

Résumé de thèse Coline Dubos

"Explorer l'origine des Rayons Cosmiques Galactiques via les observations de rayons γ avec l'observatoire Cherenkov Telescope Array et développement du système de calibration de sa caméra NectarCAM"

Près d'un siècle après leur découverte, les mal nommés « rayons cosmiques » demeurent une énigme scientifique — en particulier, une question essentielle persiste : quelle est l'origine de ces particules hautement énergétiques ? Une partie de ces rayons cosmiques est supposée être accélérée dans des environnements astrophysiques violents au sein de notre Galaxie, tels que les restes de supernovae ou les amas stellaires. La composition des particules elles-mêmes pourrait également jouer un rôle, les noyaux lourds étant potentiellement accélérés plus efficacement que les particules légères. Ces pistes constituent le point de départ du travail présenté dans cette thèse. La première partie de la thèse adopte une approche d'astronomie dite « multi-messager » afin d'identifier les accélérateurs galactiques de rayons cosmiques et d'explorer la nature de ces particules via des observations de rayonnement gamma (γ). Ces rayons γ , sont notamment produits lors de la désintégration de pions neutres (π^0), résultant d'interactions entre les rayons cosmiques et la matière environnante. En appliquant différents modèles radiatifs, une analyse multi-longueurs d'onde du spectre électromagnétique de l'amas stellaire Cygnus Cocoon a été réalisée, révélant des émissions à haute énergie compatibles avec une origine lepto-hadronique, impliquant une accélération efficace des électrons et des protons. Sur la base de cette étude multi-longueur d'onde, la deuxième partie présente des simulations qui ont été menées pour Cygnus Cocoon, ainsi que pour deux restes de supernova, RX J1713.7–3946 et HAWC J2227+610, dans le cadre du futur télescope basé au sol à haute sensibilité CTAO (Cherenkov Telescope Array Observatory). À l'aide de l'outil Gammapy, nous avons étudié le potentiel de CTAO à : (1) détecter des rayons cosmiques de très haute énergie et distinguer les rayons cosmiques lourds (CNO, Fe) des particules légères (protons), et (2) étudier différents scénarios d'accélération des rayons cosmiques à partir de la forme du spectre en γ . En parallèle, une contribution instrumentale a été apportée à NectarCAM, l'une des caméras développées pour les télescopes de taille moyenne du CTAO (Medium-Sized Telescope), qui détectera indirectement les rayons γ via l'astronomie Tcherenkov. Ce travail constitue le sujet de la troisième partie de cette thèse. Il a impliqué la production et des tests des « Cibles Blanches (White Targets) » à IJCLab, destinés à la calibration de la caméra, dans des conditions de très faible luminosité — au niveau d'un unique photoélectron — en vue des premières observations de NectarCAM. Des outils statistiques et systématiques ont été développés pour évaluer la qualité de ces cibles et permettre leur sélection. Enfin, les données des premières séries de calibration de la caméra ont été analysées, et les résultats montrent une bonne performance du système de calibration.