

<http://lpheweb3.in2p3.fr/spip.php?article1263>

Tests de l'invariance de Lorentz et effets temporels intrinsèques dans les noyaux actifs de galaxies : de H.E.S.S. à CTA

Date de mise en ligne : lundi 2 octobre 2017

- Thèses, Stages, Formation et Enseignement - Propositions de thèses antérieures - Propositions de thèses 2018 -

Copyright © LPNHE - UMR 7585 - Tous droits réservés

Equipe thématique Â« Rayonnement Cosmique et Matière Noire Â» ; expérience : HESS / CTA

Directeur de thèse : Julien Bolmont

tél : 01 44 27 48 18

e-mail : bolmont@lpnhe.in2p3.fr

Co-encadrant : Hélène Sol (laboratoire LUTH)

tél : 01 45 07 74 28

e-mail : helene.sol@obspm.fr

Titre : Tests de l'invariance de Lorentz et effets temporels intrinsèques dans les noyaux actifs de galaxies : de H.E.S.S. à CTA

La symétrie de Lorentz est une symétrie fondamentale postulée dans le cadre de la relativité restreinte. Elle est bien vérifiée dans le domaine de la Physique des Particules aux énergies disponibles avec les accélérateurs. Pourtant, depuis une dizaine d'années, plusieurs expériences au sol ou dans l'espace essaient de détecter une éventuelle brisure de la symétrie de Lorentz aux énergies proches de l'énergie de Planck avec les photons issus des sources astrophysiques variables et lointaines. La brisure de symétrie se manifesterait par le fait que des photons d'énergies différentes se propageraient à des vitesses différentes. Deux photons émis en même temps seraient détectés avec un écart en temps qui dépendrait de leurs énergies et de la distance de la source.

Les noyaux actifs de galaxie (AGN de l'anglais Active Galactic Nuclei) et les sursauts gamma (GRB pour Gamma-Ray Burst) sont des objets de choix pour ces études puisqu'ils peuvent présenter une variabilité importante sur une gamme d'énergie étendue. L'expérience H.E.S.S. a analysé le signal provenant de divers AGNs avec plusieurs méthodes différentes en vue de la détection des effets de dispersion attendus lors de la propagation des photons dans le milieu intergalactique [1,2]. De même, plusieurs Sursauts Gamma détectés par la mission Fermi ont donné lieu à des résultats très contraignants pour les modèles de propagation [3,4,5].

Malgré les progrès récents dans les méthodes de mesure des écarts temporels et la multiplication des résultats, aucun effet de propagation n'a encore été mesuré. Si la symétrie de Lorentz est vraiment violée, une hypothèse pour expliquer cette absence de résultat est que l'effet soit compensé par les propriétés temporelles (encore mal contraintes) des mécanismes d'émission des photons au sein des sources (effets intrinsèques). Par conséquent, l'accumulation des observations rend de plus en plus nécessaire une modélisation des sources qui permettrait de comprendre les relations entre temps d'émission et énergie des photons.

Le travail de thèse se concentrera autour de l'analyse des Galaxies Actives (AGNs) et se divisera en trois parties. Dans une première partie, l'étudiant(e) se concentrera sur la modélisation des jets des AGN [6,7]. Il (elle) travaillera sur un modèle d'émission dépendant du temps pour comprendre le lien entre l'énergie des photons et le moment où ils sont émis, ce qui permettra de mieux comprendre les effets intrinsèques et de placer des contraintes plus robustes sur la propagation des photons. La deuxième partie concernerait l'analyse des données des cinq télescopes de l'expérience H.E.S.S. pour l'étude des AGN. H.E.S.S. est une expérience d'astronomie gamma au sol

installée en Namibie. Son seuil en énergie d'environ 30 GeV en fait un détecteur très performant pour la détection des sources variables. En particulier, l'étudiant(e) analysera les données dans le but de contraindre à la fois les effets de propagations et les effets intrinsèques. Pour ce faire, il (elle) sera amené(e) à utiliser des méthodes d'analyse statistique avancées. Dans une troisième partie, ces outils d'analyse développés dans le cadre de H.E.S.S. seront adaptés aux pipelines d'analyse de CTA, le grand réseau de télescopes Tcherenkov au sol dont les prises de données commenceront en 2018. L'étudiant(e) aura l'opportunité d'analyser les premières données collectées par CTA (Cherenkov Telescope Array), dont les performances surclasseront celles des instruments actuels à l'horizon 2020 [8].

L'étudiant(e) aura l'opportunité de participer aux prises de données de H.E.S.S., ainsi qu'à l'analyse et au suivi de la qualité des données de cette expérience. Il (elle) sera partie prenante dans le démarrage de la prise de donnée de CTA.

Ce sujet est un des six sujets prioritaires du LPNHE. Il a de bonnes chances d'être financé bien que son financement ne puisse pas être garanti a priori.

- [1] F. Aharonian et al., HESS Collab., Phys. Rev. Lett., 2008, 101:170402, [arXiv:0810.3475](https://arxiv.org/abs/0810.3475).
- [2] A. Abramowski et al., HESS Collab., Astroparticle Physics, 2011, 34, 738-747, [arXiv:1101.3650](https://arxiv.org/abs/1101.3650).
- [3] A. A. Abdo et al., Fermi Collab., Science Express, 2009, 02/19/2009.
- [4] A. A. Abdo et al., Fermi Collab., Nature, 2009, 462, 331.
- [5] V. Vasileiou et al., Phys. Rev. D, 2013, 87, 122001.
- [6] T. Boutelier et al., MNRAS, 2008, 390, 73.
- [7] K. Katarzynski et al., A&A, 2003, 410, 101.
- [8] B. S. Acharia et al., CTA Consortium, [arXiv:1709.07997](https://arxiv.org/abs/1709.07997).

Lieu de travail : LPNHE - Paris

Déplacements éventuels : L'étudiant(e) retenu(e) participera aux campagnes de prise de donnée sur le site de l'expérience H.E.S.S. en Namibie. L'étudiant(e) devra se rendre régulièrement à l'Observatoire de Meudon et devra assister aux réunions de collaboration H.E.S.S. et CTA.

Documentation :

- <http://lpnhe.in2p3.fr/>
- <http://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/>
- <http://www.cta-observatory.org/>

Contact :

- Julien Bolmont, 01 44 27 48 18 ou bolmont@lpnhe.in2p3.fr
- Hélène Sol (laboratoire LUTH), 01 45 07 74 28 ou helene.sol@obspm.fr

Ecole doctorale de rattachement :

Ecole doctorale Sciences de la Terre et de l'Environnement et Physique de l'Univers

Lien sur les offres de thèse et candidature : http://ed560.ipgp.fr/index.php/Offres_de_th%C3%A8se