

Le 30 août 2024

DOCUMENT DE PROJET

Splat'IPS



Présenté par

L'équipe Splat'IPS d'AeroIPSA

Chef de projet :

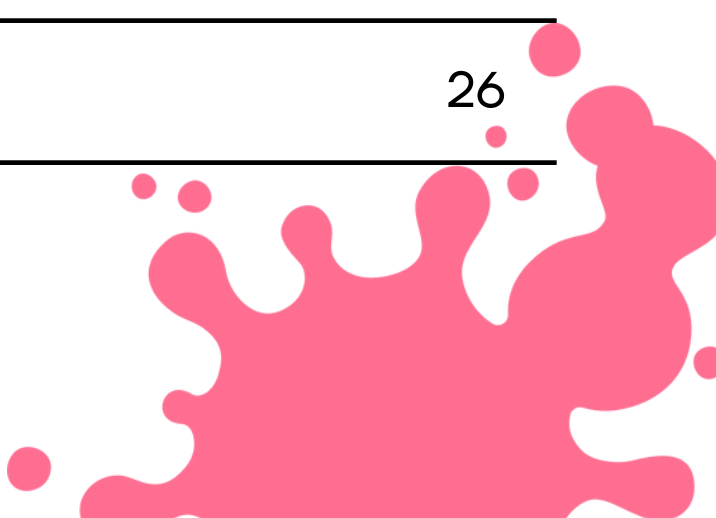
Anouk VITIS





TABLE DES MATIÈRES

Club	3
Projet	4
Equipe	6
Design général	7
Mission principale	10
Mission secondaires	17
Problèmes Rencontrés	20
C'Space	21
Remerciements	25
Annexes	26



LE CLUB



Depuis plus de 30 ans, Aerolpsa une association étudiante de l'école d'ingénieurs IPSA (Ivry-Sur-Seine) qui conçoit et réalise entièrement des projets scientifique en rapport avec le secteur aérospatial. Elle rassemble des étudiants autour de projets tels que des lanceurs ou des cansats (micro-satellites).

Cela leur permet d'appliquer les notions apprises durant leur cursus au profit d'un projet d'envergure et d'acquérir au passage les compétences nécessaires dans leur futur métier d'ingénieur.

L'association a également pour objectif de transmettre des valeurs de partage de connaissances. Que ce soit en mécanique ou en électronique, les nouveaux membres sont soutenus à chaque instant par leurs aînés.

PROJET

Le projet Splat'IPS est un projet de CanSat, un micro-satellite capable de réaliser de nombreuses expériences qu'il réalise tout au long de sa descente sous parachute. Ces micro-satellites peuvent être envoyés sur des exoplanètes à des fins de recherches. Ils peuvent nous envoyer de précieuses informations pour en connaître toutes les caractéristiques environnementales des astres sur lesquels ils atterrissent (pression atmosphérique, humidité, température, ...). Ces données sont primordiales lors de l'anticipation des équipements nécessaires pour des missions ultérieures plus complexes. Le principe du CanSat repose sur l'idée de concevoir, dans un volume réduit, une charge utile et autonome.



À l'occasion du Concours Cansat France 2024, organisé en partenariat par le CNES et Planètes Sciences et se déroulant lors de la campagne du C'Space, le projet Splat'IPS s'inscrit comme étant une opportunité pour beaucoup de ses membres d'approfondir leur connaissance de l'électronique et des enjeux de l'aéromodélisme. Ainsi, ce projet est pour nous un excellent moyen de mettre en pratique les notions théoriques étudiées au cours de notre formation en école d'ingénieur, d'apprendre de nouvelles choses, mais également de développer nos compétences à travailler et se dépasser en équipe. L'envie d'effectuer les missions demandées avec succès est une motivation à trouver des réponses créatives et pertinentes à des contraintes diverses, notamment celle de la miniaturisation d'un système.

PROJET

Le nom Splat'IPS est un mix de référence, il reflète l'objectif du projet, étant d'étaler le plus de peinture sur la cible donnée. Un petit calamar a été choisi comme mascotte du projet.

Lors du largage, le Cansat est conçu pour effectuer plusieurs missions :

1. Contrôler son parapente en utilisant des coordonnées GPS et un servo moteurs équipé d'une poulie
2. Larguer un engrais liquide coloré sur une cible
3. Deployer des pieds pour un atterissage verticale
4. Hisser un drapeau pour annoncer la fin de la mission

Dans l'ensemble, les questions scientifiques abordées par ce CanSat tournent autour de la compréhension de la viabilité des environnements exoplanétaires inconnus et de l'étude de leur potentiel pour la croissance de végétaux ou la préparation du terrain pour de futurs missions. Tout d'abord, le projet vise à assurer un atterrissage en toute sécurité dans une zone désignée, tout en larguant un engrais sur cette zone. Puis en hissant le drapeau afin d'avoir une aide visuel pour connaître la réussite de la missions.

Le logo fait référence à toutes ces missions, il comporte le logo de l'association au couleurs du projet ainsi qu'une référence à d'ancien projet de l'association.



L'ÉQUIPE

Le projet est composé d'une équipe de 7 membres répartis de la façon suivante :

Chef de projet:

Anouk Vitis

Responsable électronique:

Alicia Heddadj

Membres:

Lyaunnah Othily
Nathan Deliot
Lucas Jeannot
Vincent Fauquembergue
Anthony Aprelon

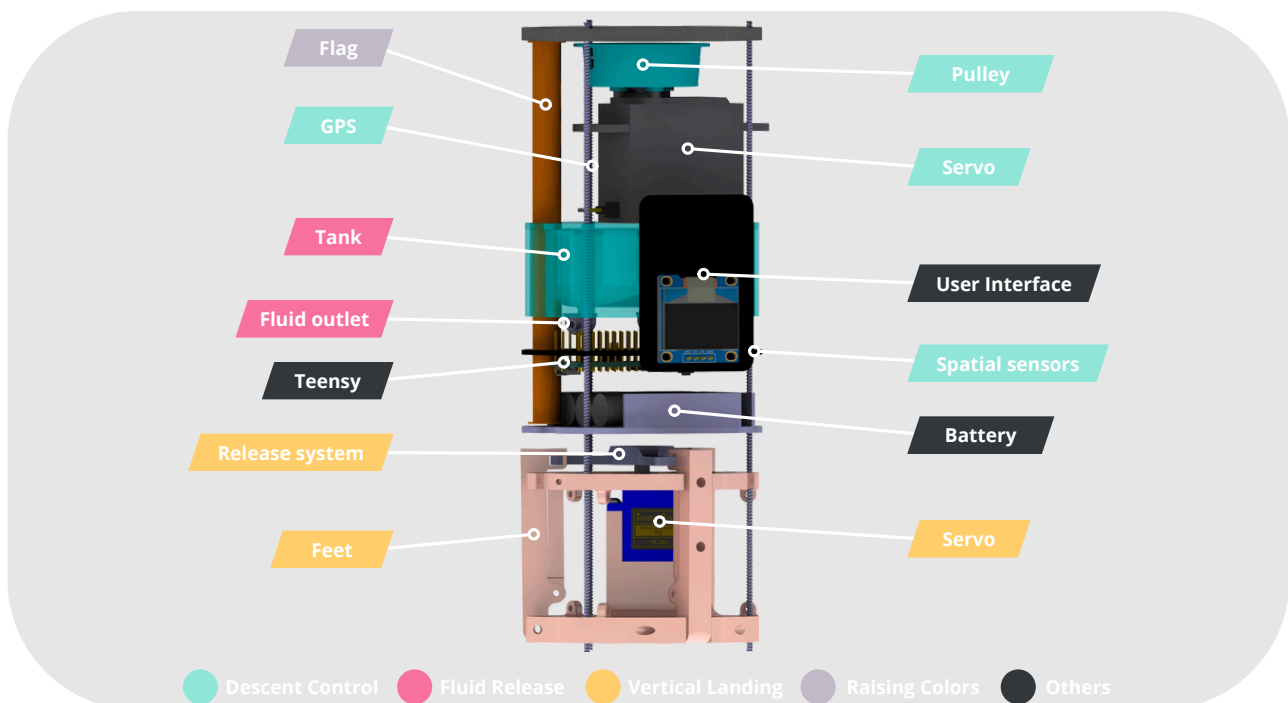
Répartition

Mécanique	Electronique
Anouk Vitis	Alicia Heddadj
Anthony Aprelon	Lyaunnah Othily
Lucas Jeannot	Nathan Deliot
	Vincent Fauquembergue

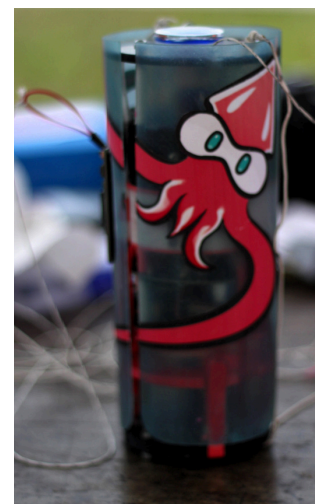
DESIGN GÉNÉRAL

Structure du cansat

Pour la forme globale du cansat, nous voulions un cylindre, couvrant une plus grande surface du volume autorisé. Nous avons créé une enveloppe protectrice pour protéger la structure interne du système. Nous avons implanté notre circuit imprimé sur trois tiges filetées et nous avons séparé les étages à l'aide de plot. Ce système nous permet de pouvoir empiler les différentes parties rapidement tout en ayant une vision globale de leur état permettant toute modification éventuelle. Les dimensions suivent les spécifications du concours, avec un diamètre de 80 mm et une hauteur de 200 mm. Le poids est d'environ 480g. Voici le plan complet de notre cansat et de ses modules :



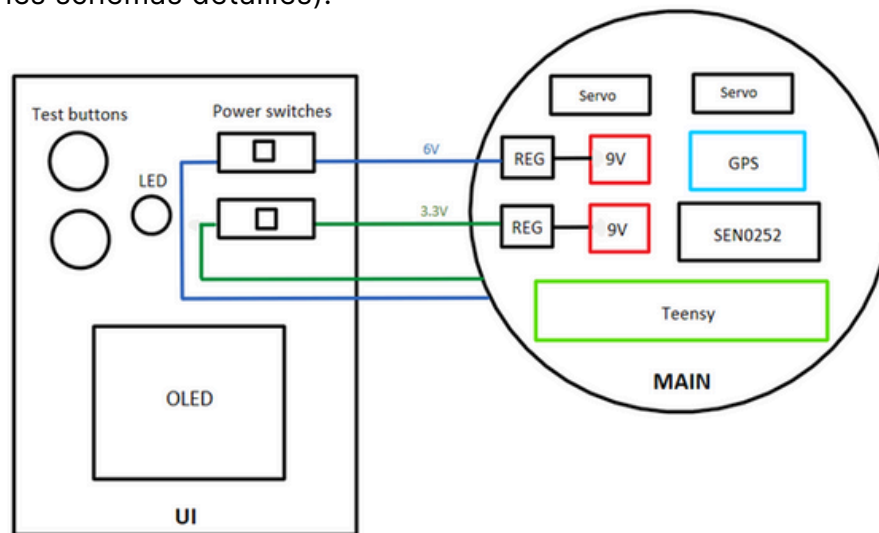
Nous avons choisi de fabriquer une enveloppe en fibre de verre composite qui servira également de pied d'atterrissage, pour la légèreté et la solidité de ce matériau. Ce projet a également été l'occasion d'apprendre à nos nouveaux membres à fabriquer des matériaux composites et d'essayer une nouvelle méthode pour rendre le composite le plus transparent possible.



DESIGN GÉNÉRAL

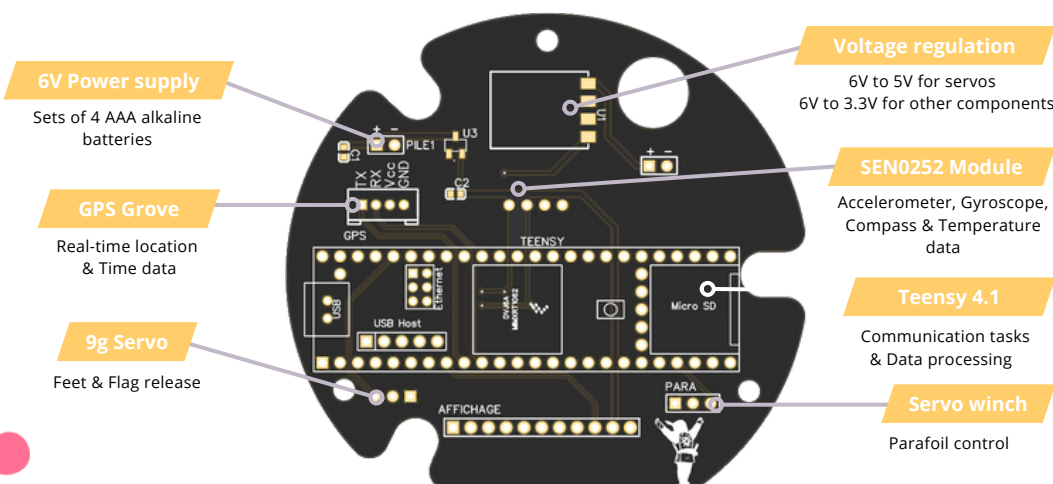
Structure interne

La conception électronique du projet a été optimisée pour réduire au maximum la taille et le poids, tout en conservant les fonctionnalités essentielles. Pour ce faire, la structure a été divisée en deux PCB, chacune remplissant un rôle spécifique. Ces cartes ont été conçues à l'aide du logiciel EasyEDA et fabriquées par JLCPCB (cf. Annexes pour les schémas détaillés).



D'abord, la carte principale intègre une Teensy 4.1 permettant d'assurer la gestion des capteurs et des actionneurs. Le choix de ce microcontrôleur a été fait pour sa capacité à traiter rapidement les données tout en occupant un espace minimal. La carte héberge aussi l'ensemble des capteurs nécessaires pour la mission, incluant donc le module GPS pour le positionnement, ainsi que les capteurs inertiels pour la détermination de l'orientation spatiale.

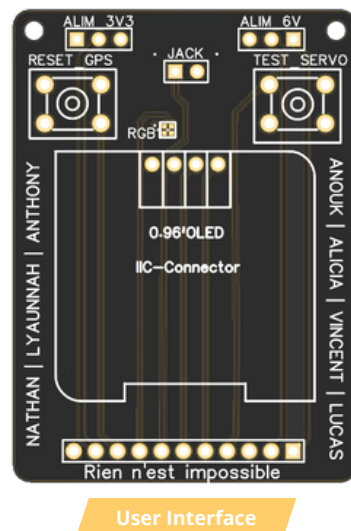
On retrouve également sur cette même carte le système d'alimentation, qui repose sur deux piles lithium de 9V converties en tensions de 6V et 3,3V grâce à des régulateurs. Ce choix permet de fournir une alimentation stable et adaptée aux différents composants électroniques.



DESIGN GÉNÉRAL

La seconde carte est dédiée à l'interface utilisateur. Elle comporte des interrupteurs pour le contrôle des tests et de l'alimentation, ainsi qu'un écran OLED, actif uniquement hors des phases de largage, qui affiche les données des capteurs, permettant de vérifier le bon fonctionnement du GPS et des servos avant le vol. Une LED de statut est également présente pour indiquer les différents états du système (test, prêt au vol, largage).

Cette carte nous permet ainsi de simplifier la phase de tests pré-vol en offrant une interface claire et intuitive pour tous les utilisateurs, offrant une vérification rapide de l'état de l'ensemble des systèmes avant le lancement.



MISSION PRINCIPALE

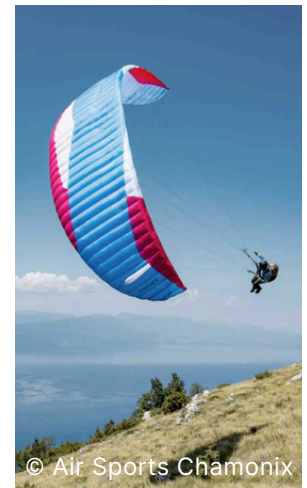
Contrôle de trajectoire

La mission principale du projet est de pouvoir contrôler la trajectoire du cansat tout au long de sa descente afin de déposer une marque le plus proche possible d'une cible située à une position GPS définie avant le largage.

Etant donné que la position d'atterrissage ciblée peut varier en fonction des conditions météorologiques, nous pourrions rapidement transférer les nouvelles coordonnées GPS via une fente laissant accès au port USB de notre système électronique.

Parachute

Pour contrôler la trajectoire de descente du CanSat, nous avons opté pour l'utilisation d'un parapente. Cette décision découle d'une de nos études antérieures où nous avons constaté que les parachutes triangulaires, bien que plus stables, nécessitent un dimensionnement par des tests approfondis et une fabrication sur mesure, ce qui serait chronophage et peu pratique pour notre projet. En utilisant un parapente, nous pourrions donc bénéficier de sa stabilité tout en ayant la possibilité de le guider grâce à un système de poulie. Une voile de kitesurf pourrait également être une option à étudié car, bien que moins stable, elle permet un changement plus rapide de direction, notamment lors de forts vents.



S'inspirant du mécanisme de contrôle utilisé par les parachutistes pour ajuster leur trajectoire, le parapente sera équipé d'une poulie reliée à un servo-treuil pour voilier. Ce type de servo-moteur permettra de réguler la longueur d'une des suspentes, nous permettant ainsi d'orienter précisément le CanSat vers la cible GPS désirée pendant la descente.

Dimensionnement

Afin de trouver les dimensions de la toile de parapente nécessaire, nous avons commencé par calculer la surface optimale du parachute en fonction de la vitesse de descente désirée grâce à la formule suivante :

$$S = \frac{2 \cdot M \cdot g}{\rho \cdot C_x \cdot V_d^2}$$

$$M = 1 \text{ kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$$

$$C_x = 1 \text{ (surface rectangulaire en vol)}$$

$$V_d = 6 \text{ m/s}$$

La surface obtenue est de 0.4 m^2 . L'envergure du parachute a alors été déduite par proportionnalité en nous basant sur un modèle de parapente existant ; sa valeur pourra donc être amenée à changer selon la maniabilité réelle de l'appareil, mais les mesures minimum établies sont de : $S = 0.4 \text{ m}^2$ (surface) et $L = 0.63 \text{ m}$ (envergure).

MISSION PRINCIPALE

Contrôle de trajectoire

Choix du parapente

Nous avons alors effectué plusieurs recherches de parapente.

Trouver un parapente aux bonnes dimensions dans notre budget a été un réel challenge. Nous nous sommes alors tourné vers deux solution différente un voile de kite à laquelle il manquait plusieurs suspentes et un parapente RC un peu trop grand. Nous avons commandé les 2 parapentes et effectué des tests.



Nous avons décidé de garder la voile de kite que nous avons essayé de transformer au mieux en parapente, car le parapente Rc avait une surface beaucoup trop grande, nous aurions une vitesse de décente trop basse et il y aurait eu un risque de sorti de la zone de lancement avec le vent.

Voici les modifications effectuées :



Suspentes déjà présentes

Suspentes ajoutées

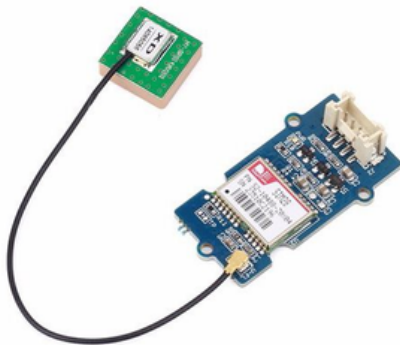
Lors du C'Space les militaires sont intervenus pour nous montrer comment ils réalisent leur pliage de parachute. Lors de cette intervention, ils nous on conseiller d'ouvrir la voile de kite sur l'arrière afin qu'elle est une prise de vent plus importante et qu'elle gonfle comme un parapente nous avons donc tester. La voile c'est bien gonfler, mais la stabilité n'a pas été amélioré de façon significative, ce résultat est cela dit sûrement dû au fait que les trous n'étaient pas très symétrique.

MISSION PRINCIPALE

Contrôle de trajectoire

Repérage dans l'espace

Concernant les composants de notre système électronique, nous avons décidé d'utiliser un module GPS dont nous pourrions afficher les coordonnées sur un écran OLED (128x64 pixels) à tout instant. Peu coûteux en énergie, ce type d'écran nous permettrait d'afficher clairement l'état des capteurs, mais également les coordonnées ciblées avant le vol afin d'éviter les erreurs d'objectif, puis d'afficher la position finale et sa distance à la cible. Lors du vol nous éteignons cette affichage.



Notre choix de module GPS s'est porté sur le module GPS Grove pour assurer le positionnement précis du CanSat. Par soucis budgétaire, nous choisissons de réutiliser le module GPS d'un ancien projet. Cela nous fera également gagner un peu de temps. Ce module offre une bonne précision de position et une fréquence de mise à jour des coordonnées rapide. De plus, sa consommation d'énergie est moindre, ce qui est important pour l'autonomie de notre cansat.

En ce qui concerne la détermination de l'orientation spatiale du CanSat, nous avons opté pour le module 10 DoF Gravity SEN0252, comprenant les capteurs BMX160 et BMP388. Ce choix s'explique par sa capacité à fournir une sortie d'orientation complète : grâce à ses capteurs incluant un accéléromètre, un gyroscope, une boussole et un capteur de pression barométrique (BMP388), ce module offre une solution complète pour mesurer avec précision l'orientation spatiale et l'altitude relative du CanSat.



MISSION PRINCIPALE

Contrôle de trajectoire

Traitements des données

L'algorithme de contrôle d'orientation du CanSat a été conçu pour fonctionner en temps réel avec une fréquence de calcul de 1 Hz, les ajustements de la trajectoire sont ainsi effectués toutes les secondes. Ce choix de fréquence a été fait afin d'équilibrer la réactivité du système et son économie d'énergie, en assurant des corrections suffisamment fréquentes pour maintenir une trajectoire précise sans surcharger le microcontrôleur.

1. Déclenchement & Enregistrement des Données

Le processus de gestion des données est lancé dès que le largage du CanSat est détecté par le débranchement d'une jack. Lorsque cette déconnexion est repérée sur une des entrées numériques de la carte, un signal indique que le CanSat est désormais en vol, marquant le début des opérations d'enregistrement et de contrôle actif.

Une fois le largage détecté, les conditions d'ouverture des pieds ont été fixées à 20 m du sol, mais un délai de 15 secondes a également été mis en place pour assurer le bon fonctionnement de la mission. De la même manière, le déploiement du drapeau a été fixé 10 secondes plus tard.

Immédiatement après le largage, le CanSat commence aussi à enregistrer les données sur la carte SD. Deux types de données sont alors stockées : les données des capteurs ainsi que les données GPS. Chaque seconde, des mesures essentielles pour l'analyse post-vol telles que la température, la pression, l'altitude, les accélérations, puis les données de position (latitude, longitude et vitesse) sont enregistrées dans des fichiers .txt dédiés. Les fichiers de données sont automatiquement nommés en fonction du nombre de fichiers existants sur la carte SD, évitant ainsi tout risque de surcharge ou de perte de données par écrasement.

2. Contrôle continu de la trajectoire

Afin de guider le CanSat vers sa cible de manière précise tout au long du vol, nous avons essayé de développer un algorithme de calcul de trajectoire et de correction de cap intégrant plusieurs techniques de traitement des données en temps réel, dont un filtre de Kalman pour la fusion des mesures et une compensation active des effets du vent. Cet algorithme a donc été conçu pour fonctionner de manière autonome durant la descente en ajustant continuellement la trajectoire du CanSat.

MISSION PRINCIPALE

Contrôle de trajectoire

Le filtre de Kalman joue un rôle essentiel dans l'algorithme car il permet de combiner les données brutes du GPS et du gyroscope afin d'obtenir une estimation précise de l'état du CanSat. Cet état est représenté par un vecteur :

$$\mathbf{x} = [\text{latitude}, \text{longitude}, \text{vitesse}, \text{cap}]^T$$

Le filtre fonctionne alors selon deux phases : la prédiction et la mise à jour.

- **Prédiction** : À chaque intervalle de contrôle, l'état futur du CanSat est prédit en utilisant les mesures précédentes. Cette étape utilise la matrice de transition d'état F pour calculer la position et le cap attendus du CanSat, ainsi que la matrice de covariance P représentant l'incertitude associée à cette prédiction.

$$\mathbf{x} = F\mathbf{x} ; \quad P = FPF^T + Q$$

- **Mise à jour** : Une fois les nouvelles mesures disponibles, elles sont utilisées pour ajuster l'estimation prédite. Le filtre de Kalman calcule un gain de Kalman K qui détermine dans quelle mesure les nouvelles mesures doivent corriger l'état prédit. On utilise des équations permettant d'ajuster l'estimation de la position et du cap du CanSat en fonction des données réelles mesurées, tout en minimisant l'effet du bruit sur ces mesures.

$$K = PH^T(HPH^T + R)^{-1} ; \quad \mathbf{x} = \mathbf{x} + K(\mathbf{z} - H\mathbf{x}) ; \quad P = (I - KH)P$$

En plus du filtre de Kalman, l'algorithme prend en compte les effets du vent sur la trajectoire du CanSat. Le modèle de compensation choisi utilise les données de vitesse au sol et de cap pour estimer la vitesse et la direction du vent. Bien que le modèle soit une grosse approximation en raison des imprécisions dans la direction du vent, il nous a semblé intéressant de comparer l'efficacité de notre trajectoire en essayant de la corriger grâce à une prise en compte de la direction du vent.

L'un des derniers objectifs de notre algorithme est de maintenir une descente contrôlée en spirale, en utilisant un rayon de spirale fixe. Pour ce faire, nous ajustons le cap du CanSat en fonction de l'angle de correction du vent. L'idée étant ainsi que le cap corrigé est calculé de manière à compenser les déviations causées par le vent, tout en maintenant la descente en spirale.

MISSION PRINCIPALE

Contrôle de trajectoire

$$\text{Cap}_{\text{corrigé}} = \text{Cap}_{\text{cible}} + \text{Angle}_{\text{correction du vent}}$$

Finalement, le CanSat utilise ce cap corrigé pour ajuster la position du servomoteur contrôlant les suspentes du parapente, permettant ainsi une descente stable et contrôlée.

Recupération

Pour sécuriser le parachute et garantir un atterrissage en toute sécurité, nous avons utilisé une plaque de carbone pour fabriquer la bague de reprise d'effort. Les deux ligne fixe sont attachées à un trou, tandis que les lignes mobiles sont connectées directement à la poulie du servo moteur. Pour les deux suspentes mobiles, nous avons décidé d'ajouter des petits morceaux de tube en laiton pour réduire le risque de rupture avec les frottements.

Largage d'un marqueur sur la cible

Notre méthode de largage du marqueur sur la cible repose sur le système d'atterrissage vertical intégré au CanSat. Lors de l'approche de l'atterrissage, les 3 pieds qui assurent la verticalité du CanSat s'ouvrent, permettant en même temps le largage du marqueur liquide : des tubes flexibles reliés à un réservoir situé à l'intérieur du CanSat sont agencés de manière à passer le long des pieds et à libérer le liquide lors de leur déploiement sans nécessité d'actionneur. À l'activation du mécanisme de largage, le liquide contenu dans le réservoir est libéré à travers ces tubes, par différence de pression; marquant ainsi la cible de manière claire et visible. Le réservoir est légèrement incurvé afin de vider au maximum son contenu malgré les mouvements lors du vol. Une fente pour jauger le niveau du réservoir a été ajoutée. Afin de guider la sortie du fluide et au vu de la place restante entre le réservoir et le bloc électronique des embouts de sorties ont été ajoutés. Ils permettent d'éviter le décollement des tubes flexible du a la courbure et viennent se clipser dans les tubes flexibles. Un trou assurant l'entrée d'air et facilitant le remplissage a été ajouté. Le remplissage peut également s'effectuer par les tubes flexibles si le cansat est monté entièrement. Il faut toute évacuer toute les bulles d'air qui pourrait empêcher l'écoulement du fluide.

MISSION PRINCIPALE

Largage d'un marqueur sur la cible



Marqueur

Notre choix de liquide pour le marqueur s'est porté sur un mélange d'eau, d'engrais liquide biodégradable à base de vinasse de betterave et du colorant alimentaire rouge fait à partir de carmin. Cette solution présente plusieurs avantages : elle est respectueuse de l'environnement, facilement visible une fois larguée sur la cible grâce à sa coloration, et peut contribuer à fertiliser le sol là où le marqueur est largué.



MISSION SECONDAIRE

1. Atterrissage vertical

L'atterrissage vertical est une des missions secondaires les plus importantes. Elle est décrite dans le règlement comme suit :

« Au sol, le CanSat doit être orienté de façon verticale, c'est-à-dire avec l'axe du CanSat orienté vers le ciel. La mission est validée si le CanSat est debout au moment de sa récupération. »

Exigences	Le CanSat est debout avec une inclinaison entre 70° et 90°	Le CanSat a une inclinaison entre 45° et 70°	Le CanSat a une inclinaison supérieure à 70°
Points obtenus	20 pts	10 pts	0 pts

Cette mission secondaire se révèle très importante dans la répartition des points

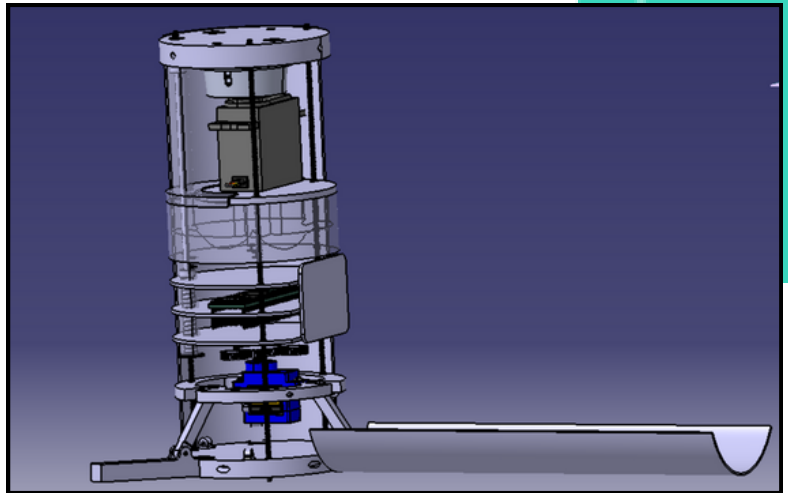
Conception de la Mission d'Atterrissage

La première mission secondaire de notre CanSat repose sur un ingénieux mécanisme d'atterrissage vertical, mettant en avant la coque elle-même. Notre conception utilise un servo-moteur 9g pour déployer la coque du CanSat en trois sections distinctes, fonctionnant simultanément comme des pieds lors de l'atterrissage. Dans cette configuration, le réservoir de fluide a été stratégiquement positionné en hauteur pour déplacer le centre de masse du CanSat vers le bas après l'écoulement du fluide. Cette disposition réfléchie garantit une stabilisation maximale lors de l'atterrissage, favorisant une descente aussi verticale que possible.

La conception est une des phases les plus importantes dans le développement d'un système, car elle pose les bases de l'ensemble du projet. Tout d'abord, nous avons réfléchi à l'idée générale du déploiement des pieds. Dès le début, notre objectif était de concevoir un mécanisme fiable qui pourrait assurer la stabilité du CanSat à l'atterrissage.

Il a donc été décidé de créer trois pieds qui, en position fermée, forment la coque du CanSat et, en position ouverte, se déploient de manière à couvrir une plus grande surface au sol, afin d'assurer une stabilité maximale. Cette idée initiale a guidé notre travail tout au long du projet et est restée inchangée jusqu'à la fin.

De plus, le choc à l'atterrissage nous a orientés vers la réalisation des pieds en composite, plutôt qu'en PLA imprimé comme la majorité des pièces de notre CanSat. La fibre de verre offre une légèreté et une résistance supérieures à de nombreux autres matériaux. De plus, la fabrication des pieds en fibre de verre a été entièrement réalisée par notre équipe, ce qui nous permet de contrôler tous les paramètres sans augmenter considérablement notre budget.



La conception du système de déploiement des pieds a, quant à elle, pris plus de temps. Les contraintes d'espace et l'automatisation de l'ouverture ont ajouté une difficulté supplémentaire au développement du système. C'est pourquoi plusieurs prototypes ont été réalisés, ce qui nous a permis d'arriver à une version finale. Le choix des matériaux pour le mécanisme s'est porté sur le PLA, car l'impression 3D nous offre la possibilité de réaliser des pièces complexes et, en cas de casse, il est facile d'obtenir des pièces de rechange.

Procédure d'Atterrissage

La procédure d'atterrissage est, quant à elle, très simple. Un servomoteur bloque les trois pieds en position fermée tant que le CanSat n'est pas au-dessus de la cible. Si ce n'est pas le cas, les pieds sont libérés quelques secondes avant de toucher le sol. Lorsque le servomoteur s'active, les pieds s'ouvrent simultanément, et les ressorts forcent les pieds à descendre et à rester ouverts.

Au moment de l'impact au sol, les ressorts jouent le rôle d'amortisseurs, ce qui évite la casse des pièces les plus fragiles et empêche le CanSat de rebondir, lui permettant ainsi de rester le plus vertical possible.

Afin de vérifier l'inclinaison du cansat un niveau à bulle a été ajouté sur le haut.



2. Hisser les couleurs



La deuxième mission secondaire de notre Cansat est de hisser un drapeau après l'atterrissage. Ce processus ajoute une dimension visuelle et symbolique à notre mission. Le système que nous avons conçu repose sur un effet de poulie et du fil de pêche. Le système initialement prévu consistait à comprimer un ressort de 7 cm par un mât logé dans un tube et de le libérer. Le système était un peu lourd, il était difficile de trouver un ressort à la bonne taille dans notre inventaire. Au vu du poids très léger du drapeau et de son mat, nous avons opté pour un petit crochet situé en haut du tube avec un fil qui lorsque qu'il est tiré vers le bas fait remonté le drapeau. Le fil peut donc être entraîné par le servomoteur du bas et sa poulie. Cette mission secondaire ajoute une touche esthétique et symbolique à notre projet Cansat, célébrant ainsi le succès de sa mission et de notre travail.

PROBLÈMES RENCONTRÉS

Assurer l'étanchéité du réservoir

Le réservoir est placé au dessus du bloc électronique, il faut donc s'assurer de son étanchéité parfaite. Il a été imprimé en PLA un matériau poreux, une fine couche de résine a donc été appliqué afin d'assurer son étanchéité. Cependant, à cause de sa forme, le réservoir a dû être imprimé en plusieurs parties. Nous avons donc collé le couvercle et les embouts de sortie à la résine. Malheureusement, de nombreuses fuites pouvaient être aperçues à la jonction du réservoir et des embouts de sorties. Ces pièces étant très fragiles au cours de manipulation nous avons également cassé deux d'entre eux. Nous avons donc décidé de les décoller et de recoller proprement à la colle cyanoacrylate deux nouveaux embouts. La colle est plus liquide et vient plus facilement combler les trous, elle sèche également plus vite ce qui a évité tout décalage. Il faut cependant faire très attention à ne pas boucher la sortie du réservoir lors du collage. Une fois sec, afin d'éviter toutes fuites nous avons appliqué du savon et de l'eau à la jonction et nous avons soufflé dans les tubes. Si des bulles se forment, il faut donc reboucher la ou les fuites avec de la colle. L'ajout de colle a légèrement réduit les trous du réservoir permettant le passage des tiges filetées ce qui a rendu difficile l'intégration du réservoir dans le cansat.

Afin d'éviter ce problème et d'imprimer en une seule pièce, il existe des méthodes qui consistent à replacer une plaque pré-imprimer sur une impression en cours afin d'éviter le problème de support et d'imprimer cette pièce complexe en une seule fois. Nous aimerions tenter cette méthode pour de futurs projets .

Placer les tubes flexibles

Les tubes flexibles nous ont également donné du fil à retordre, certaines fentes prévues pour les accueillir n'était pas assez grande et ces derniers restaient coincés lors du déploiement des pieds. Il a donc fallu agrandir légèrement certains trous et tordre les tubes afin que le tout soit bien fermé.

C'SPACE

Drop(s) et resultats

Au cours de la campagne de lancement du C'Space, nous avons pu réaliser un total de six vols hors concours, dont trois tests la veille du largage officiel et trois autres après celui-ci. Les premiers tests ont été effectués en larguant uniquement la partie supérieure du CanSat en raison de problèmes mécaniques. La carte d'interface utilisateur a été solidement fixée à l'aide de scotch au reste du système de poulie pour assurer son intégrité durant les tests.

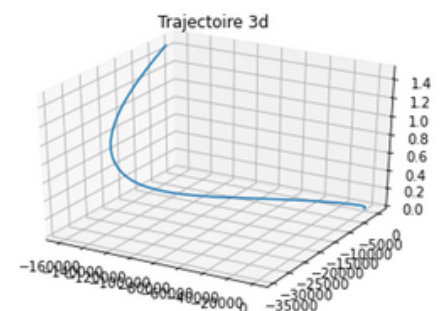
GNSS et trajectoire

Malgré ces contraintes, les résultats des vols tests se sont avérés plutôt prometteurs. Le CanSat a semblé suivre une trajectoire en spirale en direction de la cible, montrant des signes d'ajustement de sa trajectoire même lorsque celle-ci se trouvait dans une direction opposée au vent. Cependant, nous n'avons pas réussi à atteindre la cible de manière précise pour plusieurs raisons. D'une part, la force du vent a perturbé la trajectoire prévue. D'autre part, l'imprécision d'une dizaine de mètres du GPS que nous avons utilisé (un modèle trouvé au sein de l'association en raison de contraintes budgétaires) a également joué un rôle dans cette déviation.

Malgré ces défis, toutes les données, incluant les informations de vol et les coordonnées GPS, ont été correctement enregistrées. Ces enregistrements nous ont permis d'analyser les trajectoires empruntées et de confirmer le suivi du schéma en spirale attendu.



Trajectoires obtenues par coordonnées GPS (@gpsvisualizer.com)



Allure de la trajectoire après analyse python

C'SPACE

Largage officiel

En raison d'un échec de la première tentative de largage lors du vol officiel, l'une des suspentes du parachute s'est détachée sous l'effet des mouvements de la poulie. Ce problème mécanique a été causé par une erreur de pliage du parapente. Pour le plier, nous nous sommes référés à des ressources en ligne, et, bien que la méthode utilisée ait semblé efficace pendant les tests, elle s'est avérée problématique lors du vol officiel. Le parachute prenait beaucoup de place dans le largueur et nous avons malencontreusement mal posées les suspentes. Par conséquent, le CanSat s'est retrouvé pendu dans les airs sans réussir à extirper le parapente bloqué par ses suspentes.



Lors de la seconde tentative de largage, ce problème a fortement impacté le contrôle du CanSat : en l'absence d'une des suspentes, la trajectoire du CanSat est devenue instable, rendant tout contrôle impossible.

De plus, l'analyse des données enregistrées a révélé un autre problème majeur : des faux contacts constants au niveau de la liaison entre l'interface utilisateur et la PCB principale ont entraîné des redémarrages répétitifs du système électronique. En conséquence, le temps d'initialisation de quelques secondes du système a empêché l'acquisition de données exploitables, en particulier les coordonnées GPS, limitant ainsi la possibilité d'une analyse post-vol complète.

Malgré cet échec, les résultats des vols tests précédents ont pu montrer que notre système a du potentiel dans la réalisation de cette mission. En améliorant la compatibilité entre les aspects mécaniques et électroniques, il nous serait possible de développer un CanSat plus robuste et capable de réussir à avoir un contrôle de descente autonome plus précis.

C'SPACE

Largage officiel

On peut toutefois noter le bon déploiement des pieds ainsi que des tubes flexible qui largue le fluide. À l'atterrissage, le réservoir était vide seul un des tubes avait encore du fluide à l'intérieur. Ceci peut s'expliquer par la courbure du tuyau , lors de son insertion celui-ci a été pincé et a gardé légèrement cette inclinaison ce qui a limiter son déploiement ainsi que la quantité de fluide qui s'en est échappé.

En ce qui concerne le drapeau, celui-ci a été gêné dans son déploiement par les suspentes du parapente, il a été retrouvé à moitié sorti ce qui a empêché son déploiement.

Le sol de la base étant très accidenté, l'atterrissage vertical était d'avance assez compliqué, nous avons conscience que du fait de sa miniaturisation notre système n'avais pas autant de force que nous aurions voulue. La grande surface des pieds a tout de même permis au cansat de ne pas se retourner et d'être amortie.



C'SPACE

Concours

Le Concours Cansat France 2024 a été une expérience enrichissante pour notre équipe. Malgré les défis rencontrés, cette compétition nous a permis de développer des compétences essentielles et d'acquérir une expérience précieuse dans le domaine de l'aérospatiale.



Ce concours permet de se concentrer sur tous les aspects d'un projet comme un vrai sujet d'entreprise. Il faut à la fois allier connaissance technique et communication notamment au travers du rendu du poster scientifique ainsi que lors de la présentation orale. Il met en avant l'importance d'une bonne communication ; alliant un jury d'expert technique et amateur, il faut donc adapter son discours afin de faire comprendre ses idées à un maximum de personnes tout en montrant le défi technique que la miniaturisation ou les missions mettent en avant. Tout au long de l'année, les membres doivent également faire attention à leur budget et dans notre cas faire des demandes de sponsor. Il encourage la collaboration et renforce la capacité à travailler ensemble dans des conditions parfois stressantes, avec une limite de temps bien défini. Cette expérience complète et challengeuse est très formatrice.

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude à notre club, Aerolpsa, et à tous ses membres pour leur soutien tout au long de l'année, ainsi que pour la mise à disposition de tout le matériel nécessaire à la réalisation de notre CanSat. Leur accompagnement a été essentiel pour mener tout cela à bien.

Nous souhaitons également remercier chaleureusement le jury du concours pour le temps qu'ils nous ont consacré, pour les échanges enrichissants que nous avons pu avoir avec eux, ainsi que pour la deuxième place qu'ils nous ont décernée. Tous leurs commentaires ont été très appréciés et nous ont encouragés à poursuivre notre développement.

Un remerciement particulier s'adresse au sponsor du concours, Agap2, qui nous a décerné le prix "Coup de Cœur" et qui a pris le temps de converser avec nous durant la campagne de lancement. Leur reconnaissance et leur intérêt pour notre projet ont été une grande source de motivation.

Nous tenons aussi à exprimer notre reconnaissance aux militaires du 1er Régiment de Hussards Parachutistes (1er RHP), qui ont pris le temps de nous conseiller sur le pliage de nos parachutes. Leur aide et leur bienveillance tout au long de la campagne ont été très précieuses.

Plus important encore, nous aimerions remercier sincèrement tous les membres de Planète Sciences pour leur travail fourni dans l'organisation de cette compétition et pour l'aide précieuse qu'ils nous ont apportée tout au long de ce projet. Leur encadrement et leurs conseils ont été déterminants pour nous aider à relever les nombreux défis rencontrés et à atteindre nos objectifs.



SPLAT'IPS

Fluid Release

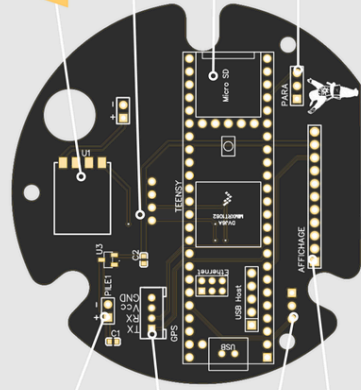
Our secondary mission is to implement a vertical landing mechanism.

Raising Colors

The system uses a pulley linked to a mast housed in a tube. The mast itself is held in place by the same servo motor in charge of deploying the feet : once re-activated, the pulley releases the mast, displaying our flag.

The specificity of this project was to develop an autonomous system able to land on a predetermined position while releasing a fluid, serving as a marker for more eventual landings, or as a fertilizer to prepare the soil for cultivation.

The CanSat's electronic structure was minimized by integrating most major functionalities onto a single PCB, ensuring efficiency and simplicity in our mechanical design.



Anouk Vitis
Alicia Heddadaj
Lyaunnah Othily
Nathan Deliot
Lucas Jeannot
Anthony Aprelon
Vincent Fauquembergue



ANNEXES

Schémas détaillés des circuits imprimés

