

CURRICULUM VITAE

GIUSEPPE POLICASTRO

Laboratoire de Physique Théorique de l'Ecole Normale Supérieure
24 rue Lhomond, 75231 Cedex 05, Paris, France
Tel. +33 1 44 32 25 42 – Fax +33 1 43 36 76 66
e-mail : policast@lpt.ens.fr

RENSEIGNEMENTS PERSONNELS

- Date et lieu de naissance : 11 mars , 1975, Salerno, Italie
- Nationalité : Italienne
- Adresse domicile : 14 rue Alibert - 75010 Paris - France

CURSUS ACADEMIQUE

- 1988 - 1993 : Baccalauréat au Liceo Scientifico « G. de Lorenzo », Lagonegro, Italie
- 1993 - 1998 : Etudes en physique à l'Université de Pise et à l'Ecole Normale Supérieure de Pise, division de Sciences
- 1998 : **Laurea en physique**, Université de Pise .
 - Titre de la Dissertation : « *Gravitation quantique sur des surfaces de Regge bidimensionnelles* »
 - Directeur : prof. P. Menotti
 - Mention 110/110 *cum laude*
- 1998 : Diplôme de l'**École Normale Supérieure de Pise**. Mention 70/70
- Décembre 2002 : Ph.D. en Physique, Ecole Normale Supérieure de Pise.
 - Titre de la thèse : « *Covariant Quantization of the Green-Schwarz String* »
 - Directeurs : Professeur Massimo Porrati et Professeur Pietro Menotti
 - Rapporteurs : P. Di Vecchia, P. Menotti
 - Mention : 70/70 *cum laude*
- 1999 - 2002 : Travail de doctorat en physique théorique à l'École Normale Supérieure de Pise
- 1999 - 2002 : Travaux de recherches à l'Université de New York (NYU) pendant les périodes :
 - 10/1999– 6/2000 : chercheur invité
 - 1/2001– 6/2001 : chercheur invité avec une bourse « A. della Riccia »
 - 4/2002 – 10/2002 : chercheur invité avec une bourse CNR
- 10/2002-9/2004 : Chercheur postdoctoral à l'Université de Cambridge, Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics
- 10/2004-9/2006 : Chercheur postdoctoral à l'Université Ludwig-Maximilians de Munich (Allemagne)
- 10/2006-12/2009 : Chercheur postdoctoral à l'Ecole Normale Supérieure de Paris
- 2/2009 : Obtention de la qualification aux fonctions de Maître de Conférences, sec. 29
- 1/1/2010 : Entrée au CNRS dans le grade de **chargé de recherches de première classe**, section 02. Affecté au LPTENS.

ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT ET ADMINISTRATIVES

- 2003 : Cours *Pure spinor quantization of the Superstring* pour doctorants à Cambridge, DAMTP (6 heures)
 - 2005 : Cours *Strings and twistor spaces* pour doctorants et post-doctorants à Munich, LMU (6 heures)
 - 2009 : Travaux dirigés de « Théorie des champs quantiques » (prof. A. Bilal), première semestre du Master Sciences & Technologie (M2) en physique théorique, à l'École Normale Supérieure de Paris
-

- 2005 : Encadrement du stage annuel de master 2 de Andreas Leiseifer “Pure spinor quantization of superstrings” à l'Université LMU, Munich
-

- 2005 : Coordination de séminaires interdépartementaux sur SLE (Stochastic Loewner Equation) à LMU (Munich)
 - 2006-2009 : Coordination des « Rencontres Théoriciennes de Théorie des cordes » à l'Institut Henri Poincaré
 - 2008 : Coorganisation du workshop « Interface between N=4 SYM and QCD », LPTHE, Paris, 12-13/12/2008
 - 2009 : Coorganisation du workshop « Fluid-Gravity correspondence », LMU, Munich, 2-7/9/2009
 - 2009 : Coorganisation du workshop « AdS/CFT : strongly coupled systems and exact results », ENS, Paris, 26-27/11/2009
-

- 2008-09 : Rapporteur pour JHEP

INTERETS DE RECHERCHE

Physique des hautes énergies, gravité, théorie des cordes. En particulier, correspondance entre théorie de jauge et gravité/cordes, applications à la théorie des champs à température finie, et au plasma des quarks et gluons.

COMPETENCES DIVERSES

- Langues : Italienne (langue maternelle), Anglais, Français (parlée couramment), Allemand (bon niveau)
- Informatique : Maîtrise de Linux, C++, Mathematica, Cadabra

PARTICIPATIONS SUR INVITATION AUX ECOLES ET CONFERENCES

- 27-30/5/1998 : Rencontres Informelles de Physique Théorique des Particules Élémentaires, Cortona, Italie. Séminaire donnée sur “Super Liouville action for two-dimensional Regge surfaces”
- 13-17/9/1999 : Rencontres « Constrained Dynamics and Quantum Gravity », Villasimius, Italie
- 4-21/12/2000 : Semestre « Supergravity, Superstrings and M-Theory » au Centre Émile Borel - Institut Henri Poincaré, Paris.
- 1-2/12/2001 : Conférence « Supergravity at 25 », State University of New York, Stony Brook.
- 25/6-11/7/2002 : École d’été « Progress in String, Field and Particle theory », Cargèse. Séminaire donnée sur « The covariant quantization of the superstring », publiée dans les comptes-rendus.
- 19-22/2/2003 : Workshop « QCD and string theory », Institute for Nuclear Theory, University of Washington, Seattle.
- 11-22/8/2003 : Simons Workshop « Matrix Models, Gauge Theory and Geometry », Stony Brook.
- 28/6-4/7/2004 : Conférence « Strings 2005 », Paris
- 27-31/7/2005 : Workshop « Supersymmetries and Quantum Symmetries », Dubna. Séminaire donnée sur « Twistor spaces, mirror symmetry and self-dual Kähler manifolds », publiée dans les comptes-rendus
- 2-8/7/2006 : Workshop « QCD and string theory », Ringberg Castle, Tegernsee. Séminaire donnée sur « Strings in twistor superspace »
- 31/7-4/8/2006 : Workshop « Pure Spinors in String Theory », IFT-UNESP, São Paulo. Séminaire donnée sur « R^4 corrections to supergravity »
- 27-28/4/2007 : « Festa per Pietro Menotti », Pisa. Séminaire donnée sur « Partition functions of chiral sigma-models »
- 18-22/6/2007 : Workshop « Twistors, perturbative gauge theories, supergravity and superstrings », Munich. Séminaire donnée sur « R^4 terms from pure spinors »
- 1-7/7/2007 : « Eurostrings 07 » meeting, Kolymbari, Crete. Séminaire donnée sur « Partition functions of chiral sigma models »
- 15/8-15/9/2007 : « Strong Fields, Integrability and Strings » Programme at Newton Institute, Cambridge. Séminaire donnée sur « R^4 terms in type II supergravity from pure spinors »
- 3-7/9/2007 : « Young’ Researchers’ Workshop », Budapest. Séminaire donnée sur « The Cohomology of Pure Spinors »
- 19-21/12/2007 : « Avogadro Meeting », Alessandria (Italy). Séminaire donnée sur « Thermal AdS/CFT »
- 19-30/5/2008 : « Introductory School on Gauge Theory/Gravity Correspondence », ICTP, Trieste. Cours sur « Application of AdS/CFT to the Quark/Gluon Plasma »
- 30/6-4/7/2008 : « Eurostrings 2008 », Amsterdam. Séminaire donnée sur « Supersymmetric Hydrodynamics from AdS/CFT »
- 18-19/9/2008 : « Strings and Strong Interactions Workshop », LNF, Roma. Séminaire donnée sur « AdS/CFT and high temperature gauge theories »
- 21-27/9/2008 : « 4th Young Researchers Workshop », Ayia Napa, Cyprus. Séminaire donnée sur « Supersymmetric Hydrodynamics from AdS/CFT »
- 26/4 - 16/5/2009 : « New Perspectives in String Theory », Galileo Galilei Institute, Florence.

- 24-28/8/2009 : « XXXIXème Institut d'été : AdS, TCC et problèmes apparentés », ENS, Paris. Séminaire donnée sur « Supersymmetric Hydrodynamics from the AdS/CFT correspondence »
- 21-25/9/2009 : Workshop « A New Year of String Theory », Tel Aviv. Séminaire donnée sur « Supersymmetric Hydrodynamics from the AdS/CFT correspondence »

PUBLICATIONS

Dans des journaux avec comité de lecture

1. " Super Liouville Action for Regge Surfaces"
P. Menotti, G. Policastro
May 1998, 18pp.
Nucl.Phys. **B543** :518-532, 1999 ; hep-th/9805001
2. " Covariant Quantization of the Brink-Schwarz Superparticle"
P.A. Grassi, G. Policastro, M. Porrati
Sep 2000, 25pp.
Nucl. Phys. **B606** :380-400, 2001 ; hep-th/ 0009239
3. "Notes on the Quantization of the Complex Linear Superfield"
P.A. Grassi, G. Policastro, M. Porrati
Oct 2000, 22pp.
Nucl.Phys. **B597** :615-632, 2001 ; hep-th/0010052
4. "On the Absorption by Near Extremal Black Branes"
G. Policastro, A. Starinets
Apr 2001, 30pp.
Nucl.Phys. **B610** :117-143, 2001 ; hep-th/0104065
5. " The Shear Viscosity of Strongly Coupled N=4 Supersymmetric Yang-Mills Plasma"
G. Policastro, D. T. Son, A. Starinets
Apr 2001, 4pp.
Phys. Rev. Lett. **87** :081601, 2001 ; hep-th/0104066
6. " Covariant Quantization of Superstrings without Pure Spinor Constraints"
P.A. Grassi, G. Policastro, M. Porrati, P. Van Nieuwenhuizen
Dec 2001, 30pp.
JHEP **0210** :054, 2002 ; hep-th/0112162
7. " The Massless Spectrum of Covariant Superstrings "
P.A. Grassi, G. Policastro, P. Van Nieuwenhuizen
Feb 2002, 12pp.
JHEP **0211** :001,2002 ; hep-th/0202123
8. "From AdS/CFT Correspondence to Hydrodynamics "
G. Policastro, D. T. Son, A. Starinets
May 2002, 18pp.
JHEP **0209** :043, 2002 ; hep-th/0205052
9. "On the BRST Cohomology of Superstrings with/without Pure Spinors"
P.A. Grassi, G. Policastro, P. van Nieuwenhuizen
Jun 2002, 24pp.
Adv. Theor. Math. Phys. **7** :499-524,2003 ; hep-th/0206216
10. "The Covariant Quantum Superstring and Superparticle from their Classical Actions"
P.A. Grassi, G. Policastro, P. van Nieuwenhuizen
Sep 2002, 13pp.
Phys. Lett. **B553** :96-104, 2003 ; hep-th/0209026
11. " From AdS/CFT Correspondence to Hydrodynamics. 2. Sound Waves"
G. Policastro, D. T. Son, A. Starinets
Oct 2002, 18pp.
JHEP **0212** :054, 2002 ; hep-th/0210220
12. "An Introduction to the Covariant Quantization of Superstrings"

- Feb 2003, 23pp.
Class.Quant.Grav. **20** :S395-S410, 2003 ; hep-th/0302147
13. " The Quantum Superstring as a WZNW Model"
P.A. Grassi, G. Policastro, P. van Nieuwenhuizen
Jul 2003, 27pp.
Nucl.Phys. **B676** :43-63,2004 ; hep-th/0307056
 14. "Strings in Twistor Superspace and Mirror Symmetry"
S. Prem Kumar, G. Policastro
May 2004, 12pp.
Phys. Lett. **B619** :163-170, 2005 ; hep-th/0405236
 15. "Spacetime Foam in Twistor String Theory"
S. A. Hartnoll, G. Policastro
Dec 2004, 36pp.
Adv. Theor. Math. Phys. **10** :1-36, 2006 ; hep-th/0412044
 16. " R^{*4} , purified "
G. Policastro, D. Tsimpis
Mar 2006, 33pp.
Class. Quantum Grav. **23** :1-27, 2006 ; hep-th/0603165
 17. "T-duality in Ramond-Ramond backgrounds"
R. Benichou, G. Policastro, J. Troost
Dec 2007, 7pp.
Phys. Lett. **B661** :192-195,2008 ; arXiv :0801.1785
 18. "Supersymmetric hydrodynamics from the AdS/CFT correspondence"
G. Policastro
Dec 2008, 17pp.
JHEP**02**(2009)034 ; arXiv :0812.0992 [hep-th]
 19. "A note on the quartic effective action of type IIB superstring"
G. Policastro, D. Tsimpis
Dec 2008, 15pp.
Class. Quantum Grav. **26** (2009) 125001 ; arXiv :0812.3138 [hep-th]

Contributions à des conférences

20. "On the Covariant Quantization of the Superstring"
G. Policastro
Jun 2002, in « Cargese 2002, Progress in string, field and particle theory », 457-460
21. "Superstrings and WZNW Models"
P.A. Grassi, G. Policastro, P. van Nieuwenhuizen
Feb 2004, 12pp
« Cincinnati 2003, Quantum theory and symmetries »hep-th/0402122
22. "Twistor spaces, mirror symmetry and self-dual Kahler manifolds"
G. Policastro
Aug 2005, 9pp.
Proceedings of International Workshop "Supersymmetries and Quantum Symmetries" (SQS'05, Dubna, 27-31 July, 2005), hep-th/0512025

Autres

23. "Yang-Mills Theory as an Illustration of the Covariant Quantization of Superstrings"
P.A. Grassi, G. Policastro, P. van Nieuwenhuizen
Nov 2002, 21pp.
3rd International Sakharov Conference on Physics, Moscow, Russia, 24-29 Jun 2002 ; hep-th/0211095
24. "String Quantization : Fock vs. LQG Representations"
R. Helling, G. Policastro
Sep 2004, 19pp.
hep-th/0409182
25. "Super-Chern-Simons theory as a Superstring Theory"
P.A. Grassi, G. Policastro
Dec 2004, 50pp.
hep-th/0412272
26. "Curved beta-gamma systems and quantum Koszul resolution"
P.A. Grassi, G. Policastro
Feb 2006, 17pp.
Submitted to Lett. Math. Phys. hep-th/0602153
27. "Partition functions, localization, and the Chiral de Rham Complex"
P.A. Grassi, G. Policastro, E. Scheidegger
Feb 2007, 52pp.
hep-th/0702044

Présentation analytique des travaux de recherche

Holographie et hydrodynamique [4,5,8,11,18]¹

La conjecture de Maldacena affirme que la théorie $N=4$ SYM, à fort couplage fort, est équivalente à une théorie de supergravité dans un espace Anti-de Sitter à cinq dimensions. Cette correspondance – dite holographique car la théorie des champs vit sur le bord de l'espace – s'étend à température finie. Considérer la théorie des champs dans un ensemble thermique revient, du point de vue dual, à placer un trou noir au centre de AdS . Résoudre les fluctuations des champs de supergravité permet de calculer les fonctions de corrélation des opérateurs locaux sur le bord. L'espace AdS est aussi la géométrie au voisinage d'une collection de D-branes dans la théorie des cordes, et on peut voir la théorie des champs comme la théorie des cordes ouvertes dont les extrémités sont attachées aux branes.

Dans l'état thermique, les fonctions de corrélations retardée, en vertu du théorème de fluctuation-dissipation, contiennent l'information sur le processus de relaxation vers l'équilibre suivant une perturbation du système. Si on ne considère que des perturbations avec une échelle spatiale et temporelle très grande, l'approximation hydrodynamique est une bonne description, et le problème se simplifie énormément : le nombre infini de degrés de liberté de la théorie des champs se réduisent à une poignée des variables dynamiques, correspondant aux fluctuations de densité des charges conservées. La dynamique est résumée dans les coefficients de transport pour ces variables macroscopiques. La correspondance holographique devient alors très utile, car elle nous offre le seul moyen de calculer les coefficients de transport dans une théorie de jauge à couplage fort.

Dans [4], nous avons comparé la section de diffusion d'un champ scalaire par une brane non-extremale (i.e. à température non-nulle) à celle de la brane extrémale. Nous avons remarqué que le développement de basse température est subtil parce que le résultat contient des termes exponentiellement supprimés. Le développement de haute température, par contre, est simple, mais physiquement plus intéressant parce qu'il correspond à la limite hydrodynamique. Dans [5,8] nous avons suivi la logique exposée ci-dessus pour calculer les coefficients de transport de $N=4$ SYM. Cette théorie a des courants associés à la R -symétrie, dont nous avons calculé le coefficient de diffusion, et un tenseur énergie-impulsion, qui a plusieurs modes normaux de propagation dans le régime hydrodynamique. Nous avons considéré les plus simples dans [8], et les plus complexes, correspondants à la propagation des ondes sonores, dans [11]. En raison de la symétrie conforme de la théorie de jauge, il y a un seul coefficient de transport, la « viscosité de cisaillement », et on a trouvé que sa valeur est remarquablement petite par rapport aux valeurs mesurées dans des substances réelles. Par contre, on trouve un bon accord avec les valeurs mesurées dans les expériences de collisions d'ions lourds (RHIC) ; en fait, l'accord est bien meilleur qu'on aurait pu s'y attendre, compte tenu du fait que la prédiction est faite pour une théorie différente. Une explication partielle est donnée par la propriété d'universalité : on peut montrer que toutes les théories de champs ayant une description duale donnée par une théorie de supergravité dans AdS ont la même viscosité.

Dans [18], j'ai considéré les propriétés de transport associées aux courants de supersymétrie, et j'ai montré l'existence d'un mode de propagation d'ondes créé par les fluctuations de la supercharge. J'ai obtenu la valeur de la vitesse de propagation et le coefficient d'atténuation.

Quantification des cordes à la Berkovits [2,6,7,9,10,12,13,17,19,20,22]

Le problème de quantifier la supercorde de Green-Schwarz de façon covariante a été partiellement résolu par la formulation de Berkovits. Son modèle implémente les symétries classiques grâce à un opérateur de BRS construit avec des champs fantômes spinoriels, qui obéissent à une contrainte quadratique (dite de spineurs purs). Cependant, la présence de cette contrainte introduit des nouveaux problèmes dans la quantification. J'ai suivi une ligne de recherche conduisant à une solution alternative. Dans l'article [2], résultant avec [3] et [6] de mon travail de thèse, nous avons étudié le modèle de la superparticule de Brink-Schwarz, utilisant la méthode de Batalin-Vilkovisky. La structure des

¹ Articles qui seront adressés dans l'éventuelle audition.

symétries de ce modèle, semblables à celle de la corde, demande l'introduction d'un nombre infini de champs fantômes, mais nous avons montré qu'il existe une transformation canonique des variables qui découple tous les champs, à l'exception d'un nombre fini. Par la suite, nous avons constaté que cette procédure pourrait être appliquée à la corde, mais les complications techniques nous ont empêché de trouver la transformation canonique appropriée.

Dans [6] nous avons employé une stratégie différente. Partant du modèle de Berkovits, nous relâchons la contrainte sur les spineurs purs introduisant des champs auxiliaires. La construction est expliquée dans [10] comme un exemple de la procédure de Noether pour obtenir des actions invariantes sous des symétries locales. Dans notre modèle, tous les champs sont libres (dans l'espace-temps de Minkowski), et le spectre correct est obtenu grâce à un opérateur BRS étendu et une nouvelle condition imposée sur les états physiques, qu'on a appelée *grading* [7]. Dans [9], nous avons reformulé la condition de grading comme une condition de fermeture dans la cohomologie équivariante. Cela permet une autre réinterprétation, plus géométrique, qui est décrite dans l'article [13]. Nous montrons que notre modèle est équivalent à un modèle de Wess-Zumino-Witten jaugé, sur une superalgèbre de Lie qui est la version quantique (avec une extension centrale) de l'algèbre des symétries classiques de la corde. Dans cette dernière formulation, on peut aussi trouver une supersymétrie $N = 2$ sur la feuille d'univers de la corde, qui devrait être instrumentale à la prescription pour le calcul des amplitudes de diffusion. Les articles [19,20,22] sont des revues de notre travail, présentées à l'occasion de conférences.

Dans [17], nous avons utilisé le formalisme de Berkovits pour retrouver les règles de transformation de T-dualité pour tous les champs de fond, y compris les champs de Ramond-Ramond, un cas où le formalisme ordinaire de RNS ne peut pas être appliqué directement. Notre preuve a aussi l'avantage d'être valable à tous les ordres en théorie des perturbations.

Amplitudes de diffusion et action effective de la supercorde [16,27]

On peut profiter de la possibilité, offerte par le formalisme de Berkovits, de traiter de la même façon les champs de Neveu-Schwarz et de Ramond-Ramond, pour calculer les amplitudes de diffusion de la corde entre n'importe quelles particules asymptotiques. À partir de l'amplitude, on peut reconstruire l'action effective de basse énergie pour la corde. Dans [16], nous avons calculé l'action effective complète, jusqu'à 4 points, mais à tous les ordres dans la tension, pour la corde de type IIA/B. Dans [27] nous avons examiné la structure de cette action du point de vue de la symétrie $SL(2, R)$, ce qui nous a permis de rectifier une conjecture sur la forme de l'action.

Systèmes bêta-gamma [25,26]

La motivation pour ceux travaux était, en partie, de mieux comprendre la théorie conforme des spineurs purs qui entrent dans la formulation de Berkovits. Ils fournissent un exemple de ce qu'on appelle systèmes bêta-gamma, c'est à dire des bosons chiraux avec une action du premier ordre. Ce sont des systèmes très intéressants qui possèdent beaucoup d'autres applications. Dans [25], nous avons considéré des systèmes bêta-gamma définis sur des variétés complexes : des hypersurfaces dans C^n . Nous avons montré qu'une application naïve du théorème de Koszul donne un résultat incorrect pour la fonction de partition ; cela ouvre une autre perspective sur la nécessité de la condition de grading introduit dans [7]. Dans [26] nous avons étendu notre prescription pour le calcul de la fonction de partition au cas des variétés toriques ; le système bêta-gamma correspondant peut alors être décrit comme une théorie de jauge.

Cordes dans l'espace des twisteurs [14,15]

Witten a découvert que $N=4$ SYM peut être décrit par une théorie de cordes topologiques dans l'espace de twisteurs, qui est une fibration de sphères sur l'espace-temps, et qui est toujours une super-varieté de Calabi-Yau. On sait qu'il y a des couples de varietés de Calabi-Yau, liées l'une à l'autre par la « mirror symmetry », qui sont équivalents comme espaces de fond pour la propagation des cordes topologiques. Dans [14], nous avons montré que la mirror symmetry s'étend aussi au cas de ces supervariétés. Dans [15], nous avons utilisé une autre symétrie connue de la corde, la S-dualité, et nous nous sommes inspirés de l'idée de la mousse quantique pour suggérer qu'il existe une théorie

de gravitation semi-topologique en quatre dimensions, dont l'action dépend seulement de la structure de Khäler, et qu'on peut étudier en utilisant les espaces de twisteurs.

Quantification des cordes à la LQG [23]

Cet article a été écrit en réponse à une suggestion de Thiemann qui a proposé d'utiliser les méthodes de la Gravitation Quantique à boucles pour la quantification de la corde. Ces méthodes conduisent à des résultats apparemment en contradiction avec la quantification usuelle, qui donne une anomalie conforme et par conséquent l'existence d'une dimension critique. Nous avons retracé l'origine de la différence au choix de l'état de vide, que Thiemann demande être strictement invariant sous difféomorphismes. Nous avons montré dans un cas plus simple, celui de l'oscillateur harmonique, comment un choix semblable d'un vide non-canonique conduit à une quantification inéquivalente, avec des conséquences en principe observables sur le spectre du système.

Action de Liouville sur les surfaces de Regge [1]

Dans ce travail, nous avons calculé l'action pour la supergravité en deux dimensions, régularisée au moyen du calcul de Regge, qui substitue aux surfaces régulières des surfaces où la courbure est localisée en un nombre fini de points. Nous avons montré que l'action est presque complètement déterminée par des considérations de symétrie.