

Physique

Activité n°2 : propulsion par réaction

SUJET BAC : Exercice II – Partie B – Amérique du Nord 2013 Ravitaillement de la station spatiale ISS

Le 23 mars 2012, un lanceur Ariane 5 a décollé du port spatial de l'Europe à Kourou (Guyane), emportant à son bord le véhicule de transfert automatique (ATV) qui permet de ravitailler la station spatiale internationale (ISS).

Au moment du décollage, la masse de la fusée est égale à $7,8 \times 10^2$ tonnes, dont environ 3,5 tonnes de cargaison : ergols, oxygène, air, eau potable, équipements scientifiques, vivres et vêtements pour l'équipage à bord de l'ATV.



D'après http://www.esa.int/esaCP/Pr_10_2012_p_FR.html

On se propose dans cette partie d'étudier le décollage de la fusée.

Pour ce faire, on se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

À la date $t = 0$ s, le système est immobile.

À $t = 1$ s, la fusée a éjecté une masse de gaz notée m_g , à la vitesse \vec{v}_g . Sa masse est alors notée m_f et sa vitesse \vec{v}_f .

Données :

- Intensité de la pesanteur à Kourou : $g = 9,78 \text{ N.kg}^{-1}$
- Débit d'éjection des gaz au décollage : $D = 2,9 \times 10^3 \text{ kg.s}^{-1}$
- Vitesse d'éjection des gaz au décollage : $v_g = 4,0 \text{ km.s}^{-1}$

1. Modèle simplifié du décollage

Dans ce modèle simplifié, on suppose que le système {fusée + gaz} est isolé.

- 1.1. En comparant la quantité de mouvement du système considéré aux dates $t = 0$ s et $t = 1$ s, montrer que :

$$\vec{v}_f = -\frac{m_g}{m_f} \cdot \vec{v}_g$$

Quelle est la conséquence de l'éjection de ces gaz sur le mouvement de la fusée ?

- 1.2. Après avoir montré numériquement que la variation de la masse de la fusée est négligeable au bout d'une seconde après le décollage, calculer la valeur de la vitesse de la fusée à cet instant.

2. Étude plus réaliste du décollage

- 2.1. En réalité la vitesse v_f est très inférieure à celle calculée à la question 1.2., quelle force n'aurait-on pas dû négliger ?

- 2.2. On considère désormais le système {fusée}. Il est soumis à son poids \vec{P} et à la force de poussée \vec{F} définie par $\vec{F} = -D \cdot \vec{v}_g$ où D est la masse de gaz éjecté par seconde.

2.2.1. Montrer que le produit $(D \cdot v_g)$ est homogène à une force.

2.2.2. Vérifier par une application numérique que la fusée peut effectivement décoller.