

# Mission ISS2 – Groupe 1 : Mise en orbite du satellite

## Contexte de la mission

L'agence spatiale vous confie une mission : mettre en orbite un satellite autour de la Terre. Pour cela, vous devrez déterminer les caractéristiques de son lancement, son orbite, et l'énergie nécessaire à cette opération.

## Travail demandé

1. Quelle est la vitesse minimale que doit atteindre le satellite pour s'échapper de l'attraction terrestre (vitesse de libération) ?
  - A. Quelle est l'expression de la force gravitationnelle exercée par la Terre ?
  - B. Écrivez la 2e loi de Newton dans le cas d'un mouvement rectiligne vers le haut
  - C. Calculez l'énergie potentielle de gravitation du satellite en dérivant l'expression de la force gravitationnelle.
  - D. Quelle est l'expression de l'énergie mécanique totale à la surface de la Terre ?
  - E. Pour s'échapper définitivement du champ terrestre,  $E \geq 0$ . Déduire alors la vitesse de libération
  - F. En déduire la valeur numérique de la vitesse de libération.
2. Quelle est la vitesse du satellite une fois en orbite ?
  - A. Quel est le type de mouvement du satellite une fois en orbite ?
  - B. Quelle force agit sur le satellite lorsqu'il tourne autour de la Terre ?
  - C. Donner l'expression de la force centripète pour un mouvement circulaire.
  - D. En supposant que la force gravitationnelle est responsable de la trajectoire, égalisez les deux expressions.
  - E. Calculez la vitesse en orbite.
3. Quelle est la période de révolution du satellite une fois en orbite ?
  - A. Exprimez la période à partir de la vitesse et du rayon de l'orbite.
  - B. Calculez la période pour une orbite à 400 km d'altitude.
4. Étudiez la dépendance de la période avec l'altitude.
  - A. Rappelez les trois lois de Kepler.
  - B. Réaliser un graphique  $T^2 = f(R^3)$  pour différents satellites (en cherchant leurs T et R). Par une régression linéaire, trouver la masse de la Terre.
5. Question Bonus :

En fonction de la vitesse initiale que vous donnez au satellite ( $v \leq v_{orb}$  ou  $v_{orb} < v < v_{lib}$  ou  $v > v_{lib}$ ), imaginez la trajectoire dans chaque cas. Quelle plage de vitesse permet une orbite basse et circulaire ?

# Fiche Élève – Mission ISS2 – Groupe 2 : Énergie et panneaux solaires

## Contexte de la mission

Dans cette mission, votre équipe est chargée de s'assurer que le satellite peut fonctionner uniquement grâce à l'énergie solaire une fois placé en orbite. Vous devrez estimer la surface des panneaux solaires nécessaires.

## Travail demandé

### 1. Puissance émise par le Soleil

- A. Quelle est l'expression de la puissance totale émise par le Soleil en fonction de sa température et de son rayon ?
- B. Calculez cette puissance totale émise par le Soleil

### 2. Flux reçu par la Terre

Astuce : la Terre intercepte une infime partie de cette puissance. Elle reçoit une fraction de cette énergie, équivalente à un disque de rayon  $R_{orb}$

- A. Quelle est l'expression du flux solaire (puissance reçue par unité de surface) à une distance  $R$  du Soleil ?
- B. Calculez ce flux solaire reçu par la Terre, à la distance Terre-Soleil

### 3. Flux reçu à 400 km d'altitude

- A. Quelle est la distance du satellite au Soleil ?
- B. Calculez le flux solaire reçu à cette altitude
- C. Commenter l'impact de cette très faible différence sur les systèmes d'alimentation du satellite.

### 4. L'énergie solaire reçue par les panneaux

- A. Sachant que les panneaux ne sont pas parfaits, et qu'ils ont un rendement de 20% , donner la formule de la puissance électrique utile produite par  $m^2$  de panneau
- B. Déduire l'énergie électrique reçue par  $m^2$  en une journée (en supposant qu'ils reçoivent le Soleil en continu pendant 12 h, pour simplifier).

### 5. Surface de panneaux solaires

- A. Par la consommation moyenne du satellite, quelle est l'énergie totale nécessaire pour faire fonctionner le satellite pendant une journée terrestre (24 h) ?
- B. Donnez l'expression qui lie  $E_{jour}$  et la surface de panneaux à installer. Calculez la surface requise.
- C. Commentez ce résultat : est-ce réaliste ? Comment pourrait-on optimiser cette surface dans un vrai satellite ?

6. Réalisez un graphique de l'énergie électrique produite (en Wh) en fonction de la surface des panneaux solaires (variant de 0 à 1000  $m^2$  par pas de 100  $m^2$ ), pour une exposition de 12 h. Expliquez la pente.

### 7. Question Bonus :

Envisagez deux solutions pour assurer une alimentation continue, même en cas d'ombre portée par la Terre.

# Fiche Élève – Mission ISS2 – Groupe 3 : Communication par ondes

## Contexte de la mission

Votre mission est d'assurer la communication entre la station ISS2 et la Terre. Vous devrez comprendre comment les ondes électromagnétiques se propagent, calculer les fréquences utilisées et estimer la taille d'antenne nécessaire.

## Travail demandé

1. Calculez la longueur d'onde associée à la fréquence utilisée pour communiquer avec la Terre
2. Temps de transmission du signal (aller simple)
  - A. Calculez le temps de transmission aller pour un satellite à 400 km d'altitude.
  - B. Calculez ce temps pour des altitudes allant de 200 km à 36 000 km.
  - C. Tracez un graphique de la durée du signal en fonction de l'altitude du satellite.
3. Diamètre de l'antenne de réception (Terre)
  - A. On souhaite que le signal arrive dans un faisceau peu dispersé. On utilise une antenne parabolique sur Terre. Exprimez la largeur angulaire du faisceau en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  et du diamètre  $D$  de l'antenne.
  - B. On souhaite que le faisceau couvre une surface de 1 km à 400 km de distance. Calculez  $\tan(\theta)$  puis on suppose que  $\tan(\theta) \approx \theta [rad]$
  - C. En déduire le diamètre minimal de l'antenne.
4. Rentrée du signal dans l'atmosphère : application de Snell-Descartes
  - A. Faites un schéma simple illustrant le trajet du rayon lumineux.
  - B. Que devient le rayon lorsque  $i_1 = 0$  ?
  - C. Comment varie l'angle de réfraction si l'indice optique augmente avec la profondeur de l'atmosphère ?
5. Bonus : Atténuation

Quelles sont les principales sources d'atténuation du signal entre ISS2 et la Terre ?

# Fiche Élève – Mission ISS2 – Groupe 4 : Propulsion et Spectroscopie

## Contexte de la mission

Votre mission consiste à proposer un moteur chimique adapté pour la mise en orbite du satellite ISS2. Pour cela, vous devrez estimer les quantités de réactifs nécessaires et comprendre comment la spectroscopie permet de vérifier le bon fonctionnement du moteur.

## Travail demandé

### 1. Étude de la réaction de propulsion :

- Proposez une équation chimique modélisant une réaction de propulsion.
- En utilisant les données d'enthalpies de formation, calculez l'enthalpie standard de réaction  $\Delta_r H^\circ$ .
- Quelle est l'énergie libérée par mole de réactif ?
- Si vous avez besoin de 1 GJ pour atteindre l'orbite, combien de moles faut-il de réactif ?

### 2. Spectroscopie d'émission :

L'antenne de contrôle de l'ISS2 détecte une anomalie dans le fonctionnement du moteur du satellite. L'éjection de gaz ne semble plus optimale. Une sonde embarquée mesure le spectre de la lumière émise par les gaz autour du moteur.

- Qu'observe-t-on dans le spectre d'émission d'un moteur en fonctionnement ?
- En observant le spectre d'absorption donné en annexe, repérer la raie d'absorption. Trouver le polluant correspondant à cette raie. Est-ce que le moteur fonctionne efficacement ?

### 3. Bonus : Identification d'une panne par spectroscopie

Une raie inconnue est observée dans le spectre. Une liste de gaz potentiellement présents est fournie. Utilisez la spectroscopie pour émettre une hypothèse sur la panne du moteur.