



# Uvsq-Sat NG

Un satellite pour observer la Terre et les gaz à effet de serre depuis l'espace



Prévu pour être lancé en 2025, Uvsq-Sat NG représente une nouvelle génération de nano-satellites, conçus pour observer la Terre et le Soleil avec une acuité accrue. Il s'inscrit dans la continuité des missions Uvsq-Sat et Inspire-Sat 7, qui ont été lancées respectivement en janvier 2021 et avril 2023. Ensemble, ils formeront une constellation unique de CubeSats dédiés à la collecte d'informations précieuses sur le bilan énergétique de la Terre. Uvsq-Sat NG, quant à lui, disposera d'un nouvel instrument spatial pour observer le dioxyde de carbone et le méthane.

Ce nouveau satellite, servant de démonstrateur technologique, est placé sous la responsabilité du LATMOS (Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales – UMR8190 CNRS, UVSQ, Sorbonne Université). Pour sa réalisation, une collaboration étroite a été établie avec de nombreux partenaires académiques, tant nationaux qu'internationaux, ainsi qu'avec des entreprises françaises du secteur spatial.



Observatoire de Versailles  
Saint-Quentin-en-Yvelines  
CAMPUS DE SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES



La mission Uvsq-Sat NG s'inscrit dans une initiative stratégique de recherche spatiale. Ce projet, alliant dimensions scientifique et éducative, repose sur l'exploitation des CubeSats. Les nano-satellites ouvrent la voie à une transformation de l'espace, en optimisant à la fois les coûts et les délais de développement. Comparés aux satellites conventionnels, les CubeSats, de par leur simplicité, efficacité et moindre coût, aspirent à révolutionner les missions d'observation de la Terre en orbite basse. En tant que gardiens de l'espace, ces petits satellites, lorsqu'ils opèrent en constellation, offrent une capacité unique à transmettre des données en temps presque réel et à l'échelle planétaire. Malgré leurs capacités plus restreintes, l'approche en « constellation » des CubeSats leur permet de répondre à des enjeux scientifiques inaccessibles aux missions classiques. Uvsq-Sat NG représente un jalon crucial, servant de démonstrateur en orbite pour la transition d'un unique CubeSat observateur terrestre vers un réseau harmonieux de CubeSats. Uvsq-Sat NG ambitionne de jeter les bases pour une future constellation de micro-satellites, destinés à détecter en continu les principales sources d'émissions de méthane et de dioxyde de carbone, dans l'optique d'en « intensifier la diminution ».

## Uvsq-Sat NG, une sentinelle pour le climat

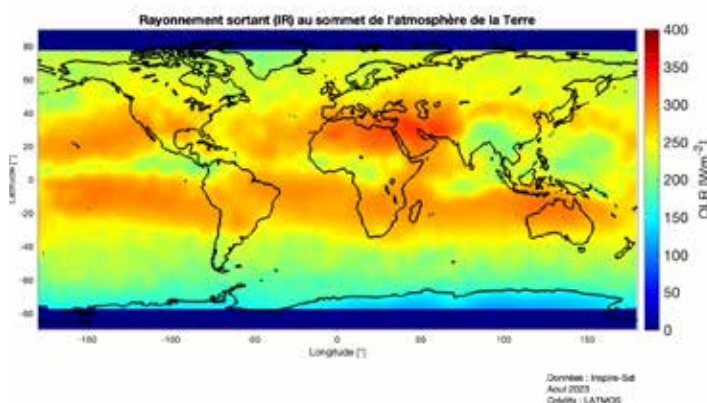
Imaginé par des chercheurs du CNRS, Uvsq-Sat NG est un nano-satellite français dédié à l'observation de la Terre et à l'étude du climat. La mise en œuvre de ce satellite est le résultat d'une collaboration étroite entre le LATMOS, l'Observatoire de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, des partenaires industriels (ACRI-ST, GAMECA, ADRELYS, ISISPACE, GOMSPACE, SDR ...) et la communauté des radioamateurs (AMSAT-F, F6KRK, ...). Cette initiative spatiale s'inscrit dans le cadre du programme INSPIRE (International Satellite Program in Research and Education), une démarche qui rassemble diverses institutions académiques, dont l'Université du Colorado, Nanyang Technological University, National Central University et l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, pour n'en nommer que quelques-unes.

Un des objectifs de la mission Uvsq-Sat NG est de mesurer le rayonnement solaire entrant, le rayonnement solaire réfléchi par la Terre, ainsi que le rayonnement infrarouge (IR) sortant au sommet de l'atmosphère de notre planète. De surcroît, cette mission a pour ambition d'améliorer la détection, le suivi et la compréhension des gaz à effet de serre d'origine humaine grâce à des observations spatiales. Une des ambitions est de pouvoir effectuer une surveillance globale des concentrations de gaz atmosphériques (CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>) à l'échelle planétaire, et d'étudier leur lien avec le rayonnement sortant (IR) de la Terre. L'observation simultanée de ces différentes variables climatiques essentielles est fondamentale car elle apporte une meilleure évaluation des différentes étapes du mécanisme de réchauffement global et, en conséquence, l'acquisition d'une meilleure compréhension du changement climatique.

Le programme spatial Uvsq-Sat NG poursuit l'initiative entamée avec le lancement du satellite Uvsq-Sat en janvier 2021, le pionnier des CubeSats français orienté vers l'observation de paramètres climatiques fondamentaux. Dans cette dynamique, le satellite Inspire-Sat 7 a été lancé en avril 2023 pour accompagner Uvsq-Sat, créant de ce fait l'une des premières constellations universitaires de CubeSats axée sur l'observation d'indicateurs climatiques vitaux. Les résultats scientifiques issus des satellites Uvsq-Sat et Inspire-Sat 7 sont prometteurs. Combinés à des simulations numériques, ils soulignent la pertinence de déployer une constellation de petits satellites pour approfondir l'analyse du climat.

Une constellation de petits satellites suscite un intérêt croissant dans le contexte de l'observation du changement climatique, car elle permet une couverture spatio-temporelle de la Terre plus globale et continue que ce qu'un seul grand satellite peut offrir. Cette configuration garantirait des observations en temps réel (revisite d'un même point toutes les heures) pour tous les endroits du globe, y compris ceux difficiles d'accès depuis le sol, comme les régions polaires. Ce qui est fondamental pour mieux surveiller les variations climatiques.

### **Observer, comprendre et agir !**



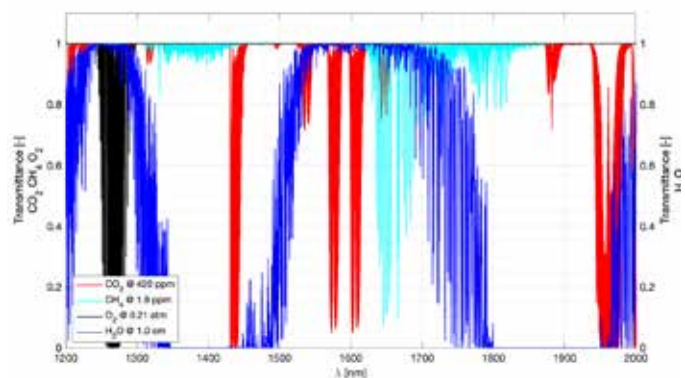


## Le satellite Uvsq-Sat NG

Uvsq-Sat NG est un CubeSat 6U, c'est-à-dire un petit satellite dont la taille équivaut à six cubes de 10 centimètres de côté. Avec un poids de 10 kg et des dimensions de 111,3 cm de longueur, 36,6 cm de largeur et 38,8 cm de hauteur lorsque tous ses appendices sont déployés (tels que les panneaux solaires et les antennes de communication), Uvsq-Sat NG est un véritable concentré de technologie. Il est équipé d'un système de détermination et de contrôle d'attitude entièrement actif pour répondre à une gamme plus large de besoins scientifiques complexes dans la recherche sur le changement climatique. C'est une nouveauté de taille par rapport à Uvsq-Sat et Inspire-Sat 7. Bénéficiant des avancées récentes en matière de miniaturisation, il est doté d'une série de capteurs de pointe pour observer des variables climatiques essentielles.



Uvsq-Sat NG embarque plusieurs instruments, dont des capteurs radiatifs pour surveiller le rayonnement solaire entrant et le rayonnement terrestre sortant. Ces détecteurs sont dédiés au suivi du déséquilibre énergétique de la terre. Ils ont déjà été utilisés à bord d'Uvsq-Sat et d'Inspire-Sat 7.



Uvsq-Sat NG est également équipé d'un spectromètre proche infrarouge miniaturisé (ouverture de 15 mm, plage spectrale de 1200 à 2000 nm, résolution spectrale de 6 nm,

champ de vue de 0,15°). Compact, ce spectromètre occupe un volume de moins d'une unité (10×10×10 cm). Il se compose d'un réseau de 300 sillons par mm et d'un capteur d'image linéaire en arséniure d'indium-gallium (InGaAs) muni d'un refroidisseur thermoélectrique Peltier, offrant des temps d'intégration de 0,5 à 4 secondes. Ce spectromètre est conçu pour cartographier les variations des concentrations des principaux gaz à effet de serre, en particulier le dioxyde de carbone et le méthane. Uvsq-Sat NG dispose aussi d'une caméra haute définition ( focale de 70,5 mm, F/2.2, transmission spectrale de 390 à 690 nm, capteur CMOS de 2048×1536 pixels, taille de pixel de 3,2 µm, champ de vue de 13°) permettant de capturer des images des zones observées dans le spectre visible. À une altitude de 500 km, cette caméra offre une résolution meilleure que 20 m/pixel. Enfin, une charge utile radio amateur sera probablement intégrée à bord d'Uvsq-Sat NG. Elle sera destinée à tous les radioamateurs de la planète. L'ELECTROLAB, AMSAT-F, ADRELYS et le LATMOS ont déjà utilisé cette carte complète de télémétrie bidirectionnelle à bord d'Inspire-Sat 7. Ce dispositif sera associé au transpondeur audio déjà validé à bord d'Uvsq-Sat, et qui offre déjà une possibilité de communication entre radioamateurs.

## Coopération internationale

La mission Uvsq-Sat NG s'inscrit dans le programme spatial de coopération internationale INSPIRE. En 2016, un accord de collaboration a été conclu entre l'Université de Boulder (USA) et l'UVSQ (France) dans les domaines de la science, de la technologie et en faveur des étudiants.

## Recherche, éducation et industrie

La mission Uvsq-Sat NG est composée de chercheurs, d'académiques, de partenaires industriels et d'étudiants venant de différents domaines et contextes. Cette collaboration interdisciplinaire préfigure les métiers de demain.



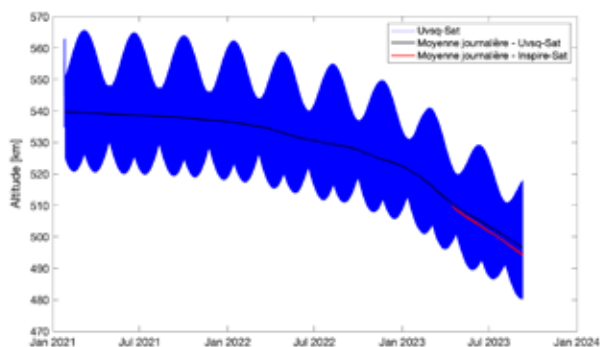
Ce projet englobe trois domaines étroitement interconnectés : la recherche scientifique, le secteur industriel local et le domaine éducatif. Dans ce dernier volet, les chercheurs ont déjà initié une centaine d'étudiants aux nuances de la conception et aux tests environnementaux des systèmes spatiaux. Des démarches de sensibilisation et des programmes éducatifs sont déployés au sein des écoles du département des Yvelines et auprès des associations. L'objectif étant d'inspirer et d'éveiller des passions chez les jeunes générations.

## Moyens de tests

Uvsq-Sat NG utilisera une gamme de moyens de tests élaborés dans les années 2010 pour garantir la fiabilité et la sécurité des équipements envoyés dans l'espace. Ces aménagements ont vu le jour grâce au soutien considérable de la Communauté d'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines et au Département des Yvelines (78). Le processus de préparation et de validation du satellite Uvsq-Sat NG se déroulera donc au sein de la Plateforme d'Intégration et de Tests (PIT) de l'Observatoire de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (OVSQ). Uvsq-Sat NG bénéficiera donc d'installations uniques telles que des zones d'intégration, des salles blanches, des équipements dédiés aux essais d'environnement mécanique, optique et thermique. Par ailleurs, les équipes du LATMOS ont mis au point de nouveaux moyens de tests innovants pour tester le satellite comme des bancs d'étalonnage des instruments, des bancs d'essais solaire et stellaire, ainsi qu'une cage de Helmholtz pour évaluer le comportement magnétique du satellite. Le LATMOS et la PIT sont devenus des leaders dans le développement, les essais et le lancement de nanosatellites scientifiques.

## Mise en orbite

La mission Uvsq-Sat NG est actuellement en cours d'intégration. Les essais d'environnement sur le satellite vont commencer en 2024. Le lancement de ce satellite est programmé pour 2025. Il est essentiel de tenir ce calendrier car Uvsq-Sat et Inspire-Sat 7 ont déjà commencé à perdre de l'altitude, sous l'effet de plusieurs facteurs comme la résistance de l'atmosphère, les perturbations gravitationnelles, l'activité solaire et la poussée engendrée par la radiation solaire.



## Stations au sol

Le segment sol du programme « Petits Satellites » du LATMOS couvre toutes les structures et équipements nécessaires pour superviser et gérer diverses missions spatiales. Il intègre les stations UHF/VHF du LATMOS, nommées Hermès et Elsa, situées à l'OVSQ, qui permettent les liaisons radio avec les

satellites en rotation autour de la Terre. Pour le programme Uvsq-Sat NG, ces antennes, ainsi que celle située à Grasse sur la Côte d'Azur (ACRI-ST), seront utilisées. De plus, ACRI-ST a conçu une station en bande S qui sera déployée pour gérer la transmission descendante des données d'Uvsq-Sat NG via ce moyen au sol. Uvsq-Sat NG est doté de moyens de communication via ses antennes. Son récepteur VHF couvre la plage de 145,8 à 146,0 MHz, tandis que l'émetteur va de 435,0 à 438,0 MHz. Sa liaison descendante en bande S opère dans la plage de 2200 à 2290 MHz. Grâce à certains équipements, le satellite est en mesure de communiquer avec la communauté radioamateur.

## L'académie spatiale SPACE IDF

Au Salon International de l'Aéronautique et de l'Espace à Paris-Le Bourget en juin 2023, le projet SPACE IDF, dirigé par l'Université Paris-Saclay et en partenariat avec l'UVSQ, a été distingué en tant que lauréat du programme "Compétences et Métiers d'Avenir" (CMA) de France 2030, bénéficiant d'une subvention gouvernementale de 21 millions d'euros. Sous la direction de Philippe Keckhut de l'UVSQ, cette initiative vise à regrouper et à stimuler l'éducation spatiale en Île-de-France, conformément aux aspirations de France 2030. L'académie spatiale compte fortement sur l'expertise du LATMOS, un laboratoire affilié à l'UVSQ, ainsi que sur des cursus dédiés tels que le master Newspace de l'OVSQ. Il est à noter que la réalisation du satellite Uvsq-Sat NG piloté par Mustapha Meftah est en adéquation avec les ambitions de cette académie spatiale.

## Portrait



Cannelle Clavier, diplômée en 2023 de l'Institut d'Optique Graduate School, est une ingénieure ayant développé une expertise dans le domaine spatial grâce à deux années de formation en alternance au LATMOS.

Cannelle Clavier, actuellement en thèse au LATMOS, se consacre à l'étude de la mission Uvsq-Sat NG. Sa recherche aborde les enjeux du changement climatique, le bilan énergétique de la Terre, ainsi que l'analyse satellitaire des émissions de dioxyde de carbone et de méthane. Elle se penchera sur de nouvelles techniques d'évaluation des concentrations de gaz à effet de serre en employant les nanosatellites comme instruments d'observation.

« L'espace, frontière ultime de l'imagination, est le miroir des possibles et la clé de notre avenir. »

M. Meftah

Contacts :

CNRS/LATMOS/UVSQ/SU

Mustapha MEFTAH – Principal Investigateur UVSQ-SAT NG

T +33 (0)1 80 28 51 79 | Mustapha.Meftah@latmos.ipsl.fr