvelle classe de $SO(N)$ matrices de tresse obtenue avant par A. Chakrabarti. Les variations (avec N) de l'entropie d'intrication dans l'évolution, dans le temps, de ces chaînes sont présentées. Intrications périodiques, de trois états de spin, dans un champ magnétique, ont aussi été étudiées.

Références : 20,22,19,21

Courbes et surfaces conjuguées

André Katz

L'étude de la conjugaison homocinétique des surfaces, en vue d'applications aux engrenages à axes croisés de types hypoïdes et globiques a été poursuivie. L'approche "post-gaussienne" qui a permis de traiter complètement les cas planaire et sphérique bute ici sur un gros obstacle: l'équation de glissement, qui en 2d est une équation différentielle devient en 3d une équation aux dérivées partielles globalement inabordable. On a cependant réussi à calculer la différence des courbures normales des deux profils, qui fournit un contrôle local suffisamment intelligible. Ensuite on a développé une machinerie de "déportement" qui permet de suivre la déformation de la surface d'action attaché à un profil, quand on déplace le pivot du profil conjugué. On a ainsi obtenu une description assez directe et très instructive des vis sans fin. L'extension de cette approche aux cas hypoïdes et globiques est en cours.

Références : 121-125

Annexe 1 : Enseignement

Parmi les chercheurs de l'équipe physique mathématique, Christoph Kopper est enseignant titulaire de l'Ecole polytechnique à plein temps et vice-président de l'enseignement au département de physique, il enseigne en mécanique quantique, physique statistique, relativité et mécanique analytique et en théorie des champs. Jean-René Chazottes est enseignant titulaire à mi-temps au département de mathématiques appliqués, il enseigne en théorie des probabilités et en systèmes dynamiques, en particulier dans le domaine de la biophysique. Pierre Collet et Razvan Gurau enseignent au niveau M2 en systèmes dynamiques et en théorie des champs. Roland Sénéor donne des cours de soutien aux élèves étrangers de l'Ecole polytechnique. Plusieurs membres de l'équipe ont enseigné lors de diverses écoles d'été.

Annexe 2 : Collaborations nationales et internationales

Le groupe de physique mathématique travaille en collaboration permanente avec de nombreux chercheurs d'autres laboratoires : des laboratoires d'informatique et de mathématiques appliquées de l'Ecole polytechnique ; des universités Paris-Sud, Paris XII et XIII, Nancy, Rennes et du CEA Saclay ; des universités du Chili, de Delft, Leipzig, Rutgers et Tokyo, de l'institut Max-Planck de Golm (Albert-Einstein-Institute), et du Perimeter institute (Waterloo, Canada).

PUBLICATIONS

Publications dans des revues avec comité de lecture

- 1 Abdesselam B., Chakrabarti A.
A New eight vertex model and higher dimensional, multiparameter generalizations.
Journal of Mathematical Physics 2008; 49: 053301.
- 2 Abdesselam B., Chakrabarti A., Dobrev V.K., Mihov S.G.
Exotic bialgebra from 9×9 unitary braid matrices.
Physics of Atomic Nuclei 2011; 74(6): 824-831.
- 3 Abdesselam B., Chakrabarti A.
Multiparameter Statistical Models from $N^2 \times N^2$ Braid Matrices: Explicit Eigenvalues of Transfer Matrices Tr, Spin Chains, Factorizable Scatterings for All N.
Advances in Mathematical Physics 2012: ID 193190.
- 4 Baratin A., Dittrich B., Oriti D., Tambornino J.
Non-commutative flux representation for loop quantum gravity.
Classical and Quantum Gravity 2011; 28(17): 175011.
- 5 Baratin A., Girelli F., Oriti D.
Diffeomorphisms in group field theories.
Physical Review D 2011; 83(10): 104051.
- 6 Baratin A., Oriti D., Tambornino J.
Quantum simplicial geometry in the group field theory formalism: reconsidering the Barrett-Crane model.
New Journal of Physics 2011; 13: 125011.
- 7 Baratin A., Oriti D.
Group field theory and simplicial gravity path integrals: A model for Holst-Plebanski gravity.
Physical Review D 2012; 85(4): 044003.
- 8 Ben Geloun J., Krajewski T., Magnen J., Rivasseau V.
Linearized group field theory and power-counting theorems.
Classical and Quantum Gravity 2010; 27(15): 155012.
- 9 Ben Geloun J., Magnen J., Rivasseau V.
Bosonic colored group field theory.
European Physical Journal C 2010; 70(4): 1119-1130.
- 10 Bernu B., Delyon F., Holzmann M., Baguet L.
Hartree-Fock phase diagram of the two-dimensional electron gas.
Physical Review B 2011; 84(11): 115115.
- 11 Billionnet C.
Resonances attached to the singularities of the function coupling two simple systems to a field.
International Journal of Modern Physics A 2008; 23(7): 1039-1054.
- 12 Billionnet C.
Resonances for a hydrogenic system or a harmonic oscillator strongly coupled to a field.
International Journal of Modern Physics A 2008; 23(20): 3095-3112.
- 13 Billionnet C.
On the consequences of the fact that atomic levels have a certain width.
International Journal of Modern Physics A 2010; 25(9): 1951-1956.
- 14 Bonnanno C., Chazottes J. R., Collet P.
Estimates of Kolmogorov complexity in approximating Cantor sets.

Nonlinearity 2011; 24(2): 459-479.

15 Carinci G., Chazottes J.-R., Giardina C., Redig F.
Nonconventional averages along arithmetic progressions and lattice spin systems.
Indagationes Mathematicae-New Series 2012; 23(3): 589-602.

16 Carstea A. S., Grammaticos B., Ramani A.
Deautonomizing integrable non-QRT mappings.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(48): 485207.

17 Carstea A. S., Ramani A., Grammaticos B.
Proteomic signals in simple transcriptional cascades.
Chaos, Solitons and Fractals 2009; 41(4): 1823-1827.

18 Cattiaux P., Collet P., Lambert A., Martinez S., Méléard S., San Martin J.
Quasi-stationarity distributions and diffusion models in population dynamics.
Annals of Probability 2009; 37(5): 1926-1969.

19 Chakrabarti A.
Entangled states, Lorentz transformations, spin-precession in magnetic fields.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(24): 245205.

20 Chakrabarti A., Chakraborti A., Jedidi A.
Quantum entanglement: the unitary 8-vertex braid matrix with imaginary rapidity.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2010; 43(48): 1-9.

21 Chakrabarti A., Chakraborti A.
Entangled three-particle states in magnetic field: Periodic correlations and density matrices.
Indian Journal of Physics 2012; 86: 791-800.

22 Chakrabarti A., Chakraborti A., Hidalgo E. G.
New classes of spin chains from $(S(O)_{\text{over-cap}}((q))(N), S(p)_{\text{over-cap}}((q))(N))$ Temperley-Lieb algebras: Data transmission and (q, N) parametrized entanglement entropies.
Journal of Mathematical Physics 2013; 54(1): 013517.

23 Chazottes J. R., Collet P., Redig F.
Coupling, concentration inequalities and stochastic dynamics.
Journal of Mathematical Physics 2008; 49: 125214.

24 Chazottes J. R., Collet P., Redig F., Verbitskiy E.
A concentration inequality for interval maps with an indifferent fixed point.
Ergodic Theory & Dynamical Systems 2009; 29(4): 1097-1117.

25 Chazottes J. R., Coelho Z., Collet P.
Poisson processes for subsystems of finite type in symbolic dynammics.
Stochastics and Dynamics 2009; 9(3): 393-422.

26 Chazottes J. R., Redig F.
Concentration inequalities for Markov processes via coupling.
Electronic Journal of Probability 2009; 14: 1162-1180.

27 Chazottes J. R., Hochman M.
On the Zero-Temperature Limit of Gibbs States.
Communications in Mathematical Physics 2010; 297(1): 265-281.

28 Chazottes J. R., Gambaudo J. M., Ugalde E.
Zero-temperature limit of one-dimensional Gibbs states via renormalization: the case of locally constant potentials.
Ergodic Theory and Dynamical Systems 2011; 31: 1109-1161.

- 29 Chazottes J. R., Redig F., Völlering F.
The Poincaré inequality for Markov random fields proved via disagreement percolation.
Indagationes Mathematicae - New series 2011; 22(3-4): 149-164.
- 30 Chazottes J. R., Maldonado C.
Concentration bounds for entropy estimation in one-dimensional Gibbs measures.
Nonlinearity 2011; 24(8): 2371-2381.
- 31 Chazottes J. R., Gambaudo J.M., Hochman M., Ugalde E.
On the finite-dimensional marginals of shift-invariant measures.
Ergodic Theory & Dynamical Systems 2012; 32: 1485-1500.
- 32 Chazottes J. R., Gouezel S.
Optimal Concentration Inequalities for Dynamical Systems.
Communications in Mathematical Physics 2012; 316(3): 843-889.
- 33 Chazottes J. R., Collet P.
Poisson approximation for the number of visits to balls in non-uniformly hyperbolic dynamical systems.
Ergodic Theory & Dynamical Systems 2013; 33(1): 49-80.
- 34 Collet P., Martinez S.
Asymptotic velocity of one dimensional diffusions with periodic drift.
Journal of Mathematical Biology 2008; 56(6): 765-792.
- 35 Collet P., Galves A., Leonardi F.
Random perturbations of stochastic processes with unbounded variable length memory.
Electronic Journal of Probability 2008; 13: 1345-1361.
- 36 Collet P., Giardinà C., Redig F.
Matching with shift for one dimensional Gibbs measures.
Annals of applied probability 2009; 19: 1581-1602.
- 37 Collet P., Eckman J.P.
A Model of Heat Conduction.
Communications in Mathematical Physics 2009; 287(3): 1015-1038.
- 38 Collet P., Eckmann J. P., Mejia-Monasterio C.
Superdiffusive heat transport in a class of deterministic one-dimensional many-particle Lorentz gases.
Journal of Statistical Physics 2009; 136(2): 331-347.
- 39 Collet P., Galves A.
Chains of Infinite Order, Chains with Memory of Variable Length, and Maps of the Interval.
Journal of Statistical Physics 2012; 149(1): 73-85.
- 40 Collet P., Gary G., Lundberg B.
Noise-corrected estimation of complex modulus in accord with causality and thermodynamics: application to an impact test.
Journal of Applied Mechanics - Transactions of the ASME 2013; 80(1): 011018.
- 41 Collet P., De Coninck J., Drouiche K., Dunlop F.
From substrate disorder to contact angle hysteresis, and back.
Colloid and Polymer Science 2013; 291(2): 291-298.
- 42 Collet P., Méléard S., Metz J. A. J.
A rigorous model study of the adaptative dynamics of Mendelian diploids.
Journal of Mathematical Biology 2013; 67: 569-607.
- 43 Disertori M., Magnen J., Rivasseau V.
Parametric Cutoffs for Interacting Fermi Liquids.
Annales Henri Poincaré 2013; 14(4): 925-945.

- 44 Grammaticos B, Ramani A., Tamizhmani K. M., Tamizhmani T., Carstea A. S.
Do all integrable equations satisfy integrability criteria?
Advances in Difference Equations 2008; 317520.
- 45 Grammaticos B., Halburd R.G., Ramani A., Viallet C.M.
How to detect the integrability of discrete systems.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(45): 454002.
- 46 Grammaticos B., Ramani A., Tamizhmani T.
Investigating the integrability of the Lyness mappings.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(45): 454009.
- 47 Grammaticos B., Ramani A.
Singularity Confinement Property for the (Non-Autonomous) Adler-Bobenko-Suris Integrable Lattice Equations.
Letters in Mathematical Physics 2010; 92(1): 33-45.
- 48 Grammaticos B., Ramani A., Willox R.
Folding Transformations and Hky Mappings.
Journal of Nonlinear Mathematical Physics 2011; 18(1): 75-85.
- 49 Grammaticos B, Ramani A., Scimiterna C., Willox R.
Miura transformations and the various guises of integrable lattice equations.
Journal of Physics a-Mathematical and Theoretical 2011; 44(15): 152004.
- 50 Grammaticos B., Ramani A., Tamizhmani K. M.
Mappings of Hirota-Kimura-Yahagi type can have periodic coefficients too.
Journal of Physics a-Mathematical and Theoretical 2011; 44(1): 015206.
- 51 Grammaticos B., Ramani A., Tamizhmani K. M., Willox R.
On Quispel-Roberts-Thompson extensions and integrable correspondences.
Journal of Mathematical Physics 2011; 52(5): 053508.
- 52 Grammaticos B., Ramani A., Satsuma J., Willox R.
Discretising the Painleve equations a la Hirota-Mickens.
Journal of Mathematical Physics 2012; 53(2): 023506.
- 53 Grammaticos B., Ramani A., Willox R.
A sine-Gordon cellular automaton and its exotic solitons.
Journal of Physics a-Mathematical and Theoretical 2013; 46(14): 145204.
- 54 Gurau R., Magnen J., Rivasseau V.
Tree quantum field theory.
Annales Henri Poincaré 2009; 10(5): 867-892.
- 55 Gurau R., Magnen J., Rivasseau V., Tanasa A.
A translation-invariant renormalizable non-commutative scalar model.
Communications in Mathematical Physics 2009; 287(1): 275-290.
- 56 Hollands S., Kopper C.
The operator product expansion converges in perturbative field theory.
Communications in Mathematical Physics 2012; 313(1): 257-290.
- 57 Hüller S., Porzio A.
Order statistics and extreme properties of spatially smoothed laser beams in laser-plasma interaction.
Laser and Particle Beams 2010; 28(3): 463-477.
- 58 Joshi N., Lafortune S, Ramani A.
Hirota bilinear formalism and ultra-discrete singularity analysis.
Nonlinearity 2009; 22(4): 871-887.

- 59 Kopper C., Mueller V. F.
Renormalization of spontaneously broken SU(2) Yang-Mills theory with flow equations.
Reviews in Mathematical Physics 2009; 21(6): 781-820.
- 60 Kopper C.
On the local Borel transform of Perturbation Theory.
Communications in Mathematical Physics 2010; 295(3): 669-699.
- 61 Kopper C., Lévêque B.
Regularized path integrals and anomalies: U(1) chiral gauge theory.
Journal of Mathematical Physics 2012; 53: 022305.
- 62 Krajewski T., Magnen J., Rivasseau V., Tanasa A., Vitale P.
Quantum corrections in the group field theory formulation of the Engle-Pereira-Rovelli-Livine and Freidel-Krasnov models.
Physical Review D 2010; 82(12): 124069.
- 63 Krajewski T., Rivasseau V., Tanasa A., Wang Z.T.
Topological graph polynomials and quantum field theory Part I: heat kernel theories.
Journal of Noncommutative Geometry 2010; 4(1): 29-82.
- 64 Lebowitz J. L., Mounaix Ph., Wang W. M.
Approach to equilibrium for the stochastic NLS.
Communications in Mathematical Physics 2010; 321: 69.
- 65 Lundberg B., Collet P.
Optimal wave with respect to efficiency in percussive drilling with integral drill steel.
International Journal of Impact Engineering 2010; 37(8): 901-906.
- 66 Magnen J., Noui K., Rivasseau V., Smerlak M.
Scaling behaviour of three-dimensional group field theory.
Classical and Quantum Gravity 2009; 26: 185012.
- 67 Magnen J., Rivasseau V., Tanasa A.
Translation-invariant renormalizable non-commutative scalar model.
EPL 2009; 86(1): 11001.
- 68 Magnen J., Rivasseau V., Tanasa A.
Commutative limit of a renormalizable noncommutative model.
EPL 2009; 86(1): 11001.
- 69 Magnen J., Unterberger J.
From constructive field theory to fractional stochastic calculus. (I) An introduction : rough path theory and perturbative heuristics.
Annales Henri Poincaré 2011; 12(6): 1199-1226.
- 70 Magnen J., Unterberger J.
From Constructive Field Theory to Fractional Stochastic Calculus. (II) Constructive Proof of Convergence for the Levy Area of Fractional Brownian Motion with Hurst Index α is an element of $(1/8, 1/4)$.
Annales Henri Poincaré 2012; 13(2): 209-270.
- 71 Maldonado C.
Fluctuation Bounds for Chaos Plus Noise in Dynamical Systems.
Journal of Statistical Physics 2012; 148(3): 548-564.
- 72 Mimura N., Isojima S., Murata M., Satsuma J., Ramani A., Grammaticos B.
Do ultradiscrete systems with parity variables satisfy the singularity confinement criterion?
Journal of Mathematical Physics 2012; 53(2): 023510.

- 73 Mimura N., Satsuma J., Ramani A., Grammaticos B.
Linearisable ultradiscrete systems with sign variables and the confinement of singularities.
Journal of Mathematical Physics 2013; 54(2): 023504.
- 74 Mounaix Ph., Collet P., Lebowitz J. L.
Erratum : propagation effects on the breakdown of a linear amplifier model : complex-mass Schrödinger equation driven by the square of a Gaussian field [Commun. Math. Phys. 264, 741 (2006)].
Communications in Mathematical Physics 2008; 280(3): 281.
- 75 Mounaix Ph., Collet P.
Note on the transition to intermittency for the exponential of the square of a Steinhaus series.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(16): 165207.
- 76 Mounaix Ph., Collet P.
Wave localization does not affect the breakdown of a Schrödinger-type amplifier driven by the square of a gaussian field.
Journal of Statistical Physics 2010; 139(3): 466-477.
- 77 Mounaix Ph., Collet P., Lebowitz J. L.
Nonequilibrium stationary state of a truncated stochastic nonlinear Schrödinger equation: formulation and mean-field approximation.,
Physical Review E 2010; 81: 031109.
- 78 Mounaix P., Collet P.
Linear Amplifier Breakdown and Concentration Properties of a Gaussian Field Given that its $L(2)$ -Norm is Large.
Journal of Statistical Physics 2011; 143(1): 139-147.
- 79 Mounaix P., Majumdar S. N., Banerjee A.
Bose-Einstein condensation of a Gaussian random field in the thermodynamic limit.
Journal of Physics a-Mathematical and Theoretical 2012; 45(11): 115002.
- 80 Murata M., Satsuma J., Ramani A., Grammaticos B.
How to discretize differential systems in a systematic way.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2010; 43(31): 315203.
- 81 Murata M., Satsuma J., Ramani A., Grammaticos B.
Discretising systematically the Painleve equations.
Physica D-Nonlinear Phenomena 2011; 240(3): 305-309.
- 82 Nagoya H., Grammaticos B., Ramani A.
Quantum Painleve Equations: from Continuous to Discrete and Back.
Regular & Chaotic Dynamics 2008; 13(5): 417-423.
- 83 Nagoya H., Grammaticos B., Ramani A.
Quantum Painleve Equations: from Continuous to Discrete.
Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications 2008; 4: 051.
- 84 Porzio A., Hüller S.
Extremal properties for weakly correlated random variables arising in Speckle patterns.
Journal of Statistical Physics 2010; 138(6): 1010-1044.
- 85 Ramani A., Grammaticos B., Satsuma J., Willox R.
Discretization-induced delays and their role in the dynamics.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2008; 41(20): 205204.
- 86 Ramani A., Grammaticos B., Willox R.
Contiguity relations for discrete and ultradiscrete Painleve equations.
Journal of Nonlinear Mathematical Physics 2008; 15(4): 353-364.

- 87 Ramani A., Grammaticos B., Willox R.
Bilinearization and solutions of the KdV6 equation.
Analysis and Applications 2008; 6(4): 401-412.
- 88 Ramani A., Grammaticos B., Satsuma J., Willox R.
On two (not so) new integrable partial difference equations.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(28): 282002.
- 89 Ramani A., Carstea A. S., Grammaticos B.
On the non-autonomous form of the Q(4) mapping and its relation to elliptic Painleve equations.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(32): 322003.
- 90 Ramani A., Grammaticos B.
The number of discrete Painleve equations is infinite.
Physics Letters A 2009; 373(34): 3028-3031.
- 91 Ramani A., Grammaticos B., Satsuma J.
Modelling the dynamics of nonendemic epidemics.
Chaos, Solitons and Fractals 2009; 40(1): 491-496
- 92 Ramani A., Nagoya H., Grammaticos B., Tamizhmani T.
Folding transformations for quantum Painleve equations.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(9): 095211.
- 93 Ramani A., Grammaticos B., Joshi N.
Second-degree discrete Painleve equations conceal first-degree ones.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2010; 43(17): 175207.
- 94 Ramani A., Grammaticos B., Tamizhmani K. M.
From discrete Painleve equations to mappings with periodic coefficients and back.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2010; 43(48): 485202.
- 95 Ramani A., Grammaticos B., Satsuma J., Mimura N.
Linearisable QRT mappings.
Journal of Physics A 2011; 44: 425201.
- 96 Ramani A., Grammaticos B., Willox R.
Generalized QRT mappings with periodic coefficients.
Nonlinearity 2011; 24(1): 113-126.
- 97 Ramani A., Grammaticos B., Satsuma J.
On the explicit integration of a class of linearizable mappings.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2012; 45(36): 365202.
- 98 Ramani A., Grammaticos B., Tamizhmani K. M., Tamizhmani T.
Higher linearizable mappings and their explicit integration.
Journal of Physics a-Mathematical and Theoretical 2013; 46(6): 065201.
- 99 Rose H. A., Mounaix P.
Diffraction-controlled backscattering threshold and application to Raman gap.
Physics of Plasmas 2011; 18(4): 042109.
- 100 Satsuma J., Ramani A., Grammaticos B.
A KdV cellular automaton without integers.
Contemporary Mathematics 2012; 580: 135.
- 101 Scimiterna C., Grammaticos B., Ramani A.
On two integrable lattice equations and their interpretation.
Journal of Physics a-Mathematical and Theoretical 2011; 44(3): 032002.

102 Tanasa A.
Parametric representation of a translation-invariant renormalizable noncommutative model.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(36): 365208.

103 Tanasa A.
Translation-invariant noncommutative renormalization.
Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications 2010; 6: 047.

104 Tanasa A.
Algebraic structures in quantum gravity.
Classical and Quantum Gravity 2010; 27(9): 095008.

105 Tanasa A., Vitale P.
Curing the UV/IR mixing for field theories with translation-invariant star products.
Physical Review D 2010; 81(6): 065008.

106 Willox R., Ramani A., Grammaticos B.
A discrete-time model for cryptic oscillations in predator-prey systems.
Physica D 2009; 238(22): 2238-2245.

107 Willox R., Nakata Y., Satsuma J., Ramani A., Grammaticos B.
Solving the ultradiscrete KdV equation.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2010; 43(48): 482003.

Articles soumis

108 Dartois S., Gurau R., Rivasseau V.
Double Scaling in Tensor Models with a Quartic Interaction.
Accepté pour publication dans JHEP.
arXiv:1307.5281 [hep-th].

109 Gurau R., Ryan J. P.
Melons are branched polymers.
Soumis aux Annales Henri Poincaré.
arXiv:1302.4386 [math-ph].

110 Gurau R.
The $1/N$ Expansion of Tensor Models Beyond Perturbation Theory.
Accepté pour publication par CMP.
arXiv:1304.2666 [math-ph].

111 Gurau R., Schaeffer G.
Regular colored graphs of positive degree.
arXiv:1307.5279 [math.CO].

Comptes rendus de conférence

112 Guida R., Kopper C.
All-order uniform momentum bounds for the massless f_4 theory in four dimensional Euclidean space.
In: Talk given by RG at the Oberwolfach workshop "The Renormalization Group", March 13th - March 19th, 2011.

113 Mimura N., Isojima S., Murata M., Satsuma J., Grammaticos B., Ramani A.
Ultra-discrete equations and singularity confinement test for integrability.
In: Report of RIAM Symposium 22AO-S8: 23.

114 Tamizhmani K.M., Ramani A., Grammaticos B, Tamizhmani T.
Painlevé equations: from continuous to discrete.

Proceedings of the National Academy of Sciences India Section A.
Physical Sciences 2008; 78A(2): 85-104.

Livres ou section de livres

115 Chazottes J. R., Bowen R. Equilibrium states and the ergodic theory of Anosov diffeomorphisms. - 2nd ed. - Springer, 2008.

116 Chazottes J. R., Keller G.
Pressure and equilibrium states. 26 pages.
In. Encyclopedia of Complexity and Systems Science (Ergodic Theory) / R. A. Meyers (ed). - Springer, 2009.

117 Chazottes J. R., Ugalde E.
On the preservation of Gibbsianness under symbol amalgamation. p 72-97.
In. Entropy of Hidden Markov Processes and Connections to Dynamical Systems. - Cambridge Univ Press, 2011. (LMS Lecture Note ; 385).

118 Chazottes J. R.
Fluctuations of observables in dynamical systems: from limit theorems to concentration inequalities. 42 pages.
In. Nonlinear dynamics: new directions / edited by A.C.J. Luo and V. Afraimovich - Springer/HEP, in press 2013.

119 Collet P., Martinez S, San Martin J. Quasi-stationary distributions : Markov chains, diffusions and dynamical Systems. - Springer, 2013.- 280 p. - (Probability and Its Applications). 978-3-642-33131-2, 2013.

120 Grammaticos B., Ramani A.
Painlevé equations: continuous, discrete and ultradiscrete. p 50.
In. Symmetries and Integrability for Difference Equations / D Levi, P Olver, Z Thomova, P Winternitz, editors. - Cambridge Univ. Press, 2011.

Brevets

121 Katz, André, Closed system rotary machine.
US7520738 délivré le 21 avril 2009

122 Katz, André, Thoothed member and a corresponding locus.
US7849758 délivré le 14 décembre 2010

123 Katz, André, Machine tournante à capsulisme.
CA2497491 délivré le 20 décembre 2011

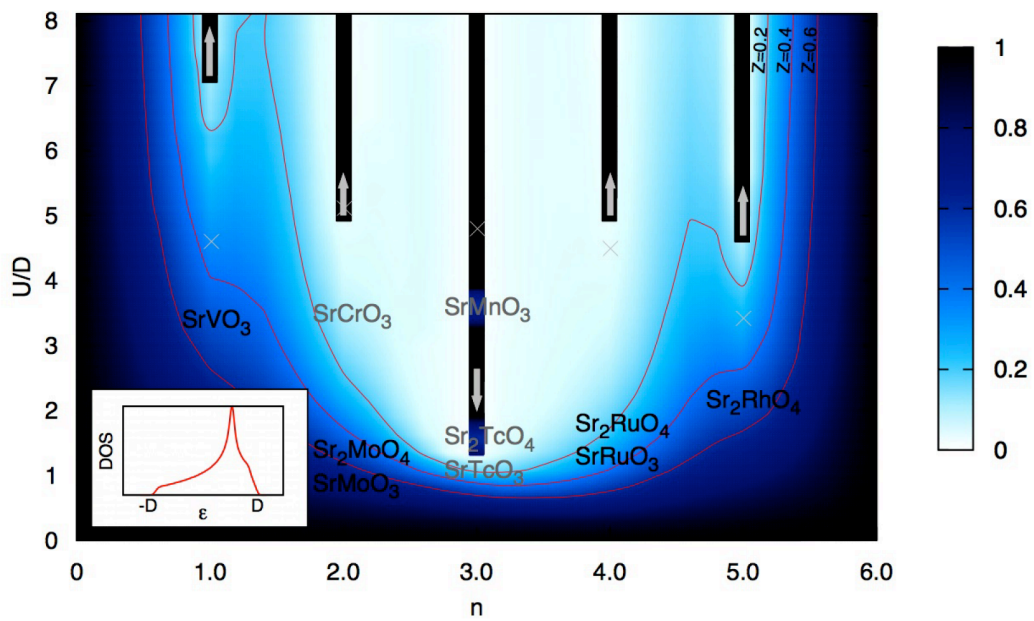
124 Katz, André, Organe denté et engrenage s'y rapportant.
CA2559388 délivré le 22 mai 2012

125 Katz, André (titre japonais)
JP4952942 délivré le 13 juin 2012

(Nota Ces 5 brevets sont les versions étrangères correspondant aux brevets français déposés par le CNRS et l'Ecole polytechnique en 2002 pour US7520738 et CA2497491, et par le CNRS en 2004 pour US7849758, CA2559388 et JP4952942).

126 Claude Chekroun, Amesys et Ecole Polytechnique ,
Dispositif pour détecter des objets tels que des mines.
FR1156098 délivré le 6 juillet 2011

MATIERE CONDENSEE



PHYSIQUE DE LA MATIERE CONDENSEE

L'équipe de physique de la matière condensée comporte actuellement 22 membres :
6 doctorants, 10 post-doctorants et cinq membres permanents:

[Silke Biermann](#) (Professeure chargée de cours à l'Ecole Polytechnique),

[Michel Ferrero](#) (CR2, CNRS) :

[Antoine Georges](#) (Professeur au Collège de France et à l'Ecole Polytechnique)

[Karyn Le Hur](#) (DR2 – CNRS et Professeure chargée de cours à l'Ecole Polytechnique)⁷

[Leonid Pourovskii](#) (Ingénieur de Recherche, Ecole Polytechnique)

(ainsi que Francois Delyon, CR CNRS, rattaché à l'équipe).

Les activités de recherche des membres de l'équipe ont pour cadre général la physique théorique de la matière condensée. Ces recherches couvrent un large spectre : systèmes quantiques en interaction, matériaux à fortes corrélations électroniques, propriétés électroniques de nano-systèmes, gaz d'atomes ultra-froids, interfaces avec l'optique et l'information quantique. *Nous donnons ci-dessous une description non-exhaustive de quelques grandes lignes et principaux résultats.*

1.1 Systèmes quantiques en interaction : modèles, méthodes, algorithmes.

Notre équipe de recherche est très activement impliquée dans les développements méthodologiques permettant d'aborder le problème difficile des systèmes fermioniques en interaction. Nous utilisons et développons une vaste gamme d'outils, tant analytiques (théorie des champs, bosonisation, groupe de renormalisation perturbatif et fonctionnel, variables « esclaves ») que numériques pour aborder ces problèmes. Au cours des vingt dernières années, la « théorie du champ moyen dynamique » (en abrégé DMFT pour « Dynamical Mean-Field Theory ») a permis des avancées notables. Une partie importante de nos travaux méthodologiques est consacrée à des extensions de cette méthode, soit pour en étendre le domaine d'applicabilité, soit pour en dépasser les limitations.

1.2 Modélisation des Cuprates Supraconducteurs

Les travaux menés par M. Ferrero et al. sur la *modélisation des cuprates supraconducteurs* illustrent bien cette dernière direction de recherche. Les corrélations magnétiques dans ces matériaux sont prises en compte en étendant l'approche DMFT à une « molécule » constituée d'un petit groupe de sites couplé de manière auto-cohérente à son environnement (« cluster-DMFT »). La principale conclusion est que le dopage d'un isolant de Mott bidimensionnel suit une voie originale, dans laquelle les quasiparticules se développent sélectivement dans les régions diagonales (« nodales ») de la zone de Brillouin. Les « antinœuds » développent quant à eux un « pseudogap », conséquence de la formation de singulets de courte portée. Ce pseudogap se manifeste dans ces calculs par l'apparition d'une transition de Mott sélective en impulsion. Ces conclusions sont en bon accord avec les observations expérimentales sur les cuprates, et permettent par exemple de décrire la formation d'arcs de Fermi et le comportement de la conductivité inter-plans (Ferrero et al. 2010).

¹. Karyn Le Hur a rejoint le CPHT depuis janvier 2012. Affiliation précédente : Yale University. Seuls les articles publiés à partir de 2012 sont inclus dans cette liste. Certaines autres publications antérieures sont citées en notes dans le texte (publications 2-8 en note).

Une autre approche théorique développée dans l'équipe pour l'étude des cuprates mais aussi d'autres matériaux comme le graphène est celle du groupe de renormalisation fonctionnelle² (Wu et al., 2013).

2.1 Matériaux à fortes corrélations électroniques : structure électronique (méthodes).

Les matériaux à fortes corrélations électroniques, dans lesquels les électrons « hésitent » entre un comportement itinérant et un comportement localisé sont caractérisés par l'échec des descriptions en termes de fonctions d'ondes de particules indépendantes. C'est le cas des métaux de transition (couches 3d, 4d, 5d) et surtout de leurs oxydes, des composés de terres rares et d'actinides (couches 4f et 5f), et de nombreux solides moléculaires. Les calculs de structure électronique pour ces matériaux ne peuvent se contenter du cadre de la théorie de la fonctionnelle de densité dans l'approximation LDA. Notre équipe poursuit donc le développement de *méthodes nouvelles permettant le calcul de la structure électronique des matériaux corrélés*. On peut citer en particulier :

i) Le développement des approches combinant la méthode DMFT avec les calculs de structure électronique utilisant la théorie de la fonctionnelle de densité pour l'étude réaliste de matériaux fortement corrélés (LDA+DMFT). Nous avons effectué la première implémentation de cette approche utilisant une méthode de structure électronique de haute précision : celle des ondes planes augmentées (FLAPW, code Wien2k). Nous construisons des fonctions de Wannier qui permettent de marier l'intuition du chimiste et les méthodes quantitatives de la physique. Notre implémentation utilise de plus – dans le cadre d'une étroite collaboration avec O. Parcollet (IPhT, CEA-Saclay) – tous les avantages des algorithmes de Monte Carlo quantique en temps continu, qui ont permis des progrès remarquables dans la solution du problème local qui est au cœur de la méthode DMFT. Cette implémentation est intégrée dans *la librairie numérique open-source « TRIQS »* (« Tools for Research on Interacting Quantum Systems »), développée par Olivier Parcollet (IPhT-CEA-Saclay) et, dans notre équipe, par Michel Ferrero et également Leonid Prourovskii. La première diffusion publique sur le web a eu lieu en 2011 (<http://ipht.cea.fr/triqs>) et plusieurs sessions de formation ont été organisées, au niveau international (Bariloche, école ALPS /ANDES en 2011 ; ETH en 2012).

ii) Le développement de méthodes permettant le calcul de l'interaction de Coulomb écrantée, à partir des premiers principes, à partir de la seule donnée de la structure atomique du matériau considéré : *méthodes GW et « RPA avec contrainte »*. Ces méthodes ont fait l'objet de la thèse récemment soutenue par L. Vaugier sous la direction de S. Biermann (Vaugier, 2012) et s'inscrit aussi dans le cadre d'une collaboration avec l'équipe de Hong Jiang (Beijing).

iii) Enfin, des progrès récents ont été effectués, qui lient les approches GW/RPA aux approches DMFT (*GW+DMFT*) par S. Biermann et ses collaborateurs : une méthode unifiée intégrant le calcul de l'écrantage et des effets à N corps induits par les termes d'interactions locaux (et non-locaux!) a été mise en place, avec application à des systèmes bidimensionnels triangulaires d'atomes adsorbés sur des surfaces de Si(111) ainsi qu'à l'oxyde ternaire SrVO₃ (Hansmann et al., 2013 ; Tomczak et al., 2012).

² K. Le Hur and T. Maurice Rice, Annals of Physics 324, 1452-1515 (2009).

2.2 Matériaux à fortes corrélations électroniques : propriétés physiques et fonctionnalités.

Les matériaux à fortes corrélations électroniques présentent une remarquable variété de comportements physiques. On peut citer: des supraconducteurs à haute température critique (cuprates), des composés à magnétorésistance colossale (manganites), des composés ayant une transition métal-isolant (vanadates, nickelates). Autant de propriétés dont on peut espérer exploiter les fonctionnalités électroniques. Notre équipe poursuit des recherches visant à comprendre ces propriétés au plan fondamental. Voici quelques exemples :

i- Corrélations électroniques induites par le couplage de Hund.

Certains matériaux, comme les oxydes de métaux de transition de la couche 4d (ruthénates) ou les composés supraconducteurs du fer (pnictures et chalcogénures) présentent des effets de fortes corrélations électroniques (grande masse effective, faible intensité du pic de Drude) sans pour autant être proches d'une transition métal-isolant de Mott. Les travaux de plusieurs équipes suggèrent que le responsable de ces corrélations est le couplage de Hund (échange intra-atomique).

Un ensemble de travaux a été réalisé dans notre équipe dans ce domaine. Mravlje et al. (2011) ont par exemple montré l'importance du couplage de Hund pour la physique des ruthénates (collaboration avec Rutgers). Une collaboration avec L. de' Medici (2012 - LPS-Orsay) a permis de dégager une description générale : le couplage de Hund a en général deux effets antagonistes – celui d'éloigner le système de la transition de Mott mais en même temps d'abaisser l'échelle de cohérence électronique de la phase métallique. Cette description générale conduit à une systématique permettant de comprendre les grandes tendances dans la famille des oxydes de métaux de transition. Un article de revue (Georges et al., 2012) a été publié sur ce sujet. Le couplage de Hund induit par ailleurs un comportement qui dévie fortement de celui d'un liquide de Fermi, à température et énergie intermédiaires, avec une self-énergie en loi de puissance. Ce type de comportement, découvert par le groupe de Columbia pour un modèle, a été établi pour la première fois dans notre équipe pour un matériau réel (BaAs_2Fe_2) par S. Biermann et collaborateurs (Werner et al., 2012).

ii- Matériaux à fort couplage spin-orbite, isolants topologiques et sujets reliés

La physique des matériaux à forts couplages spin-orbite a connu un développement spectaculaire ces dernières années, à la suite des travaux sur les isolants topologiques. L'une des questions intéressantes et largement ouvertes est l'effet des interactions sur ces systèmes K. Le Hur a, sur ce sujet, effectué des travaux précurseurs, analytiques et numériques⁹ (Wu et al. 2012 ; Cocks et al. 2012 ; Petrescu et al. 2012 ; Liu et al. 2013), ainsi que sur des applications possibles en spintronique (Garate et al. 2012).

Parmi les oxydes de métaux de transition, les iridates sont des matériaux particulièrement intéressants pour aborder cette physique, et l'objet de nombreux travaux actuels. S. Biermann et ses collaborateurs ont montré que le couplage spin-orbite conduit à une levée complète de la dégénérescence orbitale dans Sr_2IrO_4 ce qui permet d'expliquer que ce matériau est un

³ Stephan Rachel and Karyn Le Hur, Phys. Rev. B 82, 075106 (2010)

isolant de Mott (Martins et al., 2011) alors que le composé isostructural et isoélectronique Sr_2RhO_4 est un métal. La physique des iridates et des composés reliés se développe vite dans l'équipe actuellement (thèse de T. Liu codirigée par K. Le Hur et B. Doucot – LPTHE, voir Liu et al., arXiv :1307.4597 en relation avec des nouvelles phases topologiques dans les systèmes corrélés).

La physique du couplage spin-orbite et des isolants topologiques est aussi pertinente pour la physique des atomes froids (D. Cocks et al. 2012 ; P. Orth, et al 2013) ainsi que pour de nouveaux systèmes de QED en cavité ; en particulier, A. Petrescu effectue sa thèse de doctorat sur ce sujet et des expériences sont en cours dans le groupe de A. Houck à Princeton (A. Petrescu et al., 2012) - voir section ci-dessous.

iii- Propriétés physiques des composés supraconducteurs du fer

Notre équipe a mené des recherches sur les propriétés physiques et la structure des composés supraconducteurs du fer (pnictures et chalcogénures) depuis leur découverte en 2008 par Hosono et al. Nous participons à une ANR sur le sujet (coordonnée par F. Albenque – CEA-SPEC). Par ailleurs, la thèse en cotutelle d'A. van Roekeghem (codirigée par S. Biermann et H. Ding (IOP-CAS Beijing)) s'inscrit dans cette direction. Parmi les résultats récents de S. Biermann et collaborateurs, on peut citer :(i) L'explication d'une réduction des effets des corrélations dans le BaFe_2As_2 sous substitution Ru, en collaboration avec le groupe de photoémission du LPS Orsay (Brouet et al. 2010), (ii) le calcul des spectres de photoémission résolus en impulsion pour le $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ (Werner et al. 2012, Brouet et al. 2013), ou encore (iii) une étude expérimentale et théorique du BaCo_2As_2 (Xu et al. 2012) menée en collaboration avec le groupe de Pékin.

iv- Le fer sous pressions géophysiques.

Le fer est le principal composant du noyau central de la terre, où il est soumis à une pression d'environ 300GPa et à une température d'environ 6000 degrés Kelvin. Les propriétés physiques et les phases du fer dans ces conditions extrêmes sont l'objet de nombreuses recherches et discussions et représentent un enjeu important en géophysique. De plus, les phases du fer sous pressions plus modérées présentent un couplage des propriétés structurales et magnétiques qui lui non plus n'est pas encore bien compris. La phase ferromagnétique α laisse par exemple place à la phase ϵ , de structure hcp, au dessus de 12GPa. La structure, les propriétés et – fait remarquable – la supraconductivité de cette phase ϵ constituent des enjeux théoriques importants. Un travail récent de L. Pourovskii et ses collaborateurs de l'Université de Linköping (Suède), en partenariat avec des travaux expérimentaux menés à l'Université de Bayreuth (Allemagne) a montré qu'une transition électronique liée à un changement topologique de la surface de Fermi survient à 40GPa (Glazyrin et al., 2012). Ces mêmes théoriciens ont également montré dans un second travail que parmi les trois phases possibles pour la structure du fer dans le noyau terrestre, l'une d'entre elle (bcc) devrait posséder des moments magnétiques locaux (Pourovskii et al., 2012). Ces prédictions pourraient avoir des conséquences importantes pour les propriétés physiques du noyau terrestre. L.Pourovskii a également travaillé sur l'effet des hautes pressions sur certains composés de fermions lourds et montre l'existence d'une transition orbitale entre deux niveaux de champs cristallins dans CeCu_2Si_2 et autres matériaux similaires (Pourovskii et al., 2013).

3. Interfaces Optique Quantique et Matière condensée, Nano-systèmes.

3.1 Atomes Ultra-Froids

Les développements expérimentaux des ces dix dernières années dans le domaine des gaz atomiques ultra-froids permettent aujourd'hui de réaliser de véritables « *solides artificiels* » constitués par des atomes piégés dans un potentiel lumineux périodique (réseau optique). Ces nouveaux systèmes permettent d'explorer la physique des fortes corrélations quantiques avec un degré de contrôle et dans des régimes jusqu'alors inaccessibles. Ces études se sont beaucoup développées avec en particulier l'observation de la transition de Mott d'atomes bosoniques (2002), et plus récemment, du régime de Mott d'atomes fermioniques (équipes de T. Esslinger à l'ETH et de I. Bloch à Mainz, puis Garching/Munich). Notre équipe mène des travaux dans ce domaine depuis une dizaine d'années, dont certains s'inscrivent dans le contexte de collaborations avec des groupes expérimentaux (LKB-ENS, ETH, Cambridge). Parmi les principales directions de recherche poursuivies, on peut citer :

- i- La recherche de *nouvelles méthodes de refroidissement*, question particulièrement importante pour le cas des atomes fermioniques, où les températures atteintes sont encore trop hautes. Une méthode prometteuse de refroidissement par création de zones de faible entropie en centre de piège a par exemple été proposée (Bernier et al., 2009, De Leo et al 2011).
- ii- La recherche de *nouvelles méthodes spectroscopiques* permettant de sonder les excitations de ces systèmes. Un analogue de la photoémission par spectroscopie radiofréquence ou Raman résolue en impulsion a par exemple été proposé en 2007 par Dao et al. et réalisé expérimentalement dans l'équipe de D. Jin à Boulder (voir Bernier et al, 2010).
- iii- L'étude des *propriétés hors d'équilibre de ces systèmes* : ce domaine ouvre les portes d'une physique bien différente des effets qu'il est possible de sonder en physique des solides, puisqu'on peut avoir ici des système isolés et des perturbations de grande amplitude mais bien contrôlées. Voir par exemple : Bernier et al. 2011 ; Orth, et al. 2013. Cette thématique rejoint celle de la section 2.5.
- iv- La réalisation de *champs de jauge artificiels et nouvelles phases topologiques*. Ce domaine est en très forte émergence et regroupe à la fois théoriciens et expérimentateurs. Pour des publications récentes, voir Cocks et al., 2012, Orth et al. 2013 et aussi Petrescu et al., 2012 ; Petrescu et al. 2013.

3.2 Electrodynamique quantique en cavité

Par ailleurs, l'arrivée de Karyn Le Hur au CPHT apporte à notre équipe une ouverture vers d'autres directions à l'interface entre matière condensée et optique quantique, comme l'étude des *interactions cohérentes entre atomes et modes quantiques du rayonnement en cavité*. De nouvelles thématiques émergent comme la possibilité de réaliser une phase superfluide de la lumière dans des systèmes de circuit-QED¹⁰ Des expériences sont en cours dans le groupe de Andrew Houck à Princeton et une revue par Houck, Tureci et Koch est apparue à Nature Physics (2012). Dans ces mêmes dispositifs, des phases topologiques peuvent être réalisées¹¹

⁴ Jens Koch and Karyn Le Hur, Phys. Rev. A **80**, 023811 (2009)

⁵ J. Koch, A. Houck, K. Le Hur et S. M. Girvin PRA Phys. Rev. A **82**, 043811 (2010)

⁶ C. Mora and K. Le Hur, Nature Physics **6**, 697 (2010)

⁷ H. Steinberg, G. Barak, A. Yacoby, L. N. Pfeiffer, K. W. West, B. I. Halperin and K. Le Hur, Nature Physics **4**, 116 (2008).

⁸ K. Le Hur, Annals of Physics **323**, 2208 (2008).

(Petrescu et al., 2012). Récemment, K. Le Hur (2012) a mis en évidence un nouveau phénomène de résonance Kondo micro-onde de la lumière dans d'autres circuits supraconducteurs qui peut être réalisé expérimentalement. De nombreuses questions concernant ces systèmes sont en cours d'étude, comme l'influence de la dissipation par exemple (Nataf et al., 2012) ou la généralisation de méthodes stochastiques aux problèmes en cavité QED (thèse de L. Henriët, postdoctorat de Z. Ristivojevic).

3.3 Propriétés électroniques des nano-systèmes

Les travaux de K. Le Hur dans ce domaine abordent principalement des questions liées à la description des *systèmes quantiques hors d'équilibre*. Une approche effective d'équilibre utilisant des opérateurs de diffusion de Lippmann-Schwinger a été élaborée (Dutt et al., 2011 et Dutt, et al. 2013), ainsi qu'une nouvelle méthode stochastique pour étudier les problèmes d'impuretés quantiques soumis à des perturbations dépendant du temps (Orth et al., 2012). En collaboration avec Christophe Mora au LPA-ENS, K. Le Hur s'est aussi intéressée à la physique à N corps et Kondo émergente dans les circuits RC quantiques à basse fréquence⁶ (voir aussi Filippone et al 2013, Dutt et al 2013) réalisés au LPA et poursuit l'étude de l'effet des interactions dans les systèmes quantiques hors d'équilibre en collaboration avec Z. Ristivojevic (postdoc au CPHT). En collaboration avec C.-H. Chung, G. Finkelstein, M. Vojta et P. Woelfle, K. Le Hur a étudié les transitions de phase hors-équilibre dans des systèmes Kondo (C.-H. Chung et al. 2013). Des expériences récentes dans le groupe de G. Finkelstein à Duke ont été publiées à Nature ainsi que dans le groupe de Frédéric Pierre au LPN Marcoussis. Karyn Le Hur est aussi une experte des systèmes mesoscopiques unidimensionnels, voir par exemple collaboration avec le groupe d'Amir Yacoby et Bert Halperin à Harvard⁷

3.4 Information quantique

Les méthodes de l'information quantique peuvent être utiles dans le domaine de la physique des systèmes quantiques en interaction. Un concept central est celui de « l'intrication » et sa caractérisation quantitative : l'état quantique de deux objets ne peut être décrit en traitant ces objets de manière indépendante, même lorsqu'ils sont loin l'un de l'autre. Les travaux récents de K. Le Hur ont proposé la notion de « *fluctuations bipartites* » *comme sonde de l'intrication* dans les systèmes en interaction (revue : Song et al., 2012) ou pour détecter les transitions de phase quantiques (S. Rachel et al. 2012). D'autres travaux portent sur l'intrication entre un bit quantique et son environnement dissipatif (Nataf et al. 2012), qui constitue un problème important dans le contexte de l'élaboration possible d'un ordinateur quantique⁸.

Annexe 1 : Enseignement

- Enseignement au Collège de France, dans le cadre de la chaire de Physique de la Matière Condensée : A. Georges, voir : <http://www.college-de-france.fr/site/antoine-georges/index.htm>
- Enseignement à l'Ecole Polytechnique : S. Biermann, A. Georges, K. Le Hur, A. Subedi. (En particulier : cours de Master 1, Physique des électrons dans les solides ; Matériaux Fonctionnels)
- Cours de Master 2 : S. Biermann (Master DQN), A. Georges (Master CFP)
- Mise en place d'un parcours d'enseignement sur les Matériaux au niveau M1-Ecole Polytechnique (S. Biermann, partenariat Saint-Gobain).
- Mise en place d'un programme de double master FU Berlin-Ecole Polytechnique (S. Biermann).
- Enseignement à l'Université de Yale : K. Le Hur (jusqu'en 2011).
- Nombreux cours des membres de l'équipe dans le cadre d'écoles d'été et d'invitations à l'étranger en 2010-2012.

Annexe 2 : Principales collaborations nationales et internationales

De nombreux travaux de notre équipe de recherche s'inscrivent dans le cadre de collaborations, avec des équipes théoriques ou expérimentales (*la liste ci-dessous n'est pas exhaustive*).

5.1) Collaborations au niveau national

- ENS, Laboratoire Kastler-Brossel (J. Dalibard, C. Salomon, F. Gerbier et coll.) et LPA (C. Mora)
- CEA-Saclay : IPhT (O. Parcollet, G. Biroli) et SPEC (F. Rullier-Albenque, ANR PNICTURES)
- Université Denis Diderot, Laboratoire MPQ (équipe d'A. Sacuto et coll.)
- Université Paris-Sud, Orsay, LPS (L. 'de Medici, V. Brouet, M. Marsi et coll.)
- Université Pierre et Marie Curie, LPTHE (B. Douçot) et IMPMC (M. Casula)
- Université de Toulouse, LPT (N. Laflorencie)
- Université de Nancy (D. Malterre et collaborateurs)
- Synchrotron Soleil (A. Tejada, A. Taleb et collaborateurs)
- LSI Ecole Polytechnique (L. Reining, L. Perfetti)

5.2) Collaborations internationales

USA :

- Rutgers University (équipe de G. Kotliar, collaboration financée par le Partner University Fund, la National Science Foundation – programme MWN et le CNRS – programme LIA).
- Columbia University (équipe de A. J. Millis) – financement Alliance.
- Programme DARPA-OLE (MIT, W. Ketterle)
- Yale University (S. Girvin)
- KITP Santa Barbara (L. Balents)
- Princeton University (A. Houck)

Canada :

- Perimeter Institute & Mc Master University (Sung-Sik Lee, Erik Sorensen) – collaboration soutenue par le CIFAR
- UBC, Vancouver (J-S Bernier)

Japon:

- Université de Tokyo (équipe de M. Imada, collaboration financée par le JST-CREST)
- Tsukuba, RICS-AIST (T. Miyake, JST-CREST)

Chine :

- Institut de Physique de l'Académie des Sciences, Beijing (IOP-CAS) : Xi Dai, Hong Ding.
- Beijing University: Hong Jiang (soutenue par CNRS-NSFC 2012 et PHC CaiYuanPei 2012-14)

Europe :

- Université Aachen, Allemagne (C. Honerkamp)
- Université de Genève, Suisse (T. Giamarchi, D. Jaccard, D. van der Marel, J-M. Triscone DPMC ; C. Kollath, DPT – ANR FAMOUS)
- Université de Fribourg, Suisse (Ph.Werner)
- ETH-Zurich, Suisse (équipes de M.Troyer, M.Rice et T. Esslinger)
- Cambridge University, UK (équipe de M.Köhl)
- Universität Hamburg, Allemagne (équipes de A. Lichtenstein et F. Lechermann)
- Goethe-Universität Frankfurt , Allemagne (W. Hoftsetter)
- Karlsruhe Institute of Technology, Allemagne
- Universität Dresden, Allemagne (M. Vojta)
- Autriche : Université de Graz (M. Aichhorn), TU Wien (K. Held, G. Sangiovanni)
- Suède : Universités de Linköping, Suède (I. Abrikosov) et Lund (F. Aryasetiawan).

PUBLICATIONS

Publications dans des revues avec comité de lecture

1. Abreu L. M., de Calan C., Malbouisson A. P. C.
Multicritical behavior of the two-field Ginzburg-Landau model coupled to a gauge field.
Physica A 2008; 387(4): 817-824.
2. Aichhorn M., Pourovskii L., Vildosola V., Ferrero M., Parcollet O., Miyake T., Georges A., Biermann S.
Dynamical mean-field theory within an augmented plane-wave framework : Assessing electronic correlations in the iron pnictide LaFeAsO.
Physical Review B 2009; 80(8): 085101.
3. Aichhorn M., Saha-Dasgupta T., Valenti R., Glawion S., Sing M., Claessen R.
Momentum-resolved single-particle spectral function for TiOCl from a combination of density functional and variational cluster calculations.
Physical Review B 2009; 11: 055066.
4. Aichhorn M., Biermann S., Miyake T., Georges A., Imada M.
Theoretical evidence for strong correlations and incoherent metallic state in FeSe.
Physical Review B 2010; 82(6): 064504.
5. Aichhorn M., Pourovskii L., Georges A.
Importance of electronic correlations for structural and magnetic properties of the iron pnictide superconductor LaFeAsO.
Physical Review B 2011; 84(5): 054529.
6. Amadon B., Lechermann F., Georges A., Jollet F., Wehling T. O., Lichtenstein A. I.
Plane-wave based electronic structure calculations for correlated materials using dynamical mean-field theory and projected local orbitals.
Physical Review B 2008; 77(20): 205112.
7. Antipov A. E., Krivenko I. S., Anisimov V. I., Lichtenstein A. I., Rubtsov A. N.
Role of rotational symmetry in the magnetism of a multiorbital model.
Physical Review B 2012; 86(15): 155107.
8. Arrighoni E., Aichhorn M., Daghofer M., Hanke W.
Phase diagram and single-particle spectrum of CuO₂ high-T_c layers : variational cluster approach to the three-band Hubbard model.
New Journal of Physics 2009; 11: 055066.
9. Aryasetiawan F., Biermann S.
Generalized hedin's equations for quantum many-body systems with spin-dependent interactions.
Physical Review Letters 2008; 100(11): 116402.
10. Audier M., Salatin M., Roussel H., Delyon F., Duneau M.
CrO₂-to-Cr₂O₃ transformation in a three-dimensional interference field of ultraviolet laser light.
Crystal Growth & Design 2010; 10(4): 1923-1928.
11. Ayrat T., Werner P., Biermann S.
Spectral Properties of Correlated Materials: Local Vertex and Nonlocal Two-Particle Correlations from Combined GW and Dynamical Mean Field Theory.
Physical Review Letters 2012; 109(22): 226401.
12. Ayrat T., Biermann S., Werner P.
Screening and nonlocal correlations in the extended Hubbard model from self-consistent combined GW and dynamical mean field theory.
Physical Review B 2013; 87(12): 125149.

13. Barmettler P., Bernier J. S., Kollath C.
Lattice heat destroys coherence.
Physics 2010; 3: 102.
14. Barmettler P., Punk M., Gritsev V., Demler E., Altman E.
Quantum quenches in the anisotropic spin-1/2 Heisenberg chain: different approaches to many-body dynamics far from equilibrium.
New Journal of Physics 2010; 12: 055017.
15. Barmettler P., Poletti D., Cheneau M., Kollath C.
Propagation front of correlations in an interacting Bose gas.
Physical Review A 2012; 85(5): 053625.
16. Bernier J. S., Kollath C., Georges A., De Leo L., Gerbier F., Salomon C., Kohl M.
Cooling fermionic atoms in optical lattices by shaping the confinement.
Physical Review A 2009; 79(6): 061601.
17. Bernier J. S., Dao T. L., Kollath C., Georges A., Cornaglia P. S.
Thermometry and signatures of strong correlations from Raman spectroscopy of fermionic atoms in optical lattices.
Physical Review A 2010; 81(6): 063618.
18. Bernier J. S., Roux G., Kollath C.
Slow Quench Dynamics of a One-Dimensional Bose Gas Confined to an Optical Lattice.
Physical Review Letters 2011; 106(20): 200601.
19. Bernier J. S., Poletti D., Barmettler P., Roux G., Kollath C.
Slow quench dynamics of Mott-insulating regions in a trapped Bose gas.
Physical Review A 2012; 85(3): 033641.
20. Bernu B., Delyon F., Duneau M., Holzmann M.
Metal-insulator transition in the Hartree-Fock phase diagram of the fully polarized homogeneous electron gas in two dimensions.
Physical Review B 2008; 78(24): 245110.
21. Bernu B., Delyon F., Holzmann M.
Quasi-two-dimensional electron gas at metallic densities.
Physical Review B 2010; 82(24): 245116.
22. Berthod C., Mravlje J., Deng X.-Y., Zitko R., van der Marel D., Georges A.
Non-Drude universal scaling laws for the optical response of local Fermi liquids.
Physical Review B 2013; 87(11): 115109.
23. Biroli G., Kollath C., Lauchli A. M.
Effect of Rare Fluctuations on the Thermalization of Isolated Quantum Systems.
Physical Review Letters 2010; 105(25): 250401.
24. Blanc S., Gallais Y., Cazayous M., Measson M. A., Sacuto A., Georges A., Wen J. S., Xu Z. J., Gu G. D., Colson D.
Loss of antinodal coherence with a single d-wave superconducting gap leads to two energy scales for underdoped cuprate superconductors.
Physical Review B 2010; 82(14): 144516.
25. Boehnke L., Hafermann H., Ferrero M., Lechermann F., Parcollet O.
Orthogonal polynomial representation of imaginary-time Green's functions.
Physical Review B 2011; 84(7): 075145.
26. Bouillot P., Kollath C., Lauchli A. M., Zvonarev M., Thielemann B., Ruegg C., Orignac E., Citro R., Klanjsek M., Berthier C., Horvatic M., Giamarchi T.
Statics and dynamics of weakly coupled antiferromagnetic spin-1/2 ladders in a magnetic field.

Physical Review B 2011; 83(5): 054407.

27. Brehm S., Arrigoni E., Aichhorn M., Hanke W.
Theory of two-particle excitations and the magnetic susceptibility in high-T-c cuprate superconductors.
EPL 2010; 89(2): 27005.
28. Brouet V., Rullier-Albenque F., Marsi M., Mansart B., Aichhorn M., Biermann S., Faure J., Perfetti L., Taleb-Ibrahimi A., Le Fevre P., Bertran F., Forget A., Colson D.
Significant Reduction of Electronic Correlations upon Isovalent Ru Substitution of BaFe₂As₂.
Physical Review Letters 2010; 105(8): 087001.
29. Brouet V., Lin P. H., Texier Y., Bobroff J., Taleb-Ibrahimi A., Le Fevre P., Bertran F., Casula M., Werner P., Biermann S., Rullier-Albenque F., Forget A., Colson D.
Large Temperature Dependence of the Number of Carriers in Co-Doped BaFe₂As₂.
Physical Review Letters 2013; 110(16): 167002.
30. Bussac M.N., Collet P., Gary G., Lundberg B., Mousavi S.
Viscoelastic impact between a cylinder striker and a long cylindrical bar.
International Journal of Impact Engineering 2008; 35(4): 226-239.
31. Cao G., Subedi A., Calder S., Yan J. Q., Yi J. Y., Gai Z., Poudel L., Singh D. J., Lumsden M. D., Christianson A. D., Sales BC., Mandrus D.
Magnetism and electronic structure of La₂ZnIrO₆ and La₂MgIrO₆: Candidate J(eff)=1/2 Mott insulators.
Physical Review B 2013; 87(15): 155136.
32. Casula M., Marchi M., Azadi S., Sorella S.
A consistent description of the iron dimer spectrum with a correlated single-determinant wave function.
Chemical Physics Letters 2009; 477(4-6): 255-258.
33. Casula M., Moroni S., Sorella S., Filippi C.
Size-consistent variational approaches to nonlocal pseudopotentials: Standard and lattice regularized diffusion Monte Carlo methods revisited.
Journal of Chemical Physics 2010; 132(15): 154113.
34. Casula M., Rubtsov A., Biermann S.
Dynamical screening effects in correlated materials: Plasmon satellites and spectral weight transfers from a Green's function ansatz to extended dynamical mean field theory.
Physical Review B 2012; 85(3): 035115.
35. Casula M., Werner P., Vaugier L., Aryasetiawan F., Miyake T., Millis A. J., Biermann S.
Low-Energy Models for Correlated Materials: Bandwidth Renormalization from Coulombic Screening.
Physical Review Letters 2012; 109(12): 126408.
36. Cheneau M., Barmettler P., Poletti D., Endres M., Schauss P., Fukuhara T., Gross C., Bloch I., Kollath C., Kuhr S.
Light-cone-like spreading of correlations in a quantum many-body system.
Nature 2012; 481(7382): 484-487.
37. Chung C.-H., Le Hur K., Finkelstein G., Vojta M., Woelfle P.
Non-equilibrium quantum transport through a dissipative resonant level.
Physical Review B 2013; 87: 245310.
38. Civelli M., Capone M., Georges A., Haule K., Parcollet O., Stanescu T. D., Kotliar G.
Nodal-antinodal dichotomy and the energy-gaps of a doped mott insulator.
Physical Review Letters 2008; 1(4): 046402.
39. Clark B. K., Casula M., Ceperley D. M.
Hexatic and mesoscopic phases in a 2D quantum Coulomb system.
Physical Review Letters 2009; 103(5): 055701.

40. Cocks D., Orth P. P., Rachel S., Buchhold M., Le Hur K., Hofstetter W.
Time Reversal Invariant Hofstadter Hubbard Model with Ultracold Fermions.
Physical Review Letters 2012; 109(20): 205303.
41. Dao T. L., Ferrero M., Georges A., Capone M., Parcollet O.
Polarized Superfluidity in the Attractive Hubbard Model with Population Imbalance.
Physical Review Letters 2008; 101(23): 236405.
42. Dao T. L., Carusotto I., Georges A.
Probing quasiparticle states in strongly interacting atomic gases by momentum-resolved Raman photoemission spectroscopy.
Physical Review A 2009; 80(2): 023627.
43. Dao T. L., Kollath C., Carusotto I., Kohl M.
All-optical pump-and-probe detection of two-time correlations in a Fermi gas.
Physical Review A 2010; 81(4): 043626.
44. Dao T. L., Ferrero M., Cornaglia P. S., Capone M.
Mott transition of fermionic mixtures with mass imbalance in optical lattices.
Physical Review A 2012; 85(1): 013606.
45. De Leo L., Civelli M., Kotliar G.
T=0 heavy-fermion quantum critical point as an orbital-selective Mott transition.
Physical Review Letters 2008; 101: 256404.
46. De Leo L., Kollath C., Georges A., Ferrero M., Parcollet O.
Trapping and Cooling Fermionic Atoms into Mott and Neel States.
Physical Review Letters 2008; 101(21): 210403.
47. De Leo L., Bernier J. S., Kollath C., Georges A., Scarola V. W.
Thermodynamics of the three-dimensional Hubbard model: Implications for cooling cold atomic gases in optical lattices.
Physical Review A 2011; 83(2): 023606.
48. de Medici L., Georges A., Kotliar G.
Sum-rules for Raman scattering off strongly correlated electron systems.
Physical Review B 2008; 77(24): 245128.
49. de' Medici L., Mravlje J., Georges A.
Janus-Faced Influence of Hund's Rule Coupling in Strongly Correlated Materials.
Physical Review Letters 2011; 107(25): 256401.
50. Deng X.-Y., Ferrero M., Mravlje J., Aichhorn M., Georges A.
Hallmark of strong electronic correlations in LaNiO₃: Photoemission kink and broadening of fully occupied bands.
Physical Review B 2012; 85(12): 125137.
51. Deng X.-Y., Mravlje J., Zitko R., Ferrero M., Kotliar G., Georges A.
How Bad Metals Turn Good: Spectroscopic Signatures of Resilient Quasiparticles.
Physical Review Letters 2013; 110(8): 086401.
52. Dutt, P.; Koch, J.; Han, J. and Le Hur, K. (2011), Effective Equilibrium Theory in Non-Equilibrium Quantum Transport, *Annals of Physics* **326**, 2963.
53. Dutt P., Schmidt T.L., Mora C., Le Hur K.
Strongly correlated dynamics in multichannel quantum RC circuits.
Physical Review B 2013; 87(15): 155134.
54. Eriksson E., Strom A., Sharma G., Johannesson H.
Electrical control of the Kondo effect in a helical edge liquid.

Physical Review B 2012; 86(16): 161103.

55. Ferrero M., Cornaglia P. S., De Leo L., Parcollet O., Kotliar G., Georges A.
Valence bond dynamical mean-field theory of doped Mott insulators with nodal/antinodal differentiation.
EPL 2009; 85(5): 57009.
56. Ferrero M., Cornaglia P. S., De Leo L., Parcollet O., Kotliar G., Georges A.
Pseudogap opening and formation of Fermi arcs as an orbital-selective Mott transition in momentum space.
Physical Review B 2009; 80(6): 064501.
57. Ferrero M., Parcollet O., Georges A., Kotliar G., Basov D. N.
Interplane charge dynamics in a valence-bond dynamical mean-field theory of cuprate superconductors.
Physical Review B 2010; 82(5): 054502.
58. Filippone M., Le Hur K., Mora C.
Admittance of the SU(2) and SU(4) Anderson quantum RC circuits.
Physical Review B 2013; 88: 045302.
59. Furuya S., Bouillot P., Kollath C., Oshikawa M., Giamarchi T.
Electron Spin Resonance Shift in Spin Ladder Compounds.
Physical Review Letters 2012; 108(3): 037204.
60. Gadsbølle A.-L., Song H. F., Le Hur K.
d-wave superfluid with gapless edges in a cold-atom trap.
Physical Review A 2012; 85(5) 051603.
61. Garate I., Le Hur K.
Noninvasive probes of charge fractionalization in quantum spin Hall insulators.
Physical Review B 2012; 85(19): 195465.
62. Gentile P., De Leo L., Parcollet O., Fabrizio M., Tosatti E.
Lack of Kondo screening at nanocontacts of nearly magnetic metals.
EPL 2009; 87(2): 27014.
63. Georges A.
Thinking locally: Reflections on Dynamical Mean-Field Theory from a high-temperature/high-energy perspective.
Annalen Der Physik 2011; 523(8-9): 672-681.
64. Georges A., de Medici L., Mravlje J.
Strong electronic correlations from Hund's coupling.
Annual Reviews of Condensed Matter Physics 2012.
65. Glazyrin K., Pourovskii L. V., Dubrovinsky L., Narygina O., McCammon C., Hewener B., Schuenemann V., Wolny J., Muffler K., Chumakov A. I., Crichton W., Hanfland M., Prakapenka V. B., Tasnadi F., Ekholm M., Aichhorn M., Vildosola V., Ruban A. V., Katsnelson M. I., Abrikosov I. A.
Importance of Correlation Effects in hcp Iron Revealed by a Pressure-Induced Electronic Topological Transition.
Physical Review Letters 2013; 110(11): 117206.
66. Grenier C., Kollath C., Georges A.
Quantum oscillations in ultracold Fermi gases: Realizations with rotating gases or artificial gauge fields.
Physical Review A 2013; 87(3): 033603.
67. Gritsev V., Barmettler P., Demler E.
Scaling approach to quantum non-equilibrium dynamics of many-body systems.
New Journal of Physics 2010; 12: 113005.
68. Gull E., Ferrero M., Parcollet O., Georges A., Millis A. J.
Momentum-space anisotropy and pseudogaps: A comparative cluster dynamical mean-field analysis of the

- doping-driven metal-insulator transition in the two-dimensional Hubbard model.
Physical Review B 2010; 82(15): 155101.
69. Guyard W., Le Tacon M., Cazayous M., Sacuto A., Georges A., Colson D., Forget A.
Breakpoint in the evolution of the gap through the cuprate phase diagram.
Physical Review B 2008; 77(2): 024524.
70. Hafermann H., Patton K. R., Werner P.
Improved estimators for the self-energy and vertex function in hybridization-expansion continuous-time quantum Monte Carlo simulations.
Physical Review B 2012; 85(20): 205106.
71. Hanke W., Kiesel M. L., Aichhorn M., Brehm S., Arrigoni E.
The 3-band Hubbard-model versus the 1-band model for the high-T-c cuprates: Pairing dynamics, superconductivity and the ground-state phase diagram.
European Physical Journal-Special Topics 2010; 188(1): 15-32.
72. Hansmann P., Haverkort M. W., Toschi A., Sangiovanni G., Rodolakis F., Rueff J. P., Marsi M., Held K.
Atomic and itinerant effects at the transition-metal x-ray absorption K pre-edge exemplified in the case of V2O3.
Physical Review B 2012; 85(11): 115136.
73. Hansmann P., Ayrat T., Vaugier L., Werner P., Biermann S.
Long-Range Coulomb Interactions in Surface Systems: A First-Principles Description within Self-Consistently Combined GW and Dynamical Mean-Field Theory.
Physical Review Letters 2013; 110(16): 166401.
74. Hansmann P., Vaugier L., Jiang H., Biermann S.
What about U on surfaces? Extended Hubbard models for adatom systems from first principles.
Journal of Physics-Condensed Matter 2013; 25(9): 094005.
75. Jördens R., Tarruell L., Greif D., Uehlinger T., Strohmaier N., Moritz H., Esslinger T., De Leo L., Kollath C., Georges A., Scarola V., Pollet L., Burovski E., Kozik E., Troyer M.
Quantitative Determination of Temperature in the Approach to Magnetic Order of Ultracold Fermions in an Optical Lattice.
Physical Review Letters 2010; 104(18): 180401.
76. Jung C., Wilhelm A., Hafermann H., Brenner S., Lichtenstein A.
Superperturbation theory on the real axis.
Annalen Der Physik 2011; 523(8-9): 706-714.
77. Kleine A., Kollath C., McCulloch I. P., Giamarchi T., Schollwock U.
Excitations in two-component Bose gases.
New Journal of Physics 2008; 10: 045025.
78. Kleine A., Kollath C., McCulloch I. P., Giamarchi T., Schollwoeck U.
Spin-charge separation in two-component Bose gases.
Physical Review A 2008; 77(1): 013607.
79. Kollath C., Meyer J. S., Giamarchi T.
Dipolar Bosons in a Planar Array of One-Dimensional Tubes.
Physical Review Letters 2008; 100: 130403.
80. Kollath C., Roux G., Biroli G., Lauchli A. M.
Statistical properties of the spectrum of the extended Bose-Hubbard model.
Journal of Statistical Mechanics-Theory and Experiment 2010: P08011.
81. Konezny S. J., Bussac M. N., Zuppiroli L.
Charge transport mechanisms in microcrystalline silicon.
Applied Physics Letters 2008; 92(1): 012107.

82. Konezny S. J., Bussac M. N., Zuppiroli L.
Trap-limited transport in rubrene transistors.
Applied Physics Letters 2009; 95(26): 263311.
83. Konezny S. J., Bussac M. N., Zuppiroli L.
Hopping and trapping mechanisms in organic field-effect transistors.
Physical Review B 2010; 81(4): 045313.
84. Lauchli A. M., Kollath C.
Spreading of correlations and entanglement after a quench in the one-dimensional Bose-Hubbard model.
Journal of Statistical Mechanics -Theory and Experiment 2008: P05018.
85. Le Hur K.
Kondo resonance of a microwave photon.
Physical Review B 2012; 85(14): 140506.
86. Marchi M., Azadi S., Casula M., Sorella S.
Resonating valence bond wave function with molecular orbitals: Application to first-row molecules.
Journal of Chemical Physics 2009; 131(15): 154116.
87. Martins C., Aichhorn M., Vaugier L., Biermann S.
Reduced Effective Spin-Orbital Degeneracy and Spin-Orbital Ordering in Paramagnetic Transition-Metal Oxides: Sr(2)IrO(4) versus Sr(2)RhO(4).
Physical Review Letters 2011; 107(26): 266404.
88. Miomandre F., Bussac M. N., Viel E., Zuppiroli L.
Influence of the local electric field on ionic transport during redox switching of conducting polymers.
Chemical Physics 2010; 255(2-3): 291-300.
89. Mravlje J., Aichhorn M., Miyake T., Haule K., Kotliar G., Georges A.
Coherence-Incoherence Crossover and the Mass-Renormalization Puzzles in Sr₂RuO₄.
Physical Review Letters 2011; 106(9): 096401.
90. Mravlje J., Aichhorn M., Georges A.
Origin of the High Neel Temperature in SrTcO₃.
Physical Review Letters 2012; 108(19): 197202.
91. Nascimbène S., Navon N., Pilati S., Chevy F., Giorgini S., Georges A., Salomon C.
Fermi-Liquid Behavior of the Normal Phase of a Strongly Interacting Gas of Cold Atoms.
Physical Review Letters 2011; 106(21): 215303.
92. Nataf P., Dogan M., Le Hur K.
Heisenberg uncertainty principle as a probe of entanglement entropy: Application to superradiant quantum phase transitions.
Physical Review A 2012; 86(4): 043807.
93. Nomura Y., Kaltak M., Nakamura K., Taranto C., Sakai S., Toschi A., Arita R., Held K., Kresse G., Imada M.
Effective on-site interaction for dynamical mean-field theory.
Physical Review B 2012; 86(8): 085117.
94. Ortenzi L., Biermann S., Andersen O. K., Mazin I. I., Boeri L.
Competition between electron-phonon coupling and spin fluctuations in superconducting hole-doped CuBiSO.
Physical Review B 2011; 83(10): 100505.
95. Orth P. P., Cocks D., Rachel S., Imambekov A., Le Hur K., Hostetter, W.
Correlated Topological Phases and Exotic Magnetism with Ultracold Fermions.
Journal of Physics B-Atomic Molecular and Optical Physics 2013; 46: 134004 (Special Issue).
96. Orth P. P., Imambekov A., Le Hur K.
Nonperturbative stochastic method for driven spin-boson model.

- Physical Review B 2013; 87(1): 014305.
97. Peil O. E., Georges A., Lechermann F.
Strong Correlations Enhanced by Charge Ordering in Highly Doped Cobaltates.
Physical Review Letters 2011; 107: 236404.
98. Perfetti L., Loukakos P. A., Lisowski M., Bovensiepen U., Wolf M., Berger H., Biermann S., Georges A.
Femtosecond dynamics of electronic states in the Mott insulator 1T-TaS₂ by time resolved photoelectron spectroscopy.
New Journal of Physics 2008; 10: 053019.
99. Petrescu A., Houck A. A., Le Hur K.
Anomalous Hall effects of light and chiral edge modes on the Kagome lattice.
Physical Review A 2012; 86(5): 053804.
100. Piefke C., Boehnke L., Georges A., Lechermann F.
Considerable nonlocal electronic correlations in strongly doped Na_xCoO₂.
Physical Review B 2010; 82(16): 165118.
101. Poletti D., Kollath C.
Slow quench dynamics of periodically driven quantum gases.
Physical Review A 2011; 84(1): 013615.
102. Poletti D., Miniatura C., Gremaud B.
Topological quantum phase transitions of attractive spinless fermions in a honeycomb lattice.
EPL 2011; 93(3): 37008.
103. Poletti D., Bernier J.-S., Georges A., Kollath C.
Interaction-Induced Impeding of Decoherence and Anomalous Diffusion.
Physical Review Letters 2012; 109(4): 045302.
104. Pollet L., Kollath C., Van Houcke K., Troyer M.
Temperature changes when adiabatically ramping up an optical lattice.
New Journal of Physics 2008; 10: 065001.
105. Poteryaev A., Ferrero F., Georges A., Parcollet O.
Effect of crystal-field splitting and interband hybridization on the metal-insulator transitions of strongly correlated systems.
Physical Review B 2008; 78(4): 045115.
106. Purovskii L., Vildosola V., Biermann S., Georges A.
Local moment vs. Kondo behavior of the 4f-electrons in rare-earth iron oxypnictides.
EPL 2008; 84(3): 37006.
107. Purovskii L. V., Delaney K. T., Van de Walle C. G., Spaldin N. A., Georges A.
Role of atomic multiplets in the electronic structure of rare-earth semiconductors and semimetals.
Physical Review Letters 2009; 102(9): 096401.
108. Purovskii L. V., Miyake T., Simak S., Ruban A. V., Dubrovinsky L., Abrikosov I. A.
Electronic properties and magnetism of iron at the Earth's inner core conditions.
Physical Review B 2013; 87(11): 115130.
109. Rachel S., Laflorencie N., Song H. F., Le Hur K.
Detecting Quantum Critical Points Using Bipartite Fluctuations.
Physical Review Letters 2012; 108: 116401.
110. Ristivojevic Z., Matveev K. A.
Relaxation of weakly interacting electrons in one dimension.
Physical Review B 2013; 87(16): 165108.

111. Rodney M., Song H. F., Lee S. S., Le Hur K., Sorensen E. S.
Scaling of entanglement entropy across Lifshitz transitions.
Physical Review B 2013; 87(11): 115132.
112. Roux G., Barthel T., McCulloch I. P., Kollath C., Schollwock U., Giamarchi T.
Quasiperiodic Bose-Hubbard model and localization in one-dimensional cold atomic gases.
Physical Review A 2008; 78(2 Part B): 023628.
113. Rubtsov A. N., Katsnelson M. I., Lichtenstein A. I., Georges A.
Dual fermion approach to the two-dimensional Hubbard model:
Antiferromagnetic fluctuations and Fermi arcs.
Physical Review B 2009; 79(4): 045133.
114. Ruegg C., Kiefer K., Thielemann B., McMorro D. F., Zapf V., Normand B., Zvonarev M. B., Bouillot P.,
Kollath C., Giamarchi T., Capponi S., Poilblanc D., Biner D., Kramer K. W.
Thermodynamics of the Spin Luttinger Liquid in a Model Ladder Material.
Physical Review Letters 2008; 101(24): 247202.
115. Sacuto A., Cazayous M., Guyard W., Le Tacon M., Georges A., Colson D., Forget A.
Nodal and antinodal gaps in the superconducting state of cuprates.
Journal of physics and chemistry of solids 2008; 69(12 Special issue): 3049-3051.
116. Salaün M., Audier M., Duneau M., Delyon F.
Synthesis of 3-dimensional periodic nanostructures in an interference field of UV laser light.
Applied Physics A - Materials science & Processing 2008; 93(1): 105-110.
117. Salaün M., Audier M., Delyon F., Duneau M.
Growth of 3D photonic crystals by photolysis of CrO₂Cl₂.
Journal of Crystal Growth 2009; 311: 2590-2596.
118. Seyfarth G., Rueetschi A. S., Sengupta K., Georges A., Jaccard D.
Proximity to valence transition in heavy fermion superconductor CeCu₂Si₂ under pressure.
EPL 2012; 98(1): 17012.
119. Seyfarth G., Rueetschi A. S., Sengupta K., Georges A., Jaccard D., Watanabe S., Miyake K.
Heavy fermion superconductor CeCu₂Si₂ under high pressure: Multiprobing the valence crossover.
Physical Review B 2012; 85(20): 205105.
120. Shulenburger L., Casula M., Senatore G., Martin R. M.
Spin resolved energy parametrization of a quasi-one-dimensional electron gas.
Journal of Physics A - Mathematical and theoretical 2009; 42(21): 214021.
121. Song H. F., Rachel S., Flindt C., Laflorencie N., Le Hur K.
Bipartite fluctuations as a probe of many-body entanglement.
Physical Review B 2012; 85: 035409.
122. Subedi A.
Electron-phonon superconductivity and charge density wave instability in the layered titanium-based pnictide
BaTi₂Sb₂O.
Physical Review B 2013; 87(5): 054506.
123. Taranto C., Sangiovanni G., Held K., Capone M., Georges A., Toschi A.
Signature of antiferromagnetic long-range order in the optical spectrum of strongly correlated electron systems.
Physical Review B 2012; 85(8): 085124.
124. Thielemann B., Rueegg Ch., Kiefer K., Ronnow H. M., Normand B., Bouillot P., Kollath C., Orignac E., Citro
R., Giamarchi T., Laeuchli A. M., Biner D., Kraemer K. W., Wolff-Fabris F., Zapf V. S., Jaime M., Stahn J.,
Christensen N. B., Grenier B., McMorro D. F., Mesot J.
Field-controlled magnetic order in the quantum spin-ladder system (Hpip)₂CuBr₄.
Physical Review B 2009; 79(2): 020408.

125. Tomczak J.M., Aryasetiawan F., Biermann S.
Effective bandstructure in the insulating phase versus strong dynamical correlations in metallic VO₂.
Physical Review B 2008; 78(11): 115103.
126. Tomczak J.M., Biermann S.
Materials design using correlated oxides: Optical properties of vanadium dioxide.
EPL 2009; 86(3): 37004.
127. Tomczak J.M., Biermann S.
Optical properties of correlated materials - Or why intelligent windows may look dirty.
Physica Status Solidi B - Basic Solid State Physics 2009; 246(9): 1996-2005.
128. Tomczak J.M., Biermann S.
Optical properties of correlated materials : Generalized Peierls approach and its application to VO₂.
Physical Review B 2009; 80(8): 085117.
129. Tomczak J. M., Haule K., Miyake T., Georges A., Kotliar G.
Thermopower of correlated semiconductors: Application to FeAs₂ and FeSb₂.
Physical Review B 2010; 82(8): 085104.
130. Tomczak J.M., Poteryaev A., Biermann S.
Momentum-resolved spectroscopy of correlated metals: A view from dynamical mean field theory.
Comptes Rendus de Physique 2009; 10(6): 537-547.
131. Tomczak J. M., Casula M., Miyake T., Aryasetiawan F., Biermann S.
Combined GW and dynamical mean field theory: Dynamical screening effects in transition metal oxides.
EPL 2012; 100(6): 67001.
132. Tomczak J. M., Pourovskii L., Vaugier L., Georges A., Biermann S.
Rare-earth vs. metal pigments and their colors from first principles.
PNAS 2013; 110(3): 904-907.
133. Toschi A., Arita R., Hansmann P., Sangiovanni G., Held K.
Quantum dynamical screening of the local magnetic moment in Fe-based superconductors.
Physical Review B 2012; 86(6): 064411.
134. Van Houcke K., Werner F., Kozik E., Prokof'ev N., Svistunov B., Ku M. J. H., Sommer A. T., Cheuk L. W., Schirotzek A., Zwierlein M. W.
Feynman diagrams versus Fermi-gas Feynman emulator.
Nature Physics 2012; 8(5): 366-370.
135. Vaugier L., Jiang H., Biermann S.
Hubbard U and Hund exchange J in transition metal oxides: Screening versus localization trends from constrained random phase approximation.
Physical Review B 2012; 86(16): 165105.
136. Vildosola V., Pourovskii L., Arita R., Biermann S., Georges A.
Bandwidth and Fermi surface of iron oxypnictides: Covalency and sensitivity to structural changes.
Physical Review B 2008; 78(6): 023628.
137. Wang X. P., Richard P., Shi X., Roekeghem A., Huang Y. B., Razzoli E., Qian T., Rienks E., Thirupathiah S., Wang H. D., Dong C. H., Fang M. H., Shi M., Ding H.
Observation of an isotropic superconducting gap at the Brillouin zone centre of Tl_{0.63}K_{0.37}Fe_{1.78}Se₂.
EPL 2012; 99(6): 67001.
138. Wei L., Gao X. L., Kollath C., Polini M.
Collective excitations in one-dimensional ultracold Fermi gases: Comparative study.
Physical Review B 2008; 78(19): 195109.

139. Werner P., Casula M., Miyake T., Aryasetiawan F., Millis A. J., Biermann S.
Satellites and large doping and temperature dependence of electronic properties in hole-doped BaFe₂As₂.
Nature Physics 2012; 8(4): 331-337.
140. Windiks R., Wimmer E., Pourovskii L.V., Biermann S., Georges A.
Structure and optical properties of alpha- and gamma-cerium sesquisulfide.
Journal of Alloys and compounds 2008; 459: 438.
141. Wu W., Rachel S., Liu W.-M., Le Hur K.
Quantum spin Hall insulators with interactions and lattice anisotropy.
Physical Review B 2012; 85: 205102.
142. Wu W., Scherer M. M., Honerkamp C., Le Hur K.
Correlated Dirac particles and superconductivity on the honeycomb lattice.
Physical Review B 2013; 87(9): 094521.
143. Xu N., Richard P., van Roekeghem A., Zhang P., Miao H., Zhang W. L., Qian T., Ferrero M., Sefat A. S.,
Biermann S., Ding H.
Electronic Band Structure of BaCo₂As₂: A Fully Doped Ferropnictide Analog with Reduced Electronic
Correlations.
Physical Review X 2013; 3(1): 011006.
144. Xu N., Richard P., Wang X. P., Shi X., van Roekeghem A., Qian T., Ieki E., Nakayama K., Sato T., Rienks E.,
Thirupathiah S., Xing J., Wen H. H., Shi M., Takahashi T., Ding H.
Angle-resolved photoemission observation of isotropic superconducting gaps in isovalent Ru-substituted
Ba(Fe_{0.75}Ru_{0.25})₂As₂.
Physical Review B 2013; 87(9): 094513.
145. Zhao J.-Z., Zhuang J.-N., Deng X.-Y., Bi Y., Cai L.-C., Fang Z., Dai X.
Implementation of LDA plus DMFT with the pseudo-potential-plane-wave method.
Chinese Physics B 2012; 21(5): 057106.
146. Zitko R., Mravlje J., Haule K.
Ground State of the Parallel Double Quantum Dot System.
Physical Review Letters 2012; 108(6): 066602.
- Articles soumis**
147. Cocks D., Orth P. P., Rachel S., Buchhold M., Le Hur K., Hofstetter W.
Interaction effects in the spinful time-reversal invariant Hofstadter problem. ArXiv e-prints:1204.4171. 2012.
148. Dao T. L., Ferrero F., Georges A., Capone M.
Gapless superfluidity in the attractive Hubbard model with population imbalance. 2008.
149. Dutt P., Le Hur K.
Strongly Correlated Transport beyond Linear Transport
arXiv:1306.0840 (2013)
150. Grenier C., Kollath C., Georges A.
Probing thermoelectric transport with cold atoms. (2012)
ArXiv e-prints:1209.3942.
151. Liu T., Doucot B., Le Hur K.
Anisotropic Quantum Spin Hall Effect, Spin-Orbital Textures and Mott Transition. (2013)
Arxiv e-prints : 1307.4597
152. Mirzaei S. I., Stricker D., Hancock J. N., Berthod C., Georges A., van Heumen E., Chan M. K., Zhao X., Li Y.,
Greven M., Barišić' N., van der Marel D.
Evidence for a Fermi liquid in the pseudogap phase of high-T_c cuprates. ArXiv e-prints:1207.6704. (2012)

153. Mora C., Le Hur K.
Low Frequency Admittance as a Probe of Majorana Fermions
arXiv:1212.0650. (submitted to PRL) 2013.
154. Petrescu A., Le Hur K.
Bosonic Mott Insulator with Meissner Currents.
arXiv:1306.5986. (2013)
155. Poletti D., Barmettler P., Georges A., Kollath C.
Emergence of glass-like dynamics for dissipative and strongly interacting bosons.
arXiv :1212.4637. (2012)
156. Poletti D., Bernier J. S., Georges A., Kollath C.
Dissipative quantum systems: from two to many atoms.
arXiv :1212.4254. (2012)
157. Pourovskii L.V., Hansmann Ph., Ferrero M., Georges A.
Theoretical prediction and spectroscopic fingerprints of an orbital transition in CeCu₂Si₂.
ArXiv :1305.5204. (2013)
158. Saha-Dasgupta T., Andersen O. K., Nuss J., Poteryaev A., Georges A., Lichtenstein A.
Electronic structure of V₂O₃: Wannier orbitals from LDA-NMTO calculations.
ArXiv e-prints:0907.2841. 2009.
159. Sakai S., Blanc S., Civelli M., Gallais Y., Cazayous M., Measson M.-A., Wen J. S., Xu Z. J., Gu G. D., Sangiovanni G., Motome Y., Held K., Sacuto A., Georges A., Imada M.
Exploring the Dark Side of Cuprate Superconductors: s-wave Symmetry of the Pseudogap. ArXiv e-prints:1207.5070. 2012.

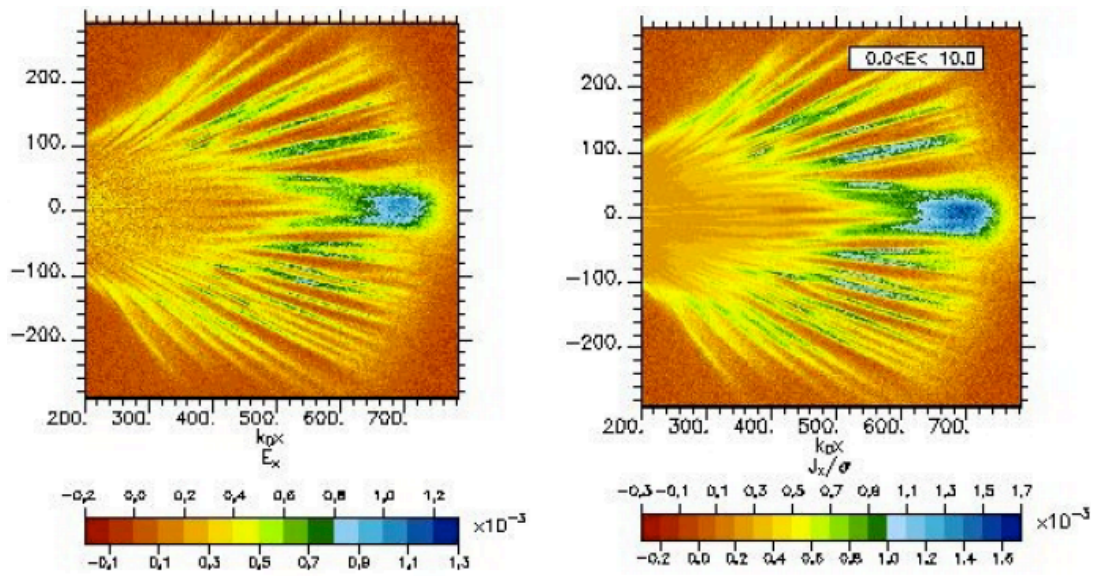
Comptes rendus de conférence

160. Aryasetiawan F., Biermann S.
Generalized Hedin equations and sigma G sigma W approximation for quantum many-body systems with spin-dependent interactions.
Journal of Physics - Condensed Matter 2008; 21(6): 064232.
161. Hafermann H., Lechermann F., Rubtsov A. N., Katsnelson M. I., Georges A., Lichtenstein A. I.
Strong Electronic Correlations: Dynamical Mean-Field Theory and Beyond
In: Lecture Notes in Physics / editors D C Cabra, A Honecker & P Pujol. - Berlin Springer Verlag; 2012.
162. Miyake T., Pourovskii L., Vildosola V., Biermann S., Georges A.
d- and f-orbital correlations in the REFeAsO compounds.
J Phys Soc Jpn Supplement C 2008; 77: 99.
163. Tomczak J.M., Biermann S.
Multi-orbital effects in optical properties of vanadium sesquioxide.
In: 2nd International Conference on Quantum Simulators and Design, Tokyo, Japan, May 31-Jun 03, 2008
Journal of Physics - Condensed Matter 21(6): 064209 (2009).

Livres ou sections de livre

164. Georges A.
De l'atome au matériau : les phénomènes quantiques collectifs. - (Leçon inaugurale - Collège de France). - Paris : Collège de France, 2010. 978-2-213-65493-5
165. Georges A.
Le plus grand des hasards : Surprises quantiques / sous la direction de Jean-François Dars et Anne Papillault - Belin, 2010. 978-2-7011-5605-7

INTERACTION LASER PLASMA



INTERACTION LASER-PLASMA 2008-2013

Nos activités portent sur l'interaction laser-plasma dans le cadre de la recherche sur la fusion par confinement inertiel (FCI) et sur l'interaction laser-matière en général avec ses nombreuses applications. Nous avons organisé la présentation de nos travaux de façon thématique en (i) l'interaction laser-plasma à très haut flux laser, (ii) l'interaction laser-plasma dans le régime de la fusion laser, ce qui correspond à des impulsions laser de durée nanoseconde et (iii) l'interaction laser-matière à flux modéré, correspondant à des impulsions laser « sub-picoseconde ».

INTERACTION LASER-PLASMA A TRES HAUTE INTENSITE

Le développement des lasers ultra-brefs, ayant une durée d'impulsion inférieure à la picoseconde, et ultra-intenses, avec des flux allant jusqu'à 10^{23} W/cm², permet d'accéder aujourd'hui aux domaines où les électrons atteignent des vitesses relativistes, et au développement d'idées et d'expériences nouvelles sur l'accélération laser de particules et la génération d'impulsions de rayonnement X ultra-brèves. Dans les deux premiers domaines, notre équipe a apporté des contributions essentielles.

Expansion de plasmas et accélération d'ions

J.-C. Adam, A. Héron, et P. Mora ; A. Diaw (doct); T. Grismayer et C. Thauray (post-doc)
Principaux collaborateurs : équipes de P. Audebert (LULI), de M. Borghesi (Belfast)

Nous nous sommes intéressés aux mécanismes d'accélération de protons ou d'ions quelconques dans l'interaction laser-plasma à très haut flux à la surface de cibles minces solides : les électrons portés à très haute énergie ne peuvent en effet s'échapper des cibles sans attirer avec eux, par l'intermédiaire d'un champ électrique de séparation de charge, les ions situés initialement au voisinage de la surface des cibles.

Le modèle d'expansion libre d'un plasma dans le vide [P. Mora, Phys. Rev. Lett. **90**, 185002 (2003)] fournit une image physique satisfaisante de l'accélération ionique qui résulte de l'action de ce champ de séparation de charges. Ce modèle a été complété par la prise en considération de plusieurs effets, les uns préservant le caractère monodimensionnel de l'expansion – prise en compte du refroidissement électronique et des effets cinétiques associés, ou prise en compte de l'existence de plusieurs populations électroniques caractérisées par des températures différentes (température froide et température chaude) –, les autres couplant la direction suivant laquelle se fait l'expansion avec les dimensions transverses – prise en compte des collisions coulombiennes ou des champs magnétiques dus aux instabilités de Weibel.

Nous avons utilisé ces modèles pour interpréter des expériences du LULI, dans lesquelles l'expansion en face arrière d'une cible mince a été diagnostiquée par différentes méthodes. La confrontation théorie-expérience a montré la pertinence des modèles théoriques.
Références : Grismayer-2008, Mora-2009(1-3), Thauray-2009, Thauray-2010(1-2), Diaw-2011, Diaw-2012 ; Mora-P2008, Mora-P2010

Accélération laser d'électrons dans des plasmas modérément denses

P. Mora

Principaux collaborateurs : N. Andreev (Moscou), B. Cros, G. Maynard (Orsay)

Nous avons poursuivi nos travaux sur l'accélération laser d'électrons par la méthode du champ de sillage, dans laquelle une impulsion laser ultra-courte se propageant dans un plasma laisse dans son sillage une onde plasma électronique de grande amplitude propice à l'accélération d'électrons à très haute énergie.

Nous avons en particulier étudié, en collaboration avec N. Andreev et des collègues expérimentateurs du LPGP d'Orsay, la propagation de l'impulsion laser dans une colonne de plasma contenue dans un capillaire, ainsi que l'accélération d'un paquet d'électrons injectés soit en avant de l'onde laser juste avant la pénétration dans le plasma (il s'agit alors d'électrons d'énergie modérée – 5 MeV – qui sont rattrapés par l'onde laser), soit en arrière de l'onde laser (il s'agit alors d'électrons pré-accélérés à 50 MeV), ce qui correspond à une accélération à un ou plusieurs étages. Dans le deuxième cas le faisceau d'électrons accélérés est susceptible d'atteindre la dizaine de GeV pour des conditions expérimentales correspondant aux projets d'accélération de particules développés dans le cadre du projet CILEX.

Références : Mora2009(1,3), Andreev2009, Andreev2011(1,2), Andreev2013, Andreev-P2008

Accélération laser d'électrons dans un plasma très sous-dense

D. Pesme (au cours de son séjour sabbatique à l'Université d'Alberta à Edmonton)

Principaux collaborateurs : N. Naseri et W. Rozmus, University of Alberta, Edmonton.

Dans le cadre d'expériences d'interaction laser-plasma en régime relativiste avec un plasma très sous-dense ($n/n_c \ll 10^{-1}$) on observe des électrons rapides (150 MeV). De la même façon, les simulations numériques de type PIC multidimensionnelles d'un faisceau laser interagissant avec un plasma très sous-dense (n/n_c de l'ordre de 10^{-3}) démontrent clairement la génération d'un grand nombre de tels électrons de forte énergie.

En collaboration avec W. Rozmus et N. Naseri (qui a effectué de très grosses simulations numériques de type PIC bi- et tridimensionnelles), nous avons proposé l'explication suivante : le faisceau laser expulse les électrons du centre du faisceau, et une onde de surface de type électromagnétique croît à la frontière cylindrique entre le plasma central vidé de ses électrons et le plasma périphérique ; le mécanisme à l'origine de ces électrons rapides est alors le couplage de (i) l'accélération par la composante longitudinale de l'onde de surface, et de (ii) l'effet Bêatron correspondant à la composante radiale de l'onde de surface excitée à cette frontière cylindrique.

Références : Naseri2012, Naseri-P2011

Interaction d'un laser avec une cible structurée

A. Héron

Collaborateurs : C. Riconda (LULI), M. Raynaud (CEA/LSI), A. Bigongiari (doctorante)

Lors de l'interaction d'une impulsion laser avec une cible structurée donnée, il y a le développement d'une onde de surface le long de la cible pour un angle d'incidence du faisceau laser. Cette onde de surface a été mise en évidence à l'aide de simulations PIC pour une gamme d'intensité laser allant de 10^{16} à 10^{20} W/cm². L'existence de cette onde de surface introduit une absorption et un chauffage électronique importants. Des expériences d'interaction sur des cibles structurées ont été effectuées au CEA-Saclay. Les résultats d'interaction sur cible structurée par rapport à ceux sur cible normale montrent une

augmentation de l'absorption autour de l'angle de couplage prédit par la théorie et les simulations.

Réf : Bigongiari-2011et -2013, Bigongiari-P2010, 2011 et 2013

Transport collisionnel de faisceau de particules relativistes dans un plasma dense

J.C. Adam, A. Héron

Collaborateur : L. Gremillet (CEA)

Nous nous intéressons à l'interaction d'une impulsion laser intense de l'ordre 10^{19} à 10^{20} W/cm² avec un solide car de nombreuses expériences sont effectuées actuellement dans ces conditions. Nous avons montré précédemment à l'aide d'un code PIC standard que le faisceau de particules relativistes générées à l'interface plasma vide par l'interaction d'une impulsion laser intense de l'ordre de 10^{19} à 10^{20} W/cm² divergeait. Cette divergence était due à l'interaction non-linéaire de particules rapides avec le champ magnétique généré à l'interface plasma vide par l'instabilité de Weibel due à l'anisotropie de la fonction de distribution. Elle était aussi en bon accord avec les résultats expérimentaux malgré le fait que le courant de retour associé n'était pas traité de manière collisionnelle. Afin de comprendre les effets éventuels des collisions, nous avons introduit un modèle de collisions prenant en compte les effets relativistes dans notre modèle PIC. Les allocations d'heures de calcul GENCI nous ont permis d'obtenir les résultats suivants: (1) La filamentation au niveau de l'interface due à l'instabilité de Weibel est similaire en régime collisionnel et non collisionnel. (2) Le champ magnétique toroidal d'origine résistive se filamente au niveau du front de propagation des particules énergétiques. (3) La divergence du faisceau des particules énergétiques est similaire à celle obtenue en régime non-collisionnel. Dans le cas collisionnel, il y a en plus une filamentation du faisceau des particules relativistes. (4) Le champ électrique obtenu est d'origine résistive et nous avons vérifié qu'il était bien donné par la loi d'Ohm malgré l'état de non-équilibre.

L'étude fine des fonctions de distribution montre que le courant de retour n'est pas porté par un faisceau froid. Contrairement au cas non-collisionnel, on observe le chauffage du cœur de la fonction de distribution. Il en résulte qu'une partie significative du courant de retour est portée par des particules énergétiques notamment au voisinage de l'interface plasma-vide.

Références : Heron-P2011

INTERACTION LASER PLASMA DANS LE CONTEXTE DE LA FUSION LASER

Les deux projets de lasers capables de délivrer une énergie dans la gamme du mégajoule (MJ), le « National Ignition Facility » (NIF) aux Etats-Unis et le laser Mégajoule (LMJ) en France, se trouvent actuellement dans une phase décisive de développement avancé. Le régime dit «nanoseconde» de l'interaction laser-plasma reste un sujet très prioritaire pour la physique mise en jeu dans l'implosion et la compression des cibles à l'aide de faisceaux laser. Dans ce contexte nous avons étudié plusieurs sujets, principalement liés aux instabilités paramétriques pouvant être générées par la propagation des faisceaux laser dans le plasma et qui risquent de compromettre l'absorption thermique des faisceaux laser par le plasma.

Auto-résonance de l'instabilité de diffusion Raman stimulée dans des plasmas inhomogènes

A. Héron, S. Hüller, D. Pesme, Th. Chapman (doctorant)

Collaborations : W. Rozmus (U. of Alberta), P.E. Masson-Laborde (CEA-DAM)

La Diffusion Raman Stimulée (SRS) se produit dans des plasmas de fusion et peut provoquer des pertes importantes dans le couplage laser plasma, comme il a été observé dans des expériences de la National Ignition Facility (NIF) Campaign. Dans le passé nous avons étudié les mécanismes de saturation non linéaires de cette instabilité dans deux régimes, le régime dit « fluide » et le régime « cinétique » de l'onde plasma électronique.

Dans un plasma inhomogène, comme dans les plasmas de fusion, l'instabilité est généralement limitée par un déphasage de la résonance correspondant au couplage à 3 ondes. Ce déphasage peut être compensé par le décalage de sa fréquence, décalage non linéaire car dépendant de l'amplitude de l'onde plasma. Il s'installe ainsi un phénomène d'auto résonance, ce qui provoque que l'instabilité dépasse largement son niveau attendu.

Pour le régime « cinétique » des ondes plasma électronique, le phénomène d'auto résonance de l'instabilité Raman, important pour les plasmas de fusion, a été étudié dans le cadre de la thèse de Thomas Chapman. Dans cette étude les conditions pour lesquelles l'auto résonance prend effet ont été élaborées. Grâce à une comparaison entre des simulations « cinétique » et des modèles de couplage à 3 ondes, l'origine de ce régime a été clairement mise en évidence.

Réf : Fouquet-2008, Chapman-2010 et 2012, Masson-2010, Chapman-P2010 et 2013

Evolution des instabilités paramétriques dans des plasmas modifiés par l'autofocalisation

S. Hüller, D. Pesme

Collaborations : P.E. Masson-Laborde (CEA-DAM), C. Labaune (LULI)

Un faisceau laser peut provoquer localement la modification des profils de densité et de vitesse du plasma lorsque sa puissance est supérieure à la puissance, dite « puissance critique », d'auto focalisation. Ce phénomène se produit facilement (i) dans le foyer d'un faisceau laser puissant de type « mono speckle » en régime nanoseconde, et (ii) dans des speckles intenses d'un faisceau laser « lissé » par des méthodes optiques.

L'instabilité de diffusion Brillouin stimulée (SBS) peut se développer en même temps que l'autofocalisation : en effet, même si le niveau de fluctuations à partir duquel la diffusion Brillouin se développe est nettement inférieur à celui correspondant à l'autofocalisation (ce qui est souvent ignoré dans le cas des simulations de type « PIC »), son taux de croissance est en général supérieur à celui de l'auto focalisation. Pour cette raison on doit étudier la croissance de l'instabilité Brillouin dans le plasma modifié par l'autofocalisation du faisceau laser.

Nous avons développé un nouveau modèle théorique décrivant l'auto focalisation d'un faisceau laser dans un plasma en expansion le long de son axe de propagation. Ce modèle utilise un nouveau Lagrangien permettant de décrire des perturbations de vitesse perpendiculaires à l'axe de propagation et de l'expansion du plasma. Avec les résultats de ce modèle nous avons pu mettre en évidence une réduction de l'amplification de la diffusion Brillouin, consistante avec les taux de rétro diffusion réduits observés à la fois dans les expériences LULI et dans nos simulations bi- et tri- dimensionnelles réalisées avec nos codes HARMONY et HERA.

Références : Hüller-P2008, Masson-2013(soumis)

Statistiques des extrêmes d'un faisceau laser « lissé » et contrôle optimales des instabilités paramétriques grâce à des trains d'impulsions laser de durée et amplitude inégales

S. Hüller, A. Porzio, J. Robiche (post doctorant)

Collaboration : B. Afeyan (Polymath Research)

Dans le contexte de la fusion laser, les faisceaux laser intenses sont usuellement générés par des méthodes de « lissage optique ». A l'échelle microscopique, le faisceau est composé de « speckles » (tavelures) de petite taille ayant une intensité pic décrite par une distribution statistique. C'est dans ces speckles intenses que les instabilités paramétriques se développent d'une façon critique lorsque le facteur de gain de l'instabilité dépasse la valeur 1. Les speckles les plus intenses ont une intensité plus grande que le speckle « moyen » par un facteur $\text{Log } N$ ($\sim 7 \dots 12$) (N indiquant le nombre de speckles dans le volume). Ces speckles intenses peuvent alors jouer un rôle néfaste pour le contrôle des instabilités paramétriques car la statistique des extrêmes prédit une variation très grande de leur intensité d'une réalisation à une autre. Nous avons étudié l'importance de la statistique des extrêmes des speckles intenses pour les cas où le gain d'un speckle « moyen » est de l'ordre de la valeur 1. L'étude démontre entre autres l'importance de cet effet d'extrêmes pour expliquer l'éclatement des faisceaux laser dans le contexte de « l'auto lissage » des faisceaux laser par le plasma.

References: [Porzio-2010,Hüller-2010,Hüller-2013]

La maîtrise de la distribution de speckles des faisceaux laser est un élément important dans le concept des impulsions « STUD » (« spike trains of uneven duration and delay »), issu d'une collaboration avec Bedros Afeyan. Ce concept permet de contrôler la croissance des instabilités paramétriques en utilisant deux éléments principaux : (1) une impulsion laser découpé en trains d'impulsions (« on » et « off ») presque périodiques (évitant des éventuelles résonances par des petites variations dans la durée d'impulsion et de leur amplitude) et (2) un changement régulier de la réalisation de la distribution de speckle (« speckle pattern ») à chaque n -ième sous-impulsion. Ce 2^{ème} élément évite une ré-amplification d'une onde plasma trop de fois au même endroit, provoquant un niveau de diffusion trop élevée. Dans notre étude nous avons élaboré le régime optimal de paramètres des impulsions STUD. Ceci permet non seulement de limiter les instabilités paramétriques à un niveau supportable pour la fusion laser, mais aussi de contrôler l'amplitude des ondes plasma à un niveau programmé permettant des études fondamentales.

Références [Afeyan-P2013,Hüller-P2011,Afeyan-2013(soumis)]

INTERACTION LASER MATIERE A FLUX MODERE OPTIQUE NON-LINEAIRE ET ULTRA RAPIDE DE LA FILAMENTATION

Nous avons étudié le régime de propagation et d'interaction laser-matière à flux modéré (impulsions femtoseconde, intensité maximum de quelques 10^{14} W/cm²) donnant généralement lieu au phénomène de filamentation, pour divers milieux de propagation (silice, eau, YAG, argon, air). Une partie de ces études concernent des impulsions préalablement mises en forme (faisceau de Bessel, d'Airy) ou visent à les mettre en forme (compression d'impulsions).

Génération d'harmoniques dans l'argon

A. Couairon

Collaborateurs : équipe de M. Kovacev et U. Morgner (Hannovre) et équipe M.B. Gaarde (Baton Rouge)

Avec nos collaborateurs expérimentateurs de Hanovre nous avons confirmé une prédiction théorique qui stipule que la génération d'harmoniques d'ordre élevé dans les gaz peut avoir lieu au sein d'un filament terminé abruptement par un gradient de pression du gaz. Le spectre d'harmonique est révélateur de pics d'intensité trois fois plus élevés que l'intensité d'équilibre communément admise comme la limite maximum au sein d'un filament.

Références : [Gaarde-2009, Schulz-2011, Steingrube-2011]

Filamentation – études variées

A. Couairon

Collaborateurs : Equipes de P Kiran (Hyderabad), et ILM du LOA

Une autre façon d'obtenir des intensités plus élevées au cours de la propagation est de réaliser une expérience de filamentation avec un laser de forte puissance dans l'air en focalisant fortement le faisceau laser. Nous avons prévu par le calcul et la comparaison avec des résultats d'expériences des intensités qui peuvent atteindre 10^{15} W/cm² dans l'air, presque deux ordres de grandeur au dessus de la limite admise par la communauté. Les mesures d'autres équipes rapportées dans littérature donnent des valeurs de plus en plus élevées (3×10^{14} W/cm²).

Une collaboration régulière avec l'équipe ILM de Laboratoire d'Optique Appliquée a permis d'obtenir de nouveaux résultats concernant l'interprétation (i) de la génération de troisième harmonique par laser dans l'air, (ii) des courants d'électrons dans le sillage d'une impulsion laser qui forme un filament dans l'air, (iii) de la compression d'impulsion par propagation dans un guide d'onde plan, et (iv) de l'émission conique de lumière associée à l'endommagement de verres par de multiples tirs laser.

Références : [Kiran-2010(1), Kiran-2010(2), Liu-2011, Zhou-2011, Arnold-2010]

Propagation d'ondes conique

A. Couairon, A. Lotti (doctorant), V. Jukna (post-doc)

Collaborations : P. Di Trapani (Come), D. Faccio (Edimburg), J. Biegert (Barcelona), M.B. Gaarde (Baton-Rouge), S. Tzortzakis (Heraklion), R. Morandotti (Varenes), J. Dudley (Besançon)

Dans le cadre d'une thèse, A. Lotti a réalisé de très nombreuses études de modélisation qui concernent la propagation d'ondes coniques (superposition polychromatique de faisceaux de Bessel) dans un milieu dispersif non-linéaire. En particulier, il a étudié:

(i) Le flux d'énergie associé à ces ondes. (ii) La propagation d'impulsions coniques, ultracourtes et intenses, et la génération d'harmoniques d'ordre élevé dans les gaz, la propagation de faisceaux d'Airy, la génération de radiation THz avec une impulsion laser intense, et la modélisation d'un nouveau mode de diffusion de la lumière, lorsqu'une impulsion intense se propage dans une perturbation d'indice qui se déplace moins vite que l'impulsion. V. Jukna (ANR Nanoflam), suite à ces études, modélise la propagation de faisceaux de Bessel ou d'Airy à grand angle de cône dans les matériaux solides transparents pour développer des applications en micro et nano-usinage par laser femtoseconde.

Réf: Clerici-2010 et 2013, Lotti-2010 et -2011(1 et 2), Teichman-2012, Panagiotopoulos-2012, Rubino-2012

Filamentation dans des milieux périodiques

A. Couairon, P. Panagiotopoulos (doctorant)

Collaborations : S. Tzortzakis (Heraklion)

Durant sa thèse, co-encadré par A. Couairon et S. Tzortzakis, Paris Panagiotopoulos a étudié la modélisation de la filamentation optique dans les milieux périodiques (réseaux d'indice) et de la propagation de faisceaux d'Airy .

Réf : Panagiotopoulos-2010, 2011 et 2012, Bellec-2012, Suntsov-2013, Lotti-2011(2)

Dépôt d'énergie et filamentation dans l'eau

A. Couairon, C. Milan (post doc)

Collaborations : équipe ILM du LOA, Palaiseau, S. Tzortzakis (Heraklion), A. Dubietis (Vilnius), D. Faccio (Edimburg)

La modélisation du dépôt d'énergie laser et la filamentation dans l'eau a pour but la réalisation de sources acoustiques sous-marine par laser femtoseconde. Cette étude est réalisée aussi bien en régime de propagation à faible ouverture numérique , qu'en focalisant le laser avec un axicon . La focalisation par un axicon permet la formation d'une bulle de cavitation allongée qui forme des jets éjectant de micro-bulles le long de l'axe laser, alors que plus classiquement, les micro-bulles sont éjectées transversalement en l'absence de jet.

Références : [Jarnac-2013, Faccio-2012(1-2)]

Supercontinuum

A. Couairon, V. Jukna (post-doc)

Collaborations : équipes de J. Biegert (Barcelona), D. Faccio (Edimburg), M. Richardson (Orlando), équipe ILM du LOA

La disponibilité de lasers intenses dans le domaine infra-rouge moyen a permis d'obtenir un supercontinuum couvrant une largeur record en terme de bande de fréquence par simple propagation du laser dans un cristal YAG . Elle a aussi permis d'étudier et d'interpréter la filamentation d'impulsions laser dans le régime de dispersion anormale.

Références : [Silva-2012, Durand-2013(1-2)]

Annexe 1 Enseignement

- P. Mora, professeur à l'École Polytechnique, Cours de Master 1 « Fusion thermonucléaire », Master 2 « Sciences de la Fusion », parcours « Fusion par confinement inertiel », Master 2, Optique, matière, plasma », responsabilité du parcours FCI du Master Fusion pour l'École Polytechnique
- D. Pesme : cours dans le parcours FCI du Master Fusion
- S. Hüller : membre des jurys de stage du parcours FCI du Master Fusion
- A. Couairon : Enseignement des "Méthodes numériques pour la propagation d'impulsions laser ultracourtes" en Ecoles d'été (Stella school 2009, Barcelona, Spain; Stella school 2011, Como, Italy; Hyderabad 2012, India; Cork School 2013, Ireland)

Annexe 2 Collaborations

Collaborations nationales

- LULI, Ecole Polytechnique, Palaiseau
- LPGP, Orsay
- LOA, ENSTA, Palaiseau
- LSI, Ecole Polytechnique, Palaiseau
- CELIA, Univ. Bordeaux I
- DCSA, CEA-DAM, Bruyères-le-Châtel
- DPTA, CEA-DAM, Bruyères-le-Châtel
- IRAMIS, CEA Saclay
- Femto-ST, Univ. de Franche Comté, Besançon
- Lab. Hubert Curien, Univ. Jean Monnet, Saint Etienne
- Institut Jean Lamour, Physique des plasmas chauds, Univ. de Lorraine, Nancy

Collaborations internationales

- Dept. of Physics, University of Alberta, Edmonton, Canada
- Dept. of Physics and Astronomy, Univ. Baton-Rouge, Etats-Unis
- Dept. of Physics and Mathematics, Univ. of Insubria, Como, Italie

- Dept. of Quantum Electronics, Vilnius University, Lithuanie
- East China Normal Univ., Shanghai, Chine
- FORTH, Univ. Heraklion, Grece
- Heriot Watt Univ., Edinburg, Ecosse
- ICFO, Barcelona, Espagne
- INRS, Varennes, Canada
- Inst. Quantum Optik, Univ. Hannover
- Joint Institute for High Temperatures, Moscou, Russie
- Optical Science Center, Univ. Arizona, Tucson, Etats-Unis
- Polymath Research, Pleasanton, Etats-Unis
- Tata Inst., Mumbai, Inde
- Univ. of Hyderabad, Inde

PUBLICATIONS

Publications dans des revues avec comité de lecture

1. Abdollahpour D., Panagiotopoulos P., Turconi M., Jedrkiewicz O., Faccio D., Couairon A., Papazoglou D. G., Tzortzakis S. : Long spatio-temporally stationary filaments in air using short pulse UV laser Bessel beams; *Optics Express* 2009; 17(7): 5052-5057.
2. Akturk S., Couairon A., Franco M., Mysyrowicz A. : Spectrogram representation of pulse self compression by filamentation; *Optics Express* 2008; 16(22): 17626-17636.
3. Akturk S., Zhou B., Franco M., Couairon A., Mysyrowicz A. : Generation of long plasma channels in air by focusing ultrashort laser pulses with an axicon; *Optics Communications* 2009; 282(1): 129-134.
4. Andreev N. E., Kuznetsov S. V., Cros B., Fortov V. E., Maynard G., Mora P. : Laser wakefield acceleration of supershort electron bunches in guiding structures; *Plasma Physics and Controlled Fusion* 2011; 53: 014001.
5. Andreev N. E., Baranov V. E., Cros B., Fortov V. E., Kuznetsov S. V., Maynard G., Mora P. : Electron bunch compression and acceleration in the laser wakefield; *Nuclear Instruments & Methods A* 2011; 653: 66.
6. Andreev N. E., Baranov V. E., Cros B., Maynard G., Mora P., Veysman M. E. : Laser wakefield compression and acceleration of externally injected electron bunches in guiding structures; *Journal of Plasma Physics* 2013; 79(2): 143-152.
7. Antici P., Fuchs J., Borghesi M., Gremillet L., Grismayer T., Sentoku Y., d'Humieres E., Cecchetti C. A., Mancic A., Pipahl A. C., Toncian T., Willi O., Mora P., Audebert P. : Hot and cold electron dynamics following high-intensity laser matter interaction; *Physical Review Letters* 2008; 101(10): 105004.
8. Antici P., Fuchs J., d'Humieres E., Robiche J., Brambrink E., Atzeni S., Schiavi A., Sentoku Y., Audebert P., Pepin H. : Laser acceleration of high-energy protons in variable density plasmas; *New Journal of Physics* 2009; 11: 023038.
9. Antici P., Chen S., Gremillet L., Grismayer T., Mora P., Audebert P., Fuchs J. : Time and space resolved interferometry for laser-generated fast electron measurements; *Review of Scientific Instruments* 2010; 81(11): 113302.
10. Antici P., Albertazzi B., Audebert P., Buffechoux S., Hannachi F., d'Humieres E., Gobet F., Grismayer T., Mancic A., Nakatsutsumi M., Plaisir C., Romagnani L., Tarisien M., Pepin H., Sentoku Y., Fuchs J. : Measuring hot electron distributions in intense laser interaction with dense matter; *New Journal of Physics* 2012; 14: 063023.
11. Antonsen T.M. : Radiation generated by bunched electron beams in corrugated plasma channels; *Physics of Plasmas* 2010; 17(7): 073112.
12. Arnold C. L., Akturk S., Franco M., Couairon A., Mysyrowicz A. : Compression of ultrashort laser pulses in planar hollow waveguides: a stability analysis; *Optics Express* 2009; 17(13): 11122-11129.
13. Arnold C. L., Zhou B., Akturk S., Chen S., Couairon A., Mysyrowicz A. : Pulse compression with planar hollow waveguides: a pathway towards relativistic intensity with table-top lasers; *New Journal of Physics* 2010; 12: 073015.
14. Averchi A., Faccio D., Berlasso R., Kolesik M., Moloney J. V., Couairon A., Di Trapani P. : Phase matching with pulsed Bessel beams for high-order harmonic generation; *Physical Review A* 2008; 77(2): 021802.
15. Averchi A., Faccio D., Berlasso R., Kolesik M., Moloney J. V., Couairon A., Di Trapani P. : Linear X-wave generation by means of cross-phase modulation in Kerr media. *Optics Letters* 2008; 33(24): 3028-3030.
16. Bellec M., Panagiotopoulos P., Papazoglou D. G., Efremidis N. K., Couairon A., Tzortzakis S. : Observation and Optical Tailoring of Photonic Lattice Filaments. *Physical Review Letters* 2012; 109(11): 113905.
17. Bigongiari A., Raynaud M., Riconda C., Héron A., Macchi A. : Efficient laser-overdense plasma coupling via surface plasma waves and steady magnetic field generation. *Physics of Plasmas* 2011; 18(10): 102701.
18. Bigongiari A., Raynaud M., Riconda C., Héron A. : Improved Ion Acceleration via Laser Surface Plasma Waves Excitation. *Physics of Plasmas* 2013; 20: 05701.
19. Brown J. M., Lotti A., Teleki A., Kolesik M. : Exactly solvable model for nonlinear light-matter interaction in an arbitrary time-dependent field. *Physical Review A* 2011; 84(6): 063424.

20. Cai H., Wu J., Couairon A., Zeng H. Spectral modulation of femtosecond laser pulse induced by molecular alignment revivals. *Optics Letters* 2009; 34(6): 827-829.
21. Cai H., Couairon A., Zeng H. Wavelength tuning of a few-cycle laser pulse by molecular alignment in femtosecond filamentation wake. *Physical Review A* 2009; 79(6): 063812.
22. Chapman T., Hüller S., Masson-Laborde P.-E., Rozmus W., Pesme D. Spatially autoresonant stimulated Raman scattering in inhomogeneous plasmas in the kinetic regime. *Physics of Plasmas* 2010; 17(12): 122317.
23. Chapman T., Hüller S., Masson-Laborde P.-E., Héron A., Pesme D., Rozmus W. Driven Spatially Autoresonant Stimulated Raman Scattering in the Kinetic Regime. *Physical Review Letters* 2012; 108: 145003.
24. Clerici M., Faccio D., Rubino E., Lotti A., Couairon A., Di Trapani P. Space-time focusing of Bessel-like pulses. *Optics Letters* 2010; 35(19): 3267-3269.
25. Cohen B. I., Williams E. A., Berger R. L., Pesme D., Riconda C. Stimulated Brillouin backscattering and ion acoustic wave secondary instability. *Physics of Plasmas* 2009; 16(3): 032701.
26. Cohen B. I., Williams E. A., Berger R. L., Pesme D., Riconda C. Stimulated Brillouin backscattering and ion acoustic wave secondary instability (Correction vol 16, 032701, 2009). *Physics of Plasmas* 2009; 16(8): 089902.
27. D'Amico C., Houard A., Akturk S., Y. Liu, J. Le Bloas, Franco M., B. Prade, Couairon A., Tikhonchuk V. T., Mysyrowicz A. Forward THz radiation emission by femtosecond filamentation in gases: theory and experiment. *New Journal of Physics* 2008; 10: 013015.
28. Depierreux S., Labaune C., Michel D. T., Stenz C., Nicolai P., Grech M., Riazuelo G., Weber S., Riconda C., Tikhonchuk V. T., Loiseau P., Borisenko N. G., Nazarov W., Hüller S., Pesme D., Casanova M., Limpouch J., Meyer C., Di-Nicola P., Wrobel R., Alozy E., Romary P., Thiell G., Soullie G., Reverdin C., Villette B. Laser smoothing and imprint reduction with a foam layer in the multikilojoule regime. *Physical Review Letters* 2009; 102(19): 195005.
29. Depierreux S., Goyon C., Lewis K., Bandulet H., Michel D. T., Loisel G., Yahia V., Tassin V., Stenz C., Borisenko N. G., Nazarov W., Limpouch J., Masson-Laborde P. E., Loiseau P., Casanova M., Nicolai P., Hüller S., Pesme D., Riconda C., Tikhonchuk V. T., Labaune C. Interaction physics for the shock ignition scheme of inertial confinement fusion targets. *Plasma Physics and Controlled Fusion* 2011; 53(12): 124034.
30. Diaw A., Mora P. Rarefaction shock in plasma with a bi-Maxwellian electron distribution function. *Physical Review E* 2011; 84(3): 036402.
31. Diaw A., Mora P. Thin-foil expansion into a vacuum with a two-temperature electron distribution function. *Physical Review E* 2012; 86: 026403.
32. Drouin M., Gremillet L., Adam J. C., Héron A. Particle-in-cell modeling of relativistic laser-plasma interaction with the adjustable-damping, direct implicit method. *Journal of Computational Physics* 2010; 229(12): 4781-4812.
33. Durand M., Lim K., Jukna V., McKee E., Baudalet M., Houard A., Richardson M., Mysyrowicz A., Couairon A. Blueshifted continuum peaks from filamentation in the anomalous dispersion regime. *Physical Review A* 2013; 87(4): 043820.
34. Durand M., Jarnac A., Houard A., Liu Y., Grabielle S., Forget N., Durecu A., Couairon A., Mysyrowicz A. Self-Guided Propagation of Ultrashort Laser Pulses in the Anomalous Dispersion Region of Transparent Solids: A New Regime of Filamentation. *Physical Review Letters* 2013; 110(11): 115003.
35. Faccio D., Averchi A., Lotti A., Di Trapani P., Couairon A., Papazoglou D., Tzortzakis S. Ultrashort laser pulse filamentation from spontaneous XWave formation in air. *Optics Express* 2008; 16(3): 1565-1570.
36. Faccio D., Clerici M., Averchi A., Jedrkiewicz O., Tzortzakis S., Papazoglou D. G., Bragheri F., Tartara L., Trita A., Henin S., Cristiani L., Couairon A., Di Trapani P. Kerr-induced spontaneous Bessel beam formation in the regime of strong two-photon absorption. *Optics Express* 2008; 16(11): 8213-8218.
37. Faccio D., Lotti A., Kolesik M., Moloney J. V., Tzortzakis S., Couairon A., Di Trapani P. Spontaneous emergence of pulses with constant carrier-envelope phase in femtosecond filamentation. *Optics Express* 2008; 16(15): 11103-11114.
38. Faccio D., Averchi A., Lotti A., Kolesik M., Moloney J. V., Couairon A., Di Trapani P. Generation and control of extreme blueshifted continuum peaks in optical Kerr media. *Physical Review A* 2008; 78(3): 033825.
39. Faccio D., Clerici M., Averchi A., Lotti A., Jedrkiewicz O., Dubietis A., Tamosauskas G., Couairon A., Bragheri F., Papazoglou D., Tzortzakis S., Di Trapani P. Few-cycle laser-pulse collapse in Kerr media: The role of group-velocity dispersion and X-wave formation. *Physical Review A* 2008;

- 78(3): 033826.
40. Faccio D., Lotti A., Matijosius A., Bragheri F., Degiorgio V., Couairon A., Di Trapani P. Experimental energy-density flux characterization of ultrashort laser pulse filaments. *Optics Letters* 2009; 17(10): 8193-8200.
 41. Faccio D., Rubino E., Lotti A., Couairon A., Dubietis A., Tamosauskas G., Papazoglou D. G., Tzortzakis S. Nonlinear light-matter interaction with femtosecond high-angle Bessel beams. *Physical Review A* 2012; 85(3): 033829.
 42. Faccio D., Tamosauskas G., Rubino E., Darginavicius J., Papazoglou D. G., Tzortzakis S., Couairon A., Dubietis A. Cavitation dynamics and directional microbubble ejection induced by intense femtosecond laser pulses in liquids. *Physical Review E* 2012; 86(3): 036304.
 43. Ferrando A., Milián C., Skryabin D. V. Variational theory of soliplasmon resonances. *J Opt Soc Am B* 2013; 30(9): 2507-2522.
 44. Fouquet T., Pesme D. Increase of the backward Raman reflectivity caused by the Langmuir decay instability in an inhomogeneous plasma: The loss of gradient stabilization. *Physical Review Letters* 2008; 100(5): 055006.
 45. Fuchs J., d'Humieres E., Sentoku Y., Antici P., Atzeni S., Bandulet H., Depierreux S., Labaune C., Schiavi A. Enhanced Propagation for Relativistic Laser Pulses in Inhomogeneous Plasmas Using Hollow Channels. *Physical Review Letters* 2010; 105(22): 225001.
 46. Gaarde M. B., Couairon A. Intensity spikes in laser filamentation: diagnostics and application. *Physical Review Letters* 2009; 103(4): 043901.
 47. Grech M., Riazuelo A., Pesme D., Weber S., Tikhonchuk V. T. Coherent forward stimulated-Brillouin scattering of a spatially incoherent laser beam in a plasma and its effect on beam Spray. *Physical Review Letters* 2009; 102(15): 155001.
 48. Grech M., Skupin S., Diaw A., Schlegel T., Tikhonchuk V. Energy dispersion in radiation pressure accelerated ion beams. *New Journal of Physics* 2011; 13: 123003.
 49. Grismayer T., Mora P., Adam J. C., Héron A. Electron kinetic effects in plasma expansion and ion acceleration. *Physical Review E* 2008; 77: 066407.
 50. Héron A., Adam J. C. Anomalous conductivity in Hall thrusters: Effects of the non-linear coupling of the electron-cyclotron drift instability with secondary electron emission of the walls. *Physics of Plasmas* 2013; 20: 082313.
 51. Houard A., Franco M., Prade B., Durecu A., Lombard L., Bourdon P., Vasseur O., Fleury B., Robert C., Michau V., Couairon A., Mysyrowicz A. Femtosecond filamentation in turbulent air. *Physical Review A* 2008; 78(3): 033804.
 52. Hüller S., Porzio A. Order statistics and extreme properties of spatially smoothed laser beams in laser-plasma interaction. *Laser and Particle Beams* 2010; 28(3): 463-477.
 53. Hüller S., Porzio A., Robiche J. Order statistics of high-intensity speckles in stimulated Brillouin scattering and plasma-induced laser beam smoothing. *New Journal of Physics* 2013; 15: 025003.
 54. Kiran P. P., Bagchi S., Krishnan S. R., Arnold C. L., Kumar G.R., Couairon A. Focal dynamics of multiple filaments: Microscopic imaging and reconstruction. *Physical Review A* 2010; 82(1): 013805.
 55. Kiran P. P., Bagchi S., Arnold C. L., Krishnan S. R., Kumar G. R., Couairon A. Filamentation without intensity clamping. *Optics Express* 2010; 18(20): 21504-21510.
 56. Lancia L., Marquès J.-R., Nakatsutsumi M., Riconda C., Weber S., Hüller S., Mancic A., Antici P., Tikhonchuk V. T., Héron A., Audebert P., Fuchs J. Experimental evidence of short light pulse amplification using strong-coupling stimulated Brillouin scattering in the pump depletion regime. *Physical Review Letters* 2010; 104: 025001.
 57. Liu Y., Durand M., Houard A., Forestier B., Couairon A., Mysyrowicz A. Efficient generation of third harmonic radiation in air filaments: A revisit. *Optics Communications* 2011; 284(19): 4706-4713.
 58. Liu Y., Brelet Y., He Z., Yu L. W., Mitryukovskiy S., Houard A., Forestier B., Couairon A., Mysyrowicz A. Ciliary White Light: Optical Aspect of Ultrashort Laser Ablation on Transparent Dielectrics. *Physical Review Letters* 2013; 110(9): 097601.
 59. Lotti A., Couairon A., Faccio D., Di Trapani P. Energy-flux characterization of conical and space-time coupled wave packets. *Physical Review A* 2010; 81(2): 023810.
 60. Lotti A., Faccio D., Couairon A., Papazoglou D. G., Panagiotopoulos P., Abdollahpour D., Tzortzakis S. Stationary nonlinear Airy beams. *Physical Review A* 2011; 84(2): 021807.
 61. Lotti A., Faccio D., Couairon A., Gaarde M. B., Di Trapani P. Carrier-envelope shearing and isolated attosecond pulse generation. *Physical Review A* 2011; 83(5): 053804.
 62. Luttkhof M. J. H., Khachatryan A. G., Van Goor F. A., Boller K-J, Mora P. Electron bunch injection at an angle into a laser wakefield. *Laser and Particle Beam* 2009; 27(1): 69-77.
 63. Malka V., Mora P. Principles of laser-plasma accelerators. *Comptes Rendus Physique* 2009;

- 10(2-3): 106-115.
64. Manceau J. -M., Averchi A., Bonaretti F., Faccio D., Di Trapani P., Couairon A., Tzortzakis S. Terahertz pulse emission optimization from tailored femtosecond laser pulse filamentation in air. *Optics Letters* 2009; 34(14): 2165-2167.
 65. Manceau J. -M., Averchi A., Bonaretti F., Faccio D., Di Trapani P., Couairon A., Tzortzakis S. Few-cycle shock X-wave generation by filamentation in prealigned molecules. *Physical Review A* 2009; 80(1): 013828.
 66. Masson-Laborde P. E., Rozmus W., Peng Z., Pesme D., Hüller S., Casanova M., Bychenkov V. Y., Chapman T., Loiseau P. Evolution of the stimulated Raman scattering instability in two-dimensional particle-in-cell simulations. *Physics of Plasmas* 2010; 17(9): 092704.
 67. Minardi S., Gopal A., Tatarakis M., Couairon A., Tamosauskas G., Piskarskas R., Dubietis A., Di Trapani P. Time-resolved refractive index and absorption mapping of light-plasma filaments in water. *Optics Letters* 2008; 33(1): 86-88.
 68. Minardi S., Gopal A., Couairon A., Tamosauskas G., Piskarskas R., Dubietis A., Di Trapani P. Accurate retrieval of pulse-splitting dynamics of a femtosecond filament in water by time-resolved shadowgraphy. *Optics Letters* 2009; 34(19): 3020-3022.
 69. Mora P. Laser acceleration of particles in plasmas, Foreword. *Comptes Rendus Physique* 2009; 10(2-3): 103-105.
 70. Mora P., Grismayer T. Rarefaction Acceleration and Kinetic Effects in Thin-Foil Expansion into a Vacuum. *Physical Review Letters* 2009; 102(14): 145001.
 71. Mora P. Particle acceleration in ultra-intense laser plasma interaction. *European Physical Journal-Special Topics* 2009; 175: 97-104.
 72. Mysyrowicz A., Couairon A., Keller U. Self-compression of optical laser pulses by filamentation. *New Journal of Physics* 2008; 10(3): 025023.
 73. Naseri N., Pesme D., Rozmus W., Popov K. Channeling of Relativistic Laser Pulses, Surface Waves, and Electron Acceleration. *Physical Review Letters* 2012; 108: 105001.
 74. Panagiotopoulos P., Couairon A., Efremidis N. K., Papazoglou D. G., Tzortzakis S. Intense dynamic bullets in a periodic lattice. *Optics Express* 2011; 19(11): 10057-10062.
 75. Pesme D., Riconda C., Tikhonchuk V.T. "Parametric Instability of a Driven Ion Acoustic Wave", [*Physics of Plasmas* 12, 092101 (2005)] (Erratum). *Physics of Plasmas* 2009; 16: 089903.
 76. Panagiotopoulos P., Efremidis N. K., Papazoglou D. G., Couairon A., Tzortzakis S. Tailoring the filamentation of intense femtosecond laser pulses with periodic lattices. *Physical Review A* 2010; 82(6): 061803.
 77. Panagiotopoulos P., Abdollahpour D., Lotti A., Couairon A., Faccio D., Papazoglou D. G., Tzortzakis S. Nonlinear propagation dynamics of finite-energy Airy beams. *Physical Review A* 2012; 86(1): 013842.
 78. Polesana P., Franco M., Couairon A., Faccio D., Di Trapani P. Filamentation in Kerr media from pulsed Bessel beams. *Physical Review A* 2008; 77(4): 043814.
 79. Porzio P., S. Hüller S., Extremal properties for weakly correlated random variables arising in speckle patterns, *J. Statist. Phys.* 2010; 138, 1010-1044
 80. Quere F., Thauray C., George H., Geindre J. P., Lefebvre E., Bonnaud G., Hüller S., Monot P., Martin Ph. Basic mechanisms of laser high-order harmonic generation from plasma mirrors. *Journal of Modern Optics* 2008; 55(16): 2711-2721.
 81. Ramis R., Eidmann K., Meyer-ter-Vehn J., Hüller S. MULTI-fs - A computer code for laser-plasma interaction in the femtosecond regime. *Computer Physics Communications* 2012; 183(3): 637-655.
 82. Rax J. M., Robiche J. Theory of unfolded cyclotron accelerator. *Physics of Plasmas* 2010; 17(10): 103112.
 83. Riconda C., Weber S., Tikhonchuk V. T., Héron A. Kinetic simulations of stimulated Raman backscattering and related processes for the shock-ignition approach to inertial confinement fusion. *Physics of Plasmas* 2011; 18: 092701.
 84. Robiche J., Rax J. M., Bonnaud G., Gremillet L. Fast electron energy deposition in a magnetized plasma: Kinetic theory and particle-in-cell simulation. *Physics of Plasmas* 2010; 17(3): 033106.
 85. Romagnani L., Borghesi M., Cecchetti C. A., Kar S., Antici P., Audebert P., Bandhoupadajay S., Ceccherini F., Cowan T., Fuchs J., Galimberti M., Gizzi L. A., Grismayer T., Heathcote R., Jung R., Liseykina T. V., Macchi A., Mora P., Neely D., Notley M., Osterholtz J., Pipahl C. A., Pretzler G., Schiavi A., Schurtz G., Toncian T., Wilson P. A., Will O. Proton probing measurement of electric and magnetic fields generated by ns and ps laser-matter interactions. *Laser and Particle Beams* 2008; 26(2): 241-248.
 86. Rousseaux C., Baton S.D., Bénisti D., Gremillet L., Adam J. C., Héron A., Strozzi D.J.,

Amiranoff F. Experimental Evidence of Predominantly Transverse Electron Plasma Waves Driven by Stimulated Raman Scattering of Picosecond Laser Pulses. *Physical Review Letters* 2009; 102(18): 185003.

87. Rubino E., Lotti A., Belgiorno F., Cacciatori S. L., Couairon A., Leonhardt U., Faccio D. Soliton-induced relativistic-scattering and amplification. *Scientific Reports* 2012; 2: 932.
88. Schulz Emilia, Steingrube Daniel S., Binhammer Thomas, Gaarde Mette B., Couairon Arnaud, Morgner Uwe, Kovacev Milutin, Tracking spectral shapes and temporal dynamics along a femtosecond filament, *Optics Express* 2011 ; 19 : 19495
89. Silva F., Austin D. R., Thai A., Baudisch M., Hemmer M., Faccio D., Couairon A., Biegert J. Multi-octave supercontinuum generation from mid-infrared filamentation in a bulk crystal. *Nature Communications* 2012; 3: 807.
90. Steingrube D. S., Schulz E., Binhammer T., Gaarde M. B., Couairon A., Morgner U., Kovacev M. High-order harmonic generation directly from a filament. *New Journal of Physics* 2011; 13: 043022.
91. Teichmann S. M., Austin D. R., Bates P., Cousin S., Gruen A., Clerici M., Lotti A., Faccio D., Di Trapani P., Couairon A., Biegert J. Trajectory interferences in a semi-infinite gas cell. *Laser Physics Letters* 2012; 9(3): 207-211.
92. Thauray C., Mora P., Adam J. C., Héron A. Regimes of expansion of a collisional plasma into a vacuum. *Physics of Plasmas* 2009; 16(9): 093104.
93. Thauray C., Mora P., Héron A., Adam J. C. Self-generation of megagauss magnetic fields during the expansion of a plasma. *Physical Review E* 2010; 82(1): 016408.
94. Thauray C., Mora P., Héron A., Adam J. C., Antonsen T.M. Influence of the Weibel instability on the expansion of a plasma slab into a vacuum. *Physical Review E* 2010; 82: 026408.
95. Thauray C., Quere F. High-order harmonic and attosecond pulse generation on plasma mirrors: basic mechanisms. *Journal of Physics B-Atomic Molecular and Optical Physics* 2010; 43(21): 213001.
96. Videau L., Alozy E., Bailly I., Hüller S., al.]... [et. Overview of on-going LIL experiments. *Plasma Physics and Controlled Fusion* 2008; 50: 124017.
97. Weber S., Riconda C., Klimo O., Heron A., Tikhonchuk V. T. Fast saturation of the two-plasmon-decay instability for shock-ignition conditions. *Physical Review E* 2012; 85(1): 016403.
98. Wu J., Cai H., Peng Y., Tong Y.Q., Couairon A., Zeng H.P. Control of femtosecond filamentation by field-free revivals of molecular alignment. *Laser Physics* 2009; 19(8): 1759-1768.
99. Wu J., Cai H., Couairon A., Zeng H. P. Wavelength tuning of a few-cycle laser pulse by molecular alignment in femtosecond filamentation wake. *Physical Review A* 2009; 79(6): 063812.
100. Wu J., Cai H., Couairon A., Zeng H. P. Few-cycle shock X-wave generation by filamentation in prealigned molecules. *Physical Review A* 2009; 80(1): 013828.
101. Zhou B., Houard A., Liu Y., Prade B., Mysyrowicz A., Couairon A., Mora P., Smeenk C., Arissian L., Corkum P. Measurement and Control of Plasma Oscillations in Femtosecond Filaments. *Physical Review Letters* 2011; 106(25): 255002.

Articles soumis

1. Afeyan B., Hüller S. Optimal Control of Laser-Plasma Instabilities Using Spike Trains of Uneven Duration and Delay: STUD Pulses. Soumis à PRL 2013 ; arXiv:1304.3960 (2013).
2. Ceccotti T., Floquet V., Sgattoni A., Bigongiari A., Klimo O. , Raynaud M. , Riconda C. , Heron A., Baffigi F. , Labate L., Gizzi L. A., Vassura L., Fuchs J., Passoni M. , Kveton M., Novotny F., Possolt M., Prokupek J. , Proska J. , Psikal J., Stolcova L., Velyhan A., Bougeard M., P. Martin, Macchi A. Evidence of resonant surface wave excitation in the relativistic regime through measurements of proton acceleration from grating targets. Soumis à PRL 2013.
3. Masson-Laborde P. E., S. Hüller S., Pesme D., Labaune Ch., Depierreux S., Loiseau P., Bandulet H., Stimulated Brillouin Scattering reduction induced by self-focusing for a single laser speckle interacting with an expanding plasma Soumis à Physics of Plasmas 2013

Comptes rendus de conférence

1. Afeyan B., Hüller S. Optimal control of laser plasma instabilities using Spike Trains of Uneven Duration and Delay (STUD pulses) for ICF and IFE. In: IFSA 2011: the seventh international conference on Inertial Fusion Sciences and Application - September 12-16, 2011 - Palais des Congrès et des Expositions de Bordeaux-Lac, France. *European Physical Journal: Web of Conferences* 2013.
2. Andreev N. E., Cros B., Maynard G., Mora P., Wojda F. Coupling efficiency of intense laser pulse's to capillary tubes for laser wakefield acceleration. In: *Laser and plasma accelerators workshop 2007, 9-13 juillet 2007, Les Açores. IEEE Transactions on Plasma Science* 2008; 39(4): 1746-1750.
3. Antici P., Fuchs J., Borghesi M., Grismayer T., Atzeni S., Cecchetti C. A., Gremillet L., Mancic

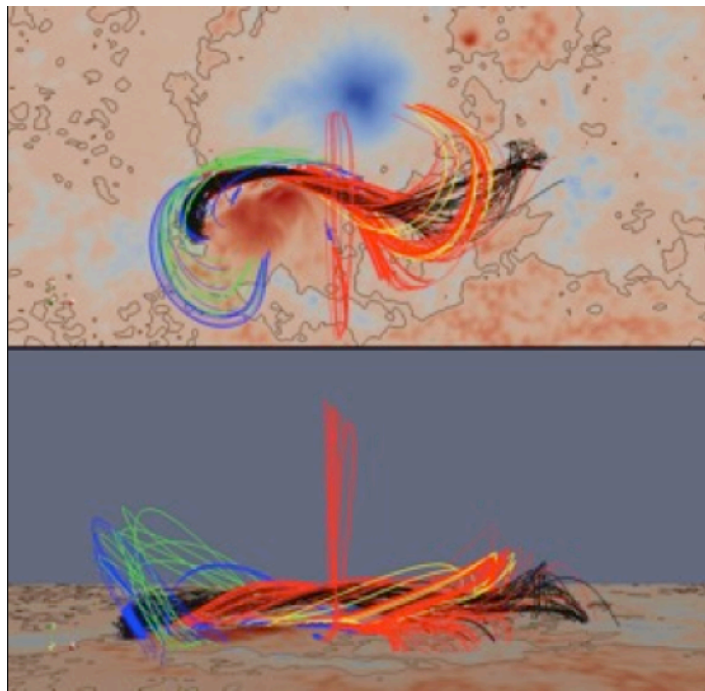
- A., Mora P., Pipahl A. C., Schiavi A., Toncian T., Willi O., Audebert P. Time and space resolved interferometry for detecting plasma expansion from solid targets. In: Ultra-Intense Laser Interactions Sciences, Bordeaux, 1-5 octobre 2007 European Physical Journal - Special Topics 2009; 175: 139-142.
4. Bigongiari A., Héron A., Raynaud M., Riconda C. Proton acceleration by enhanced laser-overdense plasma coupling via resonant surface wave excitation. In: 37th EPS Conference on Plasma Physics, P2211, (2010).
 5. Bigongiari A., Raynaud M., Riconda C., Héron A. Efficient laser-overdense plasma coupling via surface plasma waves and steady magnetic field generation. In: IFSA 2011: the seventh international conference on Inertial Fusion Sciences and Application - September 12-16, 2011 - Palais des Congrès et des Expositions de Bordeaux-Lac, France. European Physical Journal: Web of Conferences 2013
 6. Bigongiari A., Raynaud M., Riconda C., Héron A. Ultra-high intensity laser-surface plasma wave coupling : an efficient mechanism of plasma heating. In: 39th EPS conference & 16th Int Congress on Plasma Physics, P5099, (2012).
 7. Borghesi M., Toncian T., Fuchs J., Cecchetti C. A., Romagnani L., Kar S., Quinn K., Ramakrishna B., Wilson P. A., Antici P., Audebert P., Brambrink E., Pipahl A., Jung R., Amin M., Willi O., Clarke R. J., Notley M., Mora P., Grismayer T., D'Humieres E., Sentoku Y. Laser-driven proton acceleration and applications: Recent results. In: Ultra-Intense Laser Interactions Sciences, Bordeaux, 1-5 octobre 2007 European Physical Journal - Special Topics 2009; 175: 105-110.
 8. Borghesi M., Cecchetti C. A., Toncian T., Fuchs J., Romagnani L., Kar S., Wilson P. A., Antici P., Audebert P., Brambrink E., Pipahl A., Amin M., Jung R., Osterholz J., Willi O., Nazarov W., Clarke R. J., Notley M., Neely D., Mora P., Grismayer T., Schurtz G., Schiavi A., Sentoku Y., d'Humieres E. Laser-driven proton beams: Acceleration mechanism, beam optimization, and radiographic applications. In: Laser and plasma accelerators workshop 2007, 9-13 juillet 2007, Les Açores IEEE Transactions on Plasma Science 2008; 39(4): 1833-1842.
 9. Chapman T., Hüller S., Masson-Laborde P.-E. , Rozmus W. Auto-résonance de l'instabilité Raman stimulée due à une non-linéarité d'origine cinétique dans un plasma inhomogène. In: 13e Rencontre du Non-Linéaire 2010, ISBN 2-9516773-9-1, pp 31-36.
 10. Chapman T., Hüller S., Masson-Laborde P. E., Héron A., Rozmus W., Pesme D. The dependence of spatial autoresonance in SRS on k ID. In: IFSA 2011: the seventh international conference on Inertial Fusion Sciences and Application - September 12-16, 2011 - Palais des Congrès et des Expositions de Bordeaux-Lac, France. European Physical Journal: Web of Conferences 2013 (in press, accepted for publication).
 11. Couairon A., Houard A., Franco M., Prade B., Mysyrowicz A., Durecu A., Lombard L., Bourdon P., Vasseur O., Fleury B., Robert C., Michau V. Filamentation in turbulent air. In: Conference on Lasers and Electro-Optics/Quantum Electronics and Laser Science Conference, MAY 04-09, 2008 San Jose, CA. IEEE Lasers and Electro-Optics Society (LEOS) Annual Meeting, Vols 1-9 p 3481-3482.
 12. Couairon A., Lotti A., Panagiotopoulos P., Abdollahpour D., Faccio D., Papazoglou D. G., Tzortzakis S. Nonlinear propagation and filamentation of intense Airy beams in transparent media. In: Conference on Nonlinear Optics and Applications VI, Brussels, APR 16-18, 2012. Proceedings of SPIE 8434: 84340S (2012).
 13. Depierreux S., Labaune C., Michel D. T., Tikhonchuk V. T., Tassin V., Stenz C., Borisenko N. G., Nazarov W., Grech M., Hüller S., Limpouch J., Loiseau P., Nicolai P., Pesme D., Rozmus W., Meyer C., Di Nicola P., Wrobel R., Alozy E., Romary P., Thieff G., Soullie G., Reverdin C., Villette B., Rabec Le Gloahec M., Godinho C. Optimisation of some laser and target features for laser plasma interaction in the context of fusion. In: 5th international conference on inertial fusion sciences and applications (IFSA2007). Journal of Physics-Conference Series 112: 022041.
 14. d'Humières E., Rassuchine J., Baton S., Fuchs J., Guillou P., Koenig M., Gremillet L., Rousseaux C., Kodama R., Nakatsutsumi M., Norimatsu T., Batani D., Morace A., Redaelli R., Dorchie F., Fourment C., Santos J. J., Adams J., Korgan G., Malekos S., Sentoku Y., Cowan T. E. Importance of magnetic resistive fields in the heating of a micro-cone target irradiated by a high intensity laser. In: Ultra-Intense Laser Interactions Sciences, Bordeaux, 1-5 octobre 2007 European Physical Journal - Special Topics 2009; 175: 89-95.
 15. Fuchs J., Cecchetti C., Borghesi M., Grismayer T., d'Humières E., Antici P., Atzeni S., Mora P., Pipahl A. C., Romagnani L., Schiavi A., Sentoku Y., Toncian T., P. Audebert, Willi O. Laser-acceleration of high-energy protons in small-scale gradients. In: The fifth International Conference on inertial fusion sciences and applications, IFSA 2007. Journal of Physics - Conference series 2008; 112: 022082.
 16. Héron A., Adam J. C. 2D PIC simulations of collisional transport of relativistic electrons in dense plasmas. In: IFSA 2011: the seventh international conference on Inertial Fusion Sciences and Application - September 12-16, 2011 - Palais des Congrès et des Expositions de Bordeaux-Lac, France.

- European Physical Journal: Web of Conferences 2013 (in press, accepted for publication).
17. Hüller S., Masson-Laborde P. E., Pesme D., Labaune C., Bandulet H. Modeling of Stimulated Brillouin Scattering in expanding plasmas. In: 5th international conference on inertial fusion sciences and applications (IFSA2007). Journal of Physics: Conference Series 2008 ; 112: 022031.
 18. Hüller S., Afeyan B. Simulations of drastically reduced SBS with laser pulses composed of a Spike Train of Uneven Duration and Delay (STUD pulses). In: IFSA 2011: the seventh international conference on Inertial Fusion Sciences and Application - September 12-16, 2011 - Palais des Congrès et des Expositions de Bordeaux-Lac, France. European Physical Journal: Web of Conferences 2013 (in press, accepted for publication) arXiv:12104480.
 19. Key M. H., Adam J. C., Akli K. U., M. Borghesi, Chen M. H., Evans R. G., Freeman R. R., Habara H., Hatchett S. P., Hill J. M., Héron A., King J. A., Kodama R., Lancaster K. L., MacKinnon A. J., Patel P., Phillips T., Romagnani L., Snavely R. A., Stephens R., Stoeckl C., Town R., Toyama Y., Zhang B., Zepf M., Norreys P. A. Fast ignition relevant study of the flux of high intensity laser-generated electrons via a hollow cone into a laser-imploded plasma. Physics of Plasmas 2008; 15: 022701.
 20. Labaune C., Depierreux S., Tikhonchuk V. T., Michel D. T., Stenz C., Borisenko N. G., Nicolai Ph., Hüller S., Pesme D., Loiseau P., Masson-Laborde P.-E., Casanova M., Grech M., Riazuelo G., Riconda C., Weber S., Darbon S., Wrobel R., Aloyz E., Casner A., Meyer C., Romary P., Thiell G., Nazarov W., Limpouch J. Laser-plasma interaction physics in multi kilojoule experiments. 5th International conference on inertial fusion sciences and applications (IFSA 2009). Journal of Physics: Conference Series 244, 022021 (2010) 2010; 53(12): 124034.
 21. Lancia L., Marquès J.R., Fuchs J., Nakatsutsumi M., Mancic A., Antici P., Riconda C., Weber S., Tikhonchuk V., Héron A., Hüller S., Adam J. C., Audebert P. Experimental investigation of identical wavelength short light pulses crossing in underdense plasma. In: Harnessing Relativistic Plasma Waves as Novel Radiation Sources from Terahertz to X-Rays and Beyond, 21-23 April 2009, Prague, Czech Republic. Proceedings of SPIE 7359: 73590N (2009).
 22. Mora P., Grismayer T., Adam J. C., Héron A. Electron kinetic effects in the plasma expansion into a vacuum and ion acceleration. In: Laser Optics 2008, St Petersburg (Russie), 24-28 juin 2008.
 23. Mora P. Plasma expansion into a vacuum and ion acceleration. In: International Workshop on Laser-Matter Interaction, 13-17 septembre 2010, Porquerolles, France.
 24. Naseri N., Pesme D., Rozmus W. Channeling of relativistic laser pulses in underdense plasmas and subsequent electron acceleration. In: IFSA 2011: the seventh international conference on Inertial Fusion Sciences and Application - September 12-16, 2011 - Palais des Congrès et des Expositions de Bordeaux-Lac, France. European Physical Journal: Web of Conferences 2013 (in press, accepted for publication).
 25. Paradkar B. S., Cros B., Mora C., Maynard G. Numerical modeling of laser-wakefield electron acceleration to multi-GeV energies inside a dielectric capillary tube. In: Laser Acceleration of electrons, protons and ions, Proc of SPIE 8779, 877903 (2013).
 26. Riconda C., Weber S., Klimo O., Héron A., Tikhonchuk V.T. Multi-dimensional PIC-simulations of parametric instabilities for shock ignition conditions. In: IFSA 2011: the seventh international conference on Inertial Fusion Sciences and Application - September 12-16, 2011 - Palais des Congrès et des Expositions de Bordeaux-Lac, France. European Physical Journal: Web of Conferences 2013 (in press, accepted for publication).
 27. Thauray C., Quere F., George H., Geindre J. -P., Bonnaud G., Martin Ph. Intrinsic phase of high order harmonics generated on plasma mirrors. In: 1st International Conference on Light at Extreme Intensities (LEI 2009), Brasov, Romania, Oct 16-21, 2009 AIP Conference Proceedings 1228: 393-399 (2010).

Livres ou sections de livre

1. Couairon A., Mysyrowicz A. Self-focusing and filamentation of femtosecond pulses in air and condensed matter : simulations and experiments. In. Self-focusing: past and present. Springer, 2009. - (Topics in Applied Physics ; 114); 2009. p p. 297-322.
2. Gaizauskas E., Dubietis A., Kudriasov V., Sirutkaitis V., Couairon A., Faccio D., Di Trapani P. On the role of conical waves in self-focusing and filamentation of femtosecond pulses with nonlinear losses. In. Self-focusing: past and present. Springer, 2009. - (Topics in Applied Physics ; 114); 2009. p p. 457-480.
3. Mora C., Rax J. M. : Fusion thermonucléaire. – éditions de l'Ecole polytechnique (réédition annuelle), 2010. 207 p.

PLASMAS MAGNETISES



PLASMAS MAGNETISES

L'étude de la physique des plasmas magnétisés de laboratoires et naturels est depuis l'origine du CPhT une activité reconnue internationalement. Au départ essentiellement théorique, la thématique s'est progressivement décalée vers la simulation numérique, principalement à cause de la complexité de la physique et des géométries en jeu. Notre activité se situe par conséquent à l'interface entre modélisation théorique, simulations numériques et supports aux expériences tant pour les plasmas de fusion de tokamak (Tore Supra, JET, ITER...), les plasmas spatiaux (Programme National Soleil Terre, les programmes du CNES et de la NASA en physique solaire) et la propulsion ionique (GDR CNES/CNRS/SNECMA en propulsion ionique).

Les codes numériques développés au CPhT sont de renommée mondiale dans toutes ces thématiques, et servent non seulement pour prédire la dynamique des plasmas, mais aussi de plus en plus, par l'intermédiaire de diagnostics synthétiques, pour interpréter les expériences. Ces dernières années ont pour partie été consacrées à un nouveau cycle de développement de codes en fusion et physique solaire. Ces outils entament en ce moment, à l'aide des moyens de calculs du GENCI, leur phase de production.

PLASMAS DE TOKAMAKS

Les grands tokamaks sont tous opérés proche des seuils d'instabilités MHD, où divers effets au delà de la MHD peuvent avoir un impact sur le confinement du plasma. Certains peuvent être décrits par un modèle fluide, mais d'autres nécessitent une approche particulière pour donner une image correcte de la dynamique du plasma. Notre travail depuis 2008 a suivi 2 axes : (i) Production scientifique avec nos outils numériques stabilisés, notamment le code bi-fluide XTOR-2F (Ref.7) au CPhT ainsi qu'au sein de nos collaborations. (ii) Mise au point d'un nouvel outil hybride, XTOR-K, permettant de décrire les électrons et une partie des ions par un modèle fluide, et une fraction choisie (jusqu'à 100%) des ions de manière cinétique par une méthode PIC. Ce travail est le sujet du projet ANR ANIKA (2009-2013), porteur CPhT (Lütjens).

Développement d'un code hybride fluide/cinétique, XTOR-K

H. Lütjens, J.F. Luciani, D. Leblond (doctorant), C. Nguyen (Post-doc)

Les effets au delà de la MHD jouent un rôle crucial dans la dynamique d'un plasma de fusion dans un tokamak. Certains peuvent être décrit par un modèle fluide, comme les effets de dérives, et d'autres sont plus faciles à décrire avec un modèle particulaire, comme les rayons de Larmor finis ou les particules piégées. Deux écoles existent pour résoudre ce problème, l'une utilisant une approximation gyrocinétique pour résoudre l'équation de Vlasov ou de Boltzmann, et l'autre en adjoignant un module particulaire à une description fluide, permettant de simuler des populations sélectionnées par intégration exacte de leurs trajectoires. Les deux méthodes sont complémentaires, les simulations gyrocinétiques étant limitée à des échelles modérées par la taille des calculateurs et l'hybride fluide/cinétique étant parfaitement adéquat pour les échelles macroscopiques mais limité par la taille des calculateurs pour les petites échelles.

Au CPhT, nous avons développé pendant 20 ans le code MHD 3D XTOR. A la pointe du savoir faire en 2008, il servi de noyau pour le développement du nouveau code hybride XTOR-K. Plusieurs obstacles se sont présentés, à commencer par le développement d'un modèle physique permettant de concilier d'un côté une description fluide et de l'autre celle

particulière des populations en jeu. Ensuite, il a fallu mettre au point une méthode d'avancée temporelle hybride préservant tout l'acquis numérique côté fluide tout en restant efficace après l'inclusion du module particulière. Pour finir, le code a été conçu de façon à ce que l'exécution soit optimale sur les plus grands calculateurs parallèles. Ces buts ont tous été atteints début 2013. Depuis lors, le code est en phase de validation, tant du point de vue numérique, par exemple pour l'impact du bruit numérique intrinsèque à tout schéma PIC sur le schéma hybride, que d'un point de vue physique. Les résultats sont très satisfaisants, notamment pour des tests physiques standards utilisés aussi pour valider les codes gyrocinétiques. XTOR-K entrera dans sa véritable phase de production d'ici à fin 2013. Refs.[1,4,7]

Oscillations « dents-de-scie »

H. Lütjens, J.F. Luciani, D. Leblond (doctorant), F. Halpern (Post-doc)

En parallèle avec notre activité de développement, nous avons utilisé au CPhT la version bi-fluide XTOR-2F pour étudier la dynamique des oscillations dents-de-scie. C'est un phénomène observé dans tous les tokamaks, qui se traduit par une relaxation périodique et brutale de la température dans le cœur du plasma. Cette relaxation est associée à une instabilité MHD macroscopique d'hélicité $m/n=1/1$ appelée « kink interne » qui déforme tout le cœur du plasma. Jusqu'alors, cette dynamique n'avait encore jamais pu être reproduite par des simulations numériques : les simulations en MHD résistive ont montré l'insuffisance de ce modèle, notamment pour expliquer la phase de reconnexion du champ magnétique dû au kink. Par ailleurs, la rampe de la température sans activité observée expérimentalement ne pouvait être reproduite par ce modèle : des instabilités résistives lentes croissent systématiquement.

L'inclusion des dérives diamagnétiques dans le modèle de XTOR-2F a permis pour la première fois de reproduire de véritables oscillations dents-de-scie. Au dessus d'un certain seuil, les effets diamagnétiques stabilisent les modes MHD résistifs résiduels pendant la phase de rampe de la température. Celle-ci évolue jusqu'à l'amorçage d'un nouveau kink interne. On observe alors une très nette accélération de la dynamique par rapport au cas MHD résistive, due d'une part à la perte des effets diamagnétiques stabilisants à cause de l'évacuation centrale du plasma, et d'autre part à un changement de régime de reconnection des lignes de champ magnétique. Refs.[4,10,12,40,42,45,52]

Simulations de décharges expérimentales

H. Lütjens, J.F. Luciani, N. Mellet (Post-Doc)

Principaux collaborateurs (CEA Cadarache): P. Maget, X. Garbet, R. Sabot, T. Nicolas (doctorant), D. Meshcheriakov (doctorant)

Traditionnellement, nous diffusons nos outils numériques au sein de nos collaborations une fois qu'ils sont stabilisés. C'est le cas de notre code XTOR-2F, qui est utilisé dans des laboratoires expérimentaux pour simuler des décharges tokamaks réelles et aider ainsi à l'interprétation des mesures. Deux axes de recherche ont été poursuivis:

- XTOR-2F a permis de reproduire avec un accord remarquable les mesures expérimentales de la dynamique de la densité de différentes populations d'ions dans des plasmas TORE-SUPRA et JET lors d'oscillations dents-de-scie. En particulier, la migration d'impuretés lourdes provenant de l'enceinte vers le cœur du plasma à cause des kink internes a pu être démontrée. C'est un problème particulièrement délicat pour ITER, où certaines composantes proches du plasma sont en tungstène pour pouvoir supporter les flux de chaleur

générés par un plasma de fusion. Refs.[14,44,48]

- La modélisation fine des instabilités de déchirement magnétique (modes tearing) a été poursuivie, notamment en incluant des effets néoclassiques et diamagnétiques (ce travail est l'un des volets du projet ANR ANIKA). Dans les grands tokamaks, les instabilités tearing sont une importante source de déconfinement du plasma, la compréhension fine de leur physique est fondamentale pour leur contrôle éventuel dans les expériences. Refs.[2,3,5,6,11,13,15,37-39,41,43,46,49-51,53-55]

Plasmas spatiaux

T. Amari, J.F. Luciani, A. Canou (doctorant), R. Huart (Post-Doctorant)

Principaux collaborateurs : Z. Mikic, J. Linker, F. Alauzet (INRIA) , P. Frey(JLL) , JJ Aly (CEA-Saclay)

Structure de la couronne : Reconstruction du champ magnétique solaire

Bien que la structure et la dynamique de l'atmosphère solaire soit gouvernée par le champ magnétique celui-ci ne peut pas être mesuré directement dans la couronne, en raison de la température coronale très élevée, mais seulement dans les régions plus froides et plus denses, la photosphère et la basse chromosphère. La détermination des propriétés générales des configurations magnétiques qui caractérisent la phase pré-éruptive nécessite par conséquent la reconstruction du champ magnétique dans la couronne solaire à partir de mesures partielles du champ magnétique et une reconstruction par résolution des équations de la MHD. Dû à une programmation importante de nouvelles missions solaires équipées de magnétographes vectoriels à bord (SDO, HINODE, Solar Orbiter,...), on observe un intérêt grandissant pour la recherche de méthodes de reconstruction du champ magnétique solaire.

Plusieurs codes de reconstruction non linéaire ont été développés au CPhT (XTRAPOL et FEMQ), et comparés dans le cadre d'un groupe international. Refs.[16-18]. Motivé par les données récentes du satellite SDO, il est de plus en plus clair qu'il est important de pouvoir modéliser le soleil à des échelles non seulement locales (quelques taches solaires), mais aussi globales. En effet SDO a découvert récemment de nombreux événements éruptifs dit «sympathiques» ou collectifs, connectant des régions du soleil très distantes les unes des autres, qui semblent être un fonctionnement général. Dans ce but, un code en coordonnées sphériques XTRAPOLS et un nouveau code utilisant un maillage non structuré avec adaptation de maillage pour une meilleure résolution ont été développés. Refs.[19,20,56-58].

Exploitation pour les protubérances ou les phénomènes éruptifs

En collaboration avec le LESIA et en utilisant les données THEMIS d'une région active associée à l'émergence de flux, nous avons démontré avec le code XTRAPOL que celle-ci était associée à un tube de flux magnétique torsadé coronal, grand réservoir d'énergie. Ce résultat obtenu pour la première fois est en accord avec les mécanismes MHD de déclenchement de CME, aboutissant tous à la formation et disruption d'un tel tube torsadé. Refs. [21].

D'autres travaux dans le même sens ont suivi : d'abord au sein d'une étude internationale pilotée par LOKHEED avec des données du satellite japonais HINODE, où nous avons montré avec nos codes qu'une autre région active possédait les mêmes caractéristiques avec un tube de flux torsadé qui permettait maintenant d'expliquer la structure magnétique de support d'une protubérance présente dans la région active. Refs. [22].

Ensuite, la région active NOAA AR 10930 observée par *Hinode/SOT/SP* en décembre 2006 sur 5 jours, pour laquelle une séquence de reconstruction montre l'évolution temporelle quasi-statique de la configuration magnétique de cette région active et met en lumière différentes phases de l'évolution de cette région : l'augmentation du cisaillement des arcades entre les deux tâches, l'émergence d'un tube de flux torsadé, son expansion dans la couronne et sa disparition après qu'une CME soit survenue. Certains équilibres ont été utilisés comme états initiaux pour des simulations MHD afin de tester leur stabilité. Refs. [34,35].

Tous ces outils sont progressivement en cours d'implantation dans la base de reconstruction FROMAGE, localisée au LESIA (observatoire de Paris/Meudon), créée et supportée par T.Amari, ouverte à la communauté et soutenue par le CNES. Refs. [23].

Dynamique des phénomènes éruptifs

Nous avons proposé plusieurs mécanismes pour caractériser l'origine des phénomènes éruptifs violents tels que les Ejections Coronales de Masse (ECMs), ainsi que des éruptions plus confinées, dans l'approche où l'évolution des configurations magnétiques solaires est contrainte par les changements intervenant au niveau de la photosphère et représentant la trace des conditions sub-photosphériques issues de la zone de convection solaire interne : modifications de flux (émergence, submergence) et présence de champs de vitesse. Ces études sont menées à l'aide d'outils numériques MHD que nous avons développés tels que le code MHD 3D METEOSOL. Les observations récentes d'ECM ont mis en évidence des structures magnétiques constituant des tubes de flux torsadés.

Nous avons démontré l'action de plusieurs nouveaux mécanismes en accord avec les observations qui demeurent l'un des scénarios retenus dans la communauté et discuté en concurrence avec un autre modèle Américain (le Break Out model). Refs. [24-26, 59].

Météorologie de l'Espace

La Météorologie de l'Espace vise à prédire l'état de l'environnement spatial Soleil-Terre dont notre société dépend de plus en plus (générateurs électriques au sol, satellites géostationnaires, vols approchant les pôles). Les satellites commerciaux sont assurés par des compagnies internationales qui souhaitent pouvoir définir les responsabilités effectives lorsque des événements solaires éruptifs peuvent être invoqués comme origine possible d'échecs lors du lancement et mise sur orbite des satellites. Ce système Soleil/Magnétosphère est aussi couplé aux couches sous jacentes comme l'ionosphère, dont la connaissance de l'état est essentielle pour les systèmes de communications par ondes radios tels GPS ou Gallileo.

Pour ces raisons ces activités de Météorologie de l'Espace sont une préoccupation importante. Cette prévision des éruptions se situe donc à deux niveaux ; i) Proche de la Terre (magnétosphère), suffisant pour étudier les effets globaux causés par une Ejection Coronale de Masse qui met 48 à 72 heures pour parvenir proche de la Terre, et aussi ii) Le Soleil où le départ des éruptions et des CMEs produisent des particules à hautes énergies avec des vitesses proches de la lumière. Notre outil entièrement interactif « Solar Models » également soutenu par le CNES <http://www.myworksonline.com/en/index.html>, a été développé pour répondre à des besoins à caractère plus opérationnel. Il est inclus dans l'ESA Virtual Space Weather Model Center, dont le but est une chaîne de modèles du Soleil à la Terre pour la Météorologie de l'Espace. Refs.[60].

Interaction vent solaire magnétosphère : Modèle Global

Un autre intérêt de la nouvelle approche numérique basée sur des méthodes originales : adaptation de maillage non structurés (tétraèdres) et schémas pouvant capturer les

discontinuités, est de pouvoir anticiper un de nos objectifs: le problème de l'interaction vent solaire-magnétosphère et du déclenchement des sous orages magnétiques. En plus de l'importance de ce problème pour l'étude des processus physiques en jeu, son étude est également une pièce importante de la Météorologie de l'Espace pour l'environnement terrestre. Ce projet d'intérêt national pour la défense et le civil, est soutenu par la DGA (post-doc) et le CNES. Ces travaux ouvrent la voie à toute une série d'études et de soutien à la communauté géophysique : couplage avec l'ionosphère, reconnexion magnétique...

Nous avons développé une approche sur maillage non structuré préférable aux méthodes de cubes subdivisés employées en astrophysique. Les tétraèdres que l'on peut raffiner épousent les discontinuités créées au cours de l'évolution (comme la magnétopause, ou chocs) et la frontière terrestre de façon bien meilleure. Nous avons aussi proposé plusieurs schémas pour le calcul des flux. Refs. [36, 61-63].

Vers une approche globale interne et externe du soleil. Chauffage de la couronne solaire.

Après une phase de recherche d'une dizaine d'années, où nous avons caractérisé les différents processus solaires induits par l'image de mouvements internes, il est nécessaire de développer une approche globale, qui inclut la zone de convection (mais pas encore la dynamo solaire profonde). Le traitement à la fois de la physique convective, de la zone coronale à grande échelle, dont les propriétés diffèrent fortement, auquel on ajoute cette fine couche photosphérique à travers laquelle les paramètres physiques changent très rapidement, représente un véritable défi numérique au traitement impossible par un modèle numérique unique, même si des efforts importants sont entrepris dans ce sens par d'autres équipes.

Comprendre l'origine de la température élevée de la Couronne Solaire (et des étoiles de types solaire) reste l'un des grands problèmes non résolu de l'astrophysique. Un des mécanismes proposé par Parker fondé est celui de la formation de couches de courants dans la couronne. Nous avons démontré que certains arguments proposés dans plusieurs articles en faveur de ce mécanisme reposaient sur une démonstration erronée. Refs. [27].

Nous avons proposé le premier modèle de couplage interne et externe solaire permettant d'aboutir à une atmosphère coronale avec des champs magnétiques porteurs de courants, images du modèle sub-photosphérique. Ce modèle s'appelle le modèle de couche résistive, puisqu'il substitue une couche résistive à la photosphère. Cette approche de couplage nous permet de proposer un modèle pour le problème non résolu du chauffage de l'atmosphère solaire alimenté par la dynamo superficielle et une reconnexion magnétique, aboutissant à fournir l'énergie nécessaire pour chauffer jusqu'à la chromosphère solaire et zone de transition. Refs. [28, 64].

Nouvelles classes de modèles magnétiques : Bulles, Modèles internes

Nous avons découvert des nouvelles classes d'équilibres magnétiques analytiques isodynamiques réalistes pour des systèmes autogravitants en présence de champ magnétique, permettant de construire pour la première fois des modèles non axisymétriques applicable aux intérieurs d'étoiles comme les zones radiatives. Ces modèles ont permis de démontrer l'existence d'une configuration magnétique dans la zone radiative. Actuellement, nous étudions leur stabilité pour déterminer la présence éventuelle d'un champ magnétique fossile dans la zone radiative. Ces modèles sont aussi d'une grande utilité pour les bulles magnétiques émis depuis les centres d'amas de galaxies et observés en rayonnement X. L'étude de leur stabilité est également en cours. *Références* : [29,30].

TRANSPORT ANORMAL DANS LES PROPULSEURS À EFFET HALL

J.C. Adam, A. Héron

Collaborateurs : membres du GDR n°3161 « Propulsion par plasma dans l'espace »

Notre activité sur ce thème concerne un projet initié par le CNES et soutenu par la SNECMA et le CNRS. L'intérêt de la propulsion ionique est d'offrir un gain considérable en termes d'impulsion spécifique par rapport à la propulsion chimique classique. Les propulseurs du type étudié utilisent le Xénon comme gaz propulsif. Ce xénon est injecté dans un canal annulaire cylindrique en céramique à l'intérieur duquel existent un champ magnétique essentiellement radial d'environ 150 Gauss et un champ électrique principalement axial. On injecte les électrons à partir d'une cathode située sur le bord en sortie du moteur qui sont accélérés par le champ électrique et ionisent le Xénon. Les électrons sont fortement magnétisés tandis que les ions par suite de leur masse importante sont non magnétisés et se propagent en ligne droite. Pour comprendre le fonctionnement du moteur, il faut expliquer le transport des électrons à travers les lignes de champs. Les mécanismes de collisions sont insuffisants proche de la sortie du moteur pour expliquer le courant mesuré sur les propulseurs en fonctionnement car 95% du gaz a été ionisé.

Le comportement du courant des moteurs à effet Hall dépendant fortement des céramiques utilisées sur les parois, il nous a paru important d'étudier le rôle du taux de l'émission électronique secondaire. Pour cela, nous avons développé un code PIC (r,θ) pour étudier le couplage entre l'émission secondaire électronique et l'instabilité cyclotronique électronique. Cette instabilité, que nous avons mise en évidence dans les simulations PIC implicites (z,θ) décrivant le fonctionnement du propulseur et étudiée théoriquement à l'aide de la relation de dispersion linéaire, a été observée dans les expériences de diffusion collective effectuées sur le propulseur « X000 » dans le moyen d'essai Pivoine (Icare, Orléans) par une équipe du LPP (Ecole Polytechnique). Nous avons collaboré à l'interprétation des fluctuations observées. Ces modes contribuent au passage du courant anormal nécessaire pour expliquer le fonctionnement des propulseurs.

Les simulations effectuées avec le code PIC (r,θ) nous ont permis tout d'abord de mettre en évidence que l'instabilité cyclotronique électronique se développe quel que soit le taux d'émission secondaire. Cette instabilité a deux conséquences importantes: la déformation et le chauffage de la fonction de distribution dans toutes les directions et le passage d'un courant dans la direction axiale. Le chauffage du plasma entraîne une augmentation du nombre de particules émises aux parois par émission secondaire. Lorsque le faisceau généré aux parois devient suffisamment dense, l'instabilité faisceau plasma se développe et on aboutit à une saturation de la gaine. Ce dernier mécanisme est associé à une augmentation brutale du courant dans la direction axiale qui, peut-être expliquer les comportements fortement oscillants des moteurs à forte tension. L'étude fine du courant montre qu'il n'est pas possible de distinguer la fraction de courant due à l'émission secondaire de celle due à l'instabilité. *Références : [31-33,77-79].*

Annexe 1 : Activités d'enseignement

1. Master « Modélisation et Simulation ». Responsable pour l'école polytechnique et enseignant de méthodes numériques en MHD.
2. Master "Sciences de la Fusion", "Fusion Contrôlée par confinement magnétique", option "Magnétohydrodynamique", Lütjens
3. Vacances à l'Ecole Polytechnique, 3^{ème} année, Approfondissement scientifique : Petites classes pour « PHY569A Fusion Thermonucléaire », 2010-2012.

Annexe 2 : Collaborations nationales et internationales

1. Plasmas astrophysiques :
 - a. USA : San diego, Jet Propulsion Laboratory Los Angeles, Huntsville, Lockheed (Palo Alto), Stanford (HMI/SDO), National Solar Observatory (NSO-Tucson Arizona)
 - b. Europe : ESA (Belgique, Finlande ...) Space Weather Model Center
 - c. France : INRIA, JLL (UPMC), CEA Saclay, CNES, DGA.
2. Plasmas de fusion :
 - a. International : EFDA/Euratom. CRPP Lausanne, Suisse. IPP-MPG Garching, RFA
 - b. National : IRFM, CEA Cadarache, Fédération de Recherche Fusion par Confinement Magnétique
3. Propulsion plasma :
 - a. Equipes du *GDR n°3161 « Propulsion par plasma dans l'espace »*, SNECMA, CNES

PUBLICATIONS

Publications dans des revues avec comité de lecture

1. H.Lütjens, J.F.Luciani,
The XTOR code for nonlinear 3D simulations MHD instabilities in tokamak plasmas,
J. Comput. Physics 227 (2008) 6944.
2. P. Maget, G.T.A.Huysmans, H. Lütjens, M. Ottaviani, PH. Moreau, J.-L. Ségui,
From MHD regime to quiescent non-inductive discharges in Tore-Supra,
Plasma Phys. Control. Fusion 51 (2009) Art. no.065005.
3. G. Giruzzi, ..., J.F. Luciani, H. Lütjens, et al. (Many authors),
Investigation of steady-state tokamak issues by long pulse experiments on Tore Supra,
Nuclear Fusion 49 (2009) Art. no.104010.
4. H. Lütjens, J.F.Luciani, D. Leblond, F. Halpern, P. Maget,
Nonlinear modeling of core MHD in tokamaks,
Plasma Phys. Control. Fusion 51 (2009) Art. no.124038.
5. R. Abgrall, ..., J.F.Luciani, H. Lütjens, et al. (Many authors),
The TORE-SUPRA team members 1988-2008,
Fusion Science and Technology 56 (2009) p.1453.
6. P. Maget, H.Lütjens, R. Coelho, B. Alper, M. Brix, P. Buratti, R. J. Buttery, H. De la Luna, N. Hawkes, I. Jenkins, C. Challis, C. Giroud, X. Litaudon, J. Mailloux, M. Ottaviani and EFDA Contributors,
Modelling of (2,1) NTM threshold in JET,
Nuclear Fusion 50 (2010) Art. no.045004.
7. H.Lütjens, J.F.Luciani,
XTOR-2F : a fully implicit Newton-Krylov solver applied to nonlinear 3D extended MHD in tokamaks,
Journal of Comp. Physics 229 (2010) p.8130.
8. C. Nguyen, H. Lütjens, X. Garbet, V. Grandgirard, M. Lesur,
Existence of Metastable Kinetic Modes,
Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 205002.
9. C. Nguyen, X. Garbet, V. Grandgirard, J. Decker, Z. Guimarães-Filho, M. Lesur, H. Lütjens, A. Merle and R. Sabot,
Nonlinear modification of the stability of fast particle driven modes in tokamaks,
Plasma Physics and Controlled Fusion, 52 (2010) Art. no 124034.
10. F. Halpern, D. Leblond, H.Lütjens, J.F.Luciani,
Oscillation regimes of the internal kink mode in tokamak plasmas,
Plasma Physics and Controlled Fusion, 52 (2011) Art. no.015011.
11. P. Maget, H.Lütjens, M.Brix, M. Brix, P. Buratti, R. J. Buttery, R. Coelho, F. Halpern, N. Hawkes, I. Jenkins, C. Challis, C. Giroud, X. Litaudon, J. Mailloux, N. Mellet, D. Meshcheriakov and EFDA Contributors,
Modelling of (2,1) NTM dynamics with flow in JET Advanced Scenarios,
Nuclear Fusion 51 (2011) art. no. 083046.
12. F. Halpern, H.Lütjens, J.F.Luciani,
Diamagnetic thresholds for sawtooth cycling in tokamak plasmas,
Physics of Plasmas, 18 (2011) art. no. 102501.
13. D. Meshcheriakov, P. Maget, H.Lütjens, P. Beyer, X. Garbet,
Linear stability of the tearing mode with two-fluid and curvature effects in tokamaks,
Physics of Plasmas, 19 (2012) art. no. 092509.
14. T. Nicolas, R. Sabot, X. Garbet, H. Lütjens, J.-F. Luciani, Z. Guimaraes-Filho, J. Decker, A. Merle,
Non-linear magnetohydrodynamic simulations of density evolution in Tore Supra sawtooth plasmas,
Physics of Plasmas, 19 (2012) art. no. 112305.
15. N. Mellet, P. Maget, H. Lütjens, D. Meshcheriakov and the Tore-Supra Team,
Neoclassical viscous stress tensor for non linear simulations with XTOR-2F,
Nuclear Fusion 53 (2013) Art. no.043022.
16. Schrijver C. J., DeRosa M. L., Metcalf T., Barnes G., Lites B., Tarbell T., Mc Tierman J., Vairun G., Wiegmann T., Wheatland M., Amari T., Aulanier G., Demoulin P., Fuhrmann M., Kusano K., Regnier S., Thalmann J. K.,
Non-Linear force free field modeling of a solar active region around the time of a major flare and coronal mass ejection,
Astrophysical Journal 675(2) : 1637-1644 (2008).
17. DeRosa M. L., Schrijver C. J., Barnes G., Leka K. D., Lites B. W., Aschwanden M. J., Amar i T., Canou A., McTiernan J. M., Regnier S., Thalmann J. K., Valori G., Wheatland M. S., Wiegmann T., Cheung M. C. M.,

- Conlon Paul A., Fuhrmann M., Inhester B., Tadesse T.,
A critical assessment of nonlinear force-free field modeling of the solar corona for active region 10953,
Astrophysical Journal Letters 696(2) : 1780-1791 (2009).
18. Amari T., Aly J. J.,
Observational constraints on well-posed reconstruction methods and the optimization-Grad-Rubin method,
Astronomy and Astrophysics 522 : A52 (2010).
 19. Amari T., Aly J. J., Canou A., Mikic Z. ,
Reconstruction of the solar coronal magnetic field in spherical geometry,
Astronomy and Astrophysics 553 : A43 (2013), <http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361...>
 20. Amari T., Boulbe C., Boulmezaoud T.,
Computing Beltrami Fields,
SIAM Journal on Scientific Computing 31(5) : 3217-3254 (2009).
 21. Canou A., Amari T., Bommier V., Schmieder B., Aulanier G., H. Li H.,
Evidence for a pre-eruptive twisted flux rope using THEMIS vector magnetograph,
Astrophysical Journal Letters 693(1) : L27-L30 (2009).
 22. Canou A., Amari T.,
A twisted flux rope as the magnetic structure of a filament in active region 10953 observed by Hinode,
The Astrophysical Journal 715(2) : 1566 (2010).
 23. Petrie G, Canou A., Amari T. ,
Nonlinear force-free and potential-field models of active-region and global coronal fields during the whole
heliosphere interval.,
Solar Physics Online First™, 31 December 2010 : 1-32 (2011).
 24. Amari T., Aly J. J.,
Coronal mass ejections : structure and dynamics,
Plasma Physics and Controlled Fusion 51(12) : 124044 (2009).
 25. Amari T., Aly J. J., Mikic Z., Linker J.
Coronal mass ejection initiation : On the nature of the flux cancellation model.,
Astrophysical Journal Letters 717 : L26-L30 (2010).
 26. Amari T., Aly J. J., Luciani F., Mikic Z., Linker J. ,
Coronal mass ejection initiation by converging photospheric flows : toward a realistic model.,
Astrophysical Journal Letters 742(2) : L27 (2011).
 27. Aly J. J., Amari T.,
Does the Compression or the Expansion of a Simple Topology Potential Magnetic Field Lead to the
Development of Current Sheets ?,
Astrophysical Journal 709 : L99-L102 (2010).
 28. Amari T., Luciani J. F., Aly J. J.,
Coronal closure of subphotospheric MHD convection for the quiet sun.,
Astrophysical Journal 681 : L45-L48 (2008).
 29. Aly J. J., Amari T.,
Self-gravitating body with an internal magnetic field. I. New analytical equilibria.,
The Astrophysical Journal 750(1) : doi:10.1088/0004-1637X/1750/1081/1084 (2012).
 30. Aly J. J., Amari T. ,
Magnetic bubbles and magnetic towers - I. General properties and simple analytical models.,
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS) 420 : 237 (2012).
 31. D. Gawron, S. Mazouffre, N. Sadeghi, A. Héron,
Influence of magnetic field and discharge voltage on the acceleration layer features in a Hall effect thrusters,
Plasma Sources Sci. and Technol. 17,025001, (2008).
 32. J.C Adam, J.P. Bœuf, N.dubuit, M. Dudeck, L. Garrigues, D. Gresillon, A. Héron, G.J.M. Hagelaar, V. Kulaev,
N. Lemoine, S. Mazouffre, J. Perez Luna, V. Pisarev, S. Tsikata,
Physics, simulation and diagnostics of Hall effect thrusters,
Plasma Phys. Control. Fusion 50,124041, (2008)
 33. A. Héron and J.C. Adam,
Anomalous conductivity in Hall thrusters: Effects of the non-linear coupling of the electron-cyclotron drift
instability with secondary electron emission of the walls,
Physics of Plasmas, 20 (2013) art. no. 082313.

Articles soumis

34. Canou A., Amari T.,
Quasi-Static Modeling of Active region 10930 by a sequence of nonlinear force-free equilibria from pre-emergence to post-eruptive state,
Astronomy and Astrophysics, In press (2012).
35. Canou A., Amari T.
Global scale reconstruction of the solar coronal magnetic field using HINODE-SOHO-SOLIS,
Astronomy and Astrophysics, In press (2012).
36. T. Amari, F. Delyon, R. Huart, F. Alauzet, G. Olivier,
MagnetoHydrodynamics on Unstructured Mesh for Global Magnetospheric Model,
Submitted to Journal Of Computational Physics (2013).

Comptes rendus de conferences

37. P.Maget, G.T.A. Huysmans, H.Lütjens, M. Ottaviani, PH. Moreau, J.-L. Ségui,
Evaluation of Two-Fluid effects on double-tearing mode stability,
35th EPS Conference on Plasma Physics and Controlled Fusion (June 9-13, 2008), Hersonissos, Crete, Greece.
38. P.Maget, H.Lütjens, G.T.A. Huysmans, M. Ottaviani, X. Garbet, PH. Moreau, J.-L. Ségui,
MHD limits in non-inductive tokamak plasmas : simulations and comparison to experiments on Tore-Supra,
Joint Varenna-Lausanne International Workshop on Theory of Fusion Plasmas (August 25-29, 2008), Varenna, Italy.
39. P.Maget, G.T.A. Huysmans, H.Lütjens, M. Ottaviani, PH. Moreau, N. Schaeffer, J.-L. Ségui,
MHD modes associated to hollow current density profile configuration : Experiment and Modelling,
22nd IAEA Fusion Energy Conference (October 13-18, 2008), Geneva, Switzerland).
40. D. Leblond, H.Lütjens, J.-F. Luciani,
Parametric study of sawteeth using the XTOR code,
36th EPS Conference on Plasma Physics and Controlled Fusion (June 29-July 3, 2009), Sofia, Bulgaria. (Invited Lütjens)
41. P.Maget, H.Lütjens, R. Coelho, M. Brix, P. Buratti, R.J. Buttery, N. Hawkes, I. Jenkins, C. Challis, C. Giroud, X. Litaudon, J. Mailloux,
Modelling of the 2,1 NTM Threshold in JET,
36th EPS Conference on Plasma Physics and Controlled Fusion (June 29-July 3, 2009), Sofia, Bulgaria.
42. F.D. Halpern, H.Lütjens, J.-F. Luciani,
Non-linear MHD modeling of internal kink modes in tokamaks',
37th EPS Conference on Plasma Physics and Controlled Fusion (June 21-26, 2010), Dublin, Ireland.
43. P. Maget, H. Lütjens, B. Alper, M. Baruzzo, M. Brix, P. Buratti, R. Buttery, C. Challis, R. Coelho, E. De la Luna, C. Giroud, N. Hawkes, G. Huysmans, I. Jenkins, X. Litaudon, J. Mailloux, N. Mellet, D. Meshcheriakov, M. Ottaviani and JET EFDA contributors,
Effect of rotation on the modelled NTM threshold in JET Advanced Scenarios,
37th EPS Conference on Plasma Physics and Controlled Fusion (June 21-26, 2010), Dublin, Ireland.
44. R. Sabot, F. Halpern, T. Ristorcelli, Z.O. Guimarães Filho, H. Lütjens, D. Elbeze, P. Maget, X. Garbet, J-C Giacalone,
Tomographic reconstruction of the core density profile during sawtooth oscillations,
37th EPS Conference on Plasma Physics and Controlled Fusion (June 21-26, 2010), Dublin, Ireland.
45. F.D. Halpern, H.Lütjens, J.-F. Luciani,
Non-linear two fluid magnetohydrodynamic simulations of internal kink modes in tokamaks,
23rd IAEA Fusion Energy Conference (October 11-16, 2010), Daejeon, Korea.
46. P. Maget, H. Lütjens, B. Alper, M. Baruzzo, M. Brix, P. Buratti, R. Buttery, C. Challis, R. Coelho, E. De la Luna, C. Giroud, N. Hawkes, G. Huysmans, I. Jenkins, X. Litaudon, J. Mailloux, N. Mellet, D. Meshcheriakov, M. Ottaviani and JET EFDA contributors,
Nonlinear MHD modelling of NTMs in JET Advanced Scenarios,
23rd IAEA Fusion Energy Conference (October 11-16, 2010), Daejeon, Korea.
47. C. Nguyen, X. Garbet, R. Sabot, J. Decker, L.G. Erikson, M. Goniche, Z.O. Guimarães Filho, G. Huysmans, H. Lütjens, P. Maget, A. Merle, A. Smolyakov,
Theoretical and Experimental Analysis of the Destabilization of Modes by Fast Particles in Tore-Supra,
23rd IAEA Fusion Energy Conference (October 11-16, 2010), Daejeon, Korea.
48. T. Nicolas, X. Garbet, H. Lütjens, and R. Sabot,
Understanding the density behaviour in sawtooth plasmas on Tore Supra,
European Fusion Theory Conference 2011, Frascati, Italy, P2.16.

49. D. Meshcheriakov, P. Maget, H. Lütjens, P. Beyer,
Curvature and diamagnetic effects on tearing modes,
European Fusion Theory Conference 2011, Frascati, Italy, P2.22.
50. N. Mellet, P. Maget, H. Lütjens, et al.,
Neoclassical viscous stress tensor for NTM simulations with XTOR,
38th EPS Conference on Plasma Physics, Strasbourg, 2011, P2.094.
51. D. Meshcheriakov, P. Maget, H. Lütjens, P. Beyer,
Non-linear modelling of curvature and diamagnetic effects on tearing modes,
38th EPS Conference on Plasma Physics, Strasbourg, 2011, P4.077.
52. F. Halpern, H. Lütjens, J.F. Luciani,
Cycling dynamics of internal kink mode in nonlinear two-fluid MHD simulations,
European Fusion Theory Conference 2011, Frascati, Italy, invited Halpern, I2.05.
53. P. Maget, D. Meshcheriakov, J.-F. Artaud, Ph. Lotte, J.-L. Ségui, H. Lütjens, N. Mellet,
Evidence of bi-fluid destabilization of a double tearing mode in Tore-Supra,
39th EPS Conference & Int. Congress on Plasma Physics, Stockholm, 2012, P1.087.
54. N. Mellet, P. Maget, H. Lütjens, D. Meshcheriakov,
Simulations of the NTM threshold with the neoclassical viscous stress tensor in XTOR-2F,
39th EPS Conference & Int. Congress on Plasma Physics, Stockholm, 2012, P2.012.
55. D. Meshcheriakov, P. Maget, H. Lütjens, P. Beyer, X. Garbet,
Tearing mode dynamics with two-fluid effects in tokamaks,
39th EPS Conference & Int. Congress on Plasma Physics, Stockholm, 2012, P5.065.
56. Amari, T., Canou, A., Delyon, F., Aly, J. J., Frey, P., Alauzet, F.,
Reconstruction of the solar coronal magnetic field, from active region to large scale»
SF2A-2011: Proceedings of the Annual meeting of the French Society of Astronomy and Astrophysics Eds.: G.
Alecian, K. Belkacem, R. Samadi and D. Valls-Gabaud, pp.389-394 (2011)
57. T. Amari, F. Delyon, F. Alauzet, P. Frey, G. Olivier, J.J. Aly, A. Canou, and SDO/HMI Team:
On Some Algorithm for Modeling the Solar Coronal Magnetic Field as MagnetoHydrodynamic Equilibrium on
Unstructured Mesh,
Numerical Modeling of Space Plasma Flows, Pacific Press, (2012).
58. T. Amari, F. Delyon, F. Alauzet, R. Huart, A. Canou, G. Olivier,
Magnetohydrodynamics modeling at local and global scale for solar-terrestrial physics,
Numerical Modeling of Space Plasma Flows, Pacific Press, (2013). (submitted).
59. Amari T., Aly J. J.,
Magnetic flux ropes : Fundamental structures for eruptive phenomena,
Universal Heliophysical Processes - International Astronomical Union, IAU Symposium, Volume 257, p. 211-
222 (2009).
60. Amari, T., Canou, A.,
SOLAR MODELS capabilities and coupling with other models,
Rapport Technique pour le Space Weather Modeling Center, of European Space Agency (ESA), (2012).
61. Amari, T., Delyon F., Frey P.,
MESHMHD un modèle magnétosphérique global et +,
Colloque Programme National Solaire Terre. (2009).
62. T. Amari et R. Huart., F. Delyon, F. Alauzet, G. Olivier
Un modèle Global Français vent solaire/magnétosphère/ionosphère pour la météorologie de l'espace
Rapports techniques internes DGA. 04-2/2011 et DGA. 03-1/2012
63. T. Amari, F. Delyon, F. Alauzet, R. Huart, A. Canou, G. Olivier,
Magnetohydrodynamics modeling at local and global scale for solar-terrestrial physics,
Numerical Modeling of Space Plasma Flows, Pacific Press, (2013), submitted,
(Invited Amari)
64. Amari. T.,
Coronal Closure of SubPhotospheric Evolution,
"Colloque National du PNST. Obernay, 25-28 Mars 2008 ;
(Invited Amari)
65. Canou A., Amari T.,
Presence of a twisted flux rope in AR10953,
Nonlinear Force-free Field Workshop 6, School of Mathematics, Univ. of Saint Andrews, 23-25 June 2009
66. Regnier, S. Amari. T.,
From vector magnetograms to coronal structures,
Atelier EST, Observatoire de Meudon. 19-21 Mai 2010

67. Amari . T.,
Reconstruction of the Solar Magnetic Field,
4th French-Chinese Meeting on Solar Physics: Understanding Solar Activity. Nice 17 November 2011*
(Invited Amari)
68. Canou , A. Amari . T.,
Eruptive Active Region AR10230,
Colloque du Programme National Soleil Terre. La Londe Les Maures. Mars 2012
69. Canou , A. Amari . T.,
Quasi-static evolution of the reconstructed magnetic field of an emerging and eruptive active region,
Proceeding of the 4th French-Chinese Meeting on Solar Physics: Understanding Solar Activity. Nice 17
November 2011. EDP Sciences. EAS Publications Series, Volume 55, 2012, pp.125-130
70. Amari . T.,
From Photosphere to Corona through the Magnetic Field
SDO4/IRIS/ HINODE Confrence. Monterey March 12-16 2012
71. T Amari , J J Aly , A Canou , Z Mikic,
Large Scale reconstruction of the solar coronal magnetic field,
« Tangled Magnetic Fields in Astro- and Plasma Physics » *Cambridge, Great Britain, Oct 15-19*
72. Canou A. and Amari . T.,
Cartesian and Spherical Reconstruction codes status,
ISSY Conference on NonLinear Force Free Field Reconstruction of the Solar Coronal Magnetic Field.
ISSI, Berne, Suisse, February 2013
73. Canou A. and Amari . T.,
Evolution quasi-statique du champ magnétique reconstruit d'une région active émergent éruptive,
ISSY Conference on NonLinear Force Free Field Reconstruction of the Solar Coronal Magnetic Field.
ISSI, Berne, Suisse, February 2013
74. Canou A. and Amari . T.,
Quasi-static evolution of the reconstructed magnetic field of an emerging and eruptive active region,
PNST, La-Londe-Les-Maures, France, 12-14 Mars 2012
75. Canou A. and Amari . T.,
Some Preliminary Results On Q1 Reconstruction
EAS Publications Series, 55, 125.
76. Canou, Amari, Title, Schrijver and the SDO/HMI Team,
Progress on reconstructing the coronal magnetic field above active regions at different scales
SDO Conference. Cambridge, Maryland, USA, 3-8 Mars 2013.
77. C. Honoré, A. Héron, S. Tsikata, D. Grésillon, N. Lemoine,
Hall thruster microscopic processes: Qualifying 2D PIC simulations against collective scattering experimental
data,
37th EPS Conference on Plasma Physics, P4.303, (2010).
78. C. Honoré, S. Tsikata, D. Grésillon, A. Héron, J. Cavalier, N. Lemoine,
Hall thruster small scale plasma fluctuations: Qualifying 2D PIC simulations against collective scattering
experimental data,
32nd International Electric Propulsion Conference, IEPC-2011-208, (2011).
79. C. Honoré, D. Grésillon, C. Cabriel, S. Tsikata, A. Héron, N. Lemoine, J. Cavalier,
Spatio-temporal fluctuation spectra in the Hall thruster plasma: electron density and the induced electron
transport,
39th EPS conference & 16th Int. Congress on Plasma Physics, P5.142, (2012).

**PERSONNEL PERMANENT DU LABORATOIRE
AU 1^{er} OCTOBRE 2013**

I.T.A.

Secrétariat

AUGER Florence	IE1, CNRS,
LANG Malika	IE, Ecole Polytechnique
THOMAS Jeannine	Adj. A. E6, Ecole Polytechnique
DEBBOU Fadila	OE, Ecole Polytechnique

Ingénieurs Informatiques

BELLON Jean-Luc	IR1, CNRS, à mi-temps avec CMLS
DELAVENNAT David	IE2, CNRS, à mi-temps avec CMLS
PHAM KIM Danh	AI, CNRS, à mi-temps avec CMLS

CHERCHEURS

ADAM Jean-Claude	DR2 émérite CNRS
AMARI Tahar	DR2, CNRS
BIERMANN Silke	PCC à l'Ecole Polytechnique
BOSSARD Guillaume	CR2, CNRS
CHAZOTTES Jean-René	CR1, CNRS
COLLET Pierre	DR1 émérite CNRS
COUAIRON Arnaud	DR2, CNRS
DELYON François	CR1, CNRS
DUDAS Emilian	DR2, CNRS
FERRERO Michel	CR2, CNRS
GEORGES Antoine	Professeur au Collège de France
GURAU Razvan	CR2, CNRS
HERON GOURDIN Anne	CR1, CNRS
HULLER Stefan	DR2, CNRS
KATZ André	DR2, CNRS
KOPPER Christoph	Professeur associé à l'Ecole Polytechnique
LE HUR Karyn	DR2, CNRS
LUCIANI François	DR2, CNRS
LUTJENS Hinrich	CR1, CNRS
MAGNEN Jacques	DR1 émérite CNRS
MARQUET Cyrille	CR1, CNRS
MORA Patrick	DRCE, CNRS
MOUNAIX Philippe	CR1, CNRS
MUNIER Stéphane	CR1, CNRS
PARTOUCHE Hervé	CR1, CNRS
PESME Denis	DRCE, CNRS
PETROPOULOS Panagiotis	DR2, CNRS
PIRE Bernard	DR1, CNRS

POYUROVSKIY Leonid	IR2, Ecole Polytechnique
RAMANI Alfred	DR2, CNRS
REINOSA Urko	CR1, CNRS
ROIESNEL Claude	CR1, CNRS

***VISITEURS PERMANENTS CNRS DU
LABORATOIRE AU 1er OCTOBRE 2013***

ANTONIADIS Ignatios	DR2, CNRS, détaché au CERN
CHAKRABARTI Amitabha	DR2, CNRS, retraité
DUNEAU Michel	DR2, CNRS, retraité
GRUNBERG Georges	CR1, CNRS, retraité
PHAM Tri Nang	DR2, CNRS, retraité
TRUONG Tran	DR2, CNRS, retraité
SENEOR Roland	DR1, CNRS, retraité

**PERSONNEL PERMANENT DU LABORATOIRE
AU 1^{er} OCTOBRE 2013
PAR CORPS ET GRADE**

ITA		CHERCHEURS	
CNRS	Ecole Polytechnique	CNRS	Ecole Polytechnique
1 IE1	0,8 IE	3 CR2	
0.5 IE2	0,5 AGAC 2	10 CR1	
0,5 AI	0,8 OE	9 DR2	2 PCC
0,5 IR	1 IR	1 DR1	
		2 DRCE	1 PHC

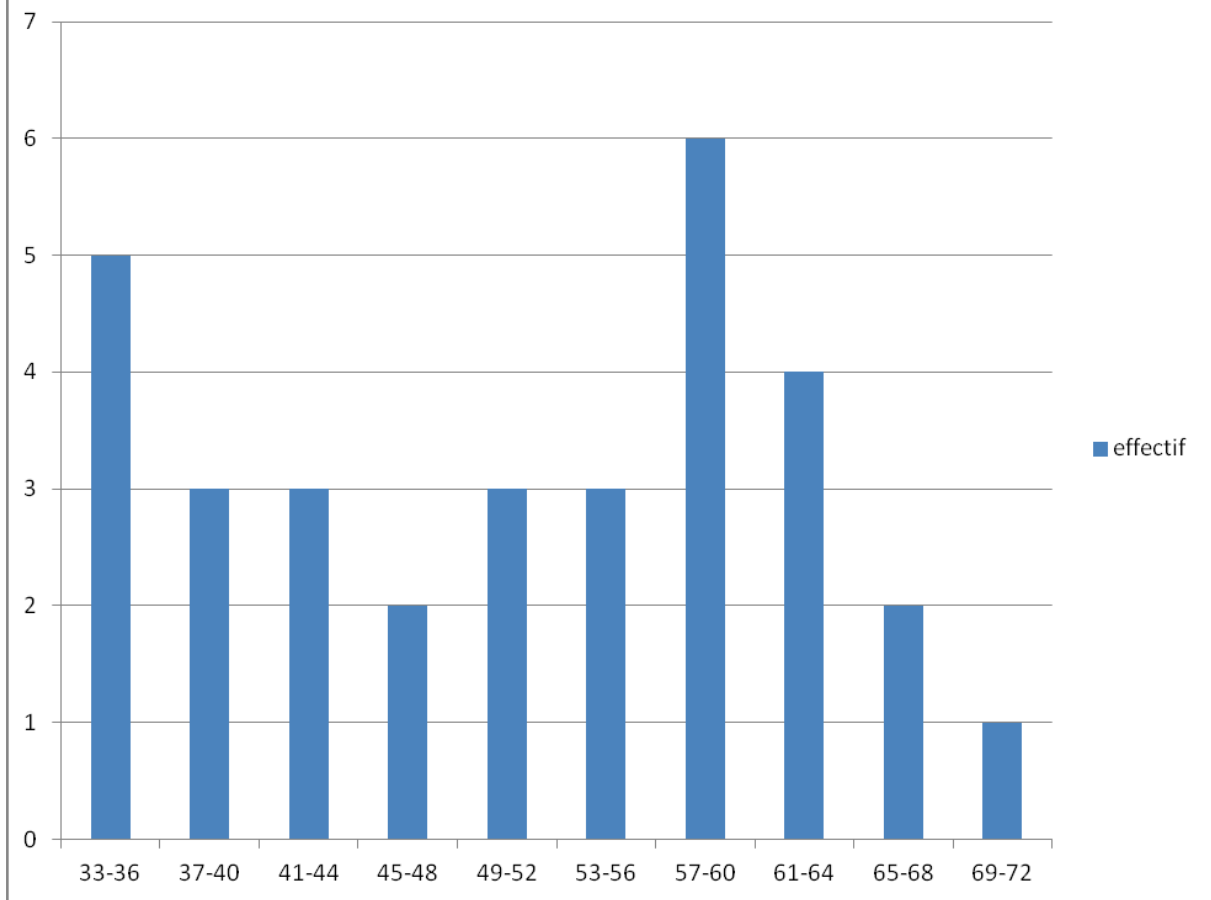
***PERSONNEL PERMANENT ARRIVE AU
LABORATOIRE DE 2008 à 20013***

BELLON Jean-Luc	IR1, CNRS mutation 2011
BOSSARD Guillaume	CR2, CNRS recruté en 2010
DELAVERNAT David	IE2, CNRS mutation 2012
FERRERO Michel	CR2, CNRS recruté en 2010
GURAU Razvan	CR2, CNRS recruté en 2012
LE HUR Karyn	DR2, CNRS recruté en 2010
MARQUET Cyrille	CR1, CNRS recruté en 2013
PHAM KIM Danh	AI, CNRS recruté en 2010
POYUROVSKIY Leonid	IR2, EP recruté en 2010

***PERSONNEL PERMANENT AYANT QUITTE LE
LABORATOIRE DE 2008 à 2013***

AICARDI Stéphane	IR1, CNRS, muté en 2011
BEAUCHET Philippe	AI, CNRS, muté en 2009
BILLIONNET Claude	CR1, CNRS, retraité en 2012
BUSSAC Marie-Noëlle	DR1, CNRS, retraitée en 2010
GRUNBERG Georges	CR1, CNRS, retraité en 2009
HAMET Florence	IE1, CNRS, retraitée en 2011
KIRITSIS Elias	DR2, CNRS muté en 2009
PHAM Tri Nang	DR2, CNRS, retraité en 2008
LAVAL Guy	DRCE, CNRS, fin éméritat en 2012
SENEOR Roland	DR1, CNRS, fin éméritat en 2013

**Pyramide des âges
des chercheurs permanents
du CPHT
au 1er octobre 2013**



THESES

Thèses préparées au Centre de Physique Théorique et soutenues entre 2008 et 2013

2008

Dao Tung-Lam

"Atomes froids fortement corrélés dans un réseau optique"

Directeur de thèse : A. Georges

Soutenue le Jeudi 9 Octobre 2008 à l'Ecole polytechnique.

2010

François Bourliot

"Evolution temporelle en théorie des cordes"

Directeur de thèse : M. Petropoulos

Soutenue le mardi 8 juin 2010 à l'Ecole polytechnique.

Cezar Condeescu

"Effets Non-perturbatifs en Théorie des Cordes"

Directeur de thèse : E. Dudas

Soutenue le vendredi 17 decembre 2010 à l'Ecole polytechnique.

Cyril Martins

"Couplage Spin-Orbite et Interaction de Coulomb dans l'Iridate de Strontium Sr_2IrO_4 "

Directrice de thèse : S. Biermann

Soutenue le vendredi 26 novembre 2010 à l'Ecole polytechnique.

2011

Aurélien Canou

"Caractérisation de l'Environnement Magnétique de la Couronne Solaire"

Directeur de thèse : T. Amari

Soutenue le mercredi 5 octobre 2011 à l'Ecole Polytechnique

Thomas Chapman

"Spatial Autoresonance in Stimulated Raman Scattering"

Directeur de thèse : S. Hüller

Soutenue le mercredi 22 novembre 2011 à l'Ecole Polytechnique

David Leblond

"Simulation des plasmas de tokamak avec XTOR : régimes des dents de scie et évolution vers une modélisation cinétique des ions"

Directeurs de thèse : H. Lütjens et J.F. Luciani

Soutenue le mercredi 6 juillet 2011 à l'Ecole polytechnique.

Jeanne Parmentier
"Phénoménologie de la brisure de supersymétrie"
Directeurs de thèse : E. Dudas et S. Lavignac
Soutenue le lundi 11 juillet 2011 à l'Ecole polytechnique.

Loïg Vaugier
"Structure électronique de matériaux corrélés d'un point de vue réaliste : interaction de Hubbard et couplage de Hund"
Directrice de thèse : S. Biermann
Soutenue le jeudi 8 décembre 2011 à l'Ecole polytechnique.

2012

Lihui Liu
"Cosmologie quantique en théorie des supercordes à température finie"
Directeur de thèse : H. Partouche
Soutenue le lundi 10 septembre 2012

Antonio Lotti
"Pulse shaping and ultrashort laser pulse filamentation for applications in extreme nonlinear optics"
Co-Directeur de thèse : A. Couairon
Soutenue le mercredi 1er février 2012

Cesar Maldonado
"Sur la concentration, le bruit et l'estimation de l'entropie dans les systèmes dynamiques"
Directeur de thèse : J. R. Chazottes
Soutenue le vendredi 21 septembre 2012

2013

Abdourahmane Diaw
"L'étude théorique et numérique de l'expansion d'un plasma bi-Maxwellien dans le vide".
Directeur de thèse : P. Mora
Soutenue le lundi 28 janvier 2013 à 14h00 à l'Ecole Polytechnique

Thèses actuellement préparées au Centre de Physique Théorique
Thomas Ayral
"Nouvelles méthodes pour résoudre le problème des fortes corrélations et applications"
Co-directeurs de thèse : Silke Biermann et Olivier Parcollet (CEA-Saclay)

Lucien Heurtier
"Cordes et physique au delà du modèle standard"
Directeur de thèse : E. Dudas
Monitorat complet à l'ENSTA

Benjamin Lévêque
"Renormalisation de théories des champs par les équations du flot"
Directeur de thèse : C. Kopper

Tianhan Liu

"Theory of Interacting Topological Systems"

Directeurs de thèse : Karyn Le Hur et Benoit Douçot (LPTHE, Jussieu)

Alexandru Petrescu

"Strongly Correlated Phenomena in cQED and cold atoms"

Directeurs de thèse : Karyn Le Hur and R. Shankar/S. Girvin (Yale)

Valentina Pozzoli

"Cordes, flots et structures intégrables"

Directeur de thèse : M. Petropoulos

Guillaume Tran

"Modélisation de la diffusion Raman stimulée dans les plasmas de fusion"

Directeurs de thèse : S. Hüller et Pascal Loiseau (CEA)

Ambroise Van Roekeghem

"Effets des corrélations dans les pnictures"

Directeurs de thèse : S. Biermann and H. Ding (Pekin)

Valentin Verschinin

"Trous noirs en supergravité"

Directeur de thèse : M. Petropoulos

**CONSEIL DU LABORATOIRE
COMPOSITION AU 1^{er} OCTOBRE 2013**

Membre de droit :

Bernard PIRE

Membres nommés :

Florence AUGER
Antoine GEORGES
Stefan HUELLER
Hinrich LUTJENS
Urko REINOSA
Claude ROIESNEL

Membres élus :

Silke BIERMANN
Patrick MORA
Jean-René CHAZOTTES
Guillaume BOSSARD
Malika LANG
Marios PETROPOULOS
Christoph KOPPER