

Proposition de thèse – 2023-2026

Thématique : Physique Théorique

Sujet de thèse : Espaces hyperboliques, unification, brisure de symétrie en physique des particules et cosmologie

Directeur de thèse : Aldo Deandrea et Dimitrios Tsimpis

Téléphone : 0472448233

Email : deandrea@ipnl.in2p3.fr

Adresse : IP2I Lyon – Bureau 337

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Description du travail demandé :

Les espaces hyperboliques ont été utilisés dans les modèles à dimensions supplémentaires, mais ils sont beaucoup moins étudiés que les espaces plats ou à courbure positive. Ces espaces à courbure négative sortent naturellement des compactifications en théorie des cordes. Certaines propriétés de ces espaces sont extrêmement intéressantes pour construire des modèles réalistes en physique des particules et en cosmologie. Par exemple quand ces espaces compacts sont à courbure négative plutôt que plats, la dynamique de l'univers primordial (à cause de la decompactification à haute énergie) réduit les problèmes de la cosmologie standard, et permet d'expliquer le fait que l'univers soit plat et homogène. La structure de haute énergie de ce type de théories laisse aussi des traces dans les ondes gravitationnelles, au moment d'une transition de phase. Récemment nous avons construit des modèles théoriques basés sur une classe d'espaces compacts hyperboliques, les nilmanifolds, qui sont traitables analytiquement et numériquement. Ces modèles permettent des études détaillées des implications en physique des particules et cosmologie des espaces compacts hyperboliques. Le stage va permettre d'adapter des calculs typiques pour les contraintes de physique de particules, de la cosmologie et des expériences sur les ondes gravitationnelles à ces modèles.

La thèse va permettre aussi de se familiariser avec ces techniques en vue d'une thèse, qui permettra d'explorer la construction de modèles plus réalistes et d'explorer les conséquences phénoménologiques, comme la présence de particules candidats pour expliquer la matière sombre, la baryogénèse, et la brisure de symétrie aux échelles intermédiaires et de basse énergie. D'autres scénarios corrélés pourront aussi être explorés, comme les modèles d'unification.

Références:

D.Andriot, G.Cacciapaglia, A.Deandrea, N.Deutschmann, D.Tsimpis “Towards Kaluza-Klein Dark Matter on Nilmanifolds.” *Journal of High Energy Physics* 2016.6 (2016) [<https://arxiv.org/abs/1603.02289>]

D.Andriot, A.Cornell, A.Deandrea, F.Dogliotti, D.Tsimpis “A New Mechanism for Symmetry Breaking from Nilmanifolds.” *Journal of High Energy Physics* 2020.5 (2020) [<https://arxiv.org/abs/2002.11128>]

A.Deandrea, F.Dogliotti, D.Tsimpis “Gauge-Higgs models from nilmanifolds” *Phys.Lett. B* 829 (2022) 137097, e-Print: 2201.01151 [<https://arxiv.org/abs/2201.01151>]

A.Deandrea, F.Dogliotti, D.Tsimpis “Dirac operator spectrum on a nilmanifold” *Nucl.Phys. B* 982 (2022), 115895, e-Print: 2202.11437 [<https://arxiv.org/abs/2202.11437>]

PhD thesis proposal – 2023-2026

Research field : Theory

Thesis title: Hyperbolic Spaces, unification, symmetry breaking in Particle models and Cosmology

Supervisor: Aldo Deandrea and Dimitrios Tsimpis

Phone: 0472448233

Email: deandrea@ipnl.in2p3.fr

Address: IP2I Lyon – Bureau 337

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Work description:

Hyperbolic spaces have been used in extra-dimensional models, but they are much less studied than flat or positively curved spaces. They are a natural outcome of compactifications in string theory and can be connected to fundamental theories. Some of the properties of hyperbolic spaces are extremely interesting for realistic model building in particle theory and cosmology. For example when the extra compact space is negatively-curved, rather than flat, the dynamics of the very early universe (due to decompactification at high energy scales) alleviate standard cosmological problems, allowing to account for the current homogeneity and flatness of the universe. The remnant of the high energy structure of the theory can also leave traces in the gravitational waves, like in a phase transition. Recently we have built particle theory models based on a class of hyperbolic compact spaces, the nilmanifolds, allowing detailed analytical and numerical calculations. This set-up allows extensive studies of the implications of hyperbolic compact spaces in particle physics and in cosmology. The internship will allow to revisit calculations and applying them to this set-up and explore a first set of constraints from particle physics, cosmology and gravitational wave experiments. The PhD project, will allow to build realistic models as well to study the corresponding phenomenology, including dark matter candidates, baryogenesis, and symmetry breaking at intermediate and low energy scales. Other scenarios will be considered, including unification models.

Bibliography:

D.Andriot, G.Cacciapaglia, A.Deandrea, N.Deutschmann, D.Tsimpis “Towards Kaluza-Klein Dark Matter on Nilmanifolds.” *Journal of High Energy Physics* 2016.6 (2016) [<https://arxiv.org/abs/1603.02289>]

D.Andriot, A.Cornell, A.Deandrea, F.Dogliotti, D.Tsimpis “A New Mechanism for Symmetry Breaking from Nilmanifolds.” *Journal of High Energy Physics* 2020.5 (2020) [<https://arxiv.org/abs/2002.11128>]

A.Deandrea, F.Dogliotti, D.Tsimpis “Gauge-Higgs models from nilmanifolds” *Phys.Lett. B* 829 (2022) 137097, e-Print: 2201.01151 [<https://arxiv.org/abs/2201.01151>]

A.Deandrea, F.Dogliotti, D.Tsimpis “Dirac operator spectrum on a nilmanifold” *Nucl.Phys. B* 982 (2022), 115895, e-Print: 2202.11437 [<https://arxiv.org/abs/2202.11437>]