

Proposition de stage – Année 2023-2024

Niveau du stage : M2

Durée du stage : 4 mois

Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui

Type de financement envisagé : bourse École Doctorale

Responsable du stage : Aldo Deandrea et Giacomo Cacciapaglia

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

Equipe d'encadrement : Pôle Théorie : A.Deandrea, G.Cacciapaglia

Thématique : Physique Théorique et Cosmologie

Intitulé du stage : Masses de neutrinos et leptogénèse dans les aGUT minimaux

Description du travail demandé :

La Grande Unification traditionnelle (GUT) se produit lorsque tous les couplages de jauge deviennent identiques à une échelle d'énergie finie. Dans le cadre de l'aGUT, les couplages de jauge tendent asymptotiquement vers la même valeur à haute énergie. Les modèles minimaux sont basés sur une symétrie de jauge $SU(6)$ en 5 dimensions. Pour ce stage, nous prévoyons d'étudier comment les masses des neutrinos peuvent être générées dans les aGUTs $SU(6)$ et leur implication dans la leptogénèse à haute échelle, c'est-à-dire la génération spontanée d'une asymétrie leptonique dans l'Univers primordial. Ces modèles ne nécessitent pas la supersymétrie, garantissent la stabilité du proton, et sont des modèles avec dimensions supplémentaires compactes. Le point fixe ultraviolet apparaît asymptotiquement libre dans la théorie effective à 4 dimensions mais est en réalité non-trivial dans la théorie de-compactifié à haute énergie. Nous avons en particulier déjà construit un modèle minimal basé sur le groupe de jauge $SU(5)$, qui a une très riche phénoménologie qui pourrait être explorée aux futurs collisionneurs. Les masses typiques du premier tier des résonances est de l'ordre de quelque TeV si la particule stable et neutre du modèle constitue la matière noire. Le cas $SU(6)$ est encore plus prometteur. Le but de ce stage est d'étudier le secteur des neutrinos et la leptogénèse pour cette classe de modèles.

Le stage peut déboucher sur un projet de thèse, où nous explorerons en profondeur ces modèles, leur implications et leur généralisations.

Références:

G.Cacciapaglia, *Systematic classification of aGUT models in five dimensions: The SU(N) kinship*, Systematic classification of aGUT models in five dimensions: The SU(N) kinship e-Print: 2309.10098 [hep-ph]

G.Cacciapaglia, A.Deandrea, R.Pasechnik, Zhi-Wei Wang, *Asymptotic Ultraviolet-safe Unification of Gauge and Yukawa Couplings: The exceptional case*, e-Print: 2302.11671 [hep-th]

G. Cacciapaglia, A.S. Cornell, C. Cot and A. Deandrea, *Minimal SU(5) asymptotic grand unification*, Phys. Rev. **D104** (2021) no.7, 075012 [arXiv:2012.14732 [hep-th]].

A.Abdalgabar, M.O. Khojali, A.S. Cornell, G. Cacciapaglia and A. Deandrea, *Unification of gauge and Yukawa couplings*, Phys. Lett. **B776** (2018), 231-235 [arXiv:1706.02313 [hep-ph]].

Internship offer – Year 2023-2024

Internship level: M2

Duration: 4 months

Possible PhD follow up: Yes

Proposed PhD funding type: fellowship of École Doctorale

Supervisor: Aldo Deandrea and Giacomo Cacciapaglia

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

Mentoring team: Theory group: A. Deandrea, G.Cacciapaglia.

Research field: Particle theory and Cosmology

Internship title: Neutrino masses and Leptogenesis in minimal aGUTs

Work description:

Traditional Grand Unification (GUT) occurs when all gauge couplings become identical at a finite energy scale. In the aGUT framework, the gauge couplings tend to the same value asymptotically at high energies. Minimal models are based on a $SU(6)$ gauge symmetry in 5 dimensions. For this internship, we plan to study how neutrino masses can be generated in $SU(6)$ aGUTs and their implication for high scale leptogenesis, i.e. the spontaneous generation of a lepton asymmetry in the early Universe. This class of models do not require supersymmetry, guarantee the stability of the proton and contain extra compact dimensions. The ultraviolet fixed point appears as asymptotically free in the effective theory at 4 space-time dimensions, but is non-trivial in the full theory with de-compactified dimensions at high energy. We have in particular already built a minimal model based on the $SU(5)$ gauge group, with a very rich phenomenology which can be explored at future colliders. The typical mass of the first tier of resonances is in the few TeV range if the stable and neutral particle of the model is the dark matter candidate. The $SU(6)$ case is even more promising.

The aim of this internship is to study the neutrino sector and leptogenesis for this class of models. The candidate will have to familiarise with the basics of Unification and asymptotic unification, and study their implications. The internship will be followed by a thesis proposal.

References:

G.Cacciapaglia, *Systematic classification of aGUT models in five dimensions: The $SU(N)$ kinship*, Systematic classification of aGUT models in five dimensions: The $SU(N)$ kinship e-Print: 2309.10098 [hep-ph]

G.Cacciapaglia, A.Deandrea, R.Pasechnik, Zhi-Wei Wang, *Asymptotic Ultraviolet-safe Unification of Gauge and Yukawa Couplings: The exceptional case*, e-Print: 2302.11671 [hep-th]

G. Cacciapaglia, A.S. Cornell, C. Cot and A. Deandrea, *Minimal $SU(5)$ asymptotic grand unification*, Phys. Rev. **D104** (2021) no.7, 075012 [arXiv:2012.14732 [hep-th]].

A.Abdalgabar, M.O. Khojali, A.S. Cornell, G. Cacciapaglia and A. Deandrea, *Unification of gauge and Yukawa couplings*, Phys. Lett. **B776** (2018), 231-235 [arXiv:1706.02313 [hep-ph]].