**Phase 0 : Analyse de Mission (Pre-Phase A)**

# Objectif

La phase **0** est la première étape de la conception d’un CubeSat **1U pédagogique**. Elle vise à **définir les objectifs de la mission**, évaluer sa **faisabilité technique et financière**, et identifier les **contraintes majeures** avant de passer à la phase A.

Cette phase est essentielle pour éviter des erreurs stratégiques et assurer la réussite du projet.

# Définition des Objectifs de Mission

**Pourquoi voulons-nous lancer ce CubeSat ?**

|  |  |
| --- | --- |
| **Quel est le but pédagogique ?** | démonstration technologique formation des étudiants). |
| **Y a-t-il une mission scientifique ou technique ?** ( | communication |
| **Quels sont les résultats attendus ?** | formation des étudiants en ingénierie spatiale). |

# Analyse des Contraintes de la Mission

Il faut identifier les **limitations imposées par les lois de la physique, la réglementation spatiale et les ressources disponibles**.

| **Catégorie** | **Contrainte** | **Détails** |
| --- | --- | --- |
| **Orbite** | Altitude & Inclinaison | Orbite LEO (~500 km), inclinaison adaptée (ex. 97° pour passage fréquent). |
| Durée de Vie | Rentrée atmosphérique en **≤ 5 ans**. |
| **Communication** | Bande de Fréquence | UHF (435-438 MHz) pour usage éducatif et radioamateurs. |
| Débit | 1200 bps (AX.25) ou plus selon besoin. |
| Stations Sol | Infrastructure existante ou partenariat avec une université. |
| **Énergie** | Production | Panneaux solaires limités (~4-5 W max). |
| Stockage | Batteries Li-ion (autonomie ~5 Wh/jour). |
| Consommation | Optimisation des périodes de veille pour économiser l’énergie. |
| **Structure & Environnement** | Format | 1U standardisé (10 × 10 × 10 cm, **≤ 1.33 kg**). |
|  | Conditions Thermiques | Exposition à **-50°C à +80°C** en orbite. |
| Résistance au Lancement | Vibrations et chocs (~10g) nécessitant des tests en conditions réelles. |
| 💰 **Budget** | Développement | 10 000 - 100 000 € (selon complexité et composants). |
| Lancement | 50 000 - 200 000 € (rideshare avec SpaceX, ESA...). |
| Financement | Subventions (CNES, ESA, NASA), partenariats, crowdfunding. |

**Cette analyse permet d’évaluer la faisabilité de la mission et d’orienter les choix techniques dès la phase A.** 🚀

# Analyse de Faisabilité

**Étape 1 : Évaluation Technologique**

**Liste des sous-systèmes nécessaires** :

* **Structure** (châssis CubeSat standardisé).
* **Énergie** (panneaux solaires, batteries).
* **Communication** (radio UHF, antennes).
* **Contrôle d’attitude** (magnétomètres, gyroscopes).
* **Charge utile** (capteurs scientifiques ou expérimentaux).
* **Logiciel embarqué** (RTOS, télécommandes).

**Étape 2 : Évaluation des Risques**

| **Risque** | **Gravité** | **Probabilité** | **Stratégie d’atténuation** |
| --- | --- | --- | --- |
| Défaillance électrique | Élevée | Moyenne | Redondance des batteries, tests en conditions extrêmes. |
| Panne de communication | Élevée | Moyenne | Tests radio, station sol backup. |
| Surcoût du projet | Moyenne | Élevée | Recherche de financements, réduction des composants non essentiels. |
| Anomalie de lancement | Élevée | Faible | Choix d’un lanceur fiable, assurance. |

# Sélection des Partenaires & Cadre Réglementaire

**Partenaires potentiels**

* **Universités & écoles: CURTS…**
* **Agences spatiales** :NASA, ESA, CNES, ISRO….
* **Industries spatiales** NanoAvionics...
* **Communautés radioamateurs** (communication et tracking).

**Réglementations & Licences**

* **Demande de fréquence** (coordination ITU, licence radio nationale).
* **Respect des normes CubeSat** (CDS - CubeSat Design Specification).
* **Dossier d’autorisation de lancement** (auprès de l’agence spatiale concernée.)

# Résultats & Livrables de la Phase 0

✅ **Définition des objectifs de mission**.  
✅ **Contraintes identifiées** (orbite, énergie, structure, radio, budget).  
✅ **Analyse de faisabilité réalisée**.  
✅ **Partenaires et réglementation définis**.  
✅ **Livrable principal : Rapport de faisabilité de mission**.

🎯 **Go / No-Go vers la Phase A (Définition des exigences et SRR).**

**📢 Conclusion : Importance de la Phase 0**

Cette phase permet d’éviter des erreurs critiques et d’aligner le projet sur des bases solides avant d’engager du temps et des ressources dans la conception détaillée du CubeSat.

🚀 **Un bon travail en Phase 0 augmente fortement les chances de succès du projet !**

RAPPORT DE FAISABILITÉ DE MISSION

CubeSat 1U - Pédagogique pour la Communication

📅 **Date :** [Indiquer la date]  
🏫 **Institution :** [Nom de l'école/université]  
🔬 **Équipe projet :** [Noms des membres]  
👨‍🏫 **Superviseur(s) :** [Nom(s) du professeur(s)]

# 1️⃣ Objectifs de la Mission

🎯 **Objectif principal :**  
Développer et lancer un **CubeSat 1U** permettant aux étudiants d’acquérir des compétences en télécommunications spatiales et en conception de nanosatellites.

🎯 **Objectifs spécifiques :**

* Tester et valider un **système de communication radio UHF/VHF**.
* Permettre aux **étudiants et radioamateurs** de recevoir et d’envoyer des messages via le satellite.
* Collecter et analyser des **données de télémesure** (température, tension des batteries, état du satellite).
* Développer une **station sol éducative** pour suivre et interagir avec le satellite.

# 2️⃣ Analyse des Contraintes de la Mission

| **Catégorie** | **Contrainte** | **Détails** |
| --- | --- | --- |
| 🌍 **Orbite** | Altitude & Inclinaison | LEO (~500 km), inclinaison ~98° (orbite polaire pour une couverture mondiale). |
|  | Durée de Vie | Rentrée atmosphérique prévue **< 5 ans**. |
| 📡 **Communication** | Fréquence | UHF (435-438 MHz) et VHF (144-146 MHz). |
|  | Protocole | AX.25 pour transmissions radio amateur et télémesures. |
|  | Stations Sol | Développement d’une station à l’université et partenariats avec radioamateurs. |
| 🔋 **Énergie** | Production | Panneaux solaires (~4 W max). |
|  | Stockage | Batteries Li-ion (~5 Wh/jour). |
|  | Consommation | Gestion efficace du mode veille et des émissions radio. |
| 🔧 **Structure & Environnement** | Format | 1U (10 × 10 × 10 cm, ≤ 1.33 kg). |
|  | Conditions Thermiques | Exposition à **-50°C à +80°C** en orbite. |
|  | Résistance au Lancement | Tests de vibrations (~10g) et compatibilité avec lanceur. |
| 💰 **Budget** | Développement | 50 000 € (achat de composants, assemblage, tests). |
|  | Lancement | 100 000 € (rideshare via SpaceX ou autre). |
|  | Financement | Subventions (ESA, CNES, sponsors industriels). |

# 3️⃣ Faisabilité Technique

**🛰 Sous-systèmes du CubeSat 1U**

| **Sous-système** | **Description** | **Technologie utilisée** |
| --- | --- | --- |
| 🏗 **Structure** | Châssis standard 1U | Aluminium anodisé, conforme à la norme CubeSat. |
| 🔋 **Énergie** | Panneaux solaires & batteries | 4 W max, batteries Li-ion 5 Wh. |
| 🎛 **Ordinateur de bord (OBC)** | Gestion des données et opérations | MCU ou FPGA avec OS temps réel (ex. FreeRTOS). |
| 📡 **Communication** | Transmission et réception radio | Module UHF/VHF, protocole AX.25, antennes repliables. |
| 🔍 **Capteurs** | Surveillance du satellite | Température, tension batterie, capteur de luminosité. |

# 4️⃣ Évaluation des Risques et Stratégies d’Atténuation

| **Risque** | **Gravité** | **Probabilité** | **Stratégie d’atténuation** |
| --- | --- | --- | --- |
| Panne de communication | ⚠️ Élevée | ⚠️ Moyenne | Redondance des émetteurs et antennes, tests intensifs au sol. |
| Perte d’énergie | ⚠️ Élevée | ⚠️ Moyenne | Gestion optimisée des cycles de charge et veille du système. |
| Surcoût du projet | ⚠️ Moyenne | ⚠️ Élevée | Recherche de financements supplémentaires, réduction des composants non essentiels. |
| Échec du lancement | ⚠️ Élevée | ⚠️ Faible | Assurance mission, sélection d’un lanceur fiable. |

# 5️⃣ Cadre Réglementaire & Partenaires

📜 **Réglementations à respecter :**

* Licence de fréquence attribuée par l’**ITU** et les autorités nationales.
* Respect des **normes CubeSat Design Specification (CDS)**.
* Demande d’autorisation de lancement auprès de l’agence spatiale concernée.

🤝 **Partenaires envisagés :**

* **Universités & écoles** (développement et formation).
* **Agences spatiales** (NASA, ESA, CNES pour financement et support technique).
* **Communautés radioamateurs** (collaboration pour le suivi et réception des données).
* **Entreprises spécialisées** (fournisseurs de composants et support technique).

# 6️⃣ Conclusion & Recommandations

🎯 **Faisabilité validée sous conditions** ✅  
Le projet CubeSat 1U pour la communication est **techniquement et financièrement réalisable** sous réserve de :  
1️⃣ Sécuriser le **budget** via des financements externes.  
2️⃣ Mener des **tests rigoureux** pour garantir la fiabilité des communications.  
3️⃣ Établir des **partenariats solides** pour assurer le suivi du satellite après le lancement.

📌 **Prochaine étape : Passage à la Phase A - Définition des Exigences et Revue SRR.** 🚀

# 📢 Avis du Comité de Revue de Faisabilité

🔲 **Go** 🔲 **Go avec réserves** 🔲 **No-Go**

📌 **Commentaires et recommandations :**  
*[Espace réservé à l’avis du comité de validation]*

🎯 **Un bon travail en Phase 0 permet d’assurer la viabilité du projet avant d’engager du temps et des ressources en conception détaillée.** 🚀

4o