

# NEWSLETTER

Avril 2020



## IONSAT Un satellite à l'X



De grandes avancées ont été faites dans la conception !

Véritable projet spatial débuté en 2018, 15 étudiants par promotion travaillent dans le cadre des PSC avec de nombreux acteurs. Le lancement du satellite prévu fin 2022.

IonSat est un projet du **Centre spatial étudiant** (CSE) de l'École polytechnique, en partenariat avec le CNES, visant à concevoir, placer et maintenir en orbite basse (jusqu'à une orbite circulaire à 250km d'altitude) un CubeSat équipé d'un moteur à propulsion ionique à l'iode développé par la start-up ThrustMe. Ce projet ambitieux (nous comptons être un des premiers satellites étudiants à propulsion ionique mis en orbite) comporte une importante valeur ajoutée technologique et scientifique, qui suit une tendance récente dans le secteur spatial se manifestant par un intérêt croissant porté aux orbites très basses appelées

VLEO (Very Low Earth Orbit).

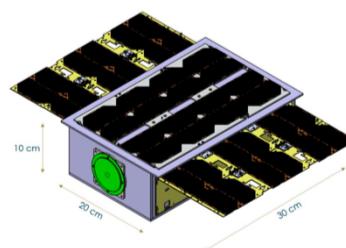
Les avantages potentiels de ces orbites sont nombreux (temps de latence des communications réduit, meilleure résolution, coûts de lancement moindres, etc.) mais ces altitudes sont pour l'instant peu explorées en raisons de nombreuses inconnues (importance de la traînée, comportement des propulseurs ioniques dans l'atmosphère,...). La motivation première d'IonSat est donc de **défier la traînée atmosphérique** à une altitude peu connue, réalisant ainsi une démonstration technologique.

## Un satellite étudiant de l'X en maintien à 300 km

De part un plan de vol audacieux, le satellite serait lancé depuis l'ISS et son but sera de descendre jusqu'aux alentours de 300kms. Afin d'accélérer cette phase de descente, il est envisagé d'utiliser le moteur pour perdre de

l'altitude rapidement. Il est ensuite possible, quand la traînée devient plus forte, de freiner le satellite sans le moteur mais avec une technique **d'aérobriking**, c'est-à-dire en orientant la plus grande surface (cf image ci-

contre) perpendiculairement à la trajectoire, de façon à maximiser la traînée atmosphérique. Une fois parvenus à l'altitude cible (300 km), nous appliquerons la stratégie de maintien à poste, choisie pour conserver une altitude au-delà d'une limite cible sur le temps souhaité. Ce maintien serait possible grâce au moteur embarqué. Nos ambitions vont en-deçà des 300 km. Par conséquent, à intervalles réguliers, nous amorcerons une phase de descente pour tenter de maintenir le satellite à poste encore plus bas. Le vol s'effectuera donc en longs paliers, espacés régulièrement (par exemple de 10 kms), avec une durée totale souhaitée de 6 mois. Si le succès est au rendez-vous, la mission sera rallongée pour voir combien de temps le satellite est



il capable de rester à très basse orbite.

Ce serait la **première fois** qu'un groupe d'étudiants envoie dans l'espace un satellite doté d'une **propulsion ionique** qui se maintiendrait à très basse orbite !

Zoom sur Thrust me



Start up Dynamique et prometteuse fondée en 2017!

Plus d'informations en Page 3



Inspirée de la hiérarchie utilisée pour les plus grands projets spatiaux, notre organisation tente de répondre aux principales exigences et problèmes posés que ce type de mission suscite. Nous avons une ingénierie système à temps plein qui assure une cohérence technologique entre les différents pôles.

# Une organization efficace

Il est toujours compliqué de savoir exactement comment organiser une équipe afin d'être le plus performant. Une bonne organisation permet de faire avancer le projet de manière sereine.

Le cadre dans lequel nous évoluons est le Projet Scientifique Collectif (PSC), chaque étudiant en deuxième année doit participer à un projet. Il s'agit de groupes de 5 élèves qui se réunissent tous les

## Une Structure horizontale qui utilise 10 pôles

mercredis après-midi. Ce groupe est encadré par un coordinateur - le plus souvent un professeur - et est aidé par un tuteur. Le projet IonSat est exceptionnel puisqu'il est autorisé à être constitué de 15 membres !

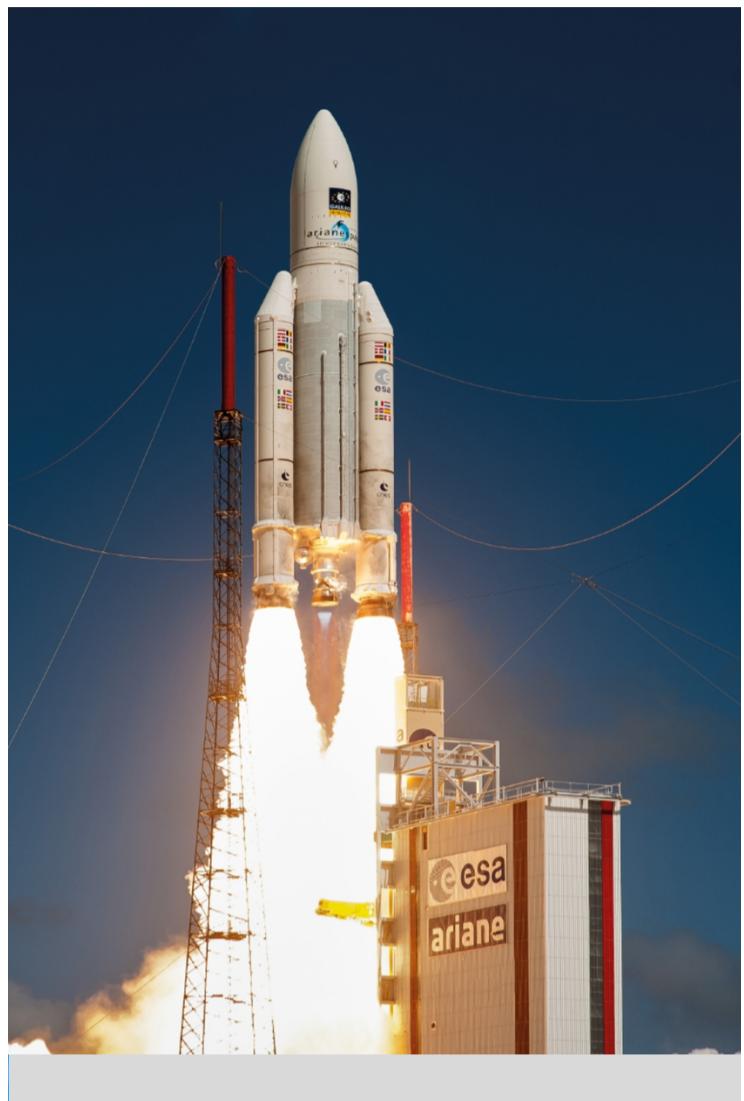
La promotion 2018 est la troisième promotion à travailler sur ce satellite et bénéficie de ce fait de nombreux retours faits par les années précédentes.

Les X17 ont adopté une structure compartimentée avec trois pôles distincts (ordinateur de bord, Trajectoire et structure) le tout coordonné par un chef de projets. Cela n'a pas donné une pleine satisfaction puisque la séparation était trop nette et les informations ne circulaient pas idéalement.

Cette année, nous avons décidé de casser cela en créant une structure horizontale qui utilise 8 pôles de deux ou trois personnes. Ces pôles sont des travaux à mi-temps ce qui signifie qu'une personne appartiendra à deux entités différentes facilitant ainsi le transfert d'informations.

L'ensemble est supervisé par un chef de projet à plein temps et par une ingénierie système dont le but est de connaître ce que fait chaque pôle pour garder une cohérence dans les décisions prises.

Le bilan de ce choix est très positif puisque nous avons une vision réelle de l'ensemble des avancées et nous savons réellement que nous progressons constamment.



# Interview de Florian Marmuse

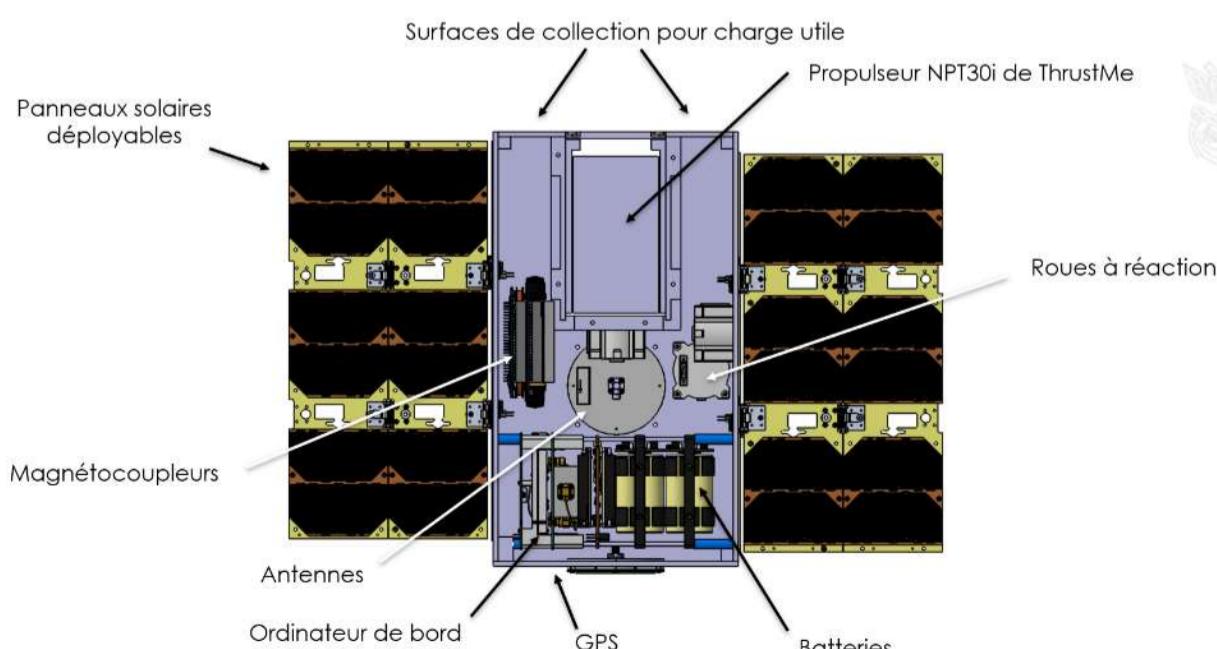
Ancien élève de l'école Polytechnique, Florian est actuellement en thèse au laboratoire de physique du plasma (LPP) appartenant à l'X.



Florian Marmuse

J'ai souhaité lancer un nouveau projet de nanosatellite à l'X quand j'y suis revenu pour ma thèse, pour les plus jeunes en profitent également! Travaillant sur la propulsion électrique pour les nanosats, l'idée d'IonSat, un nanosatellite propulsé en orbite très basse, 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 me permet d'encadrer ce projet une demi-journée par semaine. 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 télécom, 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.



## STRUCTURE DU SATELLITE EN LUI-MEME

Un choix d'une structure innovante avec un moteur révolutionnaire

Ce projet est né suite à un accord entre la Start up Thrust me (fondée par deux chercheurs du LPP) et Florian Marmuse X2012, membre aussi du LPP.

Nous allons donc intégrer ce moteur dans une structure 6U et l'envoyer en très basse orbite.

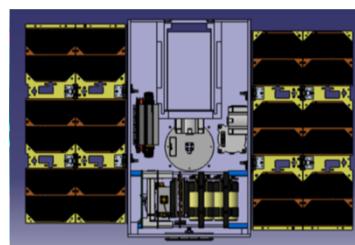
*Suite en P3*

Ce choix de 6U provient de la taille même du moteur, 3U n'auraient pas suffi pour héberger ce dernier. C'est un format qui n'est pas standard et qui est encore peu adopté par les CubeSats lancés mais cette proportion ne cesse de grandir. En particulier, le programme de l'Esa « Fly Your Satellite » ne prend pas encore ce format.

Nous avons fait le choix de maintenir GomSpace comme principal fournisseur des composants du satellite. Bien qu'étrange à première vue, il nous est apparu comme le meilleur compromis après étude. Nous étions réticent à prendre la quasi-totalité de nos composants chez mais il s'avère que ce sont les seuls qui peuvent répondre entièrement à notre cahier des charges. D'autres parts, cette configuration a déjà été utilisée pour d'autres projets.

Le moteur proposé par Thrust Me est un moteur ionique (l'iode étant stocké sous forme solide) mais requiert environ une puissance de 50W. Notre plus gros challenge sera de fournir la puissance nécessaire à son fonctionnement mais aussi d'être capable d'évacuer la quantité de chaleur produite. Ceci demande une réflexion approfondie concernant le choix des panneaux solaires.

Une modélisation de la plateforme sur Catia est en cours mais nous rencontrons pour l'instant certaines difficultés. Le choix de certains composants n'est pas encore arrêté, il est donc difficile d'avoir un agencement précis. Par exemple, la technologie a évolué pour les panneaux solaires : on peut produire la même puissance pour une surface plus petite.



*Intégration proposée*

le logiciel THERMICA d'airbus est en train d'être faite pour valider une dissipation efficace de l'énergie produite.

Concernant l'ordinateur de bord, le choix de la carte n'a pas été encore fait puisque cela dépend de parties gourmandes en énergie qui ne sont pas finalisées (logiciel de vol, propagateur d'orbite). Afin de stocker les données produites qui ne sont pas encore envoyées, un Ring-Buffer va aussi être mis en place (on évite la gestion d'une mémoire en continu). Des protocoles de communication sont élaborés pour assurer une bonne communication entre les différents composants.

**« Le centre spatial étudiant et ses deux ingénieurs sera là pour les aider. »**

*Florian Marmuse, X2012, doctorant au LPP et tuteur du projet*

Le choix est donc fait d'utiliser cet avantage en libérant la surface de panneaux se situant juste à l'aplomb du moteur pour faciliter le transfert thermique. Dans le même temps, une modélisation thermique avec

Une antenne en bande UHF sera utilisée. Ce choix est motivé par d'une part un besoin de transmettre une grande quantité de données. D'autre part, assurer un mode « survie » où le satellite peut recevoir des signaux omnidirectionnels.

 Ce moteur breveté à forte valeur ajoutée est toujours en phase de développement et nous oblige à avoir un accord de confidentialité.

## Zoom sur Thrust me

**Start up prometteuse fondée en 2017**



*Moteur inventé par Thrust Me*

Start up fondée par Dr Ane Aanesland and Dr Dmytro Rafalskyi qui veulent répondre à la demande du New Space. En 2014, c'est devenu clair pour eux que les constellations de satellites seraient l'avenir du spatial. Ces satellites auront besoin d'une propulsion adaptée pour se développer inexistant il y a 6 ans.

Le moteur qu'ils ont développé et qu'ils nous offrent utilisent de l'iode solide comme carburant. Occupant 1 U en volume, ce composant ionise la matière pour l'éjecter créant ainsi la propulsion attendue.

Une quantité importante de puissance étant requise, il faut être capable de la dissiper.

**Le projet avance à grands pas et notre ligne est établie pour les promotions futures.**

Des soutiens extérieurs sont néanmoins nécessaires afin de finaliser ce cubesat. En effet, la partie technologique interne étant claire, il nous faut maintenant commencer à voir plus loin avec comme objectif la phase D et le lancement.

Nous avons la chance de pouvoir bénéficier d'un appui technologique formidable à travers notre tuteur Florian Marmuse qui est garant de la fiabilité ainsi que de la cohérence technique du travail que nous fournissons.

A côté de cela, de nombreuses structures extérieures peuvent intervenir pour nous fournir un appui. Tout d'abord, un suivi constant est assuré par le CNES tout au long de l'année au travers de soutenances programmées régulièrement. Le groupe Thalès Alenia Space est aussi disposé à nous aider si jamais nous en formulons la demande.

Nous avons maintenant besoin de financement afin d'obtenir du matériel pour avoir un modèle à taille réelle, pouvoir tester la configuration choisie dans les laboratoires, assurer le lancement où le budget est... conséquent. Pour ce faire, une chaire spatial a été fondée à Polytechnique ce qui permet d'obtenir des financements public mais aussi venants de fonds privés. Pour obtenir plus de renseignements, envoyez un mail à [hadrien.paugnat@polytechnique.edu](mailto:hadrien.paugnat@polytechnique.edu) ou à [yohan.fis@polytechnique.edu](mailto:yohan.fis@polytechnique.edu).

**Ready for launch between 2021 & 2023**  
Depending on available resources

*Timeline du projet avec les différentes échéances qui sont fixées*