

Particules élémentaires, gravitation et cosmologie

M. Gabriele VENEZIANO, membre de l'Institut
(Académie des sciences), professeur

ENSEIGNEMENT

Enseignement lié à la chaire

En 2012-2013, la chaire a bénéficié, pour la première fois, d'un allègement d'enseignement. Néanmoins, en mars 2013, j'ai pu reprendre et compléter un cours à l'étranger déjà commencé en novembre 2011 avec la conférence d'ouverture de l'année académique du Collège de France à Bruxelles sur le thème : « La théorie des cordes et la physique des deux infinis ». Un cours plus spécialisé de six heures aurait dû suivre en février 2012 mais, pour des raisons familiales totalement imprévues, celui-ci avait dû être annulé à la dernière minute. Le cours a été donné en trois parties de deux heures chacune.

Les deux premières parties avaient pour titre « Alternatives au modèle cosmologique standard inspiré par la théorie des cordes ». Après un bref rappel des éléments essentiels de la théorie des cordes, nous avons présenté les équations cosmologiques de cette théorie et ses symétries, notamment la dualité dans le facteur d'échelle qui nous donne d'une façon naturelle des solutions de type inflationnaire.

Dans la deuxième partie nous avons montré comment des solutions de ce genre peuvent émerger à partir de données initiales assez génériques. Nous avons aussi discuté des conséquences observationnelles de cette nouvelle cosmologie.

La troisième partie du cours, intitulée « Les inhomogénéités représentent-elles une alternative à l'énergie noire ? », a présenté des travaux récents de mon équipe qui montrent la nécessité de l'énergie noire comme explication de l'expansion accélérée de l'Univers. Les inhomogénéités présentes aujourd'hui dans l'Univers (sous l'hypothèse qu'elles soient statistiquement homogènes et isotropes) ne peuvent ni simuler les effets d'une énergie noire ni affecter d'une façon significative la détermination de ses paramètres.

L'année académique 2012-2013 étant ma dernière année en tant que professeur titulaire au Collège de France, j'ai organisé, en mai 2013, un « colloque de clôture »

intitulé « Un boson nommé Higgs^a ». On a retracé l'histoire de ce boson, de sa conception au début des années soixante, à l'annonce de sa découverte au CERN en juillet 2012, jusqu'aux perspectives pour le futur. Les exposés ont présenté les différents exploits qu'ont permis le succès de cette aventure : en physique des accélérateurs, en informatique, dans la construction des détecteurs de particules et, finalement, dans l'affinement de la théorie. Les six orateurs invités étaient, par ordre d'intervention, Jean Iliopoulos (ENS, Paris), Fabiola Gianotti (CERN), Guido Tonelli (Pise), Jorg Wenninger (CERN), Frédéric Hemmer (CERN) et Riccardo Barbieri (SNS Pise).

Enseignement non lié à la chaire

Pendant un séjour de quatre mois à l'université de New-York (NYU) en automne 2013, j'ai donné un cours au CCPP (*Center of Cosmology and Particle Physics*) de cette université intitulé : « *String Theory : an introduction to its history, ideas, and physical applications* ». Le cours a été suivi par plusieurs doctorants en physique théorique ainsi que par des chercheurs de NYU.

En juin 2013, j'ai donné cinq conférences pour le cycle *Carl von Weizsäcker lectures* de l'université de Hambourg sur le même thème que mon cours à Bruxelles (voir détails ci-dessus).

THÈSES

Mon étudiant en thèse, M. Fabien Nugier, a continué à travailler sa thèse de doctorat pour l'université UPMC sous ma direction. À ce jour, nous avons cosigné cinq articles, dont quatre déjà publiés dans des revues internationales avec comité de lecture. M. Nugier a soutenu avec plein succès sa thèse, intitulée « Moyennes sur le cône de lumière et cosmologie de précision », le 4 septembre 2013.

ACTIVITÉ DE RECHERCHE

Cette année mes recherches ont porté sur deux sujets distincts.

1. Gravitation et théorie des cordes

Pendant mon séjour à NYU je me suis intéressé au soi-disant problème (ou puzzle) de l'information quantique en présence de trous noirs. Avec une extension assez simple des résultats obtenus depuis plusieurs années, en collaboration avec D. Amati et M. Ciafaloni, j'ai considéré un processus de collision entre une corde légère et une corde lourde, cette dernière simulant un trou noir. Ensuite, j'ai étudié la possibilité de détecter sa structure microscopique à travers le résultat de sa collision avec la corde légère.

a. Ce colloque est disponible en vidéo sur le site Internet du Collège de France : <http://www.college-de-france.fr/site/gabriele-veneziano/symposium-2012-2013.htm> [Ndlr].

En collaboration avec les Pr Giuseppe D'Appollonio (université de Cagliari), Paolo Di Vecchia (Niels Bohr Institute, Copenhague et Nordita, Stockholm) et Rodolfo Russo (Queen Mary College, Londres), nous avons poursuivi l'étude théorique des collisions à très haute énergie entre une corde sans masse et une collection de « p-branes ». Nous avons finalement résolu certains obstacles techniques en reproduisant les mêmes résultats avec deux procédures différentes. Nous sommes maintenant en train de terminer un papier avec ces résultats, qui, à leur tour, devraient ouvrir la voie à l'analyse d'autres régimes de plus grand intérêt physique.

2. Cosmologie

En collaboration avec le Pr M. Gasperini (université de Bari), le D^r G. Marozzi (actuellement à Genève), mon doctorant Fabien Nugier et le D^r Ido Ben Dayan (actuellement à Hambourg) nous avons poursuivi l'étude de la relation entre la luminosité et le décalage vers le rouge en présence des inhomogénéités.

Actuellement, nous avons écrit cinq articles sur ce sujet montrant que les inhomogénéités ne peuvent pas remplacer la soi-disant énergie noire comme explication de l'accélération cosmique.

En outre, avec G. Marozzi, M. Gasperini, et son étudiant Giuseppe Fanizza, nous avons démontré que, dans un système de coordonnées introduit précédemment, on peut calculer d'une façon exacte le soi-disant *Jacobi map*, une quantité très importante dans différents domaines de l'astrophysique et de la cosmologie comme, par exemple, les lentilles gravitationnelles. L'article vient d'être soumis pour publication dans le journal JCAP (voir liste ci-dessous).

PUBLICATIONS

Veneziano G., « Rise and fall of the hadronic string », contribution à A. Cappelli *et al.* (éd.). *The birth of string theory*, Oxford U. Press (2012).

Veneziano G., avec I. Ben-Dayan, M. Gasperini, G. Marozzi et F. Nugier, « Do Stochastic inhomogeneities affect dark-energy precision measurements ? », *Phys. Rev. Lett.*, 110, 021301 (2013).

Veneziano G., avec I. Ben-Dayan, G. Marozzi et F. Nugier, « The second-order luminosity-redshift relation in a generic inhomogeneous cosmology », *JCAP*, 1211, 045 (2012).

Veneziano G., avec I. Ben-Dayan, M. Gasperini, G. Marozzi et F. Nugier, « Average and dispersion of the luminosity-redshift relation in the concordance model », *JCAP*, 1306, 002 (2013).

Veneziano G., « Quantum hair and the string-black hole correspondence », *Class. Quant. Grav.*, 30, 092001 (2013).

Veneziano G., avec G. Fanizza, M. Gasperini, et G. Marozzi, « An exact Jacobi map in the geodesic light-cone gauge », arXiv : 1308.4935, soumis à *JCAP*.

CONFÉRENCES

Conférences sur invitation

« Lessons from two success stories », Conférence d'ouverture de la conférence "Strings 2012", Munich, juillet 2012.

« Space, time, matter : from Einstein, Weyl and Pauli to superstrings », Northeastern University (Boston), octobre 2012.

« Transplanckian scattering of particles, strings and branes », Columbia University, New York, octobre 2012.

« Quantum hair and the string-black hole correspondence », New York University, novembre 2012.

« Transplanckian scattering of particles, strings and branes : what can (have) we learn (learned) ? », Yale University, New Heaven, decembre 2012.

« Recollections of a life-long collaboration ? », une journée en l'honneur de Giancarlo Rossi, Rome, Tor Vergata, février 2013.

« Aspects of the string-black hole correspondence », Albert Einstein Institute, Potsdam, mars 2013.

« High-energy gravitational scattering and black hole quantum hair », Orsay, mars 2013.

« High-energy gravitational scattering and black hole quantum hair », CERN, mars 2013.

« La théorie des cordes : relier l'infiniment petit à l'infiniment grand ? », Institut français de Valence, avril 2013.

« The standard model of Nature and its legacy », université de Valence, avril 2013.

« La théorie des cordes : relier l'infiniment petit à l'infiniment grand ? », Institut français de Madrid, avril 2013.

« The standard model of Nature and its legacy », université Autonoma Madrid, avril 2013.

« Discussion sur la physique des particules et la théorie des cordes », lycée français de Madrid, avril 2013.

« Un prezioso collaboratore, una cara coppia di amici », journée en la memoire de Roberto Pettorino, Naples, mai 2013.

« The standard model of Nature : Lessons from two success stories », université de Genève, mai 2013.

« Strings : the amazing history of an amazing theory », « Carl Friedrich von Weizsäcker lectures 2013 », université de Hambourg, juin 2013.

« A bouncing cosmology from string theory's new symmetries ? », Oxford, septembre 2013.

« Transplanckian scattering of particles, strings and branes : what can (have) we learn (learned) ? », université de Nottingham, septembre 2013.

Organisation de conférences et d'ateliers

Depuis 2005, la chaire fait partie, avec le LPT-ENS, les LPNHE et LPTHE de Paris VI, et l'APC, de la Fédération « Interactions fondamentales » et contribue à l'organisation et au financement de ses activités. Un exemple : l'atelier « Higgs Hunting 2013 » qui a eu lieu à Orsay en juillet 2013.

AUTRES ACTIVITÉS

Participation à des comités

– Chaire de l'« Advisory Committee » de l'Institut Galileo Galilei (GGI) à Arcetri (Florence). En novembre 2012, le comité s'est réuni pour sélectionner les propositions d'atelier pour l'année 2014.

– Membre du conseil scientifique de l'IHES, Bures-sur-Yvette.

- Membre du conseil scientifique de « Nordita », Stockholm, Suède.
- Membre du conseil scientifique du « Crete Center for Theoretical Physics » Heraklion, Grece.
- Membre du conseil scientifique du « Korean Institute of Advanced Study (KIAS) », Seoul, Corée.
- Membre du conseil scientifique de la SISSA (*Scuola Internazionale di Studi Avanzati*), Trieste, Italie.

Groupes de travail

Depuis fin 2006, je fais partie d'un comité de l'Académie des sciences, intitulé « Science et métrologie », qui est censé faire des propositions sur des possibles nouveaux étalons en métrologie.