

La mission spatiale multi-satellite THEMIS

Les aurores boréales et australes sont la partie visible à l'oeil nu de processus « explosifs » qui ont lieu à grande distance de la Terre, dans la queue magnétique qui se forme lors de l'interaction entre le vent solaire et le champ magnétique terrestre. Ces processus explosifs, appelés sous-orages magnétosphériques, car ils perturbent la magnétosphère terrestre, accélèrent fortement les particules chargées (ions et électrons) le long du champ magnétique en direction de la Terre. L'objectif de la mission THEMIS (Time History of Events and Macroscale Interactions during Substorms) est de localiser la région d'accélération de ces particules responsables des émissions aurorales et de déterminer son sens et sa vitesse de propagation. Pour atteindre cet objectif la mission THEMIS met en œuvre cinq petits satellites, équipés d'instruments identiques, qui effectueront des mesures coordonnées dans l'environnement lointain de la Terre. Le lancement de la mission aura lieu par une fusée Delta 2 le 15 février prochain, à Cap Canaveral en Floride.

Cadre de réalisation

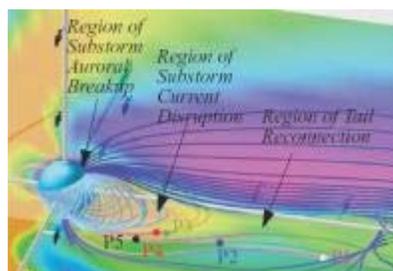
THEMIS est une mission financée par la NASA, dans le cadre des missions moyennes (MIDEX). La mission a été proposée par le Space Science Laboratory (SSL) de l'Université de Californie à Berkeley (UCB) qui a construit la plupart des instruments embarqués. Le CETP (Vélizy), laboratoire mixte CNRS-Université (UVSQ, UPMC), a été sollicité pour fournir une partie de ces instruments: les antennes magnétiques destinées à mesurer les champs magnétiques fluctuants. Le CESR (Toulouse), également un laboratoire mixte CNRS-Université (U.Paul Sabatier), va élaborer un serveur de données, « miroir » de celui de THEMIS. Le CETP et le CESR participeront activement à l'analyse scientifique des résultats et à leur interprétation. Un industriel français a fourni les mémoires de bord et les préamplificateurs associés aux antennes magnétiques (3D Plus⁽¹⁾, Buc). La participation française a bénéficié du soutien du CNES. Les 5 satellites de THEMIS, et leurs instruments, ont été construits dans un temps record ; le tir aura lieu moins de 4 ans après la sélection.

Objectifs scientifiques

L'interaction entre un vent de particules chargées, un plasma (principalement des électrons et des protons), issu de la couronne solaire, et le champ magnétique terrestre conduit à la formation, dans l'environnement lointain de la Terre, d'une « queue magnétique », où le plasma est accéléré, et provisoirement stocké. Cette queue magnétique est située dans la direction opposée au Soleil. Les aurores boréales et australes intenses sont dues à la précipitation dans la haute atmosphère des régions de haute latitude, des particules qui étaient stockées dans la queue magnétique. Ces précipitations, associées à une reconfiguration rapide de la queue magnétique, peuvent se produire plusieurs fois par jour lors d'événements explosifs : les « sous-orages ».

L'objectif de THEMIS est de déterminer sans ambiguïté la région de déclenchement des sous-orages et le sens de propagation de la reconfiguration de la queue magnétique. Des phénomènes explosifs analogues ont lieu dans d'autres contextes, notamment dans la couronne solaire, et dans les machines de type « Tokamaks » destinées à réaliser en laboratoire la fusion contrôlée.

Les cinq satellites de THEMIS permettront d'effectuer une « coupe radiale » de la queue magnétique, ce qui est nécessaire pour comprendre l'enchaînement des processus dynamiques lors des sous-orages, de savoir où se déclenche le sous-orage et comment la perturbation correspondante se propage. Cette mission est donc complémentaire de la mission européenne Cluster actuellement en vol et qui



se focalise sur les processus physiques à plus petite échelle.

Positions des 5 satellites (P1, P2, ...) par rapport à la magnétosphère.

En complément des mesures in situ par les satellites, un réseau très complet d'observatoires « sol » constitué de caméras « plein ciel » et de magnétomètres, est en cours d'installation. Le réseau de caméras donnera une image quasi-instantanée de la localisation et de la dynamique des aurores qui forment dans l'atmosphère une image des processus qui se développent dans la queue magnétique de la Terre. L'atmosphère joue alors un rôle d'écran, analogue à un écran de télévision sur lequel les électrons accélérés viennent former l'image. Le réseau de magnétomètres permettra de mesurer les perturbations du champ magnétique terrestre au niveau du sol lors des sous-orages. Ce réseau est localisé au Canada et en Amérique du Nord. Une partie importante de ce réseau est gérée par les professeurs et les élèves des écoles(2).

Pour en savoir plus :

Site du CNES

Site d'Université de Berkeley (en anglais)

Contact(s) :

Alain Roux, CETP-IPSL, pour la mission et l'instrumentation

Christian Jacquey, CESR, pour le site miroir de UCB et le traitement des données

Note(s)

- . 3D Plus est qualifié "Space Applications" par le CNES, l'ESA, la NASA et le JPL et a aujourd'hui plus de 18 000 produits en orbite.
- !. GEONS : Geomagnetic Event Observation Network by Students

© 2006 INSU - CNRS