

NEWSLETTER

Novembre 2020

IONSAT

Un satellite à l'X

Découvrez un projet spatial innovant, dont la conception avance à grands pas !

Véritable projet spatial débuté en 2017, IonSat est passé dans les mains de l'équipe de la promotion X19. Dans le cadre du Projet Scientifique Collectif (PSC), le groupe de 16 étudiants a pour objectif un lancement à l'horizon 2023.

IonSat est un projet du Centre spatial de l'École polytechnique (CSEP), en partenariat avec le CNES, Thalès Alenia Space et la Chaire "Espace : Sciences et Défis du Spatial", visant à concevoir, placer et maintenir en orbite basse un CubeSat propulsé. En effet, il est équipé d'un moteur à propulsion ionique développé par la start-up ThrustMe. Ce projet ambitieux (un des premiers satellites étudiants à propulsion ionique) comporte une grande valeur ajoutée technologique et scientifique, car il s'inscrit dans le contexte d'un intérêt croissant porté aux orbites très basses, ou Very Low Earth Orbit (VLEO).

Les avantages de ces orbites sont nombreux : temps de latence des communications réduit, meilleure résolution, coûts de lancement moindres... Cependant, ces altitudes sont peu explorées en raison des contraintes imposées par la traînée atmosphérique, qui engendre de nombreuses inconnues. La motivation première d'IonSat est donc de défier et de caractériser la traînée atmosphérique à une altitude peu connue, dans le but de réaliser une démonstration technologique et une étude scientifique.

IonSat en bref

6U 

IonSat est un Cubesat
est composé de 6
unités cubiques de 10
cm de côté

54



Le nombre d'élèves qui ont déjà
travaillé ou travaillent sur le projet

IONSAT


1,4M 

Le budget prévisionnel
du projet

300 km

L'altitude du satellite au
début de sa mission



2023

Date de lancement
estimée



6 mois

Objectif pour la durée
du maintien à poste

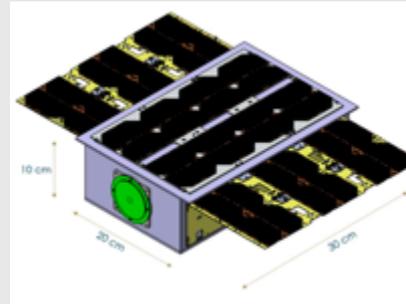
Un satellite étudiant en maintien à poste en dessous de 300 km



Après le succès de la mission X-Cubesat, premier nanosatellite étudiant de l'École lancé en 2017, IonSat veut approfondir la présence de l'École polytechnique dans l'espace.

Le satellite serait lancé depuis l'ISS et descendrait jusqu'à l'altitude de 300km. Cette descente repose sur la technique d'aerobreaking, qui consiste à utiliser la traînée atmosphérique afin de freiner le satellite, en orientant la plus grande surface perpendiculairement à la trajectoire pour maximiser la force de traînée.

Une fois parvenu à l'altitude cible, le satellite entrera dans une phase de maintien à poste afin de démontrer notre capacité à se maintenir dans cette zone.



Nos ambitions dépassent même cette altitude. Par conséquent, à intervalles de temps réguliers, le nanosatellite amorcera une phase de descente pour atteindre une altitude plus basse de 10km. Le vol s'effectuera donc par paliers pour une durée souhaitée de 6 mois : la mission sera prolongée en cas de succès.

Ce serait la première fois qu'un satellite étudiant doté d'une propulsion ionique se maintiendrait à très basse orbite !

Le défi de l'organisation : être efficace collectivement



Inspirée de la hiérarchie utilisée pour les plus grands projets spatiaux, notre organisation tente de répondre aux principales exigences et problèmes posés par ce type de missions.

IonSat s'inscrit dans le cadre du Projet Scientifique Collectif (PSC), une étape incontournable de la 2ème année à l'École polytechnique. Le groupe se réunit ainsi tous les mercredis après-midi pour une séance collective, en plus d'un travail régulier au cours de la semaine. L'équipe est encadrée par un coordinateur et aidée par un tuteur, Florian Marmuse.

Habituellement, un groupe de PSC compte 5 étudiants : le projet IonSat est exceptionnel en ce sens puisqu'il est constitué de 16 membres ! C'est donc un projet à part et une grande opportunité pour les étudiants d'appréhender un sujet complexe aux enjeux importants. La promotion 2019 est la quatrième promotion à travailler sur le nanosatellite et s'appuie sur le travail déjà réalisé pour faire avancer le projet et apporter sa propre plus-value.

Une structure horizontale qui compte 10 pôles

Organiser une équipe de 16 étudiants est un défi. Une bonne organisation est essentielle pour faire avancer le projet et utiliser au mieux les qualités de chacun. Au-delà de cette organisation schématique, le management repose sur une définition claire et un suivi des missions. Définition des objectifs, planification, suivi... ces éléments demandent un travail régulier et des outils de communication appropriés.

En nous basant sur les retours des promotions précédentes, nous avons fait évoluer notre organisation pour gagner en souplesse et en cohérence. Les X17 avaient adopté une structure compartimentée avec trois pôles distincts correspondant aux grands axes de développement du satellite.

Sur les conseils du tuteur et du CSEP, les X18 se sont orientés vers une structure horizontale reposant sur 8 pôles de 2 ou 3 personnes, axés sur un sous-système du nanosatellite. Certains étudiants appartiennent à plusieurs pôles, afin d'aborder différents sujets et de faciliter le transfert d'informations.

L'ensemble est supervisé par un chef de projet, responsable du management, et par un ingénieur système qui orchestre la prise de décisions et la cohérence globale.

L'équipe de la promotion X19 s'est inspirée de cette structure avec pour objectif de la rendre plus dynamique : pour gagner en efficacité en répondant rapidement aux nouvelles missions et impliquer au mieux l'ensemble des membres de l'équipe.



IonSat recrute !

Le CSEP recrute un chef ou une cheffe de projet, avec une forte composante en ingénierie système et une expertise en électronique et système embarqué.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur :
<https://centrespatial-polytechnique.fr/ionsat-recrute/>

Interview de Florian Marmuse

Ancien élève de l'École polytechnique, Florian est ingénieur de recherche au CSEP jusqu'à la fin de l'année 2020.



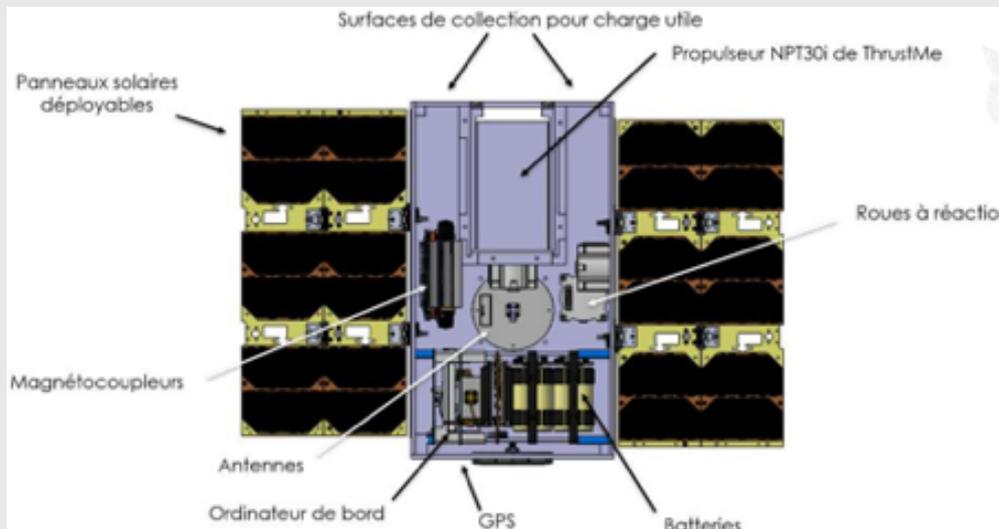
"J'ai souhaité lancer un nouveau projet de nanosatellite à l'X quand j'y suis revenu pour ma thèse, pour que les plus jeunes en profitent également! Travaillant sur la propulsion électrique pour les nanosats, l'idée d'IonSat s'est imposée au cours de la première année de travail avec les huit étudiants de la promotion X2016. La direction de la recherche de l'X m'a permis d'encadrer ce projet une demi-journée par semaine pendant trois ans. Aujourd'hui, je suis financé par le programme de mécénat espace. Les étudiants profitent une fois encore du cadre du Centre spatial étudiant de l'X qui leur donne des moyens et beaucoup de liberté, cet encadrement souple leur offre l'occasion de prendre des responsabilités et des nombreuses

décisions relevant du chef de projet. Ils gagnent aussi beaucoup de contacts dans le monde du spatial français et international, tout en bénéficiant d'une introduction à l'ingénierie système sans concessions ! Leurs vrais défis désormais seront de gérer un projet qui se complexifie, la documentation et les partenariats associés, et surtout de transformer leurs études mécaniques, thermiques, leurs bilans de puissance et de telecom, leurs designs préliminaires en un vrai système capable d'aller dans l'espace ! Dans le cadre du programme de mécénat Espace soutenu par Thales Alenia Space et ArianeGroup, le Centre spatial étudiant et ses deux ingénieurs sera là pour les y aider."



Le projet est né de la collaboration de ThrustMe et Florian Marmuse. Le partenariat nous oblige à avoir un accord de confidentialité pour le moteur breveté.

Le satellite en un coup d'œil



Un CubeSat ambitieux

Les CubeSats tirent leur nom des unités cubiques dont ils sont composés. Ces cubes de 10cm de côté peuvent être assemblés : cette compatibilité offre de la souplesse pour adapter au mieux le satellite à la mission, tout en bénéficiant d'un format répandu. IonSat est donc un CubeSat 6U, c'est-à-dire qu'il est composé de 6 unités. Ce choix de format, encore peu utilisé dans les projets étudiants, est un choix ambitieux qui s'inscrit dans une volonté globale de multiplier les applications techniques et scientifiques des CubeSats.

Nous avons pris le parti de se fournir avec des composants « sur étagère », c'est-à-dire en achetant des produits déjà conçus. Ce choix permet d'assurer un approvisionnement rapide et de réduire les coûts, même si cela implique de s'adapter aux différentes spécifications des produits. Cela nous conduit donc à mener des simulations, afin de déterminer les paramètres déterminants de chaque sous-système, d'identifier les contraintes puis de valider nos choix en considérant l'intégration et les interactions avec les autres sous-systèmes.



Le moteur, élément clé du satellite

Le moteur proposé par Thrust Me est un moteur ionique : il fonctionne avec une puissance allant jusqu'à 60W, ce qui est très élevé pour un nanosatellite de la taille d'IonSat. Réussir à fournir la puissance nécessaire représente donc un véritable challenge, qui demande une étude précise des capacités de récupération d'énergie par les panneaux solaires, couplés à l'utilisation de la batterie. Il faut aussi saisir les conséquences d'une telle consommation d'énergie, notamment d'un point de vue thermique : cela demande une bonne capacité d'évacuation de la chaleur pour éviter le dysfonctionnement des composants.

« Le CSEP et ses deux ingénieurs sont là pour aider les étudiants. » Florian Marmuse, X2012, docteur du LPP et tuteur du projet

Ce moteur doit être intégré dans la structure, ce qui nécessite de mettre au point une configuration optimale et respectant les différentes contraintes. Une modélisation de la plateforme sur CATIA est en cours et est tenue à jour régulièrement. En effet, l'état de l'art des nanosatellites est en mouvement permanent et nous nous tenons au fait pour suivre l'évolution des technologies.

Un exemple d'évolution ayant un impact sur le projet : les panneaux solaires permettent de produire la même puissance pour une surface plus petite. On peut donc utiliser cet avantage en libérant la surface de panneaux se situant juste à l'aplomb du moteur pour faciliter le transfert thermique.

Au-delà de ces simulations, nous allons débuter les premiers usinages pour avoir une vision concrète et pour réaliser les premiers tests, dans le but de valider les choix issus des simulations.

L'architecture de l'Ordinateur de Bord (On-Board Computer) prend forme. Les protocoles de fonctionnement et de communication entre les différents sous-systèmes sont implémentés conformément au plan de mission.

Ce dernier comprend une étude détaillée des méthodes de contrôle d'orbite et de contrôle d'attitude, qui sont ensuite traduites en termes de conséquence au niveau des composants et des scripts de contrôle. Le satellite sera ainsi en lien avec le segment sol. Le dialogue sera constitué de télémétrie, et de la réception des mesures des capteurs (données du moteur, GPS...). Cette communication sera faite avec plusieurs gammes de fréquence : bande S ainsi que bande UHF/VHF. Le choix d'utiliser cette dernière nous permettrait de profiter de la station-sol de l'École polytechnique, mise en service en 2017, et utilisée pour la mission X-Cubesat.

Quel futur pour IonSat ?

Le soutien essentiel de nos partenaires

Le projet bénéficie de nombreux soutiens et recherche toujours de l'aide afin de finaliser le CubeSat. En effet, les enjeux de la partie technique interne étant définis, il nous faut maintenant commencer à voir plus loin avec comme objectif à moyen terme la phase D, phase de conception à proprement parler et de tests, et le lancement. En plus du cadre interne très favorable que constitue le CSEP, de nombreuses structures extérieures interviennent pour nous fournir un appui.

Un suivi est assuré par le CNES tout au long de l'année grâce à des soutenances régulières. L'objectif est de valider certaines décisions, de corriger les erreurs et de nous orienter vers des problématiques que nous n'avons pas encore abordé.

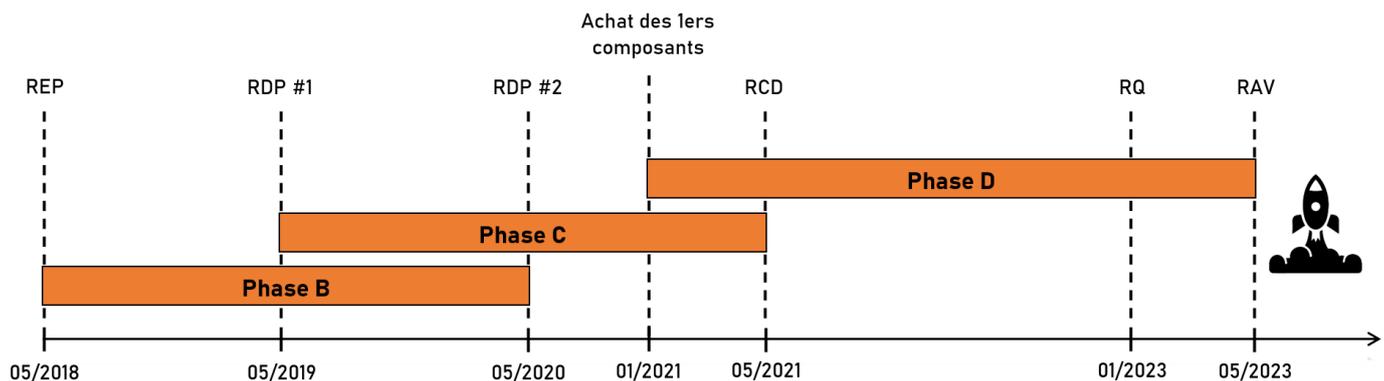
Le groupe Thalès Alénia Space suit aussi le projet avec intérêt et propose une aide précieuse pour guider des étudiants parfois novices sur le thème de la conception de satellite. Cette collaboration s'inscrit dans le cadre de la Chaire « Espace : Sciences et défis du Spatial », dont font partie Thalès Alénia Space et ArianeGroup. L'inauguration de ce partenariat au début du mois d'octobre 2020 vient renforcer les liens entre l'X et les acteurs du secteur spatial.

Lancer un satellite dans l'espace représente un budget conséquent, celui d'IonSat étant estimé à 1,4 M€. Nous avons ainsi besoin de former des partenariats avec des acteurs intéressés par le projet pour assurer son financement. Le projet bénéficie notamment du soutien lié au mécénat de la Chaire.

Un projet qui rayonne à l'international

IonSat est un nanosatellite qui s'affirme comme un leader parmi les projets étudiants européens. Ainsi, les précédentes équipes ont participé à de grands congrès internationaux comme l'European CubeSat Symposium. L'édition 2021 se déroulera d'ailleurs à l'École polytechnique, ce qui témoigne de la volonté de l'École de s'inscrire comme un acteur du monde spatial (NB: l'édition a été repoussée d'un an du fait du contexte sanitaire).

Par ailleurs, l'équipe X18 a présenté ses travaux et l'avancée du projet lors de l'International Astronautical Congress, qui s'est déroulé en ligne du 12 au 14 octobre 2020.



Timeline prévisionnelle du projet

Rédigé en Novembre 2020
Auteurs : Aurélien Sicsik,
Yohan Fis
Revu par : Florian Marmuse

Vous voulez en savoir plus sur le projet ? Vous pouvez contacter :

Aurélien Sicsik, Chef de projet étudiant - aurelien.sicsik@polytechnique.edu
Thomas Gilet, Ingénieur système étudiant - thomas.gilet@polytechnique.edu
Florian Marmuse, Tuteur - florian.marmuse@polytechnique.edu