 Arriverez-vous à poser le rover Perseverance sur Mars ?

Le rover Perseverance s'est posé avec succès sur la planète Mars le 18 février 2021 au fond du cratère Jezero. Lors de la dernière étape de son atterrissage, le rover Perseverance était soutenu par 3 câbles à l'étage de descente nommé "Sky Crane" (grue du ciel). L'étage de descente contrôlait sa trajectoire grâce à des rétrofusées.

Un programme Python a été écrit pour simuler cet atterrissage. Il permet de piloter l'étage de descente en allumant ou en éteignant ses rétrofusées. Cependant, il manque quelques lignes au programme pour qu'il soit complet...

**Votre objectif est de compléter le programme pour pouvoir poser en douceur Perseverance sur Mars !**

On considère dans cette étude la dernière étape de l'atterrissage de Perseverance. Le système étudié, de masse *m* supposée constante, est le rover soutenu à l'étage de descente. Le mouvement du centre de masse du système, noté M, est étudié dans le repère (O ; ; ) (voir schéma ci-dessous).

L'étage de descente contrôle sa trajectoire grâce à 3 rétrofusées : gauche, centrale et droite. Les 3 rétrofusées peuvent être allumées en même temps. On notera , et les forces de poussée exercées respectivement par les rétrofusées gauche, centrale et droite.

Le vecteur vitesse initiale du système est vertical orienté vers le bas et a pour valeur 100 m.s-1.

La position initiale du système a pour coordonnées (500 ; 0).



O

Sky Crane

Rover Perseverance

Zone d'atterrissage

Rétrofusée centrale allumée

x

y

Rétrofusée droite allumée

M

* 1. Définir le référentiel d'étude.
  2. Déterminer les forces exercées sur le système. Les représenter sur un schéma.
  3. Un extrait du programme Python est donné ci-dessous. Identifier la valeur de l'intensité de la pesanteur martienne et de la force de poussée maximale des rétrofusées gauche, centrale et droite.

**

* 1. Exprimer les coordonnées du vecteur accélération du centre de masse M dans le repère (O ; ; ).
  2. Déterminer les coordonnées dans le repère (O ; ; ) du vecteur variation de vitesse du centre de masse M pendant une durée très courte ∆t en fonction du vecteur accélération .
  3. On donne ci-dessous un deuxième extrait du programme. Repérer la ligne donnant le calcul de la coordonnée ∆vx. Donner la masse du système {rover + étage de descente}.



* 1. En vous inspirant de la syntaxe de la ligne donnant le calcul de la coordonnée ∆vx, compléter la ligne permettant de calculer la coordonnée ∆vy.
  2. Déterminer les coordonnées dans le repère (O ; ; ) du vecteur variation de position du centre de masse M pendant une durée très courte ∆t en fonction du vecteur vitesse .
  3. Repérer dans le programme les lignes correspondant au calcul des coordonnées du vecteur vitesse puis compléter les lignes permettant de calculer les coordonnées ∆x et ∆y.

Vous avez complété le programme Python !

Votre objectif désormais : poser Perseverance en douceur (vy < 15 m/s)

dans la zone d'atterrissage.

* 1. Pour aller plus loin : déterminer les équations horaires du mouvement du système dans le repère (O ; ; ). On supposera que les forces exercées sur le système sont constantes.