



TARANIS (Tool for the Analysis of RAdiation from lightNIing and Sprites)

Taranis est le dieu du ciel, de la foudre et du tonnerre dans la mythologie celtique gauloise. TARANIS (Tool for the Analysis of RAdiation from lightNIing and Sprites) est un satellite CNES basse altitude dédié à l'étude des transferts impulsifs d'énergie qui se produisent au-dessus des orages entre l'atmosphère terrestre et l'environnement spatial. TARANIS devait être lancé dans la nuit du 16 au 17 novembre 2020. Suite à l'échec de la fusée Véga VV17 ayant entraîné la perte du satellite et compte tenu de l'intérêt scientifique de cette mission qui couvre un domaine encore très peu exploré, un nouveau projet appelé TARANIS 2 a été mis en place par le CNES. TARANIS 2 fait l'objet d'une Phase A en 2021 pour évaluer précisément la faisabilité et le coût d'un remplacement rapide de TARANIS. Ce nouveau projet a les mêmes objectifs scientifiques que TARANIS et sera donc équipé d'une instrumentation scientifique très similaire. L'objectif visé est de lancer TARANIS 2 à l'horizon 2025. Le LPC2E est en charge de la coordination scientifique du projet TARANIS 2 et de la coordination technique de la charge utile scientifique.

L'existence de transferts impulsifs d'énergie au-dessus des orages a été mise en évidence au début des années 90. Il s'agit, d'une part, de phénomènes lumineux transitoires regroupés sous le terme générique de TLE (Transient Luminous Events) et, d'autre part, de bouffées de rayonnement Gamma terrestre appelées TGF (Terrestrial Gamma ray Flashes). Les TLE ont été observés pour la première fois depuis le sol puis à partir de l'espace par la Station Spatiale Internationale et le satellite FORMOSAT-2. Les premières détection de TGF ont été effectuées par les satellites CGRO, RHESSI, FERMI et AGILE.

Afin de répondre aux nombreuses questions toujours en suspens concernant la physique et les impacts de ces phénomènes, l'instrumentation scientifique de TARANIS 2 effectuera un ensemble de mesures sans précédent :

- La mesure simultanée et à haute résolution au Nadir : des TLE et de leur éclair parent, des TGF avec localisation des sources d'émissions, des électrons relativistes ;

- La mesure des électrons énergétiques en temps, pitch-angle et énergie afin : d'identifier les faisceaux d'électrons associés aux TGF et les faisceaux d'électrons précipités induits par l'activité orageuse (LEP) ; de caractériser la variabilité naturelle et induite par l'activité humaine des ceintures de radiations.

- La mesure des émissions électromagnétiques dans la gamme de fréquence allant du continu jusqu'à 35 MHz afin d'identifier les signatures radios associées aux TLE et TGF ainsi que le champ quasi-électrostatique associé aux nuages d'orage.

TARANIS 2 science

Profil de la mission TARANIS 1

TARANIS est un satellite stabilisé trois axes de la famille des microsatellites Myriade du CNES. Le volume de la plateforme est d'environ 1 m³. Le poids total est d'environ 180 kg dont 36 kg pour l'instrumentation scientifique. Les sous-systèmes embarqués comportent entre autres une mémoire de masse d'une capacité de 16 Gbits et une télémesure en bande X à haut débit de 16.8 Mbits/s pour la transmission des données scientifiques. La durée de vie de la mission TARANIS est de deux ans avec un objectif de deux années supplémentaires. L'orbite est polaire héliosynchrone, avec une inclinaison proche de 98° et une altitude d'environ 700 km. Pour des raisons de limitation de puissance, principalement de nuit, les observations scientifiques seront effectuées dans la plage de latitude géographique [-60°, +60°]. Cela permettra néanmoins de couvrir la plupart des régions où l'activité orageuse est intense et, en conséquence, où la probabilité d'observations de TLE et/ou des TGF est élevée. Le centre de données de TARANIS sera sous la responsabilité du LPC2E.

Objectifs Scientifiques

L'observation des TLE ("sprites", "elves", "halos", "jets bleu", etc.) et des TGF a permis de mettre en évidence l'existence de transferts impulsifs d'énergie entre la haute atmosphère de la Terre et son proche environnement spatial. Les observations de l'expérience ISUAL à bord de FORMOSAT-2 ont montré que les TLE sont en fait des phénomènes courants au-dessus des zones orageuses du globe.

Les observations faites par RHESSI, AGILE et FERMI montrent que les TGF font intervenir des énergies très élevées, atteignant plus de 30 MeV. Les processus qui contribuent à ces phénomènes et les conséquences potentielles sur l'environnement tant électrique que chimique de la Terre sont loin d'être complètement compris. Toutefois, il est clair que les mécanismes à l'origine des TGF dépassent le seul cadre terrestre.

Comme ils sont produits dans l'atmosphère, les TLE, les TGF, ainsi que les mécanismes physiques qui les génèrent, peuvent en affecter la constitution chimique et la dynamique. TARANIS pourra compléter les résultats des expériences au sol, en avions et en ballons : (i) en fournissant des observations simultanées au Nadir des éclairs, des TLE et des TGF, (ii) en mesurant les électrons accélérés et précipités, (iii) en fournissant des informations sur l'environnement électromagnétique.

Les questions scientifiques à traiter

TARANIS sera équipé de l'instrumentation avec les performances requises pour répondre aux questions mises en évidence par les nombreuses observations disponibles de TLE et TGF. Les objectifs scientifiques de TARANIS se répartissent suivant les catégories suivantes :

- Faire progresser notre compréhension du lien entre les TLE, les TGF, les régions sources et les conditions environnementales (nombre d'éclairs, variations du plasma thermique, rayons cosmiques, etc.).

- Identifier les mécanismes de génération des TLE et TGF. Identifier les événements ondes et particules pouvant être impliqués dans les processus de génération ou produits par ces mêmes processus.

- Evaluer les effets potentiels des TLE, TGF, et des bouffées d'électrons précipités et accélérés (en particulier les LEP et les terrestrial electron beams) sur l'atmosphère de la Terre et sur les ceintures de radiations.

La charge utile scientifique de TARANIS 1

Pour atteindre les objectifs scientifiques de la mission TARANIS, les instruments de la charge utile scientifique sont :

- **MCP** (MicroCameras et Photomètres) : un jeu de deux caméras (une pour les sprites et une pour les éclairs) et les analyseurs correspondants. Plus un jeu de quatre photomètres et les analyseurs correspondants.

- **XGRE** (X-ray, Gamma-Ray et Electrons relativistes) : un jeu de trois détecteurs X et γ et les analyseurs correspondants.

- **IDEE** (Instrument Détecteurs d'Electrons Energétiques), deux détecteurs d'électrons et les analyseurs correspondants.

- **IME-BF** (Instrument de Mesure du champ Electrique Basse Fréquence) : un capteur électrique pour le domaine des basses fréquences et l'analyseur basse fréquence (électrique et magnétique) ; IME-BF inclut également une Sonde Ionique (**SI**) pour déterminer les fluctuations du plasma thermique.

- **IME-HF** (Instrument de Mesure du champ Electrique Haute Fréquence) : un capteur électrique pour la mesure dans le domaine des hautes fréquences et l'analyseur haute fréquence correspondant.

- **IMM** (Instrument de Mesure du champ Magnétique) : un système de trois magnétomètres search-coil pour la mesure des trois composantes du champ magnétique dans le domaine des basses et moyennes fréquences et l'analyseur moyenne fréquence (électrique et magnétique) ; IMM inclut un Détecteur de Sferics (**SD**) pour la caractérisation à bord des whistlers.

- **MEXIC** (Multi Experiment Interface Controller), équipement électronique pour alimenter et gérer l'ensemble de la charge utile scientifique.

3 posters illustrant différents aspects de TARANIS 1 :

- [Taranis Science](#)

- [Taranis CU](#)

- [Taranis CMST](#)

Contact LPC2E : jean-louis.pincon@cnrns-orleans.fr

Nos derniers projets