

## PROPOSITION DE SUJET DE MASTER

**Intitulé du laboratoire d'accueil :** Subatech – Groupe Astroparticules

**Adresse :** 4 rue Alfred Kastler – BP20722 – 44307 Nantes Cedex

**Nom, prénom et grade du responsable du stage :** Vincent MARIN et Benoit REVENU

**Téléphone :** 02.51.85.85.78

**Email :** vincent.marin@subatech.in2p3.fr

---

**Titre : Identification hybride des rayons cosmiques primaires initiant les grandes gerbes atmosphériques détectées à l'observatoire Pierre Auger.**

La physique des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie (RCUHE) s'intéresse aux très rares particules mesurées à des énergies supérieures à  $10^{19}$  eV (1 particule par  $\text{km}^2$  par siècle à  $10^{20}$  eV !). Les enjeux de cette physique sont multiples :

- nature des sources (noyaux actifs de galaxies, sursauts gamma,... ?), mécanismes de production (accélération de Fermi dans les chocs relativistes... ?) ;
- limites sur les flux de photons et neutrinos UHE, donc sur l'astrophysique des sources et la cosmologie ;
- physique des hautes énergies (section efficace d'interaction du proton à des énergies 800 fois supérieures à celles accessibles au LHC sur cible fixe).

Le plus grand observatoire de RCUHE actuel est l'Observatoire Pierre Auger, en Argentine, étendu sur une surface de  $3000 \text{ km}^2$ . Cet instrument a permis, depuis 10 ans, de repousser largement les limites des connaissances dans le domaine. Il lui reste cependant à relever le principal défi qui se pose à la communauté des RCUHE : la détermination individuelle (événement par événement) de la nature (ou masse) du RC primaire interagissant dans l'atmosphère pour générer la gerbe de particules secondaires détectée au niveau du sol. Actuellement, l'identification est réalisée sur une base davantage statistique qu'individuelle, pourtant cette connaissance est primordiale pour répondre aux enjeux cités plus haut. Nous souhaitons tirer parti du fait que l'observatoire Pierre Auger est par nature un instrument hybride, utilisant 4 types de détecteurs : détection des particules au sol, télescopes d'observation du signal de fluorescence atmosphérique des gerbes, détecteurs de muons spécifiques et détection radio du signal de la gerbe.

Durant le travail de stage nous proposerons une méthode nouvelle permettant d'estimer la nature des particules primaires initiatrices des gerbes atmosphériques. Ce travail s'appuiera en particulier sur la caractérisation de la radiation émise par les gerbes lors de leur développement dans l'atmosphère. En s'appuyant dans un premier temps sur l'utilisation de la simulation, nous nous attacherons à trouver des variables discriminantes de la masse du primaire dans la mesure du signal radio des gerbes. Les différentes techniques de détection présentes sur l'observatoire Pierre Auger nous permettront dans un second temps, une confrontation avec les données expérimentales en analysant de manière hybride la mesure temporelle du signal radio au sol et la mesure temporelle de fluorescence atmosphérique des gerbes.

**Mots-clés :** Rayons cosmiques d'ultra haute énergie, Auger ; analyse de données, simulations.