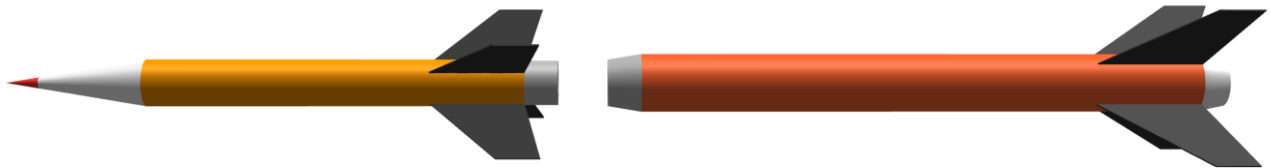


# Demande de budget – Projet PMI

## ET2-Perspective d'expérience d'un système de séparation d'étages de fusée par aérofreinage



### Contexte

Le projet SP-02 s'inscrit dans la continuité des activités de l'association AéroIPSA, qui a pour vocation de concevoir et réaliser des fusées expérimentales dans le cadre du programme Fusex de Planète Sciences. Ce projet a pour ambition la conception complète d'un lanceur bi-étage expérimental, intégrant un système de séparation à froid couplé à des aérofrees déployables. L'objectif final est la réalisation et le lancement du véhicule lors de la campagne C'Space 2026.

Dans ce cadre associatif plus large, le Projet Master Ingénieur (PMI) constitue le volet académique de SP-02. Il est officiellement reconnu par l'IPSA sous le titre :

*« Perspective d'expérience d'un système de séparation d'étages de fusée par aérofreinage. »*

Encadré par M. W. Abassi, ce projet réunit Maxens Le Cam, Alexis Paillard, Guillaume Peix et Lucas Pichon. Les livrables attendus portent sur l'étude, la conception et la réalisation des systèmes électroniques de mesure, d'aérofreinage et de séparation.

Bien que la fusée complète doive être finalisée pour juin 2026 dans le cadre du projet associatif SP-02, les travaux relevant du PMI suivent un calendrier propre, avec des livrables attendus pour fin janvier 2026, conformément au cadre d'évaluation académique. Cette contrainte impose de concentrer les efforts sur les sous-systèmes critiques du dispositif (séparation, aérofreinage et instrumentation) afin d'obtenir un niveau de maturité suffisant pour la soutenance du projet.

Dans ce contexte, la présente demande de financement vise à distinguer les dépenses liées aux objectifs pédagogiques du PMI de celles relevant du budget global de l'association AéroIPSA. Cette séparation permet de soulager le budget commun, déjà mobilisé sur la fabrication complète du lanceur et ses essais, tout en garantissant la bonne réalisation des livrables académiques attendus.

## Détail du budget prévisionnel

Le budget présenté ci-dessous concerne exclusivement les éléments relevant du périmètre pédagogique du PMI, c'est-à-dire les systèmes nécessaires à la mesure, à la commande et à la validation expérimentale des dispositifs de séparation et d'aérofreinage. Ces postes sont strictement limités aux composants dont la réalisation et l'étude font partie intégrante des livrables évalués par l'équipe encadrante.

Type / Poste	Description	Montant estimé (€)
Structure	Pièces bloc de séparation	≈ 200 €
	Pièces bloc aérofreins	≈ 200 €
Actionneurs	2 servomoteurs ou moteurs pas à pas (≈ 25 €/unité)	≈ 50 €
Électronique de contrôle	Cartes PCB et composants électroniques	≈ 50 €
Électronique de mesure	Équivalent carte APEX <sup>1</sup>	≈ 100 €
TOTAL		≈ 600 €

Le budget couvre la **réalisation complète du prototype fonctionnel** attendu dans le cadre du PMI.

- Les **éléments structurels** concernent les pièces critiques des sous-systèmes de séparation et d'aérofreinage, nécessitant un usinage précis en aluminium pour garantir la fiabilité mécanique des essais.
- Les **actionneurs** assurent le déploiement contrôlé des aérofreins et le désaccouplement mécanique entre les étages.
- L'**électronique de contrôle** et l'**électronique de mesure** permettent respectivement la commande, la télémétrie et l'enregistrement des données nécessaires à la validation du système.

Le montant total de **600 € TTC** représente donc la **part académique du projet SP-02**, spécifiquement dédiée à la validation du principe de séparation par aérofreinage dans le cadre du **PMI**.

---

<sup>1</sup> APEX : dossier de référence : <https://aeroipsa/Rapport-Projet-APEX.pdf>

## Justification de la demande de budget

- Usinage des pièces en aluminium :


Dans le cadre de la conception et de la réalisation de la maquette de notre PMI, certaines pièces nécessitent un usinage de précision afin de garantir la fiabilité mécanique, la conformité dimensionnelle et la qualité d'assemblage de l'ensemble. Ces pièces, réalisées en aluminium, requièrent l'intervention d'ateliers spécialisés disposant des équipements nécessaires (machines à commande numérique, outils de coupe adaptés, traitements de surface éventuels, etc.).

Afin d'optimiser le coût global du projet sans compromettre la qualité attendue, nous avons contacté plusieurs entreprises d'usinage pour établir différents devis comparatifs. Cette démarche nous a permis d'évaluer les variations de prix en fonction des tolérances demandées, du volume de production, des délais de fabrication et du type de finition souhaitée.

Les devis obtenus ont ensuite été analysés selon plusieurs critères :

- **Qualité et précision des usinages proposés,**
- **Délai de livraison annoncé,**
- **Capacité de production et fiabilité de l'entreprise,**
- **Coût total incluant la matière première et la main-d'œuvre.**

Le premier devis réalisé auprès de Xometry.com :



**10. SP02\_ALPHAV3\_SEPA\_VER...**

Qté

Économisez 11 % sur 5 unités

Générateur: Usinage CNC  
Dimensions: 38.0mm x 26.0mm x 12.0mm  
Matériau: Aluminium AW-7075 / 3.4365 / ...  
Finition: Anodising, couleur : black  
Filetages et trous taraudés: 0 positions  
Spécifications de rugosité de surface: St...  
Tolérance: ISO 2768 - fine, entire part

Standard

13 jours ouvrés

404,20 €

Unité : 101,05 €

Express

10 jours ouvrés


646,72 €

Unité : 161,68 €

Dupliquer

Effacer

Modifier les détails techniques



**20. SP02\_BETAV3\_SPEA.step**

Qté

Économisez 54 % sur 5 unités

Générateur: Usinage CNC  
Dimensions: 84.0mm x 84.0mm x 59.0mm  
Matériau: Aluminium AW-7075 / 3.4365 / ...  
Finition: Standard  
Filetages et trous taraudés: 0 positions  
Spécifications de rugosité de surface: St...  
Tolérance: ISO 2768 - fine, entire part

Standard

11 jours ouvrés

658,88 €

Unité : 658,88 €

Express

7 jours ouvrés


1.054,21 €

Unité : 1.054,21 €

Dupliquer

Effacer

Modifier les détails techniques



**30. SP02\_ALPHAV3\_SEPA\_PRI...**

Qté

Économisez 55 % sur 5 unités

Générateur: Usinage CNC  
Dimensions: 104.0mm x 104.0mm x 64.0...  
Matériau: Aluminium AW-7075 / 3.4365 / ...  
Finition: Standard  
Filetages et trous taraudés: 0 positions  
Spécifications de rugosité de surface: St...  
Tolérance: ISO 2768 - fine, entire part

Standard

11 jours ouvrés

1.046,95 €

Unité : 1.046,95 €

Express

7 jours ouvrés

1.675,12 €

Unité : 1.675,12 €

Dupliquer

Effacer

Modifier les détails techniques

**Récapitulatif de la commande:**

Temps de réalisation: 13 jours ouvrés

Certificats [Ajouter](#)

3 refs. (6 unités): 2.110,03 €

Frais d'expédition: France 23,00 €

7% - SIGNUP [Postuler](#) [X](#)

Vous avez reçu cette réduction de 7% pour vous être abonné à notre newsletter. Si vous souhaitez l'utiliser, cliquez sur « Postuler ».

Montant de la commande:

hors taxe

2.133,03 €


Vous allez gagner 2.134 X-points

Procéder au paiement

3/8

Le second devis réalisé auprès de PCBWAY :

Temps de création: 2025-09-30    Service: Tina    Contacter le commercial (0 message non lu)



View

Aluminum 7075

Numéro de produit: C-3FR7W956216A

Couleur: Silver white

[CNC machining]

Temps de production: 9-11 jours

Voir le détail

1

\$ 136.05

(0.32kg)

Échec de la vérification


Télécharger de nouveau

Raison de l'échec:  
Without 2D technical drawings, it is impossible to quote and produce.;  
Img1:

Modifier un numéros de PO

Retirer le Produit

✓ Temps de création: 2025-09-30    Service: Tina    Contacter le commercial (0 message non lu)



View

Aluminum 7075

Numéro de produit: C-3FR6W956216A

Couleur: Silver white

[CNC machining]

Temps de production: 9-11 jours

Voir le détail

- 4 +

±140-2±

Modifié

\$ 133.67

(0.04kg)

✓ SP02\_ALPHAV3\_SEPA\_VERRO U.step

Share&Sell


● Accepté, Paiement

Modifier un numéros de PO

Retirer le Produit

Copy Order

✓ Temps de création: 2025-09-30    Service: Tina    Contacter le commercial (0 message non lu)



View

Aluminum 7075

Numéro de produit: C-3FR5W956216A

Couleur: Silver white

[CNC machining]

Temps de production: 9-11 jours

Voir le détail

- 1 +

\$ 199.19

(0.51kg)

✓ SP02\_ALPHAV3\_SEPA\_PRINCIP ALE.step

Share&Sell

● Accepté, Paiement

Modifier un numéros de PO

Retirer le Produit

Copy Order

☐ Tout cocher


< Ajouter un nouvel article

Sous-total(2 Éléments): **US \$ 332.86**

Tout le total: **US \$ 332.86**

Le troisième devis réalisé auprès de JLCCNC :

2025-09-30 10:48:19 | W2025093016483412 | CNC



Merchandise Total: €193.27

Shipping Charge: €27.75

Order Total: €221.02


File Review

Cancel Order

Order Details

Invoice

+ Add new item



CNC

CNC Machining

Order #: CNC2509305002789-5374...

Build Time: 7 days

Product Details


€71.65

1pcs

SP02\_ALPHAV3\_SEPA\_PRINCIPAL...

Reviewing

File review will be completed in 2-4 hours during business hours.



CNC

CNC Machining

Order #: CNC2509305002802-5374...

Build Time: 6 days

Product Details


€65.99

4pcs

SP02\_ALPHAV3\_SEPA\_VERROU.step

Reviewing

File review will be completed in 2-4 hours during business hours.



CNC

CNC Machining

Order #: CNC2509305002799-5374...

Build Time: 6 days

Product Details

€55.63

1pcs

SP02\_BETAV3\_SPEA.step

Reviewing

File review will be completed in 2-4 hours during business hours.

^ Show Less

4/8

À l'issue de cette étude comparative, nous avons retenu JLCCNC comme étant la solution offrant le meilleur compromis entre coût, qualité et délai. Le montant demandé dans le cadre du budget reflète donc le coût réel et justifié de la prestation d'usinage, nécessaire à la bonne exécution du projet.

Aux vues de ce montant, nous avons donc fixé 200€ de budget pour les pièces usinées pour notre bloc de séparation, ainsi qu'une enveloppe similaire pour notre système d'aérofreins, frais de port exclue.

- Actionneurs et électronique de contrôle :

Les actionneurs (servomoteurs ou moteurs pas à pas) et l'électronique de contrôle associée n'ont pas encore été définitivement sélectionnés à ce stade du projet. Les choix techniques dépendront des résultats des premières phases de simulation et de modélisation, actuellement en cours.

Cependant, le budget associé à ces composants a été estimé sur la base de besoins déjà identifiés (nombre d'actionneurs, contraintes d'effort et d'encombrement) et d'expériences antérieures acquises lors de projets similaires menés au sein d'AéroIPSA. Cette approche permet d'intégrer une marge de sécurité tout en maintenant une évaluation réaliste des coûts.

L'enveloppe de 100 € allouée à cet ensemble (actionneurs et cartes de commande) correspond donc à une estimation prudente, cohérente avec les configurations habituellement rencontrées sur ce type de système embarqué.

- Électronique de mesure :

Pour l'acquisition et la transmission des données de vol, le projet s'appuiera sur deux cartes électroniques existantes, issues d'un projet antérieur mené au sein d'AéroIPSA. Ces cartes, développées sous le nom de projet APEX, ont déjà été intégrées à des vols précédents et validées expérimentalement.

Elles offrent une architecture adaptée au suivi du système de séparation et d'aérofreinage, incluant la gestion des capteurs, l'enregistrement local et la télémétrie.

Leur remise en état, maintenance et mise à niveau logicielle ont été estimées à 100 €, soit le coût équivalent d'une carte neuve, couvrant l'ensemble des opérations nécessaires à leur réutilisation dans un cadre académique.

L'ensemble de ces dépenses permet de garantir la réalisation complète et fonctionnelle du prototype, dans le respect du calendrier du PMI et des exigences pédagogiques fixées par l'école. Ce budget reflète donc une estimation réaliste et proportionnée aux besoins techniques du projet.

## Justification de la demande à l'IPSA

Lors de la planification initiale du projet SP-02, l'équipe avait établi une estimation budgétaire globale de 2.750 €, couvrant l'ensemble des dépenses matérielles (structure, électronique, usinage et instrumentation).

Après analyse du budget annuel d'AéroIPSA, seule une enveloppe de 2.500 € a pu être accordée au projet, compte tenu du nombre élevé de projets actifs cette année et de la capacité budgétaire limitée de l'association.

En effet, AéroIPSA soutient simultanément plusieurs programmes techniques en 2025-2026, parmi lesquels:

- **Fusées expérimentales (Fusex)**
  - **GUSTAVE** – Largage de trois CanSats se divisant en deux sous-modules ; localisation de la fusée via les CanSats ; éjection du parachute par la coiffe.
  - **SP-02** – Fusée bi-étage avec séparation à froid ; module de séparation couplé à des aérofreins (sujet du PMI) ; prise de données avionique et télémesure ; largage d'un CanSat.
  - **ZEUS** – Largage de deux charges utiles ; relevés météo à l'apogée et lors de la descente ; prédiction de trajectoire en temps réel grâce à un algorithme d'IA.
- **Mini-fusées (Minif)**
  - **ASTRAY** – Recherche d'altitude maximale et validation des limites du stabtraj ; largage de poudres colorées.
  - **IRIS** – Expérimentation d'une caméra thermique ; détection et suivi d'une cible au sol ; essai d'un nouveau système de parachute.
  - **LUCIOLE** – Vol de nuit avec séparation de la coiffe à l'apogée ; synchronisation de LEDs entre la coiffe et la fusée lors de la descente.
- **Cansat**
  - **NEPT'DUNE** – Participation au concours CanSats France ; étude de l'écoulement de sable en chute libre ; expérimentation d'un largage en phase ascendante.
- **Module électronique autonome**
  - **FF-15** – Développement d'un module d'acquisition inertielle, barométrique et GNSS ; traitement des données par FPGA/ASIC ; transmission radio via MCU + antenne microstrip ; conception entièrement propriétaire sans modules externes.

Ces projets représentent un budget total alloué seulement aux projets d'environ 8.000 € soit une charge importante pour une structure étudiante dont les ressources dépendent directement des subventions annuelles de l'école.

Par ailleurs, une réévaluation du budget réel du projet réalisée en octobre 2025 a mis en évidence un coût total d'environ 3 000 €, soit un écart de 500 € entre les besoins effectifs et la part du budget réellement couverte par AéroIPSA.

À cela s'ajoute un contexte budgétaire particulièrement incertain. La dotation globale allouée par l'IPSA aux associations étudiantes a été révisée à la baisse cette année, tandis que le mode de répartition interne de ce budget a été modifié, rendant difficile toute projection fiable des montants effectivement perçus. Les

dernières estimations font état d'un financement global d'environ 6.000 € accordé à AéroIPSA, ce qui engendre un déficit d'environ 2.000 € pour couvrir l'ensemble des besoins directement liés aux projets techniques en cours — et cela sans inclure les dépenses récurrentes d'outillage, de maintenance et d'achat de matériel commun. Dans ces conditions, l'association n'est plus en mesure de garantir le maintien de l'enveloppe de 2.500 € initialement prévue pour le projet SP-02.

Dans ce contexte, et afin d'assurer la réalisation complète des livrables du Projet Master Ingénieur, nous souhaitons dissocier le financement du PMI du budget associatif. Cette démarche vise à garantir la pérennité académique du projet en le plaçant sous un financement direct de l'IPSA, indépendant des contraintes de gestion propres à l'association. Une lettre rédigée par le président actuel de l'association est jointe à ce document.

Le montant sollicité (600 €) correspond exclusivement aux dépenses nécessaires à la réalisation des livrables pédagogiques du PMI : conception, fabrication et validation expérimentale des systèmes de séparation et d'aérofreinage. Ce financement assurerait la continuité du travail académique tout en préservant les ressources de l'association, déjà engagées dans la construction complète de la fusée et dans le soutien aux autres projets étudiants.





### Mode de financement

Les membres du PMI proposent que les dépenses soient dans un premier temps avancées par l'association AéroIPSA, dans la limite de son budget de fonctionnement.

Une fois les achats réalisés, un remboursement du montant total de 600 € TTC serait demandé à l'école, sur la base de l'approbation de la présente demande.

Ce mode de fonctionnement permettrait de garantir la continuité du projet sans retarder les commandes critiques nécessaires à la réalisation des livrables du Projet Master Ingénieur.

Signature des représentants du projet :

Noms /Prénoms (étudiants)	Signatures
Maxens Le Cam	
Alexis Paillard	
Guillaume Peix	
Lucas Pichon	

## Lettre du président de l'association AéroIPSA

Bonjour Monsieur,

Je me permets de vous adresser cette lettre afin d'appuyer la demande de budget déposée par les étudiants Alexis Paillard, Guillaume Peix, Lucas Pichon et Maxens Le Cam dans le cadre de leur Projet Master Ingénieur consacré au développement du système de séparation de la fusée SP-02.

En début d'année, avec les membres du bureau d'AéroIPSA, nous avons validé un budget de 2 500 € pour le projet SP-02. Dès cette étape, il avait été convenu que l'équipe du projet effectuerait une demande complémentaire auprès de l'école afin de financer spécifiquement la partie « séparation », relevant du périmètre académique du PMI.

Cette section du projet n'est pas considérée comme un volet associatif, dans la mesure où elle sera développée exclusivement par les membres du PMI, sans mobilisation des autres membres de l'association.

Nous avions initialement prévu, en cas de non-acceptation de la demande par l'école, d'assumer cette dépense sur les fonds propres de l'association. Cependant, la commission des budgets des associations, actuellement en cours, nous a informés d'une réduction significative de l'enveloppe globale allouée aux associations étudiantes, alors même que le nombre de structures bénéficiaires est en hausse.

Cette évolution se traduira par une diminution certaine du budget accordé à AéroIPSA, et donc par une réduction du financement attribué à chaque projet, dont SP-02, rendant impossible la garantie d'un financement des pièces nécessaires au PMI.

Enfin, le calendrier de la commission prévoit un versement tardif des subventions (fin novembre), ce qui risquerait de retarder la commande et la réception des composants nécessaires à la réalisation du PMI.

Je vous remercie de l'attention portée à cette demande et reste à votre disposition pour tout complément d'information.

Respectueusement,

Brice Pigot  
Président – Association AéroIPSA  
[brice.pigot@aeroipsa.fr](mailto:brice.pigot@aeroipsa.fr)