

Allocation de Recherche CNES

Titre : Effets des faisceaux d'électrons et de positrons produits par les TGF dans l'atmosphère terrestre et dans le proche environnement spatial

Sujet :

La mission satellite TARANIS (CNES) a pour objectif d'étudier les couplages impulsifs de l'atmosphère avec l'ionosphère et la magnétosphère de la Terre au dessus des cellules orageuses actives. De très brefs flashes de photons gamma ($\sim 100 \mu\text{s}$) sont produits par les nuages d'orages terrestres. Ceux-ci ont été découverts par hasard depuis l'espace par l'instrument BATSE à bord du Compton Gamma Ray Observatory (CGRO), initialement lancé pour observer les sources célestes de rayonnement énergétique. Ces événements ont depuis été détectés par les satellites RHESSI (NASA), AGILE (ISA), et Fermi (NASA) et sont appelés Terrestrial Gamma-ray Flashes (TGF). La découverte de ces phénomènes a révolutionné notre compréhension des orages troposphériques et de leurs interactions avec le proche environnement spatial. Les TGF sont aujourd'hui reconnus comme des sources d'électrons et de positrons secondaires de haute énergie (par effet Compton, effet photoélectrique, et production de pair lors de la propagation des photons constituant les TGF dans l'atmosphère) rapidement confinés dans le champ magnétique terrestre. Ils constituent ainsi une source encore inexplorée d'électrons et de positrons énergétiques ($>1 \text{ MeV}$) dans les ceintures de radiation terrestres. Dans le présent projet nous nous proposons d'en améliorer la compréhension et les stratégies d'observations grâce au développement de modèles numériques dédiés.

TARANIS aura à son bord l'instrument XGRE qui détectera les photons de 20 keV à 10 MeV et les électrons énergétiques de 1 à 10 MeV. Il permettra de distinguer pour la première fois les faisceaux d'électrons des photons constituant les TGF. TARANIS comportera également l'instrument IDEE qui détectera les électrons énergétiques de 70 keV à 4 MeV afin de caractériser les faisceaux d'électrons produits par les TGF et les électrons des ceintures de radiation.

En vue de maximiser le retour scientifique de la mission TARANIS, nous proposons de prédire les signatures caractéristiques (temporelles et spectrales) observables des faisceaux d'électrons/positrons produits par les TGF à l'aide de modèles numériques. En particulier, ces caractérisations seront d'un grand apport pour l'interprétation des signaux enregistrés par les instruments à bord de TARANIS ainsi que l'optimisation des stratégies d'observation (trigger, etc.). La méthodologie que nous appliquerons sera d'abord basée sur l'amélioration de modèles Monte Carlo simulant la production d'électrons et de positrons de haute énergie par les TGF dans l'atmosphère terrestre, leur confinement dans le champ géomagnétique (ceinture intérieure), et leur précipitation subséquente dans l'atmosphère. Nous utiliserons ces modèles afin de calculer et documenter d'une part les signatures attendues des instruments XGRE et IDEE en fonction des caractéristiques physiques des processus de production prédits par différentes théories, et d'autre part de développer des stratégies d'observation pour maximiser le taux de détection de ces événements. L'originalité de ce travail sera de permettre l'exploitation de la synergie entre tous les instruments de TARANIS. En effet, nous utiliserons les modèles développés pour quantifier les signatures électromagnétiques et optiques des sources des TGF et des faisceaux d'électrons et de positrons secondaires associés.

Date de début : septembre/octobre 2017

Contact:

Sébastien Célestin, LPC2E, Université d'Orléans, CNRS.

sebastien.celestin@cnr-orleans.fr

LPC2E/CNRS

3A avenue de la Recherche Scientifique

45071 Orleans Cedex 2

France

+33 2 38 25 79 83

Type de financement : Bourse doctorale CNES

Laboratoire : LPC2E, Université d'Orléans, CNRS, France

Le LPC2E est l'un des principaux laboratoires travaillant en partenariat étroit avec le CNES pour la conception, la réalisation et l'exploitation d'instruments scientifiques embarqués à bord de missions des grandes agences spatiales (CNES, ESA, NASA, etc.). Un projet CNES de satellite nommé TARANIS (<https://taranis.cnes.fr/>) - lancement prévu fin 2018 - et conduit par le LPC2E vise à observer les phénomènes de couplage électrodynamique dans le système atmosphère-ionosphère-magnétosphère.