UVSQ-SAT EST DÉCLARÉ APTE POUR LE SERVICE

Depuis la mise en orbite du satellite le 24 janvier 2021, un certain nombre d'opérations ont été réalisées pendant la phase de Recette en Vol pour permettre de qualifier l'ensemble des fonctions que le satellite devra assurer par la suite.

Les opérations suivantes ont été effectuées au cours de la Recette en Vol :
- Suivi du fonctionnement général de la plate-forme,
- Validation de la programmation et du fonctionnement de la Charge Utile,
- Activités associées aux traitements de données,
- Comportement du satellite en orbite,
- Clôture de la phase de Recette en Vol.

Le 13 mars 2021, le satellite a été déclaré apte pour le service. Au cours d'une revue de projet de fin de Recette en Vol organisée par les équipes du LATMOS, chaque spécialiste d'un équipement bord ou d'un logiciel sol a présenté une synthèse des faits marquants survenus durant la Recette en Vol, et a proposé des solutions aux éventuels

problèmes techniques rencontrés. Des recommandations ont été formulées pour optimiser la durée de vie du satellite. La phase d'exploitation en routine peut alors commencer.

Depuis février 2021, le satellite UVSQ-SAT mesure entre autres le rayonnement solaire réfléchi par la Terre et le rayonnement sortant à grande longueur d'onde. UVSQ-SAT ne dispose pas de système actif de contrôle d'attitude. Dès lors, il est équipé de deux capteurs de mesure de flux sur chacune de ses faces afin de réaliser les mesures en permanence, soit douze capteurs au total. Ceux-ci sont fondés sur un principe qui consiste à réaliser des discontinuités thermiques sur une thermopile planaire. Sur chaque face du satellite, une thermopile à base de nanotubes de carbone observe la Terre et le Soleil. Les nanotubes de carbone déposés sur ces thermopiles permettent d'absorber tous les rayonnements incidents qu'ils soient de courtes ou grandes longueurs d'onde (avec une absorption très proche de 1). En période d'éclipses, ces détecteurs mesurent uniquement le rayonnement sortant de la Terre à grande longueur d'onde. Hors éclipses, les thermopiles mesurent l'éclairement solaire incident, le rayonnement solaire réfléchi par la Terre et le rayonnement sortant à grande longueur d'onde. Sur chaque face du satellite a aussi été installée une thermopile à base de réflecteurs solaires optiques qui permet de mesurer essentiellement le rayonnement sortant à grande longueur d'onde. L' ensemble des douze thermopiles représentent des détecteurs à champ de vue large. Ils réalisent des mesures dans un hémisphère complet.

La reconstruction de chaque cartographie (albédo et rayonnement sortant à grande longueur d'onde) repose sur une fonction gaussienne* dont les paramètres sont définis par l'altitude du satellite et son champ de vue. Par ailleurs, une méthode fondée sur un algorithme d'apprentissage profond (« deep learning ») a été développée (Finance et al., 2021) pour obtenir l'attitude du satellite afin de mieux déterminer l'albédo** de la Terre et le rayonnement sortant à grande longueur d'onde. L'attitude du satellite peut aussi être reconstruite à partir des mesures d'une centrale inertielle. UVSQ-SAT étant équipé d'un gyromètre pour la mesure de la vitesse angulaire, d'un accéléromètre pour la mesure de la gravité et de l'accélération linéaire, ainsi que d'un magnétomètre pour mesurer le champ magnétique terrestre. Le magnétomètre permet de mesurer la direction et l' intensité du champ magnétique. L'objectif est de fusionner ces données inertielles et magnétiques afin de reconstruire au mieux l'attitude du satellite. La figure 1 montre l' intensité du champ magnétique de la Terre mesuré par UVSQ-SAT grâce à ses capteurs.

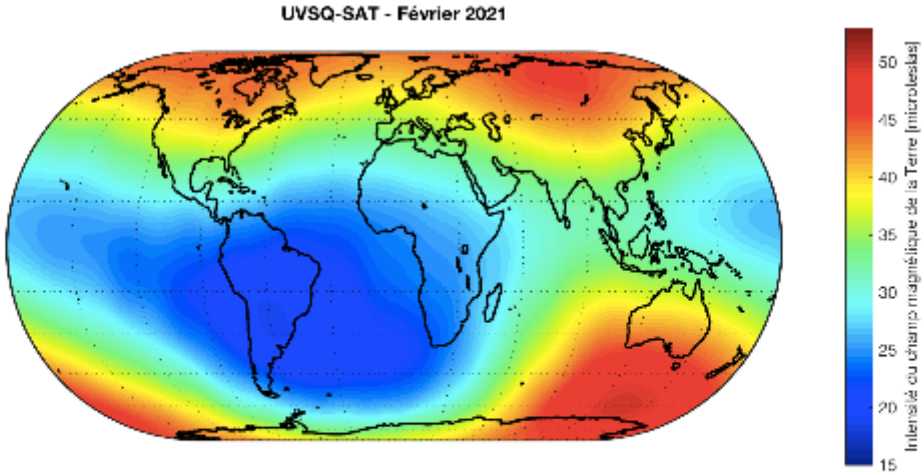


Figure 1. Intensité du champ magnétique de la Terre mesurée par *UVSQ-SAT*. Les étalonnages sont en cours de validation pour consolider les biais de mesures absolus.

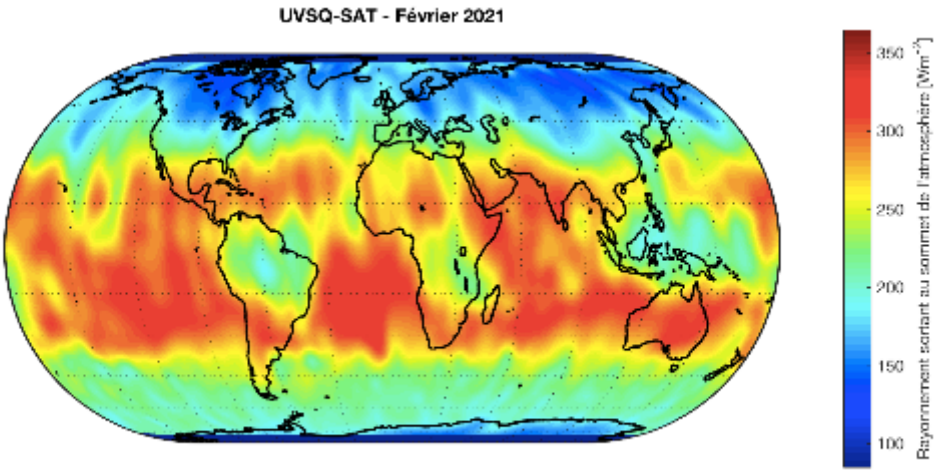


Figure 2. Rayonnement sortant au sommet de l'atmosphère de la Terre à grandes longueurs d'onde.

Des résultats préliminaires (Figure 2) pour le rayonnement solaire réfléchi par la Terre et le rayonnement sortant à grande longueur d'onde ont été obtenus en appliquant les méthodes décrites dans Meftah et al. (2020).

Le nanosatellite a terminé sa recette en vol. Il est désormais officiellement opérationnel. Rappelons que le LATMOS où a été entièrement conçu et testé UVSQ-SAT est rattaché à l'Observatoire de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (OVSQ) et à l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL).
Depuis le début de la mission en janvier 2021, un million de trames*** ont été téléchargées.
Souhaitons une longue vie au petit UVSQ-SAT !

*L'albédo du système Terre-atmosphère est la fraction de l'énergie solaire qui est réfléchie vers l'espace. Sa valeur est comprise entre 0 et 1.
**La loi gaussienne (ou normale) est une des lois de probabilité les plus utilisées dans les

sciences appliquées du fait de ses propriétés théoriques remarquables.
***Le traitement des trames d'information reçues des satellites permettra de tester un modèle des sources d'erreur.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Contact
Dr. Mustapha Meftah – UVSQ-UPS-SU-LATMOS-CNRS – mustapha.meftah@latmos.ipsl.fr
Annelise Gounon-Pesquet - chargée de communication scientifique - annelise.gounon-pesquet@uvsq.fr

Références

- Meftah M., Damé L., Keckhut P., et al., UVSQ-SAT, a Pathfinder CubeSat Mission for Observing Essential Climate Variables, MDPI Remote Sensing Journal, 2020
- Finance A., Meftah M., Dufour C., et al., UVSQ-SAT, A New Method Based on a Multilayer Perceptron Network to Determine In-Orbit Satellite Attitude for Spacecrafts without Active ADCS Like UVSQ-SAT, MDPI Remote Sensing Journal, 2021

En savoir plus

> UVSQ-SAT : la recette en vol, avant les données de mesure
> UVSQ-SAT : mission accomplie
> LATMOS
> OVSQ
> IPSL